

Impressum:

Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber:

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Verantwortung und Koordination:

Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien

Leiter: DI Michael Paula

Koordination: DI Theodor Zillner

Klima- und Energiefonds

Gumpendorferstraße 5/22, 1060 Wien

Verantwortung und Koordination:

Geschäftsführung: DIⁱⁿ Theresia Vogel

Koordination: Mag.^a Daniela Kain

Dialog Energiezukunft 2050

Thesenpapier

Mit Beiträgen von
René Albert, Andreas Dorda, Josef Hochgerner, Michael
Hübner, Daniela Kain, Elvira Lutter, Horst Steinmüller, Michael
Wedler, Werner Weiß, Theodor Zillner, Isabella Zwerger

Wien, August 2016

Diskussionsgrundlage im Rahmen des Strategieprozesses



Mit Forschung und Innovation die Energiezukunft gestalten

Unter Beteiligung von VertreterInnen aus Forschung, Wirtschaft und Gesellschaft soll die zukünftige Energieforschung auf die aktuellen Herausforderungen und Zielsetzungen für die Energiezukunft ausgerichtet werden. Intelligente Technologiesysteme und sozioökonomische Aspekte einer innovationsgetriebenen klimaverträglichen Energiezukunft werden stärker in den Mittelpunkt rücken. Der Dialog soll vor allem eine mehrjährige strategische Ausrichtung für die Forschungs- und Technologiepolitik liefern und Entscheidungsgrundlagen für die Energiezukunft bereitstellen.

Mit dem Abkommen bei der UN-Klimakonferenz in Paris, eine Begrenzung der globalen Erwärmung auf deutlich unter 2°C – möglichst 1,5°C – anzustreben, bedarf es einer Vielzahl an Maßnahmen und Veränderungen, um das heutige Energiesystem zu dekarbonisieren. Um die notwendige Transformation des Energiesystems zu bewältigen, ist der Zugang zu sicherer, sauberer und leistbarer Energie essentiell – die Frage nach der künftigen Energiewelt ist zentral für den österreichischen Wirtschaftsstandort und erfordert die Bündelung der Kräfte. Die Schnittstelle zum Markt wird dabei immer wichtiger, daher gilt es, Rollouts bzw. Marktdurchdringung zu beschleunigen und effektive Impulse für die Marktreife zu setzen.

Österreich konnte im Bereich innovativer Energielösungen international punkten und sich mit klugen Lösungen für die Energiezukunft erfolgreich am Weltmarkt positionieren. Eine erfolgreiche Energiewende braucht die Einbettung technologischer Innovationen in Gesellschaft und Wirtschaft, aber auch kluge und vorausschauende Investitionen. Die immense Aufgabe, die Dekarbonisierungsagenda sowohl technisch möglich, wirtschaftlich tragfähig und sozial verträglich zu gestalten, erfordert dabei eine langfristige Forschungs- und Technologiepolitik.

In dem vom BMVIT und dem Klima- und Energiefonds initiierten Dialog Energiezukunft 2050, einem breit geführten Diskussions- und Konsultationsprozess, werden Vorschläge für Zielsetzungen, Schwerpunkte und Themen erarbeitet und abgestimmt. Der Prozess liefert auch einen wesentlichen Input zur österreichischen Energie- und Klimastrategie und soll wesentlich zum Paradigmenwechsel in der Bereitstellung und Nutzung von Energie beitragen.

DI Michael Paula

Leiter der Abt. Energie- und Umwelttechnologien

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	9
1.1	Der grundlegende Umbau des Energiesystems und der politische Rahmen	9
1.2	Treiber, Trends, Herausforderungen – Energiezukunft 2050	10
2	Themenfelder der Energieforschung	13
2.1	Themenfeld 1: Energiesysteme und -netze	14
2.2	Themenfeld 2: Gebäude und urbanes System	19
2.3	Themenfeld 3: Industrielle Energiesysteme	19
2.4	Themenfeld 4: Verkehrs- und Mobilitätssystem	20
2.5	Themenfeld 5: Umwandlungs- und Speichertechnologien	23
2.6	Themenfeld 6: Transitionsprozesse und soziale Innovation	26
3	Leitlinien der Energieforschung	28
3.1	Themenfeld 1: Energiesysteme und -netze	30
3.1.1	Allgemeine Zielsetzungen und Strategien	30
3.1.2	Thematische Schwerpunkte	31
3.2	Themenfeld 2: Gebäude und urbanes System	34
3.2.1	Allgemeine Zielsetzungen und Strategien	34
3.2.2	Thematische Schwerpunkte	35
3.3	Themenfeld 3: Industrielle Energiesysteme	37
3.3.1	Allgemeine Zielsetzungen und Strategien	37
3.3.2	Thematische Schwerpunkte	38
3.4	Themenfeld 4: Verkehrs- und Mobilitätssystem	40
3.4.1	Allgemeine Zielsetzungen und Strategien	40
3.4.2	Thematische Schwerpunkte	41
3.5	Themenfeld 5: Umwandlungs- und Speichertechnologien	43
3.5.1	Allgemeine Zielsetzungen und Strategien	43
3.5.2	Thematische Schwerpunkte	43
3.6	Themenfeld 6: Transitionsprozesse und soziale Innovation	52
3.6.1	Allgemeine Zielsetzungen und Strategien	52
3.6.2	Thematische Schwerpunkte	54
4	Themenverantwortliche und involvierte ExpertInnen	58
5	Verzeichnisse	59
	Energieforschungsstrategie 2010: Making the Zero Carbon Society Possible	60

1 Einleitung

1.1 Der grundlegende Umbau des Energiesystems und der politische Rahmen

In der Welt des 21. Jahrhunderts zählt die Minderung bzw. Eingrenzung der voranschreitenden Erderwärmung mit all ihren negativen direkten und indirekten Folgen zu einer der größten globalen Herausforderungen. Der Übergang zu einer wettbewerbsfähigen, CO₂-armen Wirtschaft erfordert nicht nur ein entschiedenes und über alle politischen Anschauungen hinausgehendes Vorgehen aller Staatengemeinschaften, sondern eine „**Dekarbonisierungsagenda**“, die sowohl technisch möglich, wirtschaftlich tragbar als auch sozial verträglich ist. Mit dem Abkommen in Paris („**Paris Agreement**“) bei der UN-Klimakonferenz im Dezember 2015 wurde erstmals ein völkerrechtlich bindendes Abkommen geschaffen, welches sich zum Ziel setzt, die globale Erwärmung auf deutlich unter 2° C – möglichst 1,5° C – im Vergleich zur vorindustriellen Zeit zu begrenzen.

Die **Europäische Union** (EU) hat sich **mittel- bis langfristige Ziele** gesetzt, den Anteil erneuerbarer Energieträger am Gesamtenergieverbrauch und die Energieeffizienz zu erhöhen und die Treibhausgasemissionen bis 2050 um 80-95 % (gegenüber dem Referenzjahr 1990) zu senken. Die Umsetzung dieser Strategien verlangt nicht weniger als einen grundlegenden Umbau des heutigen Systems der Versorgung, der Bereitstellung und der Nutzung von Energie (Strom, Wärme, Mobilität).

Aktuell betragen die Energieimporte der EU täglich mehr als 1 Mrd. EUR (ungefähr 400 Mrd. EUR im Jahr 2013¹). Zusätzlich wird davon ausgegangen, dass die Endenergienachfrage bis 2030 um 27 %² steigen wird. Angesichts dieser Situation sind die Erwartungen in die **Energieforschung**, einen wesentlichen Beitrag zu dem notwendigen **Transformationsprozess** zu leisten, enorm. Das Gelingen dieses Prozesses ist untrennbar mit umfangreichen **technologischen Innovationen** an nahezu allen Teilkomponenten und systemübergreifenden Aspekten verbunden, ihr Erfolg hängt aber auch von einer sozial verträglichen und **wirtschaftlichen Umsetzung** ab.

Mit der kürzlich beschlossenen Teilnahme der Europäischen Union an der Initiative **Mission Innovation**³, einer globalen Initiative für saubere Energie, wurde ein weiterer Schritt in Richtung verstärkter internationaler Zusammenarbeit und koordinierter Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen gesetzt. Mit der Beteiligung an der Mission Innovation haben sich 20 der führenden Industrienationen dazu entschlossen, die **Energieforschungsausgaben** in den nächsten fünf Jahren **zu verdoppeln**.

¹ COM(2014) 330 final, European Energy Security Strategy
<http://www.eesc.europa.eu/resources/docs/european-energy-security-strategy.pdf>

² Ebenda.

³ <http://mission-innovation.net/>

Der **SET-Plan** (Strategic Energy Technology Plan; Europäischer Strategieplan für Energietechnologie) ist ein wichtiges Instrument der Europäischen Union zur effizienten und zielgerichteten Energieforschung im europäischen Mehrebenensystem (supranational, transnational, national, regional). Er soll die Forschungskoooperation europäischer Partner vorantreiben und die Koordinierung nationaler Forschungsförderung unterstützen. Im Rahmen von D-A-CH (Deutschland-Österreich-Schweiz) laufen bereits Kooperationen im Bereich Smart Grids, Gebäude und Städte). Das BMVIT koordiniert die beiden **EU-Forschungsinitiativen** ERA-Net Smart Grids Plus und Smart Cities und ist bei am ERA-NET Bioenergy sowie am SOLAR-ERA.NET gemeinsam mit dem Energie- und Klimafonds beteiligt. Vergleichbar mit europäischen Forschungsinitiativen ist die Beteiligung an der **IEA-Forschungskoooperation** (Internationale Energieagentur), welche schwerpunktmäßig die Internationalisierung österreichischer Forschung sowie Produkte und Dienstleistungen verfolgt, ein weiteres wichtiges Instrument für die globale Positionierung Österreichs im Bereich Energie- und Umwelttechnologien.

Realistisch betrachtet, lässt sich der Transformationsprozess nicht von heute auf morgen bewältigen. Eine systematische Forschung kann Ursache-Wirkungs-Geflechte (z.B. auch von ökonomischen oder rechtlichen Eingriffen) aufdecken. Das **Zusammenspiel von Forschung, Wirtschaft und Politik** muss dabei den Menschen mit seinen Grundbedürfnissen (Wohnen, Mobilität, etc.) ins Zentrum stellen. Der Systemwechsel wird nur gelingen, wenn die Voraussetzungen für Innovationen und Marktdurchdringung verbessert werden, beginnend bei der Grundlagenforschung bis hin zur anwendungsorientierten Forschung (z.B. in Reallaboren). Somit wird Forschung mehr denn je zu einem wichtigen Ratgeber von Politik, um Prognosen über die Auswirkungen von staatlichen Interventionen zu erstellen.

1.2 Treiber, Trends, Herausforderungen – Energiezukunft 2050

Mit einem Anteil von rund 70 % Wasserkraft (im Jahr 2014) am Strom-Mix und insgesamt einem Anteil von knapp 90 % erneuerbaren Strom (ebenso 2014) im Energiesystem, verfügt Österreich über ein relativ hohes Maß an eigenen erneuerbaren Ressourcen. Das österreichische Strom- und Gasnetz sind in die europäischen Netze gut eingebunden und Österreich verfügt mit rund 8 GW_{el} (PSW) in der Elektrizitätsversorgung und über 90 TWh (2014, d.s. mehr als der Jahresgasverbrauch) in der Gasversorgung über relative große Speicherkapazitäten. Mit Ausfallszeiten von weniger als einer Stunde pro Jahr, zählt das österreichische Elektrizitätsversorgungssystem bislang punkto Versorgungsqualität zur Weltspitze.

Trotz dieser guten Ausgangssituation und vorhandener Potenziale, ist die Entwicklung einer zukunftsorientierten und integrierten Systemsicht eine der zentralen Herausforderungen im Energiesystem. Sowohl die Beurteilung und Systemintegration der wachsenden Fülle vorhandener Technologien und Lösungen ist dabei von Bedeutung, als auch die gezielte Entwicklung und Weiterentwicklung von Technologien und Komponenten. Darüber hinaus müssen organisatorische Aspekte wie beispielsweise Akteure und deren Rollen, Marktdesign

und Geschäftsmodelle, institutioneller, rechtlicher und regulatorischer Rahmen sowie gesellschaftliche Aspekte wie Akzeptanzfragen, Governance und Transitionsprozesse mitbetrachtet und aktiv gestaltet werden.

Forschung und Entwicklung haben hier entscheidende Beiträge zur Analyse komplexer Wirkungszusammenhänge und zur Ableitung von Lösungsoptionen zu leisten. Das Umfeld aus Treibern und Trends, die von gesellschaftlichen und politischen, technologischen und ökonomischen sowie ökologischen Entwicklungen ausgehen, stellen dabei dynamische Rahmenbedingungen dar, die ein kontinuierliches Monitoring und Abgleichen bedingen. In der aktuellen Diskussion stehen dabei beispielsweise häufig die politisch beschlossene Dekarbonisierung unserer Wirtschaft, die intendierte zukünftigen Dominanz erneuerbarer und aus heutiger Sicht damit wohl zu einem großen Teil volatiler Energieträger, die erwartete zunehmende Bedeutung von Elektrizität durch Verschiebungen im Energieträgereinsatz z.B. Elektromobilität sowie technologische Treiber im Bereich dezentraler Energietechnologien und Speichertechnologien sowie der umfassenden Digitalisierung oder auch gesellschaftliche Trends wie Individualisierung, Urbanisierung, Partizipations- und Autonomiestreben oder Sharing Economy im Vordergrund. Weltweit finden derzeit rasante Veränderungen in den Energiesystemen statt.

Tabelle 1: Energieforschungsausgaben im internationalen Vergleich, Anteil am BIP (Quelle: AEA)

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
1. Platz	Japan	Japan	Finnland	Finnland	Finnland	Finnland	Finnland	Finnland	Norwegen
2. Platz	Finnland	Finnland	Japan	Norwegen	Norwegen	Norwegen	Norwegen	Norwegen	Finnland?
3. Platz	Frankreich	Frankreich	Frankreich	Japan	Japan	Japan	Japan	Kanada	Japan
Platzierung Österreich (von 21 Ländern)	15	16	12	12	9	11	11	11	7
Abstand AT zur Nr. 3	182%	295%	89%	145%	78%	104%	115%	83%	63%
Ausgaben F&E Österreich in Mio. EUR	42,4	31,9	71,2	92,3	121	120,8	120,1	124,5	143,1
Veränderung AT zum Vorjahr in Mio. EUR		-10,5	39,3	21,1	28,7	-0,2	-0,7	4,4	18,6

von der Spitze des letzten Drittels zum Letzten des ersten Drittels ...

...durch Mittelserhöhung um Faktor 4,5

Vor diesem Hintergrund ist selbstverständlich auch die Energieforschung(-politik) einem Wandel unterworfen und weiterhin darauf auszurichten, die Grundlagen für eine nachhaltige Energieversorgung der Zukunft zu liefern und die notwendigen Kapazitäten und Ressourcen frühzeitig aufzubauen. Ihre wachsende Bedeutung zeigt sich eindrucksvoll darin, dass sich die diesbezüglichen globalen Forschungs- und Entwicklungsausgaben in den vergangenen zwanzig Jahren etwa verdoppelt haben.⁴

Energieeffizienz als Grundlage einer erfolgreichen Transformation

Die Verbesserung der Energieeffizienz (z.B. in der Gebäudetechnik, bei industriellen Prozessen oder im Bereich der Mobilität) ist eine wesentliche Voraussetzung dafür, die

⁴ Rat für Forschung und Technologieentwicklung (2016): Bericht zur wissenschaftlichen und technologischen Leistungsfähigkeit Österreichs 2016

Energieintensität in der gesamten Volkswirtschaft zu verringern und die Abhängigkeit von fossilen Energieimporten zu reduzieren. Technologien und Maßnahmen im Bereich der Energieeffizienz – darunter auch jene, die auf das VerbraucherInnenverhalten abzielen – zählen allgemein zu den kostengünstigsten Optionen zur Verminderung von Treibhausgasemissionen und können zu einer von Österreichs Stärken im internationalen Wettbewerb gezählt werden. Die Forschung übernimmt hierbei die Aufgaben, bekannte Effizienztechnologien für verschiedene Einsatzbereiche weiterzuentwickeln und zu validieren. Besonderes Augenmerk muss in diesem Zusammenhang auf die Weiterentwicklung von Effizienzbetrachtungen gelegt werden, weg von einem rein Input-Output orientierten Energieeffizienzbegriff hin zu einer umfassenderen Sichtweise mit Blick auf den optimierten bzw. minimierten Einsatz nichterneuerbarer und nicht CO₂ neutraler Ressourcen. Dazu zählen neben Energieträgern ebenso zur Energiegewinnung eingesetzte knappe Rohstoffe oder Flächen. Ein Umfassender Effizienzbegriff muss darüber hinaus die ökonomische Effizienz von Energiesystemen mit einschließen.

Mit Blick auf Österreichs Dekarbonisierungsstrategie / Energiewende sollte es Ziel sein, eine weitgehende Entkopplung der Endenergienachfrage vom Wachstum der Wirtschaft und der Bevölkerung zu realisieren, ohne dabei besonders energieintensive Herstellungsprozesse ins Ausland auszulagern.

Strukturelle Veränderungen in den Energieinfrastrukturen

Strukturelle Änderungen im wie eine verstärkte Dezentralisierung der Energieaufbringung durch kleine und mittlere Erzeugungsanlagen erfolgen bereits und die damit verbundene Verhaltensänderung der NutzerInnen, die vermehrt gleichzeitig als Energieproduzenten und -verbraucher (Prosumer) auftreten, müssen gemanagt werden. Die zunehmende Vernetzung dezentraler Strukturen führt zumindest im Bereich der elektrischen Energieinfrastrukturen zu einer steigenden Komplexität und stellt einen wesentlichen Trend dar. Dabei werden zunehmend auch weitere Infrastrukturen wie das Wärmenetz, des Gasnetz und das Telekommunikationsnetz involviert. Die Abstimmungsprozesse und Wandlungspfade zur Integration der zunehmend erneuerbaren und stark fluktuierenden Energieaufkommen sind nur im domänen- und sektorübergreifenden und sogar nationenübergreifenden Energieverbund zu meistern. Forschung und Entwicklung muss hierbei insbesondere die Innovations-Potenziale der Digitalisierung im Sinne von „intelligenten Energiesystemen“ („Smart Energy-Systems“) mit einbeziehen.

Österreich als Hochtechnologieland und Engineering-Standort bietet die besten Voraussetzungen dafür, dass hiesige Forschung und Entwicklung gemeinsam mit der heimischen Wirtschaft intelligente Lösungen implementiert (Leitmarkt) und Lösungen für andere Regionen der Welt ableitet (Leitanbieter).

Ein neues, ganzheitliches Forschungs-Verständnis

Technologische Innovationen und Potenzialanalysen für eine Veränderung im Energiesystem sind in vielen Bereichen bereits weit fortgeschritten. In einer singulären Betrachtung, und insbesondere ohne sie in den sozio-ökonomischen Kontext zu stellen,

können sie aber nur einen recht limitierten Beitrag zur Zielerreichung leisten. Herausforderungen dieses Ausmaßes können nicht allein durch Optimierung und Identifizierung von lokalen Optima adressiert werden, sondern verlangen eine systemische und integrierte Herangehensweise auf unterschiedlichen Ebenen.

Die Frage, welche Bedürfnisse Menschen haben und wie wir sie mit kosteneffizienten Systemen erfüllen können, muss am Anfang stehen. Forschungsaktivitäten müssen inter- und transdisziplinär ausgerichtet und an der Schnittstelle von Technik und Sozialwissenschaften angesiedelt sein sowie von Beginn an die Bedürfnisse der unmittelbar Betroffenen einbinden. Um gesellschaftliche Strukturen, Verhaltensmuster und Prozesse mit Wirkungen auf die Energienachfrage nachhaltig zu beeinflussen und zu überwinden, können soziale Innovationen dabei neue Praktiken des Handelns zur Gestaltung von Lebens- und Arbeitsbedingungen fördern.

2 Themenfelder der Energieforschung

Vor dem Hintergrund, dass die politischen, sozio-ökonomischen, ökologischen und klimatischen Rahmenbedingungen für die nächsten 10 oder gar 30 Jahre nur begrenzt vorhersehbar sind, muss die Energieforschung verschiedene Wege für die Umsetzung **zukünftiger Technologieoptionen und Maßnahmen aufzuzeigen** und über **längere Zeiträume** Aspekte bearbeiten, die momentan nicht im Zentrum politischer Handlungsoptionen liegen.

