

Förderprogramm Energie 2013–2020
SCHLUSSBERICHT

Auszug

**Empfehlungen auf der Grundlage der
Forschungsergebnisse der SCCER
und Joint Activities**

[Den ganzen Bericht lesen](#)



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

**Innosuisse – Schweizerische Agentur
für Innovationsförderung**

Autoren

Prof. em. Dr. Hans-Rudolf Schalcher
Prof. Dr. Alexander Sauer
Prof. Dr. Norbert Fisch
Prof. Dr. Andreas Gubner
Dr. Pieder Jörg

FEEB&D

Future Energy Efficient Buildings & Districts

Aktionsfeld
Effizienz

Leading House

Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt
(Empa)

Teilnehmende Institutionen

Hochschule Luzern – Technik und Architektur (HSLU)
Eidgenössische Technische Hochschule Lausanne (EPFL)
Eidgenössische Technische Hochschule Zürich (ETHZ)
Fachhochschule Nordwestschweiz (FHNW)
Universität Genf (UNIGE)

Leiter des SCCER

Prof. Matthias Sulzer, Empa (2017–2020)
Dr. Peter Richner, Empa (2014–2017)

Stellv. Leiter des SCCER

Prof. Dr. Ludger Josef Fischer, HSLU (2017–2020)
Prof. Dr. Martin Patel, UNIGE (2017–2020)
Prof. Matthias Sulzer, Empa (2014–2017)

Geschäftsführer

Dr. Stephan Fahlbusch, Empa (2014–2020)



sccer | future energy efficient
buildings & districts

Das SCCER FEEB&D strebte eine erhebliche Verringerung des Energieverbrauchs und der CO₂-Emissionen des bestehenden und künftigen Gebäudebestands an.

Der Schwerpunkt lag auf Massnahmen, die in einzelnen Gebäuden, auf lokaler, regionaler und nationaler Ebene durchgeführt und umgesetzt werden sollen.

Empfehlungen

auf der Grundlage der Forschungsergebnisse des SCCER FEEB&D

- ▶ **Vorschriften verabschieden**
Schaffung der rechtlichen Grundlagen und Rahmenbedingungen für die öffentliche, sektorübergreifende Nutzung individueller Energiedaten und für den Energieaustausch/-handel auf lokaler Ebene.
- ▶ **Entwicklung erneuerbarer dezentraler Energiesysteme**
Entwicklung von Masterplänen auf Bezirks- und Gemeindeebene, die die lokalen erneuerbaren Energiequellen und die öffentliche Infrastruktur zur Bereitstellung, Speicherung und Verteilung von Energie berücksichtigen.
- ▶ **Umstrukturierung des Energiegeschäfts**
Förderung innovativer Geschäftsmodelle für die gemeinsame Nutzung von Energie und Daten, für die Bepreisung von Flexibilität und für die wirtschaftlich attraktive Integration dezentraler erneuerbarer Energien in Privatbesitz (Strom und Wärme).

Autoren

Prof. Dr. Alexander Sauer
Prof. em. Dr. Hans-Rudolf Schalcher
Prof. Dr. Norbert Fisch
Prof. Dr. Andreas Gubner
Dr. Pieder Jörg

EIP

Efficiency of Industrial Processes

Aktionsfeld
Effizienz

Leading House

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich (ETHZ)

Teilnehmende Institutionen

Ostschweizer Fachhochschule (OST)
Hochschule Luzern – Technik und Architektur (HSLU)
Schweizer Wasserforschungsinstitut des ETH-Bereichs (Eawag)
Eidgenössische Technische Hochschule Lausanne (EPFL)
Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Empa)
Fachhochschule Nordwestschweiz (FHNW)
Universität Genf (UNIGE)

Leiter des SCCER

Prof. Dr. Philipp Rudolf von Rohr, ETHZ, (2014–2020)

Stellv. Leiter des SCCER

Prof. Dr. Marco Mazzotti, ETHZ (2017–2020)
Prof. Dr. Berend Smit, EPFL (2017)
Prof. Dr. François Maréchal, EPFL (2014–2017)

Geschäftsführer

Dr. Gianfranco Guidati, ETHZ (2019–2020)
Dr. Stephan Fahlbusch, ETHZ (2014–2019)



Das SCCER EIP vernetzte Forschungsinstitutionen aller Hochschultypen mit einer Vielzahl von Industriepartnern, um industriell relevante Methoden und technologische Innovationen im Bereich der Energieeffizienz voranzutreiben und die Transparenz des Energieeffizienzpotenzials der Schweizer Industrie insgesamt zu verbessern.

Empfehlungen

auf der Grundlage der Forschungsergebnisse des SCCER EIP

► **Durchbruch für die Pinch-Analyse in der Industrie**

Ein schlanker Benutzerworkflow für die Pinch-Analyse in Kombination mit einer Prozesssimulation und einer Ökobilanzierung ermöglicht es, Energieeffizienzpotenziale und -massnahmen bei einer Vielzahl von Schweizer Unternehmen einschliesslich kleiner und mittlerer Unternehmen zu identifizieren und zu bewerten. Die Anstrengungen müssen verdoppelt werden, wenn schnell ein Durchbruch bei der Anwendung dieses Konzepts erzielt werden soll. Dieser neue Arbeitsablauf unterstützt Prozessingenieure, indem er Wirtschaftlichkeit, Energie- und Kohlenstoffeinsparungen transparent gegeneinander abwägt. Massen- und Energiebilanzen können schnell und genau für ein breites Spektrum von Systemen erstellt werden. Sie stellt daher eine natürliche Ergänzung zum Prozessverständnis dar. Konzeptualisierte Energieeffizienzmassnahmen, die auf einer Pinch-Analyse von Systemänderungen beruhen, können ebenfalls validiert werden.

