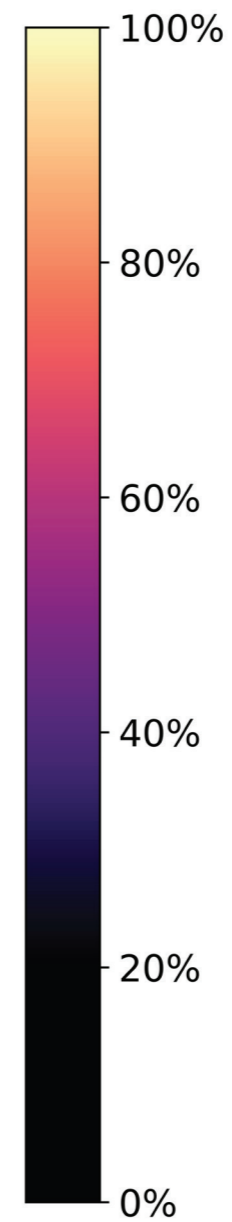


# 2025

**TÄTIGKEITSBERICHT**

Center for Applied Energy Research





### Standpunkt

Angewandte Forschung bringt neue Erkenntnisse und transferiert diese in die Praxis. Wir, das Center for Applied Energy Research e.V. (CAE), entwickeln neue technologische Ansätze und überbrücken im Rahmen von Verbundforschungsvorhaben und Industrieprojekten vorhandene Transferlücken. Dabei kooperieren wir eng vernetzt mit Forschungspartnern aus Hochschulen und Industrie. Die verstärkte Integration von erneuerbaren Energien in das bestehende Energiesystem und die Steigerung der Energieeffizienz sind die übergeordneten Handlungsfelder unserer Forschungsanstrengungen. Damit leisten wir unseren Beitrag, gesellschaftsfähige Handlungsoptionen für ein nachhaltiges Energiesystem zu eröffnen.

### Orientierung

Wir geben Unternehmen, Kommunen, der Politik und Öffentlichkeit Orientierung. Wir vermitteln als gemeinnütziges Forschungsinstitut unsere Erkenntnisse im Rahmen von Veröffentlichungen, Vorträgen und unseren Bildungsangeboten sowie durch die Mitarbeit in Gremien oder direkt durch den persönlichen Austausch. Auf Grundlage unserer wissenschaftlichen Expertise ordnen wir unterschiedliche Standpunkte und Erkenntnisse ein und liefern eine gesicherte Basis für richtungsweisende Entscheidungen.

### Einblick

Mit diesem Tätigkeitsbericht geben wir Ihnen einen Einblick in die umfassenden Aktivitäten des CAE im Jahr 2025, welche nur mit dem großen Engagement aller unserer Mitarbeitenden erfolgreich bewältigt werden konnten. Wir wünschen Ihnen eine anregende Lektüre.

**Titelfoto: Anteil der Erneuerbaren Energien an der Stromproduktion in Deutschland im Jahresverlauf für die Jahre 2024 und 2025 (Vorder- und Rückseite) bzw. 2025 (diese Seite) von 0 bis 100% (eigene Darstellung auf Grundlage von Daten der Bundesnetzagentur | SMARD.de).**

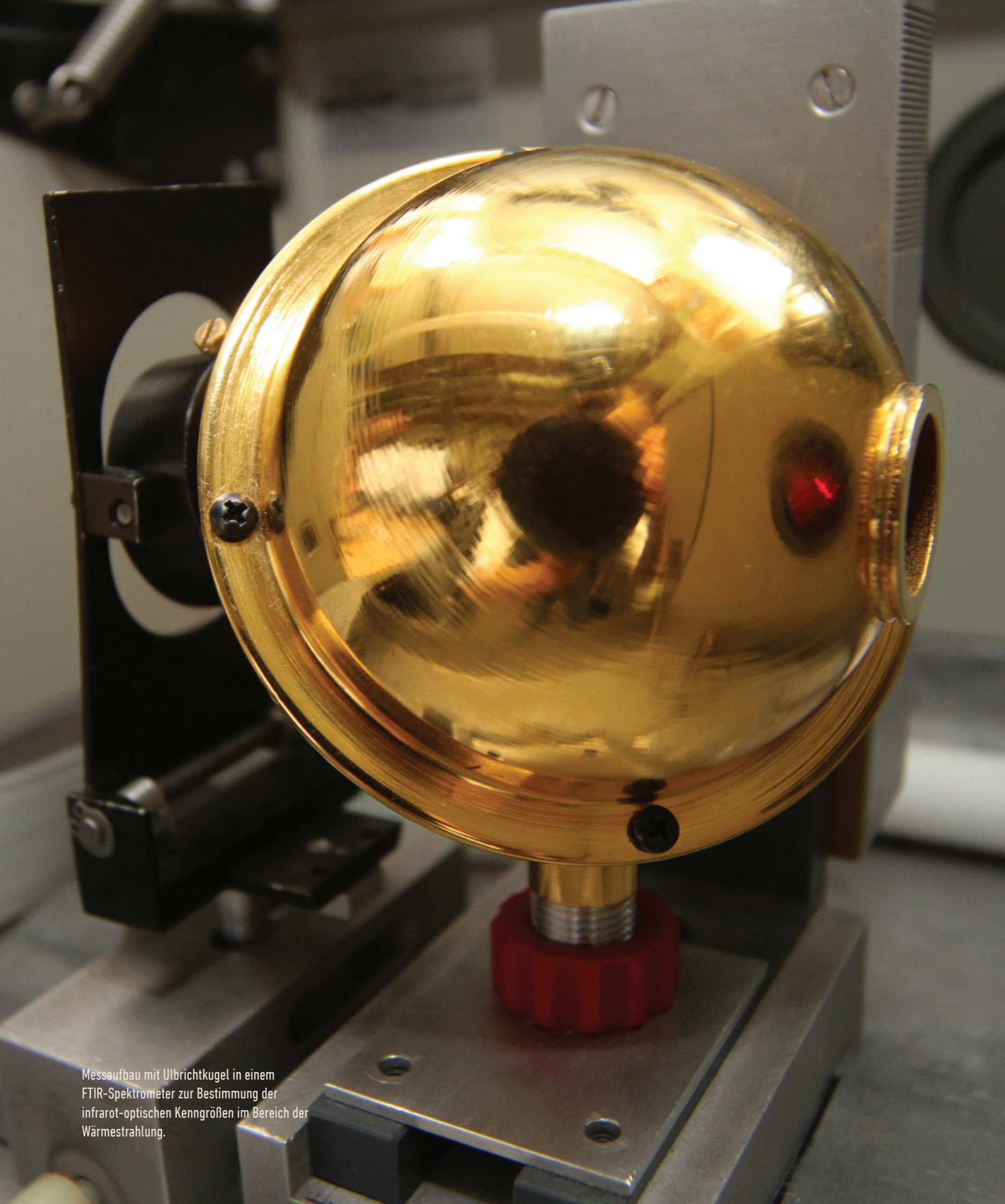
Senkrecht: Uhrzeit am jeweiligen Tag in Viertelstundenschritten von 0:00 bis 23:45 (von unten nach oben).

Waagrecht (diese Seite): Tage im Jahr vom 1. Januar 2025 bis zum 31. Dezember 2025 (von links nach rechts).

Waagrecht (Einband): Tage im Jahr vom 1. Januar 2024 bis zum 31. Dezember 2025 (von links nach rechts).

Farbcodierung: Prozentualer Anteil der Erneuerbaren Energien an der Stromproduktion in Deutschland.

Im Rahmen des DBU-geförderten Forschungsprojekts NetzFlex (DBU Förderkennzeichen: 39838/01-24/2) analysiert das CAE den Anteil erneuerbarer Energien an der deutschen Stromproduktion. Besonders markant zeichnet sich dabei der hohe Photovoltaik-Ertrag während der Mittagsstunden ab. Um die Integration fluktuierender Erzeuger künftig weiter zu optimieren und die Abregelung von PV- und Windkraftanlagen zu minimieren, kommt dem Ausbau von Batteriespeichern in Zukunft eine Schlüsselrolle zu.



Messaufbau mit Ulbrichtkugel in einem FTIR-Spektrometer zur Bestimmung der infrarot-optischen Kenngrößen im Bereich der Wärmestrahlung.

## Inhalt

**06** 7 Fragen, 7 Antworten

**10** Organigramm

**12** Zahlen und Fakten

**14** Öffentlich geförderte Forschungsprojekte  
Industriekooperationen

**18** Forschungshighlights  
*Projekte, Fakten, Veröffentlichungen*

**28** Aus Wissen folgt Verantwortung

**34** Veröffentlichungen

**44** Dank

**45** Spenden

**47** Impressum



## 7 Fragen, 7 Antworten

**Dennis Rendschmidt, Geschäftsführer des Fachverbands VDMA Power Systems, im Interview mit dem Vorstand des CAE, Hans-Peter Ebert und Jürgen Hartmann.**

Dr. Dennis Rendschmidt ist Volkswirt, ausgewiesener Energieexperte und seit vielen Jahren an zentraler Stelle mit der deutschen Energiewende befasst. Er vertritt als Geschäftsführer von VDMA Power Systems die Interessen des Energieanlagenbaus und bringt Industrie, Politik und internationale Märkte zusammen. VDMA Power Systems ist ein Fachverband im VDMA, Europas größtem Verband des Maschinen- und Anlagenbaus.

Dennis Rendschmidt steht im engen Austausch mit Herstellern und Zulieferern moderner Energieinfrastruktur – von erneuerbaren Technologien über konventionelle Kraftwerke bis hin zu Speicher- und Sektorkopplungslösungen. Er kennt die praktischen Herausforderungen der Transformation ebenso wie ihre strategischen Chancen und bringt seine Einschätzungen zu notwendigen Impulsen ein, um die Energiewende für den Wirtschaftsstandort Deutschland erfolgreich zu gestalten. Dennis Rendschmidt ist damit ganz nahe am Kern der Energiewende und weiß um kritische Reibungsstellen, Chancen und aus seiner Sicht notwendigen Impulse, um die Energiewende für die deutsche Wirtschaft am Ende zu einer Erfolgsstory zu gestalten. Mit diesem Erfahrungsschatz führte er das Interview mit den CAE-Vorständen Hans-Peter Ebert und Jürgen Hartmann.

Der Austausch fand im Februar 2026 statt.

**Herr Rendschmidt:** Wie kann Energieforschung neue Methoden und Modelle zur sektorübergreifenden Systemanalyse, Netzstabilisierung und Flexibilitätsbereitstellung entwickeln, um ein hochintegriertes, resilient betriebenes Energiesystem der Zukunft zu ermöglichen?

**Vorstand:** Energieforschung treibt den Übergang zu einem resilienten Energiesystem vor allem dadurch voran, dass sie den gesamten Prozess von der Problemidentifikation bis zum finalen Praxistransfer systemisch abbildet. Am CAE analysieren wir hierzu zunächst die Wechselwirkungen zwischen den Sektoren Strom, Wärme, Mobilität und Industrie, um kritische Engpässe in der Netzstabilität zu identifizieren. Darauf aufbauend entwickeln wir gekoppelte, techno-ökonomische und physikalische Modelle, die innovative Technologien, wie elektrische und thermische Speicher, als Flexibilitätsoptionen integrieren. Diese Ansätze werden dann

in Simulationsumgebungen und Optimierungsmodellen, auch unter Einsatz von KI-gestützten Prognoseverfahren, erprobt. Hier spielt das CAE seine besondere Stärke aus: die Kopplung von Modellierung mit realen Messdaten aus Gebäuden, Quartieren und Industrieanlagen über verschiedene Sektoren hinweg. So entstehen wissenschaftlich validierte Strategien für eine resiliente Betriebsführung, die durch unsere interdisziplinäre Kompetenz und in Kooperation mit starken Partnern aus der Industrie direkt in die Praxis überführt werden, um letztendlich das Energiesystem der Zukunft robust und flexibel aufzustellen.

**Herr Rendschmidt:** Welche technologischen Ansätze versprechen den größten Fortschritt, um kritische Energieinfrastrukturen effektiv vor Cyberangriffen und Systemmanipulation zu schützen?

**Vorstand:** Wir sind jetzt keine ausgesprochenen Security-Spezialisten, aber Energieanlagen bestehen aus computergesteuerten Maschinen und Systemen, die lokal und zunehmend auch dezentral hochvernetzt sind – Stichwort „virtuelles Kraftwerk“.

Im Bereich der IT ist es sehr wichtig, immer der Bedrohungslage einen technologischen Schritt voraus zu sein. Hier ist eine enge Verzahnung von angewandter Forschung und IT-Unternehmen, welche die notwendigen Sicherheitsfeatures ausrollen, unerlässlich.

Die größten Fortschritte versprechen mehrschichtige Sicherheitsarchitekturen, die IT- und OT-Systeme, d.h. Informations- und Betriebstechnik gemeinsam betrachten und Cybersecurity bereits beim Design („security by design“) von Energieanlagen verankern. Dazu zählen KI-basierte

Anomalieerkennung in Leitsystemen, Zero-Trust-Konzepte, hardwarebasierte Sicherheitsmodule sowie resiliente, „selbstheilende“ Netzstrukturen.

Energieforschung trägt entscheidend zur Cybersicherheit bei, indem sie realistische Bedrohungsmodelle für zunehmend digitalisierte Energiesysteme entwickelt und Sicherheitslösungen unter praxisnahen Bedingungen fundiert testet – etwa in Kombination mit Sensorik- und Systemkompetenzen, wie sie am CAE vorhanden sind. Hier forscht das CAE an resilienten Energieversorgungskonzepten für sensible, abgegrenzte Infrastrukturen, die redundant, selbstversorgend und schwarzstartfähig sind. Ansätze sind hier die Energiebereitstellung aus erneuerbaren Energien, Speicherkonzepte und innovative Regelstrategien.

**Herr Rendschmidt:** Welche Erkenntnisse sind zentral, um Kapazitätsmärkte so auszugestalten, dass sie Versorgungssicherheit gewährleisten, ohne dabei unnötige Kosten oder Fehlanreize zu erzeugen?

**Vorstand:** In Deutschland ist ein Kapazitätsmarkt bzw. -mechanismus, in dem Preise und Leistungsmengen für die Bereithaltung von gesicherter Kraftwerksleistung gehandelt werden, im Gegensatz zu Ländern wie Großbritannien derzeit noch in der Planung. Die Kernherausforderung des heutigen Marktdesigns ist der Zielkonflikt zwischen Netzstabilität und Marktmechanismen. Anders gesagt, zwischen ausreichender Kapazität im System und der Frage, ob und wo diese Kapazität netzwerkstark verfügbar ist. Während Netzbetreiber die Versorgungssicherheit und Redispatchkosten im Blick haben, d.h. Kosten für Ausgleichszahlungen an Kraftwerksbetreiber um Netzengpässe zu beheben, streben Anlagenbetreiber nach maximaler Rendite. Solange diese gegenläufigen Interessen auseinanderklaffen, entstehen prinzipiell systematische Ineffizienzen, etwa durch Vergütung von Verfügbarkeit ohne ausreichende Leistungsanforderungen oder durch Kapazitäten, die bei lokalen Engpässen nicht helfen. Ein

zukunftsfähiges Modell muss daher Marktentscheidungen und Netzbedarfe über integrierte Anreizsysteme harmonisieren. Das erfordert insbesondere ein faires Vergütungsmodell, das Systemdienlichkeit ökonomisch belohnt. Wie genau diese Schnittstelle technisch und regulatorisch ausgestaltet wird, ist aktuell noch Gegenstand der Forschung – hier müssen wir jetzt die Brücke von der Theorie in die reale Umsetzung schlagen. Systemanalysen aus der Energieforschung helfen hier, Fehlanreize zu identifizieren, z. B. Doppelförderungen, fossile Lock-ins oder Marktzugangshürden für Speicher zu vermeiden und Marktdesigns zu simulieren, bevor sie politisch umgesetzt werden. Man sollte hier insbesondere auch auf andere Länder blicken und aus deren Erfahrungen lernen. Klar ist auch, dass unnötige Kosten oder Fehlanreize vom Verbraucher getragen werden müssen, seien es Privatverbraucher oder Industrie und beides ist für den Standort Deutschland nicht von Vorteil.

**Herr Rendschmidt:** Wo sehen Sie die entscheidenden Innovationshebel, um Energiespeichersysteme – nicht nur Batterien – leistungsfähiger, wirtschaftlicher und netzdienlicher zu gestalten?

**Vorstand:** Entscheidende Innovationshebel liegen in der Diversifizierung und Dezentralisierung der Speichertechnologien und ihrer systemischen Einbindung: Batteriespeicher, thermische Speicher, Power-to-Gas-Konzepte, Wasserstoff, Druckluft- und Schwungmassenspeicher adressieren unterschiedliche Zeitskalen und Anwendungen. Fortschritte sind vor allem durch neue Materialien, verbesserte Wärme- und Stofftransportkonzepte sowie standardisierte Schnittstellen zur Netzintegration zu erwarten. Anwendungsnahe Forschung, wie sie am CAE betrieben wird, ist besonders wichtig, um Speicher nicht isoliert, sondern als netzdienliche Systemkomponenten in Gebäuden, Quartieren und industriellen Prozessen zu entwickeln. Daneben sind auch gerade im Bereich der Stromspeicher innovative Steuer- und Regelungsansätze sowie eine klare und

**Herr Rendschmidt:** Welche technologischen Durchbrüche sind notwendig, damit Großwärmepumpen industrielle Abwärme deutlich effektiver nutzen und so zu einem zentralen Pfeiler der Wärmewende werden?

