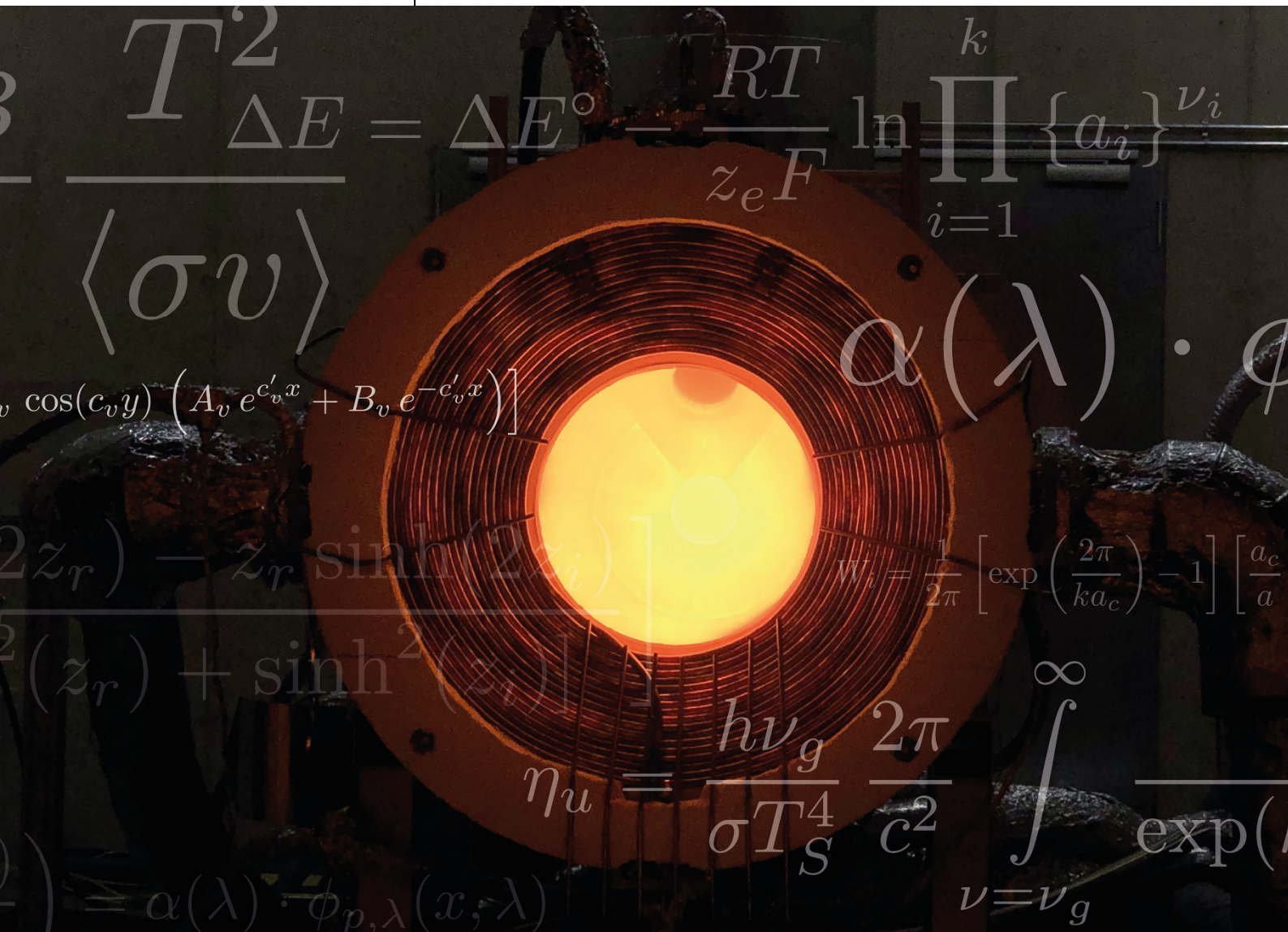




Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

**Bundesamt für Energie BFE**

# Energieforschungskonzept 2021–2024





# Zusammenfassung

---

Mit dem von Bundesrat und Parlament im Jahr 2011 gefällten Grundsatzentscheid für einen schrittweisen Ausstieg aus der Kernenergie und dem dadurch bedingten sukzessiven Umbau des Schweizer Energiesystems bis ins Jahr 2050 kommt der Energieforschung des Bundes eine besondere Bedeutung zu. Das Bundesamt für Energie (BFE) deckt mit seinen Forschungsprogrammen das gesamte Spektrum der Energieforschung in den Bereichen Energieeffizienz und erneuerbare Energie ab.

## **BFE ist wichtige Förderinstanz**

2018 hat die öffentliche Hand 404 Millionen Franken für die Energieforschung aufgewendet. Mit 39 % steuerte der ETH-Bereich den grössten Anteil bei. Das BFE war zusammen mit dem Schweizerischen Nationalfonds mit je einem Anteil von 9 % bzw. 8 % nach Innosuisse (13 %) drittgrösster Forschungsförderer.

Von den 2018 durch das BFE aufgewendeten 35.3 Millionen Franken flossen rund 18.5 Millionen Franken in Projekte aus dem Bereich Energieeffizienz, rund 16.9 Millionen Franken in Projekte im Zusammenhang mit erneuerbarer Energie und etwa 2 Millionen Franken für Projekte aus dem Bereich der Geistes- und Sozialwissenschaften.

## **Förderung der internationalen Kooperation**

Eine der zentralen Aufgaben des BFE ist die Einbindung der Schweizer Forschenden in internationale Forschungsaktivitäten. Neben verschiedenen multilateralen Abkommen und den Förderinstrumenten der Euro-

päischen Kommission sind dies vor allem die Forschungsprogramme der Internationalen Energieagentur (IEA).

Diese Forschungsprogramme – sogenannte Technology Collaboration Programmes (TCP) – sind ein zentrales Element der Schweizer Forschungsförderung im Energiebereich. Als zuständiges Amt sorgt das BFE für die nötigen Rahmenbedingungen für die Teilnahme von Schweizer Forschenden und nimmt in den entsprechenden Leitungsgremien Einsitz. Daneben stellt das BFE subsidiär Projektfördermittel für Mitwirkende an den TCP zur Verfügung.

## **Energieforschung als wichtiges Element der Energiestrategie 2050**

Nach dem Abschluss des Kapazitätsaufbaus an den Swiss Competence Centers in Energy Research (SCCER) Ende 2020 müssen die Kompetenzen an den Schweizer Hochschulen und den SCCER nun konsequent auf die Zielsetzungen der Energiestrategie 2050 ausgerichtet werden. Zu diesem Zweck hat das BFE ein neues Förderprogramm SWEET mit thematischen Ausschreibungen von Konsortialprojekten etabliert, das 2021 in Kraft tritt und auf 12 Jahre ausgelegt ist.

## **Inkrafttreten**

Das Energieforschungskonzept des Bundesamts für Energie 2021–2024 tritt auf den 1. Januar 2021 in Kraft. Es wird in den Sprachen Deutsch, Französisch und Englisch elektronisch publiziert.

# Inhaltsverzeichnis

---

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>Überblick Politikbereich Energie</b> .....	<b>7</b>
2.1	Strategische Ausrichtung der Energieforschung .....	8
2.2	Herausforderungen.....	8
2.3	Gesetzliche Grundlagen .....	9
<b>3</b>	<b>Forschungsthemen 2021–2024</b> .....	<b>10</b>
3.1	Energieeffizienz .....	12
3.1.1	Batterien.....	12
3.1.2	Brennstoffzellen.....	13
3.1.3	Elektrizitätstechnologien .....	14
3.1.4	Gebäude und Städte.....	15
3.1.5	Industrielle Prozesse.....	16
3.1.6	Mobilität.....	17
3.1.7	Netze.....	18
3.1.8	Verbrennungsbasierte Energiesysteme .....	19
3.1.9	Wärmepumpen und Kältetechnik .....	20
3.2	Erneuerbare Energie .....	21
3.2.1	Bioenergie .....	21
3.2.2	Geoenergie.....	22
3.2.3	Photovoltaik .....	23
3.2.4	Solare Hochtemperaturenergie .....	24
3.2.5	Solarthermie und Wärmespeicherung .....	25
3.2.6	Stauanlagensicherheit.....	26
3.2.7	Wasserkraft .....	27
3.2.8	Wasserstoff .....	28
3.2.9	Windenergie.....	29
3.3	Forschung im Bereich der Geistes- und Sozialwissenschaften .....	30
3.3.1	Energie–Wirtschaft–Gesellschaft.....	30
3.3.2	Radioaktive Abfälle .....	31
3.4	Pilot- und Demonstrationsprojekte.....	32
3.5	Förderprogramm SWEET .....	33
<b>4</b>	<b>Finanzierung</b> .....	<b>34</b>
4.1	Aufwendungen der öffentlichen Hand.....	34
4.2	Geplante Mittel für 2021–2024 .....	35
<b>5</b>	<b>Akteure und Schnittstellen</b> .....	<b>36</b>
5.1	Nationale Akteure und Schnittstellen .....	36
5.1.1	Schnittstellen zu den Hochschulen .....	36
5.1.2	Schnittstellen zu Bundesämtern .....	36
5.2	Internationale Zusammenarbeit .....	37

6	Wissenschaftliche Begleitkommissionen und Qualitätssicherung .....	39
6.1	Begleitkommissionen .....	39
6.2	Qualitätssicherung .....	39
6.3	Wissens- und Technologietransfer .....	40
Glossar	.....	42

## Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abbildung 1	Innovationskette .....	7
Abbildung 2	Technologiereifestufen (TRS) im Bereich Energieeffizienz .....	10
Abbildung 3	Technologiereifestufen (TRS) im Bereich erneuerbare Energie .....	10
Abbildung 4	Entwicklung der Förderung der Energieforschung durch die öffentliche Hand. ....	34
Abbildung 5	Entwicklung der Förderung der Energieforschung durch das BFE .....	34
Tabelle 1	Vom BFE eingeplante Budgets für die Periode 2021–2024.....	35

# 1 Einleitung

---

Mit dem von Bundesrat und Parlament im Jahr 2011 gefällten Grundsatzentscheid für einen schrittweisen Ausstieg aus der Kernenergie und dem dadurch bedingten sukzessiven Umbau des Schweizer Energiesystems bis ins Jahr 2050 kommt der Energieforschung des Bundes eine besondere Bedeutung zu. Die vom Bundesrat 2011 initiierten Nationalen Forschungsprogramme (NFP) des Schweizerischen Nationalfonds (SNF) zur «Energiewende» und zur «Steuerung des Energieverbrauchs» sind Ende 2019 ausgelaufen und der im *Aktionsplan für eine koordinierte Energieforschung Schweiz* (Aktionsplan) vorgegebene Kapazitätsaufbau an den acht SCCER<sup>1</sup> wurde Ende 2020 abgeschlossen. Für die beiden NFP und den Kapazitätsaufbau hatten Bundesrat und Parlament in den Jahren 2013 bis 2020 insgesamt 237 Millionen Franken bereitgestellt.

Um die Kompetenzen und Kapazitäten an den Schweizer Forschungseinrichtungen, Hochschulen und Universitäten für die Zielsetzung der Energiestrategie 2050 gezielt einzusetzen, hat das BFE das neue Forschungsförderprogramm SWEET (SWiss Energy research for Energy Transition) ausgearbeitet. Mit ihm sollen thematische Ausschreibungen von Konsortialprojekten zu vorgegebenen Forschungsthemen durchgeführt werden (Kapitel 3.5).

Das vorliegende Energieforschungskonzept des BFE gilt für die Periode 2021–2024 und lehnt sich eng an das *Konzept der Energieforschung des Bundes 2021–2024* an, welches von der Eidgenössischen Energieforschungskommission CORE erstellt wird<sup>2</sup>.

## Das BFE als zentrale Förderstelle

Für die Umsetzung des vorliegenden Forschungskonzepts verfügt das BFE mit seinen Forschungsprogrammen und seinem Programm für Pilot- und Demonstrationsprojekte über eigene Fördermittel (Ressortforschung<sup>3</sup>). Die Aufgabe der Energieforschung des BFE geht über die eigentliche Ressortforschung hinaus: die Forschungsprogramme des BFE haben die Koordination der gesamten Energieforschung in der Schweiz zum Ziel und unterstützen subsidiär Forschungsvorhaben und Pilot- und Demonstrationsprojekte, die den Zielsetzungen der Energiestrategie 2050 dienen.

Das BFE erstellt jährlich die Energieforschungsstatistik des Bundes<sup>2</sup>, die Auskunft über die Aufwendungen der mit öffentlichen Mitteln finanzierten Energieforschung sowie eine detaillierte Zusammenstellung der Geldflüsse gibt. Gemäss der letzten durchgeführten Erhebung 2018 war das BFE mit einem Anteil von 9 % nach dem ETH-Bereich und Innosuisse die drittgrösste Förderinstitution und damit eine der wichtigsten öffentlichen Förderstellen (Abbildung 4)<sup>4</sup>. Mit Abschluss der NFP, des Kapazitätsaufbaus an den SCCER und dem neuen Förderprogramm SWEET dürfte die Bedeutung des BFE als öffentliche Förderinstitution im Energiebereich ansteigen.

---

<sup>1</sup> SCCER: Swiss Competence Centers in Energy Research. Sie decken die Bereiche Netze, Speicherung, Biomasse, Geothermie und Wasserkraft, Effizienz in Gebäuden, Effizienz in industriellen Prozessen, Mobilität und Sozioökonomie ab.

<sup>2</sup> [www.energieforschung.ch](http://www.energieforschung.ch)

<sup>3</sup> Die Forschung der Bundesverwaltung wird als Ressortforschung bezeichnet. Es handelt sich dabei um Forschung, deren Ergebnisse von der Bundesverwaltung bzw. der Bundespolitik für die

Erfüllung ihrer Aufgaben benötigt werden, oder die sie initiiert, weil sie im öffentlichen Interesse liegt. Die Ressortforschung ist im FIG beschrieben. [www.ressortforschung.admin.ch](http://www.ressortforschung.admin.ch)

<sup>4</sup> Neben den öffentlichen Förderstellen stellen die Hochschulen – allen voran der ETH-Bereich – die meisten Fördermittel.



## 2 Überblick Politikbereich Energie

Die Energiepolitik der Schweiz steht vor grossen Herausforderungen. Um die in der Energiestrategie 2050 des Bundesrats festgelegten Ziele zu erreichen, muss der Zubau erneuerbarer Energie stark forciert und die Energieeffizienz in Gebäuden, in der Industrie, im Verkehr und bei Elektrogeräten wesentlich erhöht werden. Die CORE hält in ihrem Prüfbericht zum Aktionsplan fest, dass auch nach 2020 wesentliche Fortschritte in der Forschung nötig sein werden, um die Zielsetzungen der Energiestrategie 2050 zu erreichen.

### Energieforschung ist langfristig angelegt

Es braucht daher neue Denkweisen, neue Ansätze, neue Technologien. Aber gerade das Verlassen altbewährter Pfade verlangt eine Förderstrategie, die nicht in erster Linie den in die Forschung investierten Franken mit der damit unmittelbar eingesparten Kilowattstunde gleichsetzt. Forschung braucht einen Freiraum, der es erlaubt, grundsätzlich neue Ideen aufzugreifen und auszuprobieren. Die Forschungsförderung des BFE ermöglicht dies, indem sie neben umsetzungsorientierter Forschung auch anwendungsorientierte Grundlagenforschung unterstützt. Das BFE ist die einzige Förderstelle der öffentlichen Hand, welche Forschungsthemen im Energiebereich über national abgestützte Forschungsprogramme auch über längere Zeiträume von zehn und mehr Jahren unterstützt.

Mit seinem neuen Förderprogramm SWEET ermöglicht das BFE zudem langfristig angelegte Konsortialprojekte zu ausgewählten Themen und stellt Finanzmittel für die Erforschung disruptiver Technologien zur Verfügung.

### Internationale Einbindung

Erfolgreiche Forschung hat immer auch eine internationale Ausrichtung: Internationale Zusammenarbeit

verstärkt die Effizienz der eingesetzten Mittel und ermöglicht einen effektiven Wissensaustausch zwischen den Forschenden. Voraussetzung für eine erfolgreiche Zusammenarbeit – insbesondere im Rahmen von Projekten der IEA und der EU – sind wissenschaftlich anerkannte und qualitativ hochwertige Beiträge der Schweiz.

Die nationale und internationale Vernetzung der Schweizer Forschenden ist daher neben der aktiven Unterstützung von wirtschaftlich risikoreichen Forschungsvorhaben und dem Schliessen von Lücken in der Innovationskette (Abbildung 1) eine der Hauptaufgaben der Energieforschung des BFE. Über ein umfassendes Kontakt Netzwerk sucht das BFE aktiv nach aussichtsreichen Projekten, verlinkt ähnlich ausgerichtete Forschungsvorhaben und unterstützt die Forschenden bei der Suche nach Drittmitteln.