Um diese notwendigen langfristigen Entscheidungs- und Handlungsspielräume zu ermöglichen, bedarf es der Entwicklung eines systemischen Ansatzes, der Wechselbeziehungen umfassend beurteilt. Die nachfolgenden Themenfelder stellen den Anspruch, den Rahmen für die zukünftige Ausrichtung der Energieforschung festzulegen:

- Themenfeld 1: Energiesysteme und -netze
- Themenfeld 2: Gebäude und urbanes System
- Themenfeld 3: Industrielle Energiesysteme
- Themenfeld 4: Verkehrs- und Mobilitätssystem
- Themenfeld 5: Umwandlungs- und Speichertechnologien
- Themenfeld 6: Transitionsprozesse und soziale Innovation

Im Folgenden wird auf die Begründung und Wahl der 6 Themenfelder näher eingegangen.

2.1 Themenfeld 1: Energiesysteme und -netze

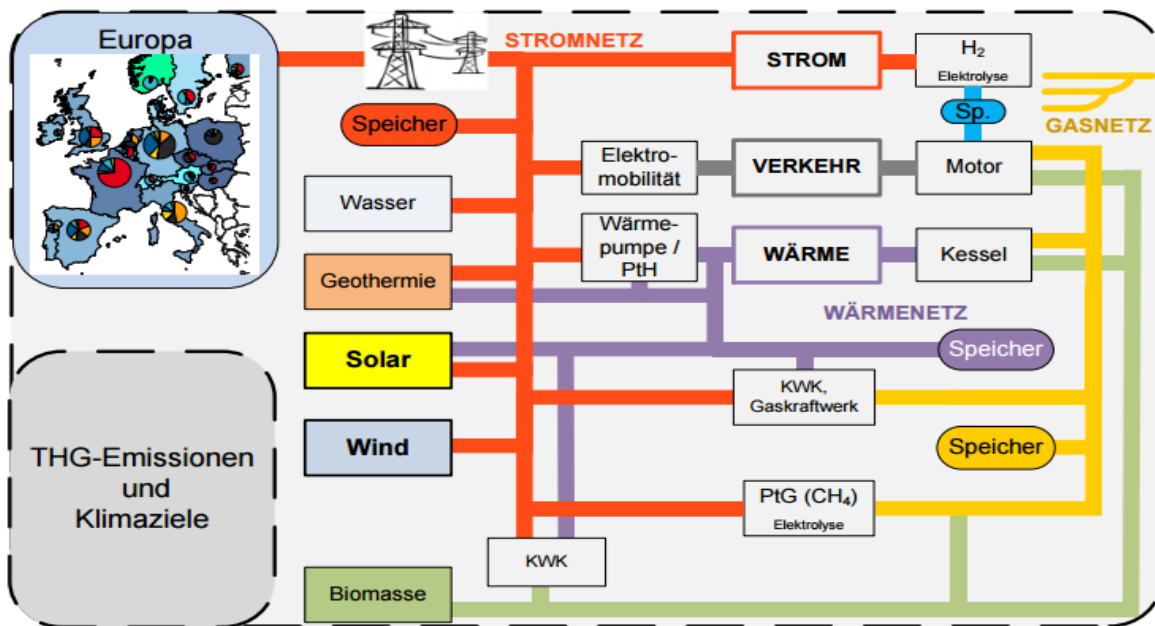


Abbildung 1: Interaktionen und Sektorkopplung zwischen den Energienetzen (Sterner 2009)

Österreich und zahlreiche europäische Nachbarn verfügen bereits jetzt über sehr leistungsfähige Energieversorgungssysteme in Form von nahezu flächendeckenden hierarchischen Elektrizitätsnetzen sowie regional verbreiteten Wärme- und Gasnetzen in verdichteten Räumen. Diese wurden in der Vergangenheit separat gesteuert. Nun geht es im Zuge der Energiewende auch um die Konvergenz und das neue Miteinander der Energiesysteme Strom, Wärme und Mobilität.

- Stromnetze können von den Speicherkapazitäten der Wärmenetze profitieren.
- Stromüberschüsse können als willkommene erneuerbare Ergänzung im Wärmesystem verwertet werden (Power-to-heat), aber auch in Wasserstoff, Methan (P2G⁵) im Gasnetz aufgenommen oder gar anderen Kohlenwasserstoffen (P2L⁶) weiter gewandelt werden.
- Wärmenetze müssen sich unabhängig von Koppelwärme aus „aussterbenden“ thermischen Kraftwerken neue Wärmequellen (Industrie, dezentrale Erneuerbare) erschließen.
- Mit der Elektrifizierung der Mobilität ergeben sich Abstimmungsbedarfe hinsichtlich Ladeinfrastruktur, Last und Speichermanagement.

Nicht nur in Europa, sondern auch weltweit sind Energieinfrastrukturen im Umbruch. Viele Regionen bauen erstmalig Systeme auf und verknüpfen dabei Versorgungsinseln zu flächigen Netzen. Andere Regionen sind damit beschäftigt, die bestehenden Leitungsstrukturen und -kapazitäten an rasch wachsende Versorgungsansprüche

⁵ Power-to-Gas bezeichnet die Wandlung von Strom über Elektrolyse zu Wasserstoff und ggf. weiter zu Methan

⁶ Power-to-Liquid steht für die Synthese von flüssigen Kohlenwasserstoffen aus Strom

anzupassen und intelligent zu renovieren. Emerging Markets bieten für exportorientierte österreichische Technologieanbieter neue Zielmärkte und Chancen.

Um die Synergien aus Gesamtsystemsicht künftig zu heben, sind alle Sektoren durch intelligente Energienetze (Strom, Wärme, Gas, Wasserstoff) miteinander verbunden. Sie sind die Klammer zwischen Gebäude, Industrie, Mobilität. Konnektivität und Konvergenz sind gefragt. Digitalisierung wird zur Schlüsselkompetenz in der Energiewirtschaft. Jene ermöglicht die notwendige Verständigung innerhalb der Infrastruktur, transsektoral zwischen den Netzen und mit allen anderen, neuen Energieakteuren.

Für die Energieforschung stellte sich bereits seit einigen Jahren die interdisziplinäre Aufgabe Energietechnik- und Informations- und Kommunikationstechnik (IKT)-Kompetenz im Sinne von Smart Grid-/ Smart Energy-Systemlösungen zusammenzuführen.⁷ Auch weltweit sind Energieinfrastrukturen im Umbruch. Viele Regionen bauen erstmalig Systeme auf und verknüpfen dabei Versorgungsinseln zu flächigen Netzen. Andere Regionen sind damit beschäftigt, die bestehenden Leitungsstrukturen und -kapazitäten an rasch wachsende Versorgungsansprüche anzupassen und intelligent zu renovieren. In jedem Fall können IKT-basierte Lösungen zum effizienten Umbau der Energiesysteme eingesetzt werden. Österreichs Forschungsstrategie kann und sollte somit auch intelligente Systemintegration entwickeln, die außerhalb Österreichs ihre Märkte findet.

Mittels der Forschung sind die jeweiligen Herausforderungen der Strom- und Wärmewende weiter zu spezifizieren:

Strom: Kernproblem Echtzeitintegration und Speicherung; Transport über weite Strecken gut möglich

Der Stromsektor hat aktuell gegenüber Wärme und Verkehr den geringsten Anteil am Energieverbrauch und CO₂-Ausstoß. Dennoch steht er aufgrund der hohen EE-Potenziale im Fokus der Energiewende.

- Die größte Herausforderung im Elektrizitätsversorgungssystem bei der Integration erneuerbarer Energien ist die **Echtzeit-Problematik** beim Ausgleich von Erzeugung und Verbrauch. Konventionelle aber gleichzeitig systemrelevante Kraftwerke (Grundlast, Regellast, Momentanreserve) fallen zunehmend aus der Merit Order⁸ und zur Stabilisierung ist die Mobilisierung anderer Systemdienstleistungsgeber – maßgeblich auch aus benachbarten Energiesystemen – erforderlich.
- Die **Flexibilisierungspotenziale** bei smarten Devices (Verbrauchern, Speichern und Erzeugern) sind technisch durchaus vorhanden, jedoch ökonomisch noch nicht erschließbar. Hier liegen nach Jahren der technologieorientierten Pionierarbeit die

⁷ ERA-Net Smart Grids Plus spricht von den drei Ebenen Technology, Market und Adoption

⁸ Bei derzeitigen Marktbedingungen (geringer Emissionshandelspreis, abgeschriebene Kohlekraftwerke, Übertragungsgengpässe) sind die Rahmenbedingungen für die flexiblen Gaskraftwerke ungünstig

künftigen Schwerpunkte auf der Systemintegration unter realen ökonomischen, rechtlichen und gesellschaftlichen Bedingungen.⁹

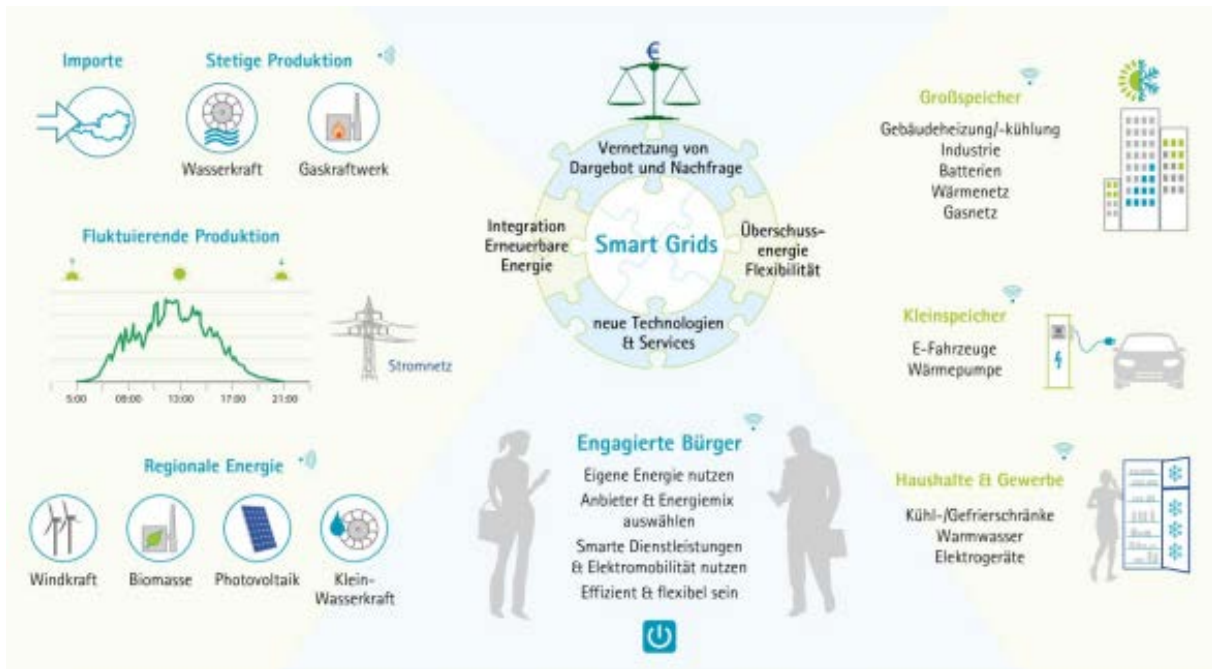


Abbildung 2: Energiemanagement mit Smart Grids (Quelle: bmvit)

Wärme: Kernproblem lokale Integration aus verschiedenen Quellen unterschiedlicher Temperaturniveaus, inkl. bisher ungenutzter Überschüsse; geringe Transportwürdigkeit.

Aber auch der Wärmesektor ist vor gravierende Herausforderungen gestellt.

- **Sinkende Nachfrage:** Zunehmend wirksame Effizienzmaßnahmen im Gebäudesektor reduzieren den Bedarf an Raumwärme, gewachsene Infrastrukturen werden zunehmend unwirtschaftlich.
- **Wandel der Wärmequellen:** Mit dem „Aussterben“ thermischer Kraftwerke fällt vielerorts die zentrale Wärmequelle weg und damit auch das Geschäftsmodell, in dem Wärmeerzeugung und Netz in einer Hand liegt. Umso mehr sollten zum wirtschaftlichen sinnvollen Weiterbestehen der Wärmenetze Wärmepotenziale aus verschiedenen, z.T. bisher ungenutzten Quellen mit unterschiedlichen Temperaturniveaus erschlossen und integriert werden (Abwärme, Umgebungswärme, Koppelwärme, Erzeugungsüberschüsse erneuerbaren Stroms also Power-to-Heat, Solarwärme). Hier kann die Forschung angesichts der geringen Transportwürdigkeit von Wärme den Wärmenetzen bei der Lösung logistischer Effizienz-Problemen helfen.

⁹ Im Rahmen eines breit angelegten Strategieprozesses unter Einbindung aller relevanten österreichischen Akteure wurde eine tiefgehende Analyse der Entwicklungen sowie eine Einschätzung der langfristigen Entwicklungsbedarfe vorgenommen (www.e2050.at/smartgrids) (Zusammenstellung aller Ergebnisse des Strategieprozesses Smart Grids 2.0), Technologieroadmap, Strategic Research Agenda, Elemente einer Einführungsstrategie.

- **Differenziertes Wärmenetzmanagement:** Aufgrund der heterogenen Wärmequellen wird das Temperatur und hydraulische Management der Wärmenetze zukünftig anspruchsvoll. Verschiedene Ansätze der Temperaturregelung sind weiter zu beforschen wie z.B. Zonierung des Netzes in verschiedene Temperaturniveaus, effiziente Anhebungstechniken an den Einspeisestellen. Anergie-Netze, Kältenetze etc. Auch aufgrund saisonaler Schwankungen künftiger Wärmedarangebote (z.B. Solarwärme) ist die Einbindung, Dimensionierung und Fahrweise entsprechender Speicher ein zunehmend bedeutsamer zu beforschender Bestandteil verlässlicher Wärmenetze.
- **Diversifizierung der Wärmeprodukte:** Auf der Ausspeiseseite können mittels weiterer F&E&I entsprechend verschiedene Kundenbedürfnisse mit differenzierten thermischen Services (Wärme, Dampf, Kälte, grüne, bzw. klimaneutrale Wärme) mit möglichst optimalen Primärenergiefaktoren angeboten werden.

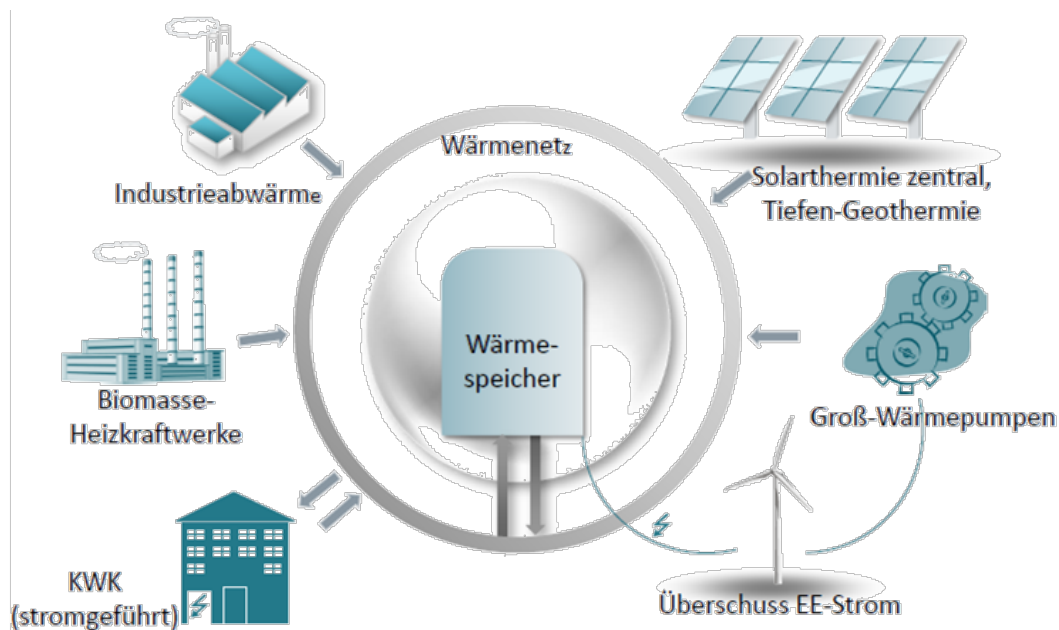


Abbildung 3: Wärmenetze der Zukunft (Quelle: Christian Maaß, Hamburg Institut - Studie Fernwärme 3.0)

Gasnetze: nur Anpassung an neue Aufgaben kann Existenz in dekarbonisierter Energiewelt sichern: Erfüllten Gasnetze bisher ihre Aufgabe im feinerschlossenen Netz Endkunden der Industrie und Haushalte zu versorgen, so nimmt künftig die Nachfrage nach konventionellen Erdgas in der Fläche ab.

- Rückbau in energieeffizienten Quartieren wird zum Thema.
- Künftig wächst an anderer Stelle die Aufgabe hinzu, erneuerbares Gas (Biomethan aus Biogasanlagen oder Wasserstoff- bzw. Methan aus Wind und PV-Anlagen = Power-To-Gas) aufzunehmen. Allerdings bleibt mittelfristig das verfügbare Potenzial an EE-Gas zu gering und zu wertvoll, um das derzeitige Erdgas-Volumen annähernd zu substituieren.
- Die Konditionierung des Gases an den Einspeisepunkten, der Umgang mit heterogenen Gemischen (Methan, Propan, Wasserstoffanteile), bidirektionaler Transport über verschiedene Druckstufen, Erfüllung saisonaler Speicherfunktionen auch mittels geeigneter Kavernen und die Ausspeisung bedarfsgerechter Qualitäten

inkl. der Erschließung von Kundengruppen für Premiumprodukte wie klimaneutrale Wärme und klimaneutrale Mobilität (mittels Betrieb von Gas-Tankstellen) sind Forschungsherausforderungen.

Mobilität: flächendeckende Gas-Tankstellen und oder Ladestelleninfrastruktur als Voraussetzung klimaneutraler Mobilität:

Auch das künftige Mobilitätsystem ist auf Energieversorgungsnetze angewiesen, um auf die vollständige Palette erneuerbarer Quellen zugreifen zu können. Folgende Anforderungen adressieren die anstehenden Forschungsthemen:

- Elektromobilität braucht Ladestellen am Stromnetz. Je nach Ladeleistungen sind dazu Netzverstärkungen und zeitliche Abstimmungsprozesse mit den Netzbetreibern über verfügbare Netzkapazitäten zu organisieren (Smart Charging). Bei entsprechender Flexibilität kann der Ladezeitpunkt bewusst in geeignete Zeiten gelegt werden (z.B. in Schwachlastzeiten oder um Einspeisespitzen erzeugungsnah zu verbrauchen) Die Auto-Batterie als Kurzzeitspeicher wirkt somit puffernd als Kurzzeitspeicher, system- oder netzdienlich für das Stromsystem.
- Gasgetriebene Fahrzeuge (Methan, Wasserstoff, Brennstofftechnologie) benötigen allenfalls eine leitungsgebundene Energieversorgung über Tankstellen. Erfolgskritisch sind auch hier der Ausbau einer entsprechenden Infrastruktur und die Bereitstellung ausreichender erneuerbarer Methan und Wasserstoff-Ressourcen.