**Vorstand:** Damit Großwärmepumpen zu einem zentralen Pfeiler der Wärmewende werden, sind technologische Durchbrüche bei Hochtemperatur-Kältemitteln, Verdichtern und Wärmeübertragern notwendig. Entscheidend ist zudem die effiziente Einbindung sehr unterschiedlicher Abwärmequellen in industrielle Prozesse und öffentliche Wärmenetze. Energieforschung trägt hier durch umfangreiche experimentelle Anlagen, Material- und Systemforschung sowie durch die Entwicklung skalierbarer Integrationskonzepte bei – ein Feld, das gut zur CAE-Expertise im thermischen Management und in der Gebäude- und Quartiersforschung passt. Wir haben auch festgestellt, dass in vielen Fällen objektive Vorstudien sinnvoll sind, die zu Beginn

**Herr Rendschmidt:** Welche Beiträge kann die Energieforschung leisten, damit Carbon-Management- und Removal-Technologien wie CCS, CCU, BECCS und DACCS schneller skalieren und zur Grundlage einer funktionierenden CO<sub>2</sub>-Kreislaufwirtschaft werden?

**Vorstand:** CCS, d. h. Carbon Capture and Storage, beinhaltet die Abscheidung von CO<sub>2</sub>-Emissionen aus industriellen Quellen, wie Kraftwerken oder Fabriken, bevor es in die Atmosphäre gelangt, um es anschließend dauerhaft zu speichern. CCU steht für Carbon Capture and Usage und zielt darauf ab, das abgeschiedene CO<sub>2</sub> gleich sinnvoll zu nutzen, anstatt es einfach nur zu lagern. Das abgeschiedene CO<sub>2</sub> kann beispielsweise als Rohstoff in der chemischen Industrie verwendet werden, um synthetische Kraftstoffe, Kunststoffe oder andere kohlenstoffbasierte Produkte herzustellen. BECCS – Bioenergy with Carbon Capture and Storage – setzt darauf, dass das bei der energetischen Nutzung von Pflanzen freigesetzte Kohlendioxid aufgefangen und dauerhaft unterirdisch gespeichert wird. Direct Air Capture and Storage – DACCS – Technologien entziehen direkt der Umgebungsluft das Kohlendioxid, welches dann auch dauerhaft gespeichert oder als Rohstoff wieder dem Stoffkreislauf zugeführt werden kann. Energieforschung kann nun die Skalierung von CCS, CCU, BECCS und Direct Air Capture – DAC – beschleunigen, indem sie Energie- und Stoffeffizienz, Kostenstrukturen und Systemwirkungen dieser Technologien transparent macht.

einfache Regulatorik notwendig, insbesondere, damit Speicher mehrere Nutzen gleichzeitig erbringen können, z. B. Spotmarkt-Arbitrage, Netzdienstleistungen sowie Lastspitzenkappung, ohne durch Abgaben/Netzentgelte oder Doppelbelastungen ausgebremst zu werden (wir hatten das in der vorherigen Antwort schon kurz angesprochen). Die regulatorischen Vorgaben betreffen insbesondere auch den aktuell noch ungenutzten, größten bereits vorhandenen Batteriespeicher: Die Akkus der E-Automobile, die mit der Möglichkeit zum bidirektionalen Laden – Vehicle-to-Home und Vehicle-to-Grid – könnten mittelfristig als signifikantes Speichervolumen zur Verfügung stehen. Hier sind Standards bzw. einheitliche Betriebsregeln und Anreize erforderlich.

einer Projektplanung Potentiale und Hemmnisse ausloten, und so für die spätere Umsetzung das unerlässliche Vertrauen schaffen, um alle notwendigen Partner mit ins Boot nehmen. Man muss auch nicht immer sofort an Großwärmepumpen denken. Industrielle Abwärme kann bei Hochtemperaturprozessen in der Glas- und Keramikindustrie beispielsweise auch zur Erzeugung von Wasserstoff genutzt werden, welcher dann vor Ort wieder in den Brennöfen als Brennstoff eingesetzt werden kann. Aktuelle Forschungsthemen sind hier am CAE im Bereich der Optimierung der Hochtemperaturkatalyse und der insitu-Steuer- und Regelung des Gesamtprozesses. So gelingt auch hier eine Dekarbonisierung.

Zentrale Beiträge sind neue Sorbentien und Prozesse mit geringerem Energiebedarf, integrierte Konzepte mit erneuerbarer Energie sowie belastbare Lebenszyklus- und Systemanalysen. Nur so lässt sich bewerten, wo Carbon-Management sinnvoll in eine CO<sub>2</sub>-Kreislaufwirtschaft eingebettet werden kann, ohne neue Abhängigkeiten oder hohe Zusatzemissionen zu erzeugen. In Deutschland wird es nach Einschätzung des Wirtschaftsministeriums mit der Inbetriebnahme der ersten Offshore-Speicher noch einige Jahre dauern, vorausgesetzt die politischen und rechtlichen Rahmenbedingungen für eine CO<sub>2</sub>-Speicherung sind gegeben und entsprechende Antrags-, Erkundungs- und Genehmigungsprozesse durchlaufen. Es ist also keine Technologie, die schnell in die breite Anwendung kommt und bei der der Akzeptanzfrage eine besondere Rolle zukommt. Die große Chance ist natürlich, dass Kohlendioxid dauerhaft der Atmosphäre entzogen werden kann und für unvermeidbare Emissionen aus CO<sub>2</sub>-intensiven Prozessen, z. B. Zement, Kalk, Teile der Stahl- und Chemieindustrie sowie für schwer vermeidbare Treibhausgasemissionen eine wichtige Option sein kann, um Klimaneutralität zu erreichen.

**Herr Rendschmidt:** Wie können neue Forschungsergebnisse zur Fusionsenergie dazu beitragen, den Weg zu einer sicheren, skalierbaren und klimafreundlichen Energiequelle entscheidend zu verkürzen?

**Vorstand:** Im Jahr 2022 feierte die Presse den Durchbruch in der Kernfusion. Das Lawrence Livermore National Lab – LLNL – in Kalifornien gab damals bekannt, dass eine kontrollierte Kernfusion am sogenannten Trägheitsfusionsexperiment NIF – National Ignition Facility – erfolgreich gezündet werden konnte. Theoretisch würde dabei ein Gramm Brennstoff aus Deuterium und Tritium ungefähr die Verbrennungswärme von 11 Tonnen Kohle freisetzen. Im NIF-Experiment wurde ein nur 2 mm großes Brennstoff-Kügelchen mit mehreren Hochleistungslasern durch einen ultrakurzen Laserpuls auf über 120 Mio. Grad Celsius erhitzt. Ein solches Experiment kann derzeit vielleicht nur einmal am Tag stattfinden. Für eine Kraftwerksnutzung müssten allerdings bis zu 20 Zündungen pro Sekunde gelingen. LLNL, meinte damals dazu, dass es wahrscheinlich noch immer Jahrzehnte benötigt, um diese Technologie von der Laboranwendung in ein reales Kraftwerk zu transferieren.

Das CAE leistet auch hier seinen – bescheidenen – messtechnischen Beitrag zu dem weit bekannteren Ansatz der Fusionsforschung, dem magnetischen Einschluss eines hochoberhitzen Deuterium-Tritium-Plasmas – auch Magnetfusion genannt. Durch ein starkes Magnetfeld wird vermieden, dass das heiße Plasma die Reaktorwände berührt, da bisher kein Material den bei einer Fusion auftretenden extrem hohen Temperaturen widerstehen kann. Das CAE ist bei der Untersuchung und Entwicklung der notwendigen Hochtemperaturmaterialien beteiligt. Zudem würde das Plasma bei Wandberührung auch sofort wieder abkühlen. Seit dem Jahr 2005 wird im südfranzösischen Cadarache der Bau des internationalen Versuchsreaktors ITER vorangetrieben. Das CAE führt Messungen an den Wärmeschutzschirmen der tiefgekühlten Magnetspulen durch, die möglichst wenig Wärme aus der Umgebung aufnehmen sollen. Ende 2025 sollte eigentlich der Forschungsbetrieb beginnen und 2035 die volle

Leistungsfähigkeit des Versuchsreaktors gegeben sein, der bei weitem noch kein Kraftwerk darstellt. Nach den aktualisierten Planungen soll der wissenschaftliche Betrieb 2034 starten.

Laut dem Max-Planck Institut für Plasmaphysik in München, einem der weltweit führenden Institute in Bereich der Fusionsforschung, könnte in 20 Jahren eine kommerzialisierte Magnetfusionsanlage ans Netz gehen. Vorausgesetzt, es wird massiv in die Forschung investiert. Wichtig ist hier beispielsweise die Parallelisierung von Forschungs- und Entwicklungsaufgaben. Die Bundesregierung hat im Oktober letzten Jahres notwendige Maßnahmen in ihrem Aktionsplan „Deutschland auf dem Weg zum Fusionskraftwerk“ beschrieben.

Zwei Anmerkungen noch am Schluss. Immer wieder wurden in der Fusionsforschung Zeithorizonte aufgrund der enormen wissenschaftlich-technologischen Herausforderung in die Zukunft verschoben. Dies kann durch den massiven Einsatz von Ressourcen sicherlich vermieden werden. Sicher ist aber auch, dass Fusionskraftwerke für die notwendige erfolgreiche Umsetzung der Energiewende bis zum Jahr 2050 keine signifikante Rolle spielen werden, wohl aber für die zweite Hälfte dieses Jahrhunderts ein Grundpfeiler einer nachhaltigen, grundlastfähigen Energieversorgung sein könnten.

Herr Rendschmidt, das waren sieben sehr gut gewählte Fragen, für die wir uns herzlich bedanken. Dass wir nur unvollständige sowie teils allgemeine Antworten geben konnten und viele Aspekte offen blieben, zeigt die Komplexität der Thematik und den noch immer existierenden, hohen Forschungsbedarf bzw. die vorhandenen Wissenslücken (nicht nur bei uns). Wir sind jetzt aber auch gespannt zu erfahren, was aus Sicht der Industrie notwendig ist, mehr Innovation schneller in den Markt zu bringen. Was würden Sie sich denn von uns dahingehend wünschen?

**Herr Rendschmidt:** Energieforschung ist ein wesentlicher Antriebsmotor für Innovationskraft. Um neue Technologien und Lösungen schneller in die Praxis zu überführen, braucht es aus Sicht des Energieanlagenbaus vor allem eine noch engere Verzahnung zwischen Wissenschaft und Industrie. Wichtig sind zudem Reallabore und Testumgebungen, in denen innovative Lösungen unter realen Bedingungen erprobt und skaliert werden können. Klare, verlässliche Förderprogramme – wie die geplante Transferoffensive Energieinnovationen – beschleunigen den Weg vom Prototypen zum marktfähigen Produkt. Der Anlagenbau profitiert außerdem von Forschung zu intelligenten, digitalisierten Energiesystemen, die eine bessere Integration neuer Technologien ermöglichen. Ebenso notwendig sind praxisnahe Entwicklungen in Schlüsselbereichen wie Wasserstoff, Speichertechnologien oder Prozesswärme, um industrielle Anwendungen schneller marktreif zu machen. Insgesamt braucht die Branche lösungsorientierte Forschung, die auf Skalierbarkeit, Systemintegration und konkrete industrielle Anforderungen ausgerichtet ist.



Dennis Rendschmidt

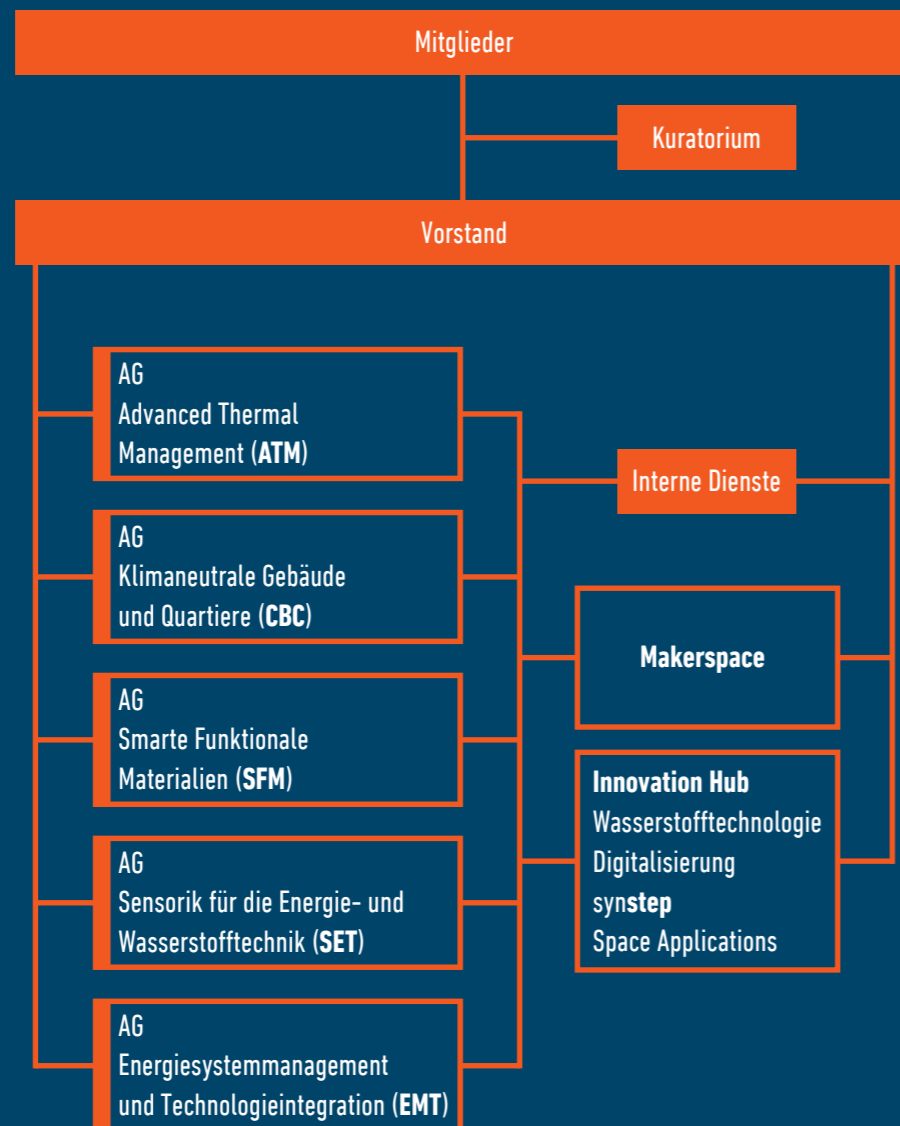


Hans-Peter Ebert



Jürgen Hartmann

# Organigramm



Der **Guided Makerspace** verschafft jungen Firmen einen schnellen und unbürokratischen Zugang zu wissenschaftlichen Maschinen und Versuchsständen sowie zu Experten des Bereichs. Die Integration eines Guided Makerspace fördert damit Unternehmensgründungen durch die Möglichkeit der integrativen Kooperation mit den etablierten Arbeitsgruppen. Das CAE ist Partner des esa business incubation centre Bavaria.

Der **Innovation Hub** verknüpft die Disziplinen der einzelnen Forschergruppen des CAE zu den hochaktuellen Themen Wasserstoff, Digitalisierung, Nachhaltigkeit und Space Applications und stellt sich mit seiner Interdisziplinarität den zahlreichen Fragestellungen. Im Bereich der Wasserstofftechnologie stehen Materialforschung, thermisches Management bis hin zu systemischen Untersuchungen im Energiesystem im Mittelpunkt.

**synstep** steht für eine interdisziplinäre Nachhaltigkeitsberatung. Unter diesem Akronym bietet das CAE in Kooperation mit dem renommierten Architekturbüro LangHuggerRampp und den Kommunikationsexperten von ediundsepp ein Komplettpaket für eine hoch-innovative Nachhaltigkeitsberatung aus einer Hand an. Wir entwickeln hier individuelle, nicht standardisierte und umfassende Konzepte und Strategien für eine nachhaltigere Zukunft im Gebäude- und Quartiersbereich.

Weitere Infos unter: [www.synstep.net](http://www.synstep.net)  
Im Bereich des thermischen Managements für Space Applications weist das CAE eine jahrzehntelange spezielle Expertise auf. Es unterstützt Industrie, Raumfahrtagenturen und Forschungseinrichtungen bei der Entwicklung von thermischen Schutzschichten, Hochleistungsdämmstoffen und thermisch-funktionellen Strukturen, die in Raumfahrzeugen Anwendung finden. Das CAE ist Partner des esa business incubation centre Bavaria.

