



Zusammenfassung

Dr. Stefan Nowak

Vorsitz des SCCER Evaluationspanels

Durch die SCCER hat sich die Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen Typen der beteiligten Forschungsinstitutionen – ETH-Bereich, Fachhochschulen und kantonale Universitäten – deutlich verstärkt.

Im Anschluss an die Nuklearkatastrophe in Fukushima Daiichi hat das Parlament die Botschaft des Bundesrats zum Aktionsplan «Koordinierte Energieforschung Schweiz – Massnahmen in den Jahren 2013–2016»¹ verabschiedet. Ziel des Aktionsplans war es, die Forschung und Entwicklung zu stärken, um den grundlegenden Umbau des Schweizer Energiesystems bis 2050, mit einem schrittweisen Ausstieg aus der Produktion von Kernenergie, zu unterstützen. Die wichtigste Massnahme der Botschaft und Teil des Förderprogramms Energie war die Schaffung von acht Schweizer Kompetenzzentren, in sieben Aktionsfeldern², die sogenannten Swiss Competence Centers for Energy Research SCCER. Diese sollten Forschende aus verschiedensten Forschungsinstitutionen zusammenbringen. Für die Jahre 2013–2016 erhielten die Zentren Mittel von insgesamt 72 Millionen Franken.

Während der ersten Förderperiode (2013–2016) haben die SCCER die Forschungskapazitäten in den ausgewählten Aktionsfeldern erfolgreich

ausgebaut und damit eine solide Grundlage für ihre Gesuche für die zweite Förderperiode (2017–2020) geschaffen. Basierend auf den Erkenntnissen der ersten Förderperiode wurden die Forschungsstrategien zum Teil angepasst, Arbeitspläne geändert und in einigen Fällen neue Forschungsgruppen aufgenommen. Darüber hinaus wurden bestimmte Projekte an die Industrie übertragen. Infolgedessen wurden die Gesuche aller acht SCCER für die zweite Förderperiode zwar bewilligt, jedoch die Arbeiten nicht einfach nur weitergeführt. Die Kommission für Technologie und Innovation KTI, die Vorgängerorganisation von Innosuisse, unterstützte ab 2017 mit 111,9 Millionen Franken die Fortsetzung der SCCER sowie mit zusätzlich 7.7 Millionen Franken die Realisierung von sechs Projekten, an welchen Forschende aus mindestens zwei SCCER beteiligt waren. Diese sogenannten «Joint Activities» (JA) behandelten Themen an der Schnittstelle zwischen den Aktionsfeldern der SCCER und zielten darauf ab, Forschungsfragen aus einer eher systemischen Perspektive zu beantworten. Zusätzlich zur

¹ Bundesrat (2012): Botschaft zum Aktionsplan «Koordinierte Energieforschung Schweiz» – Massnahmen in den Jahren 2013–2016. Bundesblatt 47, 9017–9064.

² Die sieben Aktionsfelder waren: Effizienz; Netze und ihre Komponenten/Energie-

systeme; Speicherung; Strombereitstellung (Bereitstellung von elektrischer Energie); Ökonomie, Umwelt, Recht, Verhalten; Effiziente Konzepte, Prozesse und Komponenten in der Mobilität; Biomasse

Förderung durch die KTI/Innosuisse trugen die involvierten Hochschulen mit 251,2 Millionen Franken (2014–2020³) zur Finanzierung der SCCER und JA bei. Darüber hinaus akquirierten die Forschenden 149,4 Millionen Franken an kompetitiven Bundesmitteln. Die Beiträge von Industriepartnern zusammen mit Mitteln aus internationalen Projekten beliefen sich auf 130,2 Millionen Franken. Insgesamt betrug die Mittel für die Schweizer Energieforschung im Rahmen des Förderprogramms Energie von 2014–2020 724,6 Millionen Franken⁴.

Zu den verschiedenen SCCER im Einzelnen:

Das **SCCER Future Energy Efficient Buildings & Districts (FEEB&D)** befasste sich mit Energieeffizienz und CO₂-Emissionen der gebauten Umwelt. Auf Ebene der einzelnen Gebäude wurden farbige Photovoltaik-Module, ein effizienteres Dämmmaterial, eine dynamische Verglasung für Fenster, Vision-Sensor-Technologien zur Steuerung von Jalousien und Beleuchtung sowie eine prädiktive Steuerung mehrerer Energie-Teilsysteme realisiert. Es wurde ein intelligentes und leistungsfähiges IT-Tool entwickelt, um die optimale Konfiguration dezentraler Multi-Energie-Systeme in einer gegebenen Situation festzulegen. Ausserdem wurde eine umfassende raumzeitliche Datenbank erstellt, die den Energiebedarf und das Potenzial erneuerbarer Energien für die Schweiz hochauflösend ausweist.

