



Berner  
Fachhochschule



## BFH-CSEM-Zentrum Energiespeicherung

# Was uns auszeichnet

- 2 Das BFH-CSEM-Zentrum Energiespeicherung entwickelt Lösungen für die Energieversorgung von morgen. Mit diesen lassen sich erneuerbare Energien aus dezentraler Produktion in das Versorgungsnetz integrieren und fossile Treibstoffe im Verkehr ersetzen. Ziel ist, das Potenzial nachhaltiger Energiequellen wie Photovoltaik und Wind besser auszuschöpfen.

Das BFH-CSEM-Zentrum Energiespeicherung vereint mehrere Forschungsgruppen der Berner Fachhochschule BFH und das Photovoltaik-Center des «Centre Suisse d'Electronique et de Microtechnique SA» (CSEM) in Neuenburg. Die Forschenden stellen sich den Herausforderungen rund um die Speicherung von elektrischer Energie für die Energieversorgung und Mobilität.

## Interdisziplinär und vernetzt

Die Bündelung der Kompetenzen aus Energieforschung, Wirtschaft und informatikgestütztem Management schafft die Grundlagen für eine ganzheitliche Betrachtung der Energiespeichertematik unter einem Dach. Damit fördert das BFH-CSEM-Zentrum Energiespeicherung interdisziplinäre Kooperationen, sichert den Kompetenzaufbau, verstärkt den Wissens- und Technologietransfer und erschliesst neue Bereiche der Energieforschung.

Von grossem Nutzen ist das Engagement der BFH in den Swiss Competence Centers for Energy Research (SCCER) «Storage», «Mobility» und «Grids». Diese Zusammenarbeit gewährleistet den Zugang zu den wichtigsten nationalen und internationalen Forschungsnetzwerken im Bereich Energiespeicherung und deren Anwendung. Davon profitieren insbesondere die externen Partner des BFH-CSEM-Zentrums Energiespeicherung.

## Umfassende Beratungskompetenz

Mit ihrer Tätigkeit verfolgen die Forschenden des BFH-CSEM-Zentrums Energiespeicherung das Ziel, Entscheidungsträger in Politik und Wirtschaft kompetent und umfassend in drei Hauptbereichen zu beraten:

- bei der Auswahl, der Entwicklung und dem Einsatz elektrischer Speicher für Energie- und Mobilitätsanwendungen,
- bei der bedarfsorientierten, kosten- und nutzenoptimierten Betriebsführung solcher Speichersysteme,
- bei der Bewertung von Investitionen in Anlagen zur Abstimmung von Stromangebot und -nachfrage unter Berücksichtigung der zu erwartenden Innovation und Kostendegression bei Speichersystemen.

Um dieses Ziel zu erreichen, hat die BFH zusammen mit dem CSEM eine der modernsten Laboreinrichtungen für die Speicherforschung in der Schweiz aufgebaut. Mit den Prüfanlagen für Batterien und Brennstoffzellen lassen sich Zellen und Module unter verschiedensten Umgebungsbedingungen für Anwendungen in der Energieversorgung und Mobilität vermessen und charakterisieren. Mit Hilfe des Prosumer-Labs können zudem alle Komponenten eines «Smart-Buildings» bis zu einer Anschlussleistung von 50 kW ausgetestet und ihr Zusammenspiel mit einem Energie-Manager optimiert werden.

## Forschung partnerschaftlich umsetzen

Das BFH-CSEM-Zentrum Energiespeicherung befindet sich in den Gebäuden des Switzerland Innovation Park Biel/Bienne – in unmittelbarer Nähe des Bieler Bahnhofs und des zukünftigen Campus der BFH.

Der Innovationspark vernetzt Unternehmen, Forschung sowie Spezialisten und schafft mit seiner hochmodernen Infrastruktur ein attraktives Umfeld für Innovationen. Dank dem Switzerland Innovation Park Biel/Bienne und der Nähe zu den Unternehmen lassen sich die Forschungsergebnisse des BFH-CSEM-Zentrums Energiespeicherung direkt und partnerschaftlich umsetzen.

Wir wollen Wissen hervorbringen und Technologien entwickeln, die dazu beitragen, die Nachhaltigkeit des schweizerischen Energiesystems zu gewährleisten.

# Herausforderung für die Gesellschaft

Effiziente Technologien zur Speicherung von Elektrizität sind für die Energie- und Mobilitätswirtschaft von grösster Bedeutung. Erst mit ihnen wird es möglich, den Energiebedarf von morgen abzudecken.