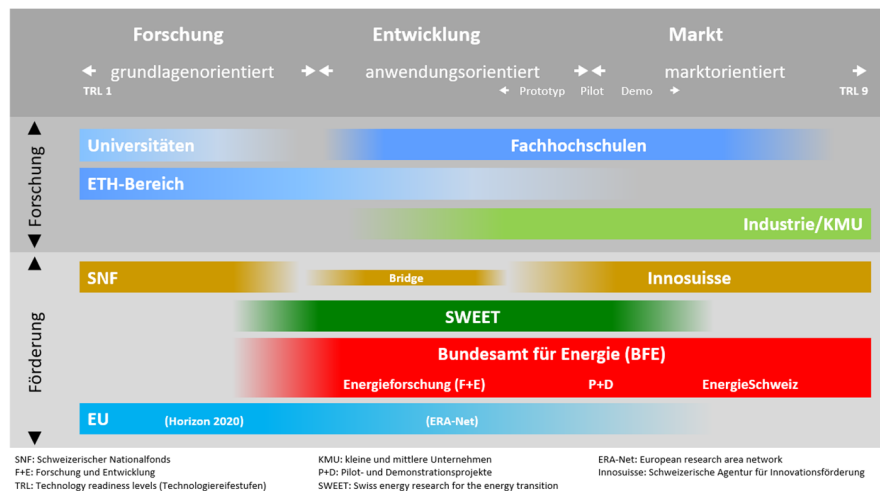


Abbildung 1 Innovationskette  
Die Forschungsförderung des BFE deckt den Bereich von anwendungsorientierter Forschung bis zu Pilot- und Demonstrationsprojekten ab. (Quelle: BFE)

Die Schweiz ist über das BFE in die wichtigsten Forschungsprogramme der IEA eingebunden. Hierbei stehen vor allem die Technology Collaboration Programmes (TCP) im Vordergrund. Die Schweiz ist an den für die Energieforschung wesentlichen TCP beteiligt<sup>2</sup>. Das BFE kommt für die Mitgliederbeiträge auf, finanziert den Einsatz Schweizer Forschender in den Steuerungs- und Leitungsgremien der TCP und unterstützt Schweizer Forschende in den im Rahmen der TCP ausgearbeiteten Forschungsprojekten mit Förderbeiträgen.

Die Beteiligung an den energierelevanten European Research Area Networks (ERA-Net) der EU ist für die Schweiz uneingeschränkt möglich. Das BFE bringt sich über seinen Einsitz im Strategic Energy Technology

Plan (SET-Plan) der EU aktiv in die Gestaltung der ERA-Net ein und finanziert die Beteiligung der Schweizer Forschenden.

## 2.1 Strategische Ausrichtung der Energieforschung

Die Aufgaben des BFE sind auf nachhaltige Energiebereitstellung und -nutzung sowie auf die energetische Versorgungssicherheit der Schweiz ausgerichtet. Entsprechend richtet sich auch die vom BFE geförderte Energieforschung an diesen Zielen und an einem effizienten Wissens- und Technologietransfer aus. Der wissenschaftliche Rahmen wird dabei durch das von der CORE erarbeitete Energieforschungskonzept des Bundes gegeben<sup>2</sup>. Insbesondere wird darin den Beziehungen zwischen Technik und Umwelt sowie gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Aspekten verstärkt Beachtung geschenkt.

Das BFE fördert einen Bereich der Innovationskette, der von SNF und Innosuisse nicht in gleicher Weise abgedeckt wird (Abbildung 1). Im Gegensatz zu diesen Förderinstitutionen kann das BFE auch direkt Forschende aus der Wirtschaft unterstützen, insbesondere bei Pilot- und Demonstrationsprojekten, um eine direkte Umsetzung der Forschungsergebnisse im kommerziellen Umfeld sicherzustellen, oder wenn in vorwettbewerblichen Forschungsprojekten das Wissen der Privatwirtschaft essentiell ist. Der Einsatz von Bundesmitteln in der Privatwirtschaft setzt allerdings voraus, dass

sich die Unternehmen am Aufwand angemessen beteiligen.

Das BFE ist damit in der Lage, gezielt Forschungsfelder von der anwendungsorientierten Forschung bis hin zum Nachweis der wirtschaftlichen Machbarkeit im realen Umfeld zu unterstützen.

### Strategische Ausrichtung der Energieforschung

Die Forschungsförderung des BFE orientiert sich entlang der Achsen Energieeffizienz, erneuerbare Energie, geistes- und sozialwissenschaftliche Themen, Speicherung und Netze. Die Forschungsprogramme des BFE lassen sich entsprechend in diese Kategorien einordnen.

### Kernenergieforschung erfolgt durch PSI, EPFL und ENSI

Das BFE führt keine Forschungsprogramme im Bereich Kernenergie. Forschungstätigkeiten im Bereich der Kernspaltung werden durch das Paul-Scherrer-Institut (PSI) wahrgenommen, jene im Bereich der Fusion durch die EPFL und die regulatorische Sicherheitsforschung erfolgt durch das Eidgenössische Nuklearsicherheitsinspektorat (ENSI).

## 2.2 Herausforderungen

Die Energieforschung des BFE ist auf die Ziele der Energiestrategie 2050 ausgerichtet. Neben den in Kapitel 3 beschriebenen technisch-wissenschaftlichen und geistes- und sozialwissenschaftlichen Zielsetzungen gehören dazu auch die Verknüpfung der Forschung des BFE mit allen wesentlichen Akteuren der nationalen und internationalen Energieforschung und die Sicherstellung

der Anbindung der Schweizer Forschenden an die Forschungsprogramme der IEA.

### Neues Förderinstrument SWEET

Der Aufbau von Forschungs Kompetenzen an den Schweizer Hochschulen und Universitäten im Rahmen der Swiss Competence Centers in Energy Research



(SCCER) wurde Ende 2020 abgeschlossen. Um diese aufgebauten Kompetenzen und Kapazitäten an den Hochschulen und Universitäten auf die Energiestrategie 2050 auszurichten, hat das BFE das neue Forschungsförderprogramm SWEET (SWiss Energy research for Energy Transition) entwickelt. Es ist auf 12 Jahre mit einem Budget von 52 Millionen Franken (2021–2024) ausgelegt.

## 2.3 Gesetzliche Grundlagen

Das Engagement des Bundes in Forschung und Forschungsförderung wird durch Art. 64 der Bundesverfassung (SR 101) legitimiert, indem der Bund die wissenschaftliche Forschung und die Innovation fördert.

Die Forschungsförderung durch das BFE stützt sich auf das Energiegesetz (EnG, SR 730.0) ab. Gemäss Art. 49 des EnG fördert der Bund die Grundlagenforschung, die anwendungsorientierte Forschung und die forschungsnahe Entwicklung neuer Energietechnologien, insbesondere im Bereich der sparsamen und effizienten Energienutzung, der Energieübertragung und -speicherung sowie der Nutzung erneuerbarer Energie. Ferner kann der Bund Pilot- und Demonstrationsprojekte sowie Feldstudien und Analysen, die der Erprobung und Beurteilung von Energietechniken, der Evaluation energiepolitischer Massnahmen oder der Erfassung der erforderlichen Daten dienen, unterstützen.

Nach Art. 29 Abs. 2 Bst. d der Stauanlagenverordnung (StAV, 721.101.1) hat das BFE zudem den Auftrag, die Forschung im Bereich der Stauanlagen zu fördern.

Für die Förderung kommen das Subventionsgesetz (SuG, SR 616.1) und das Forschungs- und Innovationsförderungsgesetz (FIG, SR 420.1) zur Anwendung.

Für die Unterstützung von Forschungsprojekten im Rahmen der European Research Area Networks (ERA-Net) der EU stützt sich das BFE zudem auf die Motion Riklin (10.3142), die den Bundesrat beauftragt, den Schweizer Forschungsinstitutionen und der schweizerischen Industrie ein gleichberechtigtes Mitwirken an

Bereits Anfang 2021 findet die erste Ausschreibungsrunde statt mit weiteren rollenden Ausschreibungen in den Folgejahren. Die grösste Herausforderung für das BFE wird daher der organisatorische Aufbau des Förderprogramms und die Ausgestaltung und Durchführung der Ausschreibungen sein.

dem von der EU-Kommission lancierten Strategic Energy Technology Plan (SET-Plan) zu ermöglichen.

Mit dem neuen Förderprogramm SWEET (Kapitel 3.5) plant das BFE zusätzlich Forschungsvorhaben zu den Themen Sicherheit und Sicherung von Kernanlagen und Energieinfrastrukturen. Dazu stützt sich das BFE als Aufsichtsbehörde auf Art. 86 des Kernenergiegesetzes (KEG, 732.1) ab. Gemäss Art. 86 KEG kann der Bund die anwendungsorientierte Forschung über die friedliche Nutzung der Kernenergie, insbesondere über die Sicherheit der Kernanlagen und die nukleare Entsorgung fördern. Art. 77 der Kernenergieverordnung (KEV, 732.11) präzisiert, dass die Aufsichtsbehörden BFE und ENSI im Rahmen der bewilligten Kredite Projekte der anwendungsorientierten Forschung in den Bereichen der Sicherheit und der Sicherung von Kernanlagen sowie der nuklearen Entsorgung in Form von Finanzhilfen unterstützen.

### Zusammenstellung der grundlegenden gesetzlichen Grundlagen:

- Energiegesetz EnG (SR 730.0), Art. 49;
- Subventionsgesetz SuG (SR 616.1);
- Forschungs- und Innovationsförderungsgesetz FIG (SR 420.1);
- Stauanlagenverordnung (StAV, 721.101.1), Art. 29;
- Kernenergiegesetz KEG (SR 732.1), Art. 86.

### 3 Forschungsthemen 2021–2024

#### Grundsätze der Förderung

Die Förderung des BFE richtet sich im Bereich Energieeffizienz in erster Linie nach der Erhöhung von Wirkungsgraden, der Verbesserung von Systemeigenschaften – etwa im Bereich der Netze – oder der Erhöhung der Versorgungssicherheit. Bei der erneuerbaren Energie stehen Kostenreduktion und Erhöhung der Energieausbeute im Vordergrund. Im Bereich der Geistes- und Sozialwissenschaften schliesslich interessieren primär Fragestellungen zum energierelevanten Verhalten der Akteure, zur Gestaltung von Energiemärkten und zur Wirkung und Ausgestaltung von energiepolitischen Massnahmen.

In Abbildung 2 und Abbildung 3 sind für jedes der Forschungsprogramme diejenigen Technologiereifestufen (TRS<sup>5</sup>) angegeben, bei denen der Fokus der Förderung liegt. Bei Forschung im Bereich der Sozial- und Geisteswissenschaften sind die TRS nicht direkt übertragbar. Hier wird anwendungsorientierte Forschung inkl. Grundlagenforschung zugelassen.

#### Forschungsprogramme im Bereich Energieeffizienz









Forschungsprogramm	TRS
 Brennstoffzellen	3–8
 Elektrizitätstechnologien	3–8
 Gebäude und Städte	3–8
 Industrielle Prozesse	3–8
 Mobilität	4–8
 Netze	3–8
 Verbrennungsbasierte Energiesysteme	3–8
 Wärmepumpen- und Kältetechnologie	4–8

Abbildung 2 Technologiereifestufen (TRS) im Bereich Energieeffizienz

#### Forschungsprogramme im Bereich erneuerbare Energie









Forschungsprogramm	TRS
 Bioenergie	3–8
 Geoenergie	3–8
 Photovoltaik	4–8
 Solare Hochtemperaturenergie	2–8
 Solarthermie und Wärmespeicherung	4–8
 Stauanlagensicherheit	2–4
 Wasserkraft	4–8
 Wasserstoff	2–8
 Windenergie	3–8

Abbildung 3 Technologiereifestufen (TRS) im Bereich erneuerbare Energie

Eine Checkliste, zur Abschätzung der Förderwürdigkeit eines Forschungsprojekts kann auf der Website der Energieforschung des BFE abgerufen werden<sup>2</sup>.

#### Forschungsziele richten sich nach dem Energieforschungskonzept des Bundes

Die Forschungsprogramme des BFE sind in die drei Bereiche «Energieeffizienz» (Kapitel 3.1), «Erneuerbare Energie» (Kapitel 3.2) und «Geistes- und sozialwissenschaftliche Fragestellungen<sup>6</sup>» (Kapitel 3.3) gruppiert. Weitere Förderinstrument des BFE sind das Pilot- und Demonstrationsprogramm (Kapitel 3.4) sowie das Forschungsförderungsinstrument SWEET (Kapitel 3.5).

Das Energieforschungskonzept des BFE richtet sich eng am Energieforschungskonzept des Bundes aus, in welchem die konkreten mittel- und langfristigen Zielsetzungen beschrieben sind. Im vorliegenden Konzept werden die für das BFE relevanten Forschungsthemen zusammengefasst.

<sup>5</sup> Englisch: Technology Readiness Level (TRL)

<sup>6</sup> Englisch: Social Sciences and Humanities (SSH)

Die Energieforschungskonzepte 2021–2024 des Bundes und des BFE sowie detaillierte Angaben zu den einzelnen Forschungsprogrammen finden sich auf der Website des BFE<sup>2</sup>. Im Speziellen sind dort auch die jeweiligen Kontaktpersonen aufgeführt.

## **Digitalisierung**

Bei der Digitalisierung handelt es sich um ein Querschnittsthema von besonderer Tragweite. Es ist in den meisten Forschungsprogrammen des BFE präsent, oft aber in unterschiedlichen Aspekten und Schwerpunkten. Deshalb wird es nicht mit einem eigenen Forschungsprogramm adressiert. Während sich die Energieforschung primär mit energiespezifischen Fragen der Digitalisierung befasst, können im Rahmen von Pilot- und Demonstrationsprojekten auch über den Energiebereich hinausgehende Lösungen untersucht und erprobt werden.

## **Sektorkopplung**

Unter dem Begriff «Sektorkopplung» wird die Vernetzung verschiedener Endverbrauchssektoren (Elektrizität, Wärme und Kälte, Mobilität und Industrie) verstanden. Es geht darum, mit einer ganzheitlichen Betrachtung Lösungsansätze zu entwickeln, um das Gesamtenergiesystem effizienter zu gestalten und insbesondere die Integration eines grösseren Anteils bis hin zu 100 % an erneuerbarer Energie zu ermöglichen. Beispiele hierfür sind die Nutzung von erneuerbarem Strom in der Elektromobilität oder in der Kombination mit Wärmepumpen im Wärmesektor, oder die Produktion synthetischer Gase und Treibstoffe («Power-to-Gas», «Power-to-Liquid») für die Nutzung im Transport-, Wärme- oder Industriesektor. Die Kopplung verschiedener Sektoren bringt zusätzliche Flexibilität ins Gesamtsystem und kann damit den Speicherbedarf in einzelnen Sektoren (insbesondere im Stromsektor) deutlich reduzieren. Weiter trägt dieser Ansatz mit zur Versorgungssicherheit bei. Als Forschungsthema wird «Sektorkopplung» programmübergreifend behandelt

und insbesondere auch in grösseren Pilot- und Demonstrationsprojekten adressiert. Während es beispielsweise bei Technologien wie Photovoltaik und Wärmepumpen, welche bereits heute stark im Markt verbreitet sind, eher um systemische und auch regulatorische Forschungsfragen geht, stehen in anderen Bereichen, z.B. «Power-to-Gas», auch technische Forschungsthemen im Fokus.

## **Energiespeicherung**

Ein Spezialfall stellt die Energiespeicherung dar, für die ebenfalls kein eigenes Forschungsprogramm besteht, da Teilaspekte in den verschiedensten Forschungsprogrammen behandelt werden. Ob aktuell Forschungsprojekte und -themen aktiv gefördert werden, ist auf der Website der Energieforschung des BFE ersichtlich<sup>2</sup>.

Die Speicherung von Energie ist mit verschiedenen Technologien – von chemischen, mechanischen oder elektrischen bis hin zu thermischen Speichern – möglich. Je nach Umfeld eignen sich dazu beispielsweise Akkumulatoren, Ultrakondensatoren, Kohlenwasserstoffe, Wasserstoff, Biomasse, Schwungräder, Federn, Druckluft, Staudämme, der Untergrund, Adsorbentien oder supraleitende Spulen. Entsprechend werden Speichertechnologien in verschiedenen Forschungsprogrammen des BFE erforscht.

## **Forschung im Bereich Kernenergie**

Das BFE führt keine eigenen Forschungsprogramme im Bereich Kernenergie. Informationen zur entsprechenden Forschung sind bei den zuständigen Stellen erhältlich:

- Fusion: EPFL, Swiss Plasma Center (SPC), [www.epfl.ch](http://www.epfl.ch)
- Kerntechnik und nukleare Sicherheit: Paul-Scherer-Institut (PSI), [www.psi.ch/nes](http://www.psi.ch/nes)
- Regulatorische Sicherheitsforschung: Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat (ENSI), [www.ensi.ch/de/kernanlagen/sicherheitsforschung](http://www.ensi.ch/de/kernanlagen/sicherheitsforschung)

## 3.1 Energieeffizienz

### 3.1.1 Batterien

#### Ausgangslage und Problemstellung

Batteriespeicher spielen eine zunehmend wichtige Rolle, sowohl im stationären Bereich (erneuerbare Energie) als auch in der Elektromobilität. Angesichts der grossen Bedeutung der Technologie im Zusammenhang mit dem Ausbau erneuerbarer Energie zur Reduktion von Treibhausgasemissionen werden weltweit grosse Anstrengungen in der Batterieentwicklung unternommen und der Fortschritt verläuft mit grosser Geschwindigkeit. Dominiert wird der Batteriezellenmarkt heute zu mehr als 90 % durch asiatische Hersteller, wobei in Europa in jüngster Zeit Initiativen ergriffen werden (European Battery Alliance), um Zellkompetenz und Zellfertigung in Europa zu forcieren.

