

## Systemanalyse und Technikbewertung

Entscheidungen in der Energiewirtschaft, Energiepolitik und Energieforschung haben stets weit reichende und lang wirkende Folgen. Durch vorausschauendes Handeln können Chancen neuer Technologien rechtzeitig erkannt und mögliche negative Auswirkungen auf Umwelt und Gesellschaft minimiert werden.

In transparenter Weise zeigt die Abteilung die verschiedenen technischen und strukturellen Möglichkeiten auf, welche als Bausteine einer nachhaltigen Energieversorgung dienen können, analysiert Technologien und deren Potenziale und bewertet deren Vor- und Nachteile. Auf dieser Basis werden Szenarien entwickelt, die den Weg in eine bezahlbare, sichere und umweltverträgliche Energiezukunft weisen. Ausgehend hiervon entwickelt die Abteilung neue methodische Ansätze, bewertet Instrumente und erarbeitet Handlungsempfehlungen, welche einer effizienten Umsetzung der aufgezeigten Ziele dienen sollen.

### Arbeitsbereiche sind:

- Energiesystemmodellierung und Szenarien – Entwicklung von Szenarien mit hohen Anteilen an erneuerbaren Energien sowie die Erstellung von Ganglinien einer kostenminimierten Stromeinspeisung
- Ressourcen und Potenziale – Modellierung und Analyse der verfügbaren solaren Ressourcen
- Förderinstrumente und ökonomische Aspekte – Mitwirkung an der Evaluierung der Förderprogramme und -gesetze sowie an der Ermittlung der Arbeitsmarkteffekte des Ausbaus erneuerbarer Energien in Deutschland
- Marktstrategien für Solarthermische Kraftwerke – Integration solarthermischer Kraftwerkstechnologie in Systeme, Netze und Märkte

## Thermische Prozesstechnik

Übergeordnetes Ziel der Abteilung Thermische Prozesstechnik ist die Steigerung der Effizienz energieverfahrenstechnischer Prozesse als ein Schlüsselement zur Brennstoffeinsparung und zum Klimaschutz. Die Arbeiten der Abteilung umfassen die Entwicklung fortschrittlicher Komponenten, Verfahren und Systemtechniken im Bereich thermischer und chemischer Energiespeicher, Wärmemanagement sowie Brennstoffaufbereitung.

### Hierbei liegen die Schwerpunkte auf:

- Hochtemperatur-Wärmespeicherung (bis 1000 °C) für solarthermische und konventionelle Kraftwerkstechnik, Kraft-Wärme-Kopplung und industrielle Prozesswärme
- Thermochemische Speicherung von Hochtemperaturwärme für stationäre und mobile Anwendungen
- Hochleistungs-Wärmeübertrager für Gasturbinen-Prozesse und Wärmerückgewinnung sowie Wärmeübertrager mit erhöhter Leistungsdichte für Verdampfung und Kondensation
- Wasserstoff-Erzeugung und Wasserstoff-Speicherung für dezentrale und mobile Anwendungen

Die Abteilung verfügt über eine einzigartige Forschungsinfrastruktur für die Entwicklung von Wärmespeichern, Wärmeübertragern und chemischen Speichern bis in den Bereich von 100 kW.

## Elektrochemische Energietechnik

Die Abteilung Elektrochemische Energietechnik arbeitet an der Entwicklung effizienter elektrochemischer Energiewandler, vornehmlich Batterien, Brennstoffzellen und Elektrolyseure, deren Bedeutung in zukünftigen Energiesystemen, sowohl in der stationären Energieversorgung als auch in der Elektromobilität, kontinuierlich zunimmt. Die Aktivitäten reichen von Zelldesign, Herstellverfahren und Diagnostik bis hin zur Systemoptimierung und Demonstration. Wissenschaftliche bzw. technische Herausforderungen der elektrochemischen Speichertechnologie und Energieumwandlung liegen in der Bewältigung der Zielkonflikte zwischen Effizienz, Betriebsdauer, Komfort, Sicherheit und Kosten.