Die gesicherte Versorgung mit elektrischer Energie und ein hohes Mass an Mobilität sind wichtige Faktoren für die hohe Lebensqualität der Bevölkerung und für eine leistungsfähige Wirtschaft. Die dominierende Rolle der Kernenergie und der fossilen Energieträger wird von der Politik und der Gesellschaft aber zunehmend in Frage gestellt. Die damit verbundenen Risiken – nukleare Störfälle und atomare Endlagerung – sowie die Belastung der Umwelt durch Verbrennungsmotoren – Lärm, Abgase, Klimaerwärmung – erscheinen immer mehr Menschen inakzeptabel.

Das Umsteigen auf erneuerbare Energieträger und der Ersatz fossiler Treibstoffe durch CO<sub>2</sub>-frei erzeugten Strom sind grosse Herausforderungen. Von zentraler Bedeutung ist in diesem Zusammenhang der Einsatz elektrischer Energiespeicher, um die schwankende Verfügbarkeit von Wind- und Solarenergie auszugleichen.

## Expertise im Dienst der Energiestrategie 2050

Investitionen in erneuerbare Energien sind kapitalintensiv, und ihre Rentabilität stellt sich nur langfristig ein. Dies zwingt Investoren zu Entscheidungen, die sich auf Annahmen zur zukünftigen Auswirkung von Innovationen sowie auf Szenarien der Kosten- und Preisentwicklung stützen. Unsicherheiten in Bezug auf die Innovationsrate, die technologische Entwicklung,

das Marktwachstum, die Kostendegression und die nachfragebedingte Preissensitivität führen zu verzögerten Investitionsentscheidungen und zum Festhalten an bestehenden Systemen. All dies gefährdet das Erreichen der Ziele der Energiestrategie 2050 des Bundesrats.

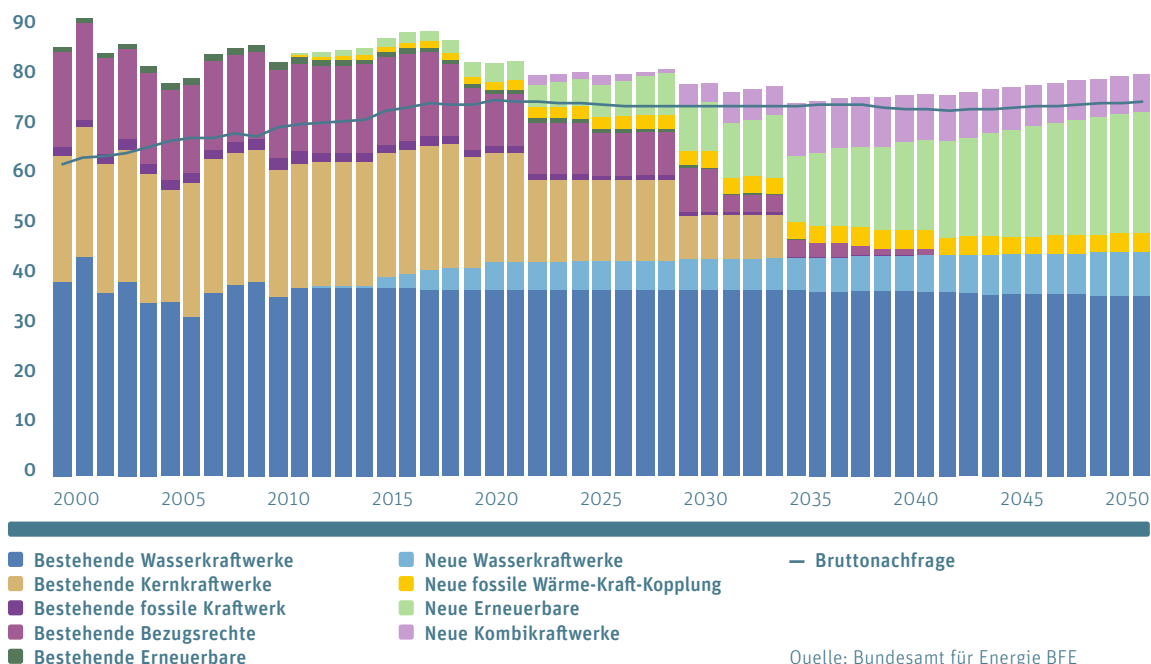
Genau hier setzt das BFH-CSEM-Zentrum Energiespeicherung an. Mit seinem interdisziplinären Ansatz verfolgt es die Strategie, die in den massgeblichen Bereichen bereits vorhandenen Kompetenzen zu bündeln. Das Zusammenspiel von Expertise in der Informationsverarbeitung, von profunder Kenntnis des Energiemarkts und von sozial- und wirtschaftswissenschaftlichem Know-how schafft die Voraussetzungen, um die Herausforderungen zu bewältigen.