Herstellungsprozesse, verwendete Materialien und die Entsorgung sind für den ökologischen Fussabdruck

von Batterien entscheidend. Ebenfalls mit grundlegenden Materialfragen verbunden sind Sicherheits- und Performance-Aspekte.

Schweizer Akteure befassen sich mit verschiedenen Batterieforschungsthemen. Neben Niedertemperaturbatterien sind auch Hochtemperaturbatterien (Salzbatterien) und Redox-Flow-Batterien Gegenstand der Forschung. Die Systementwicklung und die Integration von Batteriesystemen in mobilen und stationären Anwendungen bilden weitere Aktivitätsfelder.

Das BFE kann über ein kleines Forschungsprogramm spezifisch zu Batterien zusammen mit den Fördermöglichkeiten über Pilot- und Demonstrationsprojekte Forschungsaktivitäten zu diesen Themen subsidiär unterstützen.

#### Prioritäre Forschungsthemen 2021–2024

##### Materialforschung und Elektrochemie

- Ersatz von Lithium-Ionen-Technologien durch Konzepte, welche auf leichter verfügbaren Elementen wie Natrium, Magnesium oder Aluminium aufbauen;
- Weiterentwicklung der Lithium-Ionen-Technologie hin zu Batterien mit festem Elektrolyten, um Sicherheit und Speicherdichte zu erhöhen.

##### Systementwicklung

##### Systemintegration und Charakterisierung

- Umweltaspekte wie beispielsweise Second-Life oder Rezyklierung.

## 3.1.2 Brennstoffzellen

### Ausgangslage und Problemstellung

Brennstoffzellen sind elektrochemische Wandler, welche chemische Energie mit hoher Effizienz direkt in Strom und Wärme umwandeln. Sie zeichnen sich weiter durch geringe Schadstoff- und Lärmemissionen, durch einen hohen Wirkungsgrad im Teillastbereich und durch einen geringen Wartungsaufwand (keine beweglichen Teile) aus.

Verschiedene Brennstoffzellentypen unterscheiden sich nach der Art des Elektrolyten und damit insbesondere in der Betriebstemperatur (Hoch- und Niedertemperaturbrennstoffzellen). In der Schweiz wird hauptsächlich an der Erforschung und Entwicklung von Polymer-Elektrolyt-Brennstoffzellen (PEFC) und von Oxidkeramische-Brennstoffzellen (SOFC) gearbeitet.

Anwendungsbereiche von Brennstoffzellen liegen im stationären Bereich (Wärme-Kraft-Kopplung, insbesondere SOFC), bei Anlagen zur unterbrechungsfreien Stromversorgung (PEFC), im portablen Bereich (PEFC) sowie im Mobilitätsbereich (Brennstoffzellenfahrzeuge, PEFC).

Eine Herausforderung stellen die relativ hohen Investitionskosten dar, wobei diese in den letzten zehn Jahren dank grosser Entwicklungsfortschritte massiv gesunken sind und auf Grund von Skaleneffekten in der Produktion und einer grösseren Anzahl von Produktanbietern künftig weiter sinken werden. Eine weitere Herausforderung ist die Erhöhung der Lebensdauer von Brennstoffzellensystemen.

### Prioritäre Forschungsthemen 2021–2024

#### Oxidkeramische-Brennstoffzellen (SOFC)

- Verständnis von Degradationsphänomenen;
- Materialentwicklung für Interkonnektoren;
- interne Dampfreformierung;
- Fertigungsfragen.

#### Polymer-Elektrolyt-Brennstoffzellen (PEFC)

- Modellierung und Validierung;
- Degradation;

- Bipolarplatten und Zelldesign;
- Stack-Entwicklung;
- nicht invasive Analysemethoden.

#### Brennstoffzellensysteme

- Effiziente Kompressoren;
- Systemintegration (Brennstoffzellenfahrzeuge);
- Performance-Analyse;
- Brennstoffzellen-Feldtests.

### 3.1.3 Elektrizitätstechnologien

#### Ausgangslage und Problemstellung

Elektrizität zur Nutzung unzähliger Anwendungen durchdringt die moderne Gesellschaft im täglichen Leben sowohl im privaten als auch im geschäftlichen Umfeld. Mit einem Anteil von etwa 20 % des Gesamtenergiebedarfs ist Elektrizität von zentraler energie-wirtschaftlicher Bedeutung. Trotz fortschreitender Effizienzsteigerungen dürfte die Nachfrage aufgrund der zunehmenden Dekarbonisierung im Verkehr (z.B. Elektromobilität) und Wärmebereich (z.B. Wärmepumpen) wieder stärker zunehmen.

Umso mehr sind verstärkte Effizienzsteigerungen bei der Produktion, Verteilung und Nutzung von Elektrizität

entscheidend. Ergänzend sind Speichertechnologien zum Ausgleich der fluktuierenden Produktion über verschiedene Zeitskalen wichtige Elemente einer effektiven Energiezukunft.

Das Forschungsprogramm leistet einen Beitrag zur substantiellen und nachhaltigen Effizienzsteigerung in allen Bereichen und zur Erforschung neuartiger Speichertechnologien. Insbesondere durch die enge Koordination mit dem Forschungsprogramm Netze werden die vorliegenden Arbeiten nicht nur ergänzt; es ergeben sich zusätzlich synergetische Effekte, die genutzt werden.

#### Prioritäre Forschungsthemen 2021–2024

##### Konversionstechnologien

- Material- und systemtechnisch bedingte Effizienzsteigerungen von Leistungselektronik; neuartige, leistungselektronische Komponenten (z.B. «Wide Band Gap»-Halbleiter);
- Massnahmen zur Beschleunigung des Markteintritts effizienter Leistungselektroniktechnologien;
- Nutzung niederwertiger Abwärme zur zusätzlichen Elektrizitätsproduktion;
- Einschätzung und Analyse erfolgsversprechender Materialentwicklungen für spezifische Konversionstechnologien (z.B. Materialien für innovative magnetokalorische Motoren/Generatoren);
- Machbarkeits- und Potenzialabklärungen von neuartigen Konversionstechnologien; Wirkungsgradanalysen und Technologieforschung bei absehbaren Effizienzverbesserungen. Voraussetzungen sind ein entsprechend energetisches Potenzial und eine namhafte Kostenbeteiligung der nationalen Industrie.

##### Speichertechnologien

- Schliessen spezifischer Erkenntnislücken von kritischen Anlagenteilen bei der Druckluftspeicherung; Systembetrachtungen von Druckluftspeichersystemen;

- Untersuchung und Analyse neuartiger und nachhaltiger, elektromechanischer Speichertechnologien.

##### Effizienztechnologien

- Elektrische Motoren und Antriebssysteme: Analyse und Unterstützung potenzieller Effizienzsteigerungen mit dem Fokus auf «systemischen Ansatz» (Einbezug des Prozesses); Effizienzverbesserungen durch zielgerichteten Einbezug von Umrichtern;
- energetische Auswirkungen der Digitalisierung; innovative Digitalisierungskonzepte zur Effizienzsteigerung im industriellen und privaten Bereich;
- energierelevante Fragestellungen im Bereich «Internet of Things», «Smart Metering», «Smart Home» sowie effiziente IKT-Geräte<sup>7</sup>;
- Minimierung der Standby-Leistung von netzwerk-basierten IKT-Geräten;
- Nutzung neuartiger Technologien und Materialien (z.B. Hochtemperatursupraleiter) zur Effizienzsteigerung. Voraussetzungen sind ein entsprechend energetisches Potenzial und eine namhafte Kostenbeteiligung der nationalen Industrie;
- internationaler Erkenntnisaustausch zur Energieeffizienz durch die Teilnahme an den Aktivitäten des IEA TCP «Energy Efficient End Use Equipment» (4E).

<sup>7</sup> IKT: Informations- und Kommunikationstechnik



### 3.1.4 Gebäude und Städte

#### Ausgangslage und Problemstellung

Gebäude sind für rund 45 % des Endenergieverbrauchs und für 33 % der CO<sub>2</sub>-Emissionen der Schweiz verantwortlich. Sie stehen deshalb im Zentrum der Energiestrategie 2050. Konkrete Reduktionsziele für einzelne Gebäude aber auch ganze Areale sind im «SIA-Effizienzpfad Energie» und dem «Bilanzierungskonzept 2000-Watt-Gesellschaft» formuliert.

#### Prioritäre Forschungsthemen 2021–2024

##### Areale und Quartiere

- Weiterentwicklung bestehender Nachhaltigkeitsstrategien wie «2000-Watt-Areale» oder «Smart Cities and Communities»;
- optimiertes Zusammenwirken der Produktion von Strom, Wärme und Kälte aus lokalen, erneuerbaren Energiequellen inkl. Rückgewinnung, kurzzeitige und saisonale Speicherung, Verteilung in Arealnetzen und bedarfsgerechter Verbrauch in den Gebäuden unter Berücksichtigung der Netzbedürfnisse;
- Gebäude und Areale als Energiedienstleister: Last- und Produktionsflexibilität zu welchem Preis? Rolle innovativer IKT-Ansätze;
- Konzepte für die Anpassung von Gebäuden, Arealen und Städten in Richtung Resilienz in Bezug auf die globale Klimaentwicklung und künftig verstärkt auftretende lokale Mikroklimata im urbanen Raum (z.B. «heat island»-Effekt).

##### Gebäude

- Bauerneuerung pragmatisch: Erkennen und nutzen der Hebel mit grösster Wirkung in Bezug auf Energiebedarf und Effizienz unter Berücksichtigung des gesamten Lebenszyklus;
- nicht-technische Massnahmen und Konzepte zur dauerhaften Verminderung des Energieverbrauchs von Altbauten im städtischen Kontext;
- BIM-LCA<sup>8</sup>: Rolle von BIM bei LCA und Energieoptimierung (z.B. durch BIM-gestütztes Facility Management);
- Potenzial und Handlungsfelder im Bauprozess, um Umsetzung neuer Technologien und Konzepte zu

Damit diese Ziele erreicht und damit nicht zuletzt auch die Vorgaben des Pariser Klimaabkommens zur CO<sub>2</sub>-Reduktion eingehalten werden können, muss die Sanierungsrate von heute rund 1 % drastisch gesteigert werden. Die Erhöhung der Sanierungseffizienz bildet einen weiteren wichtigen Hebel für die Zielerreichung.

ermöglichen und zu beschleunigen: graue Energie, Minimierung der Materialflüsse, Nutzung von Energie-, Material- und Gebäudedaten in der Planung und im Betrieb;

- Spannungsfeld Gebäudehülle: Konkurrenz von Aufenthaltsbereich, Begrünung, Solartanlage und Rückkühlung. Entwicklung innovativer Systeme, neuer Technologien und Materialien für die opake und transparente Gebäudehülle, Wärmedämmung und Energiespeicherung – umweltverträglich, kostengünstig und raumsparend;
- Bedeutung der Kühlung im Hinblick auf das Klima der Zukunft: Auswirkung auf den Energiebedarf, Konzepte und Technologien für eine kostenoptimierte, energieeffiziente und ressourcenschonende passive oder aktive Raumkühlung;
- Gebäudeautomation, Monitoring und Betriebsoptimierung: kostengünstige, verlässliche Systeme für einen vernetzten Einsatz, Beurteilung des Energieverbrauchs (Planungswerte vs. Verbrauchswerte), Ableitung von Empfehlungen. Möglichkeiten und Wirkung von selbstregulierenden Systemen;
- Heizsysteme mit wenig CO<sub>2</sub>- und kleiner Stromnetzbelastung im Winter.

##### Mensch, Markt, Politik

- Fokus Nutzer: Bewusstsein zum persönlichen Energieverbrauch schaffen durch Feedbacksysteme; Anreizsysteme für Suffizienz;
- Benutzerbedürfnisse in Bezug auf Akzeptanz von Gebäudeautomationslösungen – Einfluss von Privacy und Security, Nutzungsflexibilität und Nutzer-Schnittstellen.

<sup>8</sup> BIM: Building Information Modeling – Life Cycle Analysis

## 3.1.5 Industrielle Prozesse

### Ausgangslage und Problemstellung

Industrielle Prozesse beanspruchen nahezu 20 % des Schweizer Gesamtenergieverbrauchs, davon wird mehr als die Hälfte für Prozesswärme aufgewendet.

Effizienzmassnahmen kommt eine Schlüsselstellung bei der Senkung des Energieverbrauchs zu. Dabei ist Energieeffizienz nicht isoliert, sondern im breiteren Zusammenhang von Ressourceneffizienz und Emissionsminimierung über alle Produktlebensphasen hinweg zu verstehen. Prozessspezifische Anforderungen an Temperaturniveaus und Verfügbarkeit stellen Herausforderungen an die Einbindung erneuerbarer Energie.

Der Austausch von Energie- und Materialströmen innerhalb von Prozessen, Standorten bis hin zu regionalen Netzwerken ermöglicht Effizienzsteigerungen und erhöhte Flexibilität im Energiemanagement. Innovative

Verfahren zur Umwandlung von thermischer oder elektrischer Energie in Materialien und chemische Energieträger sind ein Erfolgsfaktor für eine robuste Sektorkopplung. Mit fortschreitender Digitalisierung entstehen neue Möglichkeiten zur Optimierung und intelligenten Verknüpfung auf allen Systemebenen.

Im Energiesystem können industrielle Prozesse somit zugleich als Verbraucher, Produzenten oder auch als Anbieter von netzstabilisierenden Dienstleistungen auftreten. Damit diese Rollen sowohl für den Einzelprozess, als auch für das Gesamtsystem wirtschaftlich und ökologisch nachhaltig erfüllt werden können, bedarf es technischer Fortschritte und innovativer Geschäftsmodelle.

### Prioritäre Forschungsthemen 2021–2024

Zu den einzelnen Schwerpunkten sind jeweils beispielhafte Fragestellungen aufgeführt.

#### Ressourceneffiziente Wertschöpfungsketten

- Integration prädiktiver Ökobilanzkonzepte in Methoden des Produkt- und Prozessdesigns;
- Minimieren des Energieverbrauchs beim Schliessen von Produkt- und Stoffkreisläufen;
- systematische Ansätze zum energiebewussten Retrofitting von Prozessanlagen.

#### Innovative Prozesstechnologien

- Innovative Verfahren zur Prozessintensivierung (Mikroreaktoren, Katalyse, Hybridverfahren usw.);
- Bioprozesse mit geringem Energieaufwand;
- ressourceneffiziente, additive Herstellungsverfahren zur Veschlankung von Lieferketten;
- Digitalisierungskonzepte zum Messen, Regeln und Optimieren vernetzter dynamischer Prozesse.

#### Einbindung erneuerbarer Energiequellen

- Verfahren zur Aufarbeitung komplexer Biomasse als Rohstoff für Materialien, Brenn- und Treibstoffe;
- Elektrifizierung von Prozessen zur Nutzung dezentraler Stromerzeugung.

#### Integrierte Prozesse und vernetzte Systeme

- Flexibilisierung des Prozessenergieverbrauchs;
- Optimierungsmethoden für Entwicklung und Betrieb komplexer Prozessnetzwerke;
- Integration von Industrieanlagen in Multi-Energiesystemen mit fluktuierenden Energiequellen.

#### Technologien für das Energiesystem der Zukunft

- Effiziente Systeme zur Rückgewinnung, Vernetzung und Speicherung von chemischer, thermischer und elektrischer Energie;
- innovative Prozesse zur effizienten Umwandlung von Stromüberschüssen (PtX);
- nachhaltige Produktion, Weiterverwendung und Entsorgung von Batterien, Brennstoffzellen u.a.

#### Ökonomische und regulatorische Fragestellungen

- Neue Geschäftsmodelle und Managementsysteme in hochvernetzten Systemen;
- ökonomische und regulatorische Anreizsysteme für Energieeffizienzmassnahmen;
- Chancen und Risiken dezentraler Produktion gegenüber Skaleneffekten (economy of scale).

## 3.1.6 Mobilität

### Ausgangslage und Problemstellung

Mobilität auf der Strasse, der Schiene, dem Wasser und in der Luft ist verantwortlich für mehr als ein Drittel des Endenergieverbrauchs und die Hälfte der CO<sub>2</sub>-Emissionen in der Schweiz. Aufgrund demographischer Entwicklung und einem sich verändernden Mobilitätsverhalten wird die Nachfrage an Mobilität in Zukunft zudem noch weiter steigen. Um die klima- und energiepolitischen Ziele der Schweiz zu erreichen, sind somit geeignete Angebote notwendig, die den künftigen Mobilitätsbedürfnissen der Gesellschaft entsprechen und gleichzeitig die dadurch verursachten ökologischen und volkswirtschaftlichen Auswirkungen minimieren. In vielen Bereichen sind dazu Forschungsanstrengungen erforderlich, um entsprechende Technologien und Lösungen bereitzustellen.

Aufgrund von Multiplikationseffekten über die Verkehrsträger lassen sich durch technische Innovationen auf Stufe Komponenten, Teilsystemen und Fahrzeugen nach wie vor substantielle Energie- und Emissionseinsparungen erreichen. Einerseits ist diesem Optimierungspotenzial jedoch eine technische und praktische

Grenze gesetzt, und andererseits ist die Mobilität auch einem grundsätzlichen Wandel unterworfen: Angetrieben durch die neuen Möglichkeiten der Digitalisierung erfolgt eine verstärkte Vernetzung der Sektoren und es entstehen fundamental neue Mobilitätskonzepte.

