



akademien der wissenschaften schweiz
académies suisses des sciences
accademia svizzera delle scienze
academias svizas da las ciencias
swiss academies of arts and sciences

ENERGIEFORSCHUNG 2020+ IN DER SCHWEIZ – EMPFEHLUNGEN FÜR ZUKÜNFTIGE PROGRAMMATISCHE FINANZIERUNG

Positionspapier der Erweiterten Energiekommission der Akademien der Wissenschaften Schweiz

Mitglieder der Erweiterten Energiekommission:

Prof. Konstantinos Boulouchos, ETH Zürich (Präsident)
Prof. Andrea Baranzini, Haute Ecole de Gestion Genève
Dr. Monica Duca Widmer, EcoRisana SA
Prof. Bettina Furrer
Prof. Gabriela Hug, ETH Zürich
Prof. Oliver Kröcher, Paul-Scherrer-Institut
Dr. Nicole Mathys, Bundesamt für Raumplanung
Dr. Joëlle Noailly, Graduate Institute Geneva
Prof. Jean-Louis Scartezzini, EPF Lausanne
Dr. Rolf Schmitz, Bundesamt für Energie
Prof. em. René Schwarzenbach, SCNAT
Prof. Michael Stauffacher, ETH Zürich

Zusammenfassung

Kontext:

- Das schweizerische Energiesystem steht derzeit vor einer Reihe grosser Herausforderungen, darunter Klimaschutz, Versorgungssicherheit, gesellschaftliche Akzeptanz von Risiken (z.B. Abfallentsorgung, elektromagnetische Auswirkungen), begrenzte materielle Ressourcen und wirtschaftliche und soziale Folgen der Energiepolitik. Um diese Herausforderungen zu bewältigen, ist eine umfangreiche Transformation des Energiesystems unerlässlich.
- Die Komplexität des Energiesystems mit seinen zahlreichen Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Sektoren sowie sozioökonomischen, ökologischen und technologischen Aspekten macht einen übergreifenden systemischen und transdisziplinären Forschungsansatz notwendig.
- Die jüngsten grossen Energieforschungsprogramme in der Schweiz, hauptsächlich SCCERs und NFPs, sind zu Ende gegangen bzw. werden bald enden. Sie haben Forschungsnetzwerke aufgebaut und erste Ergebnisse koordinierter Forschungsarbeiten in bestimmten Bereichen des Energiesystems erzielt. Multidisziplinäre und sektorenübergreifende Aspekte standen bisher jedoch nur teilweise im Vordergrund und müssen in Zukunft intensiviert und ausgebaut werden.

Empfehlungen für ein zukünftiges Energieforschungskonzept:

- Eher disziplinäre, sowohl grundlagen- als auch anwendungsorientierte Forschung wird von Forschungseinrichtungen (ETH, Universitäten, Fachhochschulen) weitergeführt und von SNF, Innosuisse, BFE, etc. mitfinanziert werden sowie hoffentlich auch weiterhin durch die EU-Forschungsprogramme. Somit ist ein nationales Programm, das diese Art von Forschung umfasst, nicht notwendig.
- Während etablierte erfolgreiche Netzwerke wo angebracht beibehalten werden sollen, sollten systemische und transdisziplinäre Forschungsaktivitäten, insbesondere mit Fokus auf Feldstudien, in einem nachfolgenden koordinierten nationalen Forschungsprogramm verstärkt werden.
- Eine reine Fortsetzung der bisherigen Forschungsaktivitäten reicht nicht aus.
- Zu den Hauptanforderungen an ein neues, längerfristig orientiertes (ca. 10 bis max. 20 Jahre) nationales Forschungsprogramm gehören unter anderem:
 - transparente Bewertungskriterien für Projektkonsortien: höchste wissenschaftliche Qualität, systemische Sichtweise, Einbezug wichtiger Stakeholder von Anfang an, starke institutionsübergreifende Kooperation und Politik- sowie Umsetzungsrelevanz
 - transdisziplinärer Ansatz, d.h. Einbezug und Interaktion von Schlüsseldisziplinen (Sozioökonomie, Verhaltensforschung, Ökologie, Technologie) sowie wichtigen Stakeholdern in jedem Thema
 - Berücksichtigung der notwendigen Zeitskalen entlang der Kette der Reifegrade von Produkten, Technologien, Verfahren, Modellen, Dienstleistungen und Instrumenten
- Wichtige Aspekte der Organisation:
 - regelmäßige Ausschreibungen in prioritären Forschungsbereichen
 - wettbewerbsorientiertes Element unter verschiedenen Konsortien
 - Bereithalten von Flexibilität gegenüber dem Projektmanagement zur Neuausrichtung bei neu entstehenden Bedürfnissen (die Zustimmung des Strategieausschusses vorausgesetzt)
 - Stärkung der Beteiligung von Industrie/Privatunternehmen/Öffentlichem Sektor
 - explizite Berücksichtigung von Pilot- und Demonstrationsaktivitäten und gut koordinierten Feldstudien
- Wichtige Aspekte und Instrumente der Steuerung (Governance):
 - ein *Strategischer Rat*, der übergreifende Ziele definiert (in Absprache mit CORE, BFE und anderen Regierungsstellen)
 - ein *Beirat*, zusammengesetzt aus unabhängigen nationalen und internationalen Wissenschaftlern und Umsetzungsexperten/Praktikern, der Konsortien bewertet und berät, die Fortschritte überprüft sowie den strategischen Rat zu übergreifenden Themen beraten könnte

