



BFH-CSEM

Energy Storage Research Center ESReC



Berner Fachhochschule

► Institute for Energy and Mobility Research IEM



BFH-CSEM Energy Storage Research Center

Das 2014 neu gegründete Energy Storage Research Center ESReC ist ein Kompetenzzentrum der Berner Fachhochschule BFH für die Erforschung und Entwicklung von Speicher- und Wandlertechnologien, das in Zusammenarbeit mit der Partnerinstitution CSEM SA eingerichtet wurde.

Das ESReC hat zum Ziel, einen Spitzenplatz in der nationalen Energieforschung mit internationaler Ausstrahlung zu erreichen. Es vereint Forschende aus fünf Forschungsgruppen der BFH (vier des Institute for Energy and Mobility Research IEM und eine des Instituts für smarte Produktionssysteme ISP) und aus dem PV-center des CSEM.

Mit der Bündelung von Fachkenntnissen und Kompetenzen aus verschiedenen Forschungsbereichen fördert das ESReC interdisziplinäre Kooperationen, sichert den Kompetenzaufbau, verstärkt den Wissens- und Technologietransfer und eröffnet neue Bereiche der Energieforschung.

Das ESReC befindet sich im Gebäude der INNOCAMPUS AG in unmittelbarer Nähe des Bieler Bahnhofs und des zukünftigen Campus der Berner Fachhochschule. Rund zwanzig Mitarbeitende werden im ESReC auf ca. 100 m² Bürofläche und 220 m² Laborfläche tätig sein und die Infrastruktur gemeinsam nutzen.

Die Forschungsaktivitäten und Tätigkeitsfelder des ESReC sind in der folgenden Grafik dargestellt:



Interdisziplinäre Forschungsaktivitäten am ESReC

BFH: Elektrochemische Energiespeichersysteme



Dr. Andrea Vezzini
Leiter Forschungsgruppe Elektrochemische Energiespeichersysteme
Leiter BFH-CSEM Energy Storage
Research Center ESReC
Deputy Head SCCER Efficiency in Mobility

Die Einbindung effizienter Energiespeichertechnologien in die Energieinfrastruktur ist von grösster Bedeutung, um den künftigen Energiebedarf abzudecken. Aufladbare Batterien sind eine äusserst zuverlässige, umweltverträgliche und effiziente elektrochemische Speichertechnologie. Sie tragen dazu bei, die Stromnetze stabiler und flexibler zu machen, und ermöglichen es, ein zuverlässiges Stromversorgungsnetz zu entwickeln. Eine ebenso wichtige Rolle spielen sie in der zunehmenden Elektrifizierung der Mobilität, mit dem Ziel fossile Treibstoffe zu substituieren und damit einen entscheidenden Beitrag zur CO₂-Reduktion zu leisten.

Hauptbeitrag der Forschungsgruppe Elektrochemische Energiespeichersysteme zum ESReC ist, aufladbare Batterien auf Basis moderner Zellen (z.B. Lithium-Ionen-Zellen) zu entwickeln, die sich auf dem Energiemarkt für mobile und stationäre Anwendungen durchsetzen können. Zu den technischen Herausforderungen zählen Aspekte wie Leistung, Zuverlässigkeit und Lebensdauer. Am ESReC entsteht das grösste öffentliche Testzentrum der Schweiz für Zell- und Modultests. Mit über 55 Testkanälen lassen sich Zellen und Batteriemodule

auf die Parameter untersuchen, die für die Integration in stationäre und mobile Anwendungen für einen optimalen Batteriebetrieb nötig sind.

Aktivitäten und Kompetenzen

- Forschung an Lithium-Ionen-Zellen und Entwicklung von Lithium-Ionen-Batteriesystemen
- Untersuchung der Speicherung elektrischer Energie in elektrochemischen Speichern
- Test und Charakterisierung von Batteriezellen und -modulen
- Entwicklung von Batteriesystemen und deren Integration in stationäre und mobile Anwendungen
- Untersuchung der Systemaspekte der Stromspeicherung fluktuierender Energiequellen, z.B. von solargeneriertem Strom

Kontakt

Dr. Andrea Vezzini
Professor für Industrieelektronik
Berner Fachhochschule
Institute for Energy and Mobility Research IEM
Quellgasse 21, 2501 Biel
T +41 32 321 63 72, andrea.vezzini@bfh.ch

«Wir prüfen und charakterisieren Hochleistungszellen und -module.»