## Mitglieder

### Ehrenmitglied

- Prof. Dr. Jochen Fricke

### Natürliche Personen

- Dr. Harald Mehling
- Dipl.-Ing. Marco Portula

### Unternehmen

- Bauunternehmung Glöckle Holding GmbH, Schweinfurt
- Bayernwerk AG, Regensburg
- Bayern Innovativ GmbH, Nürnberg
- Consolingo Energy GmbH, Regensburg
- ediundsepp Gestaltungsgesellschaft mbH, München
- Hanse Haus GmbH, Oberleichtersbach
- HeiQ RAS AG, Regensburg
- IBK Ingenieurbüro Köberlein GmbH & Co.KG, Würzburg
- Innovations- und Gründerzentrum Würzburg Betriebsgesellschaft BioMed/ZmK mbH (IGZ), Würzburg
- Karl Endrich KG, Würzburg
- Lang Hugger Rampp GmbH, München
- MAINCOR Rohrsysteme GmbH & Co. KG, Schweinfurt
- NETZSCH-Gerätebau GmbH, Selb
- Porextherm Dämmstoffe GmbH, Kempten
- Rational F&E GmbH, Landsberg am Lech
- Rauschert Solar GmbH, Judenbach-Heinersdorf
- Region Mainfranken GmbH, Würzburg
- Siemens AG, Würzburg
- Sparkasse Mainfranken Würzburg, Würzburg
- Stadtwerke Schweinfurt GmbH, Schweinfurt
- Technologie- und Gründerzentrum Würzburg GmbH (TGZ), Würzburg
- va-Q-tec AG, Würzburg
- Volksbank Raiffeisenbank Würzburg eG, Würzburg
- Würzburger Versorgungs- und Verkehrs GmbH, Würzburg

### Verbände und Institutionen

- ENERGIEregion Nürnberg e.V., Nürnberg
- Fördergemeinschaft für das Süddeutsche Kunststoff-Zentrum e. V. - FSKZ, Würzburg
- IHK Würzburg-Schweinfurt, Würzburg/Schweinfurt
- Stadt Würzburg, Würzburg

### Kuratorium

- Prof. Dr.-Ing. Ansgar Ackva (Vorsitzender)
- Dr. Jürgen Blumm
- Prof. Dr. Nicola Hüsing
- Dr. Joachim Kuhn
- Prof. Dr.-Ing. Werner Lang
- Christian Schuchardt
- Dieter Pfister
- Dr. jur. Pia Weinkamm



**Gemeinschaftliches Vorgehen**  
CAE ist Mitglied wichtiger Forschungsgemeinschaften und Allianzen



**Synergien schaffen**  
Stärkung des Forschungsstandortes Würzburg durch eine einzigartige trilaterale Kooperation



# ZAHLEN UND FAKTEN

200 Projekte

2,2 Mio. Euro Jahresumsatz  
(vorläufig)

49 Mitarbeitende

629 Veröffentlichungen  
(insgesamt)

155 Kooperationen

Das Mikro-Zugmodul ermöglicht in-situ Belastungsversuche, bei denen Proben direkt im Rasterelektronenmikroskop verformt und die Mikrostrukturveränderungen (Rissbildung, Bruchverhalten) in Echtzeit hochauflösend aufgenommen werden können.

# Öffentlich geförderte Forschungsprojekte

Das CAE war 2025 in 17 öffentlich geförderten Verbundforschungsprojekten aktiv, darunter drei EU-geförderte Forschungsprojekte. Von den 14 nationalen Vorhaben wurden zehn Vorhaben mit einem Gesamtprojektvolumen von rund 8,3 Mio. Euro durch das CAE koordiniert.

Öffentliche Fördergeber waren:

- Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt (BMFTR)
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWE)
- Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU)
- Europäische Union (EU)
- Bürgerstiftung Würzburg und Umgebung

Das CAE kooperierte für die hier genannten Projekte mit insgesamt 78 Partnern aus Forschung und Industrie – national wie international.

## Ela

DATIPilot - Sprint - Ela: Energiespar-Lasur mit stabilisierten Silbernanodrähten für transparente low-e Wandastriche, Fördergeber: BMBF, Förderkennzeichen: 03DPS1208A

## Energiewende Erleben

Technologien für Morgen, Fördergeber: Bürgerstiftung Würzburg und Umgebung

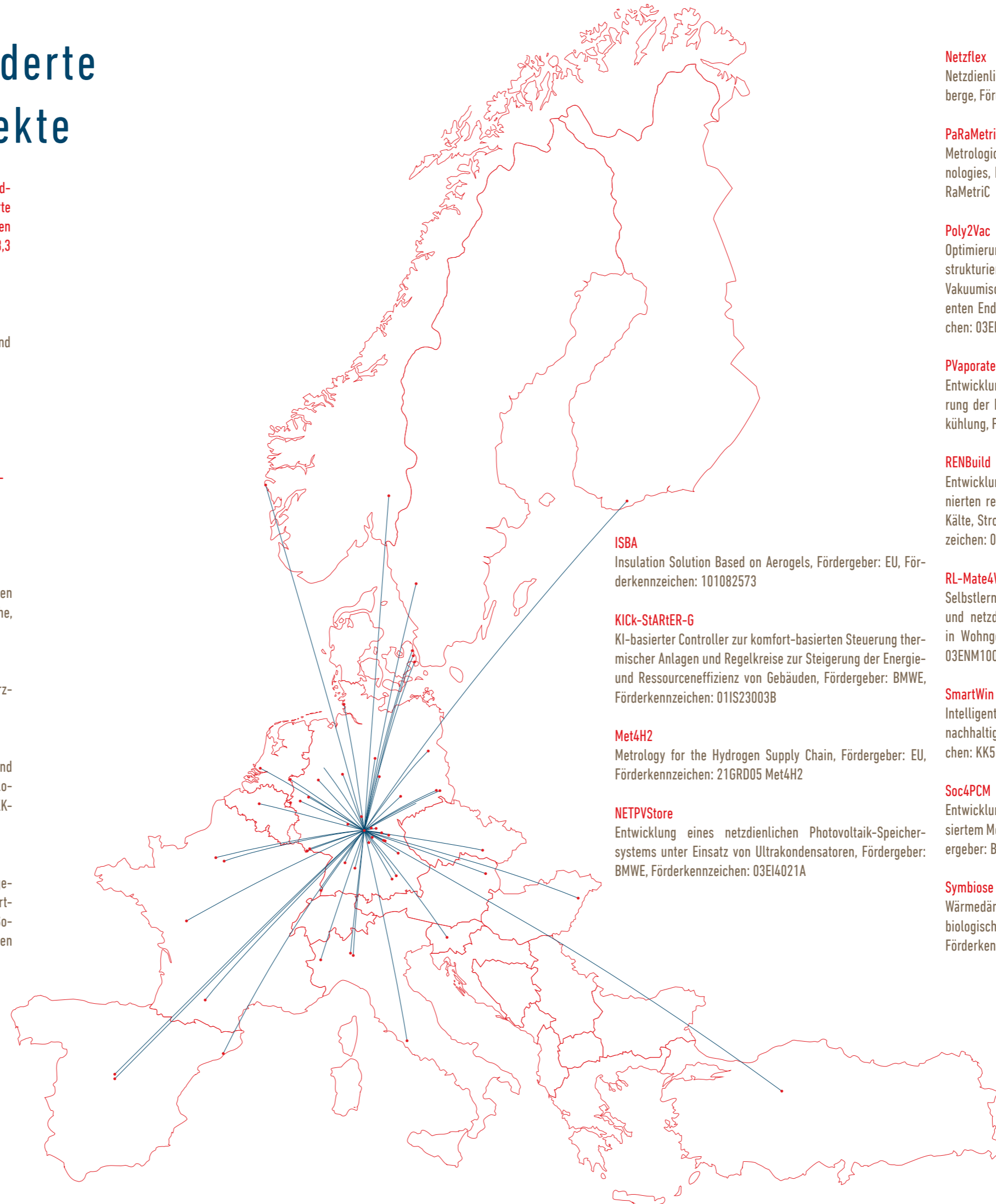
## FLÜSTER

Modularer Flüssig-Stickstoff-Speicher zum robusten und skalierbaren Kryotransport hochsensibler bio-pharmakologischer Proben, Fördergeber: BMWE, Förderkennzeichen: KK-5654702BU4

## GIPScycle

Ressourceneffiziente Recycling-Trockenbauplatten, Fördergeber und Förderkennzeichen: Projektverbund „Kreislaufwirtschaft der Zukunft - ForCYCLE Technikum“ Projekt 2: BAFOISoFo-80566 „Ressourceneffiziente Recycling-Trockenbauplatten - GIPScycle“ ID: 80566

- Standorte von Forschungseinrichtungen und Unternehmen, mit denen das CAE 2025 in öffentlich geförderten Verbundforschungsprojekten kooperierte.



## Netzflex

Netzdienliche Flexibilität von Großbatterien im Landkreis Haßberge, Fördergeber: DBU, Förderkennzeichen: 39838/01

## PaRaMetriC

Metrological Framework for Passive Radiative Cooling Technologies, Fördergeber: EU, Förderkennzeichen: 21GRD03 PaRaMetriC

## Poly2Vac

Optimierung der Dämmwirkung und Verarbeitbarkeit nanostrukturierter Polymerschäume zur Anwendung in Vakuumisulationspaneelen für ressourcen- und klimaeffizienten Endanwendungen, Fördergeber: BMWE, Förderkennzeichen: 03EI5017A

## PVaporate

Entwicklung einer innovativen Materialmatrix zur Verbesserung der Photovoltaik-Effizienz durch gezielte Evaporationskühlung, Fördergeber: DBU

## REnBuild

Entwicklung und Monitoring eines Gesamtsystems zur kombinierten regenerativen Versorgung von Gebäuden mit Wärme, Kälte, Strom und Frischluft, Fördergeber: BMWE, Förderkennzeichen: 03EN1009A

## RL-Mate4WP

Selbstlernender KI-Regler zur wirtschaftlichen, effizienten und netzdienlichen Steuerung von Wärmepumpensystemen in Wohngebäuden, Fördergeber: BMWE, Förderkennzeichen: 03ENM1002

## SmartWin

Intelligente Fenster zur Sonnen- und Tageslichtsteuerung in nachhaltigen Gebäuden, Fördergeber: BMWE, Förderkennzeichen: KK5654701LT4

## Soc4PCM

Entwicklung eines Hochleistungs-PCM-Speichers mit KI-basiertem Messsystem zur Bestimmung des Ladezustands, Fördergeber: BMWE, Förderkennzeichen: KK5654703CM4

## Symbiose

Wärmedämmendes System aus mineralischem Material mit biologischem Bewuchs selbstversorgend, Fördergeber: BMWE, Förderkennzeichen: 09ENM1001

## ISBA

Insulation Solution Based on Aerogels, Fördergeber: EU, Förderkennzeichen: 101082573

## KICK-StARtER-G

KI-basierter Controller zur komfort-basierten Steuerung thermischer Anlagen und Regelkreise zur Steigerung der Energie- und Ressourceneffizienz von Gebäuden, Fördergeber: BMWE, Förderkennzeichen: 01IS23003B

## Met4H2

Metrology for the Hydrogen Supply Chain, Fördergeber: EU, Förderkennzeichen: 21GRD05 Met4H2

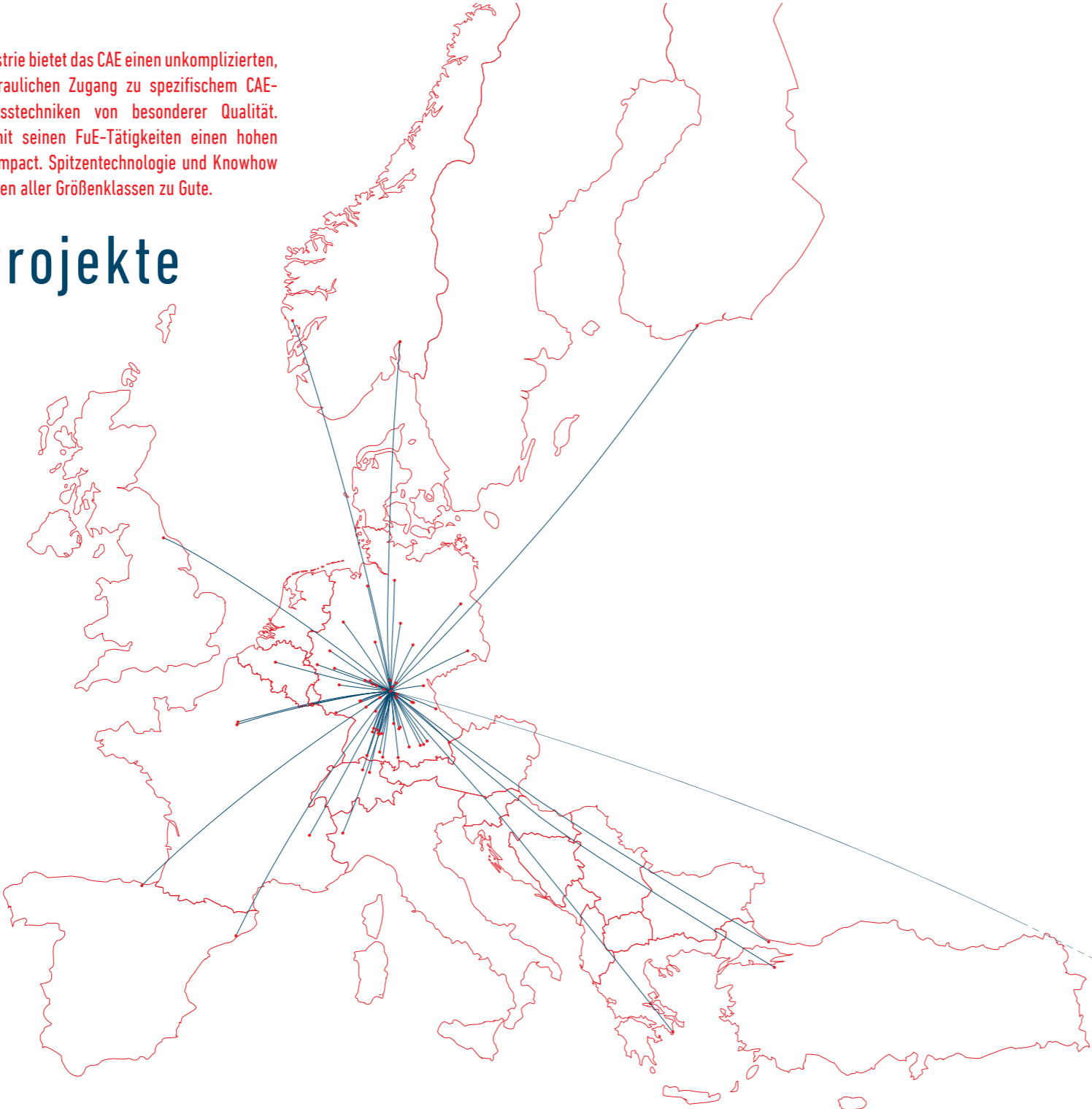
## NETPVStore

Entwicklung eines netzdienlichen Photovoltaik-Speichersystems unter Einsatz von Ultrakondensatoren, Fördergeber: BMWE, Förderkennzeichen: 03EI4021A

# Industriekooperationen

Als Partner der Industrie bietet das CAE einen unkomplizierten, schnellen und vertraulichen Zugang zu spezifischem CAE-Knowhow und Messtechniken von besonderer Qualität. Das CAE erzeugt mit seinen FuE-Tätigkeiten einen hohen gesellschaftlichen Impact. Spitzentechnologie und Knowhow kommen Unternehmen aller Größenklassen zu Gute.

## 110 Projekte



Industrieunternehmen profitieren in der Zusammenarbeit mit dem CAE von

- wissenschaftlichen Serviceleistungen,
- Kooperationen im Rahmen von Forschungsaufträgen,
- der innovativen Messtechnik und dem umfassenden Knowhow,
- der langjährigen Erfahrung in der Durchführung von nationalen und internationalen bi- und multilateralen Industrieprojekten,
- dem professionellen Projektmanagement und
- der Unterstützung bei der Akquisition von Fördermitteln.

Einen Überblick über unser Leistungsspektrum erhalten Sie auf den Webseiten unserer Arbeitsgruppen:



• Standorte von Unternehmen, mit denen das CAE 2025 in nicht öffentlich geförderten Projekten kooperierte oder für diese Auftragsforschung durchführte bzw. wissenschaftliche Serviceleistung erbracht hat.

A spacecraft is shown reentering the Earth's atmosphere, creating a large, bright orange and red plasma trail. The Earth's surface is visible in the lower half of the image, showing blue oceans and white clouds. The background is a dark, starry space.

# FORSCHUNGS- HIGHLIGHTS

Wiedereintritt eines Raumfahrzeuges in die Erdatmosphäre. Für die hochtemperaturbelastete Außenhülle forscht das CAE an innovativen Hochleistungsisolationssystemen.

## Funktionsbeschichtungen für mehr thermisches Wohlbefinden in Innenräumen

Die Energieeffizienz von Gebäuden hängt im Wesentlichen auch von der thermischen Leistungsfähigkeit seiner Außenwände ab. Wärmedämmungen auf der Außenwand und innovative Beschichtungen an den Innen- und Außenoberflächen der Wände können die Wärmeverluste signifikant reduzieren und das thermische Wohlbefinden in Innenräumen deutlich steigern.