► **Marktdurchdringung von Hochtemperatur-Wärmepumpen und Brüdenkompressionssystemen**

Hochtemperatur-Wärmepumpen (HTHP) und Brüdenkompressionssysteme ermöglichen erhebliche Energieeinsparungen und eine deutliche Reduktion der CO₂-Emissionen in der Industrie. Die meisten praktischen Anwendungen von HTHP in der Schweiz finden sich bisher im Lebensmittelsektor oder in der Fernwärme, wobei industrielle Abwärme, Abwasser und Seewasser als Wärmequellen genutzt werden. Es gibt noch zu viele Hindernisse, die einer breiten Einführung im Wege stehen, wie z. B. relativ hohe Investitionskosten, nur wenige Hersteller und unzureichende Erfahrung. Um diese Hürden zu überwinden, wird empfohlen, die Anwendbarkeit und den langfristigen Nutzen dieser neuen Technologien in mehreren industriellen Szenarien und in Pilotanlagen unter Beweis zu stellen.

Fortsetzung **EIP**

► **Auf dem Weg zu klimaneutralem Beton**

Beton hat das Potenzial, alle Emissionen, die bei der Zersetzung von Calciumcarbonat im Klinkerbrennprozess entstehen, zu absorbieren. Um diesen natürlichen Prozess zu industrialisieren, wurde eine Pilotanlage zur Karbonatisierung von Abbruchbeton unter Verwendung von aus der Luft abgeschiedenem CO₂ gebaut und betrieben, die sehr vielversprechende Ergebnisse zeigt: Der Betrieb der Anlage war sehr stabil, die CO₂-Aufnahme war hoch und der Karbonatisierungsprozess wurde vom normalen Zementwerkspersonal erfolgreich gesteuert. Der nächste Schritt ist die Umwandlung des fein zerkleinerten Betons in Calciumcarbonat und Sand. Beide Materialien werden anschliessend wieder in Beton verwendet, was bedeutet, dass die Betonmischung das gesamte CO₂ entlang der Wertschöpfungskette der Zement- und Betonherstellung enthält. So entsteht klimaneutraler Beton. Um dieses ehrgeizige Ziel zu erreichen, bedarf es jedoch noch enormer Anstrengungen der Bauindustrie, um ein Scale-up dieser Methoden durchzuführen und den neuen Baustoff einzusetzen.

Autoren

FH-Prof. Dipl. Ing. Hubert Fechner
Prof. Dr.-Ing. Martin Kaltschmitt
Dr.-Ing. Klaus Jorde
Prof. Dr. Thomas Kohl
Dr. Gunter Siddiqi

SoE

Supply of Electricity

Aktionsfeld
**Strombereitstellung
(Bereitstellung
von elektrischer Energie)**

Leading House

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich (ETHZ)

Teilnehmende Institutionen

Berner Fachhochschule (BFH)
Ostschweizer Fachhochschule (OST)
Hochschule Luzern – Technik und Architektur (HSLU)
Paul Scherrer Institut (PSI)
Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und
Landschaft (WSL)
Schweizer Wasserforschungsinstitut des ETH-Bereichs (Eawag)
Eidgenössische Technische Hochschule Lausanne (EPFL)
Università della Svizzera Italiana (USI)
Fachhochschule Westschweiz (HES-SO)
Universität Bern (UniBe)
Universität Genf (UNIGE)
Universität Lausanne (UniL)
Universität Neuchâtel (UniNE)

Leiter des SCCER

Prof. Dr. Domenico Giardini, ETHZ (2014–2020)

Stellv. Leiter des SCCER

Prof. Dr. François Avellan, EPFL (2014–2020)

Geschäftsführer

Dr. Ueli Wieland, ETHZ (2014–2017)
Dr. Gianfranco Guidati, ETHZ (2017–2020)



SWISS COMPETENCE CENTER for ENERGY RESEARCH
SUPPLY of ELECTRICITY

Das SCCER-SoE widmete sich der Forschung im Zusammenhang mit zwei Technologien – der Tiefengeothermie und der Wasserkraft –, um die technologischen und methodischen Grundlagen zu entwickeln und Lösungen für ihren optimalen Beitrag zur Energiestrategie 2050 in den kommenden Jahren bereitzustellen.

Empfehlungen

auf der Grundlage der Forschungsergebnisse des SCCER-SoE

- ▶ Kurz- bis mittelfristig sollte sich die Nutzung der Geothermie auf die Gewinnung oder die saisonale Speicherung von Wärme konzentrieren, da dies die am besten geeignete Option für den Markt ist. Stimulationstechniken in dichtem Gestein für die spätere Nutzung als Hochtemperatur-Wärmespeicher müssen weiterentwickelt werden, z. B. im Hinblick auf Vorhersagbarkeit und Minimierung unerwünschter seismischer Effekte.
- ▶ Die Erneuerung, Umrüstung, Erweiterung und Optimierung von Wasserkraftanlagen einschliesslich neuer Anlagen in Periglazialgebieten ist von grundlegender Bedeutung für die Umsetzung der Energiestrategie 2050 bei gleichzeitiger Verringerung der Umwelt- und Klimabelastung. Dank ihrer Flexibilität und ihrer Speichermöglichkeiten auf verschiedenen Ebenen – von Minuten bis zur jahreszeitlichen Speicherung – ist die Wasserkraft das Rückgrat der Schweizer Stromerzeugung. Die Aufrechterhaltung dieser wesentlichen Rolle wird die Integration der fluktuierenden Stromerzeugung aus Sonneneinstrahlung und Windkraft fördern.