Prüfstand zur Untersuchung des thermischen Verhaltens elektrochemischer Speichersysteme.

BFH: Batterie- und Energiemanagementsysteme

Batterie- und Energiemanagementsysteme (BMS und EMS) sind Echtzeitsysteme, welche für den korrekten und sicheren Betrieb elektrischer Systeme unerlässlich sind. Dazu gehören die Überwachung von Temperatur, Spannung und Stromstärke, die Erstellung von Wartungsplänen, die Optimierung der Batterieleistung, die Ausfallvorhersage und -vermeidung sowie das Sammeln und Analysieren von Batteriedaten. Die korrekte Angabe der Restenergiemenge (Ladezustand) und der Batteriealterung (Gesundheitszustand) stellen die höchste Anforderung an die Intelligenz solcher Systeme. Insbesondere die Modellierung des dynamischen Verhaltens und die Kenntnisse der inneren Grössen der Zellen spielen dabei eine wichtige Rolle und erlauben durch geeignetes Lade- und Entlademanagement auch eine Verbesserung der Leistungsfähigkeit und Lebensdauer des Batteriesystems. Die Einsatzmöglichkeiten reichen von mobilen Anwendungen in Hybrid-, Plug-In-Hybrid- und Elektrofahrzeugen bis hin zu stationären Anwendungen wie unterbrechungsfreie Stromversorgung und Energiespeicherung aus Solaranlagen in netzunabhängigen und netzgekoppelten Energiesystemen.

Die Forschungsgruppe Elektrochemische Energiespeichersysteme trägt im ESReC des Weiteren dazu bei, äusserst effiziente Soft- und Hardware für innovative Batteriemagementsysteme zu entwickeln, um sichere und zuverlässige Batterielösungen zu bieten. Dazu werden Algorithmen und individuelle Hardwarelösungen für unterschiedliche batteriebasierende Anwendungen, entwickelt und erprobt.

Aktivitäten und Kompetenzen

- Entwicklung und Überprüfung von mathematischen Modellen für die Auslegung model basierter Batteriemagementsysteme für den sicheren und optimierten Betrieb von Batteriesystemen
- Untersuchung des effizienten Managements von elektrochemischen Speichern
- Entwicklung von BMS-Hard- und Software
- Test und Verifizierung der Algorithmen für Restenergiemenge und der Batteriealterung

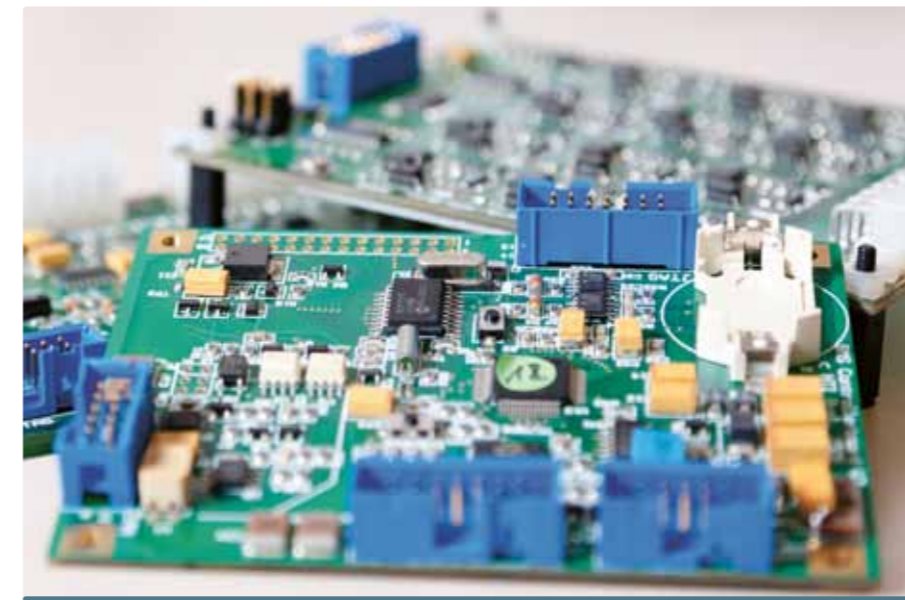
Kontakt

Dr. Andrea Vezzini
Professor für Industrieelektronik

Dr. Sébastien Mariéthoz
Professor für Mechatronik und Regelungstechnik

Berner Fachhochschule
Institute for Energy and Mobility Research IEM
Quellgasse 21, 2501 Biel
T +41 32 321 63 72, andrea.vezzini@bfh.ch
T +41 32 321 64 11, jean-sebastien.mariethoz@bfh.ch