## Grosse Aufgaben, grosse Ambitionen

Das BFH-CSEM-Zentrum Energiespeicherung hat sich zum Ziel gesetzt, einen Spitzenplatz auf dem Gebiet der Speichertechnologien in der nationalen Energieforschung zu erreichen. Dazu wird der Standort zu einem in der Schweiz einzigartigen Zentrum für die Kompetenzen an den Schnittstellen von Energiewirtschaft und Mobilität weiterentwickelt. Die Kooperation mit dem CSEM in Neuenburg und dem BKW Technologiezentrum in Nidau sind sichtbare Zeichen für die Akzeptanz der Forschungstätigkeit am BFH-CSEM-Zentrum Energiespeicherung.

## Prognose 2050 für den Ersatz von Nuklearenergie

in TWh



Erst Speichertechnologien ermöglichen die sinnvolle Nutzung der erneuerbaren Energien in der Energiewirtschaft und der Mobilität – sie sind deshalb ein Schlüsselement für eine nachhaltige Energiezukunft.

Quelle: Bundesamt für Energie BFE

# Elektrochemische Energiespeicher

- 4 Für den erfolgreichen Einsatz elektrischer Speicher ist die Charakterisierung und Modellierung elektrochemischer Speicherzellen entscheidend. Zudem gilt es, komplette Batterie- und Energiesysteme zu entwickeln und zu testen.

Gegenwärtig ist die Wirtschaft noch zurückhaltend beim Einsatz elektrochemischer Energiespeicher wie Lithium-Ionen-Batterien für mobile und stationäre Anwendungen. Die Forschenden im Bereich Elektrochemische Energiespeicherung wollen dazu beitragen, die Hemmschwelle zu senken. Verschiedene technische Aspekte der Batterien wie die Leistungsfähigkeit, die Zuverlässigkeit und die Lebensdauer sind dabei eine grosse Herausforderung. Es geht unter anderem darum, die optimalen Parameter zur Einbindung elektrochemischer Speichertechnologien in unterschiedlichste Anwendungen zu bestimmen. Dazu kommen zahlreiche Test- und Charakterisierungsmethoden zum Einsatz.

## Anspruchsvolles Batterie-Management

Den korrekten und sicheren Betrieb von elektrischen Speichersystemen gewährleisten Batterie- und Energiemanagementsysteme (BMS und EMS). Zu deren wichtigsten Funktionen gehören die Überwachung von Temperatur, Spannungen und Stromstärken, die Wartungsplanung, die Optimierung der Batterieleistung, die Vorhersage und /oder Vermeidung von Ausfällen sowie das Sammeln und Analysieren der Batteriedaten.

Die auf Batteriemangement-Systeme spezialisierten Forschenden entwickeln überaus effiziente und zuverlässige Hard- und Software für solche BMS und EMS. Zu diesem Zweck testen, entwickeln und validieren sie modellbasierte Softwarealgorithmen und individuelle Hardware für unterschiedlichste Batterieanwendungen.

Kontakt:

Prof. Dr. Andrea Vezzini, Leiter BFH-CSEM-Zentrum Energiespeicherung,  
Leiter Labor für Batterien und Speichersysteme,  
Institut für Energie- und Mobilitätsforschung IEM, BFH  
andrea.vezzini@bfh.ch

Wir prüfen und charakterisieren Batterien und machen Speichersysteme mit unseren Schaltungen und unserer Software sicher.



Die experimentelle Charakterisierung von Speichern dient als Basis für die Entwicklung von Batteriesystemen für Heimspeicher und die Elektromobilität.



# Fertigungstechnologien

5

Die Herstellung von Batterien gehört zu den Schlüsseltechnologien, um die Ziele der Energiewende zu erreichen. Die Spezialisten für Fertigungstechnologien optimieren den Produktionsprozess und tragen zur Entwicklung von effizienteren und robusteren Maschinen bei.

Leistungsstarke, sichere und preiswerte Energiespeichersysteme sind unverzichtbar für die emissionsfreie Mobilität und ganz allgemein für die Energiewende. Damit sich diese Technologie durchsetzt, müssen erst noch geeignete Produktionsmethoden entwickelt werden. Sie müssen die Massenfertigung von Batterien mit hoher Leistungsdichte und von höchster Qualität ermöglichen.