- eine vollzeitliche *Programmdirektion*, die einzelne Forschungskonsortien unterstützt, einen übergreifenden Integrations-/Syntheseprozess vorbereitet und erleichtert und sich um einheitliche Arbeitsabläufe sowie um Öffentlichkeitsarbeit und Kommunikation kümmert
- eine klare Trennung der Rollen zwischen Evaluation und Personen/Institutionen, die finanzielle Mittel erhalten
- Vorgeschlagenes Finanzierungsvolumen:
 - Betriebsbeitrag zur Unterstützung der beiden Gremien und der Programmdirektion, inkl. Management/Administration/Reichweite von max. 1 Mio. CHF pro Jahr
 - mehrere Forschungskonsortien für einen Zeitraum von 4 bis 6 Jahren mit jeweils rund 2 bis 4 Mio. CHF pro Jahr
 - typischerweise 3 bis 5 parallele Konsortien, d.h. ein Gesamtfördervolumen von ca. 10 bis 15 Mio. CHF pro Jahr, während einem Zeitraum von 8 bis 12 Jahren

1. Die Zukunft des schweizerischen und globalen Energiesystems - Relevanz, Herausforderungen und Wissenslücken

a) Relevanz

Das Energiesystem ist von größter Bedeutung für unsere Zivilisation. Es stellt die Mittel für Energiedienstleistungen aller Art (Heizung/Kühlung, Mobilität/Transport, Produktion, Digitalisierung und Datenverarbeitung usw.) bereit, welche die wirtschaftliche und soziale Entwicklung fördern und zur Verbesserung der Qualität anderer gesellschaftlicher Systeme wie Gesundheit, Landwirtschaft usw. beitragen. Die Kunden erwarten die Verfügbarkeit von Energie auf Abruf zu einem erschwinglichen Preis. Allerdings sind verschiedene negative Auswirkungen des heutigen Energiesystems, wie Umweltverschmutzung, Auswirkungen auf Landschaften, großräumige Risiken, gesellschaftliche Akzeptanzprobleme und insbesondere der Klimawandel immer deutlicher geworden.

b) Die wichtigsten Herausforderungen

Ein nachhaltiges zukünftiges Energiesystem muss sich mehreren großen Herausforderungen stellen:

- *Minderung des Klimawandels*

Die Begrenzung des globalen Temperaturanstiegs auf 1,5°C (2°C; zentrales Ziel des Klimaübereinkommens von Paris) erfordert die Reduktion der CO₂-Emissionen auf netto Null bis etwa 2050¹ (oder kurz danach). Angesichts der langen Lebensdauer von energiebezogenen Vermögenswerten (Kraftwerke, Gebäude, Fahrzeuge, andere Infrastrukturen usw.) von mehreren Jahrzehnten ist der vollständige Ersatz von Öl, Gas und Benzin als Energiequelle eine große Herausforderung. Für die Schweiz bedeutet die Einhaltung des Klimaübereinkommens von Paris bis 2050, praktisch alle inländischen Emissionen zu eliminieren und gleichzeitig Kernkraftwerke schrittweise abzubauen. Dies wird vor allem mit tiefgreifenden Veränderungen verbunden sein, einschließlich der Notwendigkeit großer Investitionen in (neue) Energieinfrastrukturen.

- *Versorgungssicherheit*

Die extreme Abhängigkeit des globalen Energiesystems von fossilen Brennstoffen und die geringe Anzahl von Großlieferanten führen zu geopolitischen Risiken und potenziellen Preisschocks. Darüber hinaus erfordert die starke zeitliche Variabilität der Versorgung mit erneuerbaren Energien eine umfassende Reorganisation des Verteilungs-/Speichersystems von Elektrizität. Die Versorgungssicherheit ist daher eine zentrale globale und nationale Herausforderung für die Zukunft, insbesondere für die Schweiz mit ihrer Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen aus dem Ausland und der Verlagerung von der Kernkraft auf dezentrale und variable erneuerbare Energien, die den zuverlässigen Betrieb des Stromnetzes beeinträchtigen können.

- *Lokale und regionale Verschmutzung*

Die lokale und regionale Luftverschmutzung und ihre Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit wurden in den letzten drei bis vier Jahrzehnten erheblich reduziert. In vielen Regionen der Welt sind die Schadstoffwerte jedoch weiterhin hoch; in der Schweiz müssen insbesondere Stickoxide und Feinstaub in städtischen bzw. stark besiedelten Gebieten weiter reduziert werden.

- *Risikomanagement und gesellschaftliche Akzeptanz von grossflächigen Unfällen/Risiken und Abfallentsorgung*

Einige der CO₂-armen Kraftwerke (Kernkraftwerke, Staudämme) bergen das Risiko seltener, aber tödlicher Unfälle im großen Maßstab, weshalb eine sorgfältige Risikoverwaltung und gesellschaftliche Akzeptanz wichtige Themen sind. In der Schweiz gibt es auch in der Bevölkerung weit verbreitete Bedenken bezüglich der Entsorgung (insbesondere bei der unterirdischen Entsorgung) von Abfällen, seien es nukleare oder solche aus der CO₂-Entnahme und Speicherung in der Zukunft.