Um dieser Entwicklung Rechnung zu tragen, muss die Perspektive der Mobilität erweitert werden und auf die Herausforderungen auf Stufe des Gesamtsystems fokussiert werden. Die Forschung sollte deshalb verstärkt Themen behandeln, die die Mobilität als gesamtheitliches und vernetztes System mit Wechselwirkungen zu anderen Domänen sieht. Auch auf der Nachfrageseite der Mobilität besteht ein substantielles Energieeinsparpotenzial, das besser ausgeschöpft werden kann, beispielsweise indem adäquate Mobilitätsangebote zur Verfügung gestellt und die Abstimmung zwischen diesen Angeboten und dem Nutzerverhalten optimiert werden. Deshalb soll die Energieforschung den Fokus verstärkt auch auf die sozial-, wirtschafts- und humanwissenschaftlichen Aspekte der Mobilität legen.

### Prioritäre Forschungsthemen 2021–2024

#### Neue Mobilitätskonzepte

- Alternative Antriebssysteme im Güterschwerverkehr und andere innovative Güterverkehrslösungen, neue Konzepte für urbane Logistik;
- integrierte multimodale Verkehrssysteme unter Berücksichtigung von Mikromobilität für die letzte Meile;
- Integration der Elektromobilität in ein gesamtheitliches Energiesystem, netz- und systemdienliche Nutzung der Fahrzeugbatterie, Vehicle-to-Grid;
- technische und wirtschaftliche Herausforderungen bei der Produktion, dem Vertrieb und dem Einsatz synthetischer und biogener Treibstoffe.

#### Grundlagen, Analysen und Perspektiven des Mobilitätssystems

- Lebenszyklusuntersuchungen von aktuellen und zukünftigen Mobilitätssystemen, sowohl auf Stufe Antriebssystem und Fahrzeugart als auch auf Stufe des Gesamtsystems;

- Einfluss von neuen Antriebssystemen und Treibstoffen (synthetisch/biogen) im Mobilitätssystem auf die Elektrizitäts- und Gasnetze, sowie auf den Gesamtenergieverbrauch und Umweltemissionen;
- Szenarien für Veränderungen des Mobilitätsverhaltens aufgrund gesellschaftlichen Wandels, neuen Geschäftsmodellen, Krisen und veränderten politischen Rahmenbedingungen;
- Fragen zu Erhebung, Verfügbarkeit, Sicherheit, Nutzung und Eigentum von mobilitätsrelevanten Daten.

#### Technische Optimierung an Fahrzeug und Antrieb

- Optimierung des Energiemanagements von Fahrzeugen, auch unter Berücksichtigung von Geoinformationssystemen, Big Data und künstlicher Intelligenz;
- Optimierung des Antriebsstrangs und der Nebenaggregate;
- Effizienzsteigerung durch Optimierung der Aerodynamik und des Fahrzeuggewichtes.

## 3.1.7 Netze

### Ausgangslage und Problemstellung

Die Herausforderung in diesem Themenbereich besteht darin, die einzelnen Produktions-, Konversions-, Speicher- und Anwendungstechnologien zu einem effizienten Gesamtsystem zu integrieren, das interoperabel, sicher und zuverlässig betrieben werden kann.

Um die lokalen Verteilnetze unter Einbezug grosser Mengen erneuerbarer Energie sicher betreiben zu können, bedarf es neuer Konzepte und Technologien zur gezielten Beeinflussung der Leistungsflüsse innerhalb der Netzebenen und zur Koordination zwischen den Netzebenen. Darüber hinaus können diese Technologien einzeln oder gebündelt als Flexibilitätsoptionen zum Gleichgewicht des Gesamtsystems unter Berücksichtigung des Marktes beitragen.

Die zunehmende Digitalisierung sowie neuartige Sensorik eröffnen neue Möglichkeiten für einen sicheren

Netzbetrieb wie beispielsweise Monitoring («Netztransparenz»), Steuerung und Regelung der Netzelemente, Schutzkonzepte und einen nachhaltigen Netzunterhalt.

Die Forschungsförderung fokussiert sich ausschliesslich auf technologische Fragestellungen, primär im Bereich der elektrischen Netze und Systeme. Die Integration von und das Zusammenspiel mit anderen Energieträgern («Sektorkopplung») wird aber ebenfalls abgedeckt. Dadurch werden verstärkt Forschungsergebnisse, vor allem auf Komponentenebene, aus anderen Themenbereichen (z.B. Elektrizitätstechnologien, Batterien, Wasserstoff, Wärmespeicher, nicht-technische Forschung) mitberücksichtigt.

### Prioritäre Forschungsthemen 2021–2024

#### Flexibilität

- Quantifizierung und Bewertung des Flexibilitätsangebots (Produktion, Netze, Speicher, Verbraucher) und -bedarfs (energetisch, zeitlich, räumlich);
- Bereitstellung von Systemdienstleistungen durch Verteilnetze (aggregierte Ressourcen);
- Nutzbarmachung industrieller Flexibilitäten;
- Integration erneuerbarer Energiequellen, Speicher und Elektromobilität;
- Grundlagen für Standards und Interoperabilität.

#### Netzbetrieb

- Neuartige, verteilte Sensorik; darauf basierende Methoden zur Verbesserung der Netztransparenz und Konzepte für Schutz und Fehlerlokalisierung;
- dynamische Phänomene;
- Subsidiarität (zentrale vs. dezentrale Steuerung);
- risikobasierter und resilienter Betrieb (z.B. durch Automatisierung von Prozessen).

#### Digitalisierung

- Datenmanagement (Big data, Internet of Things);
- Methoden zur geeigneten Anonymisierung von Daten für verschiedene Verwendungszwecke;
- Einsatz künstlicher Intelligenz bei Planung, Betrieb und Unterhalt (Asset Management);
- Interoperabilität von Software (z.B. Protokolle) und Hardware (z.B. Smart Meter);
- energiespezifische Aspekte der Datensicherheit (Cybersecurity); Schutz kritischer Infrastrukturen.

#### Energiesysteme

- Bedeutung und Zusammenspiel unterschiedlicher Netzinfrastrukturen (Strom, Wärme, Gas usw.);
- Architektur und Integration verschiedener Netzinfrastrukturen (Sektorkopplung);
- risikobasierte Hilfsmittel zur Planung resilienter Netze und Systeme unter Berücksichtigung von Unsicherheiten (Natur, Technologie, Politik, Gesellschaft).

## 3.1.8 Verbrennungsbasierte Energiesysteme

### Ausgangslage und Problemstellung

70 % der Nutzenergie wird in der Schweiz über Verbrennungsprozesse erzeugt. Die anvisierte Dekarbonisierung verlangt neben der Substitution fossiler Energieträger zahlreiche Verbesserungen und Veränderungen bei den verbrennungsbasierten Energiesystemen. Sie sollen grundsätzlich die Exergie des verwendeten chemischen Energieträgers bestmöglich nutzen. Ihre Gesamteffizienz soll erhöht, die Einsatzflexibilität verbessert und die Schadstoffemissionen reduziert werden. Dies gilt sowohl für die Nutzung von fossilen Energieträgern als auch von Brennstoffen, die aus Biomasse, aus Abfällen oder synthetisch hergestellt werden. Welche Art von Brennstoffen sich für welche Anwendung in der Zukunft durchsetzen wird, ist noch

nicht vorhersehbar. Eine enge Zusammenarbeit zwischen Entwicklern von Brennstoffen und Verbrennungsforschern ist deshalb wichtig.

Verbrennungsmotoren werden in Personenwagen vermehrt durch Elektromotoren ergänzt (Hybride) oder ganz ersetzt. Gütertransporte zu Land und zu Wasser sowie in der Luft werden jedoch weiterhin vorwiegend auf die Nutzung von chemischen Energieträgern angewiesen sein, ebenso Bau- oder Landwirtschaftsmaschinen. Hinzu kommen Systeme zur Stromerzeugung wie Gasturbinen oder Wärme-Kraft-Kopplungsanlagen (WKK), die hocheffizient und flexibel zur Sicherstellung der Stromversorgung insbesondere im Winterhalbjahr beitragen können.

### Prioritäre Forschungsthemen 2021–2024

#### Verbrennungstechnologie

- Vertieftes Verständnis über die komplexen Vorgänge und Einflussfaktoren im Verbrennungsprozess, insbesondere für neuartige Brennstoffe;
- akkurate Simulationsmodelle für diese Vorgänge mit Validierung in Versuchsträgern;
- verbesserte Brennverfahren zur Vermeidung unverbrannter Fraktionen gasförmiger Brennstoffe;
- Weiterentwicklung der Dieselmotoren zur Reduktion der innermotorischen Schadstoffbildung.

#### Brennstoffvariabilität

- Entwickeln und Optimieren von Verbrennungssystemen für Brennstoffe wie Wasserstoff, Methan, Methanol, HVO<sup>9</sup>, DME<sup>10</sup>, OME<sup>11</sup>, die aus erneuerbaren Energiequellen gewonnen werden können;
- Dual-Fuel-Systeme zur Nutzung von gasförmigen und flüssigen Brennstoffen in variablen Fraktionen;
- Multi-Fuel-Systeme zur Nutzung von Brennstoffen unterschiedlicher Zusammensetzung und Qualität;
- hocheffiziente Systemen für niederkalorische oder aus chemischen Vorstufen stammende Brennstoffe.

#### Gesamtsystemoptimierung

- Hochflexible Systeme für rasche on/off-Zyklen und hohe Teillasteffizienz bei geringen Emissionen;
- Wirkungsgradsteigerung des Gesamtsystems beispielsweise durch die Abgasenergienutzung für additive exergetische oder chemische Prozesse;
- Reduktion der Schadstoffemissionen durch optimale Abstimmung zwischen innermotorischen Massnahmen und Abgasnachbehandlung.

#### Stromerzeugungsflexibilität

- Weiterentwicklung von Gasturbinen zur Nutzung von Wasserstoff und anderen Brennstoffen aus erneuerbarer Energie;
- Verbrennungs- und Turbinentechnologien für Lastvariabilität bei hoher Effizienz;
- WKK-Systeme als verbindendes Element der Sektorkopplung für hochflexiblen Einsatz und für die Nutzung verschiedener Brennstoffe.

#### Lebenszyklusanalysen<sup>12</sup>

- Identifikation der ökologisch und ökonomisch besten Technologiepfade für verschiedene Brennstoffe, Verbrennungssysteme und Anwendungen.

<sup>9</sup> HVO: Hydrotreated Vegetable Oils

<sup>10</sup> DME: Dimethylether

<sup>11</sup> OME: Polyoxymethylen dimethylether

<sup>12</sup> Englisch: Life Cycle Analysis (LCA)

## 3.1.9 Wärmepumpen und Kältetechnik

### Ausgangslage und Problemstellung

In vielen Bereichen werden thermische Energieflüsse auf tiefem bis mittlerem Temperaturniveau (20 °C bis 150 °C) benötigt. Oft werden diese mit exergetisch hochwertigen Energieträgern in Heizkesseln oder Elektroboilern erzeugt. Wärmepumpen (WP) hingegen können Wärmeströme mit geringem Exergieinsatz auf die erforderlichen Temperaturen anheben. Geeignete Wärmequellen stehen vielerorts zur Verfügung, sei es in der Luft, im Untergrund, in Oberflächengewässern oder als Abwärme aus gewerblichen oder industriellen Prozessen. Wird die WP mit Strom aus erneuerbarer Energie betrieben, ist eine sehr effiziente Dekarbonisierung im Wärmesektor möglich.

In kleinen Wohngebäuden werden WP mit hohen Zuwachsraten zur Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser eingesetzt. Für den technisch geeigneten und wirtschaftlich tragbaren Einsatz in grösseren Gebäuden sind weitere Verbesserungen erforderlich, ebenso für Anwendungen in Fernwärmenetzen oder

in der Industrie mit ihren sehr spezifischen Anforderungen. Ein grosser Bedarf zeichnet sich bei Kälteanwendungen ab. Die Integration von WP oder Kältemaschinen ins Energiesystem eröffnet Anwendungspotenziale und Zusatznutzen, beispielsweise zur Kopplung von Strom- und Wärmesektor oder in Energy Hubs.

WP können heute schon 50 % der theoretischen Kreislaufeffizienz erreichen. In der Praxis werden sie jedoch häufig weit unter diesem Niveau betrieben. Die Integration und der Betrieb der Systeme sollte deshalb verbessert und mit dem Gebäudesystem und dem Benutzerverhalten abgestimmt werden. Die Digitalisierung schafft neue Möglichkeiten zur Betriebsoptimierung wie auch zur Einbindung von Photovoltaik und Speichern. Eine weitere Herausforderung ergibt sich aus der Umstellung von marktüblichen Kältemitteln mit hohem Treibhausgaspotenzial hin zu klimafreundlichen Alternativen.

### Prioritäre Forschungsthemen 2021–2024

Die folgenden Ausführungen gelten, wo nicht explizit erwähnt, sinngemäss auch für die Kältetechnik.

#### Verbesserung der Technologie

- Erhöhte Kreislaufeffizienz durch verbesserte Kompressoren und Komponenten;
- verbesserte adaptive Leistungsregelung;
- Mikrowärmepumpen für dezentralisierte oder mobile Anwendungen;
- erweiterter Einsatzbereich: z.B. höhere Temperaturen für Industrieanwendungen, verschiedene Temperaturhübe in thermischen Netzen;
- Weiterentwicklung der Sorptionstechnologie;
- Monitoring nicht-konventioneller WP-Technologien.

#### Spezielle Einsatzgebiete

- WP für Elektromobilität bei niedrigen Temperaturen;
- WP für Endverbrauchergeräte.

#### Klimaneutrale Kältemittel

- WP mit klimaneutralen Kältemitteln und deren effiziente Systemintegration.

#### Integration in Anwendungssysteme

- Effiziente und flexible Kombination von WP mit Solarenergie und Speicher;
- flexible Bereitstellung von Wärme und Kälte für grosse Gebäude und städtisches Umfeld;
- Regelung der WP im Gebäudeleitsystem;
- Einbindung erneuerbarer Energiequellen (Photovoltaik, Solarthermie, Ab- und Umgebungswärme) in Gewerbe- und Industrie.

#### Integration ins Energiesystem

- Konzepte für reversible Wärme-/Kälte- und Stromproduktion;
- WP und Kälteanlagen in thermischen Netzen und Energy Hubs;
- Effizienzerhalt von WP und Kälteanlagen in Schwarmverbänden für Flexibilitätsdienstleistungen im Stromnetz.



## 3.2 Erneuerbare Energie

### 3.2.1 Bioenergie

#### Ausgangslage und Problemstellung

Aus Biomasse kann Bioenergie in Form von Strom, Wärme und Treibstoff hergestellt werden. Welche Biomassefraktionen sollen zukünftig mit welchen Technologien zu welchen Produkten umgesetzt werden, um für das Schweizer Energiesystem einen substanziellen Beitrag zu leisten und gleichzeitig einen hohen Wirkungsgrad zu erzielen? Der Systemansatz gewinnt zunehmend an Bedeutung, z.B. in Bezug zu Energiespeicherthemen oder Bioökonomieansätzen. Hierbei sind die Wechselwirkungen mit anderen Energietechnologien (z.B. bezüglich Steuerbarkeit, Flexibilität, Speicherung) ebenso zu berücksichtigen wie die vermehrte kaskadenartige Nutzung und Kreislaufwirtschaft.

#### Prioritäre Forschungsthemen 2021–2024

##### Biomasse als Substrat

- Biomassebeschaffung und Logistik: Wie können die vorhandenen Potenziale mobilisiert werden? Gibt es innovative Logistikkonzepte?
- neue Biomassesubstrate: Gibt es Biomassefraktionen, die noch nicht berücksichtigt werden?
- biogene Abfälle: Sinnvolle stoffliche und energetische Verwertung der biogenen Fraktion im Abfall.

##### Biomasse zur Strom- und Wärmebereitstellung und als Treibstoff

- Prozesswärme: Was kann Bioenergie zur Prozesswärmebereitstellung in der Industrie leisten? Welche technischen Herausforderungen gibt es?
- Einbindung von Wärmekraftkopplungsanlagen mit biogenen Energieträgern in das Gesamtenergiesystem;
- Fernwärmenetze: optimale Designkonfigurationen unter Einbindung weiterer Energieerzeugungssysteme;
- Biogasaufbereitung im kleinen Massstab für dezentrale Nutzungskonzepte;
- Biotreibstoffe als «Drop-in»-Treibstoffe, um die Auswirkungen auf den Raffinerieprozess und die Verteilinfrastruktur gering zu halten.

Neben der Einbettung von Bioenergieanlagen in das Gesamtenergiesystem sind weiterhin technische Neuerungen und Optimierungen von bestehenden Technologien zentral, um effizientere Umwandlungsverfahren für den Markt zur Verfügung zu stellen. Bei allen innovativen Ansätzen für die effiziente und ökologisch sinnvolle Umwandlung von Biomasse in Energie und die direkte oder indirekte Nutzung zur Reduktion klimaschädlicher Substanzen gilt es, die technische Machbarkeit und die Wirtschaftlichkeit nicht nur im Labor, sondern auch in Form von Pilot- oder Demonstrationsprojekten aufzuzeigen. Ferner gilt es, Markthemmnisse abzubauen, bzw. deren Gründe zu eruieren.