«Wir entwickeln und erproben Soft- und Hardware für den energieeffizienten und sicheren Batteriebetrieb.»



Am ESReC werden hochmoderne Batteriemagementsysteme entwickelt.

BFH: Brennstoffzellensysteme



Michael Höckel
Leiter Forschungsgruppen
Brennstoffzellen und
Stromnetze

Dank hoher Energieeffizienz, einfachem Aufbau und minimaler Umweltbelastung wird die Brennstoffzelle langfristig eine grundlegende Rolle in den Energiesystemen der Zukunft spielen. Voraussetzung für die Marktdurchdringung ist jedoch eine massentaugliche und kosteneffektive Herstellung der Brennstoffzellen sowie des Wasserstoffes und seiner Speicher. Zudem erfordert die Verwendung von Brennstoffzellen in Hybridsystemen ein zuverlässiges Management und eine optimale Hybridisierung mit Stromspeichern, abhängig vom Energiebedarf der Applikation und den Umgebungsbedingungen.

Hauptbeitrag der Forschungsgruppe Brennstoffzellen zum ESReC ist, die Verwendung von Brennstoffzellen in mobilen und stationären Anwendungen durch die Bereitstellung von Fachwissen und moderner Laborinfrastruktur voranzubringen.

Die Forschungsgruppe entwickelt Brennstoffzellensysteme, beschäftigt sich mit der Herstellung von Wasserstoff unter Verwendung von Solarenergie sowie mit der Speicherung für eine spätere Nutzung. Die Forschenden verfügen über ein fundiertes Fachwissen im Bereich Forschung und Entwicklung energieeffektiver Managementsysteme und Einbindung von Brennstoffzellen in komplexe Energiesysteme für eine Vielzahl von Anwendungen.

Aktivitäten und Kompetenzen

- Entwicklung von luft- und wassergekühlten PEM-Brennstoffzellen bis 10 kW mit H₂/Luft- oder H₂/O₂-Nutzung
- Entwicklung von PEM-Brennstoffzellen/Batterien/Superkondensatoren in Hybridsystemen
- Managementsysteme von Hybridsystemen
- Leistungs- und Lebensdauertests von PEM-Brennstoffzellensystemen in dynamischen Prüfständen
- Verhalten von PEM-Brennstoffzellen bei niedrigen Temperaturen (-15 °C – 0 °C)
- Entwicklung eines eigenen, innovativen Stack- und Systemkonzeptes, welches bereits kommerziell verwendet wird

Kontakt

Michael Höckel
Professor für Energiesysteme
Berner Fachhochschule
Institute for Energy and Mobility
Research IEM
Quellgasse 21, 2501 Biel
T +41 32 321 64 16,
michael.hoeckel@bfh.ch

«Wir entwickeln Brennstoffzellensysteme für stationäre und mobile Energiesysteme.»



Das Hybridsystem aus der IHPoS-Brennstoffzelle und einer Lithium-Ionen-Batterie wurde an der BFH entwickelt. Fotos: CEKAtec und SBB

BFH: Netze und dezentrale Energiespeicherung

Aufgrund des Anstiegs von fluktuierenden, erneuerbaren Energiequellen wie Wind- und Solarstrom bei der Energiegewinnung steht unser Elektrizitätssystem vor steigenden erzeugungsbedingten Schwankungen. Eine übermäßige Einspeisung schwankender Energie kann zu einem Ungleichgewicht führen, welches zu unzulässigen Betriebszuständen in Nieder- und Mittelspannungsnetzen oder sogar zu Unterbrechungen der Stromversorgung führen kann. Eine technische Lösung für solche Probleme besteht in einer dezentralen Energiespeicherung, mit welcher kurzfristig lokale Ungleichgewichte ausgeglichen werden können. Dezentrale Energiespeicherung ist dadurch ein Baustein zur breiteren Verwendung von Technologien zur Gewinnung fluktuierender, erneuerbarer Energien.