¹ Siehe IPCC-Spezialbericht zu globaler Erwärmung von 1.5°C: <https://www.ipcc.ch/sr15/>

- *Grenzen der materiellen Ressourcen*

Die Vision eines nachhaltigen Zukunftsenergiesystems in der Schweiz, das hauptsächlich auf erneuerbare Primärenergie setzt, dürfte einen grossen Bedarf an wertvollen Materialien (vor allem Mineralien) haben. Die Menge dieser Materialien ist begrenzt, was zu neuartigen geopolitischen Konflikten führen und zusätzliche negative Umwelt-/Gesundheitseffekte mit sich bringen könnte, insbesondere im Zusammenhang mit dem Abbau/Gewinnung in mehreren Ländern. Dementsprechend besteht auch dringender Bedarf an der Realisierung einer Kreislaufwirtschaft, auch unter dem Gesichtspunkt eines nachhaltigen zukünftigen Energiesystems.

- *Effiziente Energienutzung und Suffizienz*

Um die Pariser Ziele zu erreichen, sind Effizienz- und Suffizienzmaßnahmen erforderlich, um den absoluten Energiebedarf trotz des erwarteten Wachstums der Wirtschaft und wahrscheinlich der Bevölkerung des Landes zu senken. Der technologische Fortschritt in Bezug auf die Effizienz ist offensichtlich, aber die Umsetzungsraten sind langsam und es fehlen oft das Wissen oder die Methoden zur Verbesserung der Situation. Ein zusätzlicher gesellschaftlicher Wandel hin zu immateriellen Werten scheint der Schlüssel zu einer Reduktion des Energieverbrauchs zu sein. Von der Umsetzung entsprechender politisch und sozial akzeptierter Wege zu diesem Zweck ist die Schweizer Gesellschaft jedoch noch weit entfernt.

- *Wirtschaftliche und soziale Folgen von energiepolitischen Veränderungen*

Ein Basisniveau von Energiedienstleistungen ist sehr wichtig für unsere Wirtschaft und das Wohlergehen der Menschen. Die Transformation des Energiesystems sollte sicherstellen, dass Energie für die gesamte Bevölkerung und die Wirtschaft zu einem Preis zur Verfügung steht, der weder Menschen mit eingeschränkter Zahlungsfähigkeit noch die internationale Wettbewerbsfähigkeit der exportorientierten Industrie negativ beeinflusst, obwohl externe Umwelt- bzw. soziale Kosten angemessen berücksichtigt werden müssen.

- *Unsicherheit und der Bedarf an anpassungsfähigen Instrumenten*

Während die Komplexität der verschiedenen systemischen Zusammenhänge bereits heute mit vielen Unsicherheiten verbunden ist, können sich darüber hinaus die sozialen, wirtschaftlichen und technologischen Rahmenbedingungen in der Zukunft schnell und teilweise unerwartet verändern. Dies erfordert adaptive/flexible politische Instrumente, während gleichzeitig Konsistenz und Kohärenz im Hinblick auf die übergeordneten strategischen Ziele angestrebt werden.

c) Dringender Bedarf an einer Systemperspektive

Die oben genannten Überlegungen machen deutlich, dass wir für eine groß angelegte und nachhaltige Transformation des Energiesystems folgendes verstehen müssen:

- Die vielfältigen Dimensionen des Energiesystems, einschließlich der Schnittstellen zwischen dem Angebots- und Nachfragesektor sowie der komplexen Wechselwirkungen der Technologie mit Gesellschaft, Wirtschaft und Umwelt.
- Die zahlreichen Auswirkungen und Trade-offs zwischen wirtschaftlichen, sozialen und ökologischen Folgen - einschließlich der gesellschaftlichen Akzeptanz - von Energiepolitik, technologischen Innovationen und Geschäftsmodellen auf verschiedenen Transformationspfaden.
- Die Möglichkeiten und Bedürfnisse für die Gestaltung, Überwachung und Verwaltung von "Experimentier- und Lernaktionen", die in einer so komplexen und unsicheren Situation unvermeidlich sind.

Als Konsequenz muss die Forschung zu einem nachhaltigen Energiesystem eine Vielzahl von wissenschaftlichen Disziplinen umfassen und auf der Grundlage einer systemischen Sichtweise auf einen sich dynamisch entwickelnden Transformationsprozess koordiniert werden.

2. Koordinierte Energieforschung in der Schweiz: Ist-Zustand, Erfahrungen und zukünftige Bedürfnisse

In den letzten 10 bis 15 Jahren wurden erhebliche Anstrengungen unternommen, um die kooperative Energieforschung in der Schweiz über die Bottom-up-Aktivitäten einzelner Forschergruppen hinaus zu stärken. Eine erste erfolgreiche Umsetzung der interinstitutionellen Energieforschung, wie z.B. die Kompetenzzentren im ETH-Bereich², ist gelungen. Diese Instrumente wurden vor einigen Jahren einerseits im Hinblick auf die Schaffung der SCCER und andererseits der NFP 70/71 abgeschafft.

Sowohl die SCCER als auch die NFP 70/71 waren recht erfolgreich. Insbesondere die SCCER haben zu einer fruchtbaren Integration und Stärkung der energiebezogenen Forschung praktisch in allen akademischen Einrichtungen des Landes (Universitäten, Fachhochschulen, ETH-Bereich) unter massgeblicher Beteiligung von Industriepartnern geführt. Insbesondere die Zusammenarbeit zwischen Universitäten, ETH-Bereich und Fachhochschulen wurde mit diesen Instrumenten verstärkt. Darüber hinaus wurden zahlreiche internationale Kooperationen aufgebaut, insbesondere im Rahmen der europäischen Forschungsprogramme wie Horizon 2020.