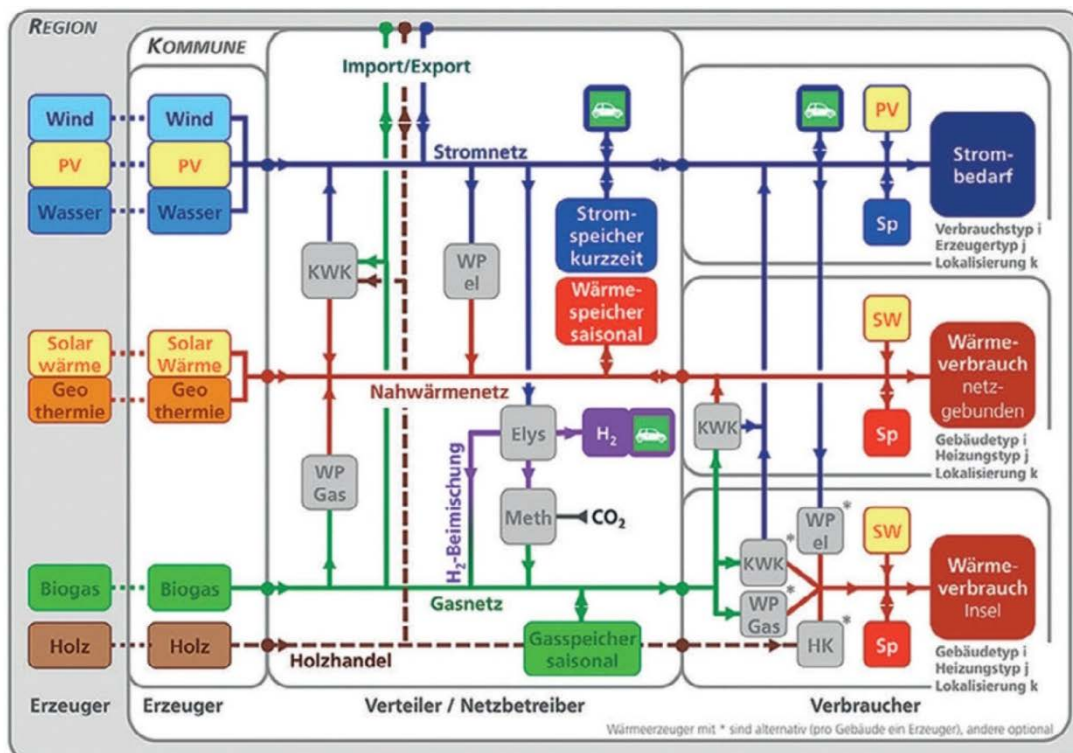


Abbildung 4: Kommunales Energiesystem mit verschiedenen Wandlungsprozessen unter Einsatz erneuerbarer Energiequellen und Sektorkopplung zwischen den Netzen (Fraunhofer ISI, 2013)¹⁰

¹⁰ Fraunhofer ISI 2013: Forschung für ein nachhaltiges Strom-Wärme-System - Beiträge zur FVEE-Jahrestagung 2013

2.2 Themenfeld 2: Gebäude und urbanes System

Urbane Ballungsräume beherbergen bei immer noch wachsender Tendenz die Mehrheit der europäischen Bevölkerung und sind Motor der wirtschaftlichen Entwicklung, ein Großteil des Energieverbrauchs und Ausstoßes an Emissionen fällt in Städten an. Zahlreiche globale und regionale Herausforderungen bewirken, dass das Thema Smart Cities auf der Agenda vieler AkteurInnen ganz weit oben steht. Gleichzeitig stehen Städte in einem zunehmenden globalen Wettbewerb um Lebensqualität, Produktivität und Kommunikation und werben dabei um Investitionen und die „klügsten Köpfe“. Innerhalb des Systems „Stadt“ bildet der Gebäudesektor nach wie vor einen der zentralen Ansatzpunkte in Energieszenarien und weist angesichts internationaler energie- und klimapolitischer Zielsetzungen die größten Potenziale zur Verbesserung der Energieeffizienz und der Reduktion treibhausgasrelevanter Emissionen auf.

Die mittel- bis langfristigen Herausforderungen liegen vorrangig in der rascheren Verbreitung erprobter, marktreifer Technologien und Lösungen, welche den Energiebedarf in Wohn- und Dienstleistungsgebäuden drastisch reduzieren. Dazu braucht es Innovationen im Bereich der Sanierung, die neben einer höheren Energieeffizienz auch ökologische (Komfort, Hygiene, Wohlbefinden) und ökonomische Aspekte (Kosteneffizienz, Leistbarkeit, Energiearmut) berücksichtigen und dazu beitragen, die THG-Emissionen in der Stadt (vorrangig im Gebäudebereich) zu senken. Es ist erforderlich, die Multifunktionalität von Gebäuden im zukünftigen Energiesystem – im Zusammen- und Wechselspiel mit anderen städtischen Infrastrukturen – ganzheitlich zu erschließen, um auf zukünftige Entwicklungen (z.B. Demografie, Digitalisierung, Baustoffe) flexibel reagieren zu können.

Es wird davon ausgegangen, dass der Trend hin zu einer immer stärkeren Vernetzung von Gebäuden und den sie versorgenden Infrastrukturen geht. Die Erforschung und Erprobung neuartiger Technologien und Konzepte, die den Energiebedarf reduzieren und die Effizienz der Energieumwandlung und -verteilung steigern, sind neben der dezentralen Energiespeicherung und der lokalen Gewinnung erneuerbarer Energien in Gebäuden, Arealen und Siedlungen von zentraler Bedeutung. Die Untersuchung des Zusammenspiels von Energieverbrauch, dezentraler Energiegewinnung und Netzinfrastrukturen und die Klärung rechtlicher und organisatorischer Fragen in diesem Zusammenhang sollen eine ganzheitlich effiziente und wirtschaftliche Energieversorgung garantieren.

2.3 Themenfeld 3: Industrielle Energiesysteme

Die Industrie ist für einen wesentlichen Anteil des Energieverbrauchs in Österreich verantwortlich. Aus der österreichischen Energiebilanz (Statistik Austria, Mittelwert 2010-2014) ist abzuleiten, dass der produzierende Bereich 29,3 % des nationalen Endenergieverbrauchs beansprucht. Dabei ist zu bemerken, dass die österreichische Industrie zu den energieeffizientesten weltweit gehört und in der Vergangenheit bereits in eine Vielzahl von emissionsmindernden Maßnahmen investiert hat. Zukünftige

Effizienzmaßnahmen stellen somit eine große Herausforderung für die Unternehmen dar und erfordern hohe Investitionen.

Für die Forschung eröffnet sich damit ein äußerst anspruchsvolles Innovationsfeld. In Kooperation mit und anhand der österreichischen Wirtschaft können energetische Herausforderungen der Effizienzsteigerung und Flexibilisierung auf EE-Dargebote im Sinne der Primärenergieeffizienz umfassend identifiziert, gelöst und validiert werden. Gleichermaßen fördert dieses die Konkurrenzkraft heimischer Industriebetriebe und die Exportfähigkeit österreichischer Lösungen für Energiemanagement im Zeitalter von Industrie 4.0.

Die einzelnen Industriezweige betreiben eine Vielzahl unterschiedlicher Prozesse und Verfahren, die teils untereinander kaum vergleichbar sind. Teilweise stellen nur einzelne Unternehmen bestimmte Produkte her bzw. wenden die entsprechenden Produktionsverfahren an. Zukünftiger F&E-Bedarf für Energieoptimierungsmaßnahmen sollte sich letztendlich an den unterschiedlichen Produktionsprozessen ableiten.¹¹

Im produzierenden Gewerbe hat man dem Energieverbrauch oftmals wenig Aufmerksamkeit geschenkt, zum Teil wegen des geringen Anteils an den gesamten Herstellungskosten und zum Teil weil auf den Verbrauch der von Anlagenbauern erworbenen industriellen Anlagen kaum Einfluss bestand. Daneben wird eine Umsetzung durch interne Anforderungen an die Kapitalrückflusszeit von meist weniger als drei Jahren zusätzlich erschwert. Dadurch weist die eingesparte Energie (Negawatt) eine deutlich höhere Kapitallast auf als die erzeugte Energie, da in der Energiebereitstellung Investitionen deutlich länger abgeschrieben werden. Somit existiert kaum eine Marktkraft, die Energieeffizienz und neue Verfahren vorantreibt.

Während der Phase hoher Energiepreise in den Jahren 2008 und 2009 schien sich dies zu ändern. Derzeit ist der Kosten-Nutzen energieverbrauchsreduzierender Projekte bedingt durch die niedrigen Energiepreise geringer. Das Energieeffizienzgesetz hat jedoch wieder das Interesse auf solche Projekte gelenkt, erstens durch verbindliche Audits und zweitens, weil Energieversorger Einsparungsmöglichkeiten bei Ihren KundInnen gesucht haben.

Forschung und Innovation helfen also gleichermaßen den österreichischen Technologieanbietern bei der Entwicklung international konkurrenzfähiger Produkte als auch den Technologienutzern bei Standortsicherung und Produktattraktivität (CleanTec).

2.4 Themenfeld 4: Verkehrs- und Mobilitätssystem

Der Verkehr verursacht seit Längerem kontinuierlich steigende Treibhausgasemissionen. Auf Verkehrsdienstleistungen des gewerblichen Verkehrs, den Betrieb von Kraftfahrzeugen im

¹¹ Um diese unterschiedlichen Zugänge zu Energie und Energieeffizienzsteigerung zu analysieren, hat der Klima- und Energiefonds bereits 2014 einen F&E-Fahrplan für die energieintensive Industrie (Metallindustrie, Chemie und Petrochemie, Sektor Steine und Erden sowie Papier- und Zellstoffindustrie) erarbeiten lassen, der im Frühjahr 2016 um die Bereiche Lebensmittel- und Textilindustrie erweitert wird.

Werkverkehr in anderen Wirtschaftszweigen und den Betrieb von Kraftfahrzeugen durch private Haushalte waren 2012 insgesamt 21,9 % aller Treibhausgase in der EU zurückzuführen (Quelle: EUROSTAT). 1990 waren das noch 15 % (Quelle: EUROSTAT).

2012 wurden in den EU-28 mehr als ein Drittel aller Rohöleinheiten im Verkehr endverbraucht (Quelle: EUROSTAT). Hier zeigt sich die starke Abhängigkeit des Verkehrs von der fossilen Energiequelle Rohöl. Daher ist die Verwendung von alternativen Energieträgern (Strom und Wasserstoff/Methan aus erneuerbaren Energiequellen oder kohlenstoffneutrale Biotreibstoffe) von zentraler Bedeutung für ein nachhaltiges Mobilitätssystem. Der mit fossilen Kraftstoffen betriebene Verbrennungsmotor hat gegenüber alternativen Antrieben einen deutlichen Entwicklungsvorsprung und ist daher sehr ausgereift und effizient. Daher bedarf es eines erhöhten F&E-Aufwandes bedarf, um den Kunden einen ähnlichen Nutzen zu bieten und eine Markteinführung neuer alternativer Antriebe zu erreichen. Die Verfügbarkeit umweltverträglicher Kraftstoffe und die Entwicklung der passenden Antriebe gehen künftig in der Innovationsforschung Hand in Hand. Die begrenzte Verfügbarkeit biogener Kraftstoffe zeigt, dass mittels F&E weitere Ressourcen zur Synthese geeigneter Kohlenwasserstoffe eingebunden werden müssen (z.B. von EE-Strom- über Wasserstoff- EE-Gase und synthetischen Sprit) und gleichzeitig die Verwendung auf Mobilitätsbedürfnisse fokussiert wird, die entsprechend hohe Energiedichten benötigen.

Innovationsbedarf in der Fahrzeugtechnik

Die Steigerung der Energieeffizienz und die verstärkte Nutzung erneuerbarer Energiequellen bei gleichzeitiger Senkung der Schadstoffemissionen stellt die zentrale energietechnologische Herausforderung für die Fahrzeugindustrie dar. Deshalb liegt der Fokus der Anstrengungen auf der Entwicklung hocheffizienter, klimaneutraler innovativer Antriebe, auf der Reduktion des Fahrzeuggewichts durch Leichtbau sowie auf der Optimierung des Fahrzeugbetriebs als Teil eines Gesamtverkehrs mithilfe von Telematik und Fahrzeugelektronik und auf der Optimierung der dafür erforderlichen Infrastruktur. Hierbei kommt der stärkeren Segmentierung des Mobilitätsbedarfes (Kurzstrecke, Langstrecke, urbaner und Überlandverkehr) oder auch Ausnutzung multimodaler Transportsysteme im Zuge der Innovationsstrategien eine zunehmende Bedeutung zu. Österreichs Forschung kann hierbei sowohl die heimischen Transportunternehmen mit Logistik-Vorteilen inspirieren, als auch der heimischen Automotive-Branche Entwicklungsvorsprünge verschaffen.

Nutzungs- und Systeminnovationen

Nach Meinung einiger Mobilitäts- und Zukunftsforscher wie z.B. Stephan Rammler, muss die Innovationsdynamik im Mobilitätsbereich in Zukunft – weg von der traditionellen und noch immer dominanten Lösungsstrategie technologischer Effizienzsteigerung – vermehrt auf suffiziente soziale, organisatorische und kollaborative (also gemeinschaftliche) Handlungsstrategien gelenkt werden. Er weist darauf hin, dass sich in der Vergangenheit Erfindungen im Verkehrsbereich vor allem auf Antriebe und Fahrzeuge beschränkt hätten und diese durch den massiven Auf- und Ausbau von Verkehrsnetzen begleitet wurden, die sie am Markt erfolgreich werden ließen.

Auf dem Weg zu einer nachhaltigen Mobilität werden Produktinnovationen, die nach erhöhter Effizienz streben (wie z.B. elektrifizierte Antriebe), nicht genügen. In einem höheren Ausmaß sind Nutzungsinnovationen und Systeminnovationen im Sinne verkehrsträgerübergreifender Mobilitätskonzepte und sachbereichsübergreifende Lösungsansätze (z.B. Mobilität und Raumentwicklung, Mobilität und Gesundheit) erforderlich, die mobilitätsrelevante Struktur- und Verhaltensänderungen im Kontext neuer Lebensstile und Konsummuster anstoßen und begleiten können. Kommunen und Regionen befinden sich hierbei an den Schlüsselstellen zur Gestaltung intermodaler Mobilitätssysteme. Insbesondere die Verschmelzung von Informations- und Kommunikationstechnik und Fahrzeugen werden hier vollkommen neue Lösungsräume eröffnen.

Neue Anforderungen an die Verkehrsinfrastruktur

Der Klimawandel mit einer Steigerung der Durchschnittstemperatur sowie der Zunahme von Extremwetterereignissen wie Hitzeperioden, Starkregen, geänderten winterlichen Bedingungen und bisher nicht registrierten Windstärken erfordern eine Anpassungsstrategie in der Dimensionierung, im Design und im Betrieb der Verkehrsinfrastruktur.

Da die Verkehrsinfrastruktur überwiegend ein öffentliches Gut ist, wird die Errichtung, der Betrieb, aber auch ihre Instandhaltung und Sanierung über den Lebenszyklus hin meist öffentlich gestaltet und finanziert. Diese Finanzierung stellt für öffentliche Haushalte zunehmend eine Herausforderung dar. Kostenkalkulationen über die Lebensdauer sind daher zum wesentlichen Bestandteil im Betrieb einer Verkehrsinfrastruktur geworden. Eingesetzte Massengüter wie zum Beispiel Zement, Stahl und Bitumen werden zunehmend ressourcenschonend eingesetzt. Erstens mit energieoptimierten Produktionsmethoden und zweitens durch Erhöhung der Recyclingquoten. Weiteres ist durch den zunehmenden Einsatz von elektronischen Systemen ein dezentraler Strom- und Speicherbedarf notwendig. Nachhaltige Quellen und regenerative Energie können hier gewinnbringend eingesetzt werden.

Außerdem erlaubt es der Einsatz von IKT, NutzerInnen in Echtzeit mit Verkehrsinformationen zu versorgen, Verkehrsflüsse zu steuern und Verkehrsnetze zu optimieren (Erhöhung der FahrerInnen- und Verkehrseffizienz bzw. Verkehrssicherheit und Reduzierung der Umweltauswirkungen; vgl. Kölbl, 2015). Es geht daher nicht nur mehr um physische Verkehrsinfrastruktur, sondern auch um intelligente Verkehrssysteme und -dienste, sprich intelligente Infrastruktur und damit verbundenen Nutzungs- und Systeminnovationen.

Wirtschaftswachstum als Treiber für den Luftverkehr

Globales Wirtschaftswachstum und der Zugang zu neuen Märkten eröffnen einerseits neue Chancen für die Anbieter von Verkehrstechnologien und Mobilitätsdienstleistungen. Andererseits gilt es, negative Effekte der zunehmend weltumspannenden Mobilitätsnachfrage auf eine nachhaltige Entwicklung zu vermeiden. Emerging Economies wachsen heute schneller als die führenden Industrienationen. In den schnell wachsenden Schwellenländern – wie vor allem in Asien – entstehen wohlhabende Mittelschichten. Dies in

Kombination mit dem Low Cost Model vieler Carrier, lässt die Bedeutung des Tourismus – und damit die Mobilitätsnachfrage im Oberflächen- und Luftverkehr – weltweit steigen.

Besonders dynamisch entwickelt sich der Luftverkehr seit Jahrzehnten mit einer durchschnittlichen Wachstumsrate von ca. 5 % nach oben. Herstellerprognosen folgend wächst das durch die Beförderung von Passagieren verursachte Luftverkehrsaufkommen auch künftig um ca. 5 % pro Jahr, was einer Verdoppelung der Luftverkehrsleistung innerhalb von 15 Jahren entspricht.

2.5 Themenfeld 5: Umwandlungs- und Speichertechnologien

Langfristig ausgerichtete Forschungsaktivitäten im Themenfeld Umwandlungs- und Speichertechnologien müssen sich der Herausforderung stellen, jene erforderlichen Entwicklungen und Innovationen zu initiieren, welche alle verfügbaren Einzeltechnologien und Energieeffizienzmaßnahmen zu intelligenten und auf die Anwendung angepasste Systeme verbinden, sodass substantiell zum Wandel zu einer umweltverträglichen Energiebereitstellung in Österreich beigetragen werden kann.

In der nachfolgenden Grafik sind die unterschiedlichen Umwandlungs- und Speichertechnologien und deren mögliche Kombinationen in einem komplexen Energiesystem dargestellt.

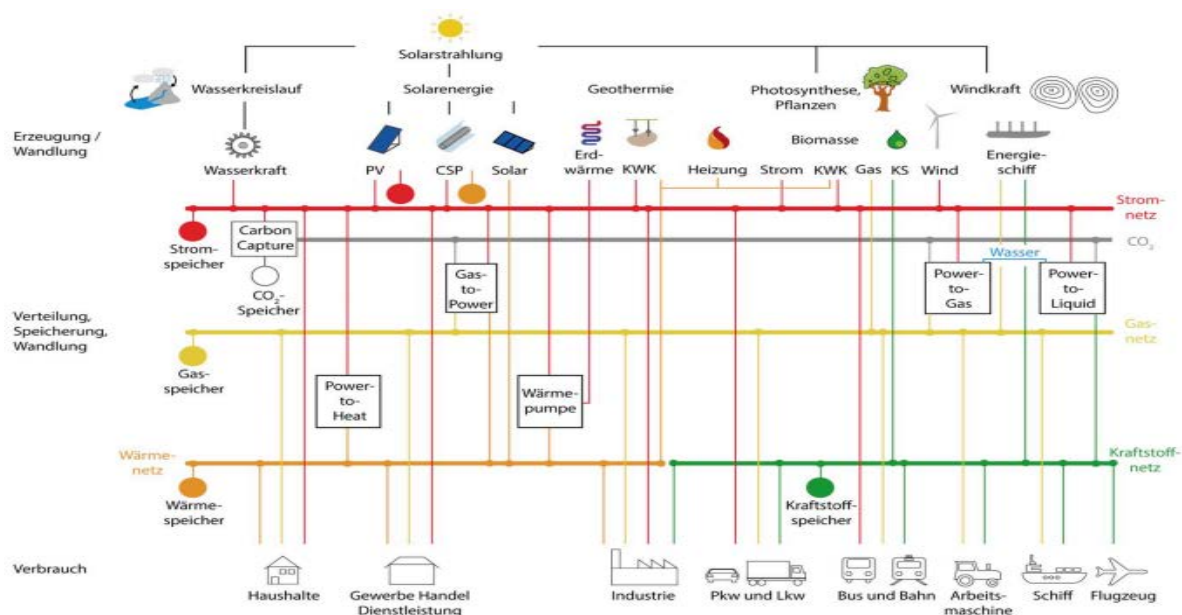


Abbildung 5: Energiespeicher als Kernelement der Sektorkopplung (Sterner 2015)

In der Europäischen Union entfallen rund die Hälfte des Endenergieverbrauchs auf Wärme, gefolgt von 32 %, die den Transportsektor ausmachen und 21 % auf Elektrizität. Es ist zu erwarten, dass sich in Zukunft durch einen steigenden Anteil von Elektromobilität und die Elektrifizierung des Wärmesektors (Power to Heat) das Verhältnis zugunsten der Elektrizität verschieben wird.

Bei Beibehaltung oder dem Ausbau der Energiedienstleistungen ist eine Dekarbonisierung aus derzeitiger Sicht nur durch den konsequenten und raschen Umstieg auf Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energiequellen möglich.

Durch die Volatilität von Sonnen- und Windenergie aber auch von Wasserkraft kommt dabei effizienten Energiespeichern (elektrischen, thermischen, mechanischen wie auch chemischen) eine zentrale Rolle zu.