Autorinnen/Autoren

Prof. Dr.-Ing. Martin Kaltschmitt
Dr. Stefan Nowak
Prof. Dr. Irini Angelidaki
Dr. Sandra Hermle
Dr. Arthur Wellinger

BIOSWEET

Biomass for Swiss Energy Future

Aktionsfeld
Biomasse

Leading House

Paul Scherrer Institut (PSI)

Teilnehmende Institutionen

Berner Fachhochschule (BFH)
Hochschule Luzern – Technik und Architektur (HSLU)
Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und
Landschaft (WSL)
Eidgenössische Technische Hochschule Lausanne (EPFL)
Fachhochschule Nordwestschweiz (FHNW)
Fachhochschule Westschweiz (HES-SO)
Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW)
Fachhochschule Südschweiz (SUPSI) (2014–2016)
Eidgenössische Technische Hochschule Zürich (ETHZ)
(2014–2016)

Leiter des SCCER

Prof. Dr. Oliver Kröcher, PSI (2014–2020)

Stellv. Leiter des SCCER

Prof. Dr. Frédéric Vogel, PSI (2014–2020)

Geschäftsführerin/Geschäftsführer

Dr. Simone Nanzer, PSI (2014–2019)
Sébastien Haye, E4tech (2020)



Etwa die Hälfte der weltweit genutzten erneuerbaren Energie stammt aus Biomasse. Deshalb ist Biomasse eine wichtige Option für die Bereitstellung von grüner Energie. Dennoch sind Forschungsaktivitäten wie das SCCER BIOSWEET dringend erforderlich, um zu einer effizienteren Biomassenutzung beizutragen und bessere Lösungen zur Abdeckung des Wärme-, Strom- und Kraftstoffmarktes anzubieten.

Empfehlungen

auf der Grundlage der Forschungsergebnisse des SCCER BIOSWEET

- ▶ Die Biogasproduktion aus anaeroben Vergärungsprozessen ist technologisch ausgereift. Innovative Konzepte wurden weiterentwickelt, da sie unter den lokalen Rahmenbedingungen in der Schweiz eine erfolgreiche Umsetzung versprechen. Diese Technologieoption ist daher im Grunde genommen ausgereift genug, um umgesetzt zu werden, insbesondere bei der Nutzung organischer Neben- und Abfallströme als Beitrag zur Verringerung der Treibhausgasemissionen.
- ▶ Der thermochemische Methanisierungsprozess wurde weiterentwickelt. Es wurden erhebliche Fortschritte beim Verständnis dieses schwierigen Umwandlungspfads von fester Biomasse in ein Erdgassubstitut erzielt. Dieses Verfahren ist jedoch technologisch anspruchsvoll. Deshalb dürfte diese kostspielige Möglichkeit eher eine Option für die ferne Zukunft sein.
- ▶ Die Nutzung fester Biobrennstoffe für die Wärmebereitstellung kann durch die umweltverträgliche Verwendung von weniger vielversprechenden Arten fester Biomasse (d. h. sehr niedrige Feinstaubemissionen) gefördert werden. Die erweiterte Nutzung von solch kostengünstigen und festen organischen Stoffen kann und sollte daher in der Schweiz stärker unterstützt werden.

Obwohl Chemikalien weitgehend ausserhalb des Aufgabenbereichs der Energiestrategie 2050 liegen, wird empfohlen, die erfolgreiche Arbeit an der Depolymerisation von Biomasse und an einer verbesserten Kombination von biologischen und chemischen Veredelungsverfahren fortzusetzen. Wenn diese Umwandlungsprozesse näher an den Markt heranrücken – und aufgrund des gegebenen Kosten/Preis-Verhältnisses ist dies am ehesten für die Versorgung der Rohstoffmärkte (d. h. Chemikalien) zu erwarten –, dürften sie zur Defossilisierung der chemischen Industrie beitragen. Sollte sich dies als erfolgreich erweisen, ist der nächste Schritt die Bereitstellung von Kraftstoffen. Dieser vielversprechende Umwandlungspfad sollte daher weiter ausgebaut werden.

Fortsetzung **BIOSWEET**

- ▶ Biomasse ist eine wichtige Option, um die anspruchsvollen Ziele der Energiestrategie 2050 zu erreichen. Bei der Bewertung der Vor- und Nachteile der verschiedenen Optionen für die Biomassenutzung zur Energieerzeugung sind die Bedürfnisse anderer Verbraucher (z.B. Lebensmittel) und die damit entstehenden Interessenkonflikte zu berücksichtigen. Es handelt sich daher um einen kontinuierlichen Prozess, der in Zukunft fortgesetzt werden muss. Je nach Marktdurchdringung anderer erneuerbarer Energieträger in den kommenden Jahren könnte es notwendig werden, die Rolle der Biomasse in der Schweiz anzupassen und/oder neu zu definieren.