Die Forschungsgruppe Stromnetze konzentriert im Rahmen des ESReC ihre Aktivitäten auf Messung und Modellierung der Stromversorgungsqualität in Verteilernetzen mit dezentraler Stromerzeugung. Für die Modellbildung und Analyse von Netzen stehen am ESReC Simulationstools sowie ein umfangreicher Gerätepark für die vielfältigen Mess- und Überwachungsaufgaben im Verteilernetz zur Verfügung. Das Hauptziel der Forschungsgruppe ist die Förderung der Unterstützung erneuerbarer Energieumwandlungstechnologien in das Elektrizitätsversorgungssystem.

Aktivitäten und Kompetenzen

- Analyse der Auswirkungen dezentralisierter Energiegewinnung und -speicherung auf das Verteilernetz
- Entwicklung dynamischer Kraftwerksmodelle
- Statische und dynamische Modellierung von Übertragungs- und Verteilernetzen
- Dynamische Modellierung von Wasserkraftwerken und dezentrale Erzeugungs- und Speichersysteme
- Messungen und Analyse der Spannungsqualität in Verteilernetzen

Kontakt

Michael Höckel
Professor für Energiesysteme
Berner Fachhochschule
Institute for Energy and Mobility Research IEM
Quellgasse 21, 2501 Biel
T +41 32 321 64 16, michael.hoeckel@bfh.ch

«Wir messen die Spannungsqualität, modellieren Elektrizitätsnetze und analysieren den Einfluss von dezentraler Stromproduktion und -speicherung.»



Fotomontage der geplanten Grimselseebrücke. Foto: KWO

CSEM: Integration von Energiespeichern in Photovoltaiksysteme



Prof. Dr. Christophe Ballif
Vice-President Photovoltaics

Das PV-center entwickelt neue Generationen von Photovoltaikzellen, -modulen und -systemen und begleitet den Übergang zu einem nationalen Energiesystem, in dem Solarstrom eine wesentliche Rolle spielen wird. Die Speicherung der Energie nimmt darin eine zentrale Position ein. Im ESReC wird das CSEM das Potenzial und die Wirkung stationärer Speicherlösungen untersuchen und innovative Lösungen entwickeln, die Photovoltaik und Speicherung kombinieren. In seinen Aufgabenbereich fällt ebenso die Unterstützung von Stromunternehmen und Netzbetreibern.

Das PV-center hat eine Reihe von «technologischen Bausteinen» erarbeitet, die für die Hersteller von Solarmodulen von enormer Bedeutung sind. Dazu zählt die Herstellung kristalliner Solarzellen mit sehr hohem Wirkungsgrad (bis zu 23%) in Zusammenarbeit mit der ETH und Industriepartnern. Das PV-center verliert dabei die beiden Kernziele «langfristige Zuverlässigkeit der Photovoltaikmodule» und «Senkung ihrer Kosten» nie aus den Augen

und ist bereits in der Lage, erste Lösungen anzubieten. Gemeinsam mit Architekten entwickelt das PV-center gegenwärtig neue Integrationslösungen, die auch die grössten Skeptiker überzeugen dürften und dazu beitragen werden, die Solarenergie dauerhaft zu etablieren.

Aktivitäten und Kompetenzen

Die Aktivitäten des PV-center basieren auf vier Schwerpunkten:

- Entwicklung von Photovoltaikzellen und -modulen
- Zuverlässigkeit der Produkte
- Architektonische Integration
- Management und Speicherung der Solarenergie

Kontakt

Prof. Dr. Christophe Ballif
Vice-President Photovoltaics
CSEM SA
Jaquet-Droz 1, 2002 Neuchâtel
T +41 32 720 54 11
christophe.ballif@csem.ch

« Entscheidend ist, dass die von uns entwickelten Technologien rasch Eingang in Produkte, Prozesse und Dienstleistungen finden.»