##### Biomasse in der Bioökonomie

- Verbindung von Stoffkreisläufen über verschiedene Branchen hinweg, um einen stofflichen und energetischen Mehrwert zu generieren und die Stoffkreisläufe zu schliessen;
- höhere Wertschöpfung von Bioenergieanlagen (neue Konzepte, Produkte);
- energetische und stoffliche Nutzung von Reststoffen, welche aus der industriellen Produktion und Weiterverarbeitung anfallen (Gärreste, Molke, CO<sub>2</sub> usw.);
- energetische Aspekte bei der Herstellung von biobasierten Plattformchemikalien (Effizienz, energetische Optimierungen, Einbindung, Ökobilanz usw.);
- Biomasse als Ressource für stoffliche und energetische Verwertung in der Industrie;
- höhere Wertschöpfung durch neue Einsatzfelder für Abfallprodukte, die bei der Bioenergiebereitstellung oder in anderen Wirtschaftszweigen anfallen (z.B. proteinreiche Fraktionen von Schlachtabfällen oder Lignin für Biokunststoffproduktion);
- Bioenergie und «Carbon Capture and Utilisation» (BioCCU): Welche Optionen sind in der Schweiz möglich? BioCCU als Wegbereiter für BioCCS.

## 3.2.2 Geoenergie

### Ausgangslage und Problemstellung

Unerschöpfliche inländische Ressourcen, geringe assoziierte Treibhausgasemissionen sowie eine zuverlässige Verfügbarkeit rund um die Uhr machen die Geothermie zu einer attraktiven Energiequelle. Dies gilt sowohl für die Strombereitstellung, als auch für die Wärme- und Kälteversorgung mittels direkter Nutzung der Geothermie, welche durch Wärmenetze verteilt wird, oder mittels indirekter Nutzung der Geothermie mit dem Einsatz von Wärmepumpen. Von Bedeutung ist auch die Nutzung geothermischer Reservoirs als Ener-

giespeicher. So soll die Geothermie in Zukunft eine immer wichtiger werdende Rolle im Wärmemarkt einnehmen. Technisch realisierbare Potenziale liegen gemäss Studien des PSI im TWh-Bereich. Die Forschungs Herausforderungen sind vielfältig, beispielsweise in den Bereichen der Charakterisierung und Erschliessung des Untergrundes, der Integration der Geothermie in regionale Energiesysteme, der langfristig nachhaltigen Nutzung des Untergrundes sowie der gesellschaftlichen Akzeptanz.

### Prioritäre Forschungsthemen 2021–2024

#### Stromerzeugung und Wärmekraftkopplung

- Neue Prospektionsmethoden, um die Erfolgswahrscheinlichkeit bei Erkundungsbohrungen zu erhöhen;
- Reduktion der Unsicherheiten bei Fündigkeit und Erschliessung von Reservoirs durch bessere Modellierungsverfahren;
- Entwicklung neuer Tiefbohr- und Erschliessungsverfahren zur Senkung technischer Gestehungskosten;
- Nutzung von CO<sub>2</sub> als Wärmetauschermedium in geothermalen Reservoirs für die Stromerzeugung;
- neue Methoden zur Beobachtung und Analyse der induzierten Seismizität und deren Risiko-Minderung;
- Sicherheitsforschung zu gemeinsamem Auftreten von Heisswasser und Kohlenwasserstoffen im Untergrund;
- nachhaltige Nutzungsstrategien des tiefen Untergrundes;
- detaillierte Studien zur Erkennung von und zum Umgang mit Gefahren, zum Risiko-Management und zur öffentlichen Akzeptanz der Geothermie.

#### Wärme- und Kälteproduktion durch direkte Nutzung

- Neue Prospektionsmethoden zur Erhöhung der Erfolgswahrscheinlichkeit bei Erkundungsbohrungen;

- Demonstration neuer Methoden zur Planung und Ausführung von Wärmespeichern;
- Entwicklung des Smart-Grid-Konzepts im Bezug auf thermale Netze mit Fokus auf variable Nachfrage und Angebot und die Möglichkeiten für Beiträge an die Sektorkopplung;
- Risikosteuerung (technische und operationelle Risiken im Hinblick auf chemische Ausfällungen, mögliche Umweltrisiken) und Langzeitverhalten der Wärmespeicher;
- Akzeptanzfragen hinsichtlich direkter Nutzung.

#### Wärme- und Kälteproduktion durch indirekte Nutzung

- Erarbeitung von praktischen Grundlagen (good practice), die eine Durchdringung von Geo-Strukturen und andere Nutzungskonzepte der oberflächennahen Geothermie fördern;
- Langzeitentwicklung des Untergrundes (speziell: Untergrundtemperatur in städtischen Gebieten);
- nachhaltige und optimierte Nutzungskonzepte des Untergrundes unter Berücksichtigung diverser Anspruchsgruppen und ihrer Interessen;
- Lebenszyklusanalyse<sup>12</sup> und Auswirkungen auf die Umwelt von stillgelegten Erdwärmesonden.

### 3.2.3 Photovoltaik

#### Ausgangslage und Problemstellung

Im Vergleich verschiedener Optionen zur Bereitstellung erneuerbarer Energie verfügt die Photovoltaik über sehr hohe Ausbaupotenziale bei tiefen Gestehungskosten. Sowohl global wie national wird dieser Technologie deshalb in der Energieversorgung eine tragende Rolle zugeschrieben. Schweizer Akteure in Forschung und Industrie sind in verschiedenen Teilbereichen der Photovoltaik international führend.

Die Herausforderungen im Bereich Photovoltaik liegen (1) in einer fortschreitenden Kostenreduktion über die gesamte Wertschöpfungskette, über weitere Effizienzsteigerung der einzelnen Komponenten und die industrielle Umsetzung neuer Produkte und Herstellungsverfahren, (2) aber auch in der Qualitätssicherung

und der Erhöhung der Zuverlässigkeit von Anlagen. Das ausschöpfbare Solarstrompotenzial auf Schweizer Gebäuden liegt bei jährlich 67 TWh (110 % des nationalen Stromverbrauchs). Neue Lösungen für eine optimale Integration von Photovoltaik in Gebäuden und im elektrischen Verteilnetz sind daher von zentraler Bedeutung. Weiter stellen Fragen der Nachhaltigkeit (Verminderung von Energie- und Materialeinsatz bei der Produktion oder der Rezyklierung) ein wichtiges Themenfeld dar.

Das Forschungsprogramm Photovoltaik koordiniert die Projektförderung zu Forschungsthemen, welche über die Gesamtheit dieser Themenfelder Lösungsansätze liefern.

#### Prioritäre Forschungsthemen 2021–2024

##### Zelltechnologien

- Weiterentwicklung kristalliner Siliziumsolarzellen: Heterojunction-Technologie, Advanced PERC (passivierende Kontakte, IBC<sup>13</sup>);
- CIGS-Dünnschichtsolarzellen (flexible Substrate);
- Tandemkonzepte für hocheffiziente Zellen;
- Fertigungsfragen (z.B. Zellverbindungen).

##### Modul- und Wechselrichtertechnologien

- Gebäudeintegrierte Photovoltaik (BIPV): Farbe, Form, Oberflächenstruktur, Bifazialität usw.;
- konzentrierende Module;
- Fertigungsfragen (z.B. Laminierung, Leichtbau);
- neue Wechselrichtertechnologien.

##### Qualitätssicherung und Performance

- Modulcharakterisierung und -testing;
- Langzeittests von Modulen und Anlagen;
- Wechselrichtertesting;
- Verschmutzungsfragen;
- Montagekonzepte.

##### Monitoring und Nachhaltigkeit

- Neue Ansätze für Vorhersage (z.B. «Big Data»-Analyse, künstliche neuronale Netzwerke);
- Lebenszyklusanalyse<sup>12</sup>.

##### Netzintegration und systemische Aspekte (Speicher)

- Dezentrale Speicher und Speicherbewirtschaftung;
- verbesserte Konzepte zur Netzintegration;
- Photovoltaik und Mobilität;
- saisonale Optimierung («Winterstrom»).

---

<sup>13</sup> IBC: Interdigitated back contact

## 3.2.4 Solare Hochtemperaturrenergie

### Ausgangslage und Problemstellung

Konzentrierende solarthermische Systeme wandeln direkte Sonnenstrahlung in Hochtemperaturwärme zur Erzeugung von Elektrizität oder zur Auslösung chemischer Reaktionen um. Dabei wird die Solarstrahlung mit Spiegeln auf einen im Brennpunkt bzw. in der Brennnlinie angebrachten Wärmeempfänger (Receiver) fokussiert, wo die Energie entweder auf einen Wärmeträger übertragen oder direkt genutzt wird. Die Stromgestehungskosten solarthermischer Kraftwerke (STE<sup>14</sup>) liegen oberhalb der Kosten für PV-Systeme. Allerdings bringt die Technologie Vorteile mit sich in Bezug auf die Integration ins Energiesystem dank thermischer Speicherung, die teilweise Bandlastproduktion ermöglicht.

Ein Schwerpunkt der vom BFE geförderten Aktivitäten bildet die solare Thermochemie (Prozesse zur Erzeugung von Wasserstoff und Synthesegas, «Solar fuels»). Dabei steht insbesondere die technische Umsetzung in

grössere Leistungsskalen im Vordergrund. Ein weiterer Schwerpunkt ist die Entwicklung innovativer Elemente zur solarthermischen Strom- und Prozesswärmeproduktion: Receiversysteme mit neuen thermischen Fluiden, neuartige Hochtemperaturspeicher, aktive Reinigungssysteme für Reflektoren, Kombination von konzentrierender Solarenergie und Prozesswärme.

Da in der Schweiz kein eigentliches Potenzial für den Einsatz dieser Technologie besteht (ausgenommen solare Prozesswärme), geht es um die Entwicklung innovativer Ansätze hin zu exportfähigen Technologien. Als weiterer Schwerpunkt wird der Einsatz von Anlagen zur Erzeugung von Prozesswärme in der Schweiz an Hand verschiedener Pilotanlagen mit wissenschaftlicher Begleitung detailliert untersucht. Dadurch sollen grundlegende Erkenntnisse sowohl über das technische als auch über das ökonomische Potenzial solcher Anlagen in der Schweiz erarbeitet werden.

### Prioritäre Forschungsthemen 2021–2024

#### Thermochemie und solare Treibstoffe

- Entwicklung neuer Reaktoren;
- Gas-absorbierende und volumetrische «Receiver»;
- Hybride Systeme;
- Hochtemperaturspeicherung;
- hoch konzentrierende PV für Treibstoffe.

#### Konzentrierende Solarenergie (CSP/STE)

- Entwicklung neuer «Receiver»;
- Hochtemperaturspeicherung;

- Verschmutzung («soiling»);
- solare Ressourcenbewertung und -prognose.

#### Solare Prozesswärme

- Langzeitmonitoring und Performance-Analyse existierender Anlagen in der Schweiz (Pilotanlagen);
- Hochtemperaturprozesswärme;
- neue Konzepte zur Systemintegration (Speicherung).

---

<sup>14</sup> STE = Solar Thermal Electricity

## 3.2.5 Solarthermie und Wärmespeicherung

### Ausgangslage und Problemstellung

In Haushalten wird durchschnittlich mehr als 75 % der Energie in Form von Wärme verwendet. Auch in der Industrie gibt es einen hohen Bedarf an Wärme, für die Raumheizung, für die Bereitstellung von Warmwasser oder für Prozesse. Das Forschungsprogramm Solarthermie und Wärmespeicherung zielt darauf ab, die Entwicklung zukunftsweisender Lösungen für eine

techno-ökonomisch effiziente Nutzung von Solarwärme zu fördern. Dies umfasst sowohl die Bereitstellung über solarthermische Komponenten, als auch die Speicherung der Wärme, die eine wichtige Rolle bei der Systementwicklung und -integration in erneuerbare Versorgungssysteme einnimmt. Das Forschungsprogramm fokussiert auf Technologien zur Beheizung und Kühlung von Gebäuden, Arealen und Quartieren.

### Prioritäre Forschungsthemen 2021–2024

#### Thermische Solarkollektoren

- Thermische sowie PV/T-Kollektoren<sup>15</sup> müssen, um auch künftig massgeblich zu den Zielen der Energiestrategie beizutragen, einfach installierbar, sicher und verlässlich betreibbar und technisch effizient sein.
- innovative Ansätze zur Verhinderung von Wärmestagnation müssen weiterentwickelt und demonstriert werden.
- mit steigenden Kollektorfeldgrößen (beispielsweise für Mehrfamilienhäuser und die Integration in Wärmenetze) sollen effektive und preiswerte Funktionskontrollen entwickelt werden, welche neue Möglichkeiten der Digitalisierung nutzen.

#### Wärmespeicherung

- Die exergetische Qualität von wasserbasierten Wärmespeichern (Schichtung der Speicher) soll maximiert, die Wärmetauscher von Eisspeichern sollen verbessert und technische Lösungen von thermischen Speichern mit hoher Speicherdichte demonstriert werden.
- für die weitere Verringerung von Wärmeverlusten und Kosten thermischer Speicher werden verschiedene Ansätze untersucht, beispielsweise die techno-ökonomische Verbesserung von Vakuumisolationen und anderer Speicherisolationen.
- die Integration von lokalen Wärmespeichern ins Energiesystem soll untersucht werden. Dabei liegt ein Schwerpunkt bei der Weiterentwicklung saisonaler Wärmespeicher.

- im Bereich der thermochemischen Speicher steht vor allem die techno-ökonomisch optimierte Systemeinbindung und Nutzung im Vordergrund.

#### Systeme

- Verbesserte Systemkonzepte sollen zur Kostenminderung der Solarenergie beitragen. Systeme sind so zu gestalten, dass sie gute Lösungsansätze zum Erreichen von Zielwerten verschiedener Gebäudestandards (MuKE, Minergie) bieten und planerisch gut und mit geringem Aufwand einbindbar sind.
- für die Forschung interessant sind insbesondere Drainback-Konzepte, optimierte Kombinationen von PV/T-Kollektoren und Wärmepumpen sowie die Einbindung der Solarthermie in (intelligente) Energie- oder Wärmenetze mit kurz- und langzeitiger Wärmespeicherung.
- smarte solare/solarthermische Systeme mit grösseren Kollektorfeldern sind zunehmend in Energiemanagementsysteme zu integrieren und mit Funktionsüberwachung, automatisierten Fehlermeldungen und neuen, wertsteigernden Features auszustatten wie z.B. Eigenverbrauchssteuerung bei PV/T-Systemen.

#### Planungswerkzeuge

- In diesem Bereich unterstützt das BFE die Untersuchung von Ansätzen, welche zu einer automatischen Optimierung führen, beispielsweise durch die Integration von Einstrahlungsvorhersagen und/oder lernenden Algorithmen

---

<sup>15</sup> PV/T: Photovoltaisch-thermisch

## 3.2.6 Stauanlagensicherheit

### Ausgangslage und Problemstellung

Das Ziel des Forschungsprogrammes Stauanlagensicherheit ist es, die technischen Grundlagen zur Gewährleistung der Sicherheit von Stauanlagen zu verbessern. Dabei steht die Standsicherheit der Absperrbauwerke (Staumauern, Staudämme oder Flusswehre) im Vordergrund. Das Forschungsprogramm befasst sich jedoch auch mit der Stabilität der Talflanken im Bereich des Stauraums und mit den sicherheitsrelevanten Nebenanlagen (wie Hochwasserentlastungen, Mittel- und Grundablässen).

### Prioritäre Forschungsthemen 2021–2024

#### Extreme Naturereignisse

Dieser Forschungsschwerpunkt soll es erlauben, verbesserte Abschätzungen der Einwirkungen durch Hochwasser und Erdbeben auf Stauanlagen treffen zu können. Zudem soll eine genauere Beurteilung des Verhaltens der Stauanlagen unter diesen Extremeinwirkungen ermöglicht werden. So werden beispielsweise

- Grundlagen geschaffen, um die neusten Erkenntnisse und Daten zur Abschätzung von Extremhochwasser in der Schweiz für die Sicherheitsnachweise von Stauanlagen zu berücksichtigen;
- Methoden entwickelt, um das Verhalten von Rutschhängen im Bereich des Stauraums unter Erdbebeneinwirkung abzuschätzen;
- Vorgehen erarbeitet, um das Verhalten von Oberflächendichtungen aus Asphaltbeton unter Erdbebeneinwirkung zu beurteilen.

#### Alterungsprozesse

Der Forschungsschwerpunkt soll zu einem verbesserten Verständnis von Alterungsprozessen (wie beispielsweise der Alkali-Aggregat-Reaktion) an Stauanlagen

Die Forschungsschwerpunkte des Programmes ergeben sich aus den Bedürfnissen des Bundesamts für Energie als Aufsichtsbehörde des Bundes über die Sicherheit der Stauanlagen in der Schweiz. Zurzeit werden drei Forschungsschwerpunkte verfolgt: Extreme Naturereignisse, Alterungsprozesse und Überwachungsmethoden.

führen. Verfahren zur Beurteilung der Auswirkungen der Alterungsprozesse als auch zur Beurteilung möglicher Gegenmassnahmen sollen weiterentwickelt werden. So werden beispielsweise

- die Voraussetzungen geschaffen, um umfassende Messreihen aufzuzeichnen, die Alterungsprozesse ausgewählter Staumauern beschreiben und als Datengrundlage zur Entwicklung von Modellen zur Vorhersage dieser Prozesse dienen können.