Die wichtigsten Errungenschaften insbesondere der SCCER, sind:

- der Aufbau von Forschungskapazitäten, wodurch die kritische Masse für Innovationen in größeren Themenbereichen geschaffen wurde
- die Etablierung von institutionsübergreifenden und interdisziplinären Netzwerken rund um ein breites Themenspektrum
- die koordinierte Zusammenarbeit mit privaten Unternehmen (Industrie und Dienstleistungen) sowie den regionalen und nationalen Verwaltungen

Während wir in einem Folgeprogramm zur Energieforschung auf diesen Errungenschaften aufbauen können, waren selbst in den SCCER transdisziplinäre und systemische Ansätze sehr begrenzt und die sektorenübergreifende Zusammenarbeit marginal. Da - wie bereits erwähnt - die Komplexität des Problems inter- und transdisziplinäre Ansätze unerlässlich macht, sollten solche Aspekte in zukünftigen Forschungsprojekten im Mittelpunkt stehen. Darüber hinaus sollten wir aus anderen Schwächen dieser Instrumente lernen (z.B. relativ hoher Verwaltungsaufwand, begrenzte Flexibilität bei der Anpassung an schnell aufkommende Bedürfnisse) und entsprechende Verbesserungspotenziale voll ausschöpfen.

Zusammenfassend werden die aktuelle Situation und die unmittelbaren Perspektiven der Energieforschung wie folgt charakterisiert (siehe auch Anhang zur aktuellen Situation der öffentlichen finanziellen Förderung):

- Die SCCER werden noch bis 2020 finanziert und die NFP wurden im Wesentlichen Ende 2018 beendet.
- SCCER-ähnliche Aktivitäten werden bis zu einem gewissen Grad von den beteiligten Institutionen fortgesetzt, allerdings vermutlich in wesentlich weniger koordinierter Weise und mit deutlich weniger finanziellen und personellen Ressourcen.
- Während die Teilnahme an EU-Forschungsrahmenprogrammen für die Energieforschung, insbesondere im Hinblick auf Aktivitäten im privaten Sektor, wichtig ist, sind die Möglichkeiten einer zukünftigen Teilnahme der Schweiz in diesem Rahmen unsicher und von den laufenden Verhandlungen mit der EU abhängig.
- Energiebezogene Forschung wird es im ETH-Bereich, an Universitäten und Fachhochschulen weiterhin geben. Diese Forschung konzentriert sich typischerweise auf spezifische Forschungsfragen in einem eher engen Bereich. Dies ist absolut notwendig, wird aber voraussichtlich auf der bestehenden Basis von den Institutionen selbst weitergeführt und durch "reguläre" Instrumente wie SNF, Innosuisse (inkl. Privatwirtschaft) oder BFE mitfinanziert.

² Vor allem das Kompetenzzentrum Energie und Mobilität (CCEM), das zur Entwicklung eines nachhaltigeren Energiesystems beiträgt, und bis zu einem gewissen Grad das Kompetenzzentrum Umwelt und Nachhaltigkeit (CCES) und das Kompetenzzentrum Bürgerwissenschaft (CC-CS)

Die folgenden Gründe unterstreichen die Notwendigkeit eines zukünftigen koordinierten Forschungsprogramms:

- Eine systemische und transdisziplinäre Sicht auf das Energiesystem, einschließlich praktischer Relevanz und Wechselbeziehungen zur Gesellschaft und Umwelt, fehlt noch, ist aber absolut notwendig. Eine solche übergreifende Perspektive wird eine wichtige Unterstützung für die Entscheidungsfindung entlang der geplanten langfristigen Transformation sein.
- Um die systemische Sichtweise und den transdisziplinären Ansatz unter Einbezug aller Beteiligten, d.h. Wissenschaftler, Privatwirtschaft und Verwaltung, in den Vordergrund zu stellen, ist ein Forschungsprogramm erforderlich, das sich stark auf die Kombination von ökologischen, sozioökonomischen und technologischen Aspekten konzentriert.
- Die Schweizer Energieforschungsgemeinschaft braucht klare Signale, dass die systemische, interdisziplinäre energiebezogene Forschung in naher Zukunft unterstützt wird, um Anreize zu schaffen, bestehende Netzwerke und Kooperationen fortzusetzen und auszubauen.
- Gut abgestimmte mittlere und große Feldstudien zur Erprobung politikrelevanter Innovationen fehlen noch.
- Die Notwendigkeit einer Unterstützung bei der Umsetzung der Schweizer Energiestrategie unter ausdrücklicher Berücksichtigung des Klimaübereinkommens von Paris, das große technische und sozioökonomische Innovationen erfordert.

Vor diesem Hintergrund ist die Schaffung eines neuen Förderinstruments eine ausgezeichnete Gelegenheit, die inhaltlichen, organisatorischen und finanziellen Möglichkeiten der kooperativen Energieforschung in der Schweiz zu überdenken, aus den bisherigen Erfahrungen zu lernen und die Chance zu nutzen, einen geeigneten Rahmen mit einem längeren Zeithorizont und einer viel stärkeren systemischen, transdisziplinären und politikrelevanten Sichtweise zu gestalten.

Im Folgenden skizziert die Erweiterte Energiekommission der Akademien der Naturwissenschaften Schweiz eine Reihe von Anforderungen an eine mittel- bis langfristige Energieforschungsstrategie und einen Förderrahmen für die Jahre nach 2020, um ein gut koordiniertes Energieforschungsprogramm zu gewährleisten.