Photovoltaik-Panels in ziegelroter Farbe – das Projekt Archinsolar mit dem PV-Lab der EPFL in Neuchâtel. Das CSEM hat bereits eine erste Serie von 150 Modulen realisiert. Foto: © CSEM 2014

BFH: Integration von Energiespeichern in Photovoltaiksysteme



Urs Muntwyler
Leiter Forschungsgruppe Photovoltaik

Die Zukunft der weltweiten Energieerzeugung und -versorgung hängt sehr stark von der Verfügbarkeit, der Energieumwandlung und der Verwendung bezahlbarer und unerschöpflicher Energiequellen wie Solarenergie ab. Um einen beständigen und kosteneffektiven Verbrauch an fluktuierendem Solarstrom zu gewährleisten, müssen neue Solarwechselrichter für die Einbindung elektrochemischer Energiespeichertechnologien (z.B. Lithium-Ionen-, Blei-, Salzsäure-, Redox-Flow-Batterien) in Photovoltaik-Speichersysteme entwickelt werden.

Die Forschungsgruppe Photovoltaik der BFH erforscht und entwickelt im Rahmen des ESReC Solarwechselrichter, welche die effiziente Verwendung von Strom aus Photovoltaik und dessen Speicherung in elektrochemischen Speichergeräten gewährleisten. Zudem werden Strategien zum ökonomisch optimalen Einsatz von Speicheranlagen untersucht. Im Mittelpunkt steht der Bau eines Prüfstandes für Solarwechselrichter mit Batterien. Ein solcher soll am ESReC für Forschungs- und Entwicklungsprojekte mit Industriepartnern dienen.

Aktivitäten und Kompetenzen

- Langzeitmessung und Charakterisierung der Qualität und des Verhaltens von Photovoltaik-Anlagen
- Weiterentwicklung der Messinfrastruktur
- Prüfung von Solarwechselrichtern
- Untersuchung der Sicherheitsrisiken und Formulierung von Prüfnormen für Solarwechselrichter mit Batterien
- Bau eines Prüfstandes für standardisierte Messungen von Solarwechselrichtern mit Batterien

Kontakt

Urs Muntwyler
Professor für Photovoltaik
Berner Fachhochschule
Institute for Energy and Mobility
Research IEM
Jlcoweg 1, 3400 Burgdorf
T +41 34 426 68 37, urs.muntwyler@bfh.ch

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



Effiziente Massenproduktionsmethoden sind für den Durchbruch jeder Technologie entscheidend.

BFH: Fertigungstechnologien für grossformatige Batteriezellen



Dr. Axel Fuerst
Leiter Forschungsgruppe
Fertigungstechnologien für Batterien

Für strombasierte Mobilität sind leistungsstarke, sichere und preiswerte Energiespeichersysteme ein «Muss». Für den Durchbruch dieser Technologie und das damit verbundene Kostenziel fehlen aber noch geeignete Produktionsmethoden für die Massenfertigung bei hoher Leistungsdichte und Qualität.

Die Forschungsgruppe Fertigungstechnologien für Batterien entwickelt am ESReC Produktionsmethoden für Batteriezellen, welche Schweizer Maschinenhersteller im Kompetenzaufbau für Produktionsanlagen zur Fertigung von Batteriezellen unterstützen. Des Weiteren identifiziert sie vielversprechende Schneid- und Schweiss-technologien und entwickelt industrielle Methoden für die Verarbeitung mikrostrukturierter Elektroden. Heute werden die Folien zur Fertigung von Lithium-Ionen-Zellen vor dem Stapeln mechanisch ausgestanzt. Ingenieure forschen nun an prozesssicheren Verfahren zur Formgebung mit Laserstrahlschneiden. Mit gepulsten Lasern werden die unterschiedlichen Zellgeometrien bearbeitet bei gleichzeitiger Maximierung der Bearbeitungsgeschwindigkeit.

«Wir entwickeln Produktionsmethoden und Maschinen zur Herstellung von grossen prismatischen Lithium-Ionen-Zellen.»



Effiziente Massenproduktionsmethoden sind für den Durchbruch jeder Technologie entscheidend.