Wärme und Kälte

Auch wenn durch die oben genannten Veränderungen im Energiesystem und durch eine Verringerung des Wärmebedarfs im Gebäudebereich durch thermische Sanierung sowie hohe Dämmstandards bei Neubauten, Reduktionen des Wärmeanteils am Gesamtenergiebedarf zu erwarten sind, wird der Wärmesektor auch in Zukunft eine zentrale Rolle einnehmen. Sowohl die Industrie, nach einer Prozessoptimierung, als auch der überwiegende Anteil des Gebäudebestandes werden nach der thermischen Sanierung einen erheblichen thermischen Energiebedarf aufweisen.

Im Gegensatz zum Wärmebedarf ist hinsichtlich des Kühlbedarfs zu erwarten, dass dieser aufgrund steigender Komfortansprüche, insbesondere im Servicesektor, steigen wird. Allenfalls wird weltweit auch in Regionen, in denen der Klimawandel zu heißeren Sommern führen wird, der Kühlbedarf zunehmen.

Im Wärmemarkt müssen Bioenergie und Solarthermie schrittweise fossile Energieträger ablösen und insbesondere die Biomasse unter Berücksichtigung der begrenzten Ressourcen ihre Möglichkeiten im Hochtemperaturwärmebereich ausbauen.

Auch die Nutzung von tiefer Geothermie kann zur Reduktion des fossilen Primärenergiebedarfs und von klimarelevanten Treibhausgasen (THG) einen Beitrag leisten. Die Energiebereitstellung aus tiefer Geothermie ist kontinuierlich und bedarfsgerecht möglich. Geothermale Energie ist grundlastfähig und stellt damit eine Ergänzung zu fluktuierenden erneuerbaren Energien dar. Dies gilt sowohl für die Wärme- (mittels Wärmetauscher zur Fernwärmeversorgung) als auch für die Stromerzeugung (z.B. mittels ORC-Prozess).

Wärmepumpen sind nicht nur im Wohnbereich zur Beheizung und Warmwasseraufbereitung einsetzbar, sondern können auch zur signifikanten Senkung des Primärenergieverbrauchs in Gewerbe und Industrie sowie im mobilen Bereich zur energieeffizienten Beheizung elektrifizierter Fahrzeuge eingesetzt werden.

Elektrizität

Beim angestrebten Ausstieg des Elektrizitätssektors aus fossilen Energien, müssen Wasserkraft, Photovoltaik und Windenergie eine Schlüsselrolle einnehmen. Wasserkraft leistet darüber hinaus einen wesentlichen Beitrag für die Bereitstellung von Ausgleichs- und Regenergie im österreichischen und europäischen Strommarkt.

Mobilität

Brennstoffzellen werden in Zukunft eine wesentliche Rolle in Fahrzeugen spielen. Da zum Betrieb hochreiner Wasserstoff als Brennstoff erforderlich ist, ist ein durchschlagender Erfolg am Markt stark mit anderen Forschungsthemen (Wasserstoffherstellung, Speicherung etc.) verknüpft.

Biotreibstoffe und synthetische Kraftstoffe (Synfuels) werden neben der Elektromobilität in Zukunft auch bei einem maßgeblichen Umbau der Mobilitätssysteme für die Bereiche Schwertransporte und Flugverkehr benötigt und müssen daher weiter im Forschungsfokus bleiben.

Speichertechnologien

Mit dem wachsenden Anteil der erneuerbaren Energien in der Energieversorgung werden Energiespeicher für Strom und Wärme immer bedeutsamer.

Soll der Strombedarf bis 2050 komplett mit Strom aus Wasserkraft, Sonne, Wind und Biomasse gedeckt werden, müssen die wachsenden Mengen an Solar- und Windstrom für nachts oder windschwache Zeiten gespeichert werden. Wird der Strom vor der Speicherung umgewandelt, zum Beispiel in Wasserstoff oder andere chemische Energieträger, besteht neben der Wiederverstromung überdies die Möglichkeit zur Nutzung der Energie in anderen energiewirtschaftlichen Sektoren und damit zur dringend benötigten Kopplung der verschiedenen Sektoren.

Wärme-/Kältespeicher übernehmen bereits im aktuellen Energiesystem eine Vielzahl von Aufgaben. Die Einsatzgebiete reichen dabei vom Gebäudesektor, über netzgebundene Wärmeversorgungsanlagen bis hin zu Industrieanwendungen. Im Vordergrund des Einsatzes stehen dabei die Aspekte Energieeffizienzsteigerung, die Erhöhung des Anteils (fluktuierender) erneuerbarer Wärme und die Verbesserung der Wirtschaftlichkeit von Energiesystemen.

Technologisch dominieren Niedertemperaturspeicher mit Wasser als Speichermedium (überwiegend bis 100° C bzw. als Druck- bzw. als Dampfspeicher bis 250° C) aber auch Feststoffspeicher (z.B. Beton, Keramik, Natursteine, Sand) kommen sowohl im Niedertemperaturbereich (bis 500° C) als auch im Hochtemperaturbereich (größer 500° C) zum Einsatz. Spezifische Technologien und Konzepte wie beispielsweise Kältespeicher, Eisspeicher, Erdspeicher, etc. runden die aktuellen Speicheranwendungen ab.

Zukünftig wird der Bedarf an Energiespeichern erheblich zunehmen, was insbesondere auf das nicht-kontinuierliche Angebot der verstärkt zum Einsatz kommenden erneuerbaren Energieträger zurückgeführt werden kann. Wärme-/Kältespeicher werden in einem nachhaltigen Energiesystem eine zentrale Rolle einnehmen, die einerseits auf dem hohen Anteil des Wärmebedarfs am gesamten österreichischen Endenergiebedarf (rund 50 %) und andererseits auf die wesentlich kostengünstigere Speichermöglichkeit von Wärme im Vergleich zu elektrischem Strom zurückzuführen ist.

Da es mehreren österreichischen Forschungsinstituten in Zusammenarbeit mit Unternehmen in den vergangenen Jahren gelungen ist, im Bereich der thermischen Speicher zusammen mit einigen Instituten in Deutschland und den Niederlanden eine führende Rolle in Europa einzunehmen, wäre es wünschenswert diese Position weiter auszubauen. Hier gilt es die Stärken der F&E Einrichtungen und der Anlagenbauunternehmen zu verstärken und das große Potenzial auch hinsichtlich des Exports von Speichertechnologie zu nutzen.

2.6 Themenfeld 6: Transitionsprozesse und soziale Innovation

Eine Transition zu Nachhaltigkeit erfordert im Alltagsleben, in Agrar- und Industrieproduktion, Dienstleistungen und Mobilität u.a. eine deutliche Reduktion des Energieverbrauchs, die sowohl durch eine starke Steigerung der Energieproduktivität, als auch durch Verhaltensänderungen erreicht werden kann. Daneben weisen jedoch gesellschaftliche Strukturen, Verhaltensmuster und Prozesse mit Auswirkungen auf die Energienachfrage – von privaten Haushalten über Firmen, öffentliche Einrichtungen bis zum Gesamtstaat – ein außerordentlich hohes Beharrungsvermögen auf. Dieses zu beeinflussen und zu überwinden ist eine Funktion sozialer Innovationen, die wie folgt definiert werden: Soziale Innovationen sind neue Praktiken des Handelns zur Gestaltung von Lebens- und Arbeitsbedingungen. Das Kriterium, eine soziale Idee zu einer sozialen Innovation zu machen, ist ihre Akzeptanz, Implementierung und praktische Anwendung durch die betroffenen Individuen, Gruppen oder Organisationen. Erst wenn konkrete Wirkungen in Teilen oder (selten) der Gesamtheit einer Gesellschaft feststellbar sind, kann von sozialer Innovation gesprochen werden.

Sehr beharrend ist das bestehende sozio-ökonomische System nicht zuletzt, weil die Beurteilung von ökonomischer Aktivität und Erfolg vor allem auf Wirtschaftswachstum als Indikator für Prosperität einer Volkswirtschaft beruht. Dabei geht es weitgehend um die Messung der Produktion von auf Märkten ausgetauschten Gütern und Dienstleistungen in einer bestimmten Zeitperiode. Dieses ökonomische Paradigma geht mit einem dominanten sozialen System einher, das vor allem auf materiellen Konsum und Überfluss als Grundlage für Wohlbefinden abzielt, dabei gilt der Umgang mit verschiedenen Formen von Knappheit als zentrales Motiv für wirtschaftliches Handeln.

Der Themenbereich „Transitionsprozesse und soziale Innovationen“ ist eine Querschnittsmaterie in Verbindung mit den anderen Themenschwerpunkten und dient vor allem zur Entwicklung von Grundlagen, Konzepten und Strategien für systemische Veränderungen in Wirtschaft und Gesellschaft, deren Ziel es ist, die eingeleitete Energiewende zu beschleunigen und den Klimawandel auf ein beherrschbares Ausmaß zu begrenzen. So klar sich die Zielsetzungen notwendiger Veränderungen aus der naturwissenschaftlichen Forschung ableiten lassen, so unzureichend sind bisher die Forschung, Analysemethoden und -instrumente zu Transitionsprozessen und sozialen Innovationen. Wenig Hoffnung kann dabei etwa in Entwicklungsprozesse gesetzt werden, die

an vorherrschenden Strukturen und dem Wachstumsparadigma mit einer bloß verstärkten ökologischen Komponente festhalten (green growth).¹²

Eine sozio-ökonomische Systemänderung, die den Anforderungen einer Begrenzung des Temperaturanstiegs mit 1,5° C bzw. 2° C entspricht, kann weder allein durch verbesserte Technologien, noch nur durch inkrementelle Innovationen erreicht werden. Es ist gerade die Systemdimension, welche die Auseinandersetzung mit Transitionsprozessen erfordert. Technologische Innovationen und Potenzialanalysen für eine Veränderung im Energiesystem sind in vielen Bereichen bereits weit fortgeschritten. In einer singulären Betrachtung, und insbesondere ohne sie in den sozio-ökonomischen Kontext zu stellen, können sie aber nur einen recht limitierten Beitrag zur Zielerreichung leisten. Generell können Herausforderungen dieses Ausmaßes nicht allein durch Optimierung und Identifizierung von lokalen Optima adressiert werden, die sich weiterhin auf fossile Energieträger und globale Wertschöpfungsketten fokussieren.

¹² Dabei ist Klimawandel im Kontext einer Welt mit persistenten Problemen zu sehen: Die Stagnation des Wirtschaftswachstums führt zu Entlassungen, Betriebsschließungen und Unsicherheiten über die zukünftige wirtschaftliche Entwicklung. Hinzu kommen weiterhin Hunger in vielen (Welt-)Regionen, wachsende Armut auch in reichen Metropolen - verschärft durch zunehmende Migration, weil immer mehr Menschen in ihrer Heimat nicht mehr (über-)leben können. Daraus resultieren Krisen gesellschaftlicher Integration durch soziale Spaltungen sowie die Wahrnehmung steigender Unsicherheit und Gefährdung der Erfüllung von Grundbedürfnissen (Ernährung, Sicherheit, Energie, Wasser und sonstige Ressourcen).

3 Leitlinien der Energieforschung

Die Anpassung und zukünftige Ausrichtung der Energieforschung an die beschriebenen Herausforderungen zeichnet sich durch eine integrative Perspektive aus, die nicht allein auf Einzeltechnologien, sondern eine systemische Herangehensweise abstellt. Dabei werden Energietechnologien (Themenfeld 5) in 4 zentralen Innovationssystemen genutzt (Themenfelder 1-4). Zusätzlich zu technologischen Veränderungen sollen Potenziale und Methoden zu Verhaltensänderungen erforscht werden im Sinne einer sozialökologischen Transition zu Nachhaltigkeit (Themenfeld 6).

Technologieentwicklung, Anpassung von Markt- und Rechtsrahmen sowie Veränderungen in den Rollen und der Interaktion der Akteure sind untrennbar miteinander verbunden und erfordern entsprechende ganzheitlich ausgerichtete und multidimensionale Innovationsstrategien.

a) Drei Ebenen Forschungsmodell zur Einbeziehung technischer, sozio-ökonomischer und sozio-technischer Fragestellungen

Die Entwicklung muss also auf folgenden drei Ebenen vorangebracht werden:

Akteure / Akzeptanz – erreichen; „Warum machen wir es bzw. warum machen wir es nicht?“

Auf dieser Ebene geht es um die Frage der Überwindung von Barrieren und der breiten Annahme und Anwendung. Forschungsgegenstand sind Menschen, Stakeholder, soziale Gruppen, Organisationen. Typische Themen wären Innovation und Transition, Akzeptanz, Interaktion von Prosumern, Schulung und Ausbildung, Policy, Menschliches Verhalten, Methoden zur Entwicklung von Geschäftsmodellen, Privacy.

Marktplatz – gestalten; „Wie organisieren wir es?“

Auf dieser Ebene geht es darum, Lösungen für die Teilnehmer am Energiemarkt zu entwickeln, die es ihnen ermöglichen, die erforderlichen Ressourcen einsetzen zu können und in den sich verändernden Marktstrukturen auch über nationale Grenzen hinweg teilnehmen und bestehen zu können. Forschungsgegenstand sind Märkte, Güter und Dienstleistungen. Typische Fragestellungen wären wirtschaftliche Erschließung von Flexibilitäten, Einzelhandelsmarkt und Schnittstellen, Demand Side Management, Prosumer und Pro-user Interaktion, Integration von lokalen und überregionalen Märkten, ökonomische Aspekte des nachbarschaftlichen Energieaustauschs, Standards, Abbau von Barrieren zwischen Ländern.

Technologie – ermöglichen; „Welche Technologien brauchen wir?“

Auf dieser Ebene geht es darum, innovative technologische Konzepte zu entwickeln, diese zu testen und zu validieren und sie bis zur Marktreife zu entwickeln. Forschungsgegenstand sind Technologien für Energieinfrastrukturen, Energiesysteme und Netze. Typische Themen wären Systemplanung und -betrieb, Integration erneuerbarer Energien, Energiespeicher,

Integration von lokalen, regionalen und überregionalen Netzen und Aspekte des nachbarschaftlichen Energieaustauschs.

b) Entwicklung von Innovationsregionen zur breiten Akteurseinbindung

Da es sich beim Umbau unserer Energiesysteme um tiefgreifende und umfassende Änderungen in einer der Grundlagen unseres Wirtschafts- und Gesellschaftssystems handelt, müssen neue Lösungen vor ihrer breiten Einführung umfassend getestet werden, und zwar weit über die technischen Piloten hinaus entlang der gesamten Wertschöpfungskette. Es sollen Umsetzungsaspekte von Technologien oder Geschäftsprozessen sowie deren Wirkung in einem Gesamtsystem behandelt werden. Dafür sollen in interdisziplinärer und transsektoraler Zusammenarbeit aller relevanten Akteure passende Testumgebungen in Form von Reallabors geschaffen werden. Unter anderem sollen Rückschlüsse für die geeignete Gestaltung des institutionellen Rahmens abgeleitet und Hinweise für noch notwendige Grundlagenstudien gegeben werden können. Innerhalb von Regions- oder Systemgrenzen des Reallabors könnten im Idealfall einzelne Designparameter gegenüber aktuell herrschenden organisatorischen, ökonomisch-rechtlichen Bedingungen (Spielregeln) abweichen und somit mögliche künftige Zustände simuliert werden. Eine Innovationsregion sollte eine systembezogene aber auch politische und für internationale Maßstäbe wahrnehmbare Größe haben, um Aspekte der Systemintegration tatsächlich testen zu können und darüber hinaus eine gewisse Breitenwirkung und Wahrnehmbarkeit zu erreichen. In Vorbereitung auf eine künftige Einführung (Roll out) sollen Transferpotenziale (Blaupause) aus den Innovationsregionen auf eine flächendeckende, massentaugliche Implementierung gegenüber regionalspezifischen Optimierungsfragen im Vordergrund stehen.

c) Aufbau internationale Technologiekooperationen im Hinblick auf die Mitgestaltung und Partizipation an der europäischen Energieunion sowie die Erschließung zukünftiger Exportmärkte

Transnationale Kooperationen spielen bei der Entwicklung der zukünftigen Systemlösungen in mehrerer Hinsicht eine wichtige Rolle. Aufgrund der internationalen Verflochtenheit von Energie-, Technologie- und Dienstleistungsmärkten kann der grundlegende Wandel in den Energiesystemen nur in der internationalen Zusammenarbeit gelingen. Ein intensiver Wissensaustausch kann dazu beitragen, die Effizienz der österreichischen Entwicklungen sicherzustellen und eine gewisse Spezialisierung und bewusste Positionierung der österreichischen Beiträge vorzunehmen. Darüber hinaus werden die Mitgestaltung der zukünftigen Rahmenbedingungen in der europäischen Energieunion und die Partizipation an der damit angestrebten wirtschaftlichen Prosperität möglich. Die wirtschaftliche Verwertung (Kooperationsvorsprung, Patente, Leitanbieter-Renommee, System-Kompetenz) sollte im Sinne österreichischer Standortpolitik offensiv betrieben werden. Für Technologie- und Dienstleistungsanbieter muss der Zugang zu größeren Märkten geöffnet werden. Durch gezielte Zusammenarbeit mit potentiellen Exportländern können attraktive Angebote unter Berücksichtigung österreichischer Stärkefelder und von Synergien mit dem eigenen Entwicklungsbedarf maßgeschneidert werden.

Die bereits etablierten Plattformen im Rahmen der Programme der internationalen Energieagentur (z.B. IEA-Forschungskooperation, ISGAN¹³) und der transnationalen Kooperation im europäischen Forschungsraum (z.B. EERA Joint Programmes¹⁴, ERA-Net¹⁵) stellen dafür eine gute Ausgangsbasis dar. Darauf aufbauend sollten spezifische bilaterale Kooperationen mit hohem Potential und Relevanz für Österreich intensiviert werden.

3.1 Themenfeld 1: Energiesysteme und -netze

3.1.1 Allgemeine Zielsetzungen und Strategien

Im hier unterlegten ganzheitlichen Systemverständnis soll die physikalische Energiewelt in ihren Sektoren und dazugehörigen Infrastrukturen (Netzen) Strom, Wärme und Mobilität zusammengeführt werden (**Konvergenz**), gemeinsam mit der ökonomisch-organisatorischen Dimension entwickelt werden (**Transformation**) auf den verschiedenen zellularen, dezentralen, zentralen und internationalen Ebenen harmonisiert werden (**Kohärenz**). Die Digitalisierung wird dabei zum Schlüssel für Vernetzung, Beherrschung komplexer Steuerungsprozesse und Datenverfügbarkeit (smart Data) für die Geschäftsmodellentwicklungen.

Die beabsichtigten innovationspolitischen Effekte sind eine gegenseitige Verstärkung von Technologieentwicklung, Marktreifung und Einführung sowie der Stärkung von gemeinsamer Wettbewerbsfähigkeit österreichischer Unternehmen und Forschungsinstituten. Einerseits wird die Weiterentwicklung eines nachhaltigen Energiesystems in Österreich angestrebt (Fokus sauberes, bezahlbares, sicheres Energieversorgungssystem), andererseits sollen Smart Grids-Lösungen Enabler für österreichische Technologien auf dem Weltmarkt werden (Fokus Frontrunner in der Forschung, Entwicklung Österreich als Engineering Standort, Pole Position für österreichische Technologieanbieter auf europäischen und Weltmärkten).

Leitziele zur Entwicklung intelligenter und zukunftsfähiger Energiesysteme und -netze

Im Detail sollen die zu entwickelnden Technologien und Lösungen folgenden Zielsetzungen dienen: Das Österreichische Energiesystem fungiert dabei als Reallabor und Leitmarkt,

- Technologie integrieren & Infrastruktur(potenzial) ausschöpfen: Herstellung der Zugänglichkeit und bestmöglichen Integration neuer Akteure und Technologien (Erzeugung, Speicherung, Systembetrieb, Verbrauch, neue Energie- und Informationsdienstleistungen, Elektromobilität, etc.). Im Zentrum steht dabei die Integration erneuerbarer und zunehmend fluktuierender Energien – sowohl technisch (Netzintegration) als auch in der Anwendung (Marktintegration)
- Flexibilität erschließen: Erhöhung der Flexibilität zur Erfüllung der zukünftigen Anforderungen des Systembetriebs sowie der verschiedenen Nutzergruppen (Erzeugung, Handel, Endverbraucher, ...) mit besonderem Augenmerk auf die

¹³ International Smart Grid Action Network

¹⁴ European Energy Research Alliance

¹⁵ European Research Area

verstärkte Orientierung der Energienachfrage am Dargebot und die optimale System-Integration (fluktuierender) erneuerbarer Energien.