Im aktuellen Forschungs- und Entwicklungsprojekt ELa wird auf dieser Basis in Kooperation mit der Firma HeiQ RAS AG sowie mit der LEONHARD KURZ Stiftung & Co.KG und der maxit Gruppe eine Energiespar-Lasur auf Basis von stabilisierten Silbernanodrähten entwickelt. Bei dieser Lasur handelt es sich um eine transparente, niedrig emittierende (low-e) Beschichtung, welche auf innenseitige Wandoberflächen (Sichtbeton, Putz, etc.) nahezu ohne Beeinträchtigung des Farbeindrucks aufgebracht werden kann. Diese low-e Oberfläche strahlt selbst wenig Wärme ab und kann gleichzeitig bis zu 74 % der einfallenden Wärmestrahlung reflektieren. Durch eine Aufbringung auf der Innenseite der Außenwand kann speziell der Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert) von Altbauten um bis zu 25 % vermindert werden. Dies ermöglicht eine einfache Sanierung von Bestandsgebäuden und eine signifikante Reduktion des Heiz- und Kühlbedarfs.

Das resultierende Produkt, welches zukünftig unter der Bezeichnung HeiQ Xpectra vermarktet werden soll, erhielt den „Deutschen Nachhaltigkeitspreis 2026“ für Produkte im Transformationsfeld Klima. In der Jurybegründung wird „... insbesondere die Möglichkeit, mit geringem Materialeinsatz und minimalem Aufwand einen hohen Beitrag zur Energieeinsparung und Emissionsminderung zu leisten ...“ gewürdigt.

Zur Entwicklung und Optimierung der Energiespar-Lasur werden am CAE sowohl Modellierungen der infrarot-optischen Eigenschaften der Beschichtung als auch Messungen der thermophysikalischen Kenngrößen durchgeführt. Die Wärmereflexion wird dabei durch die vernetzten, elektrisch leitfähigen Silbernanodrähte bewirkt. Sichtbares Licht kann das Netzwerk aufgrund der kürzen Wellenlänge dagegen durchdringen, weshalb die Beschichtung im visuellen Spektralbereich transparent ist.

Neben den beschriebenen low-e Beschichtungen zur Verbesserung der Wärmedämmung stellen funktionale Oberflächen zur passiven Strahlungskühlung einen weiteren Ansatz für spektral-selektive Schichtsysteme dar. Dabei handelt es sich um ein wichtiges Forschungsfeld, das zunehmend an Bedeutung gewinnt und in dem auch das CAE aktiv ist. Die passive Strahlungskühlung ermöglicht die Bereitstellung von Kühlleistung speziell im Sommer und sogar unter Sonneneinstrahlung bei entsprechend optimierten Oberflächeneigenschaften (d. h. hoher Emissionsgrad im Infraroten Wellenlängenbereich und geringer Absorptionsgrad im solaren Spektralbereich).

### Wissenschaftliche Serviceleistungen

Das CAE besitzt hier eine langjährige und umfassende Expertise in der Entwicklung und Charakterisierung funktionaler Oberflächen mit spektral-selektiven Eigenschaften zur thermischen Optimierung von Gebäudefassaden. Das CAE bietet hochgenaue und rückführbare Messungen zur Bestimmung aller relevanten thermophysikalischen Eigenschaften in einem weiteren Parameterbereich (z. B. Temperatur von 15 K bis 3200 K und Druck von  $10^{-6}$  bis 100 bar) an.

Dabei können sowohl kleine Labor- oder Funktionsmuster als auch Prototypen vermessen werden. Zur Bestimmung der Wärmedurchgangskoeffizienten von Fenster oder kompletten Fassadenelementen steht beispielsweise ein Hotbox-Aufbau zur Verfügung. Ergänzend kommen Strahlungsthermometer und Thermografiegeräte zur Analyse von Temperaturen und Temperaturverteilungen in realen Anwendungssituationen zum Einsatz.

Dies wird begleitet durch thermische und infrarot-optische Modellierungen und Simulationen, um sowohl Materialien und Komponenten als auch Prozesse und Produktionsverfahren zu optimieren.

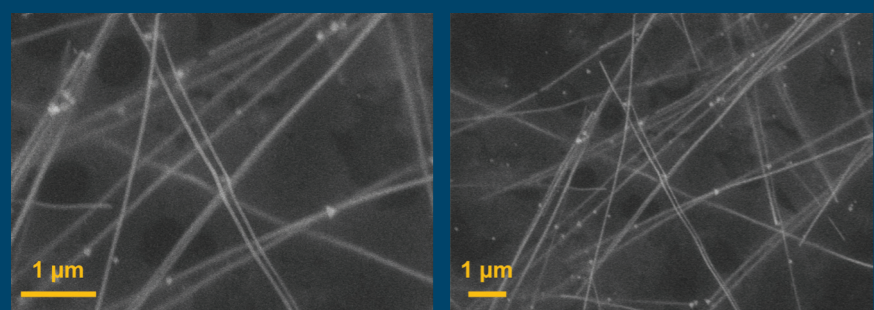
### Projekte

**DATipilot – Sprint – ELa** - Energiespar-Lasur mit stabilisierten Silbernanodrähten für transparente low-e Wandanstriche  
Fördergeber: BMFTR, Förderkennzeichen: O3DPS1208A

**ZIM-Textil** - Low-e Textilien für Gewächshäuser  
Fördergeber: BMW, Förderkennzeichen: KK5162501KS0

**ZIM-Tau** - Transparente Anti-Beschlag-Schichten auf Basis von Silbernanodrähten zur Vermeidung von Kondensation  
Fördergeber: BMW, Förderkennzeichen: ZF4506405AG9

**ZIM-IR** - Transparente IR-Reflexionsschichten für Kunststoffsubstrate auf Basis von Silbernanodrähten  
Fördergeber: BMW, Förderkennzeichen: ZF4506403EB9



Perkolierendes Netzwerk der Silbernanodrähte mit Drahtdurchmessern in Nanometerbereich und Drahtlängen im Mikrometerbereich zur Realisierung einer Wärmereflexion bei gleichzeitiger Transparenz.



Deutscher Nachhaltigkeitspreis 2026 für HeiQ Xpectra der Firma HeiQ RAS AG. Gezeigt ist das Aufbringungsverfahren mittels einer Sprühpistole sowie eine Veranschaulichung der Wärmereflexion.  
© HeiQ RAS AG

### Gremientätigkeiten

M. BRÜTTING, Vertreter des CAE in der RAL Gütegemeinschaft PCM e.V.

H.-P. EBERT, Mitglied Board of Governors der International Thermal Conductivity Conference (ITCC)

H.-P. EBERT, Vorsitz im Lenkungsausschuss des Arbeitskreises Thermophysik der GEFTA und Leitung der Geschäftsstelle

H.-P. EBERT, Mitglied International Organizing Committee European Conference on Thermophysical Properties (ECTP)

J. HARTMANN, Mitglied im Lenkungsausschuss des Arbeitskreises Thermophysik der GEFTA

J. MANARA, Mitglied im International Advisory Board IR-EMPOWER Workshop on Infrared Emissivity Measurements

J. MANARA, Mitglied im Fachausschuss VDI/VDE-GMA FA 4.63 „Strahlungsthermometrie und Thermografie“

### Publikationen

J. MANARA, J. HARTMANN, F. KERWAGEN, C. MAACK, A. MUSCIO, H. PAETH, H.-P. EBERT, Passive Radiative Cooling Materials with Special Focus on the Reduction of Urban Heat Island Effect: A Current Summarized Classification of Need, Approaches and Characterization Methods, Int J Thermophys 46:58, 2025, DOI: 10.1007/s10765-025-03529-1

A. ADIBEKYAN, J. SCHUMACHER, L. PATTELLI, J. MANARA, S. MERİÇ, Ö. BAZKIR, C. CUCCHI, C. SPRENGARD, G. PÉREZ, J. CAMPOS, J. HAMEURY, A. ANDERSSON, S. CLAUSEN, A. RASMUSSEN, C. BELOTTI, S. EFTHYMIU, M.-N. ASSIMAKOPOULOS, D. PAPADAKI, F. MANOOCHERI, A. LLADOS, J. JARAMILLO-FERNANDEZ, T. GIONFINI, M. ORTISI, A. PETER, M. KLEINBUB, J. BANTE, L. DONATH, H. HERZOG, C. MONTE, Emissivity and Reflectivity Measurements for Passive Radiative Cooling Technologies, Int J Thermophys 46:66, 2025, DOI: 10.1007/s10765-025-03532-6

# Batteriespeicher für Unternehmen

## Von Eigenverbrauchsoptimierung über Peak-Shaving bis zur Marktteilnahme

Nachdem viele Unternehmen – auch infolge der Energiepreiskrise – in den vergangenen Jahren verstärkt auf eine eigene Stromerzeugung mittels Photovoltaikanlagen gesetzt haben, zeichnet sich nun ein neuer Trend am Markt ab: Batteriespeicher. Getrieben wird diese Entwicklung durch weltweit sinkende Preise für Batteriespeichersysteme, die Investitionen so attraktiv wie nie zuvor machen. Entsprechend hat der Speicherzubauf in Deutschland in den letzten Jahren stark zugenommen. So stieg die deutschlandweit installierte Speicherkapazität von rund 1,5 GWh im Jahr 2020 innerhalb von sechs Jahren auf über 25 GWh an. Der Großteil der Batteriespeicher wird derzeit in privaten Haushalten eingesetzt. Das zugrunde liegende Betreibermodell ist vergleichsweise einfach: Hausbesitzer speichern überschüssigen PV-Strom zwischen, um ihn abends oder nachts – wenn keine Solarstromproduktion stattfindet und der Stromverbrauch meist steigt – selbst zu nutzen. Ziel ist es, Stromkosten zu senken sowie den Eigenverbrauch und den Autarkiegrad zu erhöhen.

Diese Form der Eigenverbrauchsoptimierung lässt sich jedoch nicht ohne Weiteres auf Unternehmen übertragen. Der Grund dafür liegt darin, dass der Strompreis pro aus dem Netz bezogene Kilowattstunde für Unternehmen häufig niedriger ist als für private Haushalte. Entsprechend ist die monetäre Einsparung pro gespeicherter und später genutzter Kilowattstunde geringer. In der Folge kann sich die Amortisationszeit eines Batteriespeichers über dessen technische Lebensdauer hinaus verlängern.

Dennoch setzen zunehmend auch Unternehmen auf eigene Batteriespeicher und verfolgen dabei nicht nur sogenannte Behind-the-Meter-Anwendungen (BTM; „hinter dem Stromzähler“), sondern auch Front-of-the-Meter-Anwendungen (FTM; „vor dem Stromzähler“). Zu den BTM-Modellen zählen neben der Eigenverbrauchsoptimierung insbesondere das Peak-Shaving, während FTM-Anwendungen unter anderem den Arbitragehandel an den Strommärkten sowie die Bereitstellung von Regelleistung umfassen.

Beim Peak-Shaving (Spitzenlastglättung) besteht das Ziel darin, die Jahres- oder Monatsspitzenlast zu reduzieren. Hintergrund ist, dass die von Unternehmen zu zahlenden Netzentgelte maßgeblich durch die höchste aus dem Netz bezogene Leistung bestimmt werden (Leistungspreis). Bereits eine einmalige, kurzfristige Leistungsspitze kann die Stromkosten erheblich erhöhen. Ein intelligentes Batteriespeichersystem speichert daher gezielt Energie, um diese in Spitzenlastsituationen bereitzustellen und Lastspitzen zu glätten. Auf diese Weise lassen sich Netzentgelte effektiv senken.

Während sich BTM-Anwendungen primär auf das unternehmenseigene Lastprofil und die internen Stromkosten auswirken, fokussieren sich FTM-Batteriespeicher auf die Energiemärkte. Beim Arbitragehandel nehmen Batteriespeicher am Day-Ahead- und Intraday-Markt teil, auf denen Strom

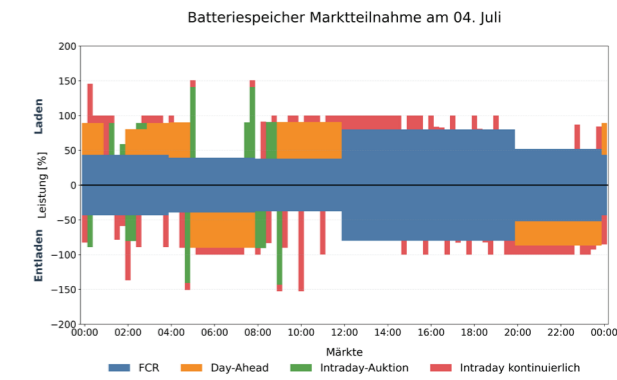
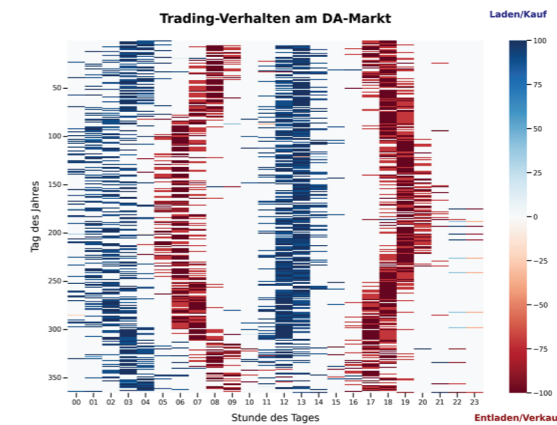
viertelstundenscharf gehandelt wird. Die Preise unterliegen dabei teils erheblichen Schwankungen: Während sie mittags – bedingt durch hohe PV-Erzeugung – und nachts aufgrund geringer Nachfrage meist niedrig sind, liegen sie in den Morgen- und Abendstunden häufig deutlich höher. Batteriespeicher nutzen diese Preisunterschiede, indem sie Strom zu günstigen Zeiten einkaufen und zu teuren Zeiten verkaufen. Neben wirtschaftlichen Erträgen für die Betreiber fördern sie dabei auch die Integration erneuerbarer Energien in das Stromsystem, da sie die zeitliche Diskrepanz zwischen Erzeugung und Nachfrage effizient überbrücken können.

Ein weiteres Vergütungsmodell im FTM-Bereich ist die Regelleistungsbereitstellung, die der sekundenschnellen Stabilisierung der Netzfrequenz auf 50 Hz dient. Da Batteriespeicher im Gegensatz zu anderen Flexibilitätsoptionen nahezu ohne Verzögerung auf Frequenzschwankungen reagieren können, sind sie hervorragend für diese Aufgabe geeignet. Die Vergütung erfolgt dabei je nach Marktsegment sowohl für die Bereitstellung der Leistung als auch für den tatsächlichen Abruf der Energie.

Das CAE nutzt eigene Optimierungsmodelle, um den optimalen Betrieb und die Dimensionierung von Batteriespeichern sowie anderen Energiesystemen zu ermitteln. Dabei fokussieren sich die Zielvariablen der Optimierungen nicht nur auf finanzielle Aspekte, sondern können auch Faktoren wie Autarkie oder Versorgungssicherheit umfassen. Durch die breite fachliche Kompetenz deckt das CAE neben dem Bereich Strom auch die Sektoren Wärme und Kälte bis hin zur Integration von Wasserstoff ab.

### Wissenschaftliche Serviceleistungen

Das CAE unterstützt Unternehmen dabei, im komplexen Umfeld von Batteriespeichertechnologien den Überblick zu behalten und eine individuell optimale Speicherlösung zu identifizieren, die sowohl den Eigenverbrauch als auch die Stromkosten effizient optimiert. Zu diesem Zweck analysiert das CAE Lastprofile und simuliert diese in Kombination mit unterschiedlichen Batteriespeichersystemen. Dabei werden auch zukünftige Entwicklungen, wie beispielsweise die Elektrifizierung der Wärmeversorgung oder der Mobilität, systematisch berücksichtigt. Ergänzend kommen am CAE eigene Optimierungsmodelle zum Einsatz, mit denen potenzielle Kosteneinsparungen durch Peak-Shaving sowie mögliche Erlöse aus der Teilnahme an Strommärkten quantifiziert werden. Im Rahmen einer Bedarfsanalyse klären wir zudem, welche Ziele das Unternehmen priorisiert – ob etwa maximale Wirtschaftlichkeit, höhere Autarkie oder gar Notstromreserve im Vordergrund stehen. Zudem werden technische Rahmenbedingungen und Beschränkungen, wie die Kapazität des Netzanschlusspunkts, präzise erfasst.