3. Inhalt und Schwerpunkte der Forschungsbereiche - Ein konzeptioneller Rahmen für die Energieforschung in der Schweiz 2020+

Der konzeptionelle Rahmen sollte eine "Hubschrauberperspektive" über das gesamte Energiesystem bieten (siehe Abbildung 1), welche die einzelnen Energiebedarfs- und -angebotssektoren (Verkehr, Gebäude, Industrie, Dienstleistungen sowie Strom-, Wärme- und Kraftstoffherzeugung, -verteilung und -speicherung) und ihre Wechselwirkungen sowie ihre Verbindungen zu Umwelt, Gesellschaft und Wirtschaft umfasst. Als Beispiele sind unter anderem folgende voraussichtliche Entwicklungen zu nennen:

- Die allmähliche Konvergenz der bisher meist "isoliert" betrachteten Energiesektoren zu einem integrierten System, bei dem CO₂-armer und (zumindest in absehbarer Zeit) nuklearfreier Strom direkt oder indirekt (durch langfristige Speicherung und Umwandlung in synthetische chemische Energieträger) die Erbringung von Energiedienstleistungen dominieren wird. Ein Beispiel für solche Verbindungen ist die Speicherung großer Mengen an unmittelbar "überschüssigem" Strom, entweder direkt in Batterien oder indirekt durch die Produktion von erneuerbaren Kraftstoffen, über saisonale Zeiträume. Sollten diese Kraftstoffe über Wasserstoff und synthetische Kohlenwasserstoffe hinausgehen, würden sich Synergien mit der Notwendigkeit der Entnahme und der Wiederverwendung von CO₂ ergeben. Ein wichtiger Aspekt dabei wird sein, dass der Produktions-, Wärme- und Transportsektor wahrscheinlich um solche Energieträger konkurrieren würden, aber andererseits auch den notwendigen Umfang an Nachfrage bieten würden, um solche Entwicklungen zu stimulieren. Diese "Sektorenkopplung" sollte in den nächsten Jahrzehnten auf ein optimales Kosten-Nutzen-Verhältnis für Gesellschaft und Umwelt ausgerichtet werden.

- Die absehbaren Wechselwirkungen zwischen Angebot und Nachfrage nach einzelnen Energiedienstleistungen durch neue Geschäftsmodelle, die durch Informations- und Kommunikationstechnologien ermöglicht werden: Es ist denkbar, dass in jedem Schritt entlang der Kette zwischen der Nachfrage nach Energiedienstleistungen und der Bereitstellung von Primärenergie die Entscheidungen von Verbrauchern, Investoren und Technologieentwicklern stark von der Energiepolitik beeinflusst werden. Ein Beispiel dafür ist das Konzept "Mobilität als Dienstleistung", das durch verfügbare Daten und vernetzte, gemeinsame Fahrzeuge und automatisches Fahren ermöglicht wird.

Natürlich wird es weiterhin notwendig sein, Forschung und Innovation zu bestimmten Themen aus disziplinärer Sicht zu betreiben, z.B. um neue Materialien für Batterien, synthetische Kraftstoffe, Kohlenstoffabscheidung und -verwertung, Gestaltung politischer Instrumente usw. voranzutreiben, aber auch, um Verhaltens- und Entscheidungsprozesse zu verstehen und zu verbessern.