Das **SCCER Efficiency of Industrial Processes (EIP)** befasste sich mit Energieeffizienz und CO₂-Emissionen in industriellen Anwendungen aus zwei verschiedenen Perspektiven. Zum einen wurden methodische Arbeiten zu Effizienzpotenzialen in

Wirtschaft und Industrie sowie Analysen und Umsetzungsverfahren für Energieeffizienz und die direkte Einbindung von Solarthermie kombiniert. Zum anderen wurden technologische Fortschritte erzielt, die eine höhere Energieeffizienz bei sektorübergreifenden Wärmeanwendungen und geringere CO₂-Emissionen durch fortschrittliche Adsorptionsverfahren ermöglichen. Die Nutzung von Abwasser zur Senkung des Energieverbrauchs, beispielsweise zu Kühlzwecken, war ebenfalls Bestandteil der Forschung im SCCER EIP.

Insgesamt betrug die Mittel für die Schweizer Energieforschung im Rahmen des Förderprogramms Energie von 2014–2020 724,6 Millionen Franken⁴.

Im **SCCER Supply of Electricity (SoE)** wurden mögliche Beiträge zur Strombereitstellung in den Bereichen Tiefengeothermie und Wasserkraft analysiert. Gestützt auf herausragende wissenschaftliche Ergebnisse wurde der Forschungsschwerpunkt in der Tiefengeothermie von der Stromerzeugung auf die thermische Nutzung verlagert und es wurden wichtige Demonstratoren gebaut. Eine Neubewertung der geologischen CO₂-Speicherung ergab ein wesentlich geringes Speicherpotenzial als ursprünglich erwartet. Im Bereich der Wasserkrafftorschung wurde die

³ Während das Förderprogramm Energie bereits 2013 mit den Ausschreibungen begann, nahmen die SCCER ihre Aktivitäten im Jahr 2014 auf und nutzten die Fördermittel erst ab diesem Zeitpunkt.

⁴ Diese Zahl beinhaltet auch die 3 Millionen Franken, welche die SCCER FURIES und Mobility im Rahmen des Aktionsplans Digitalisierung erhalten haben (Siehe dazu die [Internetseite](#) des

Staatssekretariats für Bildung, Forschung und Innovation).

Möglichkeit geprüft, die Jahresproduktion um 10% zu erhöhen. Die daraus resultierenden wissenschaftlichen Erkenntnisse zeigen, welche Massnahmen notwendig sind, um dieses Ziel zu erreichen. Ein weiterer Schwerpunkt war die Analysen der Flexibilität der Wasserkraftnutzung, wobei der Fokus auf Konzepten mit hohem Praxiswert lag.

Das Ziel des **SCCER Biomass for Swiss Energy Future (BIOSWEET)** war, einen Beitrag zu einer stärkeren Nutzung von geringwertiger Biomasse im Schweizer Energiesystem unter Berücksichtigung technologischer, wirtschaftlicher, ökologischer, systemischer und gesellschaftlicher Aspekte zu leisten. Die Arbeiten umfassten Möglichkeiten zur bio- und thermochemischen Umwandlung von organischem Material und brachten diese auf einen höheren Technologie-Reifegrad. Zu den erfolgreichen wissenschaftlichen Ergebnissen zählen verschiedene Wege zur Bereitstellung von Biomethan, innovative Feuerungsanlagen zur Erzeugung von Wärme, neue Ansätze zur Herstellung flüssiger Medien (Chemikalien und Treibstoffe) sowie spannende Einblicke in die zukünftige Rolle der Biomasse im Schweizer Energiesystem.

Das **SCCER Future Swiss Electrical Infrastructure (FURIES)** arbeitete an zukunftsweisenden Stromnetztechnologien, die eine nahtlose und nachhaltige Versorgung von Schweizer Haushalten, Unternehmen und Gemeinden auf der Basis traditioneller und neuer erneuerbarer Energiequellen ermöglichen sollen. SCCER-FURIES hat für die elektrische Infrastruktur der Zukunft wesentliche und massgebliche wissenschaftliche und technologische Ergebnisse in Form neuer Konzepte, Komponenten und Systemlösungen geliefert. Die Grossdemonstratoren und Labors des Kompetenzzentrums haben sich als attraktiv für Mitarbeitende aus der Industrie und dem öffentlichen Sektor erwiesen und werden

weiterhin als Forschungsplattformen dienen. Im Energiesystem der Zukunft werden Speichermöglichkeiten, sowohl zur kurzfristigen als auch zur saisonalen Speicherung, eine äusserst wichtige Rolle spielen.