Die Abbildungen zeigen, wie ein auf zwei tägliche Zyklen optimierter 2-Stunden-Batteriespeicher seine Marktstrategie ausrichtet. Dabei ist wichtig zu beachten, dass es sich um einen Rückblick mit bereits bekannten Preisen aus dem Jahr 2024 handelt, während sich der Optimierer im realen Betrieb bei der Fahrplanerstellung auf Prognosen verlassen muss. Im Jahresverlauf folgt der Day-Ahead-Handel (DA) einem charakteristischen Rhythmus: Das System lädt nachts bei niedrigen Preisen, verkauft die Energie in der morgendlichen Preisspitze und wiederholt diesen Vorgang mittags und abends. Besonders im Sommer ist der Einfluss der Photovoltaik deutlich erkennbar – die Verkäufe verschieben sich dann analog zum Sonnenverlauf. Diese Korrelation spiegelt sich auch im Einband des diesjährigen Tätigkeitsberichts wider, der den Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromproduktion im Jahresverlauf illustriert. Über den Day-Ahead-Markt hinaus nutzt der Speicher weitere Erlöspotentiale. Am gezeigten Beispieltag ist er fast durchgehend am Regelleistungsmarkt (FCR) aktiv, um zur Netzstabilität beizutragen. Bietet der Day-Ahead-Markt attraktivere Margen, wird ein Teil der Leistung gezielt für den Arbitragehandel umgeschichtet. Zusätzliche Gewinne werden auf den Intraday-Märkten realisiert. Hier nutzt das System die Zeitspanne zwischen dem Day-Ahead-Abschluss und der physischen Lieferung, um Positionen durch geschickte Gegengeschäfte zu optimieren. Da hierbei verschiedene Verpflichtungen (Käufe und Verkäufe über mehrere Märkte hinweg) miteinander verrechnet werden, können die gehandelten Volumina in der Summe sogar die physikalische Nennleistung des Speichers übersteigen.

### Projekte

**NetzFlex** – Untersuchung von verschiedenen Batteriespeichermodellen zum netzdienlichen Einsatz von Batteriespeichern am Beispiel des Landkreises Haßberge, Fördergeber: DBU, Förderkennzeichen: 39838/01

**Industrieprojekt** – Entwicklung und Umsetzung eines integrierten Modells zur Kostenoptimierung von Batteriespeichersystemen im Multi-Use-Betrieb unter Berücksichtigung technischer Systemgrenzen

**Industrieprojekt** – Beratung eines Industrieunternehmens bei der Ermittlung der optimalen Dimensionierung eines Batteriespeichers sowie des passenden Betriebsmodells (BTM/FTM)

### Publikationen

M. STUETRUCKER, C. HÖCHNER, F. SCHELLER, CAE bewertet Batteriespeicherpotenziale für Karl Endrich, Wirtschaft in Mainfranken, 11.2025, 52.

# NewSpace als Wachstumsfeld für Forschung und Industrie

Die Raumfahrt ist ein prägender Innovationstreiber, nicht nur im All, sondern generell für technologieintensive Industrien – auch am Boden. Am CAE setzen wir diese Perspektive konkret in Raumfahrtanwendungen um: mit Forschung und Entwicklung hochleistungsfähiger Material- und Isolationlösungen, die den extremen thermischen Bedingungen im Weltall standhalten und gleichzeitig Anwendungspotenziale für Raumfahrt und hochtechnologische industrielle Prozesse in anderen Bereichen eröffnen.

Im Fokus steht dabei das EU-Projekt ISBA (Insulation Solutions Based on Aerogels). Hier entwickeln wir gemeinsam mit unseren europäischen Projektpartnern aerogelbasierte Isolationmaterialien, die durch außergewöhnlich geringe Wärmeleitfähigkeit und geringes Gewicht beste Voraussetzungen für thermisches Management in Raumfahrtanwendungen bieten. Die Arbeiten reichen von der Materialentwicklung über Charakterisierung bis hin zur anwendungsnahen Demonstration – stets mit Blick auf hohe Technologie-Reifegrade und den Transfer in die industrielle Wertschöpfung.

Parallel zu unseren technologischen Aktivitäten gestalten wir aktiv die Allianz „NewSpace Mainfranken“ mit, eine neue regionale Plattform zur Bündelung von Kompetenzen im Bereich NewSpace-Technologien. Ziel dieser Initiative ist es, die vielfältigen Fähigkeiten der Mainfranken-Region sichtbar zu machen, den Wissenstransfer in die Industrie zu stärken und Mainfranken als bedeutenden europäischen Raumfahrtstandort zu etablieren.

Mit unserer Expertise tragen wir dazu bei, dass wissenschaftliche Forschung nicht nur Laborergebnisse bleiben, sondern konkret in marktfähige Lösungen überführt werden – für die Raumfahrt und branchenübergreifend für die Industrie 4.0 und energieintensive Anwendungen.

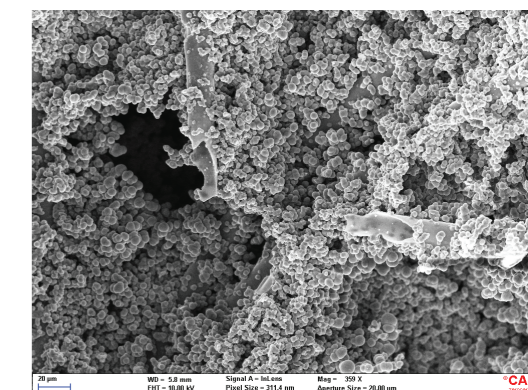
## Wissenschaftliche Serviceleistungen

Das CAE bietet industrieorientierte wissenschaftliche Serviceleistungen entlang der gesamten Materialentwicklungs- und Prozesskette. Im Mittelpunkt stehen die Entwicklung und Optimierung nanoporöser Funktionsmaterialien sowie die Unterstützung bei der Skalierung effizienter und robuster Herstellungsprozesse. Ergänzend führt das CAE eine umfassende, anwendungsnahe Charakterisierung von Materialeigenschaften durch, darunter strukturelle, thermische, mechanische, optische und elektrochemische Parameter. Zum Einsatz kommen sowohl etablierte als auch eigens entwickelte Analyse- und Prüfmethoden. Darüber hinaus werden Materialeigenschaften über verschiedene Längenskalen hinweg modelliert, um Materialien gezielt für anspruchsvolle Anwendungen – etwa in der Wärmedämmung, bei Hochtemperaturprozessen oder in elektrochemischen Energiespeichern – auszulegen. Damit unterstützt das CAE Industriepartner effektiv bei der Bewertung, Optimierung und Umsetzung innovativer Materiallösungen.

## Projekte

**ISBA** – Insulation Solution Based on Aerogels, Fördergeber: EU, Förderkennzeichen: 101082573

## Diverse Industrieprojekte



Im Rahmen des europäischen Raumfahrtprojekts ISBA (Insulation Solutions Based on Aerogels) wurden am CAE faserverstärkte Kohlenstoffaerogele als Hitzeschutzmaterial für extreme Hochtemperaturanwendungen, wie etwa den Wiedereintritt, entwickelt. Das Material hält Temperaturen von über 2000 °C stand, ist mechanisch stabil und weist zugleich exzellente Dämmeigenschaften bei sehr geringer Dichte auf. Der Bildeinsatz rechts zeigt eine Rasterelektronenmikroskop-Aufnahme der Mikrostruktur. Das poröse Netzwerk aus Fasern und Kohlenstoffpartikeln ist maßgeblich für die außergewöhnlichen Materialeigenschaften verantwortlich.

## Gremientätigkeit

H.-P. EBERT, CAE Kontakt innerhalb des Netzwerkes “Allianz New Space Mainfranken”

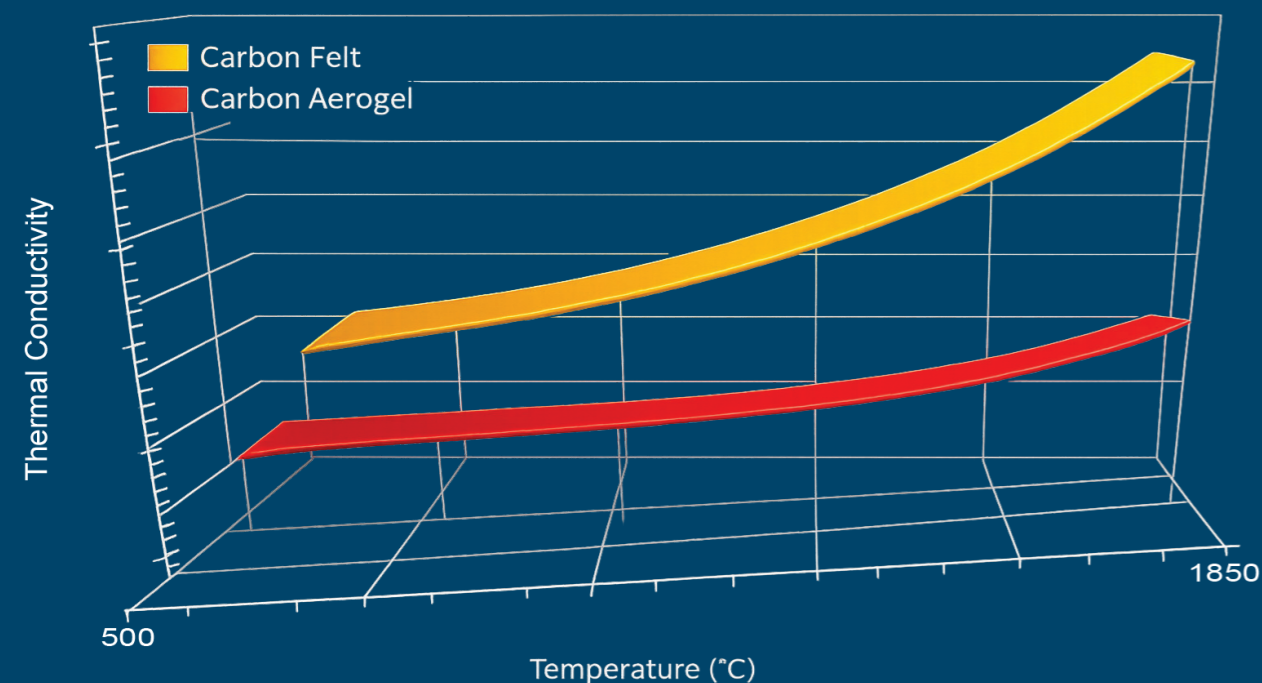
F. LOTTER, Mitglied International Aerogel Association

C. SCHERDEL, stellvertretender Vorstand International Aerogel Association

## Publikationen

B. HELBER, F. TORRES HERRADOR, A. TURCHI, T. MAGIN, O. CHAZOT, A. DENIS, C. ZUBER, T. REIMER, G. PINTSUK, G. PINAUD, P. M. CONGEDO, F. HEMBERGER, D. GIROLAMO, RECHAR: Assessment of Reliable Material Characterisation Methods for Charring Ablators, 2nd International Conference on Flight Vehicles, Aerothermodynamics and Re-entry Missions & Engineering (FAR), 2022, Heilbronn, Germany

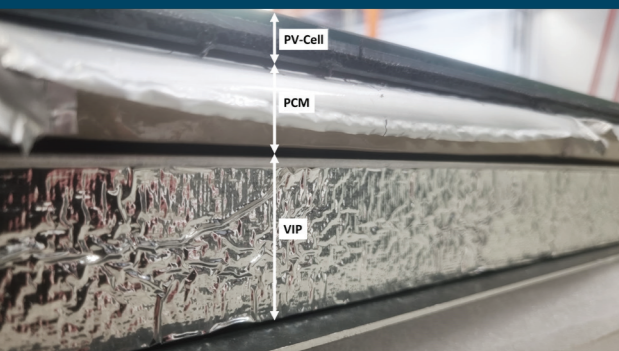
A. KARUNARATHNE, S. BRAXMEIER, B. GUREVICH, A.F. KHALIZOV, G. REICHENAUER, G.Y. GOR, Ultrasound propagation in water-sorbing carbon xerogel, npj Acoustics 1, 2025



# Zukunftsfähige Fassaden: Multifunktionalität, Energieeffizienz und gesellschaftliche Akzeptanz

Der Klimawandel und veränderte Umweltbedingungen stellen wachsende Anforderungen an die Gebäudehülle. Fassaden sind zunehmend extremen Temperaturen, häufigeren Hitzewellen und steigenden Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz ausgesetzt. Gleichzeitig steigen die Erwartungen an die Energieeffizienz von Gebäuden sowie an die Integration erneuerbarer Energien. In diesem Kontext kommt der Fassade eine zentrale Rolle zu, da sie den Energiebedarf, den thermischen Komfort und die Interaktion zwischen Gebäude und Umwelt maßgeblich beeinflusst. Konventionelle, statische Fassadenkonzepte stoßen unter diesen Rahmenbedingungen zunehmend an ihre Grenzen. Sie können nur eingeschränkt auf dynamische klimatische Belastungen und wechselnde Nutzungsanforderungen reagieren. Die Integration zusätzlicher Funktionen, etwa zur Energiegewinnung, variabler Verschattung oder Klimaregulierung erhöht zudem die technische Komplexität und stellt neue Herausforderungen in Planung, Betrieb und Wartung dar. Neben technischen und energetischen Aspekten gewinnen Akzeptanz sowie gesellschaftliche und legislative Hürden bei der Umsetzung intelligenter und multifunktionaler Fassaden an Bedeutung. Gestalterische Integration, Verständlichkeit der Funktion, regulatorische Rahmenbedingungen und der wahrgenommene Mehrwert für Nutzerinnen und Nutzer sind entscheidend für die erfolgreiche Anwendung solcher Systeme. Zukunftsfähige Fassaden müssen daher nicht nur energieeffizient und funktional, sondern auch robust, anpassungsfähig und gesellschaftlich wie regulatorisch tragfähig sein. Vor diesem Hintergrund leistet das CAE einen Beitrag zur Entwicklung und Bewertung von Lösungskonzepten für die Integration smarter, intelligenter und multifunktionaler Fassadentechnologien. Weiterer Schwerpunkt ist die ganzheitliche Betrachtung im Rahmen einer Lebenszyklusanalyse (LCA). Ziel ist es, Fassadenkonzepte zu erarbeiten, die sowohl den Anforderungen der Gesetzgebung als auch den Erwartungen und Wahrnehmungen der Nutzerinnen und Nutzer gerecht werden und damit eine breite Akzeptanz sowie eine nachhaltige Umsetzung auf Gebäude- und Quartiersebene ermöglichen.

Ein konkretes Projektbeispiel für innovative Fassaden ist BIPVslim mit der Entwicklung eines kompakten, ultraschlanken, hochintegrativen Warmfassadenelements im Passivhaus-Standard. Das System kombiniert gebäudeintegrierte Photovoltaik (BIPV) mit Vakuumdämmung (VIP) und einem Phasenwechselmaterial (PCM).



Querschnitt eines im Rahmen des Forschungsprojekts BIPVslim entwickelten Fassadenelements – PV-PCM-VIP Hybridelement als hochdämmende Warmfassade mit sehr schlankem Aufbau.

## Wissenschaftliche Serviceleistungen

Das CAE bietet im Kontext von innovativen Fassadensystemen spezifische Messungen und Simulationen auf verschiedenen Ebenen an, die von Materialproben über einzelne Bauteile bis hin zu kompletten Fassadensystemen reichen. Dazu zählen die thermische und optische Charakterisierung von Verglasungssystemen sowie die Analyse material- und komponentenspezifischer Eigenschaften im Hinblick auf ihr energetisches und funktionales Verhalten. Durch die durchgängige Betrachtung von der Materialebene über die Komponenten- bis zur Systemebene wird eine fundierte Bewertung der Leistungsfähigkeit und Integrationsfähigkeit moderner Fassaden- und Gebäudetechnologien ermöglicht.



Montage des BIPVslim Systems an die Fassade des Energy Efficiency Centers.