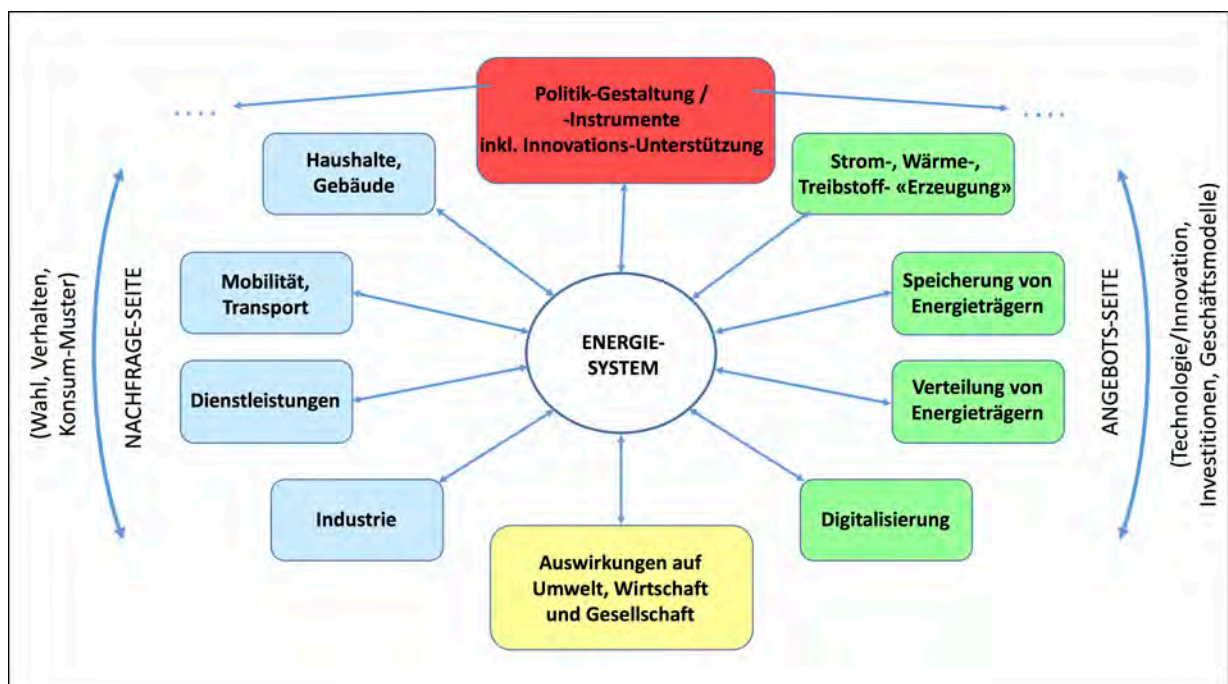


Abbildung 1: Das Energiesystem aus der "Hubschrauber"-Perspektive. Exogene Treiber (BIP, Demografie, Bevölkerungsgröße) und relevante räumliche (regional, national, global) und Übergangszeiträume (kurz-, mittel- und langfristig) werden nicht explizit angegeben

Der vorgeschlagene konzeptionelle Rahmen basiert daher auf drei Säulen:

- Ein nationales Forschungsprogramm (das im Mittelpunkt dieses Dokuments steht), das transdisziplinäre Projekte unterstützt, die eine interdisziplinäre, systemische Sichtweise erarbeiten, welche die Zusammenhänge zwischen verschiedenen Sektoren und Systemen sowie Einflüsse auf und von sozioökonomischen Akteuren und der Umwelt umfasst.
- Grundlagenforschung auf naturwissenschaftlicher Basis, die vom SNF und Forschungseinrichtungen (ETH-Bereich, Universitäten, Fachhochschulen) selbst finanziert wird und typischerweise einen engen disziplinären Charakter hat.
- Anwendungsorientierte Forschung in Zusammenarbeit mit privaten Unternehmen, die durch EU-Forschungsprogramme, BFE, Innosuisse und die Industrie selbst unterstützt wird und auf eine spezifische Produktentwicklung oder Technologie-/Dienstleistungsverbesserung abzielen. Der organisatorische und finanzielle Rahmen für die von der EU finanzierte Forschung ist jedoch derzeit noch weitgehend unklar. Daher muss die Schweizer Forschungsgemeinschaft betonen, wie wichtig es ist, die Beteiligung des Landes an den europäischen Forschungsprogrammen für die Zeit nach 2020 im politischen Prozess sicherzustellen.

Im Folgenden konzentrieren wir uns auf die Säule A, für welche die entscheidende Verantwortung auf nationaler Ebene liegt und die einen neuen Programmgestaltungs- und Finanzierungsansatz erfordert.

Grundkonzept eines neuen nationalen Verbundforschungsprogramms

Eine substantielle und schnelle Transformation des Energiesystems zur Erfüllung der relevanten Nachhaltigkeitskriterien erfordert Maßnahmen und bahnbrechende Entwicklungen in allen Energiebereichen. Diese werden eng miteinander sowie mit den sozioökonomischen Trends und der Umsetzung relevanter Politiken verknüpft sein. Daher ist eine kohärente, aber flexible Forschungsstrategie über Technologie und sozioökonomische Disziplinen hinweg erforderlich, die folgende Merkmale aufweist:

- In den geförderten Projekten müssen ausreichende Flexibilität und Anpassungsfähigkeit vorhanden sein, um auf unerwartete Entwicklungen im Laufe der Forschung zu reagieren, Sackgassen zu verlassen und neue Wege zu gehen. Flexibilität bezieht sich auf die Größe der geförderten Projekte oder Konsortien (je nach Forschungsthema) und die Neuausrichtung der Mittel im Falle neuer Erkenntnisse. In die Projekte sollten verschiedene Umsetzungsphasen einbezogen werden, die eine breite Vertretung der (technologischen und sozioökonomischen) Einsatzbereitschaft berücksichtigen.
- Wichtige Bewertungskriterien für zu fördernde Konsortien:
 - Ausrichtung an den übergeordneten Zielen der Energiestrategie und den Verpflichtungen nach dem Klimaübereinkommen von Paris (politische Relevanz), das heisst beispielsweise Aufweisen eines erheblichen Energieeinsparpotenzials und/oder eines erheblichen Einflusses auf die CO₂-Emission eines bestimmten Tätigkeitsbereichs in der Schweiz
 - Höchste wissenschaftlicher Qualität, überzeugend dargelegt
 - eine systemische Sichtweise, die das Bewusstsein für starke Wechselwirkungen zwischen Technologie - Umwelt - Gesellschaft - Wirtschaft - Politik beinhaltet
 - Glaubwürdiger Einbezug wichtiger Interessengruppen (aus Wirtschaft und Verwaltung) von Anfang an, um die Chancen für die Umsetzung und Verbreitung von Innovationen auf dem Markt zu erhöhen
 - eine starke kollaborative/integrative Komponente, die über die Grenzen einzelner Gruppen und Abteilungen oder sogar (vorzugsweise) Institutionen hinausgeht und so das wichtige Netzwerkkonzept der vorangegangenen Programme beibehält oder erweitert
 - Fokus auf die Integration der Energiebereiche und die damit verbundenen Optimierungspotenziale
 - Beinhalten von neuen Ansätzen (und nicht nur mehr von bereits Bekanntem), die nicht in den "üblichen" Förderkanälen stattfinden können
 - besonderes Augenmerk auf gut abgestimmte mittlere und große Feldstudien
- Die Förderregelung sollte unterschiedliche Größenordnungen und Laufzeiten von Projekten bzw. Konsortien zulassen. Anstatt Größe, Anzahl oder geografische Verteilung der teilnehmenden Institute sollten folgende Kriterien massgebend sein:
 - Zusammensetzung der teilnehmenden Institutionen, die am besten zum Forschungsgebiet passt.
 - Einbezug aller Kompetenzen, die erforderlich sind, um die verschiedenen Aspekte des Themas im Hinblick auf das Gesamtsystem abzudecken (d.h. Wechselbeziehungen zu anderen Komponenten des Energiesystems einschließlich sozioökonomischer und ökologischer Aspekte innerhalb desselben Konsortiums).
 - Bereitstellung der geeigneten Ressourcen, die für das Thema oder die Forschungsfrage notwendig sind.