- Spartenübergreifend optimieren: Optimierung der Energieversorgungssysteme im Sinne der Gesamtsystemgestaltung (geringer Verbrauch an nicht erneuerbaren Ressourcen, hohe Energieeffizienz von Komponenten und Systemen, Optimierung der Nutzung vorhandener und neuer Energie- und IKT-Infrastruktur in Planung, Errichtung und Betrieb)
- Versorgung sichern: Sicherstellung einer zuverlässigen Energieversorgung durch aktive Gestaltung von Sicherheitsaspekten als integraler Designparameter (Safety, Security, Privacy). Verbesserung bzgl. der Resilienz und Qualität der Versorgung (inkl. Verbraucherschutz/Datenschutz)
- Mehrwerte schaffen: Ermöglichung neuer smarterer Dienstleistungen durch sichere IKT Kommunikation und durch die Verfügbarkeit zusätzlicher Daten (integrierte Energie- und Informationsdienstleistungen wie Smart Metering, Smart Charging, Smart Home, Beleuchtungsmanagement, Energieberatungsdienstleistungen, Demand Side Management, Demand Response, Virtuelle Kraftwerke...)
- Verantwortung dezentralisieren: Ermöglichung von Energie-Regionen wie Smart Cities und smarte (ländliche) Regionen mit Eigenverantwortung für ihre nachhaltige Energieversorgung und mit einer Arbeitsteilung für den überregionalen Energieaustausch.
- Randbedingung: Anpassung an sich ändernde Anforderungen im liberalisierten Markt (neue Entwicklungen: zunehmende Informatisierung, Vernetzung, Dezentralisierung, Automatisierung), Berücksichtigung verschiedener Bedarfe und ggf. Zielkonflikte (Verteilungsgerechtigkeit, Liberalisierung Energiemarkt)

3.1.2 Thematische Schwerpunkte

1. Weiterentwicklung von Netztechnologien, Systemkomponenten und Teilkonzepten

- Dynamisch-verknüpfte Infrastruktur als Garant für Versorgungsqualität.
- Zuverlässige Energieaustausch-Prozesse bilden die Existenzgrundlage unseres Energie- und damit Wirtschaftssystems. Die Anpassung der grundlegenden Netz- und System-Infrastrukturen in der Netztiefe bis zum Netzrand (Anschluss) ist erforderlich, um sich schrittweise auf entstehende Dezentralisierungs-Anforderungen einzustellen. Als wichtigste Themen wären zu nennen:
 - Umbau und Konvergenz der Netzinfrastrukturen (Entwicklung von Komponenten, Planungstools, Betriebs- und Steuerungslösungen für Elektrizitätsnetze, leitungsggebundene Wärme- und Kälteversorgung, Gasnetze; Power-to-Heat, Power-to-Cold und Power-to-Mobility, Power to Gas; Microgrids, Gleichstromnetze, etc.)
 - Gestaltung der Schnittstellen zu den NutzerInnen der Infrastrukturen

2. Entwicklung domänenübergreifender Integrationsprozesse, Erforschung der Systemeigenschaften, Entwicklung und Erprobung von spartenübergreifend integrierten Energieinfrastrukturen unter besonderer Berücksichtigung raumspezifischer und struktureller Gegebenheiten

Derzeit werden die verschiedenen Energienetze (Strom, Wärme/Kälte, Gas) noch weitgehend getrennt betrieben und die Energieströme über entkoppelte Märkte organisiert, obwohl die Notwendigkeit einer stärkeren Integration bereits erkannt wird. In Hybridnetzen kann Energie in ihrer aktuellen Form verbraucht, gespeichert oder transportiert oder aber über eine Konversion in eine andere Energieform umgewandelt werden, in der sie wiederum verbraucht, gespeichert oder transportiert werden kann. Diese vor dem Hintergrund der Primärenergieeffizienz richtigen Übergänge zwischen verschiedenen Energieformen in verschiedenen Energiesystemen lassen sich nur realisieren, wenn auch die marktlich-rechtlichen Rahmenbedingungen dieses ökonomisch-sinnvolles Handeln ermöglichen. Folgende zentrale Themen sind zu nennen:

- Optimierung der Energieinfrastrukturen aus technischer, energiewirtschaftlicher, volkswirtschaftlicher und Kunden-Sicht
- Untersuchung der Konsequenzen des unterschiedlichen Systemdesigns von Strom-/Erdgas- (reguliert, entbündelt) sowie dem Wärmesektor (unreguliert bzw. durch kommunale Verordnung festgelegt). Die Innovationsforschung kann hier neue Wege aufzeigen und die Chance der Digitalisierung konkretisieren.
- Beitrag von Hybridsystemen zur (betriebswirtschaftlich rentablen) Erhaltung von Netzen und zur Gewährleistung der Versorgungssicherheit, indem frei werdende Kapazitäten (durch rückgängige Nachfrage) in bestehenden Infrastrukturnetzen (z.B. Fernwärmenetz) in Hybridsysteme integriert werden.
- Beforschung von Barrieren (Umlage und Subventionskulissen, Markt- und Regulierungsmaßnahmen zur domänenübergreifenden Harmonisierung von Preisgefügen als volks-, regional-, betriebswirtschaftlich sinnvolle Führungsgrößen in der Energiewende, Anpassung von Markt- und Regulierungsdesign
- Identifikation von Energieraumtypen aufgrund charakteristischer Raumstrukturen (z.B. aufgrund typischer Energieverbrauchsstrukturen oder Eignung zur Energieerzeugung), Beschreibung von optimalen Entwicklungsleitbildern für Energieinfrastruktur

3. Weiterentwicklung der Elektrizitätssysteme unter besonderer Berücksichtigung dezentraler und zellulärer Ansätze

Die Steuerungs- und Ausgleichsprozesse zur Integration erneuerbarer Erzeugung und zunehmend fluktuierender Lasten (Elektromobilität, Wärmepumpen etc.) können dank moderner IKT-Infrastruktur zur Reduzierung von Komplexität und Sicherheitsrisiken zunehmend dezentral organisiert werden. Nach dem Prinzip der Subsidiarität werden dabei Ausgleichsprozesse zunächst auf unteren Ebenen organisiert, ggf. teilautomatisiert. Verbleibende Ausgleichsaufgaben werden dann jeweils auf nächst höherer Ebene geregelt. Diese zellulären Ansätze sind nicht zu verwechseln mit Inselösungen, in denen Autarkie

innerhalb enger Systemgrenzen angestrebt wird. Das Prinzip der Zellulären-Ansätze verfolgt eher hierarchisch aufgebaute Kaskadenlösungen. Dezentrale Ausgleichsmechanismen greifen dabei auf verteilt verfügbare Flexibilitäten zurück. Die Frage, wie diese Flexibilitäten „knotenscharf“ mobilisiert werden können („Das richtige zur richtigen Zeit an den richtigen Platz mit den geeigneten Preissignalen“), gehört zu den komplexen technisch-ökonomischen Herausforderungen für anstehende Forschungsfragen.

- Zelluläre Netze, subsidiäre Netze, Ausgleichsprozesse auf verschiedenen Netzebenen, Regionalisierung von Systemdienstleistungen, Fractal Grid
- Erschließung von Flexibilitäten / regionalen Systemdienstleistungen
- Entwicklung von Plattformen für von Konsumenten getriebene lokale Märkte (Forschungsfrage zu Ausprägungsvarianten und staatlichen Lenkungsbedarf)

4. Umgestaltung der Wärme und Gasnetze

- Erschließung geeigneter klimafreundlicher erneuerbarer Ressourcen
- Differenziertes Netzmanagement bei Umgang mit heterogenen Einspeisequalitäten (Temperaturen, Gasgemischen, Druckstufen etc.) und bidirektionalen Transportanforderungen und Speicherfunktionen
- Diversifizierung von Ausspeiseprodukten entsprechend von Kundenbedürfnissen (grüne Energieservices, Kälte, Mobilität etc.)
- Aufbau einer Tank- und Ladestellen-Infrastruktur zur Bereitstellung erneuerbarer Energieträger (Strom, Wasserstoff, Methan) für eine nachhaltige Mobilität

5. Schaffung von Innovationsumgebungen zur Nutzerintegration / Entwicklung von technologiebezogenen (u.a. digitalen) Energiedienstleistungen

Neue Akteure als Chance für Innovation und Wertschöpfung. Nutzerintegration wird angesichts der exponentiell steigenden Zahl der Energieakteure (Erzeuger, Flexibilitätsgeber, Aggregatoren, Prosumer, Dienstleister) zur Schlüsselkompetenz in der Gestaltung künftiger erfolgreicher Energiesysteme. Innovationsforschung kann hier die Wirkungszusammenhänge verdeutlichen:

- wie für die Entwicklung und Erweiterung neuer B2B-Geschäftsmodelle (smarte Services) ist die Gestaltung ausgewogener Wertschöpfungsteilhaber zwischen etablierten und neuen Wirtschaftsakteuren erfolgsentscheidend ist.
- wie für die Entwicklung von B2C-Konzepten zur Einbeziehung von BürgerInnen, KonsumentInnen und VerbraucherInnen in die angestrebten Systemlösungen die Sichtbarmachung des Nutzens durch das Angebot konkreter Dienstleistungen gelingen.
- wie für eine effektive und marktbasierende Interaktion aller Akteure in den zukünftigen Energiesystemen die Entwicklung entsprechender technologiebasierter (zunehmend digitaler, datenbasierter) Services und Geschäftsprozesse erforderlich ist.

Für all diese Forschungsfragen und Entwicklungen müssen Innovations-Ökosysteme geschaffen werden, in denen potentieller Nachfrager mit potentiellen Entwicklern und

Anbietern in Co-Creation Prozessen zusammenarbeiten um entsprechend Angebote zu entwickeln, die sowohl attraktiv und auf die Bedürfnisse der unterschiedlichen Zielgruppen abgestimmt sein müssen als auch darüber hinaus Anforderungen der Systemdienlichkeit erfüllen müssen. So kann einerseits die zur Bewältigung der komplexen Aufgabenstellungen erforderliche Zusammenarbeit von Akteuren unterschiedlicher Kompetenzen (Energiewirtschaft, IKT, Betriebswirtschaft und Marketing, Rechtsexpertise, Lizenzen, Methodik für Partizipationsprozesse, etc.) ermöglicht werden. Andererseits können unter den gegebenen lokalen Rahmenbedingungen einer sich erst entwickelnden Nachfrage Chancen für heimische Akteure auf den globalen und voraussichtlich rasch wachsenden Märkten eröffnet werden. Prozessforschung und Analyse der Rückwirkungen unterschiedlicher Rahmenbedingungen auf die Umsetzbarkeit von Innovationen.

- Schaffung der Datenzugänglichkeit für Entwicklungs- und Pilotinitiativen in Kooperation mit den Bereitstellern künftiger IKT-Infrastrukturen
- Schaffung von Akteursplattformen zur Entwicklung von (digitalen) Geschäftsprozessen, die allen Wirtschaftsakteuren (auch aus anderen Branchen und inkl. der Verbraucher) Zugänge zu den Wertschöpfungsketten ermöglichen
- Entwicklung von Kooperations-Formaten, die die Teilnahme von KMUs und Start-Ups ermöglichen
- Entwicklung von Co-Creation- und Partizipationsmodellen für BürgerInnen, Kommunen, Energieregionen, Liegenschaften, Peergroups, Virtuellen Energiegemeinschaften etc.

3.2 Themenfeld 2: Gebäude und urbanes System

3.2.1 Allgemeine Zielsetzungen und Strategien

Die konsequente Ausrichtung der Energieforschung im Bereich „Gebäude und urbanes System“ beinhaltet vorrangig Ziele und Strategien zur Effizienzsteigerung und zur Reduktion des Energieverbrauchs im **Gebäudebestand**. Um dies zu erreichen, müssen standardisierte Technologien und Konzepte entwickelt werden, die eine intelligente Bereitstellung, Nutzung und Speicherung von Energie in Gebäuden unter Berücksichtigung von Synergie- und Austauschmöglichkeiten mit Versorgungsnetzen anstreben (Energiemanagement im Smart building / community). Generell gilt es, das Kosten-Nutzen-Verhältnis von zusätzlichen Energieeffizienzmaßnahmen im Vergleich zur Nutzung erneuerbarer Energien in Abhängigkeit zu setzen im neuen Verständnis von Primärenergie-Effizienz.

Im **Neubau** ist eine Anpassung des Energieverbrauchs von Gebäuden und Gebäudeverbänden an die künftige Energieerzeugung, vorrangig aus erneuerbaren Energieträgern, von zentraler Bedeutung. Unter dem Begriff der „**Energie-Flexibilität**“¹⁶ von Gebäuden versteht man die Anpassungsfähigkeit der Gebäude, auf das gerade zur Verfügung stehende Energieangebot intelligent zu reagieren, um Lastspitzen zu verschieben

¹⁶ Vgl. IEA EBC Annex 67 – Energieflexible Gebäude

und den Speicherbedarf zu senken. Mit dem zunehmenden Ausbau erneuerbarer Energien und der Dezentralisierung des Energiesystems nimmt daher die Bedeutung eines **intelligenten Energiemanagements**, bestehend aus Erzeugung, Verteilung, Speicherung und Verbrauch, zu. Mit der Betrachtung ganzer **Quartiere und Areale** anstelle von Einzelgebäuden soll die Gesamteffizienz erhöht werden, indem Synergien zwischen Gebäudeeinheiten genutzt und die Investitionskosten gesenkt werden. Die Frage der gesamten Planung und auch das Management eines Stadtteils oder ganzer Städte gewinnt vor dem Hintergrund der Energietransition und oben angeführter Trends und Treiber zunehmend an Bedeutung, welche eine integrale, lebenszyklusorientierte Herangehensweise (siehe dazu auch Themenfeld 6) erfordert. Obwohl die technischen Voraussetzungen heute bereits vorhanden sind, fehlt es an attraktiven Rahmenbedingungen und notwendigen Geschäftsmodellen. Um dieses Potenzial ausschöpfen zu können, sollen der Entwicklungsprozess von der Planung bis hin zur Umsetzung gebäudeübergreifender Energielösungen beleuchtet bzw. rechtliche und organisatorische Fragestellungen geklärt werden.

Im **Jahr 2050** soll der Gebäudebestand in Österreich, über den gesamten Lebenszyklus betrachtet, keine treibhausgasrelevanten Emissionen (klimaneutral) aufweisen und energieeffizient betrieben werden. Das Gebäude wird vom Energieverbraucher zum dezentralen Kraftwerk und trägt zum lokalen Ausgleich der thermischen und elektrischen Energieprozesse (Erzeugung und Nachfrage) sektorübergreifend bei. Neue Siedlungskonzepte, die neuartige Wohn- und Arbeitsmodelle befördern sowie ihre möglichen Auswirkungen auf den Energie- und Ressourcenverbrauch aufzeigen, tragen maßgeblich zur Steigerung der Wohn- und Lebensqualität bei.

3.2.2 Thematische Schwerpunkte

Die folgende Auswahl an Forschungsthemen zu „Gebäude und urbanes System“ umfassen alle Bereiche des Innovationszyklus, von der Grundlagenforschung bis hin zu praxisnahen Umsetzung in Demonstrationsgebäuden und -siedlungen inklusive eines begleitenden Monitorings und Dissemination, z.B. Verbreitung der „lessons learned“:

Innovative Sanierungskonzepte und -strategien

- Verfahren und Technologien für die nachhaltige Sanierung (z.B. vorgefertigte Fassadensysteme, Lösungen zur energieoptimierten Aufstockung und Nachverdichtung, Konzepte für die „bewohnte Sanierung“, Energieoptimierungsmodelle für Gebäude unter Denkmalschutz)
- Grundlagen zur Verbesserung der Nutzungsflexibilität bei umfassenden Sanierungen
- Strategien und Konzepte zur Reduktion des Gasverbrauchs und Umstieg auf Erneuerbare im Gebäudebestand (z.B. in Gründerzeitgebäuden)
- Nutzung regionaler Abwärme für den Gebäudebestand (Technologien, Systeme, Konzepte)
- Entwicklung intelligenter (smarter) stromgeführter Wärmeerzeugungssysteme
- Möglichkeiten bauteilaktiver Gebäudeelemente für die umfassende Sanierung

Energieorientierte Planungstools und -werkzeuge

- Entwicklung und Erprobung integraler Planungswerkzeuge auf Quartiersebene, welche die unterschiedlichen Interessen und Lebenslagen der NutzerInnen berücksichtigen und in ganzheitlichen Quartierskonzepten (Neubau und Sanierung) koordinieren.
- „Digitales Bauen“: Entwicklung und Verbreitung von Lösungen für die optimale Nutzung moderner IT-Systeme in Hinblick auf Energie- und Ressourcenoptimierung (z.B. Prognoserechnungen zum Strom-, Wärme- und Kältebedarf) sowie in Hinblick auf eine Qualitätssteigerung und Kostenoptimierung im Bauprozess (Planen, Bauen, Betreiben)

Dezentrale Energiespeicher

- Bauteilaktivierung zur lokalen thermischen und energetischen Speicherung: Nutzung des Gebäudes bzw. einzelner Teile als Speicher von Energie, Erforschung der sinnvollen Schnittstellen zur Energieerzeugung und -nutzung in unterschiedlicher Form (z.B. Speicherung der überschüssigen Sonnen- und Windenergie am Tag im Gebäude, Energieabgabe über Nacht in ein Elektrofahrzeug)
- Entwicklung von Komponenten und Systemen zur effizienten Nutzung und Speicherung solarer Wärme für Heizung, Warmwasser und Kühlung

Lüftungs- und Lichtsysteme

- Lüftung und Kühlung: Entwicklung von innovativen Technologien und Lösungen zur Kühlung von Gebäuden (siehe bspw. das aus Haus der Zukunft hervorgegangene „Sheikh Zayed Desert Learning Center“, das trotz extrem hoher Außentemperaturen 80 % des Kühlenergiebedarfs autark und nachhaltig generieren kann)
- Entwicklung neuartiger, tageslichttransparenter Gebäudestrukturen für verdichtete Bauweisen und energieeffiziente Lichtkonzepte

Nachhaltige Bau- und Dämmstoffe

- Ökologisches Bauen: Einsatz hocheffizienter und ökologischer Dämmkomponenten und Baumaterialien, gesundheitsbezogenes Bauen, Reduzierung von Schadstoffen/Allergenen etc.
- Materialien mit minimalem grauem Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen

Betriebsoptimierung und Monitoring

- Erfassung und Optimierung aller energieverbrauchenden Einheiten im Gebäude: Meist steht die Wärme- und Kühlenergie eines Gebäudes im Mittelpunkt der Betrachtung – viele Einheiten im Gebäude verbrauchen allerdings auch Energie (Beleuchtung, technische Geräte, Haustechnik etc.) – die Energieeinsparungspotenziale all dieser Einheiten gilt es zu erfassen, darzustellen und zu optimieren und ggf. neue energieeffiziente Lösungen zu entwickeln

- Optimierung des Energie-Eigenbedarfs, dezentraler Solarenergienutzung und Speichermöglichkeiten sowie Ermöglichen von netzfreundlichem Verhalten
- Entwicklung von Konzepten und Strategien für den geordneten Rückbau von Gebäuden im Hinblick auf Re-Use und Recycling von Baustoffen (Urban Mining)
- Entwicklung kostengünstiger Methoden der Energieverbrauchserhebung in Gebäuden und Analyse der Korrelation von Planwerten mit realen Verbrauchswerten. Identifikation und Analyse der Ursachen allfälliger Abweichungen (Performance Gap)

Querschnittsthemen

- Leistbares nachhaltiges Wohnen: Kostensenkung von bestehenden Technologien und Lösungen zur Energieoptimierung, Modelle zur raschen und realistischen Erfassung von Lebenszykluskosten, Entwicklung von „Midtech-Lösungen“ (optimales Gleichgewicht zwischen Nachhaltigkeit und Leistbarkeit)
- Entwicklung skalierbarer Technologien und Konzepte: Zusammenfassung von Einzeltechnologien und Lösungen in passfähige Gesamtpakete bzw. kombinierbare Module, um die Marktdurchdringung dieser ganzheitlichen Lösungen vorzubereiten
- Urbane Test- und Demonstrationsgebiete für Innovationen und Technologien in den Themen Energie, Mobilität und IKT (Stichwort Living Labs/ Reallabore)
- Entwicklung und Verankerung von qualitätssichernden Maßnahmen zur Minimierung und Prävention von Bauschäden
- Durchführung von sozialwissenschaftlichen Forschungsprojekten, z.B. zu Wohnbedarfen der Zukunft, Wandlung der Wohn- und Bürobedarfe etc.