Autorinnen/Autoren

Dr. Henning Fuhrmann
FH-Prof. Dipl. Ing. Hubert Fechner
Prof. Dr. Liisa Haarla
Prof. em. Dr. Edmund Handschin
Prof. Dr. Dirk Westermann

FURIES

Future Swiss Electrical Infrastructure

Aktionsfeld
**Netze und ihre Komponenten,
Energiesysteme**

Leading House

Eidgenössische Technische Hochschule Lausanne (EPFL)

Teilnehmende Institutionen

Berner Fachhochschule (BFH)
Ostschweizer Fachhochschule (OST)
Hochschule Luzern – Technik und Architektur (HSLU)
Eidgenössische Technische Hochschule Zürich (ETHZ)
Università della Svizzera Italiana (USI)
Fachhochschule Nordwestschweiz (FHNW)
Fachhochschule Südschweiz (SUPSI)
Fachhochschule Westschweiz (HES-SO)
Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW)

Leiter des SCCER

Prof. Dr. Mario Paolone, EPFL (2014–2020)

Stellv. Leiter des SCCER

Prof. Dr. Petr Korba, ZHAW (2017–2020)
Prof. Dr. Jürgen Biela, ETHZ (2014–2017)

Geschäftsführer

Georgios Sarantakos, EPFL (2014–2020)



Das SCCER-FURIES ist der wissenschaftliche Arm der Energiestrategie 2050 für den Forschungsbereich «Stromnetze». Ziel ist es, Technologien zu entwickeln, die eine nahtlose und nachhaltige Energieversorgung der Schweizer Haushalte, Unternehmen und Gemeinden auf der Grundlage traditioneller und neuer erneuerbarer Energiequellen ermöglichen.

Empfehlungen

auf der Grundlage der Forschungsergebnisse des SCCER-FURIES

- ▶ Das SCCER-FURIES hat einen grossen, kohärenten, interdisziplinären Pool von Forschern aufgebaut, die Lösungen und Strategien für die Anpassung des Stromnetzes als zentrale Infrastruktur für die Energiewende entwickeln. Es ist wichtig, dieses Forschungsnetzwerk mit etablierten Kontakten zu den Netzbetreibern, der Regulierungsbehörde und der Industrie sowie zur europäischen und internationalen Expertengemeinschaft während der gesamten Dauer der Energiewende aufrechtzuerhalten.
- ▶ Die Regulierungsbehörde sollte Marktmechanismen ermöglichen, die den lokalen Dispatch in Verteilungsnetzen fördern. Zusammen mit dezentralen Sensor-technologien für die Netzüberwachung und der Integration der synthetischen Trägheit von leistungselektronischen Komponenten ist dies eine wesentliche Voraussetzung für die Einführung dezentraler erneuerbarer Energieträger. Die Endverbraucher sollten in die Entwicklung dieser Marktmechanismen einbezogen werden, da die Akzeptanz für ein netzfreundliches Energiemanagement und einer Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen entscheidend ist.
- ▶ Die Schweizer Politik sollte angesichts der Preisentwicklung und der Forschungsergebnisse zu Photovoltaik (PV)-Anlagen die Ziele für erneuerbare Energien in Richtung eines höheren PV-Anteils überarbeiten. Nur durch ein Systemmanagement, das neue Konsumenten wie Elektrofahrzeuge und Wärmepumpen einbezieht, kann ein höherer PV-Anteil im Schweizer Energiesystem erreicht werden. Planung und Umsetzung sind durch finanzielle Anreize zu unterstützen.
- ▶ Die Schweiz braucht eine stärker integrierte Netzkopplung mit ihren benachbarten Strommärkten, um die Möglichkeiten für den grenzüberschreitenden Handel zu verbessern, und ein detailliertes Marktclearing, um Einschränkungen im Zusammenhang mit Netzüberlastungen zu verringern. In diesem Zusammenhang sollten Massnahmen zur Stärkung des Schweizer Übertragungsnetzes in Bezug auf den Ausfall einiger Übertragungselemente in Betracht gezogen werden.

Fortsetzung **FURIES**

- ▶ Leistungselektronische Lösungen sind der Schlüssel zu künftigen Speicher-, Umwandlungs- und Stromqualitätslösungen, wie etwa ein neuartiges aktives Netzmanagement mit Speicherpunkten und Soft-Open-Points, ein Leistungsschalter mit kürzeren Unterbrechungszeiten und magnetische Hochfrequenz-Elemente mit geringeren Verlusten und höherer Leistungsdichte. Die Verteilernetzbetreiber und die Originalgerätehersteller sollten solche Technologien aktiv verfolgen.

Autorinnen/Autoren

Prof. Dr. Eberhard Umbach
Prof. Dr. Barbara Lenz
Prof. Dr. Horst Hahn
Prof. em. Dr. Louis Schlapbach
Dr. Antje Seitz

HaE

Heat and Electricity Storage

Aktionsfeld
Speicherung

Leading House

Paul Scherrer Institut (PSI)

Teilnehmende Institutionen

Berner Fachhochschule (BFH)
Ostschweizer Fachhochschule (OST)
Hochschule Luzern – Technik und Architektur (HSLU)
Eidgenössische Technische Hochschule Lausanne (EPFL)
Eidgenössische Technische Hochschule Zürich (ETHZ)
Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Empa)
Fachhochschule Südschweiz (SUPSI)
Fachhochschule Nordwestschweiz (FHNW) (2014–2016)
Universität Bern (UniBe)
Universität Freiburg (UniFr)
Universität Genf (UNIGE)