- Die notwendigen Zeitrahmen für forschungsbasierte Innovationen im Energiesektor müssen angemessen berücksichtigt werden. Arbeitsabläufe und Förderinstrumente müssen so gestaltet sein, dass die gesamte Kette der Umsetzungsphasen einbezogen werden kann, alle relevanten Partner in die verschiedenen Phasen einbezogen werden und somit "Täler des Todes" - meist zwischen "Proof of Concept" und "Produktentwicklung" - weitestgehend vermieden werden. Dies ist zu erwarten, wenn sich das Programm über einen Zeitraum von 8 bis 12 Jahren erstreckt ("Forschungsagenda 2030"), einschließlich kontinuierlicher Evaluationen, die für die angestrebte Flexibilität des Programms entscheidend sind.
- Häufig beginnen Investitionen der Privatwirtschaft erst in recht späten Phasen, wodurch die Möglichkeit verpasst wird, aus dem Umsetzungsprozess zu lernen, um das ursprüngliche Konzept zu verbessern. Daher sollte die Möglichkeit einer ausreichenden öffentlichen Finanzierung von frühzeitigen Pilot-, Feldstudien, Scale-up- und Demonstrationsaktivitäten vorgesehen werden, falls die "proof-of-concept"-Forschung erfolgreich ist.

4. Optionen für Organisation, Steuerung und Finanzierung

Die Überlegungen in den obigen Kapiteln führen zu den folgenden allgemeinen Empfehlungen zu organisatorischen und finanziellen Fragen für ein mögliches Programm "Energieforschung 2020+". Wir wissen, dass andere Interessengruppen an ähnlichen Vorschlägen arbeiten, so dass ein Konsens über das Grundkonzept in Bezug auf den Gesamtinhalt erst nach einer endgültigen Definition dieser Fragen erreicht werden kann.

Organisation:

Basierend auf den Erfahrungen mit der administrativen Behandlung im Rahmen der bisherigen Förderinstrumente für die kollaborative Energieforschung in der Schweiz schlagen wir Folgendes vor:

- Jede Projektauswahl und -bewertung sollte von einem Ausschuss mit einer thematisch breiten Sichtweise und Expertise durchgeführt werden.
- Es ist von grundlegender Bedeutung, sorgfältig geeignete Bewertungskennzahlen/Kriterien sowie den Umfang und die Dauer von Forschungsprojekten/Konsortien festzulegen, die zwischen den Projekten unterschiedlich sein können.
- Für jede Ausschreibung ist die Einreichung von Anträgen, die miteinander konkurrieren, willkommen und wird empfohlen.
- Der Verwaltungsaufwand soll gemäss "Best Practices" aus der Vergangenheit so gering wie möglich gehalten werden.
- Das Management von Projektkonsortien erhält die Flexibilität für eine allfällige Neuausrichtung einzelner Aktivitäten, einschließlich der Neuzuweisung von Mitteln, wenn schnell ändernde Umstände dies erfordern.
- Die Beteiligung des privaten/öffentlichen Sektors wird gestärkt, z.B. durch:
 - Abstimmung der Rollen von akademischen und unternehmerischen Partnern entlang der Kaskade der Reifegrade
 - enge Zusammenarbeit mit Regierungsstellen, da diese über wertvolles Know-how verfügen und regelmäßig in den Entscheidungsprozess für die Gestaltung und Umsetzung der Politik in den Bereichen Energie, Umwelt, Verkehr und verwandte Infrastrukturen eingebunden werden.
 - die ausdrückliche Möglichkeit der Finanzierung von Pilotdemonstrationen und Feldstudien in Zusammenarbeit mit Partnern aus der Privatwirtschaft.
 - die Möglichkeit der (begrenzten) Finanzierung von Unternehmenspartnern durch das Finanzierungssystem in frühen Projektphasen.