3.3 Themenfeld 3: Industrielle Energiesysteme

3.3.1 Allgemeine Zielsetzungen und Strategien

In den in der Einleitung erwähnten F&E-Fahrplänen aus den Jahren 2014 und 2016 wurde auch eine gemeinsame Vision für das Jahr 2050 erarbeitet.

Vision der österreichischen Industrie für das Jahr 2050

Im Jahr 2050 sind das Umweltbewusstsein und die Akzeptanz von Energieeffizienzmaßnahmen seitens der Bevölkerung und der MitarbeiterInnen sehr hoch, die hohen Energieeffizienzstandards in Österreich werden allgemein anerkannt. Produktionsunternehmen bieten in der Breite produktbegleitende Dienstleistungen an, welche die Energieeffizienz auch beim Kunden und Endverbraucher deutlich steigern. Die Betrachtung des gesamten Lebenszyklus ist Standard. Es existiert ein ausgeprägter Markt für „Contracting“ und Energiedienstleistungen.

Kreislaufwirtschaft und die kaskadische Nutzung von Ressourcen hat sich in der energieintensiven Industrie und darüber hinaus etabliert, Abwärme wird mit Hilfe von hocheffizienten Wärmeleitungen sektorenübergreifend und dezentral nutzbar gemacht. In einem sich wandelnden Energiesystem werden alternative, nicht fossile Rohstoffe umfassend eingesetzt. Flexible und adaptive Produktionstechnologien und -prozesse

erlauben es, alternative und sekundäre Rohstoffe sowie erneuerbare Energien optimal einzusetzen. Die Recyclingquote ist eine der höchsten weltweit, Österreich ist Innovationsführer im Bereich industrieller Rohstoff- und Energieeffizienz. Österreichische Rückgewinnungstechnologien werden weltweit exportiert.

Der Innovationsstandort Europa stärkt zugleich den Produktionsstandort Europa. Planbare politische Rahmenbedingungen auf europäischer und nationaler Ebene, die Gleichstellung bei der Förderung einzelner Energieeffizienztechnologien und die öffentliche, finanzielle Unterstützung beim Aufbau und Betrieb von Forschungsinfrastrukturen bei Unternehmen sowie Versuchs- und Pilotanlagen in Industrieparks machen radikale Prozessinnovationen möglich und begründen die Technologieführerschaft Österreichs. Das Investitionsrisiko ist dadurch entscheidend gemindert und die Amortisationszeit verkürzt, was die Bereitschaft der Unternehmen, in Energieeffizienzmaßnahmen zu investieren, deutlich erhöht. Der Zielkonflikt von Energieeffizienz einerseits und Luftqualität andererseits wird von der Politik wahrgenommen, die offiziellen Kennzahlen zur Messung von sektoraler Energieeffizienz sind den Produkttypen angepasst.

Der Industriestandort Österreich und seine zentrale Bedeutung für die österreichische Volkswirtschaft sind langfristig gefestigt. Die österreichische Industrie entwickelt energetisch optimierte Prozesse und Verfahren die einerseits in den österreichischen Produktionsunternehmen eingesetzt werden und andererseits durch den österreichischen Anlagenbau weltweit zum Einsatz kommen. Die Arbeitsplätze in der Produktion gehören zu den qualitativ hochwertigsten und sichersten. Verringerter Rohstoff- und Energieverbrauch, deutlich geminderte Emissionen sowie höhere Rohstoff- und Energieunabhängigkeit tragen dazu entscheidend bei.

3.3.2 Thematische Schwerpunkte

Neben der oben angeführten für alle involvierten Industrien gültigen Vision wurden in allen sechs Branchen F&E-Felder definiert und bewertet. Auffallend ist, dass in nahezu allen Branchen ähnliche Felder genannt wurden.

Ein wichtiges Forschungsfeld ist die **hocheffiziente Nutzung der eingesetzten Energien und Ressourcen**. Dies betrifft zu allererst die Produktionsprozesse selbst, wo eine Prozessintensivierung bzw. inkrementelle Verbesserungen zu einer Erhöhung der Energieeffizienz pro erzeugtem Produkt führen können. Ebenso wird einerseits der Wiederverwendung von betriebsintern anfallenden Stoffen und andererseits dem Recycling von Produkten, die bereits im Gebrauch der KonsumentInnen waren, eine hohe Bedeutung eingeräumt, da Recycling mit einem geringeren produktspezifischen Energieeinsatz verbunden ist. Hinsichtlich einer optimalen Verwendung der eingesetzten Energien und Rohstoffe wird auf eine **hocheffiziente kaskadische Nutzung** fokussiert: Dies betrifft den Einsatz von Sekundärroh- und Sekundärbrennstoffen, die Speicherung von Energie zur Wieder- und Weiterverwendung in industriellen Prozessen sowie, je nach Temperaturniveau und -erfordernis, die Nutzung von Abwärme zu betriebsinternen Zwecken oder der Einspeisung in Fernwärmenetze.

Ein weiteres Themenfeld ist die Suche nach neuen Produkten und Prozessen. Zwar können, wie oben dargestellt, durch neue Technologien auch bei bestehenden Anlagen Effizienzpotenziale erschlossen werden, sprunghafte Verbrauchsreduktionen sind bei gleichem Output aber nur durch sogenannte **Breakthrough Technologies**, also völlig neuen Produktionsprozessen, zu erzielen.

Bei Produkten wird hinsichtlich Energieeffizienz meist nur ein bestimmter Teil des Lebenszyklus betrachtet bzw. werden einzelne Aspekte außer Acht gelassen. So wird bei energieverbrauchenden Produkten vorwiegend der Energiebedarf in der Nutzungsphase betrachtet. Dagegen finden gerade bei Produkten der energieintensiven Industrien die Verbräuche während der Produktion Beachtung. Hier wird von einigen Sektoren eine tatsächliche Ausweitung der Betrachtung auf den gesamten **Produktlebenszyklus** gefordert.

Einige Sektoren sprechen klar einen rechtlichen, organisatorischen und/oder systemischen Forschungsbedarf an, um durch **Energiemanagementsysteme und Energiedienstleistungen** energieverbrauchsrelevante Potenziale z.B. der Abwärmenutzung als Fernwärme oder nicht prozessrelevanter Effizienzpotenziale zu heben.

Die **Ausrichtung von industriellen Prozessen auf fluktuierende Energieversorgung** wird maßgeblich zum Gelingen der Energiewende beitragen. Industrieprozesse, die an das zukünftige Energiesystem mit einem hohen Anteil erneuerbarer Energien angepasst sind, müssen nach neuen Grundsätzen konzipiert werden. Dazu müssen auch Strukturen aus der Informations- und Kommunikationstechnologien zur intelligenten Steuerungen von Prozessen in Abhängigkeit vom Energieangebot übertragen werden.

In den F&E-Fahrplänen sind für die einzelnen Branchen die entsprechenden Forschungsfelder, wie sie von den Teilnehmern an den Fahrplanworkshops definiert wurden, aufgelistet. Von den 30 Forschungsfeldern mit 130 einzelnen Forschungsthemen wird nachfolgend je Branche ein beispielhaftes Forschungsthema aus dem Forschungsfeld „**neue Produkte und Prozesse**“ dargestellt.

Branche	Forschungsthema
Eisen und Stahl	Werkstoff-Forschung für eine Integration der Direktreduktion und Elektrolichtofen-Route bei der Stahlerzeugung.
Nichteisenmetalle	Inertanoden für Aluminium-Primärherstellung.
Chemie und Petrochemie	Kontinuierliche technologische Entwicklung innovativer Reaktor- und Anlagentechnologien (z.B. Membrantechnologien).
Papier und Zellstoff	neue Verfahren für Holzfaseraufschluss und Zellstoffgewinnung; wasserfreie bzw. wasserarme Zellstoffgewinnung; wasserfreie Papiermaschine; neue Methoden zur Trocknung von Papier.

Steine und Erden	Alternative Bindemittelkonzepte mit neuen chemischen Zusammensetzungen.
Lebensmittelindustrie	Neue Trennverfahren, thermisch und mechanisch: (Nano)Filtration, Umkehrosmose, Vakuumdestillation, Membrandestillation.
Textilindustrie	Entwicklung von recycelbaren Rohstoffen für die Textilindustrie über den gesamten Lebenszyklus des Produktes.

Aus diesen Ausführungen ist ersichtlich, dass zur Erhaltung der Wertschöpfung, die durch die Industrie in Österreich erbracht wird, Forschung und Entwicklung im Energiebereich eine wichtige und entscheidende Rolle spielen wird. Wobei sowohl eine kontinuierliche Weiterentwicklung der Energieeffizienz, eine verstärkte Einbindung von erneuerbaren Energieträgern als auch revolutionäre Prozessentwicklungen stattfinden werden.

3.4 Themenfeld 4: Verkehrs- und Mobilitätssystem

3.4.1 Allgemeine Zielsetzungen und Strategien

Neben der Optimierung des Fahrzeugs werden auch Innovationen auf Seiten der NutzerInnen und Infrastruktur notwendig sein, um ein nachhaltiges Mobilitätsverhalten zu fördern. Deshalb sollen in der Personenmobilität Schwerpunkte gesetzt werden, die das Individuum als Nutzer im Mobilitätssystem in den Fokus stellt. Im Bereich der Gütermobilität sollen sowohl Akteure der Transportwirtschaft und -logistik als auch Endkonsumentinnen und Endkonsumenten als Nutzerinnen und Nutzer im Fokus stehen. Es sollen dabei stärker soziale wie organisatorische Innovationen forciert werden.

Zudem gilt es in Zukunft intelligente Infrastruktur im Verkehrs- und Mobilitätssystem aufzubauen, um Nutzungs- und Systeminnovationen zu ermöglichen.

Neue Grundlagen für innovative Lösungen müssen erforscht und Evidenzen für die Wirkung geschaffen werden (Grundlagenorientierte Mobilitäts- und Verkehrsforschung). Zudem sind strukturelle Voraussetzungen zu schaffen, damit die Erkenntnisse und Entwicklungen im realen Umfeld platzgreifen können und alle relevanten Akteure in den F&E Prozess eingebunden werden (Urbane Mobilitätslabore).

Innovationen zur Entkoppelung des Luftverkehrsaufkommens von Verbrauch und Schadstoffemissionen

Die International Air Transport Association (IATA) sowie das Advisory Council for Aeronautics Research in Europe (ACARE) fordern eine Reduktion der Schadstoffemissionen durch Luftverkehr um 50% bis zum Jahr 2050. Dieses Ziel ist an die Forderung einer 1,5%igen jährlichen Steigerung der Kraftstoffeffizienz sowie das kohlenstoffneutrale Luftverkehrswachstum ab 2020 geknüpft. IATA setzt dabei auf gezielte Initiativen wie den

Ersatz von 2/3 der bestehenden Luftfahrzeugflotten durch ökoeffiziente Flugzeuge, intelligente und umweltfreundliche Flugverfahren und alternative Kraftstoffe. Im Sinne des „more efficient aircraft“ versprechen vor allem technologische Innovationen beispielsweise im Bereich der Strukturen (Aerodynamik, Festigkeit, etc.), der Materialien aber auch im Bereich der Triebwerke Reduktionspotenzial. Einen ebenso hohen Stellenwert misst die Forschung Verbesserungen im Air Traffic Management und intelligenten An- und Abflugverfahren bei.

3.4.2 Thematische Schwerpunkte

Fahrzeugtechnologien

- Innovative Antriebstechnologien
 - Kostenoptimierung, Produktionsverfahren und technische Innovationen für Hybrid-, Batterie- und Brennstoffzellenfahrzeuge und den „Verbrennungsmotor 2050“ sowie deren Komponenten und Betriebsstrategien
 - Produktion, Speicherung und Anwendung von alternativen Energieträgern wie erneuerbarem Wasserstoff sowie synthetischen und Bio-Kraftstoffen
 - Entwicklung nachhaltiger Antriebstechnologien die für Luft- und Schifffahrt)
- Leichtbau
 - Kunststoffe, Verbundwerkstoffe, Leichtmetalle, bionische Struktur- und Materialoptimierung, Umform-, Verbindungs- und Verarbeitungsprozesse
 - Bauteiloptimierung, Komponenten- und Fahrzeugintegration
 - Recycling- und Lebenszyklusaspekte
- Optimierte Fahrzeugelektronik
 - energieeffiziente Optimierung der Sensoren und Aktuatoren mit deren Steuerung
 - Optimierung der Gesamtfahrzeugbetriebsstrategie
 - Optimierung der fahrzeugseitigen Komponentenentwicklung

Automatisierung und Verkehrstelematik

- Optimierte Kommunikation zwischen Fahrzeugen (V2V) und zwischen Fahrzeug und Infrastruktur (V2I)
- Verringerung von Staukosten (Verbesserung des Verkehrsflusses)
- Verringerung von Unfallfolgekosten
- Reduktion des Energieverbrauchs sowie der CO₂-Emissionen durch homogenen Verkehrsfluss
- Nutzung von energieeffizienten Verkehrsmitteln (intermodale Vernetzung).

Intelligente Infrastrukturen für das Verkehrs- und Mobilitätssystem

- Verstärktes Zusammenwirken der einzelnen Verkehrsträger, um die Mobilitätsbedürfnisse und Anforderungen bewältigen zu können
- Zuverlässigkeit und Robustheit der Verkehrsträger
- intermodale Vernetzung
- übergreifende Information in Echtzeit

Verkehrsinfrastrukturforschung

- Neue, effiziente und effektive Baumaterialien und Konstruktionen: Energie- und Ressourcenoptimierung bei der Verwendung von Massenrohstoffen wie Beton und Asphalt (Erhöhung Recyclinganteil, neue Zusammensetzung der Basismaterialien)
- Nutzung nachhaltiger Energiequellen: Umsetzungsmöglichkeiten zur Nutzung geothermischer Energie in dezentralen Anwendungsfällen, Untersuchung von Energiekonzepten und Energiemanagement im Stationsbau und autark betriebene Verkehrsbeeinflussungsanlagen

Nutzungsinnovationen und Systeminnovationen im Güterverkehr und der Transportlogistik

- Entwicklung neuer und Optimierung bestehender Prozesse zur Bündelung/Entbündelung
- Entwicklung neuer Kooperations-, Koordinations- und Sharingmodelle
- Entwicklung neuer und Optimierung bestehender Dienste und Geschäftsmodelle für die Zustellung, Auslieferung und Abholung
- Konzeption neuer Modelle für effiziente Infrastrukturnutzung und Flächenmanagement
- Konzeption neuer Modelle zur Integration umweltfreundlicher Verkehrsträger
- Entwicklung und Integration kooperativer Ladungsträgerkreislaufsysteme

Nutzungsinnovationen und Systeminnovationen in der Personenmobilität

- Neue energieeffiziente Verkehrsmittel (automatisiert, teilautomatisiert) und integrierte Mobilitätsservices (modal übergreifend)
- Neue Mobilitätslösungen im Bereich der aktiven und postfossilen Mobilität
- Lösungen zur Unterstützung multimodaler Lebensstile im Kontext gesamtsystemischer Energieeinsparung
 - Gesamtbetrachtung Mobilität, Wohnen, Arbeiten, Freizeit
- Schaffen der erforderlichen Infrastruktur, um in der Personenmobilität den Umstieg auf öffentliche Verkehrsmittel und aktive Verkehrsmoden (Gehen, Radfahren) zu fördern
 - Kommunen als Gestalter intermodaler Mobilität
- Werkzeuge für übergreifende und integrative Planung, Prognose, Simulation, Monitoring und Evaluierung im Bereich der Raum- und Verkehrsplanung
- Zielgruppenspezifische Anreizstrukturen und verkehrsökonomische Instrumente für nachhaltiges Mobilitätsverhalten im Zusammenhang energetischen Aspekten

Energieforschung im Anwendungsfeld Luftfahrt

- Optimierung von Technologien, die der Lärm- und Schadstoffreduktion dienen (Aerodynamik, Triebwerke, Flugverfahren)
- Untersuchung alternativer Antriebssysteme

- Verstärkte Innovationstätigkeit zur Optimierung von Wetterprognosen und Meteorologie Services
- Erforschung alternativer Antriebsstoffe für das Anwendungsfeld Luftfahrt (z.B. emissions lifecycle analysis, Zusammensetzung des Antriebsstoffes und dessen Auswirkungen auf Vehikel und Triebwerke)

3.5 Themenfeld 5: Umwandlungs- und Speichertechnologien

3.5.1 Allgemeine Zielsetzungen und Strategien

Zur Entwicklung und Umsetzung der in den Themenfeldern 1 – 4 dargestellten Systemlösungen bedarf es der verschiedenen Umwandlungs- und Speichertechnologien, um diese in hybriden Systemen in Gebäuden, in urbanen und industriellen Systemen sowie im Netzbereich sowie auch in Verkehrs- und Mobilitätssystem zu einem abgestimmten Gesamtsystem zusammenführen zu können.

Nur wenn es gelingt, die Einzeltechnologien konsequent weiter zu entwickeln und zu optimieren, wird es möglich sein, diese im konkreten Anwendungsfall auch an die gegebenen Erfordernisse anzupassen und kostengünstige, integrierte Systemlösungen zu finden.

Im internationalen Kontext ist auch der Technologieexport von hoher Bedeutung. In einigen Bereichen, wie der Wasserkraft oder der Solarthermie sind österreichische Unternehmen auf europäischer Ebene oder weltweit Marktführer. Dieser Status muss forschungsgestützt erhalten und ausgebaut werden.

Stärkung und Ausbau von Technologie- und Marktführerschaft in diesen Bereichen kann für Österreich erhebliche volkswirtschaftliche Vorteile bringen.