Leiter des SCCER

Prof. Dr. Thomas Justus Schmidt, PSI (2014–2020)

Stellv. Leiter des SCCER

Prof. Dr. Andreas Züttel, EPFL (2014–2020)

Geschäftsführer

Dr. Jörg Roth, PSI (2014–2020)



Swiss Competence Center
for Energy Research

Um die Klimaschutzziele zu erreichen, muss das zukünftige Energiesystem auf erneuerbaren statt auf fossilen Energieträgern beruhen. Die meisten erneuerbaren Träger beziehen ihre Energie aus intermittierenden Quellen wie Sonne und Wind, die vom Wetter und der Jahreszeit abhängig sind. Ein solches Energiesystem erfordert daher eine hohe lang- und kurzfristige Wärme- und Energiespeicherkapazität.

Empfehlungen

auf der Grundlage der Forschungsergebnisse des SCCER HaE

- ▶ Die politischen Entscheidungsträger sollten Anreize für Investitionen in erneuerbare Energien und Speicherkapazitäten schaffen, indem sie auf der Grundlage eines Vollkostenansatzes Steuern und Abgaben auf nicht nachhaltige Technologien einführen. Alternativ sollten sie nachhaltige Technologien subventionieren, um die Kosten für vergleichbare Anwendungsfälle auszugleichen – oder beides tun –, um ungünstige Bedingungen zu vermeiden. Dies würde zu neuen Geschäftsmodellen führen und Investitionsentscheidungen zugunsten von Speichertechnologien fördern.
- ▶ Der Rechtsrahmen sollte angepasst werden, um neue Speichersystemkonzepte, etwa Power-to-Gas und Power-to-Liquid, zu ermöglichen. Das Gleiche gilt für die Raumplanungs- und Baugesetze, die grosse unterirdische Speicher berücksichtigen müssen. Diese sind wichtig für die saisonale Wärmespeicherung und die adiabate Druckluftspeicherung.
- ▶ Die Materialforschung birgt das grosse Potenzial, die Umwandlung effizienter zu gestalten und damit die Kosten für die Energiespeicherung zu senken. Entsprechende Finanzierungsmöglichkeiten sollten sichergestellt werden.

Autorinnen/Autoren

Prof. Dr. Barbara Lenz
Prof. em. Dr. Hans-Rudolf Schalcher
Dr. Philipp Dietrich
Prof. Dr. Helmut Eichseder
Dr. Peter de Haan

Mobility

Efficient Technologies and Systems for Mobility

Aktionsfeld
**Effiziente Konzepte,
Prozesse und Komponenten
in der Mobilität**

Leading House

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich (ETHZ)

Teilnehmende Institutionen

Berner Fachhochschule (BFH)
Ostschweizer Fachhochschule (OST)
Paul Scherrer Institut (PSI)
Eidgenössische Technische Hochschule Lausanne (EPFL)
Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Empa)
Fachhochschule Nordwestschweiz (FHNW)
Fachhochschule Südschweiz (SUPSI)
Universität St. Gallen (HSG) (2017–2020)
Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW)
Hochschule Luzern – Technik und Architektur (HSLU)
(2014–2016)

Leiter des SCCER

Prof. Dr. Konstantinos Boulouchos, ETHZ (2014–2020)

Stellv. Leiterin des SCCER

Prof. Dr. Andrea Vezzini, BFH (2014–2020)

Geschäftsführerin/Geschäftsführer

Dr. Gloria Romera Guereca, ETHZ (2014–2020)
Dr. Michael Bürgi, ETHZ (2014–2016)



Das SCCER Mobility baute Wissen auf und entwickelte Technologien, um die Transition vom aktuell auf fossilen Brennstoffen basierenden Verkehrssystem zu einem nachhaltigen System mit minimalem CO₂-Ausstoss, Primärenergiebedarf sowie praktisch schadstofffreien Emissionen zu unterstützen.

Empfehlungen

auf der Grundlage der Forschungsergebnisse des SCCER Mobility

- ▶ **Anreize und attraktive Angebote sind unbedingt erforderlich**
Eine Kombination aus finanziellen und nichtfinanziellen Anreizen, neuen politischen Massnahmen, einer breiteren Palette von Mobility-as-a-Service-Lösungen und der dazugehörigen Infrastruktur ist erforderlich, um die Verkehrsnachfrage im Allgemeinen zu senken und die Umstellung von Antriebstechnologien mit fossilen Brennstoffen auf umweltfreundliche Verkehrsträger mit erneuerbaren Brennstoffen voranzutreiben.
- ▶ **Flexibilität durch Sektorkopplung**
Um den künftige Bedarf an Energiespeicherung zu decken und damit die Flexibilität des Energiesystems zu erhöhen, muss der Verkehrssektor umfassend mit anderen stromverbrauchenden Sektoren, insbesondere dem Gebäudesektor, gekoppelt werden.
- ▶ **Individuelle Mobilität und mehr**
Während die Kraftfahrzeug-Hersteller die systematische Elektrifizierung der individuellen Mobilität offenbar in Angriff genommen haben, müssen andere wichtige Verkehrsbereiche wie der lokale Güterverkehr, der Luftverkehr und die Langstreckenschifffahrt ihre Anstrengungen bezüglich der Dekarbonisierung noch verstärken.