Aktivitäten und Kompetenzen

- Entwicklung von Produktionsmethoden und Maschinen zur Fertigung grossformatiger Batteriezellen und Systeme
- Entwicklung neuer Schneid- und Schweiss-technologien
- Entwicklung prozesssicherer Verfahren zur Formgebung mit laserbasierten Trennsystemen
- Entwicklung industrieller Methoden für die Verarbeitung mikrostrukturierter Elektroden
- Integration einzelner Prozessschritte in den Fertigungsprozess

Kontakt

Dr. Axel Fuerst
Professor für Maschinendynamik
Berner Fachhochschule
Institut für smarte Produktionssysteme ISP
Pestalozzistrasse 20, 3400 Burgdorf
T +41 34 426 43 64, axel.fuerst@bfh.ch

ESReC und SCCER

Die Swiss Competence Centers for Energy Research (SCCER) sind nationale Verbände von Hochschulinstitutionen, welche den Kompetenzaufbau im Bereich Energietechnologien fördern und deren Kooperation mit Industriepartnern unterstützen. Sie haben damit die Aufgabe, Lösungen zu technischen, gesellschaftlichen sowie politischen Problemstellungen zu finden, welche durch die Energiewende entstehen. Die sieben geschaffenen Aktionsfelder der SCCER unterstützen jene Forschungsthemen, die für die nachhaltige Umsetzung der Energiestrategie 2050 nötig sind. Zu diesem Zweck führen sie Hochschulen in ihren Forschungsaktivitäten im Energiebereich zusammen und verbinden sie eng mit der Wirtschaft.

Die sieben Aktionsfelder sind:

- Effizienz
- Netze und ihre Komponenten, Energiesysteme
- Speicherung
- Strombereitstellung: Bereitstellung elektrischer Energie
- Ökonomie, Umwelt, Recht, Verhalten
- Effiziente Konzepte, Prozesse und Komponenten in der Mobilität
- Biomasse

Das ESReC ist im Rahmen folgender Aktionsfelder tätig:

Aktionsfeld «Effiziente Konzepte, Prozesse und Komponenten in der Mobilität»: SCCER Efficiency in Mobility

Ziel des SCCER Efficiency in Mobility ist es, jenes Wissen und jene Technologien bereitzustellen, die für die Umstellung vom derzeitigen, auf fossilen Brennstoffen beruhenden Transportsystem auf ein nachhaltiges System notwendig sind. Letzteres zeichnet sich durch einen sehr geringen CO₂-Ausstoss und Primärenergiebedarf sowie faktisch keine Schadstoffemissionen aus. Das ESReC bietet im Rahmen des Leistungsbereichs «Systems and Components for E-Mobility» Fachwissen im Bereich der Charakterisierung, Technologiebewertung und Entwicklung modernster elektrochemischer Energiespeichersysteme.



Aktionsfeld «Netze und ihre Komponenten, Energiesysteme»: SCCER FURIES - Future Swiss Electrical Infrastructure

Im SCCER FURIES werden insbesondere moderne Strategien zur Planung, Überwachung und Kontrolle der schweizerischen Strom-/Energienetze entwickelt und neue Technologien und Komponenten für zukünftige Netze untersucht. Der Machbarkeitsnachweis soll mithilfe spezieller Simulationswerkzeuge und experimenteller Demonstrationsanlagen erbracht werden, die in Zusammenarbeit mit Industriepartnern geschaffen werden. Das ESReC unterstützt dieses SCCER durch Messungen und Analysen im Bereich Spannungsqualität in Verteilernetzen mit dezentralisierter Energieerzeugung und -speicherung.



Aktionsfeld «Speicherung»: SCCER Heat & Electricity Storage

Das SCCER Heat & Electricity Storage befasst sich mit der Speicherung von Energie zur Sicherung einer ununterbrochenen, zuverlässigen und kosteneffizienten Strom-, Wärme- und Brennstoffversorgung. Im Bereich Batterien werden verschiedene Forschungsrichtungen verfolgt: Lithium-Ionen-Batterien, Batterien auf Natrium-Basis und Lithium-Luft-Batterien. Das ESReC forscht innerhalb dieses SCCER an der Entwicklung neuer, nachhaltiger und kosteneffizienter Fertigungstechnologien für leistungsstarke Batteriezellen.



Berner Fachhochschule

Institute for Energy and Mobility Research IEM
BFH – CSEM Energy Storage Research Center ESReC
Aarbergstrasse 5
2560 Nidau
esrec@bfh.ch
iem.bfh.ch/esrec