3.5.2 Thematische Schwerpunkte

Bioenergie

- Aufbereitung / Vorbehandlung
 - Mechanische (Sortierung, ...) und thermische (Pyrolyse, Steam Explosion, HTC, HTL, ...) Vorbehandlung und Aufbereitung von Biomasse, biogenen Reststoffen und Reststoffsportimenten mit hohem biogenen Anteil
- Vornormative Forschung
 - Vornormative Forschung zur Entwicklung von Produkt- und Prozessstandards für Brennstoffe und deren Bereitstellung
 - Methoden zur Bewertung des Betriebs- und Emissionsverhaltens von Serien- und seriennahen Produkten unter realen (Endkunden-) Bedingungen
- Biomasseverbrennungssysteme
 - Null-Emissions-Kleinf Feuerungssysteme
 - Marktfähige Sekundärtechnologien zur Emissionsreduktionen

- Biomassebasierte Hybridpackages für die Wärme- und Warmwasserbereitstellung für Gebäude und Mikronetze
- Marktfähige Mikro- und Klein-Kraft-Wärme-Kopplungssysteme
- Erhöhung der elektrischen Wirkungsgrade (Erhöhung der Dampfparameter), der Anlagenverfügbarkeit (Erhöhung der Standzeiten der Komponenten) und der Teillastfähigkeit von Biomasse KWKs im mittleren und großen Leistungsbereich
- Biomasse für industrielle (Hochtemperatur-)Prozesse (Sauerstoffanreicherung, ...)
- Biomassevergasungssysteme
 - Brennstoffflexible Biomassevergasung
 - Neue Vergasungskonzepte (CO₂ als Vergasungsmedium, ...)
 - Integration der Biomassevergasung in Industrieprozesse (Papierindustrie, Baustoffindustrie...)
 - Marktfähige Technologien zur trockenen Aufbereitung von Synthesegas
 - Polygenerationssystem der zweiten Generation (Herstellung von H₂, Hythan, CH₄)
 - Demonstration von Biomasse-IGCC
 - Demonstration von Synthesen (FT, gemischte Alkohole, Bio-H₂, Bio-SNG, ...)
 - Hybride Systeme (Nutzung von H₂ aus Überschussstrom zur Erhöhung der Kohlenstoffkonversion)
- Biogas- und Biokonversionssysteme
 - Ausweitung der Basis der möglichen Substrate
 - Herstellung von Synthesegas und Bio-H₂
 - Einsatz von SOEC zur Erhöhung der Kohlenstoffkonversion
 - Umwandlung von CO₂ zu Wertstoffen
 - Feststoffabtrennung und Rezirkulation zur Erhöhung der Effizienz von bestehenden Anlagen
 - Systemlösungen von kombinierten Algen / Photovoltaik – Bioraffinerien
- Technologische Querschnittsthemen
 - Modellbasierte und modellprädiktive Regelungskonzepte für Einzeltechnologien, für Anwendungen und für Systeme
 - Modellierung und Simulation als Entwicklungs- und Vorhersagetools zur Reduktion von Entwicklungszeit und -kosten
 - Nutzungsmöglichkeiten für Nebenprodukte
 - Rückgewinnung von Wertstoffen
 - (Kaskadische) Nutzung von CO₂
- Hochinnovative Systeme (derzeit TRL 1-3)
 - Aqueous Phase Reforming
 - Chemical Looping Reforming
 - Microbial Bio-Electrochemical Systems

Solarthermie

- PVT-Kollektoren
 - Entwicklung von leistungsoptimierten verglasten und unverglasten PVT Kollektoren
 - PVT-Kollektoren zur Wärme-und Stromerzeugung sowie zur nächtlichen Strahlungskühlung
 - Unverglaste PVT Kollektoren mit Erdsonden und Wärmepumpen
 - Prüfverfahren für PVT-Kollektoren
- Low-cost Kollektoren mit Herstellkosten unter € 30,-/m²
 - Neue Materialien oder Materialkombinationen
 - Neuartige Herstellverfahren
- Entwicklung von Luftkollektoren
- Entwicklung von kostengünstigen Mittel- und Hochtemperaturkollektoren
- Kollektoren zur Wasseraufbereitung
 - Reaktoren für die photokatalytische Spaltung der gewässerbelastenden Substanzen
 - Solare Pasteurisiergeräte
- Kollektorfeldhydraulik
 - Berechnungs- und Simulationstools für thermodynamisch optimierte große Kollektorfelder mit Flach- und Vakuumröhrenkollektoren, welche die Auslegung großer Kollektorfelder und Leistungsgarantien für solare Großanlagen ermöglichen.
- Selbsttragende Kollektorsysteme – Statik von Solarthermie-Großanlagen auf Nicht-Wohngebäuden
 - Solare Großanlagen stoßen bei Gewerbe- und Industriebetrieben zunehmend auf großes Interesse. Bei diesen Anlagen werden große Kollektorfelder vorzugsweise auf vorhandenen Gebäuden und Industriehallen montiert. Die Kosten der Montage auf diesen Hallen sind oft sehr hoch, da aufwändige statische Gutachten und lastabtragende Sonderkonstruktionen erforderlich sind oder die Hallen oft keine zusätzlichen Lasten aufnehmen können. Gesucht sind daher standardisierte Systemlösungen wie z.B. selbsttragende Kollektorfelder oder Unterkonstruktionen sowie aerodynamische Gestaltung von Kollektorfeldern, welche die o.g. Probleme unter Berücksichtigung bestehender Gesetze und Normen kostengünstig lösen. Auch Rückkopplungen in die Normungsarbeit sind hier gewünscht.
- Multifunktionale Fassaden zur Integration von solarthermischen Anlagen in Gebäudehüllen
- Entwicklung von solaren Hybridsystemen für Ein- und Mehrfamilienhäuser, welche solare Deckungsgrade deutlich über 50 % ermöglichen.
- Aktiv-Solargebäude
 - Entwicklung simulationsgestützter Systemkonzepte und belastbarer Dimensionierungsrichtlinien unter Berücksichtigung aktivierbarer Bauteile in

Verbindung mit intelligenten Regelungssystemen (prädiktive und kognitive Regler)

Wärmepumpen und Kälteanlagen

- Weiterentwicklung elektrisch angetriebener Kompressionswärmepumpen und -kälteanlagen
 - Alternative Kältemittel (Kältemittel mit niedrigem GWP-Wert)
 - Kältemittelfüllmengenreduktion (die sowohl bei Kältemittel mit relevantem Treibhauspotenzial als auch bei brennbaren Kältemitteln von besonderer Bedeutung ist)
 - Komponentenoptimierung (z.B. für Anlagen in Ballungsräumen), Minimierung/Optimierung der akustischen Emissionen, etc.
 - alternative Wärmequellen/-systeme für Wärmepumpen
- Weiterentwicklung thermisch angetriebener Wärmepumpen und Kälteanlagen
 - Effizienzsteigerung und Investitionskostenreduktion
 - Maßnahmen zur Vermeidung/Eindämmung von Korrosion und Inertgasbildung
 - Alternative Arbeitsstoffpaarungen
- Neu und Weiterentwicklung von Technologien, die nicht auf dem Kaltdampfkreislauf beruhen: z.B. Ausnutzung des thermo-akustischen, -elektrischen, -magnetischen Effekts
- Wärmepumpenanwendungen / Systeme
 - Systeme für die „Hochtemperaturanwendung“ (speziell für den Nachrüstmarkt im Wohnbereich und Gewerbe & Industrie)
 - Kopplung von Wärmepumpe & PV-Anlage & elektrische Speicher, Optimierung des PV-Eigenverbrauchs
 - Effiziente und kostengünstige Kleinanlagen (z.B. für Niedrigst-, „Null“- oder „Plus“-Energiegebäude, die auch zur Warmwasserbereitung genutzt werden können)
 - Anlagen zur Abluftwärmerückgewinnung (z.B. in Kombination mit Komfortlüftungsanlagen)
 - Wärmepumpen für Fernwärmesysteme: zentrale Großanlagen zur Wärmeeinspeisung, dezentrale Kleinanlagen zum Wärmeentzug (d.h. Anlagen mit relativ hohen Wärmequellentemperaturen)
 - Wärmepumpen für großvolumige Bauten (Mehrfamilien-, Bürogebäude etc.)
 - Anlagen zur Wärmerückgewinnung bzw. Abwärmenutzung (z.B. Einspeisung von Abwärme in ein Fernwärmenetz, Nutzung zur Warmwasserbereitung, etc.)
 - Qualitätssichernde bzw. -steigernde Maßnahmen (z.B. in-situ Bestimmung und Analyse der Effizienz)

PV Off-Grid

Forschungsfragestellungen dabei adressieren technische Herausforderungen vorrangig in Zusammenhang mit dem lokalen Elektrizitätsstandards und Normen, mit der Frage der

Ausbildung für Wartung und Inbetriebhaltung derartiger Systeme sowie im sozioökonomischen Fragen der Finanzierung und des Handlings von autonomen Stromnetzen.

FEI Fragestellungen:

- Recycling und Integration
 - PV-Modulrecycling
 - PV-Modul Bauwerk- und –Produktintegration
- Technische Ergänzung für Photovoltaikanlagen zur Notstromversorgung
 - Notstromfähige PV-Anlagen ermöglichen neben dem „normalen“ netzgekoppelten Betrieb der PV-Anlage auch einen autarken Inselbetrieb. Neue und bestehende PV-Anlagen verschiedenster Größe sollen damit auch „nachgerüstet“ werden.
- PV betriebene Gleichstrom-Schnellladestationen
 - PV gespeiste Off-Grid-Gleichstrom-Ladestationen an Autobahnen. An der Schnellladesäule für E-Autos werden Batterien für Netzentlastung bzw. auch im Off-Grid betrieb eingesetzt. Damit werden Ladespitzen beim Schnellladen verhindert, die bei einer angestrebten 15 minütigen Ladung für 400 km Reichweite (60 kWh) 240 kW pro E-Mobil betragen. Überdies wäre dadurch gewährleistet, dass die Energie für die E-Mobilität vollständig aus erneuerbarer Energie bereitgestellt wird.

Windenergie

- Wind- und Wetterverhältnisse
 - Kurz- und Langfristprognosen
 - Turbulenzanalyse
 - Sensorsysteme
 - Modellierungen: Strömungstechnik, Windparkeffekte/Interaktionen, Eisansatz, dynamische Lasten
- Anlagendesign
 - Materialien (Rotorblätter, Getriebe, Generatoren, diverse Subkomponenten) Nanomaterialien (Beschichtungen), Rezyklierbarkeit
 - Fehleranalyse und Betriebsüberwachung, Langzeitverhalten
 - Mathematische Modelle zur Anlagen- und Komponentenoptimierung
- Elektrische Systeme
 - Effizienzsteigerung (Generator, Umrichter)
 - Power Quality, Abstimmung Energieerzeugung/mechanisches System
 - Neue Generatorkonzepte
 - Dynamische Netzdienstleistungen
- Betriebsüberwachung und -optimierung
 - automatisierte Überwachung (etwa Robotersysteme für Offshore- oder exponierte Windenergie)

Wasserkraft

- Grundlagenwissen über die Wirksamkeit ökologischer Anpassungsmaßnahmen
 - Fischabstieg und Fischschutz
 - Schwall und Sunk
 - Geschiebe und Sedimentmanagement
- Untersuchung der Herausforderungen eines flexibleren Betriebes, für den bestehende Anlagen meist nicht ausgelegt sind:
 - Teillastbetrieb und häufigere Start-Stop-Zyklen
 - Effizienzsteigerung bestehender Anlagen sowie Monitoring- und Diagnosesysteme für Restlebensdauerprognosen
 - Unterstützung von Einsatz- und Instandhaltungsplanung
- Erzeugungssteigerung bestehender Anlagen durch Modernisierung und Nutzung bisher ungenutzter Bauwerke mittels neuer Erzeugungstechnologien
- Entwicklung neuer Konzepte zur Nutzung „unkonventioneller“ Standorte für Pumpspeicherkraftwerke (z.B. Offshore/Lagunen, unterirdische Speicher, sehr hohe/niedrige Fallhöhen)
- Digitalisierung und regelungstechnische Aufrüstung von Kleinwasserkraftwerken zur Teilnahme am zukünftigen Markt für Netzdienstleistungen und zum Einsatz als aktive Komponenten in virtuellen Kraftwerken

Brennstoffzellen

Generelle Themen:

- Dezentrale Kraft-Wärme-Koppelung durch Nutzung von Hochtemperaturbrennstoffzellen
- Kombiniertes Betrieb von Hochtemperaturbrennstoffzellen
 - Erzeugung von Strom bei hohem Strombedarf
 - Elektrolysebetrieb bei hohem Stromangebot

Spezifische Themen:

- Brennstoffzellen mit kohlenstoffhaltigen Brennstoffen
- Brennstoffaufbereitung für Anwendung in Hochtemperaturbrennstoffzellen
- Verhinderung von Schädigung durch Brenngasverunreinigung (v.a. H₂S, HCl)
- Lebensdauererhöhung durch optimierte Betriebsstrategie
- Optimierung der Integration der Peripherie, insbesondere im stationären Anwendungsbereich
- Systementwicklung für BHKW-Anlagen (Erhöhung der Wirkungsgrade und Nutzungsgrade)
- Brennstoffzellen mit kostengünstigen und leicht verfügbaren festen und flüssigen Brennstoffen
- Elektrolysebetrieb von Hochtemperaturbrennstoffzellen
- Kombiniertes Betrieb (Elektrolyse und Regelbetrieb) von Hochtemperaturbrennstoffzellen

Spezifische Wasserstoffthemen:

- Herstellung von hochreinem Wasserstoff für PEM Anwendungen
- Herstellung von Wasserstoff in Kleinanlagen für PEM und SOFC-Anwendungen

Geothermie

- Erkundung, Erschließung, Reservoirmanagement
 - Systematische Analyse vorhandener geophysikalischer Informationen und bestehender Tiefbohrungen hinsichtlich des geothermischen Potenzials (Zusammenarbeit mit Kohlenwasserstoff-Industrie) und Aufbau einer öffentlich verfügbaren Informationssysteme für die Nutzung tiefer Geothermie.
- Seismische Untersuchungen
 - Geothermische Detailuntersuchungen (Wiener Becken, Steirisches Becken und Molassezone) wie Definition von Geothermieaquifere, Tiefenlagen, Mächtigkeiten, Temperaturniveaus und Störungszonen dieser Aquifere.
- Nachhaltige Nutzung von Thermalwasser
 - Simulation von Thermalwassernutzungen
 - Analyse der nachhaltigen Nutzungsmöglichkeiten von geothermischen Dubletten: Wärmehaushalt und hydraulische Prozesse im Bereich von Dubletten.
- Monitoring
 - Entwicklung, Einrichtung und Vereinheitlichung regionaler Monitoringsysteme sowie Entwicklung von Datenerfassungs- und Interpretationsmethoden und Software.
- Fernwärmebereitstellung/Kaskadische Nutzung / Niedertemperaturnutzung
 - Analyse und Anpassung der Wärmeversorgung von (Fern)Wärmeabnehmern zur Absenkung der Vorlauftemperatur sowie
 - Entwicklung innovativer Regelungskonzepte und -algorithmen für kaskadische Nutzungen in (Fern)Wärmeversorgungen.
- Kühlung und Klimatisierung
 - Demonstrationsprojekte zur Fernkälte mittels Geothermiewärme
- Stromerzeugung
 - Anpassung und Optimierung von Stromerzeugungsprozessen (Kalina-, ORC-Prozess) an die österreichischen geothermischen Randbedingungen (Temperatur, Schüttmenge) sowie Analyse und Entwicklung geeigneter Rückkühlkonzepte.

Thermische Speicher

- Kleinwasserspeicher
 - Weiterentwicklung und Effizienzsteigerung von Kleinwasserspeichern hinsichtlich Form, Nutzvolumen, Temperaturschichtung, flexible Konzepte für Anwendungen mit Geometrieinschränkungen, Verlust- und Kostenreduktion

- Neue Konzepte für die Systemimplementierung (multifunktionale Speichernutzung, Systemintelligenz)
- Großwasserspeicher
 - Weiterentwicklung der Konstruktion für Erdbeckenspeicher in Bezug auf Skalierung, Bauweisen für unterschiedliche geologische Rahmenbedingungen, Integration in urbane Umgebungen, Kostenreduktion und Verlängerung der Lebensdauer
 - Weiterentwicklung von Druckbehälterspeichern als auch drucklosen Behältern für die Kopplung mit Umwandlungstechnologien und KWK
 - Neue Konzepte für die Systemimplementierung (multifunktionale Speichernutzung, Energieschwammfunktion, Integration von Abwärme aus Industrie und KWK, Kopplung mit Großwärmepumpen, etc.) und deren Abbildung in Simulationsumgebungen
 - Entwicklung von Simulationsmodellen hinsichtlich der Beurteilung von Speicherverlusten, Temperaturschichtung, Be- und Entladeimpulse, etc.
 - Wissenschaftlich begleitete Demonstrationsprojekte
- Niedertemperaturfeststoffspeicher
 - Implementierung von thermisch aktivierten Bauteilen (Fundamentplatten, Decken, massive Wände, etc.) in dezentrale als auch übergeordnete Energiesysteme
 - Kopplung mit unterschiedlichen Umwandlungstechnologien (Solarthermie, PV, Wind, Fernwärme, P2H, etc.) unter Berücksichtigung der thermischen Behaglichkeit
- Hochtemperatur-Feststoff und Flüssigkeitsspeicher
 - Material- und Systementwicklung, Design, Betriebsführung, Prozessintegration
- Erd- und Erdsondenspeicher
 - Weiterentwicklung von Erdspeichern unter dem Gebäude hinsichtlich Konstruktion, Be- und Entladung, sich einstellende Temperaturprofile, Regeneration, Kopplung mit Wärmepumpen, Kostenreduktion, etc.
 - Entwicklung von Systemkonzepten mit Erdsondenspeichern als zentrales Element – sowohl für Niedertemperaturanwendungen (z.B. Anergienetze) als auch für die Wärmespeicherung bis zu 90° C (in Verbindung mit Solarthermie, P2H, Abwärme, etc.). Bei Niedertemperaturspeichern bildet die langfristige Temperaturentwicklung im Sondenfeld und damit die Notwendigkeit der aktiven Regeneration (Solarthermie, Abwärme, etc.) eine zentrale Fragestellung
- Power-to-Heat-to-Power
 - Die konsequente Weiterentwicklung von P2H-Konzepten ist die flexible Speicherung von Überschussstrom in Form von Wärme um diese dann bei Bedarf wieder in elektrische Energie umwandeln zu können. Hier steht die Entwicklung von Technologien im Vordergrund, die hohe Gesamtwirkungsgrade in der Umwandlungskette (z.B. thermodynamische

Batterien wie z.B. elektrothermische Energiewandlung mit Wärmepumpe und Expansionsmaschine) ermöglichen.

- Kompakte Wärme-/Kältespeicher
 - Speicher mit höheren Energiedichten als z.B. Wasser - saisonale Speicher für Gebäudeanwendungen; Kurzzeitspeicher mit hoher Zyklenzahl in Gebäude- und Industrieanwendungen als auch netzgebundenen Erzeugungsanlagen; Elektro- und Hybridfahrzeuge sowie Schienenfahrzeuge; Mobile Speicher zur Nutzung von Abwärmern in der Industrie
 - Adsorptionsspeicher und thermochemische Speicher
 - Entwicklung bzw. Weiterentwicklung von Speichermaterialien (höhere volumsbezogene Energiedichten, Zyklenstabilität, Kostenreduktion, etc.)
 - Entwicklung von verbesserten Reaktorkonzepten und Betriebsführung
 - Entwicklung von Konzepten zur kombinierten Nutzung (Heizen, Kühlen, Trocknen)
 - Entwicklung von Konzepten zur Systemimplementierung
 - Phasenwechsellmaterialien
 - Weiterentwicklung von Eisspeicherkonzepten in Heiz- und Kühlanwendungen in Gebäuden und der Industrie in Verbindung mit neuen Entwicklungsansätzen bei Kältemaschinen (z.B. Vakuumeismaschinen)
 - Entwicklung bzw. Weiterentwicklung von Speichermaterialien (thermische, chemische, physikalische und kinetische Eigenschaften sowie Zyklenstabilität) und Kostenreduktion
 - Entwicklung von Konzepten zur Systemimplementierung
- Methodenentwicklung und Modellbildung auf der Ebene der Integration von Wärme- und Kältespeichern in das übergeordnete Energiesystem
 - Entwicklung von Methoden zur Modellbildung und Szenarienberechnung betreffend der Implementierung von Wärme-/Kältespeichern in das Energiesystem auf unterschiedlichen Ebenen (Siedlungen, Stadtquartieren, Stadtteilen, Städten und Regionen (z.B. durch Co-Simulation)

Elektrische Speicher

- Magnesium-Ionen und Lithium-Ionen-Batterien
- Zink-Luft-Batterien
- Hochvolt-Batterien für Photovoltaik-Generatoren
- Power-to-Gas-Verfahren
- Energy Storage Cloud
 - Untersuchung der Möglichkeiten, wie dezentral verteilte Speicherkapazitäten unterschiedlichster Betreiber zusammengefasst werden, zentral verwaltet und schließlich verschiedenen Akteuren der Energiewirtschaft zur Verfügung gestellt werden können.

- Wasserstoff
 - Umwandlung von Strom in Wasserstoff oder andere chemische Energieträger und Wiederverstromung
 - Möglichkeit zur Nutzung der Energie in anderen energiewirtschaftlichen Sektoren und damit Kopplung der verschiedenen Sektoren.

3.6 Themenfeld 6: Transitionsprozesse und soziale Innovation

3.6.1 Allgemeine Zielsetzungen und Strategien

Die gesellschaftliche und ökonomische Transformation der kommenden Jahrzehnte

Es gibt einen breiten Konsens in den Wissenschaften, internationalen Organisationen und vielen gesellschaftlichen Bereichen, dass eine Bewegung weg vom (gesellschaftlich) teuren „Business as Usual“ Ansatz nötig ist. Die sich daraus ergebenden Konflikte und Machtverschiebungen sind Teil der Fragen, die die Transitionsforschung adressiert, indem sie Veränderungen vor dem Hintergrund möglicher Gewinner und Verlierer analysiert. Dabei werden Veränderungen in einzelnen Subsystemen ebenso betrachtet, wie Veränderungen in gesamten Volkswirtschaften, Gesellschaften und politischen Systemen.

Dafür ist eine Beurteilung von ökonomischer Aktivität anhand des Wirtschaftswachstums und der Fokussierung auf monetäre Größen zu eng und erfordert eher eine systemische Betrachtung von Transitionsprozessen und sozialen Innovationen. Einen alternativen Zugang bietet die Orientierung an Funktionalitäten, die neben Stromgrößen auch immer die Bestandsgrößen für die Beurteilung von Wohlfahrtsentwicklung miteinbezieht.

Umriss einer Vision für ein zukunftsfähiges Energiesystem 2050 als Hintergrund für das Themenfeld „Transitionsprozesse und soziale Innovation“

Leitidee 1: Die Ausgestaltung des Energiesystems 2050 begleitet die Transformation der gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Verhältnisse und trägt zu einer Energiewende bei, die auf die Steigerung von Energieproduktivität abzielt und gänzlich auf erneuerbaren Energieträgern fußt.