Die Spezialisten für Fertigungstechnologien entwickeln Produktionsmethoden für Batteriezellen, um den Prozess robuster und effizienter zu gestalten. Sie stellen ihr Wissen für den Aufbau und die Optimierung von Produktionsanlagen direkt der Schweizer Maschinenindustrie und den Batterieherstellern zur Verfügung.

## «Industrie 4.0»-Fertigungsumgebung

Erst das Zusammenspiel verschiedener Disziplinen – Automatisierungs- und Steuerungstechnik, Datenkommunikation und Datenmanagement mit dem Maschinenbau – ebnet den Weg zu einer «Industrie 4.0»-Fertigungsumgebung. Schwerpunkte der Aktivitäten sind das Integrieren der Prozessschritte in den

ganzheitlich optimierten Fertigungsprozess sowie das Entwickeln von Produktionsmethoden und Maschinen zur Herstellung grossformatiger Batteriezellen. Ausserdem entwickeln die Forschenden flexible Schneidtechnologien für das Verarbeiten und Strukturieren von Elektroden mit Lasern.

Kontakt:

Prof. Dr. Axel Fuerst, Leiter Forschungsgruppe Mechatronische Systeme, Institut für Intelligente Industrielle Systeme I3S, BFH  
axel.fuerst@bfh.ch

Technologien zur Batterieherstellung sind die Schlüsselkomponenten der elektrischen Energiespeicher. Wir entwickeln und optimieren sie.



Gelaserte Stromableiter: Die Laserautomation ist vollständig parameterbasiert und ermöglicht eine flexible Geometrie.

# Wasserstoffsysteme

- 6 Die Spezialisten verfügen über das umfassende Wissen, wie wasserstoffbasierte Energiesysteme optimal ausgelegt, sicher und effizient betrieben werden. Ihre Brennstoffzellensysteme sind in zahlreichen Projekten für mobile Anwendungen erprobt.

Wasserstoff ist die reinste Form von Energie und wird langfristig die fossilen Energieträger ersetzen. Elektrolyseure und Brennstoffzellen sind die notwendigen Energiewandler zwischen Strom und Wasserstoff. Diese Technologien weisen eine hohe Energieeffizienz auf, sind relativ einfach aufgebaut und haben nur minimale Auswirkungen auf ihre Umgebung.

## Grosses Know-how für Bau und Betrieb

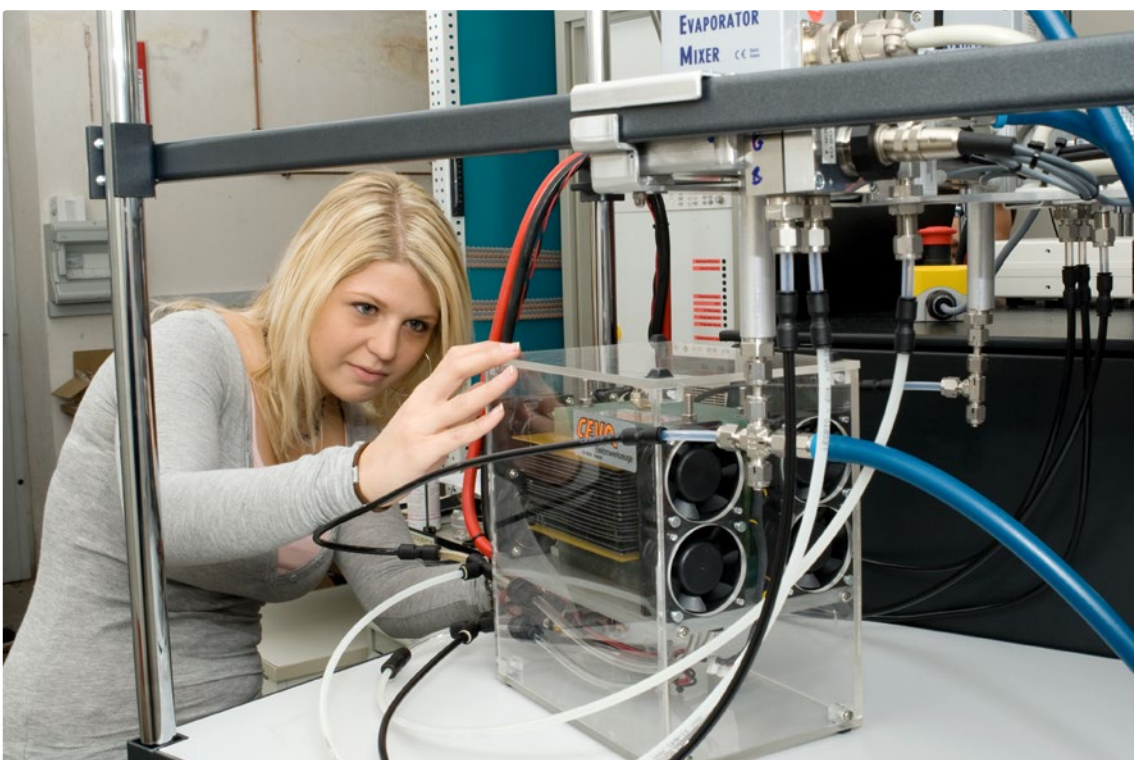
Die Mitarbeitenden des Labors entwickeln und bauen Brennstoffzellen nach ihrem eigenen, prämierten Konzept IHPoS (Independent Hydrogen Power System). Dabei stellen sie eine kostenoptimierte Gasperipherie zusammen und integrieren die Brennstoffzellen platzsparend und unter Berücksichtigung der Wärmeflüsse. Wichtig für eine hohe Effizienz über eine lange Lebensdauer ist die Art und Weise, wie ein Brennstoffzellensystem betrieben wird. Das fundierte Know-how, wie Brennstoffzellen gestartet, betrieben und abgeschaltet werden müssen, beruht auf Langzeiterfahrungen und ausgedehnten Feldtests. Zahlreiche Funktionalitäten in den Managementsystemen gewährleisten die optimale Einbindung der Brennstoffzellen in komplexe Energiesysteme.