Das **SCCER Heat and Electricity Storage (HaE)** konzentrierte sich auf fünf Themen, die für das zukünftige Energiesystem entscheidend sein können: Wärmespeicher, hochentwickelte Batterien und Batterie-Materialien, Erzeugung und Speicherung von Wasserstoff, (elektro-) katalytische CO₂-Reduktion und Bewertung von Energie-Speichern. In allen Bereichen wurden bedeutende Fortschritte erzielt, die von wissenschaftlich herausragenden Ergebnissen über Patente bis hin zu Demonstratoren und Prototypen reichen. Viele der Ergebnisse wurden in enger Zusammenarbeit mit Industriepartnern erzielt und einige führten zur Gründung von Start-up-Unternehmen.

Das **SCCER Efficient Technologies and Systems for Mobility (Mobility)** verfolgte einen interdisziplinären Ansatz, der technische, wirtschaftliche und anwenderbezogene Aspekte aufgriff und berücksichtigte. Zu den Erfolgen zählen unter anderem der Aufbau einer neuen Forschungsplattform für Batteriesysteme, Kühlkonzepte für die Brennstoffzellenforschung, gewichtsreduzierte thermoplastische Verbundtechnologien, Raumplanung und Energieinfrastrukturen sowie die Erforschung der sozialen und wirtschaftlichen Dynamik von Mobilitätssystemen. Das SCCER Mobility entwickelte zudem eine «Smart Mobility Data Platform» und identifizierte wichtige Elemente zur Reduzierung der CO₂-Emissionen des Mobilitätssystems.

Das **SCCER Competence Center for Research in Energy, Society and Transition (CREST)** wurde gegründet, um die wichtigen nicht-technischen Aspekte der Energiewende abzudecken. Ziel war die Entwicklung von Empfehlungen für politische Massnahmen und Unternehmensstrategien,

welche die Transformation des Energiesystems einleiten und die Energieversorgung und -nachfrage steuern. Konkret konzentrierten sich die Forschungsaktivitäten auf politische Massnahmen, Institutionen und Unternehmensstrategien zur Erleichterung der Integration eines grösseren Anteils «neuer» erneuerbarer Energien, auf Möglichkeiten zur Reduktion des Energieverbrauchs der Haushalte, auf Strategien auf Unternehmens- und Regionalebene zur Förderung der Verbreitung neuartiger Lösungen sowie auf mögliche Pfade für die Transformation des Schweizer Energiesystems.

Zu den JA: Im Rahmen der **JA Scenarios & Modelling (JASM)** bündelten alle acht SCCER ihre Modellierungskapazitäten, um eine Reihe von Szenarien für den Übergang des Schweizer Energiesystems zu Netto-Null-Emissionen innerhalb der nächsten Jahrzehnte zu entwickeln. Diese Simulationen geben Aufschluss darüber, was mit der aktuellen und geplanten Politik erreicht werden kann und welche zusätzlichen Massnahmen notwendig wären, um die ambitionierten Ziele der Schweizer Energie- und Klimapolitik zu erreichen. Das Ergebnis sind klare Empfehlungen für den weiteren Einsatz bestimmter Technologien, die forcierte Nutzung von noch in der Entwicklung befindlichen Systemen und systemische Empfehlungen für zukünftige Energieversorgungsstrategien. Insbesondere zeigen sie die Notwendigkeit einer beschleunigten Elektrifizierung, der Kohlenstoffabscheidung (negative Emissionen) sowie der Förderung von Wasserstoff auf.

Das Ziel der **JA Integrated development processes for hydropower and deep geothermal projects: Regulatory, political and participatory perspectives (JA IDEA-HDG)** war es, Empfehlungen zu formulieren, wie Projektentwicklungsprozesse (öffentliches Engagement), rechtliche Rahmenbedingungen und Führungsstrukturen verbessert, dadurch Konflikte zwischen Inter-

essengruppen gelöst und folglich Investitionen in Wasserkraft- und Tiefengeothermieprojekte erhöht werden können. Darüber hinaus erarbeitete die JA IDEA-HDG Empfehlungen für die Politik, wie und mit welchen Informationen Bürgerinnen und Bürger angesprochen werden sollen, um die politische Debatte lenken zu können.