## Projekte

**BIPVslim** – Entwicklung eines kompakten ultraschlanken hochintegrativen PV-Wärmefassadenelements im Passivhaus-Standard mit Hochleistungswärmedämmung und Latentwärmespeicher, Fördergeber: BMW, Förderkennzeichen: 03EN1012A

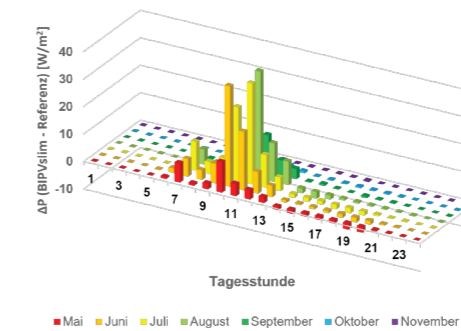
**RENBuild** – Entwicklung und Monitoring eines Gesamtsystems zur kombinierten regenerativen Versorgung von Gebäuden mit Wärme, Kälte, Strom und Frischluft, Fördergeber: BMW, Förderkennzeichen: 03EN1009A

**SmartWin** – Intelligente Fenster zur Sonnen- und Tageslichtsteuerung in nachhaltigen Gebäuden, Fördergeber: BMW, Förderkennzeichen: KK5654701

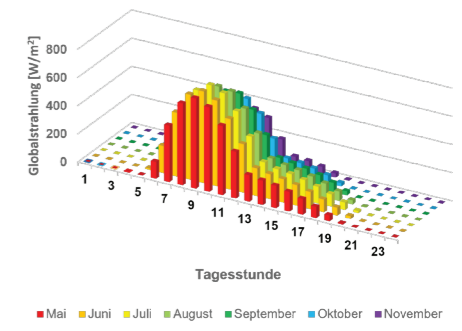
**Symbiose** – Wärmedämmendes System aus mineralischem Material mit biologischem Bewuchs selbstversorgend, Fördergeber: BMW, Förderkennzeichen: 03ENM1001

Monat	Mittelwert von ΔP (Fas. C - Fas. F)																							
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Mai						0,73	6,96	0,90	2,14	11,15	4,48	3,46	2,18	-1,31	-1,45	-1,24	-1,28	-1,20	-2,17	-2,10	-0,36	-0,16		
Juni				-0,18	1,65	6,37	3,56	7,12	36,59	21,27	7,86	4,13	-0,84	-0,49	-0,74	-0,93	-1,31	-1,77	-1,29	-0,44	-0,21			
Juli					1,43	10,45	4,31	7,01	26,73	36,68	11,86	4,94	-1,20	-1,43	-1,22	-1,62	-1,89	-1,42	-0,45	-0,27	-0,19			
August					-0,24	5,55	1,98	0,37	9,72	38,87	13,95	8,60	-1,73	-2,47	-1,53	-0,66	-0,49	-0,45	-0,29	-0,22	-0,18			
September						-0,32	-1,21	-1,64	1,04	13,58	5,57	3,78	0,31	0,69	0,18	-0,13	-0,64	-0,35	-0,25	-0,14				
Oktober							-0,22	-0,35	0,15	0,40	1,62	0,73	-0,15	-0,29	-0,32	-0,47	-0,37	-0,39	-0,22					
November								-0,22	-0,39	-0,48	0,06	-0,12	-0,13	-0,18	-0,14	-0,18	-0,36							

Mittelwert von ΔP (Fas. C - Fas. F)



Mittelwert Globalstrahlung Ost



Im Rahmen des Forschungsprojekts BIPVslim zeigt die Grafik die stündlich gemittelte Leistungsdifferenz ΔP zwischen einer ostausgerichteten BIPVslim-Fassade und einer ostausgerichteten Benchmark-Fassade auf monatlicher Basis im Zeitraum vom 01.05.2024 bis 31.10.2024 ermittelt. Im oberen Bereich wird eine zusammenfassende Übersicht der monatlichen Leistungsunterschiede dargestellt, wobei eine Farbcodierung die Richtung der Differenz kennzeichnet: Grün steht für eine höhere Leistung der BIPVslim-Fassade, Rot für eine höhere Leistung der Benchmark-Fassade. Im unteren linken Teil sind die Werte zusätzlich in Form eines 3D-Säulendiagramms visualisiert, das die monatlichen Unterschiede anschaulich darstellt. Ergänzend zeigt der untere rechte Bereich die über den jeweiligen Monat gemittelte Globalstrahlung auf ein senkrecht ausgerichtetes Modul in Ostausrichtung als begleitende Randbedingung. In den Vormittagsstunden weist das BIPVslim-System im Vergleich zur Benchmark-Fassade höhere Leistungswerte auf, da die integrierten Phasenwechselmaterialien (PCM) das System effektiv kühlen und dadurch die PV-Leistung steigern.

## Gremientätigkeiten

B. BÜTTNER, Mitglied im Programmkomitee, FVEE Jahrestagung 2025, Förderverein Erneuerbare Energien e.V.

B. BÜTTNER, Mitglied, CapTech non Governmental Expert des Cap-Tech EnE, European Defence Agency

B. BÜTTNER, Vertreter des CAE, Zentrum Wasserstoffbündnis Bayern H2.B, Freistaat Bayern

B. BÜTTNER, Vertreter des CAE, International Vacuum Insulation Panel Association, VIPA International

B. BÜTTNER, Mitglied im Scientific Committee, International Vacuum Insulation Symposium (IVIS) 2025

M. REIM, Mitglied, Bundesverband Gebäudegrün e.V.

S. WEISMANN, VERTRETER DES CAE, IBPSA-DACH, REGIONAL AFFILIATE OF THE INTERNATIONAL BUILDING PERFORMANCE SIMULATION ASSOCIATION

## Publikationen

J. BOEKE, N. SUWANNAPRUK, P. VONGSINGHA, A. STEPHAN, P.R. DENZ, BIPVslim: Development of compact PV-integrated façade elements by the case study of the CAE Energy Efficiency Center. Stahlbau, 94, 2025, 12–23, DOI: 10.1002/stab.202400064

A. BUCHER, E. WOLFRATH, C. WEIGLEIN, M. REIM, S. WEISMANN, Evapotranspiration Performance of Vertical Indoor Greening – Influence of Indoor Climate Conditions on the Transpiration Performance of Tropical Ornamental Plants and Contribution of Greenings to Indoor Comfort in Offices. Indoor Air, 2025, 5562007, DOI: 10.1155/ina/5562007

M. REIM, H. WEINLÄDER, C. WEIGLEIN, W. KÖRNER, M. BRÜTTING, L. ULLERICH, S. WEISMANN, Thermal Characterization of Single Greening Components and Green Roofs. EuroSun 2024 Proceedings, 2025, DOI: 10.18086/eurosun.2024.01.11

G. STREIB, B. BÜTTNER, P. ENGELMANN, K. GAPP-SCHMELING, K. GRASHOF, F. HÜESKER, Wärmewende und energetische Sanierung im Quartier. Tagungsband FVEE-Jahrestagung 2024, 2025, 77–80, DOI:10.5442/t2024

H. WEINLÄDER, M. REIM, L. ULLERICH, W. KÖRNER, S. WEISMANN, Thermal Characterization of Living Wall Systems. EuroSun 2024 Proceedings, 2025, DOI: 10.18086/eurosun.2024.01.13

H. WEINLÄDER, M. REIM, C. WEIGLEIN, W. KÖRNER, S. WEISMANN, Simulating the heating and cooling demand of buildings with green roofs in TRNSYS. Journal of Building Engineering, 112, 113757, 2025, DOI:10.1016/j.job.2025.113757

S. WEISMANN, R. KASTNER, S. HIPPELI, W. KÖRNER, C. STARK, E. WOLFRATH, Development of a Hybrid Collector for an Innovative Energy Supply System Using Molecular Solar Thermal Energy Storage. EuroSun 2024 Proceedings, 2025, DOI: 10.18086/eurosun.2024.02.19



**AUS WISSEN FOLGT  
VERANTWORTUNG**



Energieforschung trifft Politik: Der Fraktionsvorsitzende der SPD-Fraktion im Landtag, MdL Holger Griebhammer bei seiner Sommertour im Austausch mit Wissenschaft.

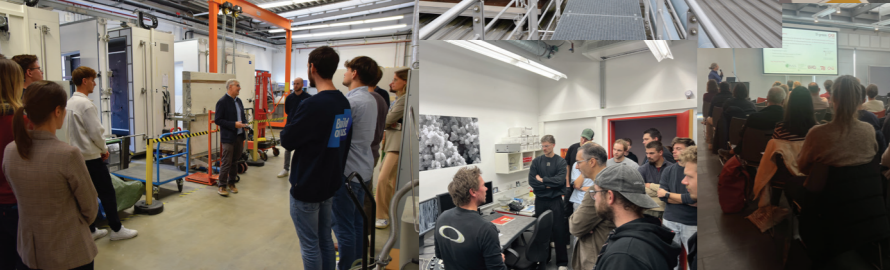
Unterfränkische Abgeordnete der CSU-Landtagsfraktion am CAE.

Die VDIMA-Baustoffanlantage fanden am 22.5.2025 am CAE statt.

Eine Delegation aus Südkorea, Provinzbüro Gyeongsangbukdo am CAE.

## Regierungspräsidentin Frau Dr. Susanne Weizendörfer zu Besuch am CAE, 20. März 2025

Die Regierungspräsidentin von Unterfranken Frau Dr. Susanne Weizendörfer informierte sich bei ihrem Besuch über die Forschungstätigkeiten des CAE und zeigte sich von den vorgestellten Projekten sehr beeindruckt. Besonders hob sie die interdisziplinäre Ausrichtung des Instituts sowie den hohen Praxisbezug der Energieforschung hervor. Der Besuch unterstrich speziell die Bedeutung des CAE für den Regierungsbezirk Unterfranken bei der Realisierung einer nachhaltigen und effizienten Energieinfrastruktur.



### Besucher

- 07-01-2025 Verwaltungsmitarbeitende der Julius-Maximilians-Universität Würzburg der Fakultät für Physik und Astronomie
- 13-01-2025 Unterfränkische Abgeordnete der CSU-Landtagsfraktion
- 20-03-2025 Regierungspräsidentin von Unterfranken Dr. Susanne Weizendörfer zu Besuch
- 24-03-2025 Internationales Studienkolleg von Studieninteressierten der Dualen Hochschule Baden-Württemberg, Campus Bad Mergentheim
- 27-03-2025 Experten beim U-Green Symposium zum Thema Bauphysikalische Bewertung von Fassaden- und Dachbegrünungen
- 03-04-2025 Schülerinnen aus Würzburg und Umgebung nahmen am Girls' Day 2025 teil
- 10-04-2025 Schülerinnen und Schüler des Friedrich-List-Gymnasiums Gemünden
- 24-04-2025 Teilnehmende aus Industrie und Forschung am ISBA-Workshop „Aerogel Insulation for Aerospace and Industrial Applications“
- 07-05-2025 CAE-bürgernah Veranstaltung: Bürgerinnen und Bürger der Stadt Würzburg zum Thema Klimawandel und Energiewende global und lokal
- 10-05-2025 Besucherinnen und Besucher der „Physik am Samstag“ Veranstaltung der Julius-Maximilians-Universität Würzburg informieren sich über CAE-Forschungsthemen
- 13-05-2025 Netzwerker vom MINTraum bayern
- 22-05-2025 Teilnehmende aus der Industrie am VDIMA-Baustoffanlantag
- 27-05-2025 Delegation aus Südkorea, Provinzbüro Gyeongsangbukdo
- 03-06-2025 Wissensaustausch von Forschenden der THWS und CAE zum Thema Technologietransfer
- 24-06-2025 Mitglieder der Stadtverwaltung der Würzburger Partnerstadt Mwanza / Tansania
- 26-06-2025 Partner aus der Industrie, Forschung, Politik und CAE-Gremienmitglieder am CAE-Connect-Tag
- 10-07-2025 Schülerinnen und Schüler des Siebold Gymnasiums Würzburg
- 14-07-2025 Schülerinnen und Schüler des Armin-Knab-Gymnasiums Kitzingen
- 22-07-2025 Schülerinnen und Schüler des Friedrich-König-Gymnasiums Würzburg
- 30-07-2025 Schülerinnen und Schüler des Deutschhaus-Gymnasiums Würzburg
- 30-07-2025 Schülerinnen und Schüler des Johann-Schöner-Gymnasiums Karlstadt
- 30-07-2025 Fraktionsvorsitzende der SPD-Fraktion im Landtag, MdL Holger Griebhammer bei seiner Sommertour im Austausch mit CAE-Wissenschaftlern
- 04-09-2025 Arbeitsgruppe des Instituts für Physikalische und Theoretische Chemie der Goethe-Universität Frankfurt am Main
- 09-10-2025 IT-Führungskräfte der SWISSLife Deutschland in Rahmen der Innovation-Impulstagen
- 17-10-2025 Besuch der Wettbewerbsleiterinnen und Wettbewerbsleiter von „Jugend forscht“ aus ganz Bayern am CAE
- 20-10-2025 Projekttreffen des Klimapakts 2030+ der Metropolregion Nürnberg e. V., der Universität Würzburg und der ENERGIEregion Nürnberg e. V.
- 22-10-2025 Teilnehmende an der Aktion-Wärmepumpenwoche
- 29-10-2025 Ingenieure und Ingenieurinnen der Firma Knauf im Rahmen Jungingenieurswoche
- 29-10-2025 Technikschrüler der Berufs- und Berufsfachschule Franz-Oberthür-Schule Würzburg
- 31-10-2025 Schülerinnen und Schüler des Gymnasiums Schweinfurt
- 11-11-2025 Teilnehmende des BuGG-Fassadengrün-Forums
- 19-11-2025 Auszubildende des Staatlichen Beruflichen Schulzentrum Ansbach-Triesdorf

## „Ist die Wende noch möglich?“

Es sind keine abstrakten Fachdebatten, sondern direkte, manchmal unbequeme Fragen, die Schülerinnen und Schüler an diesem Tag stellen. Sie wollen wissen, was auf sie zukommt – und ob die Klimakrise noch aufzuhalten ist.

**Linus** „Wie können neue Materialien und Technologien in der Energieforschung die Effizienz und Nachhaltigkeit erneuerbarer Energien weiter verbessern?“

**Stefan** „Sind Autos mit Wasserstoffantrieb zukunftsfähig?“

**Johannes** „Wie sollen Wasserstofftechnologien das Energienetz unterstützen?“

**Mathilda** „Wie sieht umweltfreundliches Bauen im Jahr 2035 aus?“

**Marcel** „Was kann man gegen den Klimawandel tun?“

**Marlene** „Wie schwer wären die Konsequenzen, aus der Sicht der Umwelt, wenn man Atomkraftwerke in Deutschland wieder für die Stromgewinnung nutzen würde?“

**Matthias** „Warum tut sich fast nichts bei der Energiewende?“

Ist die Wende noch möglich? Wenn ja wie? Wieviel Prozent könnte man den Deutschen Energieverbrauch durch Windräder, Photovoltaik etc. decken? Wie viele Häuser wären ungefähr für Photovoltaik geeignet?“

**Theresa** „Bis zu welchem Punkt sind klimawandelbasierende Einschränkungen im Alltag mit Rechten und Werten, wie der Freiheit vereinbar?“

**Lina** „Warum wird jetzt viel gegen den Klimawandel getan? Früher gab es doch auch schon Naturkatastrophen wie Überschwemmungen oder Hitzewellen.“

**Sarah** „Meine Frage wäre jetzt, was Unterschiede, aber auch Gemeinsamkeiten zwischen den klimaneutralen und den normalen Gebäuden sind? Und ob wir in Zukunft auf manche Bequemlichkeiten wie Heizung, Klimaanlage oder Waschmaschine im Haushalt verzichten müssen?“

**Linus** „Welche spezifischen Herausforderungen sieht das CAE bei der großflächigen Implementierung von Wasserstofftechnologien in Deutschland?“

**Nico** „Welche neuen Speichertechnologien für erneuerbare Energien sind derzeit in der Entwicklung, und welche haben das größte Potenzial für den praktischen Einsatz?“

**Lars** „Sollten wir Schmelzsaltzspeichertechnologie in Deutschland nutzen und ausbauen?“

**Juliane** „Mir stellt sich die Frage, bis wann wir diese Erderwärmung spätestens in den Griff bekommen, um noch schlimmere Folgen als die, die es jetzt schon gibt, zu vermeiden?“

**Selina** „Wie lange würde es dauern bis an den Polen das gesamte Eis weggeschmolzen ist?“

**Madlen** „Wie beeinflusst der Klimawandel die Artenvielfalt und was können wir tun, um bedrohte Arten zu schützen?“

**Jonas** „Inwiefern kann Atomenergie einen sinnvollen Beitrag zur Energiewende und zur Reduzierung von CO<sub>2</sub> Emissionen leisten – und wie sieht die aktuelle Forschung in diesem Bereich aus?“

**Christian** „Wie realistisch ist es, dass Deutschland bis 2045 klimaneutral wird, und welche Rolle spielen dabei neue Speichertechnologien für erneuerbare Energien?“

**Niklas** „Wie können neue Technologien helfen, den Strom aus Sonnen- und Windkraft effizienter zu speichern?“

**Alexandra** „Wäre es sinnvoll, mehr Geothermie in der Energieversorgung einzusetzen und staatlich zu fördern, so dass diese eben in der Zukunft eine größere Rolle spielt?“

**Evelyn** „Welche Folgen haben Hitzewellen für die Gesundheit?“

**Patrick** „Inwiefern trägt der Klimawandel zur Zunahme von Extremwetterereignissen bei und ist dies wiederum eine Folge des dauerhaften Temperaturanstieg in Deutschland?“

**Linus** „Wie können die Forschungsaktivitäten des Center for Applied Energy Research (CAE) im Bereich der Wasserstofftechnologie dazu beitragen, die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen zu reduzieren und die Energiewende in Deutschland voranzutreiben?“

Dass Schulklassen das CAE und dessen Ausstellung zu Klima, Umwelt und Energie besuchen, ist nichts Ungewöhnliches. Die Schülerinnen und Schüler der Klasse 9a des Friedrich-List-Gymnasiums Gemünden, begleitet von Frau Dr. Eleonore Hose, StDin Fachreferentin Biologie beim Ministerialbeauftragten für die Gymnasien in Unterfranken, hatten sich jedoch auf ihren Besuch am 10. April 2025 in besonderer Weise vorbereitet. Neben der Vorstellung des Instituts sowie einer Einführung in die Themen der Energieforschung – einschließlich des Warums und Wie – fand nach einem Laborrundgang eine Diskussionsrunde mit den Vorständen Prof. Jürgen Hartmann und Dr. Hans-Peter Ebert statt. Im Vorfeld erhielten die Schülerinnen und Schüler im Unterricht die Aufgabe, mindestens eine Frage zu formulieren, die sich ihnen zu den Bereichen Energieforschung, Energiewende oder Klimawandel stellt. Dazu sollten sie eine kurze Recherche mit Quellenangabe durchführen und eine mögliche Nachfrage zu ihrem Thema vorbereiten. So gut vorbereitet entwickelte sich eine spannende Fragerunde.