#### Überwachungsmethoden

Dieser Forschungsschwerpunkt dient dazu, neue Methoden zur verbesserten Überwachung von Stauanlagen zu entwickeln und anzuwenden. Zudem sollen analytische Methoden zur Interpretation der gemachten Beobachtungen verbessert werden. So werden beispielsweise

- Pilotanwendungen zur flächenhaften Verformungsmessung von Staumauern durchgeführt, um die Eignung und mögliche Anwendung solcher Messverfahren zur Überwachung von Stauanlagen zu bestimmen.



## 3.2.7 Wasserkraft

### Ausgangslage und Problemstellung

Die Erwartungen an die Wasserkraft sind einerseits ein erhöhter Beitrag zur Stromerzeugung in der Schweiz und andererseits eine Verbesserung der gewässerökologischen Situation hinsichtlich Restwasser, Fischwanderung und Geschiebedurchgängigkeit. Diese Aspekte widersprechen sich naturgemäss. Gleichzeitig muss die Wasserkraft an die veränderten hydrologischen Bedingungen und andere Auswirkungen des Klimawandels angepasst werden.

Die Umstrukturierung der Stromversorgung führt für die Wasserkraft, insbesondere für die Speicherkraftwerke, zu höheren Anforderungen an Flexibilität und Energiespeicherung, was wiederum der Forderung nach Verbesserung der Schwall-Sunk-Problematik widerspricht. Das Vorhandensein von technischen Lösungsansätzen allein führt jedoch nicht unbedingt zum Erfolg. Die extrem niedrigen Strompreise im europäischen Markt der vergangenen Jahre und die begrenzte Akzeptanz neuer Wasserkraftprojekte erschweren die Umsetzung vorhandener technologischer Konzepte. Die extrem langen Vorlaufzeiten bis zur Inbetrieb-

nahme neuer oder erweiterter Wasserkraftwerke machen es notwendig, dass mit der Umsetzung jetzt begonnen werden muss, um die Ziele der Energiestrategie erreichen zu können. Hierfür sind Rahmenbedingungen zu schaffen, um Investitionsentscheidungen anzustossen.

Generelles Ziel des Forschungsprogramms Wasserkraft ist die möglichst vollständige Ausnutzung des Wasserkraftpotenzials der Schweiz unter ganzheitlichen Gesichtspunkten. Alle Arten der Wasserkraftnutzung können gefördert werden. Der Vorzug liegt im Allgemeinen dort, wo die grösseren Potenziale zusätzlich erschlossen bzw. weiterhin genutzt werden können oder die wirtschaftlichen oder gewässerökologischen Bedingungen verbessert werden können.

Die nachfolgenden prioritären Forschungsthemen sind nicht eindeutig der Gross- oder Kleinwasserkraft zuzuordnen; bei vielen Fragestellungen ist die installierte Leistung von untergeordneter Bedeutung. Themen, die nicht explizit aufgeführt sind, können prinzipiell auch gefördert werden, sofern sie den generellen Zielen entsprechen.

### Prioritäre Forschungsthemen 2021–2024

- Anpassung an die Auswirkungen des Klimawandels (z.B. Gletscherrückgang, verstärkter Sedimenteintrag, Extremereignisse);
- Möglichkeiten zur Verschiebung der Produktion vom Sommer in den Winter und zur Steigerung der Winterproduktion;
- Massnahmen zur Steigerung der Flexibilität im Betrieb;
- Anpassung von Komponenten und Massnahmen (Betrieb, Überwachung) an stark flexible Betriebsweisen;
- Möglichkeiten der Bereitstellung von System- und Netzdienstleistungen;
- Identifikation bisher nicht genutzter Wasserkraftpotenziale;
- verbesserte Prognosemodelle zur Steigerung von Produktion und Wirtschaftlichkeit;
- Verbesserung des gewässerökologischen Zustands (z.B. Fischwanderung, Schwall-Sunk-Problematik, Sedimentmanagement, Restwasserregelungen);
- Entwicklung von Entscheidungshilfen für die Neukonzessionierung und die Erweiterung bestehender Anlagen;
- verbesserte Vermarktungsstrategien (z.B. durch Integration in Eigenverbrauchsgemeinschaften oder in Kombination mit Elektromobilität);
- kostengünstige Standardtechnologien.

## 3.2.8 Wasserstoff

### Ausgangslage und Problemstellung

Der Einsatz von Wasserstoff (H<sub>2</sub>) im Energiesystem ermöglicht eine Flexibilisierung dadurch, dass erneuerbare Energie (Elektrizität) in andere Sektoren eingekoppelt werden kann («Sektorkopplung» und «Power-to-Gas»). Dies ist besonders dort interessant, wo eine direkte Nutzung von Elektrizität nicht möglich ist, zum Beispiel im Bereich des elektrisch angetriebenen Schwerverkehrs. Die gute Langzeitspeicherfähigkeit von Wasserstoff ist insbesondere für einen saisonalen Ausgleich bei sehr hohen Anteilen an erneuerbarer Energie von Bedeutung, teilweise auch im Zusammenhang mit Netzdienstleistungen. Auch der Einsatz von erneuerbarem H<sub>2</sub> als chemischer Rohstoff in der Industrie kann einen hohen Beitrag zur Reduktion der Treibhausgasemissionen in diesem Sektor leisten. Der industrielle H<sub>2</sub>-Verbrauch in der Schweiz liegt bei 13 kT pro Jahr, wovon mehr als 90 % aus fossilen Quellen stammt.

### Prioritäre Forschungsthemen 2021–2024

#### Produktion von solarem Wasserstoff

- Photo-Katalyse;
- solarthermischer Wasserstoff/Syngas-Produktion.

#### Elektrolyse

- Transportverluste in PEM electrolysis cells;
- Degradation and durability in PEM electrolysis cells;
- Analyse und Charakterisierung;
- Solid Oxide Electrolysis Cells (SOEC).

Nachteilig gegenüber einer direkten Verwendung von erneuerbarer Elektrizität sind grösseren Umwandlungsverluste bei der Erzeugung und beim Einsatz von Wasserstoff. Vorangetrieben wird die energetische Nutzung von Wasserstoff insbesondere durch den Einsatz in der Mobilität (Brennstoffzellenfahrzeuge). Für den Betrieb von Brennstoffzellenfahrzeugen ist allerdings eine H<sub>2</sub>-Infrastruktur notwendig, welche bei einer geringen Anzahl von Fahrzeugen relativ kostenintensiv ist («Henne-Ei-Problem»). Allerdings können diese Kosten durch Skaleneffekte stark reduziert werden.

Schwerpunkte der vom BFE mitgeförderten Aktivitäten liegen in der materialorientierten Grundlagenforschung, in der Systementwicklung sowie in der Demonstration und Erprobung in Pilotprojekten.

#### Bio-Wasserstoff

#### Wasserstoffspeicherung

#### Systemaspekte

- Wasserstoff-Betankung und Wasserstoff-Sicherheit;
- Distribution von Wasserstoff;
- Power-to-Gas.

## 3.2.9 Windenergie

### Ausgangslage und Problemstellung

Der Grossteil der Windenergie basiert auf einer relativ ausgereiften Technologie grosser Horizontalachsenturbinen. Das langfristige Ausbauziel der Windenergie liegt gemäss Energiestrategie 2050 bei 4 TWh. Hierbei wurden bereits Schutzgebiete berücksichtigt. Um diesen Ausbau zu ermöglichen und die Wirtschaftlichkeit der Windenergieprojekte zu verbessern, müssen vertiefte Erkenntnisse zum Abbau spezifischer Hemmnisse erarbeitet werden. Durch die besondere naturräumliche Lage der Schweiz sind internationale Erkenntnisse nicht immer übertragbar. Der Fokus der Förderung durch das Forschungsprogramm Windenergie liegt auf überwiegend technischer Forschung, die Schweizer Wissenslücken schliesst. Begleitforschung im Schnittbereich zwischen Windkraft und anderen Disziplinen wie Vogelkunde oder Lärmforschung sollen nur in Kooperation mit anderen Bundesämtern und auch mit deren finanzieller Unterstützung angegangen werden.

Die Windenergie ist eine ausgereifte Technologie, aber es bestehen weiter relevante Forschungsfragen, da sie an der Schnittstelle mehrerer Wissenschaften (z.B. Aerodynamik, Werkstoffe, Akustik, Digitalisierung) steht. Nach Schätzungen des National Renewable Energy Laboratory (NREL) könnte die Windenergieforschung bis

2030 zu einer Senkung der Windenergiekosten um 50 % beitragen.

Die Optimierung des Ertrags pro Anlage und das Parklayout sind in der Schweiz speziell wichtig, um die Wirtschaftlichkeit weiter zu verbessern, und um die beschränkte Anzahl der geeigneten Standorte optimal zu nutzen. Die überwiegende Mehrzahl der geeigneten Standorte in der Schweiz befindet sich im (Mittel-)Gebirge, was durch die erhöhte Turbulenzintensität und das raue Klima einige technologische Herausforderungen verursacht. Durch innovative Optimierungen sollen zusätzliche Standorte in Betracht gezogen oder bestehende Standorte besser genutzt werden können.

Grundsätzlich konzentriert sich das Forschungsprogramm darauf, die Nutzung der bestehenden Technologie mit Windenergieanlagen im Megawattbereich für die Schweiz weiter zu entwickeln. Neue Anlagekonzepte sind aufgrund des weltweit beschränkten Marktvolumens und der Tatsache, dass die Siedlungsräume in der Schweiz generell über ungenügende Windverhältnisse verfügen, von untergeordneter Bedeutung. Forschung zu Kleinwindanlagen wird aufgrund des beschränkten Budgets ausgeschlossen.

### Prioritäre Forschungsthemen 2021–2024

#### Windparkoptimierung

- Entwicklung datenbasierter Techniken für die Planung, das Layout und den Betrieb von Windparks;
- Entwicklung und Validierung von Kontrollstrategien zur Optimierung der Gesamtleistung des Betriebs (z.B. neue Prognosen wie Mikrometeorologie).

#### Alternativen Windenergietechnologien über 1 MW

##### Turbinenoptimierung

- Komponentenoptimierung; insbesondere für den Einsatz von Windenergie in komplexem Gelände;
- Komponentenentwicklung und -validierung für kaltes Klima und genaue Vereisungsprognosen;
- Lärminderungsstrategien.

## 3.3 Forschung im Bereich der Geistes- und Sozialwissenschaften

### 3.3.1 Energie–Wirtschaft–Gesellschaft

#### Ausgangslage und Problemstellung

Das Forschungsprogramm Energie–Wirtschaft–Gesellschaft (EWG) befasst sich mit anwendungsorientierter, energiepolitischer Forschung, also mit ökonomischen, soziologischen, psychologischen sowie politologischen Fragestellungen über die ganze Wertschöpfungskette der Energie hinweg. Ziel des Forschungsprogramms ist die Erarbeitung von wissenschaftlichen Grundlagen für die verschiedenen anstehenden energiepolitischen Entscheide.

Die Energiestrategie 2050 des Bundesrates sieht den schrittweisen Ausstieg aus der Kernenergie bei gleichzeitiger Einhaltung der Klimaziele sowie dem Erhalt der hohen Versorgungssicherheit in der Schweiz vor. Dies bedingt eine Erhöhung der Energieeffizienz sowie einen Ausbau der Energieproduktion aus erneuerbaren Quellen.

Forschung im EWG-Bereich soll ein besseres Verständnis des Verhaltens der Akteure und des Funktionierens

der Märkte ermöglichen. So sollen die relativen Potenziale und Kosten verschiedener Massnahmen aufgezeigt und ihre Ausgestaltung optimiert werden. Ausserdem sollen eine globale Sicht auf den Umbau des Energiesystems sowie ein besseres Verständnis der Querverbindungen und Wechselwirkungen verschiedener Massnahmen und Verhaltensweisen angestrebt werden.

Im Rahmen des Forschungsprogramms sollen Instrumente identifiziert und entwickelt sowie Rahmenbedingungen erarbeitet werden, die es erlauben, die Transformation des Energiesystems zu möglichst geringen volkswirtschaftlichen Kosten zu erreichen. Insbesondere ist für das BFE Forschung in den Bereichen «Unternehmen und Haushalte», «Märkte, Regulierung und Politikmassnahmen» sowie «Modellierung und systemumfassende Analysen» von Interesse.

#### Prioritäre Forschungsthemen 2021–2024

##### Unternehmen und Haushalte

- Analyse des energierelevanten Konsum- und Investitionsverhaltens von verschiedenen Akteuren, basierend auf psychologischen, soziologischen und ökonomischen Methoden. Formulierung von Handlungsempfehlungen.

##### Märkte, Regulierung und Politikmassnahmen

- Ausgestaltung und Regulierung von Energiemärkten sowie Ausgestaltung von Politikmassnahmen für ein erneuerbares, sicheres und effizientes Energiesystem;
- Schaffung von Rahmenbedingungen zur Integration von erneuerbarer Energie ins Energiesystem; Ausgestaltung und Regulierung von Energiemärkten in dezentralen Energiesystemen;
- Analyse der Interaktionen von energiepolitischen Massnahmen mit Politikmassnahmen in anderen

Bereichen sowie Analyse des Einflusses internationaler energie- und klimapolitischer Massnahmen; Position der Schweiz in internationalen Energiemärkten.

##### Modellierung und systemumfassende Analysen

- Aufbau und Verbesserung von Modellen und Szenarien, die mögliche zukünftige Entwicklungen des Energiesystems – und die wichtigsten Treiber dieser Entwicklungen – aufzeigen;
- Verbessertes Verständnis der politischen, ökonomischen und sozialen Rahmenbedingungen von Szenarien sowie Analyse der volkswirtschaftlichen Auswirkungen und des Zusammenspiels verschiedener politischer Massnahmen;
- Einflussfaktoren der gesellschaftlichen Transition; Interaktionen zwischen technologischem, gesellschaftlichen, politischen und individuellem Wandel.

## 3.3.2 Radioaktive Abfälle

### Grundsätze zum Forschungsprogramm

Die Arbeitsgruppe des Bundes für die nukleare Entsorgung (Agneb) gibt das Forschungsprogramm Radioaktive Abfälle in Auftrag. Dieses beschreibt mögliche unabhängige Forschungsprojekte und Studien zu interdisziplinären bzw. ämterübergreifenden Entsorgungsfragen auf Bundesebene, die nicht an anderen Orten behandelt werden, bzw. für die kein anderes Gefäss besteht (Auffangbecken für Forschungsfragen). Die Agneb kann damit beispielsweise Vorschläge für Studien anstossen, auf Lücken hinweisen und aus den Resultaten lernen. Die Finanzierung der Projekte erfolgt durch die Ämter, welche sich an der interdisziplinären Forschung beteiligen. Die Verantwortung für die Durchführung eines Forschungsprojekts trägt die von der Agneb festgelegte Projektleitung. Für die Qualitätssicherung und die Kommunikation ist die Agneb zuständig.

### Prioritäre Forschungsthemen 2021–2024

#### Wissenserhalt und Markierung geologischer Tiefenlager

- Im Rahmen der Nuclear Energy Agency (NEA) beteiligte sich das BFE bisher an der Initiative «Preservation of Records, Knowledge and Memory across generations». Die Arbeiten sollen ab 2020 in der neuen «Working Party on Information, Data and Knowledge Management» weiterverfolgt werden.

#### Organisation des Forschungsprogramms

Die Agneb wird durch ein Forschungssekretariat unterstützt, welches administrativ beim BFE angesiedelt ist. Die Agneb führt jährlich eine Forschungsklausur durch und lädt dazu die Kommission für nukleare Sicherheit (KNS) ein. Für die Umsetzung der Forschungsprojekte wird ein Projekt-Team aus Agneb-Mitgliedern eingesetzt. Die Forschungsprojekte im Rahmen des Forschungsprogramms sollen wissenschaftlich fundiert und gleichzeitig anwendungsorientiert bearbeitet werden. Nach Abschluss jedes Forschungsprojekts wird evaluiert, ob ein Folgeprojekt auf diesem Themengebiet Sinn macht und notwendig ist.

#### Sachplanverfahren geologische Tiefenlager

- Im Schweizer Auswahlverfahren für Lagerstandorte für radioaktive Abfälle stehen in den nächsten Jahren wichtige Schritte an. Voraussichtlich im Jahr 2022 gibt die Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle (Nagra) bekannt, für welche Standorte sie Rahmenbewilligungsgesuche ausarbeiten wird. Die Nagra plant, im Jahr 2024 die entsprechenden Rahmenbewilligungsgesuche einzureichen. Offene Forschungsfragen im geistes- und sozialwissenschaftlichen Bereich werden im Rahmen des Forschungsprogramms geklärt.