Voraussetzung für die Marktdurchdringung von Wasserstoffsystemen und ihrer Speicher ist eine massentaugliche und kosteneffektive Herstellung. Mit Hilfe von Stromspeichern lassen sich die Systeme individuell an den Energie- und Leistungsbedarf der Applikationen und die Umgebungsbedingungen anpassen. Die moderne Laborinfrastruktur deckt einen Leistungsbereich von einigen 100 Watt bis zu wenigen Kilowatt ab. Damit eignen sich die Systeme optimal für die portable und mobile Stromerzeugung.

Kontakt:

Prof. Michael Höckel, Leiter Labor für Wasserstoffsysteme und Leiter Labor für Elektrizitätsnetze, Institut für Energie- und Mobilitätsforschung IEM, BFH, michael.hoeckel@bfh.ch

Wir entwickeln Brennstoffzellen und Elektrolyseure und kombinieren sie mit Speichern zu modernen Wasserstoffsystemen.



Ein Stack vom Typ IHPoS ist an den Teststand für PEM-Brennstoffzellen angeschlossen, um den Einfluss verschiedener Betriebsbedingungen auf sein Langzeitverhalten zu untersuchen.

# Elektrizitätsnetze

7

Zunehmende Schwankungen bei der Energieerzeugung und beim Verbrauch erfordern eine bessere Kenntnis der Stromnetze. Flächendeckende Messkampagnen liefern die nötigen Informationen, um exakte Netzmodelle zu bauen und Zukunftsszenarien zu analysieren.

Die Stromversorgung befindet sich im Wandel. Aufgrund des wachsenden Anteils fluktuierender erneuerbarer Energien wie Wind- und Solarstrom kommt es vermehrt zu erzeugungsbedingten Schwankungen im Elektrizitätssystem. Gleichzeitig werden die Betriebselemente zunehmend dynamischer beansprucht und das Verhalten der angeschlossenen Anlagen wird vielschichtiger. Dadurch kommt das Stromversorgungssystem an die Belastungsgrenzen. Um den sicheren Betrieb zu gewährleisten, gilt es die Netzurückwirkungen der Kundenanlagen zu kennen und ihre Wechselwirkung über das Elektrizitätsnetz zu verstehen.