## Es gibt keine einfachen Antworten

Der Klimawandel ist eines der drängendsten Probleme unserer Zeit. Es gibt keine schnellen oder einfachen Lösungen. Die Ursachen sind global, die Folgen langfristig – und die notwendigen Maßnahmen greifen tief in Wirtschaft, Politik und unseren Alltag ein. Genau das macht den Umgang mit der Erderwärmung so schwierig.

Wir wissen zwar, was getan werden müsste, doch zwischen Erkenntnis und konsequentem Handeln, auch im persönlichen Handeln, liegt ein großer Abstand. Klimaveränderungen vollziehen sich oft schleichend und sind im Alltag weniger unmittelbar spürbar als akute Krisen. Dadurch fehlt häufig der nötige Handlungsdruck, obwohl die Risiken enorm sind. Besonders kritisch sind dabei sogenannte Kipppunkte im Klimasystem: Werden bestimmte Temperaturgrenzen überschritten, werden irreversible Prozesse ausgelöst – etwa das Abschmelzen der Polkappen oder das Auftauen von Permafrostböden.

Klimaschutz erfordert daher Geduld, Mut und Ausdauer. Geduld, weil Veränderungen Zeit brauchen. Mut, weil unbequeme Entscheidungen getroffen werden müssen und Ausdauer, weil es kein einmaliges Handeln gibt, sondern einen langen, gemeinsamen Weg. Internationale Zusammenarbeit, verlässliche politische Rahmenbedingungen und persönliches Engagement müssen zusammenspielen. Dies Jugendlichen verständlich in seiner Komplexität mit einem entsprechenden Optimismus für Zukunft zu vermitteln und sie in Ihrem Engagement für Klimathemen zu stärken ist eines der Anliegen des CAE.

„Ist die Wende noch möglich?“

Dies war eine der Fragen, die, so einfach sie ist, deren Beantwortung die ganze Komplexität bewusst macht und das notwendige Fingerspitzengefühl benötigt, sodass Jugendliche kritisch, engagiert und zuversichtlich in die Zukunft blicken können.



# VERÖFFENTLICHUNGEN



1997 - 2000

2001 - 2002

2003 - 2004

2005 - 2006

Bauphysik

Bauphysik

Bauphysik

Bauphysik

48  
1997

HLH

49  
1998

HLH

50  
1999

HLH

51  
2000

HLH

52  
2001

HLH

53  
2002

HLH

54  
2003

HLH

55  
2004

HLH

56  
2005

HLH

57  
2006

HLH

## Veröffentlichungen in referierten Zeitschriften

A. ADIBEKYAN, J. SCHUMACHER, L. PATTELLI, J. MANARA, S. MERİÇ, Ö. BAZKIR, C. CUCCHI, C. SPRENGARD, G. PÉREZ, J. CAMPOS, J. HAMEURY, A. ANDERSSON, S. CLAUSEN, A. RASMUSSEN, C. BELOTTI, S. EFTHYMIU, M.-N. ASSIMAKOPOULOS, D. PAPADAKI, F. MANOOCHE-RI, A. LLADOS, J. JARAMILLO-FERNANDEZ, T. GIONFINI, M. ORTISI, A. PETER, M. KLEINBUB, J. BANTE, L. DONATH, H. HERZOG, C. MONTE, **Emissivity and Reflectivity Measurements for Passive Radiative Cooling Technologies**, Int. J. Thermophys. 46, 2025, 66

J. BOEKE, N. SUWANNAPRUK, P. VONGSINGHA, A. STEPHAN, P.R. DENZ, **BIPVslim: Development of compact PV-integrated façade elements by the case study of the CAE Energy Efficiency Center**, Stahlbau 94, 2025, 12-23

M. BRÜTTING, H.-P. EBERT, **Intercomparison of Specific Heat Capacity Determination of Heat Transfer Fluids**, Int. J. Thermophys. 46 (12), 2025, 5562007

A. BUCHER, E. WOLFRATH, C. WEIGLEIN, M. REIM, S. WEISMANN, **Evapotranspiration Performance of Vertical Indoor Greening - Influence of Indoor Climate Conditions on the Transpiration Performance of Tropical Ornamental Plants and Contribution of Greenings to Indoor Comfort in Offices**, Indoor Air, 2025, 114120

S. BÜTTNER, L.N. PHILIPP, J. LÜTTIG, M. RÖDEL, M. HENSEN, J. PFLAUM, R. MITRIC, T. BRIXNER, **Probing plexciton dynamics with higher-order spectroscopy**, J. Chem. Phys. 163 (4), 2025, 044702

B. EWALD, L. SIEBIGS, C. ZHANG, J. GRAF, A. TIWARI, M. RODEL, S. HAMMER, V. STEPANENKO, F. WURTHNER, B. GOMPF, B. HECHT, J. PFLAUM, **Ag<sub>100-x</sub>Au<sub>x</sub> Alloy Films: An Approach to Fixing Silver for Durable, Low-Loss Plasmonics**, ACS Phot. 12 (1), 2025, 6161-6171

A. KARUNARATHNE, S. BRAXMEIER, B. GUREVICH, A.F. KHALIZOV, G. REICHENAUER, G.Y. GOR, **Ultrasound propagation in water-sorbing carbon xerogel**, npj Acoustics 1, 2025, 10

J. MANARA, J. HARTMANN, F. KERWAGEN, C. MAACK, A. MUSCIO, H. PAETH, H.-P. EBERT, **Passive Radiative Cooling Materials with Special Focus on the Reduction of Urban Heat Island Effect: A Current Summarized Classification of Need, Approaches and Characterization Methods**, Int. J. Thermophys. 46, 2025, 58

K. MÜLLER, C. SCHERDEL, S. VIDI, G. REICHENAUER, M. BOXHEIMER, F. DEHN, D. ENKE, **Influence of Gelation Temperature on Structural, Thermal, and Mechanical Properties of Monolithic Silica Gels with Mono- and Bimodal Pore Structure**, Gels 11, 2025, 196

M. REIM, H. WEINLÄDER, C. WEIGLEIN, W. KÖRNER, M. BRÜTTING, L. ULLERICH, S. WEISMANN, **Thermal Characterization of Single Greening Components and Green Roofs**, EuroSun 2024 Proc., 2025

C. STRASSER, J. BLUMM, J. HARTMANN, **Characterizing Vitrification by Thermal Analysis During Curing of an Epoxy-Amine System**, J. Appl. Polym. Sci. 142, 2025, e57077

B.A. TOURN, C. STRUNZ, J.C. ÁLVAREZ HOSTOS, C. STARK, B. KLEM-CZAK, **Simulating the heating and cooling demand of buildings with green roofs in TRNSYS**, Int. J. Thermophys. 46, 2025, 69

H. WEINLÄDER, M. REIM, C. WEIGLEIN, W. KÖRNER, S. WEISMANN, **Simulating the heating and cooling demand of buildings with green roofs in TRNSYS**, J. Build. Eng. 112, 2025, 113757

H. WEINLÄDER, M. REIM, L. ULLERICH, W. KÖRNER, S. WEISMANN, **Thermal Characterization of Living Wall Systems**, EuroSun 2024 Proc., 2025

S. WEISMANN, R. KASTNER, S. HIPPELI, W. KÖRNER, C. STARK, E. WOLFRATH, **Development of a Hybrid Collector for an Innovative Energy Supply System Using Molecular Solar Thermal Energy Storage**, EuroSun 2024 Proc., 2025

## Eingeladene Fachvorträge

B. BÜTTNER, **Wärmewende im Quartier - Wie technologische Innovation und wirtschaftliche Transformation zusammenfinden**, FVEE Jahrestagung 2025, Berlin, Germany, 08.10.2025

H.-P. EBERT, **Die Energiewende anpacken - Innovative Lösungen für den Gebäude und Quartiersbereich**, VDI - THWS Tagung „Wir gestalten Zukunft“, Schweinfurt, Germany, 23.09.2025

H.-P. EBERT, M.BRÜTTING, **Intercomparison of the Specific Heat Capacity of Heat Transfer Fluids**, EMATEM 21th International Summer School, Kloster Seeon, Germany, 17.09.2025

J. HARTMANN, **Challenges of thermophysical quantities measurements in industry**, Tempmeko - ISHM 2025 Reims, France, 24.10.2025

F. KLINKER, B. BÜTTNER, S. WEISMANN, **Das Renz Forschungsgebäude für wirtschaftliches Bauen & die Energiegewinnung der Zukunft**, Exklusive Eröffnung dieses neuen Forschungsgebäudes und führenden Innovationszentrums für die Bauwelt, Aidlingen, Germany, 26.06.2025

F. SCHELLER, **Chancen und Herausforderungen für den netzdienlichen Einsatz von Batteriespeichern im Landkreis Haßberge**, Klimakonferenz in Haßfurt, Germany, 17.10.2025

C. SCHERDEL, F. LOTTER, M. WIENER, **Aerogels in aerospace application: ISBA - Insulation solutions based on aerogels**, Aerogel-Clustermeeting, Aachen, Germany, 17.-18.11.2025

H. WEINLÄDER, **Dämmwirkung von Dach- und Fassadenbegrünungen im Neubau und Bestand - Ergebnisse des Forschungsprojektes „U-green“**, BuGG-Fachkongress Bestandsgebäudegrün, Berlin, Germany, 06.-07.05.2025

H. WEINLÄDER, **Energieeinsparpotenzial von Fassadenbegrünung - Ergebnisse des Projektes U-green**, BuGG-Fassadengrün-Forum, Würzburg, Germany, 11.11.2025

## Fachvorträge

M. BRÜTTING, H.-P. EBERT, **Ringvergleich: Spezifische Wärmekapazität von Wärmeträgerflüssigkeiten**, Jahrestagung 2025 des AK Thermophysik in der GEFTA, Berlin, Germany, 09.-10.04.2025

B. BÜTTNER, A. STEINGRUBE, D. SCHMIDT, K. GRASHOF, **Wärmewende im Quartier**, FVEE Jahrestagung 2025, Berlin, Germany, 07.-08.10.2025

H.-P. EBERT, **Intercomparison of the Specific Heat Capacity of Heat Transfer Fluids**, 23rd Meeting of the International Association for Transport Properties, Bremen, Germany, 05.07.2025

F. LOTTER, M. WIENER, **Carbon xerogels for high temperature insulation applications**, 3rd Aerogel Industry-Academia Forum, Dübendorf, Switzerland, 13.06.2025

F. LOTTER, M. WIENER, **Reinforced carbon xerogels for extreme high temperature insulation applications**, Workshop Aerogel insulation for aerospace and industrial applications, Würzburg, Germany, 24.05.2025

J. MANARA, T. STARK, M. ARDUINI, A. GÖBEL, M. BRÜTTING, J. POPP, A. NARYMANY SHANDY, M. ZIPF, J. HARTMANN, H.-P. EBERT, **Passive Radiative Cooling Materials: Classification of Materials and Characterization Methods**, TEMPMEKO - ISHM 2025, Reims, France, 20.-24.10.2025

J. MANARA, T. STARK, M. ARDUINI, A. GÖBEL, M. BRÜTTING, J. POPP, A. NARYMANY SHANDY, M. ZIPF, J. HARTMANN, H.-P. EBERT, **Passive Strahlungskühlung: Charakterisierung von Materialien und Methoden zur Bestimmung der Kühlleistung**, Jahrestagung 2025 des AK Thermophysik in der GEFTA, Berlin, Germany, 08.-09.04.2025

J. MANARA, **Thermophysical Characterization Methods**, Workshop Aerogel insulation for aerospace and industrial applications, Würzburg, Germany, 24.05.2025

P. OSGYAN, F. LOTTER, K. NIEDERMEIER, D. SCHÜWER, **Wettbewerbsvorteil durch Erhöhung der Effizienz thermischer Prozesse**, FVEE Jahrestagung 2025, Berlin, Germany, 07.-08.10.2025

J. POPP, J. MANARA, F. HEMBERGER, J. HARTMANN, **Sub-Micrometer thermal diffusivity measurement based on modulated laser excitation and AFM**, TEMPMEKO - ISHM 2025, Reims, France, 20.-24.10.2025

J. POPP, J. MANARA, F. HEMBERGER, J. HARTMANN, **Sub-micrometer thermal diffusivity measurement method based on modulated laser excitation and atomic-force-microscopy**, 14th Asian Thermophysical Properties Conference (ATPC), Shanghai, China, 17.-21.10.2025

M. RAGWITZ, H.-P. EBERT, A. BETT, **Die Rolle der Energieforschung für eine erfolgreiche Energiewende**, FVEE Jahrestagung 2025, Berlin, Germany, 07.-08.10.2025

C. SCHERDEL, G. REICHENAUER, S. VIDI, E. WOLFRATH, **Silica aerogels with structural sizes varied over two decades**, 11th European Silicon Days, Salzburg, Austria, 14.-16.07.2025

C. SCHERDEL, F. HEMBERGER, F. LOTTER, **Wasserstoffanalytik am CAE**, 11. Online-Speed-Pitching: Bayerische Wasserstoff-Forschungslandschaft, online, Germany, 14.05.2025

A. SHANDY, F. HEMBERGER, M. ZIPF, T. STARK, J. MANARA, J. HARTMANN, **Entwicklung eines Vorderseitenmodells für die Laser-Flash-Analyse**, Jahrestagung 2025 des AK Thermophysik in der GEFTA, Berlin, Germany, 08.-09.04.2025

M. ZIPF, A. SHANDY, J. MANARA, F. HEMBERGER, J. HARTMANN, **Hochtemperatur-Materialuntersuchungen mit der OptiMa-Apparatur**, Jahrestagung 2025 des AK Thermophysik in der GEFTA, Berlin, Germany, 08.-09.04.2025

## Weitere Veröffentlichungen

A. ADIBEKYAN, A. ANDERSSON, M. ARDUINI-SCHUSTER, C. CUCCHI, J. HAMEURY, M. KAMML, J. MANARA, R. RAZOUK, C. SPRENGARD, L. PATTELLI, C. MONTE, **Good practice guide on the conversion of near-normal directional emissivity into hemispherical emissivity with a target uncertainty of below 5 % taking into account the IR (2.5  $\mu\text{m}$  - 50  $\mu\text{m}$ ) spectral region**, Project 21GRD03 PaRaMetriC, Work Package #3, Activity 3.2.6: 5th Technical Deliverable, Zenodo, 30.09.2025

A. ADIBEKYAN, C. ALONSO, M. ARDUINI-SCHUSTER, M. N. ASSIMAKOPOULOS, O. BAZKIR, C. BELOTTI, J. CAMPOS-ACOSTA, C. CUCCHI, C. EFTHYMIU, A. FERRERO, B. FRUTOS, J. HAMEURY, M. KAMML, J. MANARA, F. MANOCHERI, F. MARTÍN-CONSUEGRA, A. NAESBY RASMUSSEN, L. PALCHETTI, D. PAPADAKI, G. PEREZ, R. RAZOUK, C. SPRENGARD, L. PATTELLI, C. MONTE, **Report on the validated reference techniques used for emittance and reflectance measurements of PRC materials in the spectral range 0.25  $\mu\text{m}$  - 50  $\mu\text{m}$ , with a target uncertainty below 3 % for emissivity and absorptivity**, Project 21GRD03 PaRaMetriC, Work Package #3, Activity 3.1.11: 4th Technical Deliverable, Zenodo, 30.09.2025

A. ALONSO, M. ARDUINI-SCHUSTER, P. ASINARI, M. N. ASSIMAKOPOULOS, C. CUCCHI, E. CHIAVAZZO, C. EFTHYMIU, M. FASANO, D. FORTE, B. FRUTOS, E. GONZÁLEZ, J. MANARA, F. MARTÍN-CONSUEGRA, M. MORCIANO, D. PAPADAKI, G. PEREZ, W. SCHMIDT, C. SPRENGARD, L. PATTELLI, J. HAMEURY, **Report on the expected energy savings potential in the EU area and projected mitigation of the heat-island effect in urban areas for different types of PRC materials taking into account thermal modelling and the associated tolerances of each material**, Project 21GRD03 PaRaMetriC, Work Package #2, Activity 2.3.5: 3rd Technical Deliverable, Zenodo, 29.09.2025

S. BRAXMEIER, G. REICHENAUER, F. LOTTER, L. ULLERICH, H.P. EBERT, A. LINSENMEYER, S. HÖRLIN, S. EHRLICHER, P. GERLACH, J.P. SCHLEE, P. IONESCU, J. KNOBLACH, M. KÖBLER, A. DIETZ, **NetPVStore - Entwicklung eines netzdienlichen Photovoltaik-Speicher-Systems unter Einsatz von Ultrakondensatoren**, Schlußbericht zum BMWE-Verbundprojekt NetPVStore TIB, Hannover, 29.09.2025

K. KLEMT-ALBERT, F. EDENHOFNER, A. ZAUN, S. RAHNAMA, B. LIM, W. MANDOW, F. GIOVANNETTI, W. KÖRNER, S. WEISMANN, R. PECHÉ, M. SEITZ, V. AIGBEGHIAN, K. BAUMANN, K. WAMBACH, T. MAIER, T. PULLMANN, M. FLASSKAMP, M. BEYERSDORFFER, N. REIMER, J. RAMHORST, **BIMPV Schlussbericht - Retrospektiver BIM-Ansatz zur lebenszyklusorientierten Integration von BIPV-Systemen in der Gebäudehülle**, Schlußbericht zum BMWE-Verbundprojekt BIMPV, TIB Hannover, 01.02.2025