## 3.4 Pilot- und Demonstrationsprojekte

### Ausgangslage

Die Erprobung von Innovationen oder neuer Geschäftsmodelle unter realen Bedingungen durch Pilot- und Demonstrationsprojekte (P+D), aber auch Feldstudien sind unerlässlich, um sie erfolgreich vom Labor auf den Markt zu bringen und Informationen über ihre Machbarkeit, die technische Funktionalität, die Anwendbarkeit oder die Wirtschaftlichkeit zu erhalten. Besonders

bei langen und kostspieligen technischen Entwicklungen im Energiesektor erfolgen private Investitionen in dieser entscheidenden Phase nur beschränkt, da sie sich an strengen Leistungskriterien orientieren. Dies bringt die Entwicklung vieler Technologien ins Stocken. Das P+D-Programm schliesst diese Lücke durch seine subsidiäre Unterstützung und kann so Investitionsentscheidungen der Privatwirtschaft erleichtern.

### Zielpublikum und Vergabeprozess

Das Programm ist in erster Linie auf KMUs ausgerichtet, welche in der Schweiz die Energietechnologien von morgen entwickeln: 68 % der zwischen 2013 und 2017 unterstützten Antragsteller waren KMUs. Die unterstützten Projekte sind nicht auf ein bestimmtes Thema beschränkt, sondern decken das gesamte Spektrum der Energietechnologien ab, indem sie die Nutzung erneuerbarer Energie fördern, die Energieeffizienz steigern, Speichertechnologien entwickeln und die nationalen Stromnetze optimieren. P+D-Projekte zeichnen sich durch einen substantiellen Innovationsgehalt und ein hohes Energie- und Marktpotenzial aus. In den letzten Jahren wurden vermehrt Projekte unterstützt in Bereichen wie etwa Microgrids, Herstellung von Biotreibstoffen, Gebäude sowie Maschinen und Elektrofahrzeuge. In diesen Themenbereichen muss der Innovationsgehalt zukünftig stärker betrachtet werden

und die Projekte müssen fundamentale Neu- oder Weiterentwicklungen mit hohem Anwendungspotenzial aufweisen.

Grundsätzlich können bereits auf dem Markt erhältliche Lösungen oder Systemkomponenten nicht unterstützt werden. Die komplette und detaillierte Kriterienliste sowie Informationen zur Einreichung und Evaluation von Gesuchen sind in der Vollzugsweisung<sup>16</sup> des P+D-Programmes zu finden. Gesuche um finanzielle Unterstützung für Projekte im Rahmen des P+D-Programms können jederzeit gestellt werden. Es wird empfohlen, eine Projektskizze vor der Antragstellung der Programmleitung vorzulegen. Nach Einreichung des vollständigen Gesuchs wird spätestens nach drei Monaten über die Bewilligung und die Höhe des Beitrags entschieden.

---

<sup>16</sup> [www.bfe.admin.ch/pilotdemonstration](http://www.bfe.admin.ch/pilotdemonstration)



## 3.5 Förderprogramm SWEET

Als für die Energiestrategie 2050 zuständiges Fachamt kann das BFE die im Rahmen von SWEET auszuschreibenden Themen optimal auf die Zielsetzungen der Energiestrategie ausrichten und die Koordination mit den übrigen Förderinstitutionen der öffentlichen Hand sicherstellen.

Im Wesentlichen richtet sich SWEET nach den bestehenden Regeln der Ressortforschung<sup>3</sup>. Während die Forschungsprogramme des BFE auf die Unterstützung von Einzelprojekten in der gesamten Breite von Energieeffizienz und erneuerbarer Energie ausgelegt sind, fördert SWEET ausschliesslich Konsortialprojekte in kompetitiven Ausschreibungen und zu ausgesuchten Forschungsthemen.

SWEET deckt den Förderbereich von orientierter Grundlagenforschung bis hin zu marktnaher Forschung ab. Der Fokus liegt bei anwendungsorientierter Forschung und Umsetzung. Die Ausschreibungen können in den folgenden Bereichen erfolgen:

- Energieeffizienz;
- erneuerbare Energie;
- Speicherung;
- Netze;
- nicht-technische Forschung (z.B. sozioökonomische oder soziopsychologische Forschung);
- Sicherheit und Sicherung von Kernanlagen und Energieinfrastrukturen.

SWEET ist auf 12 Jahre ausgelegt. Für die einzelnen Konsortialprojekte wird ein Zeitrahmen von sechs bis acht Jahren angestrebt.

Präferiert werden Kooperationen unterschiedlicher Hochschultypen und zwischen Akademie, Forschungseinrichtungen, Privatwirtschaft, öffentlicher Hand und bundesnahen Betrieben (SBB, Post usw.). Damit sollen

inter- und transdisziplinäre Konsortien gefördert werden. Ein spezielles Augenmerk wird auf die geistes- und sozialwissenschaftliche Energieforschung gelegt.

Die Privatwirtschaft soll sich angemessen an den Forschungsprojekten beteiligen. In vorwettbewerblichen Forschungsarbeiten ist auch die Finanzierung Privater möglich, sofern ihr Know-how für den Projekterfolg wesentlich ist. Forschende an ausländischen Forschungsinstituten können in Ausnahmefällen ebenfalls finanziert werden, sofern ihre Kompetenzen für die Konsortialprojekte wesentlich sind.

Bei tieferen TRS und bei der nicht-technischen Forschung finden sich selten private Investoren. In der Regel sind diese Projekte – teilweise auch vollständig – auf die Förderung durch die öffentliche Hand angewiesen. SWEET kann daher Forschungsprojekte bis zu 100 % finanzieren.

Eine kohärente Einbindung zu den bestehenden Instrumenten des BFE (Energieforschung, Pilot- und Demonstrationsprogramm, EnergieSchweiz) ist sichergestellt. Insbesondere wird das Programm für Pilot- und Demonstrationsprojekte des BFE eng mit SWEET koordiniert.

Ein wesentliches Kriterium bei der Wahl der Konsortialprojekte ist der Wissens- und Technologietransfer (WTT, Kapitel 6.3). Deshalb werden vorrangig Vorhaben mit hoher Praxisrelevanz gefördert. Eingaben mit Beteiligung von Wirtschaftspartnern aus Industrie und KMU, der öffentlichen Hand (Gemeinde, Städte) und bundesnahen Betrieben geniessen daher hohe Priorität.

Als Besonderheit stellt SWEET ein kleines Budget für kompetitive Projektideen zur Verfügung, mit welchen die Entwicklung disruptiver Technologien gefördert werden soll.

## 4 Finanzierung

### 4.1 Aufwendungen der öffentlichen Hand

Das BFE steuerte 2018 einen Anteil von rund 9 % an die Ausgaben der öffentlichen Hand im Bereich der Energieforschung und der marktnahen Technologieentwicklung bei. Abbildung 4 zeigt die Entwicklung der Aufwendungen der öffentlichen Hand für die Energieforschung für die Jahre 1990 bis 2018. Der Anteil des BFE an der Förderung sank von 23,4 % (2000) auf 9 % im Jahr 2018.

In der Folge von Fukushima (2011) ist ein kontinuierlicher Anstieg der Aufwendungen für die Energieforschung durch die öffentliche Hand von 257 (2013) auf 404 (2018) Millionen Franken pro Jahr festzustellen. Wesentliche Faktoren waren die nachfolgend aufgeführten, von Bundesrat und Parlament im Anschluss an Fukushima beschlossenen Massnahmen. Die Angaben in Klammern geben das zwischen 2013 und 2020 bewilligte Budget in Millionen Franken an und entsprechend nicht den effektiv ausbezahlten Beträgen.

- Durchführung der beiden NFP «Energiewende» und Beeinflussung des Energieverbrauchs» (45);
  - Beiträge an Forschungsinfrastruktur (40) bzw. personellen Kapazitätsaufbau (20) für den ETH-Bereich;
  - Plafondserhöhung des Pilot- und Demonstrationsprogramms des BFE (160);
  - neues Leuchtturmprogramm beim BFE (80);
  - Förderprofessuren beim SNF (24);
  - Kompetitive Fördermittel für Forschungsprojekte bei Innosuisse (65);
  - personeller Kapazitätsaufbau bei acht SCCER (192).
- Gesamthaft wurden somit zwischen 2013 und 2020 626 Millionen Franken budgetiert.

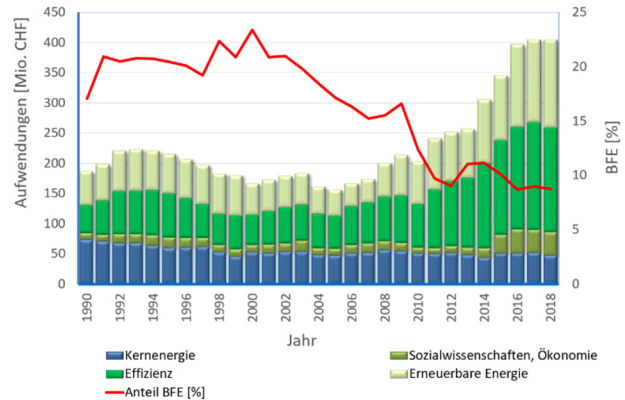


Abbildung 4 Entwicklung der Förderung der Energieforschung durch die öffentliche Hand.  
(Quelle: BFE, ohne Teuerungskorrektur)

In Abbildung 5 ist die Entwicklung der Fördermittel des BFE für Forschung und Entwicklung und für Pilot und Demonstrationsprojekte dargestellt.

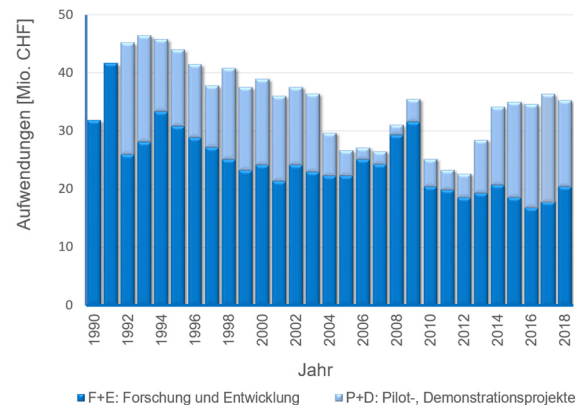


Abbildung 5 Entwicklung der Förderung der Energieforschung durch das BFE  
(Quelle: BFE, ohne Teuerungskorrektur)

## 4.2 Geplante Mittel für 2021–2024

Bei der Budgetplanung für die Jahre 2021–2024 geht das BFE gegenüber 2020 davon aus, dass die Fördermittel des BFE für den Bereich Forschung und Entwicklung nicht abnehmen werden.

Tabelle 1 zeigt die für die Periode 2021–2024 vorgesehenen Budgets für Forschungs-, Pilot- und Demonstrationsprojekte des BFE, sowie für das Förderprogramm SWEET.

Die Angaben sind Annahmen und keine eingestellten Finanzmittel. Die Budgets der einzelnen Jahre müssen jeweils von den Räten bewilligt werden.

Die Budgetzuteilung auf die einzelnen Forschungsprogramme des BFE wird über den gesamten Zeitraum 2021–2024 möglichst konstant gehalten.

Die Aufwendungen für Forschungsprojekte im Bereich der ERA-Net (EU) und der bilateralen Vereinbarungen (DACH, IPGT) werden von den daran beteiligten Forschungsprogrammen gedeckt. Das Pilot- und Demonstrationsprogramm des BFE und EnergieSchweiz beteiligen sich fallweise an den Projekten im Rahmen der ERA-Net-Ausschreibungen.

	2021	2022	2023	2024
Pilot- und Demonstrationsprojekte	28 000 000	28 000 000	28 000 000	28 000 000
Forschungsprojekte				
<i>Energieeffizienz</i>	8 038 000	8 188 600	8 255 000	8 255 000
<i>Erneuerbare Energie</i>	6 600 000	6 650 000	6 700 000	6 700 000
<i>Geistes- und sozialwissenschaftliche Fragestellungen</i>	1 500 000	1 500 000	1 500 000	1 500 000
Total Forschung	16 138 000	16 338 600	16 455 000	16 455 000
Förderprogramm SWEET	10 000 000	10 000 000	14 000 000	14 000 000
Koordination				
Forschungsprojekte <sup>1</sup>	2 208 000	2 208 000	2 208 000	2 208 000
SWEET	1 000 000	1 000 000	1 000 000	1 000 000
<b>Total</b>	<b>57 346 000</b>	<b>57 546 600</b>	<b>61 663 000</b>	<b>61 663 000</b>

Tabelle 1 Vom BFE eingeplante Budgets für die Periode 2021–2024  
Basis bildet der Finanzplan 2021–2024. Das Budget muss jeweils von den Räten bewilligt werden.

<sup>1</sup> Inklusiv Aufwand für die Beteiligung an den Forschungsprogrammen der IEA: u.a. Aufträge für Leitungsaufgaben wie Operating Agents, Chairs oder Vice Chairs usw.

## 5 Akteure und Schnittstellen

---

Eine der zentralen Aufgaben des BFE ist die Vernetzung der nationalen Akteure innerhalb der Schweiz und mit der internationalen Forschungsgemeinschaft. Zu diesem Zweck hat das BFE in den letzten Jahrzehnten ein weites Beziehungsnetz aufgebaut, das sowohl den gesamten Hochschulbereich, als auch die privaten Forschungsinstitutionen umfasst. Sämtliche vom BFE geförderten Forschungsprojekte werden von den Leitungen der Forschungsprogramme des BFE begleitet,

wodurch ein intensiver Wissensaustausch mit den wichtigsten Akteuren der Schweizer Forschungsgemeinschaft sichergestellt werden kann.

Das BFE vertritt die Schweiz in allen für die Energieforschung relevanten Gremien der Internationalen Energieagentur (IEA).

### 5.1 Nationale Akteure und Schnittstellen

Bei den privaten Organisationen decken die Kontakte sowohl grosse Firmen mit ausgeprägten eigenen Forschungsaktivitäten wie beispielsweise ABB oder IBM ab, als auch eine Vielzahl innovativer KMU wie Indeotec oder Awtec bis hin zu Start-ups und Ingenieurbüros. Daneben bestehen Kooperationen mit Partnern,

welche ein grosses Multiplikationspotenzial aufweisen, wie etwa Post, SBB oder Elektrizitätsversorgungsunternehmen wie Axpo, BKW und diverse Stadtwerke. Geografisch sind die Forschungsprogramme des BFE in der gesamten Schweiz verankert.

#### 5.1.1 Schnittstellen zu den Hochschulen

Über seine Forschungsprogramme ist die Energieforschung des BFE eng mit allen Forschungsinstituten an Schweizer Hochschulen, welche sich mit Energieforschung beschäftigen, vernetzt. Durch die regelmässigen

Projektsitzungen stehen die Programmverantwortlichen des BFE nicht nur mit den projektleitenden Forschenden, sondern auch mit den Projektpartnern aus Wissenschaft und Industrie in engem Kontakt.

#### 5.1.2 Schnittstellen zu Bundesämtern

Viele Forschungsthemen haben Schnittstellen zu verschiedenen Bundesämtern. Dies trifft in besonderem Masse für die Energieforschung zu. Typische Beispiele dazu sind

- Klimaproblematik: CO<sub>2</sub>-Ausstoss von verbrennungsbasierten Prozessen beim Verkehr, bei Gebäuden und in der Industrie;
- Gesundheit: Feinstaub bei Holzfeuerungen;
- Raumplanung: Energiesysteme in Arealen und Quartieren; Planung von Geoenergie- oder Windenergieanlagen.

Um Synergien bei ähnlich ausgerichteten Forschungsvorhaben zu nutzen, haben verschiedene Bundesstellen – basierend auf der Bundesstrategie «Nachhaltige Entwicklung» – ressortübergreifende Forschungsthemen identifiziert, bei denen geprüft werden soll, inwieweit gemeinsame Ausschreibungen durchgeführt werden können.

Dabei wurden fünf zentrale Themenbereichen identifiziert, welche für mehrere Bundesstellen von hohem Interesse sind, und bei welchen ein Forschungsbedarf seitens Bund besteht:

- Nachhaltiges Verhalten;
- Sharing Society;
- Datensicherheit;
- Smarte Regionen;
- Gesundheit und Umwelt.

In der Periode 2021–2024 sollen im Rahmen eines Pilotprojekts Forschungsfragen zum Forschungsthema «Sharing Society» koordiniert ausgeschrieben werden. Insbesondere interessieren Fragestellungen zu Politikgestaltung, Chancen und Risiken, Rebound-Effekte,

Datenhandhabung, Verhaltensänderung, Auswirkungen auf den Ressourcenverbrauch, Nachhaltigkeit und Geschäftsmodelle.

Basierend auf den Erfahrungen mit diesem Piloten sollen die weiteren vier ressortübergreifenden Forschungsthemen in der Periode 2021–2024 gestaffelt durch die Bundesstellen, welche einen expliziten Forschungsbedarf für ihre Aufgabenerfüllung ausweisen, bearbeitet werden.

## 5.2 Internationale Zusammenarbeit

### Internationale Energieagentur (IEA)

Für die Energieforschung des BFE ist die IEA von zentraler Bedeutung. Das BFE ist bei der IEA in allen für die Energieforschung relevanten Führungsgremien vertreten.

Die eigentlichen Forschungsprojekte werden in den Technology Collaboration Programmes (TCP) der IEA

ausgeführt. Das BFE nimmt an den meisten nicht nuklearen TCP teil. Eine aktuelle Liste der Beteiligten und die entsprechenden Kontaktpersonen können auf der Website der Energieforschung des BFE eingesehen werden<sup>2</sup>.