## Detaillierte Einblicke in die Netze

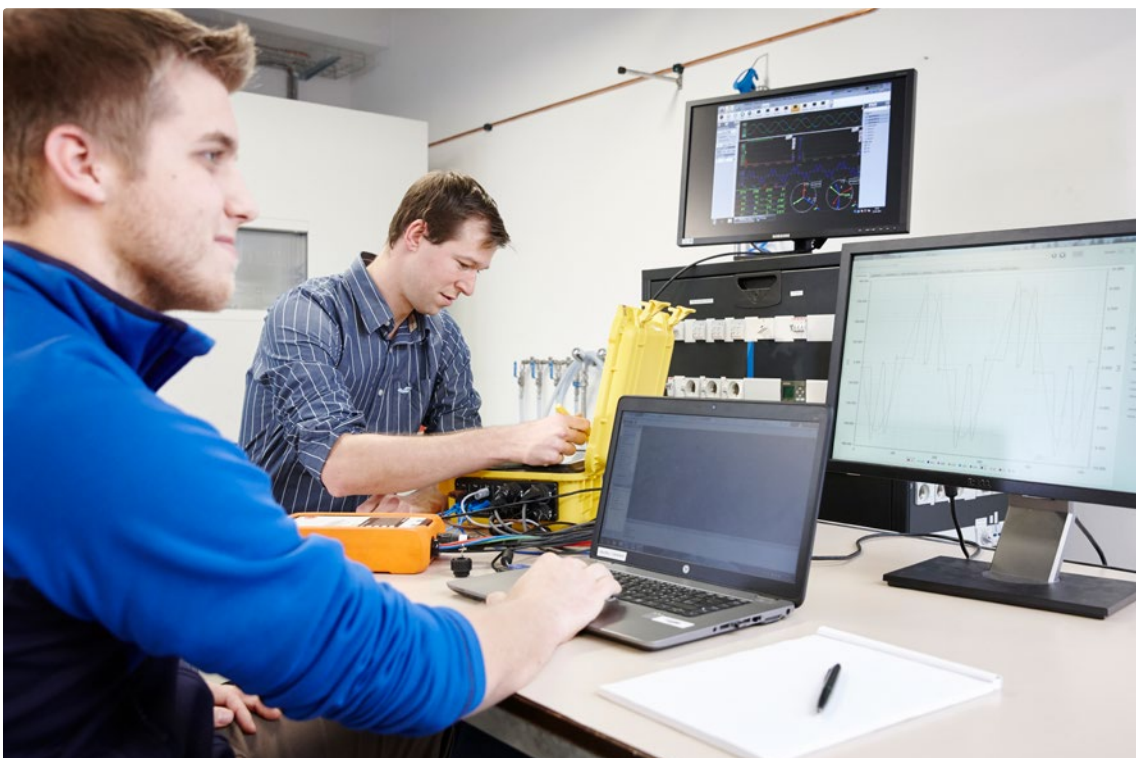
Mit ihrem breit gefächerten Gerätepark messen und modellieren die Ingenieure und Ingenieurinnen der BFH die Stromversorgungsqualität in Verteil- und Kraftwerksnetzen, insbesondere in solchen mit dezentraler Stromerzeugung. Damit verschaffen sie sich ein Bild über den Belastungsverlauf, die Spannungsqualität und das Schwingungsverhalten in den Verteilnetzen der Partner. Für die Modellbildung und Analyse von Netzen stehen spezifische Simulationstools zur Verfügung. So lassen sich mit Hilfe von validierten Modellen von Netzelementen und Kundenanlagen belastbare Analysen von Szenarien durchführen.

Die Forschenden können daraus Empfehlungen ableiten, die dazu beitragen, dass Stromnetze sicher betrieben und besser ausgelastet werden. Dies senkt die Netzkosten.

Kontakt:

Prof. Michael Höckel, Leiter Labor für Wasserstoffsysteme und Leiter Labor für Elektrizitätsnetze, Institut für Energie- und Mobilitätsforschung IEM, BFH, michael.hoeckel@bfh.ch

Wir messen und modellieren Stromversorgungsnetze, um das stationäre und dynamische Verhalten sowie die Spannungsqualität beurteilen zu können.



Am Power Quality Simulator lässt sich die Empfindlichkeit von Kleingeräten auf Netzqualitätsprobleme und deren Einflüsse auf das Stromnetz untersuchen.







# Photovoltaik

Die BFH verfügt über langjährige Erfahrung auf dem Gebiet der Photovoltaik-Systemtechnik. Zusammen mit dem PV-Center CSEM beherrscht sie die Photovoltaik-Wertschöpfungskette von der Zelle bis zur Integration. Die beiden Partner positionieren sich an der Spitze der Energiespeicher-Forschung, die von zunehmender Bedeutung für die Photovoltaik ist.

## Solarenergie an der BFH

Die Photovoltaik (PV) gewinnt mit der Energiestrategie 2050 an Bedeutung. Die BFH verfügt dank ihrer langjährigen Forschungstätigkeit auf dem Gebiet der PV-Systemtechnik über ein grosses Know-how. Die Arbeiten über Solarwechselrichter, den Langzeitbetrieb, die Qualitätssicherung und die Brandprävention bei PV-Anlagen sowie zahlreiche Fachbücher und Publikationen finden über die Grenzen der Schweiz hinaus Beachtung.