F. KLINKER, H. WEINLÄDER, M. KLÜPFEL, J. GRESS, G. SONNENREIN, T. BRUST, C. GARTENMEISTER, J. HÖLSCHER, M. GRABO, D. KÖHL, J. KOKOSKA, J. KRUCK, J. RENZ, **RENBuild - Entwicklung und Monitoring eines Gesamtsystems zur kombinierten regenerativen Versorgung von Gebäuden mit Wärme, Kälte, Strom und Frischluft**, Schlußbericht zum BMWE-Verbundprojekt RENBuild, TIB Hannover, 17.09.2025

G. LOPARDO, F. GIRARD, F. BERTIGLIA, M. FLORIO, G. BRACCIALARGHE, F. SANTORO, D. GIRAUDI, C. ALONSO, M. ARDUINI-SCHUSTER, O. BAZKIR, C. CUCCHI, B. FRUTOS, E. GONZÁLEZ, J. JARAMILLO-FERNANDEZ, M. KAMML, F. MARTÍN-CONSUEGRA, A. LLADOS FLORES, G. PEREZ, C. SPRENGARD, J. WERLE, L. PATTELLI, J. MANARA, **Good practice guide for on-site performance assessment of PRC materials, with recommendations on how to monitor relevant ambient parameters, to achieve a target uncertainty below 10 % for the figures of merit**, Project 21GRD03 PaRaMetriC, Work Package #4, Activity 4.2.8: 8th Technical Deliverable, Zenodo, 30.09.2025

J. MANARA, A. ADIBEKYAN, C. CUCCHI, A. GÖBEL, M. KAMML, C. SPRENGARD, L. PATTELLI, C. MONTE, **Report on transient methods optimised for determining thermal conductivity of thin films or coatings of PRC materials with a target uncertainty below 10 %**, Project 21GRD03 PaRaMetriC, Work Package #3, Activity 3.3.3: 6th Technical Deliverable, Zenodo, 30.09.2025

F. SCHELLER, A. PÜTTNER, D. THRÄN, J. HILDEBRAND, C. RÖSCH, **Akzeptanz beschleunigt, Gesetze auch: Lenkt die Akzeptanzforschung überhaupt die Gesetze der Energiewende?**, Tagungsband FVEE-Jahrestagung 2024, Berlin, 08.-09.10.2024, 22-29

G. STREIB, B. BÜTTNER, P. ENGELMANN, K. GAPP-SCHMELING, K. GRASHOF, F. HÜESKER, **Wärmewende und energetische Sanierung im Quartier**, Tagungsband FVEE-Jahrestagung 2024, Berlin, 08.-09.10.2024, 77-80

M. STUDTRUCKER, C. HÖCHNER, F. SCHELLER, **CAE bewertet Batteriespeicherpotenziale für Karl Endrich**, Wirtschaft in Mainfranken, 11/2025, 52

## Poster

D. HÖFFLIN, C. SAUER, A. SCHIFFLER, J. HARTMANN, **In-Situ Thermography for Additive Manufacturing by Powder Bed Fusion**, TEMPMEKO – ISHM 2025, Reims, France, 20.-24.10.2025

F. LOTTER, C. SCHERDEL, **SAXS: A Powerful Tool for Structural Characterization of Particulate and Porous Material Systems**, International Congress on Particle Technology (PARTEC), Nürnberg, Germany, 23.-25.09.2025

A. NARYMANY SHANDY, M. ZIPF, F. HEMBERGER, J. MANARA, T. STARK, J. HARTMANN, **Front Surface Laser Flash Analysis Model Development**, TEMPMEKO – ISHM 2025, Reims, France, 20.-24.10.2025

C. STRASSER, J. HARTMANN, **Simulation of the Curing Process of an Epoxy Resin for the Production of Large Parts**, TEMPMEKO – ISHM 2025, Reims, France, 20.-24.10.2025

M. ZIPF, A. NARYMANY SHANDY, J. MANARA, F. HEMBERGER, J. HARTMANN, **Optical Differential Scanning Calorimetry Setup for High Temperature Material Science**, TEMPMEKO – ISHM 2025, Reims, France, 20.-24.10.2025

## Weitere Veranstaltungen

B. BÜTTNER, **Gebäude und Quartiere im Wandel: Ganzheitliche Aspekte für die Energiewende**, 4. KlimaSchutzKongress, Würzburg, Germany, 29.03.2025

CAE-Workshop auf dem Klima-Schutz-Kongress, Würzburg, Germany, 29.03.2025

B. BÜTTNER, **Wärmewende im Quartier: Wie technologische Innovation und wirtschaftliche Transformation zusammenfinden**, CAE Connect, Würzburg, Germany, 26.06.2025

Sitzung des Arbeitskreises Thermophysik an der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PtB), Berlin, Germany, 08.-09.04.2025

H.-P. EBERT, **CAE Beyond the Borders**, Kick-Off: „Allianz New Space Mainfranken“, Würzburg, Germany, 11.12.2025

Internationaler ISBA-Workshop „Aerogel Insulation for Aerospace and Industrial Applications“ am CAE, Würzburg, Germany, 24.04.2025

H.-P. EBERT, **Klimawandel und Energiewende – global und lokal**, Klimawandel und Energiewende – global und lokal, Würzburg, Germany, 07.05.2025

CAE-Connect-Tag am CAE, Würzburg, Germany 26.06.2025

H.-P. EBERT, **Von der Idee zum Produkt: Innovationstransfer in die Praxis**, CAE Connect, Würzburg, Germany, 26.06.2025

FVEE-Jahrestagung – Energieforschung für den Wirtschaftsstandort Deutschland, Berlin, Germany 7.-8.10.2025

H.-P. EBERT **Wärmepumpe mit Dachabsorber und Phasenwechsel-Speicher – Forschung für die Wärmewende am CAE**, Würzburger Wärmepumpenwoche, Würzburg, Germany, 22.10.2025

Innovation-Impulstag der SWISSLife Deutschland am CAE, Würzburg, Germany, 09.10.2025

Vortrag im Rahmen des Kick-Off der Allianz New Space Mainfranken, Würzburg, Germany, 11.12.2025

J. HARTMANN, **Materialforschung für die Energiewende**, CAE Connect, Würzburg, Germany, 26.06.2025

J. MANARA, **Thermophysikalische Charakterisierung in einem weiten Temperatur- und Druckbereich**, Zweite Netzsch-Hausmesse 2025, Selb, Germany, 13.-14.05.2025

F. SCHELLER, **Flexibel steuern, klug speichern – wie sich Unternehmen mit intelligenten Strategien auf Markt, Redispatch und Netzdienlichkeit vorbereiten**, CAE Connect, Würzburg, Germany, 26.06.2025

# Mitarbeit in Gremien

---

## M. BRÜTTING

Vertreter des CAE, International Energy Agency IEA, IEA SHC Task 74/ES Task 48

Vertreter des CAE, RAL Gütegemeinschaft PCM e.V.

---

## B. BÜTTNER

Mitglied im Programmkomitee, FVEE Jahrestagung 2025

Vertreter des CAE, CapTech non Governmental Expert beim CapTech EnE, European Defence Agency

Vertreter des CAE, Zentrum Wasserstoffbündnis Bayern H2.B, Freistaat Bayern

Vertreter des CAE, International Vacuum Insulation Panel Association, VIPA International

Mitglied, Scientific Committee of the International Vacuum Insulation Symposium (IVIS)

---

## H.-P. EBERT

Mitglied, Advisory Committee of the PhD Course "Enzo Ferrari" in Mechanical and Vehicle Engineering, Università di Modena e Reggio Emilia

Mitglied, Beirat des Technologie- und Gründerzentrums Würzburg

Mitglied, Board of Governors der International Thermal Conductivity Conference (ITCC)

Jurymitglied, Bürgerenergiepreis Unterfranken, Bayernwerk

Mitglied, Stellv. Sprecher, Sprecher ab 01.08.2025, Direktorium des Forschungsverbands Erneuerbare Energien (FVEE), Berlin

Stellvertretender Vorsitzender, Energie- und Umweltausschuss der IHK Würzburg-Schweinfurt

Mitglied, International Organizing Committee, European Conference on Thermophysical Properties (ECTP)

Mitglied, Member of International Association for Transport Properties (IATP)

Mitglied, Industrie-, Technologie- und Forschungsausschuss der IHK Würzburg-Schweinfurt

Mitglied, Klimabeirat Stadt Würzburg

Vorsitz, Lenkungsausschuss Arbeitskreis Thermophysik, Gesellschaft für thermische Analyse e. V. (GEFTA)

Mitglied, Prüfungsausschuss Physiklaboranten der IHK Würzburg-Schweinfurt

Mitglied, Scientific Committee of the International Centre for Heat and Mass Transfer (ICHMT)

Tagungsleitung, FVEE Jahreskonferenz 2025, Berlin

Mitglied, Scientific Committee, WSED next! Conference

---

## J. HARTMANN

Mitglied, Arbeitskreis Thermophysik, Gesellschaft für Thermische Analyse e.V. (GEFTA)

Beirat, DIN-Normenausschuss Feinmechanik und Optik (NAFuO)

---

## F. LOTTER

Mitglied, International Aerogel Association, Hamburg

---

## J. MANARA

Mitglied, European Virtual Institute for Gas Turbine Instrumentation (EVI-GTI)

Mitglied, Fachausschuss VDI/VDE-GMA FA 4.63 „Strahlungsthermometrie und Thermografie“, Verein Deutscher Ingenieure e. V. (VDI)/Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e. V. (VDE)

Mitglied, International Advisory Board, IR-EMPOWER Workshop on Infrared Emissivity Measurements

---

## M. REIM

Mitglied, Bundesverband GebäudeGrün e.V.

---

## C. SCHERDEL

Stellvertretender Vorstand, International Aerogel Association, Hamburg

---

## S. WEISMANN

Vertreter des CAE, IBPSA-DACH, Regional Affiliate of the International Building Performance Simulation Association

---



# Dank

Wir danken unseren Mitgliedern für das Vertrauen und ihre stetige Unterstützung und unseren Kuratorinnen und Kuratoren für das Kümmern und den guten Rat.

Wir danken dem Bayerischen Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie und dem Bayerischen Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst für die wohlwollende Unterstützung.

Wir danken der Technischen Hochschule Würzburg-Schweinfurt und der Julius-Maximilians-Universität Würzburg für die exzellente Zusammenarbeit.

Wir danken den unterfränkischen Landtagsabgeordneten aller demokratischen Parteien herzlich für Ihr wohlwollendes Engagement für unser Forschungsinstitut. Sie haben damit maßgeblich dazu beigetragen unsere Arbeit voranzubringen. Im besonderen Maße danken wir Dr. Andrea Behr, Barbara Becker, Staatsminister a.D. Prof. Dr. Winfried Bausback, Björn Jungbauer sowie dem Haushaltsausschuss des Bayerischen Landtages für die wertvolle Unterstützung.

Wir danken folgenden Fördergebern für die Gewährung von Forschungsfördermitteln:

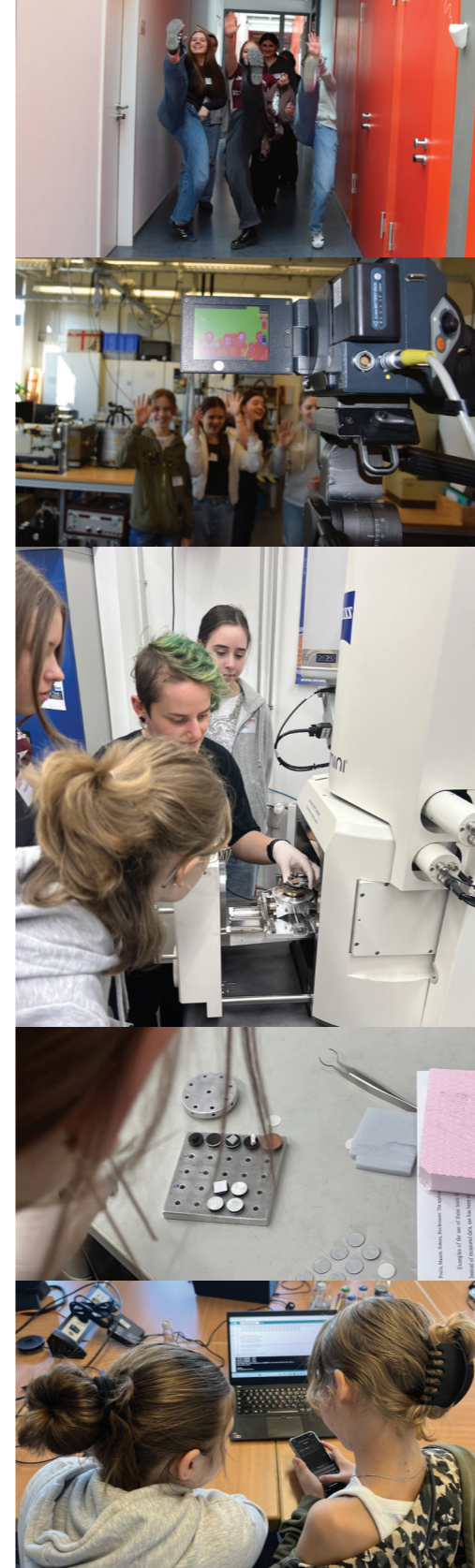
- Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz,
- Bayerisches Staatsministerium für Wohnen, Bau und Verkehr,
- Bayerische Forschungstiftung,
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie,
- Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt
- Deutschen Bundesstiftung Umwelt und der Europäischen Union.

Gleichermaßen danken wir den Projektträgern AIF, DLR, PtJ, VDI/VDE für die sehr gute administrative Zusammenarbeit sowie die Unterstützung der Bürgerstiftung Würzburg und Umgebung für die Erweiterung der Ausstellung KLIMA-UMWELT-ENERGIE.

Bedanken möchten wir uns auch ganz herzlich bei allen Projekt- und Geschäftspartnern für das entgegengebrachte Vertrauen.

Ein Dank auch an die Personen, die unsere Forschungsarbeit mit Spenden oder anderweitig mit ihrem persönlichen Engagement im vergangenen Jahr unterstützten.

Last but not least, ein ganz herzliches Dankeschön an unsere Mitarbeitenden für ihre außerordentlich hohe Motivation, ihre einzigartige Expertise und die damit erbrachten Spitzenleistungen. Ein besonderer Dank auch an deren Familien und Partnerinnen und Partner für ihr Verständnis und geleistete Unterstützung.



# Energieforschung für unsere Zukunft, Wissen und Bildung als Zukunftsinvestition!

Mit Ihrer Hilfe unterstützen Sie die allgemeinen Forschungsarbeiten und den Bildungsauftrag des CAE. Jetzt direkt online spenden und somit unsere gemeinnützigen Aktivitäten fördern.



## Ihre Spende bewirkt, dass wir auch in Zukunft

- allgemeine Forschungsarbeiten mit hoher Qualität für eine CO<sub>2</sub>-neutrale Energieversorgung durchführen können,
- Schulbesuche und Veranstaltungen, wie z.B. den Tag der offenen Tür kontinuierlich mit hoher Qualität weiterführen können,
- die Netzwerkarbeit sowie den gegenseitigen Erfahrungsaustausch mit MINT-Institutionen weiterführen und ausbauen können,
- die Ausstellung Klima-Umwelt-Energie, ihre Technik und die Ausstellungsinhalte auf dem neusten Stand halten können,
- Preise und Auszeichnungen für wissenschaftlichen Nachwuchs vergeben können.





Außenfassadenteststand zur Charakterisierung von Begrünungssystemen.

# Impressum

## Herausgeber

Center for Applied Energy Research e.V., Würzburg  
V.i.S.d.P.: Dr. Hans-Peter Ebert

## Vorstand

Geschäftsführender Vorstandsvorsitzender:  
Dr. Hans-Peter Ebert  
Vorstand und Wissenschaftlicher Leiter:  
Prof. Dr. habil. Jürgen Hartmann

## Redaktion, Bearbeitung und Design

Martina Vornberger, Lisa Schmid

## Textbeiträge und Grafiken

CAE Mitarbeitende

## Bildquellen

Fotos, soweit nicht anders angegeben, © CAE  
S. 7, S. 9 © Stefan Bausewein  
S. 18, S. 19 KI-generiert  
S. 26 © Priedemann  
S. 45 © Daniel Peter

Center for Applied Energy Research e.V.  
Magdalene-Schoch-Straße 3  
97074 Würzburg  
Tel: +49 (0) 931 705 64-0  
info@cae-zero-carbon.de  
Internet: www.cae-zero-carbon.de  
Folgen Sie uns auf LinkedIn:  
<https://www.linkedin.com/company/center-for-applied-energy-research>

Copyright  
Center for Applied Energy Research e.V. (CAE), Würzburg, März 2026

Das Kopieren und Weiterverwenden von Inhalten ohne  
Genehmigung des CAE ist nicht gestattet.

Druck:  
bonitasprint gmbh, Würzburg