Die **JA Socio-economic and technical planning of multi-energy systems (RED)** entwickelte Methoden und Richtlinien für die Planung zukünftiger Multi-Energie-Systeme inklusive einer Analyse des Energiebedarfs auf Gebäudeebene und der Integration in Stadtteilmodelle unter Berücksichtigung von Netzrestriktionen. Die JA RED zeigte zudem auf, wie Akteure ihre potenziellen Geschäftsmodelle für diese Multi-Energie-Systeme bewerten können und stellte entsprechende Werkzeuge bereit.

Die **JA Coherent Energy Demonstrator Assessment (CEDA)** führte die wichtigsten Ergebnisse der jüngsten (Multi-)Energie-Demonstrationsprojekte zusammen und förderte einen engeren Austausch zwischen den involvierten Forschungsteams. Hierfür wurden eigens ein gemeinsamer Datenaustausch, eine einfach zu nutzende Kommunikationsmöglichkeit und eine gut organisierte Koordinationsplattform aufgebaut. Ein konkretes Ergebnis ist die CEDA-Datenbank, welche auf den Daten der verschiedenen Demonstratoren basiert. Sie enthält Archetypen von 27 verschiedenen Energietechnologien, wobei die Daten für eine generischere Darstellung aufbereitet wurden. Erste Fallstudien wurden bereits durchgeführt, um die Vorteile dieses Ansatzes aufzuzeigen.

Im Rahmen der **JA White Paper on the Perspectives of Power-to-Product (P2X)** Technology in Switzerland wurde ein White Paper verfasst, in welchem das technische Potenzial sowie die wirtschaftlichen und rechtlichen Rahmenbedingungen für Technologien beurteilt wird, die

(grünen) Strom in Gase, Flüssigkeiten oder Wärme umwandeln. Der dadurch langfristig gespeicherte Strom kann als Ausgangsmaterial für viele Arten der Energienutzung oder zur Herstellung von Chemikalien dienen. Dabei steht «X» meist für Wasserstoff, synthetische Gase (z.B. Methan), synthetische Kraftstoffe (z. B. Diesel, Benzin, Kerosin) oder Wärme. Das White Paper zeigt, dass mehrere Prozesse ausreifen müssen (höhere Effizienz, mehr Stabilität und geringere Kosten), bevor eine Integration in das Energiesystem erfolgen kann. Zudem sind erhebliche Anpassungen der rechtlichen Rahmenbedingungen notwendig, bevor diese Technologien wettbewerbsfähig werden können. Eine langfristige Perspektive wird ihre Entwicklung fördern, verlangt aber auch sofortiges Handeln.

Die **JA The evolution of mobility – A socio-economic analysis (Mobility)** konzentrierte sich auf die Rolle des Verhaltens im Mobilitätssektor mit dem Ziel, das Mobilitätsverhalten der Schweizer Bevölkerung besser zu verstehen und Massnahmen – sowohl ermunternde als auch regulierende – zur Reduktion des mobilitätsbedingten Verbrauchs fossiler Energien zu identifizieren. Dazu gehörten Aspekte wie Homeoffice, Autobesitz, Fahrgemeinschaften und Onlineshopping. Die gut vernetzten Arbeitsbereiche schufen ein umfassendes und zusammenhängendes Bild des Mobilitätsverhaltens, dessen Bedeutung für den Energieverbrauch und die Steuerbarkeit. Damit konnten direkte Ansatzpunkte für politisches Handeln und die konkrete Ausgestaltung verhaltensbeeinflussender Massnahmen erarbeitet werden.

Seit dem Start der SCCER im Jahr 2014 haben durchschnittlich 1300 Forschende an Lösungen und Konzepten für das zukünftige Energiesystem der Schweiz gearbeitet. Dazu zählen zum Beispiel rund 70 innovative Produkte, Dienstleistungen und Verfahren, die heute bereits in der Praxis eingesetzt werden. Darüber hinaus haben die

Forschenden mehr als 340 Prototypen, Pilotanlagen und Demonstratoren aufgebaut und betrieben. Diese trugen dazu bei, die Forschungsergebnisse einer breiteren Öffentlichkeit zugänglich zu machen, was wiederum zu 973 zusätzlichen Projekten mit nicht-akademischen öffentlichen oder privaten Partnern führte. Die SCCER unterstützten auch die Transformation des Energiesystems, indem sie Kurse nicht nur für Studierende (831), sondern auch für Fachleute (361) anboten.