Autorinnen/Autoren

Prof. Dr. Philippe Thalmann
Prof. Dr. Isabelle Stadelmann-Steffen
Dr. Sarah Darby
Dr. Nicole Mathys
Prof. Dr. Hans-Gerd Servatius

CREST

Competence Center for Research in Energy, Society and Transition

Aktionsfeld
**Ökonomie, Umwelt,
Recht, Verhalten**

Leading House

Universität Basel (UNIBAS)

Teilnehmende Institutionen

Eidgenössische Technische Hochschule Lausanne (EPFL)
Eidgenössische Technische Hochschule Zürich (ETHZ)
Fachhochschule Westschweiz (HES-SO)
Universität Genf (UNIGE)
Universität Luzern (UniLu)
Universität Neuchâtel (UniNE)
Universität St. Gallen (HSG)
Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW)

Leiter des SCCER

Prof. Dr. Frank Krysiak, UNIBAS (2014–2020)

Stellv. Leiterin/Leiter des SCCER

Prof. Dr. Claudio Cometta, ZHAW (2018–2020)
Prof. Dr. Bettina Furrer, ZHAW (2014–2018)

Geschäftsführerin

Andrea Ottolini-Voellmy, UNIBAS (2014–2020)

Die Planung und die Steuerung der Energiewende setzt voraus, dass wir verstehen, zu welchem Zweck und in welcher Art und Weise die Menschen in der Schweiz Energie nutzen. Die Wende erfordert auch Investitionen, die tendenziell über die Beträge hinausgehen, die der Markt unter den derzeitigen Rahmenbedingungen allein bereitstellen kann. Diese Tatsache macht Verbesserungen sowohl auf der Nachfrage- als auch auf der Angebotsseite erforderlich.

Empfehlungen

auf der Grundlage der Forschungsergebnisse des SCCER CREST

- ▶ Massnahmen zur Energiewende müssen sowohl auf Innovation hinwirken, indem sie kohlenstoffarme Alternativen fördern, als auch auf Reduktion, indem sie Druck auf bestehende, aber unerwünschte Technologien und Geschäftsmodelle ausüben. Für die einzelnen Phasen der Umstellung und für die verschiedenen Sektoren sind unterschiedliche Massnahmen erforderlich. Diese müssen nacheinander durchgeführt und in Abhängigkeit von der technologischen Entwicklung Schritt für Schritt verstärkt werden, um eine breite Akzeptanz zu erreichen.
- ▶ Initiativen, Instrumente und Kampagnen zur Senkung des Energieverbrauchs sollten auf einer kontinuierlichen Erforschung der Art und des Umfangs der Nachfrage von verschiedenen Aktivitäten und Untergruppen beruhen. Zudem müssen sie auf die grosse Vielfalt der Konsumenten ausgerichtet sein und den «Ausreissern» mehr Aufmerksamkeit schenken, insbesondere den Personen und Praktiken, welche die Energiewende am besten unterstützen können. Sie sollten finanzielle Anreize mit nichtfinanziellen Massnahmen kombinieren wie z. B. Bekanntheitsgrad, Verbesserung der Energiekompetenz oder Gleichstellung und genderspezifische Aspekte.
- ▶ Auch auf der Angebotsseite des Energiesystems gibt es eine Vielzahl an Akteuren, die durch unterschiedliche Massnahmen dazu gebracht werden müssen, technische und nichttechnische Innovationen umzusetzen, um so Wärme, Mobilität und Strom enger zu verknüpfen. Energiepolitik und Regierungsstrukturen auf allen Ebenen sollten es diesen Akteuren ermöglichen, Ideen, Geschäftsmodelle und neue Formen der Zusammenarbeit zu erproben. Zudem sollten sie die Verbreitung erfolgreicher neuer Konzepte und Produkte in der Schweiz fördern.
- ▶ Start-ups im Energiesektor haben andere Bedürfnisse als junge Unternehmen in anderen Sektoren und benötigen spezifische Unterstützung. Etablierte Unternehmen ausserhalb des traditionellen Energiesektors könnten einen bedeutenderen Beitrag leisten.

Fortsetzung **CREST**

- ▶ Es müssen Marktkonzepte gefunden werden, die Investitionen in erneuerbare Energien zu Marktpreisen rentabel machen, die auch Investitionen in Reservekapazitäten und den Netzausbau profitabel machen und die ausreichende Anreize bieten, Strom dann zu produzieren, wenn er den höchsten Wert hat. Technologien für eine flexible Elektrifizierung können durch Emissionshandel und Massnahmen zur Verringerung der Abregelung unterstützt werden. Letzteres wird durch Anreize für Flexibilitätsdienstleistungen und neue Geschäftsmodelle erreicht, die Kosten für den Netzausbau einsparen.

Autoren

FH-Prof. Dipl. Ing. Hubert Fechner
Prof. Dr. Philippe Thalmann

Joint Activity

Scenarios and Modelling (JASM)

Teilnehmende SCCER

FEEB&D / EIP / SoE / BIOSWEET /
FURIES / HaE Storage /
Mobility / CREST

Kontakt

Dr. Gianfranco Guidati
ETHZ (2017–2020)

In Wirtschaft, Wissenschaft und öffentlicher Verwaltung besteht eine hohe Nachfrage nach belastbaren und zuverlässigen Szenarien zur Entwicklung des Schweizer Energiesystems in den nächsten Jahrzehnten. Um diesem Bedarf gerecht zu werden, hat die JASM die Modellierungskompetenzen aller acht SCCER kombiniert, um solche Szenarien zu entwickeln

Empfehlungen

► Bedarf an Kohlenstoffabscheidung und negativen Emissionen

Um im Jahr 2050 Netto-Null-Emissionen zu erreichen, müssen jährlich mindestens 9 Mio. t CO₂ eingefangen und gespeichert werden. Diese Emissionen umfassen unvermeidbare Emissionen aus der Abfallverbrennung und aus Zementwerken. Das CO₂-Speicherpotenzial der Schweiz dürfte jedoch nicht ausreichen, deshalb ist eine Vernetzung mit ausländischen Speichern notwendig.