Die erfahrenen Ingenieure und Ingenieurinnen forschen aktuell zu verschiedenen Themen. Zu diesen gehören die Langzeitmessung und die Qualitätssicherung von PV-Anlagen, die Messung von PV-Wechselrichtern (auch mit Batterien), die Integration der Photovoltaik in Gebäudehüllen sowie ihre Kombination mit Elektrofahrzeugen, Batterien und «smart users».

Eine grosse Herausforderung liegt darin, den Solarstrom effizient zu speichern, da seine Verfügbarkeit stark schwankt. In diesem Zusammenhang beschäftigen sich die Forschenden mit der Kombination von PV-Wechselrichtern mit stationären Speichern und entwickeln geeignete Messmethoden. Ausserdem begleiten sie die Normendiskussion. Weitere Schwerpunkte der Forschungs- und Entwicklungstätigkeit sind die Integration mobiler Batterien – etwa von E-Mobilen – sowie der Einsatz neuer Batteriesysteme in netzunabhängige Photovoltaik-Systeme.

**Wir testen Solarwechselrichter mit Batterien und entwickeln die dafür benötigte Messinfrastruktur.**

## Strategische Forschungspartnerschaft mit dem PV-Center CSEM

Dank der Unterstützung des Bundes arbeitet das PV-Center des CSEM seit 2013 als nationales Photovoltaik-Kompetenzzentrum. Seine Aufgabe ist es, die Schweizer Industrie mit technologischen Innovationen zu beliefern und zur Entwicklung einer Energieversorgung mit 100 Prozent erneuerbarer Energien beizutragen.

Das PV-Center des CSEM gliedert sein wissenschaftliches Programm in drei Bereiche, die den Hauptteil der Photovoltaik-Wertschöpfungskette abdecken: Materialien und Dünnschicht-Vorrichtungen, PV-Zellen und -Module sowie Energie-Systeme. In enger Zusammenarbeit mit der ETH und einem Netzwerk von Industriepartnern hat das PV-Center des CSEM bereits beachtliche Ergebnisse vorzuweisen: industriefertige Solarzellen mit einem Wirkungsgrad über 22 Prozent, eine Rekord-Zelle (aus zwei Halbleitern) mit mehr als 30 Prozent Wirkung, erste funktionsfähige weisse Module sowie stabile Mikro-Netzwerke mit PV-Einspeisung.

**Mit Speicherlösungen optimieren die Ingenieure des PV-Centers CSEM den Einsatz von Solarenergie.**

Die Energiespeicherung mittels Batterien ist für den wirtschaftlichen Einsatz der Photovoltaik von grosser Bedeutung, weil sie Produktionsschwankungen auffangen und so die Energieautonomie der Endverbraucher sicherstellen kann. In diesem Zusammenhang entwickelt das CSEM im BFH-CSEM-Zentrum Energiespeicherung fortgeschrittene Testmethoden und Modellierverfahren. Mit diesen werden das technische und wirtschaftliche Potenzial von Speichern eruiert und intelligente Controller für die Integration von Batterien und Superkondensatoren in die PV-Produktion entwickelt.

### Kontakte:

- Prof. Urs Muntwyler, Leiter Labor für Photovoltaiksysteme, Institut für Energie- und Mobilitätsforschung IEM, BFH  
urs.muntwyler@bfh.ch
- Prof. Dr. Christophe Ballif, Direktor PV-Center CSEM SA  
christophe.ballif@csem.ch

# Mobilität

- 10 Auf dem Weg zum massentauglichen Elektrofahrzeug ist die Entwicklung leistungsstarker und wirtschaftlicher Energiespeicher die grösste Herausforderung. Bei der Konzeption solcher Anwendungen hat die Auslegung und Integration der Traktionsbatterie eine zentrale Bedeutung.

Ob auf der Strasse, auf Schienen, in der Luft oder zu Wasser: Dank leistungsfähiger Lithium-Zellen drängen Elektrofahrzeuge mehr und mehr in den Markt. Angesichts der heutigen umweltpolitischen Herausforderungen liegen die Vorteile elektrischer Antriebe auf der Hand. Strom, der Treibstoff für Elektrofahrzeuge, kann aus praktisch jeder Primärenergiequelle gewonnen werden. Erneuerbare Energie aus Wasser-, Wind- und Solaranlagen steht auch in der Schweiz in ausreichender Menge zur Verfügung und lässt sich nachhaltig nutzen.

## Know-how für wirtschaftliche Lösungen

Insbesondere für mobile Anwendungen bleibt die begrenzte Möglichkeit zur Speicherung von elektrischer Energie die grösste Hürde. Dennoch ermöglicht die chemische Energiespeicherung heute in vielen Fällen wirtschaftliche Lösungen, sofern die Batterie optimal auf die entsprechende Anwendung ausgelegt ist.