Auch wenn die wirtschaftlichen, gesellschaftlichen und politischen Aspekte systematisch angegangen wurden, besteht Potenzial zur Weiterentwicklung dieser Bereiche, insbesondere im Hinblick auf deren zentralen Beitrag zur Energiewende.

Während ihres Bestehens haben sich die SCCER zu etablierten Kompetenzzentren mit Partnern aus der Wissenschaft, der Industrie, dem öffentlichen Sektor sowie dem internationalen Bereich entwickelt. Durch die SCCER hat sich die Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen Typen der beteiligten Forschungsinstitutionen – ETH-Bereich, Fachhochschulen und kantonale Universitäten – deutlich verstärkt. Infolgedessen wuchsen zum einen die Schweizer Energieforschungsaktivitäten zusammen und wurden kohärenter, und zum anderen wurde eine äusserst erfolgreiche Vernetzung der beteiligten Forschungsinstitutionen untereinander sowie mit den involvierten Umsetzungspartnern, öffentlichen Institutionen und politischen Entscheidungsträgern erreicht.

Zusammenfassung

Dies wiederum hat die Sichtbarkeit und den Bekanntheitsgrad der Schweizer Energieforschungsaktivitäten einschliesslich ihrer vielfältigen Infrastrukturen sowohl in der Schweiz als auch zunehmend im Ausland deutlich erhöht. Als Ergebnis dieser Bemühungen hat sich die internationale Zusammenarbeit während des gesamten Förderprogramms Energie, insbesondere in der zweiten Förderperiode, stark weiterentwickelt. Diese internationale Zusammenarbeit trägt entscheidend dazu bei, dass, beispielsweise durch erhöhte Ressourcen, gegenseitige Befruchtung und Benchmarking, die Forschung auf einem exzellenten Niveau ist und neue Lösungen schneller entwickelt und umgesetzt werden.

In der zweiten Förderperiode wurde die Forschungsinfrastruktur durch neue Energietechnologie-Demonstratoren sowie weitere Forschungsaktivitäten mit höherem Technologie-Reifegrad deutlich erweitert. Diese Entwicklungen haben zu einer steigenden Anzahl von Kooperationen mit der Industrie und dem Gewerbe beigetragen, was wiederum hervorragende Möglichkeiten für neue Partnerschaften mit öffentlichen und privaten Unternehmen bietet. Parallel dazu wird in vielen Wissenschafts- und Technologiebereichen Grundlagenforschung auf Weltklassenniveau betrieben. Dadurch wird die Forschungspipeline stetig mit neuen, potenzialträchtigen und längerfristigen Aktivitäten gefüllt.

Die Arbeiten der SCCER in den letzten sieben Jahren haben aufgezeigt, dass eine systemische Betrachtungs- und Herangehensweise insbesondere in Bezug auf technische Fragen und Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Formen der Energieerzeugung, -umwandlung, -beförderung und -speicherung dringend nötig ist. Auch wenn die wirtschaftlichen, gesellschaftlichen und politischen Aspekte systematisch angegangen wurden, besteht Potenzial zur Weiterentwicklung dieser Bereiche, insbesondere im Hinblick auf

deren zentralen Beitrag zur Energiewende. Auch die Auswirkungen der Digitalisierung wurden zunehmend thematisiert, insbesondere in zwei SCCER (FURIES und Mobility), für die im Jahr 2019 durch den Aktionsplan Digitalisierung zusätzliche Mittel verfügbar wurden.

DIE KERNGRUPPE DES EVALUATIONSPANELS SCCER

Dr. Stefan Nowak, Vorsitz
FH-Prof. Dipl. Ing. Hubert Fechner
Dr. Henning Fuhrmann
Prof. Dr.-Ing. Martin Kaltschmitt
Prof. Dr. Barbara Lenz
Prof. Dr. Alexander Sauer
Prof. em. Dr. Hans-Rudolf Schalcher
Prof. Dr. Isabelle Stadelmann-Steffen
Prof. Dr. Philippe Thalmann
Prof. Dr. Eberhard Umbach

EHEMALIGE MITGLIEDER

Andreas Umbach
MSc, MBA, Vorsitz des SCCER Evaluationspanels
von 2013 bis 2016
Prof. Dr. Andreas Balthasar
Dr. Matthias Kaiserswerth
Prof. Dr.-Ing. Anke Kaysser-Pyzalla