► Wasserstoff muss gefördert werden

Um im Jahr 2050 Netto-Null-Emissionen zu erreichen, ist ein jährlicher Nettobeitrag von 10–20 TWh/a Wasserstoff erforderlich, hauptsächlich für die indirekte Elektrifizierung der Mobilität, insbesondere für den Güterverkehr, die Kraft-Wärme-Kopplung und die industrielle Abwärmenutzung. Dieser Wasserstoff wird durch eine Mischung aus Elektrolyse, Dampfreformierung und Biomassevergasung erzeugt.

Joint Activity

Integrated development processes for hydropower and deep geothermal projects: regulatory, political and participatory perspectives (IDEA-HDG)

Teilnehmende SCCER

CREST / SoE

Kontakt

Prof. Dr. iur. Sebastian Heselhaus
UniLu (2017–2020)

Wasserkraft und Tiefengeothermie spielen aufgrund ihrer kontrollierbaren Produktion und ihres grossen Potenzials eine entscheidende Rolle in der Schweizer Energiewende. Allerdings stossen diese Projekte in der Planungs- und Genehmigungsphase häufig auf Schwierigkeiten, die auf komplexe Genehmigungsverfahren und Einwände von lokalen Gemeinschaften, NGOs oder der Öffentlichkeit zurückzuführen sind.

Empfehlungen

- ▶ Bei der Entwicklung von Tiefengeothermie -Projekten sollten die Unternehmen verstärkt auf die Rahmenbedingungen achten. Dieser Entwicklungsprozess sollte es den Unternehmen ermöglichen, sich in einen lokalen und sozialen Kontext einzufügen. Das bedeutet, dass an bestehende Diskurse über die Wünsche der Gemeinschaft, ihre Entwicklungspläne und ihre politische Ausrichtung angeknüpft werden muss.
- ▶ Da die politische Debatte über die Tiefengeothermie noch im Entstehen ist, ist grosse Vorsicht geboten, wenn es darum geht, den Diskurs der Bevölkerung (und der Parteien) auf dieses Thema zu lenken. Die Tatsache, dass subjektives Wissen und effektives objektives Wissen nicht immer kongruent sind, muss bei der Entwicklung von Kommunikations- und Engagementstrategien für Tiefengeothermie -Projekte berücksichtigt werden. Es sind weitere Instrumente erforderlich, um die Gesellschaft, die kaum etwas über dieses Thema weiss, dazu zu bewegen, sich stärker damit zu befassen.
- ▶ Eine engere Koordination zwischen den Bundesämtern (und anderen Akteuren) würde die Arbeit der Kantone erleichtern. Verwaltungs- und Wirtschaftsakteure sind für Wasserkraft-Projekte besonders wichtig.

Autoren

Dr. Henning Fuhrmann
Prof. em. Dr. Hans-Rudolf Schalcher
Prof. Dr. Alexander Sauer

Joint Activity

Socio-economic and technical planning of multi-energy systems (RED)

Teilnehmende SCCER

FFEEB&D / FURIES / CREST

Kontakt

Prof. Dr. François Maréchal
EPFL (2017–2020)

Die JA RED untersuchte die Kopplung des Stromnetzes mit Wärme- und Gassystemen und befasste sich mit den sozioökonomischen Aspekten der Multi-Energie-Systeme sowie intelligenten Netzlösungen, die von SCCER-FURIES in den Demonstrationsprojekten Romande Energie und Arbon entwickelt wurden.

Empfehlungen

► **Präzisierung der Rolle und der Zuständigkeiten der lokalen, kantonalen und eidgenössischen Behörden bei der Umsetzung der Energiestrategie 2050**

Die Behörden können bei der Umsetzung der Energiestrategie 2050 eine Katalysatorenrolle spielen, indem sie die Bedingungen für die Umsetzung von Multi-Energie-Netzlösungen durch Energiepläne, Fördermassnahmen und Revisionen des Energierechts verbessern.

► **Entwicklung eines dezentralen Produktions- und Flexibilitätsmarktes**

Eine dezentrale Produktion und ein Flexibilitätsmarkt könnten einen wichtigen Beitrag zur Energiestrategie 2050 leisten. Dezentrale Konzepte erfordern Flexibilität, aber ohne einen Markt dafür dürfte die Unsicherheit der Investoren ein Hindernis für die Umsetzung bleiben.

► **Erstellung einer Datenbank für die Energieplanung**

Es ist eine beträchtliche Menge an Daten verfügbar, die für eine präzise Energieplanung genutzt werden könnte und nicht dem Datenschutz unterliegt. Ein grosser Teil dieser Daten ist jedoch nur für Experten zugänglich. Es muss eine zentrale, öffentlich zugängliche Datenbank geschaffen werden, um Daten für die Energieplanung zu sammeln.