### Die Arbeitsschwerpunkte der Abteilung sind:

- Entwicklung von Polymer-Elektrolyt-Brennstoffzellen (PEFC) und Oxidkeramischen Brennstoffzellen (SOFC)
- Fortschrittliche Zellkonzepte für höhere Leistungsdichte, reduzierte Werkstoff- und Herstellkosten und hohe Robustheit
- zukünftigen Li-Batterien insbesondere die Entwicklung von Lithium-Luft-/Lithium-Schwefel-Batterien
- Identifikation der Degradationsmechanismen in Brennstoffzellen und Batterien sowie Strategien zur Vermeidung der Degradation
- In-situ und ex-situ Untersuchungen von Brennstoffzellen und Batterien mittels innovativer Messtechnik wie z.B. ortsaufgelöster Stromdichte
- Modellierung von Elektrochemie und Transportvorgängen in Zellen und Stacks sowie die Modellierung bzw. Simulation von komplexen Systemen
- Optimierte Systemtechnik für Brennstoffzellen, Batterien und Elektrolyseure
- Hochintegrierte elektrochemische Systeme für Anwendungen in der Luft- und Raumfahrt

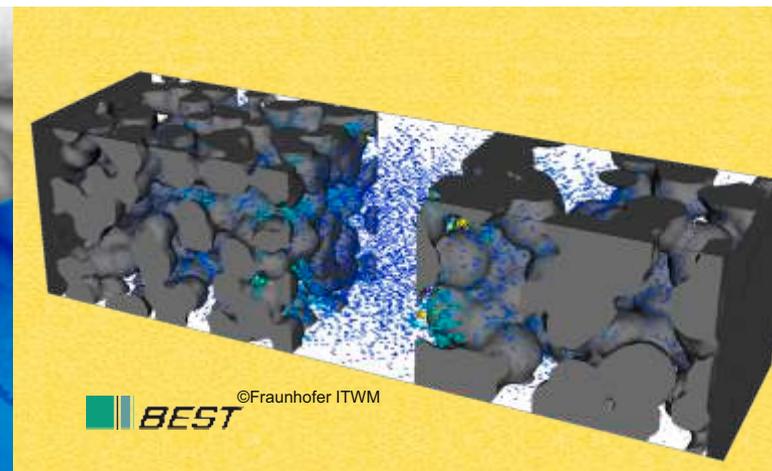
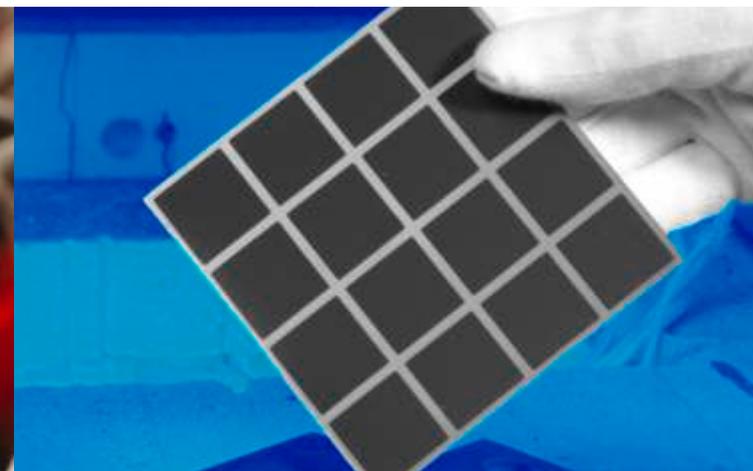
## Computergestützte Elektrochemie

Die Aufgabe der Abteilung CEC ist es, mathematische Modelle der chemischen und physikalischen Prozesse in Batterien und Brennstoffzellen zu entwickeln, um diese mit Hilfe von Computersimulationen erforschen zu können. Das dadurch gewonnene tiefere Verständnis des komplexen Zusammenhangs der elektrochemischen, multiphysikalischen Prozesse ermöglicht die Konzeption modellbasierter Optimierungsstrategien für Design, Leistung und Lebensdauer von Batterien und Brennstoffzellen. Das Aufgabengebiet wird an den beiden Standorten der Abteilung in Stuttgart und am Helmholtz Institut Ulm für Elektrochemische Energiespeicherung bearbeitet.

### Die Abteilung CEC konzentriert sich auf drei Schwerpunkte:

- Untersuchung von Struktur-Funktionsbeziehungen in Batterien und Brennstoffzellen durch Mikrostruktursimulation
- Erforschung und Anwendung theoretischer Konzepte zur Kopplung von Prozessen auf verschiedenen Raum- und Zeitskalen
- Modellierung und Simulation von Degradationsmechanismen in Batterien und Brennstoffzellen

Die Brennstoffzellenmodellierung umfasst die wichtigsten Brennstoffzellentypen wie PEFC, SOFC und DMFC. Arbeitsschwerpunkte sind die Kinetik von Elektrochemie und Degradationschemie auf der Nanometerskala, sowie die Untersuchung der Mehrphasenströmung und des Ladungstransport in porösen Elektroden von der Mikrometer- bis zur Zentimeter-skala. In der Batteriemodellierung werden sowohl Lithium Ionen Batterien als auch neuere Batteriekonzepte, wie Lithium Schwefel und Lithium Luft Batterien erforscht. Systematische thermodynamische Modellierungstechniken und dreidimensionale numerische Simulationsmethoden werden eingesetzt, um den Einfluss von elektrochemischen Prozessen sowie Mikro- und Nanostrukturierungen von Elektroden und makroskopischem Zelldesign auf die Lebensdauer und Leistungsfähigkeit von Batterien zu studieren.