### Europäische Kommission und multilaterale Kooperationen

Die Schweiz ist am Forschungsrahmenprogramm Horizon Europe von der Europäischen Kommission nicht voll-assoziiert. Eine Teilnahme von Schweizer Forschenden ist daher bei der eigentlichen Projektförderung nur noch als Drittland möglich<sup>17</sup>. Die Beteiligung bei den ERA-Net ist allerdings weiterhin möglich.

#### European Research Area Networks (ERA-Net)

Ziel der ERA-Net ist es, die nationalen und regionalen Forschungsprogramme zu koordinieren und den europäischen Forschungsraum sowie bestimmte europäische Industriezweige zu stärken. Die einzelnen ERA-Net lancieren gemeinsame Ausschreibungen der beteiligten Länder.

Das BFE beteiligt sich an für die Energieforschung relevanten Ausschreibungen und stellt die für die Beteiligung von Schweizer Forschenden nötigen Finanzmittel zur Verfügung.

#### CORNET

CORNET<sup>18</sup> steht für Collective Research Networking, also die Vernetzung von nationalen und regionalen Programmen der Gemeinschaftsforschung. Zurzeit sind Ministerien und Förderorganisationen aus 13 Ländern und Regionen beteiligt. CORNET organisiert zwei Ausschreibungen pro Jahr, in denen Projektkonsortien bestehend aus Unternehmensverbänden und Forschungseinrichtungen aus mindestens zwei beteiligten Ländern bzw. Regionen Anträge für gemeinsame Projekte stellen können. Die Mittelvergabe folgt den existierenden nationalen/regionalen Regularien. Das BFE unterstützt CORNET Partner aus der Schweiz im Rahmen seines Förderauftrags.

<sup>17</sup> Schweizer Forschende können sich weiterhin an den Ausschreibungen beteiligen, wobei die Schweiz nicht an die verlangte

Mindestzahl von drei Ländern angerechnet werden kann. Die Finanzierung müssen die Forschenden selber sicherstellen.

<sup>18</sup> [www.cornet.online](http://www.cornet.online)

## DACH-Kooperationen

DACH steht für Deutschland–Österreich–Schweiz und umfasst im Bereich der Energieforschung zwei «Memoranda of Understanding» (MoU) zu den Themenbereichen «Smart grids» und «Smart cities and communities».

Der Gegenstand der Zusammenarbeit umfasst den Informations- und Wissensaustausch und die Abstimmung der förderpolitischen Massnahmen. Dabei sollen konkrete gemeinsame Projekte initiiert, finanziert und durchgeführt werden. Die Beteiligung der Schweiz an den DACH-Kooperationen wird durch das BFE sichergestellt.

## International Partnership for Geothermal Technology

Die Schweiz ist seit 2010 Mitglied der International Partnership for Geothermal Technology (IPGT)<sup>19</sup>, einem Forum von Regierungs- und Industrievertretern aus den USA, Island, Australien, Neuseeland und der Schweiz. Wichtige Fragestellungen betreffen beispielsweise die Stimulierungen des geothermischen Systems. Neben der Förderung gemeinsamer Forschungs-, Entwicklungs- und Demonstrationsprojekte soll die IPGT unter anderem Empfehlung für multilaterale Zusammenarbeiten in bestimmten Bereichen der geothermischen Technologieentwicklung ausarbeiten. Die IPGT kann dabei einen wesentlichen Beitrag zur intensiveren Zusammenarbeit zwischen schweizerischen und ausländischen Forschenden leisten und so einen Know-how-Transfer aus gross angelegten Forschungsprojekten initiieren.

---

<sup>19</sup> <http://internationalgeothermal.org>



## 6 Wissenschaftliche Begleitkommissionen und Qualitätssicherung

---

Das BFE deckt praktisch das gesamte Spektrum der Energieforschung ab. Dabei beschränkt es sich nicht auf die Vergabe von Fördermitteln, sondern begleitet die einzelnen Forschungsprojekte eng und vertritt die

Forschungsprogramme aktiv in nationalen und internationalen Gremien. Die dazu nötigen Fachkenntnisse sind entweder innerhalb des BFE vorhanden oder werden durch externe Personen (externe mandatierte Programmleitungen) sichergestellt.

### 6.1 Begleitkommissionen

Dem BFE steht mit der ausserparlamentarischen Eidgenössischen Energieforschungskommission CORE ein beratendes Gremium für strategische Fragen zur Seite. Unter anderem überarbeitet die CORE alle vier Jahre das *Konzept der Energieforschung des Bundes*, welches als Planungsinstrument für sämtliche Förderinstanzen des Bundes dient. Daneben soll es den kantonalen und kommunalen Stellen, die mit der Umsetzung von energiepolitischen Vorgaben betraut sind oder über eigene Förderinstrumente für die Energieforschung verfügen, als Orientierungshilfe dienen.

Die Mitglieder der CORE werden vom Bundesrat gewählt und vertreten die wichtigsten Akteure der

Schweizer Energieforschung, wie etwa Industrie, KMU, Energiewirtschaft, ETH-Bereich, Fachhochschulen, Universitäten und Kantone. Neben dem BFE haben das BAFU, das SBFI und Innosuisse als Beobachter Einsitz. Die vollständige und nachgeführte Liste der Mitglieder der CORE kann auf der Website der Energieforschung des BFE eingesehen werden<sup>2</sup>.

Das Sekretariat der CORE wird durch das BFE wahrgenommen. In der Regel tagt die CORE jährlich an vier Halbtagen und führt jeweils im Sommer eine zweitägige Retraite durch.

Die Forschungsprogramme des BFE verfügen fallweise über fachspezifische Begleitgruppen.

### 6.2 Qualitätssicherung

Das BFE richtet sich bei der Forschungsförderung nach den Richtlinien der Qualitätssicherung in der Ressortforschung des Bundes<sup>20</sup>. Gemäss dieser Richtlinie umfasst die Qualitätssicherung im Wesentlichen die drei nachfolgend aufgeführten Teilbereiche Forschungsmanagement, Berichterstattung und Wirksamkeitsüberprüfung (Evaluation).

Das BFE verfügt im Rahmen seines Internen Kontrollsystems (IKS) über ein dreistufiges Verfahren bei der Vergabe von Forschungsaufträgen: mindestens zwei

Fachspezialisten prüfen den eingereichten Projektantrag gemäss einem vorgegebenen Projektbewertungsbogen bezüglich seiner Relevanz, dem Beitrag zu den Zielsetzungen der Energieforschung des BFE, der wissenschaftlichen Qualität des Vorgehens und der Kompetenzen des Forscherteams. Die finanz- und beschaffungsrelevanten Aspekte durchlaufen ein Prüfverfahren in der Finanzabteilung und eine abschliessende inhaltliche Prüfung erfolgt durch die Linie mit Doppelunterschrift.

---

<sup>20</sup> Qualitätssicherung in der Ressortforschung des Bundes, Koordinationsausschuss Ressortforschung;

<https://www.ressortforschung.admin.ch>

## Forschungsmanagement

Die Bewertung der Projektanträge Forschung und Entwicklung (F+E) erfolgt über die Forschungsprogrammleitungen unter Beibehaltung mindestens einer weiteren Fachperson. Pilot- und Demonstrationsprojekte (P+D) werden in fachspezifischen ad-hoc-Gruppen bewertet (Beizug von marktnahen Fachpersonen aus dem BFE).

Die Energieforschung des BFE beschäftigt 18 (11 Vollzeitäquivalente) an internen und sieben (3.5 Vollzeitäquivalente) an mandatierten Fachexperten, welche die Forschungsprojekte evaluieren und begleiten. Sie decken ein breites Spektrum an Wissenschaften ab, haben meist promoviert und verfügen über eine grosse Erfahrung im Projektmanagement.

Den Mitarbeitenden der Energieforschung bietet das BFE zudem die Teilnahme an dem von der Universität Bern angebotenen CAS-Studiengang<sup>21</sup> Forschungsmanagement<sup>22</sup> (oder Modulen davon) und weitere Fortbildungsmöglichkeiten an.

## Berichterstattung

Sämtliche Forschungs-, Pilot- und Demonstrationsprojekte mit Beteiligung des BFE sind in der öffentlich zugänglichen Datenbank des Bundes ARAMIS<sup>23</sup> abgelegt. Ausgewählte, vom BFE unterstützte P+D-Projekte sind auf der Cleantech-Karte<sup>24</sup> des BFE dargestellt. Daneben organisieren die Forschungsprogramme des BFE regelmässig fachspezifische Tagungen und Konferenzen, an welchen die Erkenntnisse aus den durch das BFE unterstützten Forschungsprojekten vorgestellt und diskutiert werden. Schliesslich veröffentlicht das BFE jährlich die Aufwendungen der öffentlichen Hand für die Energieforschung ([www.energieforschung.ch](http://www.energieforschung.ch)). Zur Verbreitung der Forschungsergebnisse hat das BFE eine Wissens- und Technologietransferstelle eingerichtet (Kapitel 6.3).

## Evaluation der Energieforschung

Einerseits hat die Forschungskommission CORE den Auftrag, zur Energieforschung des BFE Stellung zu nehmen und andererseits erfolgten in der Periode 2017–2020 externe Evaluationen sowohl des Programms für Pilot- und Demonstrationsprojekte (2018) als auch der Energieforschung (2018)<sup>25</sup>.

## 6.3 Wissens- und Technologietransfer

Das BFE fördert den Wissens- und Technologietransfer (WTT) im Energiebereich mit verschiedenen Instrumenten und Massnahmen. Die vier Hauptstossrichtungen des WTT-Programms des BFE sind die Förderung von Innovationsbemühungen, die Katalysatorfunktion, die Koordination und die Information.

Der Wissenstransfer aus den Forschungs-, Pilot- und Demonstrationsprojekten des BFE erfolgt unter anderem durch die Publikation von Fachartikeln<sup>26</sup> und Infoclips<sup>27</sup>. Diese beschreiben in kurzer Form die gewonnenen Erkenntnisse und Anknüpfungspunkte. Sie richten sich in erster Linie an Unternehmen, Gemeinden und

Städte, welche die neuen Erkenntnisse umsetzen können sowie an Wissenschaftsjournalisten. Die Fachartikel sind allgemein verständlich formuliert und deshalb für den Wissenstransfer für ein breites Publikum und nicht nur für Fachpersonen geeignet. Neue Fachartikel werden über einen von Wissenschaftsjournalisten und Unternehmen rege genutzten Twitter-Kanal<sup>28</sup> angekündigt.

Das BFE fördert den WTT auch mit Innovationsgruppen und mit einem Start-up-Wettbewerb. Im Rahmen von Innovationsgruppen bringt das WTT-Programm in Zu-

<sup>21</sup> CAS: Certificate of Advanced Studies

<sup>22</sup> [www.forschungsmanagement.unibe.ch](http://www.forschungsmanagement.unibe.ch)

<sup>23</sup> Das Informationssystem ARAMIS enthält Informationen über Forschungsprojekte und Evaluationen, die der Bund selber durchführt oder (mit-)finanziert. [www.aramis.admin.ch](http://www.aramis.admin.ch)

<sup>24</sup> [www.bfe.admin.ch/geoinformation](http://www.bfe.admin.ch/geoinformation)

<sup>25</sup> [www.bfe.admin.ch/bfe/de/home/versorgung/statistik-und-geo-daten/evaluationen.html](http://www.bfe.admin.ch/bfe/de/home/versorgung/statistik-und-geo-daten/evaluationen.html)

<sup>26</sup> [www.bfe.admin.ch/ct/printmedien](http://www.bfe.admin.ch/ct/printmedien)

<sup>27</sup> [www.bfe.admin.ch/infoclips](http://www.bfe.admin.ch/infoclips)

<sup>28</sup> [www.twitter.com/bfecleantech](https://twitter.com/bfecleantech)

sammenarbeit mit externen Partnern wie beispielsweise dem energie-cluster.ch<sup>29</sup> Unternehmen und Hochschulen in spezifischen Themenfeldern zusammen. Dabei werden neue Innovationsprojekte angesprochen, die Best Practice in Bezug auf Energieaspekte definiert und gemeinsame Aktivitäten und Strategien entwickelt. So existieren beispielsweise Innovationsgruppen in den Bereichen Hochleistungswärmedämmung, Plusenergiegebäude, Komfortlüftung, Hausautomation oder Wärmespeicherung und Wärmetauscher.

Um die Koordination zwischen den Forschungs- und Marktaktivitäten des BFE und den anderen wichtigen Schweizer Akteuren im Bereich der Energieforschung (z.B. ETH-Bereich, Fachhochschulen, Universitäten, Innosuisse, SBFI, Euresearch) sicherzustellen, organisiert die Energieforschung des BFE zweimal jährlich eine Programmleitertagung.

Ein wichtiges Instrument des WTT im Bereich der Forschungsprogramme sind fachspezifische Tagungen und Konferenzen. Die Forschungsprogramme des BFE verfügen teilweise über etablierte Veranstaltungen wie beispielsweise die Verbrennungstagung, die Wärmepumpentagung, die nationale Photovoltaiktagung, das

Statusseminar im Gebäudebereich oder die Bioenergetagung, die jährlich oder zweijährlich stattfinden und sich an das Fachpublikum aus Wissenschaft und Industrie richten. Um den Schweizer Forschenden die Erkenntnisse aus den internationalen Forschungsprogrammen der IEA zu vermitteln, organisiert das BFE regelmässig Tagungen im Zusammenhang mit den Technology Collaboration Programmes (TCP) der IEA. Um den Kontakt zwischen den Schweizer Teilnehmern an Forschungsprogrammen der IEA zu stärken, finden zudem regelmässig sogenannte «Vernetzungstagungen» statt, an welchen thematisch gruppierte TCP zum Austausch eingeladen werden.

Um die Zielsetzungen des Bundes im Bereich der Energieforschung einer breiten Forschungsgemeinschaft vorzustellen, finden alle vier Jahre Energieforschungskonferenzen statt, an welchen jeweils das künftige Energieforschungskonzept des Bundes von der CORE vorgestellt und diskutiert wird.

---

<sup>29</sup> [www.energie-cluster.ch](http://www.energie-cluster.ch)

# Glossar

---

Agneb	Arbeitsgruppe des Bundes für die nukleare Entsorgung	Nagra	Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle
Aktionsplan	Aktionsplan für eine koordinierte Energieforschung Schweiz	NEA	Nuclear Energy Agency
ARAMIS	Administration Research Actions Management Information System	NFP	Nationales Forschungsprogramm
BAFU	Bundesamt für Umwelt	OME	Polyoxymethyldimethylether
BFE	Bundesamt für Energie	P+D	Pilot- und Demonstrationsprojekte
BIM	Building Information Modeling	PEFC	Polymer Electrolyte Fuel Cell
BioCCS	Bioenergy, Carbon Capture and Storage	PEM	Polymer-Electrolyte-Membrane
BioCCU	Bioenergy, Carbon Capture and Utilization	PERC	Passivated Emitter and Rear Contact
BIPV	Building integrated PV	PSI	Paul-Scherrer-Institut
CAS	Certificate of Advanced Studies	PtX	Power-to-X
CIGS	Copper-Indium-Gallium-(Di)Selenid	PV/T	Photovoltaisch–thermisch
CORE	Eidgenössische Energieforschungskommission	SBFI	Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation
CORNET	Collective Research Networking	SCCER	Swiss Competence Centers for Energy Research
CSP	Concentrated Solar Power	SET-Plan	Strategic Energy Technology Plan
DME	Dimethylether	SNF	Schweizerischer Nationalfonds
EnG	Energiegesetz	SOEC	Solid Oxide Electrolysis Cells
ENSI	Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat	SOFC	Solid Oxide Fuel Cell
EPFL	École polytechnique fédérale de Lausanne	SPC	Swiss Plasma Center
ERA-Net	European Research Area Networks	SR	Systematische Sammlung des Bundesrechts
ETH	Eidgenössische Technische Hochschule	SSH	Social Sciences and Humanities
EU	Europäische Union	StAV	Stauanlagenverordnung
FIFG	Forschungs- und Innovationsförderungsgesetz	STE	Solar Thermal Electricity
IEA	Internationale Energieagentur	SuG	Subventionsgesetz
Innosuisse	Schweizerische Agentur für Innovationsförderung	SWEET	Swiss Energy research for the Energy Transition
Horizon2020	Forschungsrahmenprogramm der EU	TCP	Technology Collaboration Programme
HVO	Hydrotreated Vegetable Oils	TRL	Technology Readiness Level
IBC:	Interdigitated back contact	TRS	Technologiereifestufen
IKT	Informations- und Kommunikationstechnologie	V2G	Vehicle-to-Grid
IPGT	International Partnership for Geothermal Technology	V2H	Vehicle-to-Home
KEG	Kernenergiegesetz	WKK	Wärme-Kraft-Kopplung
KEV	Kernenergieverordnung	WP	Wärmepumpen
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen	WTT	Wissens- und Technologietransfer
KNS	Kommission für nukleare Sicherheit		
LCA	Life-Cycle-Analyse		
MuKEn	Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich		



Bundesamt für Energie  
Mühlestrasse 4  
CH-3603 Ittigen  
Postadresse: CH-3003 Bern

Telefon: +41 48 462 56 11  
Fax: +41 48 462 25 00

[contact@bfe.admin.ch](mailto:contact@bfe.admin.ch)  
[www.energieforschung.ch](http://www.energieforschung.ch)