Autoren

Dr. Stefan Nowak
Prof. Dr.-Ing. Martin Kaltschmitt

Joint Activity

Coherent Energy Demonstrator Assessment (CEDA)

Teilnehmende SCCER

FEED&D / HaE Storage /
Mobility / BIOSWEET

Kontakt

Dr. Gil Georges
ETHZ (2017–2020)

Im Rahmen ihrer Arbeit haben die SCCER eine grosse Anzahl von Demonstrationsplattformen und -systemen entwickelt. Die JA CEDA wurde angestossen, um eine Plattform für den Datenaustausch und die Kommunikation zu schaffen. Ziel war es, Querverbindungen zwischen den verschiedenen Projekten herzustellen.

Empfehlungen

Die JA CEDA zeigte, wie wichtig und notwendig ein interdisziplinärer Gedankenaustausch zwischen der experimentellen und der modellierenden Gemeinschaft ist. Ein solches Unterfangen erfordert Anstrengungen von beiden Seiten. Die Ressourcen, die zur Überwindung der Kluft zwischen den verschiedenen Denkweisen erforderlich sind, sind nicht unbedingt vorhanden.

Die Empfehlungen lauten wie folgt:

- ▶ Die Modellierer sollten das CEDA-Archetyp-Konzept als Vorlage für die Strukturierung und Straffung der Debatte verwenden und die bestehende Datenbank erweitern;
- ▶ experimentelle Forscher sollten ihre Daten in die CEDA-Datenbank einspeisen, um diese wertvolle Datenbank kontinuierlich zu verbessern;
- ▶ die CEDA-Datenbank sollte weiter ausgebaut und aktualisiert werden;
- ▶ Unternehmen und staatliche Organisationen sollten Fallstudien auf der Grundlage der Datenbank als praktikables Simulationsinstrument für die Untersuchung neuer Geschäftsmodelle zur Unterstützung der Energiewende nutzen.

Autoren

Prof. Dr. Eberhard Umbach
Prof. Dr. Philippe Thalmann

Joint Activity

White Paper on the Perspectives of Power-to-Product (P2X) Technology in Switzerland

Teilnehmende SCCER

FURIES / HaE Storage / CREST /
Mobility / BIOSWEET

Kontakt

Dr. Tom Kober
PSI (2017–2020)

Power-to-X (P2X) bezieht sich auf Technologien, die (grünen) Strom in Gase, Flüssigkeiten oder Wärme umwandeln. Diese werden langfristig gespeichert und als Ausgangsmaterial für viele Arten der Energienutzung oder für die Herstellung von Chemikalien verwendet. Dabei steht «X» oft für Wasserstoff, synthetische Gase (etwa Methan) oder synthetische Kraftstoffe (wie Diesel, Benzin, Kerosin).

Empfehlungen

► **Stärkung der systemischen Sichtweise**

Die Flexibilität des Schweizer Energiesystems muss an die Anforderungen der intermittierenden erneuerbaren Energien angepasst werden, d. h. die langfristige (saisonale) Speicherung von Strom wird eine wichtigere Rolle spielen als heute. Auch Entscheidungen über zukünftige Verkehrs- und Wärmekonzepte müssen vorbereitet und getroffen werden.

► **Weiterentwicklung der Technologie**

Mehrere Prozesse müssen noch weiter ausreifen (höhere Effizienz, mehr Stabilität, geringere Kosten), bevor eine Umsetzung im Energiesystem erfolgen kann. Dies erfordert weitere Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen.

► **Anpassung des Markts und des rechtlichen Rahmens**

Die Umsetzung einer höheren Flexibilität und die Einführung neuer Technologien wie P2X auf dem Markt erfordern erhebliche Änderungen des Rechtsrahmens, bevor diese Technologien wettbewerbsfähig werden können. Eine langfristige Perspektive wird diese Entwicklung fördern, verlangt jedoch sofortiges Handeln.

Joint Activity

The evolution of mobility: A socio-economic analysis (Mobility)

Teilnehmende SCCER

CREST / Mobility

Kontakt

Prof. Dr. René Schumann

HESO-SO (2017–2020)

Im Mittelpunkt der JA Mobility standen detaillierte wissenschaftliche Analysen und Prognosen zum Verhalten von Einzelpersonen und Haushalten im Hinblick auf die Entwicklung und Einführung neuer Technologien und Dienstleistungen, die für den Energiekonsum im Verkehrssektor relevant sind.

Empfehlungen

► **Berücksichtigung des Verhaltens als relevanter Faktor und Konzentration auf wirksame Verhaltensweisen in weiteren Studien und Interventionen**

Das Mobilitätsverhalten von Einzelpersonen und Haushalten ist eine relevante Variable, die als aktives Element zur Erreichung der Emissions- und Energieziele des Mobilitätssektors berücksichtigt werden sollte. Die JA Mobility konnte zeigen, dass das Mobilitätsverhalten beeinflussbar ist. Auf der Grundlage der bisher erzielten Ergebnisse ist nun eine eingehende Analyse erforderlich, um festzustellen, wie die entsprechenden Verhaltensweisen tatsächlich herbeigeführt werden können.

► **Nutzung des gesamten Spektrums an Governance-Optionen für den Mobilitätssektor**

In weiteren Arbeiten sollte untersucht werden, welche Massnahmenkombination die vielversprechendsten Auswirkungen hat. Dies gilt nicht zuletzt für die Mischung aus nationalen und lokalen Interventionen.