Batterieteststand

Aufgrund seiner fachlichen Ausrichtung nimmt das Institut eine Brückenfunktion zwischen Grundlagenforschung und industrieller Entwicklung und damit häufig eine Schlüsselrolle bei der Einführung neuer Technologien ein. Neben den Forschungs- und Entwicklungsarbeiten liegen wichtige Aufgabenbereiche auch in der Beratung von Entscheidungsträgern aus Politik und Wirtschaft sowie in der Aus- und Fortbildung des wissenschaftlichen Nachwuchses.

Mit den strategisch und längerfristig angelegten Forschungs- und Entwicklungsarbeiten auf dem Gebiet der Energietechnik leistet das Institut einen wesentlichen Beitrag zur Sicherung einer ressourcenschonenden Energieversorgung und damit zu einer nachhaltigen Entwicklung der Gesellschaft.

Untersuchung keramischer Hochtemperaturkomponenten



## Das DLR im Überblick

Das DLR ist das nationale Forschungszentrum der Bundesrepublik Deutschland für Luft- und Raumfahrt. Seine umfangreichen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten in Luftfahrt, Raumfahrt, Energie, Verkehr und Sicherheit sind in nationale und internationale Kooperationen eingebunden. Über die eigene Forschung hinaus ist das DLR als Raumfahrt-Agentur im Auftrag der Bundesregierung für die Planung und Umsetzung der deutschen Raumfahrtaktivitäten zuständig. Zudem fungiert das DLR als Dachorganisation für den national größten Projektträger.

In den 16 Standorten Köln (Sitz des Vorstands), Augsburg, Berlin, Bonn, Braunschweig, Bremen, Göttingen, Hamburg, Jülich, Lampoldshausen, Neustrelitz, Oberpfaffenhofen, Stade, Stuttgart, Trauen und Weilheim beschäftigt das DLR circa 7.400 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Das DLR unterhält Büros in Brüssel, Paris, Tokio und Washington D.C.



**Deutsches Zentrum  
für Luft- und Raumfahrt**

**Institut für  
Technische Thermodynamik**  
Pfaffenwaldring 38-40  
D-70569 Stuttgart

Tel.: +49(0) 711/6862-440  
Fax: +49(0) 711/6862-712  
E-Mail: [info-tt@dlr.de](mailto:info-tt@dlr.de)  
Internet: <http://www.DLR.de/tt>

TT - TT - 0613 - S - F - 006



*Knowledge for Tomorrow*  
**Wissen für Morgen**

[www.dlr.de/tt](http://www.dlr.de/tt)

## Institut für Technische Thermodynamik



## Das Institut im Überblick

Das Institut für Technische Thermodynamik des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) forscht mit über 150 wissenschaftlichen und technischen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern, Ingenieuren und Doktoranden auf dem Gebiet effizienter und Ressourcen schonender Energiespeicher und Energiewandlungstechnologien der nächsten Generation.

Das Spektrum der Arbeiten reicht von theoretischen Studien über grundlagenorientierte Laborarbeiten bis zum Betrieb von Pilotanlagen. Diese experimentellen und theoretischen Untersuchungen werden von systemanalytischen Studien begleitet, die das zugehörige technologische, ökologische und wirtschaftliche Potenzial analysieren und mit Hilfe von Szenarien in einen größeren, energiewirtschaftlich orientierten Gesamtzusammenhang stellen. Zusätzlich zu diesen Kernaktivitäten im DLR-Geschäftsfeld „Energie“ bearbeitet das Institut für Technische Thermodynamik ausgewählte Themen aus den Geschäftsfeldern „Luftfahrt“ und „Verkehr“ und bringt dadurch seine Kompetenzen schwerpunktsübergreifend in die Arbeitsgebiete des DLR ein. Hierzu zählen Beiträge zum Einsatz von Brennstoffzellen im Flugzeug und in bodengebundenen Fahrzeugen sowie zur Erzeugung und Speicherung von Wasserstoff.

Ein wesentliches Merkmal ist die fachgebietsübergreifende Zusammenarbeit der vier Abteilungen, so dass Projektarbeiten unter maximaler Ausnutzung von Kompetenzen und Synergien erfolgen. Dabei ist das Institut mit seinen Forschungsschwerpunkten hervorragend in nationale und internationale Netzwerke integriert.

Entwicklung von Energieversorgungskonzepten