Mit ihrem breiten Batterie-Know-how leisten die Forschenden innerhalb des BFH-CSEM-Zentrums Energiespeicherung einen wichtigen Beitrag zur Konzeptionierung optimaler Energiespeicher für die Mobilitätsanwendungen der Industriepartner. Sie erfassen Daten und analysieren charakteristische Fahrzeugkenngrössen, modellieren Fahrzeuge und bestimmen anwendungstypische Lastprofile, und sie ermitteln optimale Batteriegrössen. Damit sind sie in der Lage, Fahrzeuge unter Berücksichtigung der Normen und Vorschriften zu elektrifizieren.

## Kontakt:

Prof. Peter Affolter, Leiter Labor für Fahrzeugelektronik,  
Institut für Energie- und Mobilitätsforschung IEM, BFH  
peter.affolter@bfh.ch

Wir bestimmen die Anforderungen an Batterien für Fahrzeuge und integrieren diese gemäss den gängigen Vorschriften.



Damit Fahrzeuge wirtschaftlich elektrifiziert werden können, muss der Energiebedarf des Antriebs sowie der Nebenaggregate präzise bestimmt werden. Studierende der Automobilabteilung analysieren einen Hybrid-Kleintraktor.

# Innovationsmanagement, Betriebswirtschaft

Die Bearbeitung von betriebswirtschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen ist eine Voraussetzung für das Gelingen der Energiewende. Bei ihrer Tätigkeit für die Kunden aus Wirtschaft und Politik setzen die Forschenden organisations- und systemtheoretische Methoden sowie Werkzeuge der Energieinformatik ein. 11

Die Spezialisten für Unternehmens- und Ökosystementwicklung und informatikgestütztes Management des BFH-CSEM-Zentrums Energiespeicherung modellieren und simulieren für ihre Kunden komplexe politisch-ökonomische Fragestellungen. Ausserdem konzipieren sie Führungssysteme für die Energiespeicherung und für das Energiemanagement.

## Wir machen die Energiewende spürbar und führbar.

### Breit gefächerte Expertise

Die Kompetenzen der Forschenden umfassen eine Vielzahl von Aktivitäten in den Bereichen Managementforschung und Informatik. Die integrative Analyse von Innovationsökosystemen zur Verbreitung von Batteriespeicher-Technologien und Herstellungsverfahren erfolgt auf der Basis von Systemsimulationen. Zu analysieren ist zudem, inwiefern tarifliche, fiskalische oder technische Instrumente zur Verbrauchsoptimierung bei den Zielgruppen auf Akzeptanz stossen. Bestehende Geschäftsmodelle im Zusammenhang mit der Energiespeicherung werden Veränderungen erfahren. Sie müssen überprüft sowie – teilweise inkrementell, teilweise disruptiv – weiterentwickelt werden.

Mit staatlichen und privatwirtschaftlichen Auftraggebern definieren die Fachleute Leitlinien für die strategische Zielfindung und -umsetzung. Ausserdem sind Fragen rund um den Schutz der Privatsphäre des Individuums in «smarten» Energieverteilnetzen zu beantworten. Auch der Schutz von Kommunikations- und Führungsinfrastrukturen durch informationstechnische Verfahren ist ein wichtiges Aktionsfeld.

### Kontakte:

- Prof. Dr. Stefan Grösser, Stellvertretender Leiter BFH-CSEM-Zentrum Energiespeicherung und Stellvertretender Leiter des Instituts Unternehmensentwicklung der BFH [stefan.groesser@bfh.ch](mailto:stefan.groesser@bfh.ch)
- Prof. Dr. Michael Röthlin, Forschungsgruppe Information and Data Engineering, Institute for ICT-Based Management, BFH [michael.roethlin@bfh.ch](mailto:michael.roethlin@bfh.ch)

Unternehmen gewinnen, wenn sie frühzeitig die Komplexität ihres Innovationsökosystems erfassen und ziel führend beeinflussen. Dabei helfen wir mit konkreten Managementmethoden.



Diskussion um einen digitalen Prototyp eines simulierbaren Geschäftsmodells. Um komplexe Sachverhalte durchdringen zu können, muss Expertenwissen aus Wirtschaft und Technik zusammengeführt werden.



**Berner Fachhochschule**  
**BFH-CSEM-Zentrum Energiespeicherung**  
Aarbergstrasse 5  
CH-2560 Nidau  
energy@bfh.ch  
bfh.ch/energy

### **Leitung**

Prof. Dr. Andrea Vezzini  
andrea.vezzini@bfh.ch