Steuerung:

Wir sehen ein Konzept vor, das die folgenden Gremien und Instrumente umfasst, um eine angemessene Steuerung und eine wettbewerbsfähige, qualitätsorientierte Mittelvergabe für Forschungsvorschläge sicherzustellen:

- Ein *Strategischer Rat*, der die übergeordneten Ziele definiert und spezifiziert (unter Beteiligung von CORE/UVEK/SFOE/Innosuisse, Privatwirtschaft, Politik usw.), eine wesentliche Neuausrichtung der Konsortien genehmigt und für das Gesamtprogramm und dessen Budget gegenüber dem Bund verantwortlich ist.
- Ein *Beirat* aus national und international renommierten Wissenschaftlern und Industrievertretern, vorzugsweise mit breitem Blickwinkel und Hintergrund, der unabhängig von finanzierten Projekten ist. Er bringt bei der Auswahl und Bewertung der Konsortien eine internationale und/oder externe Perspektive ein. Die Mitglieder des Beirats werden vom Strategischen Rat auf Empfehlung der Wissenschafts- und Förderinstitutionen in der Schweiz ausgewählt. Es ist wichtig, eine klare Rollenverteilung zwischen den Mitgliedern der beiden Gremien und der geförderten Forschungsgemeinschaft zu gewährleisten.
- Eine hauptberufliche und unabhängige (keine Projektbeteiligung) Programmdirektion (bestehend aus z.B. einem Direktor, zwei wissenschaftlichen Mitarbeitern und knapper administrativer Unterstützung), die einzelne Forschungskonsortien unterstützt, für einheitliche Arbeitsabläufe sorgt und sich um die Integration und Synthese zwischen den Konsortien kümmert. Die Direktion sollte eng mit dem Strategischen Rat zusammenarbeiten, um sicherzustellen, dass die Strategie mit den Bottom-up-Ergebnissen aus laufenden Projekten übereinstimmt, um die nachfolgenden Ausschreibungs-Bereiche mitzugestalten. Auf diese Weise soll die Direktion als Schnittstelle und integrierender Kommunikationskanal zwischen allen Konsortien einerseits und dem Strategischen Rat und dem Beirat andererseits dienen. Sie sollte auch für die Öffentlichkeitsarbeit gegenüber politischen Entscheidungsträgern und Interessengruppen aus Wirtschaft und Gesellschaft zuständig sein und so das Programm insgesamt koordiniert vertreten.

Volumen der Finanzierung:

Obwohl es zum jetzigen Zeitpunkt schwierig ist, konkrete Vorschläge für ein angemessenes Fördervolumen zu machen, empfehlen wir die Förderung für folgende unterschiedliche Zwecke:

- Unterstützung der beiden Gremien und der Programmdirektion inklusive des notwendigen Verwaltungspersonals, Evaluations- und Outreach-Workshops etc.: ~1 Mio. CHF pro Jahr
- Finanzierung mehrerer Forschungskonsortien für einen Zeitraum von 4 bis 6 Jahren mit jeweils rund 2 bis 4 Mio. CHF pro Jahr, wobei pro Konsortium typischerweise 10 Partner gefördert werden können. Je nach dem betrachteten Reifegrad der vorgeschlagenen Umsetzung sollten auch Partner außerhalb akademischer Einrichtungen förderfähig sein. Darüber hinaus müssen erhebliche Matching-Mittel (Sachmittel von Universitäten und Drittmittel aus der Industrie) gesichert werden.

Typischerweise könnten 3 bis 5 Konsortien, die alle einen interdisziplinären, systemischen Ansatz für ein konkretes Themenfeld verfolgen, parallel betrieben werden, was zu einem Gesamtfördervolumen von rund 10 bis 15 Mio. CHF pro Jahr führt.

Diese Zahlen sind indikativ für den vorgeschlagenen Umfang des Programms und müssen natürlich im Rahmen des politischen Prozesses ausgehandelt werden.

Obwohl das vorgeschlagene Fördervolumen weniger als 5% der gesamten öffentlichen Ausgaben für die Energieforschung in der Schweiz ausmacht (~410 Mio. CHF im Jahr 2017), würde es dennoch einen wesentlichen Beitrag zur systemischen Interdisziplinarität eines Zukunftsforschungsprogramms Energie leisten, da genau diese Komponente sonst in der Zeit nach 2020 fehlen würde.

Anhang: Aktuelle öffentliche Förderung der Energieforschung in der Schweiz

Öffentliche Aufwendungen für Energieforschung 2017: 410 Millionen CHF

ETH-Bereich 41.0 %

SNF 9.0 %

KTI 12.9 %

BFE 8.8 %

EU 4.6 %

Kantone 16.6 %

ENSI 0.7 %

SBFI 5.4 %

andere 1.0 %

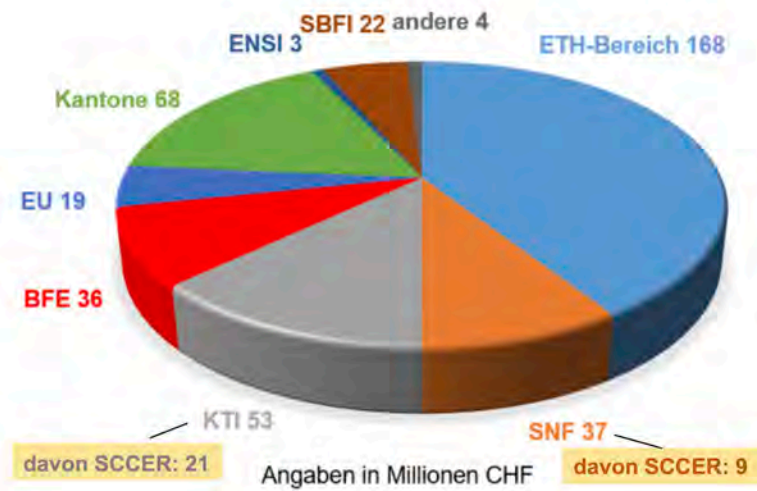


Abbildung 2: Aktuelle öffentliche Finanzierung der Energieforschung. Die Finanzierung der SCCER wird Ende 2020 wegfallen.