Leitidee 2: Das Energiesystem der Zukunft ist nicht nur effizienter, sparsamer, ressourcenschonender (...), sondern auch primär auf die Erfüllung sozialer Bedürfnisse („Funktionalitäten“) ausgerichtet. Dafür sind – nicht abschließend aufgezählt – etwa folgende Merkmale charakteristisch:

- Weniger Mobilitätsbedarf und Transporte
- Ausschließlich erneuerbare Primärenergie für E-Mobilität und andere stationäre elektrische Antriebssysteme
- Für Raumwärme und -kühlung in privaten und öffentlichen Gebäuden ist keine Energiezufuhr mehr notwendig
- Dezentralisierung der Energieversorgung: kleinere Einheiten, KonsumentInnen sind auch ProduzentInnen („E-Prosumer“)

- Der regulatorische und institutionelle Rahmen (inkl. europäischer Regulierungen) ist der Zuordnung von Energie zu Funktionalitäten angepasst

Grundsätzliche Orientierung und Ziel energiepolitischer Maßnahmen ist die Sicherung und Weiterentwicklung des Gemeinwohls (der allgemeinen Wohlfahrt) durch Begrenzung des Klimawandels und sozio-ökonomische Umstellung (Transition).

In der wirtschaftspolitischen Diskussion kommt Transitionsprozessen und sozialen Innovationen eine bedeutendere Rolle zu, als sich dies in der Forschung, und daraus abgeleitet, in der Politikberatung widerspiegelt. Das Themenfeld „Transitionsprozesse und soziale Innovation“ stellt eine wichtige Komponente der Energieforschung dar, um das Wissen über Transitionsprozesse zu erhöhen, damit ein besseres Verständnis zu erlangen und so die Grundlagen für eine bessere Steuerung zu legen. International stellt dieser Forschungsbereich ein junges und innovatives Forschungsfeld dar, das unterschiedliche Wissenschaftsdisziplinen vor neue Herausforderungen stellt.

Das Themenfeld birgt das Potential eines Vorreitervorteils ("first mover advantage") in zweierlei Hinsicht:

- In der Profilierung der österreichischen Forschungslandschaft, und
- der Bereitstellung von Lösungskompetenz in der Umsetzung.

Die Forschung soll auf folgende Ziele ausgerichtet sein

- Lösungskompetenzen und -kapazitäten zur Dekarbonisierung der verschiedenen Wirtschafts- und Lebensbereiche aufbauen
- Grundlagen für ein Energiesystem schaffen, das innerhalb von Emissionszielen menschliche Entwicklung fördert, Sicherheit und Gerechtigkeit sicherstellt
- Übergreifende Integration aller (technologischen) Optionen in sämtlichen Bereichen des Energiesystems
- Konzepte für eine alternative Beurteilung von ökonomischer Aktivität weiterentwickeln: Zum Beispiel die Orientierung an Funktionalitäten¹⁷ für Wohlfahrtentwicklung statt der herkömmlichen Orientierung an Wirtschaftswachstum
- Hemmende Faktoren reduzieren und fördernde Bedingungen schaffen, unter denen Akzeptanz in der Bevölkerung zu Dekarbonisierung entwickelt werden kann (Werthaltungen, Einstellungen, Verhalten, institutionelle Veränderungen etc.)
- Energiewende umfasst nicht nur Elektrizität, sondern alle Primärenergieformen und Energienutzungen
- Vermeidung von Energiebedarf und Emissionen durch Produktivitätssteigerung und andere Maßnahmen

¹⁷ Unter der Projektleitung des WIFO (Projektkoordination Angela Köppl, Projektpartner Umweltbundesamt, Wegener Center der Universität Graz und IIASA) wird in Kürze das Projekt ClimTrans2050 fertiggestellt. Das Projekt hat die Entwicklung eines Forschungsplans für ein open source Modell für Österreich zum Inhalt. Der Forschungsplan baut dabei auf einem im Projekt entwickelten Modellrahmen auf, der Funktionalitäten (Wohnen, Mobilität, ...) letztlich als Ziel ökonomischer Aktivität definiert.

Strategische Leitlinien für das Forschungsfeld Transitionsprozesse und soziale Innovation

- Überwinden von Systemgrenzen und Pfadabhängigkeiten
- Orientierung an Funktionalitäten (Wohnen, Mobilität, Ernährung, oder energiebezogene Funktionalitäten wie thermisch, mechanisch, elektrisch) als Ergebnis der Interaktion zwischen Beständen (stocks: Gebäude, Maschinen...) und Flussgrößen (flows: Energie, weitere [natürliche] Ressourcen); dies geht über die vorwiegend auf Flussgrößen ausgerichtete ökonomischer Perspektive hinaus; für die Weiterentwicklung und Operationalisierung dieser Perspektive spielt dieses Themenfeld eine wichtige Rolle
- Entwicklung und Praxistest von sozialen Innovationen durch die Schaffung von Experimentierfeldern (Erprobung von neuen Lebensformen; Upscaling von Innovationen)
- Als allgemeine strategische Leitlinie sollten eine längerfristige Perspektive, die Möglichkeit zu größeren und integrierten Projekten, sowie Risikotoleranz in der Forschung gelten
- Komplementarität zu nationalen und internationalen Forschungsaktivitäten sichern

3.6.2 Thematische Schwerpunkte

Die zwei im Titel angeführten Forschungsfelder betreffen einerseits die Bestimmung von Transition als Ziel und Prozess, andererseits die Potenziale, Einsatzmöglichkeiten und Entwicklung von wirksamen sozialen Innovationen zur Verwirklichung energiepolitischer Zielsetzungen.

Ein konkretes Ziel – Dekarbonisierung bis 2050 – ist vorgegeben, aber dabei handelt es sich um ein "moving target": Massive soziale, wirtschaftliche und kulturelle Transitionen sind ständig und vielfältig in Gang. Auch bei gelungener Dekarbonisierung wird die Gesellschaft des Jahres 2050 weiterhin dynamisch in Veränderung bleiben, weil weder soziale, noch wirtschaftliche oder ökologische Prozesse des Wandels zu einem bestimmten Zeitpunkt quasi eingefroren werden können. Das Leben der Menschen und die Formation der Gesellschaft wird weiterhin davon bestimmt werden, ob und wie staatliche oder transnationale Institutionen den Sozialstaat erhalten und Umverteilung von exzessivem Reichtum zustande bringen werden.

Dekarbonisierung ist freilich eines der wichtigsten Ziele, welche Ausmaß und Richtung der Transition bis 2050 bestimmen werden. Um zu einem solchen Ziel zu kommen ist Back-Casting erforderlich, nämlich die Ableitung von diversen Schritten, Maßnahmen, Strategien und Konzepten, die hinter einer Verwirklichung des Ziels stehen können. Die Abkehr von einer kohlenstoffbasierten Wirtschaft ist ein Eingriff in multiple und interdependente Prozesse (Einzelentscheidungen, Abhängigkeiten, Kettenreaktionen usw.), der mit beträchtlichen Hindernissen, Ablenkungen, Widerständen aufgrund gegebener Interessen – von individuellen Erwartungen und Verhaltensweisen der Menschen (BürgerInnen, Familien,

spezifische Gruppierungen) bis zu mächtigen Interessenverbänden, organisierten politischen und wirtschaftlichen Akteuren – verbunden ist.

Dekarbonisierung (kohlenstofffreie Wirtschaft) und ein Energiesystem wie in der skizzierten Vision sind selbst Mittel zum Zweck der Erfüllung des Zweigradziels (optimal 1,5° C). Für das übergeordnete Zweigradziel sind weitere Ziele zu definieren und ihre Ausgangspunkte, Machbarkeit, Folge- und Wechselwirkungen zu erforschen. Dazu gehören z.B. Fragen der Auswirkungen und allfälligen Korrekturen von Regulierungen wie der Liberalisierung der Elektrizitäts- und Gasmärkte, die Forcierung des internationalen Wettbewerbs, Privatisierung und steigende Abhängigkeit nationaler Ökonomien von internationalen Investitionen. Darüber hinaus dürfen gesellschaftspolitische Grundsätze wie Solidarität und Demokratie und ihre potenziellen Veränderungen nicht außer Acht gelassen werden. Um mittel- und langfristige Maßnahmen begründen, anleiten und ihre Wirksamkeit evaluieren zu können, sind sowohl grundsätzliche wie auch unmittelbar praxisbezogene Fragestellungen zu bearbeiten.

Zu den grundsätzlichen Fragestellungen zählen:

- Wie können mit dem Klimawandel und einer grundlegenden Umgestaltung des Energiesystems einhergehende Transitionsprozesse verstanden, analytisch erfasst und in öffentlichen Diskursen kommuniziert werden?
- Analysen der Ausgangssituation und Chancen der Transition
 - Einstellungs- und Verhaltensmuster bzw. Bereitschaft zu Verhaltensänderungen, Innovationen anzunehmen oder selbst an deren Entwicklung teilzunehmen
 - Auswirkungen von Einkommens- und Vermögensunterschieden auf Zugang zu Energie und Leistbarkeit („Energiearmut“, Verfügbarkeit, Effekte von spezifischen Situationen wie z.B. Arbeitslosigkeit und Lebensphasen)
- Grundlagen und Entwicklung der Transitionsforschung
- Klärung rechtlicher und organisatorischer Rahmenbedingungen
- Akzeptanz-, Bewusstseins- und Verhaltensforschung
- Erweiterung des Innovationsparadigmas über Technisches und Unternehmenskonzepte hinaus, Wandel der Innovationskultur
- Grundlagen zur Umstellung von Energieversorgungssystemen zu Energiefunktionssystemen
- Konzepte des ökonomischen und sozialen Metabolismus
- Innovationsbedarf und die spezifischen Potenziale bzw. Ansatzpunkte sozialer Innovationen
- Sozio-kulturelle Lernprozesse: Tipping points, Komplexitätsforschung, Systemanalysen
- Welche Hindernisse stehen der Umsetzung von Wissen in Handeln im Weg?
 - Dominanz bewahrender Paradigmen (Wachstum, Knappheit, ...)
 - Macht, politische und Partikularinteressen,
 - Ungleichheit, Exklusion, Unwissen, unzureichende Bildung und mangelnde Partizipationsmöglichkeiten

Praxisbezogene Fragestellungen betreffen sowohl Kurz- wie auch Mittel- und Langfristperspektiven (bis 2030, 2050), die in verschiedenen Fachbereichen, aber im Wesentlichen inter- bis transdisziplinär analysiert werden sollen:

- Einleitung und Steuerung von Transitionsprozessen
 - Angewandte Transitionsforschung, Experimente in „Experimentierfeldern“ und Laboratorien
 - Verstehen, Interpretation und Anregung von politischen, sozio-ökonomischen, sozio-technischen und sozial-ökologischen Prozessen
- Entwicklungspfade, Pfadabhängigkeiten, Experimentierfelder des Wandels (z.B. Pioniere des Wandels, nachhaltige Praktiken), transformatives Handeln (z.B. E-produzierende statt E-konsumierende Gesellschaft; „E-Prosumer-Gesellschaft“), Analyse und Minderung von Zielkonflikten
- Kommunikations- und Diskursanalysen in Themen- und Experimentierfeldern (missionsorientierte Wissensproduktion), Anwendung und Praxistests für Szenariotechniken, Forecasting-, Foresight- und Backcasting-Methoden
- Gestaltung von technischen und sozialen Infrastrukturen sowie Ressourcenmanagement: Unterschiede subjektiver und objektiver Art im Sinn funktionaler Bedürfnisse und ihrer Erfüllung (Wohnen in Verbindung mit Themenfeld „Gebäude und urbanes System“; Mobilität in Verbindung mit „Verkehrs- und Mobilitätssystemen“; Arbeit in Verbindung mit „industriellen Energiesystemen“ und Dienstleistungen; Sicherheit (vor allem) in Verbindung mit „Energiesystemen und -netzen“ (aber auch) Umwandlungs- und Speichertechnologien (Sicherheit im Sinn verlässlicher Vorsorgesysteme)
- Welchen Beitrag können dazu soziale Innovationen leisten?
 - Feasibility-Studien für komplementäre/alternative Entwicklungen: Wann und wofür soziale Innovationen?
 - Bedingungen für erfolgreiche Entwicklung und Implementierung von sozialen Innovationen
 - Wandel der Rolle sozialer Innovationen in Transitionsprozessen: Soziales und kulturelles Lernen
- Formen und Dynamik von Innovationen und soziales Lernen: radikale versus Inkrementelle Innovationen; soziale Innovationen von bedarfsorientierten bis zu systemischen sozialen Innovationen („game-changer“)
 - Wirkungsanalysen und Entwicklung von institutionellen Rahmenbedingungen und Instrumenten (z.B. Raumplanung) für nachhaltige Veränderungen
 - Vertiefung und Erneuerung von theoretischen und empirischen Studien über Lebensstile / Lebensweisen / Lebensführung
 - Vorbereitung und Methoden zur Intervention für Energiesicherheit im Fall von Extremereignissen (unabhängig davon ob diese klimatisch, politisch, sozial oder wirtschaftlich bedingt sind)

Systemische Forschung

Bei derart grundlegenden Transformationen des Energiesystems greifen Innovationsregionen neben technischen auch in ökonomische und soziologische Wirkungszusammenhänge ein. Die Wirkungsforschung hat entsprechend auch alle Dimensionen einer nachhaltigen innovativen Entwicklung in den Blick zu nehmen:

- Umwelteffekte (überraschende Auswirkungen auf Klimaschutzziele durch komplexe Wirkungsketten – insbesondere im Zusammenspiel mit Marktverzerrungen)
- Sozio-Ökonomische und soziotechnische Fragestellungen (Governance, Transition, Verteilungsgerechtigkeit, etc.)
- Rechtsrahmen und Marktdesign
- Wissenschaft als neutrale Feedback-Instanz (Systematisches Aufzeigen von Zielkonflikten, Bereitstellung von vorausschauenden, partikularinteressensfreien Priorisierungshilfen, Erkennen von Ursache-Folgen-Geflechten- insbesondere Fehlentwicklungen, Bereitstellung von Bewertungshilfen z.B. ganzheitliche Kosten-Nutzen-Analyse)
- Ausbildung (z.B. interdisziplinäre Zusammenführung IKT / Energiewirtschaft-Themen, bzw. technischen und sozio-ökonomischen Aspekten)

4 Themenverantwortliche und involvierte ExpertInnen

Energiesysteme und -netze

Themenverantwortung: Michael Hübner, Michael Wedler

Hans Auer, TU Wien | Hemma Bieser, Avantsmart | Helfried Brunner, AIT | Hubert Fechner, FH Technikum Wien | Werner Friedl, AIT | Wolfgang Gawlik, TU Wien | Andrea Kollmann, Energieinstitut Linz | Klaus Kubeczko, AIT | Natalie Prügler, Moos Moar Energies | Wolfgang Prügler, Moos Moar Energies | Kurt Reichinger, RTR | Walter Schaffer, Salzburg Netz | Stefan Vögel, E-Control

Gebäude und urbanes System

Themenverantwortung: Isabella Zwerger, Hannes Warmuth

Michael Cerveny, Energy Center Wien | Karl Höfler, AEE INTEC | Johannes Fechner, 17&4 | Thomas Bednar, TU Wien | Brigitte Bach, AIT | Bernd Vogl, Stadt Wien, MA20 | Helmut Strasser, SIR | Helmut Schöberl, Schöberl & Pöll GmbH | Claudia Dankl, ÖGUT

Industrielle Energiesysteme

Themenverantwortung: Elvira Lutter, Horst Steinmüller

Enno Arenholz, voestalpine AG | Leo Arpa, Mondi AG | Thomas Fleckl, AIT | Markus Haider, TU Wien | Markus Lehner, MUL | Otmar Schneider, OMV AG | Michael Fuchs, Vereinigung der Österreichischen Industrie

Verkehrs- und Mobilitätssystem

Themenverantwortung: Evelinde Grassegger, Andreas Dorda

Franz Heitmeier, TU Graz | Wolfgang Kriegler, FH Joanneum/A3PS | DI Dietrich Leihls, Universität Žilina | DI Martin Reis, Energieinstitut Vorarlberg | Dr. Astrid Wolfbeisser, A3PS

Umwandlungs- und Speichertechnologien

Themenverantwortung: Theodor Zillner, Werner Weiss, René Albert

Walter Haslinger, Bioenergy 2020+ | Christoph Strasser, Bioenergy 2020+ | Richard Zweiler, Güssing Energy Technologies | Rene Rieberer, TU Graz | Fabian Ochs, Uni Innsbruck | Thomas Fleckl, AIT | Christian Fink, AEE INTEC | Hubert Fechner, FH Technikum Wien | Christoph Hochenauer, TU Graz | Andreas Werner, TU Wien | Kurt Könighofer, Joanneum Research GmbH | Kurt Leonhartsberger, FH Technikum Wien | Florian Maringer, IG Windkraft | Peter Stettner, Andritz AG

Transitionsprozesse und soziale Innovationen

Themenverantwortung: Daniela Kain, Josef Hochgerner

Angela Köppl, Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung | Sigrid Stagl, WU Wien - Institute for Ecological Economics

5 Verzeichnisse

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Interaktionen und Sektorkopplung zwischen den Energienetzen	14
Abbildung 2: Energiemanagement mit Smart Grids	16
Abbildung 3: Wärmenetze der Zukunft	17
Abbildung 4: Kommunales Energiesystem mit verschiedenen Wandlungsprozessen unter Einsatz erneuerbarer Energiequellen und Sektorkopplung zwischen den Netzen.....	18
Abbildung 5: Energiespeicher als Kernelement der Sektorkopplung.....	23
Abbildung 7: Handlungsebenen der Energieforschungsstrategie.....	60

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Energieforschungsausgaben im internationalen Vergleich, Anteil am BIP.....	11
---	----

Energieforschungsstrategie 2010: Making the Zero Carbon Society Possible

Als Ausgangspunkt zur Anpassung und Überarbeitung der Energieforschungsstrategie dient die im Rahmen des Strategieprozesses ENERGIE 2050 veröffentlichte Energieforschungsstrategie aus dem Jahr 2010, eine Empfehlung des Rates für Forschung und Technologieentwicklung an die Bundesregierung. Die Vision einer „Zero Carbon Society“ besteht demnach darin, dass im Jahr 2050 Österreich aufgrund engagierter Forschung und Technologieentwicklung führend im Bereich nachhaltiger Energiesysteme sein wird und seinen geringen Energiebedarf vollständig mit erneuerbaren Energien deckt.¹⁸

Neben der massiven Steigerung der energierelevanten Forschung zur Entwicklung neuer Technologien und radikaler Innovationen bis hin zur Marktreife, wurde bereits damals eine umfassende Betrachtungsweise angestrebt, damit seitens der Forschungs-, Technologie- und Innovationspolitik maßgebliche Beiträge zur Erreichung der damals gesteckten Ziele geleistet werden konnten. Diese sollte nicht nur die Handlungsnotwendigkeiten im Bereich des nationalen Forschungsförderungssystems im engeren Sinn betrachten, sondern darüber hinaus auch verschiedene andere Bereiche, die direkt oder indirekt von hoher Relevanz für die Energieforschungsentwicklung in Österreich sind.



Abbildung 6: Handlungsebenen der Energieforschungsstrategie (Quelle: Energieforschungsstrategie 2010)

Im Zuge des breit diskutierten Strategieprozesses von 2010 und nach eingehender Analyse der Zielsetzungen der Umwelt-, Energie- und Technologiepolitik wurden folgende Empfehlungen abgeleitet:

¹⁸ Vgl. Cervený, Gardner, Graschopf, Paula (2010): Energieforschungsstrategie 2010: Making the Zero Carbon Society Possible! ([Link](#))

Nationales Forschungsförderungssystem

Klare Steigerung des Energieforschungsbudgets. Entsprechend den europäischen Beschlüssen im Zusammenhang mit den Klimazielen und dem SET-Plan sind auch die nationalen Energieforschungsausgaben der öffentlichen Hand deutlich zu erhöhen. Um in das europäische Spitzenfeld vorstoßen zu können, empfiehlt der Rat eine kontinuierliche Erhöhung der jährlichen Ausgaben für F&E im Bereich Energie auf mindestens 150 Millionen Euro bis 2013.

Mehr Kontinuität und Planungssicherheit bei der Forschungsförderung. Zur Schaffung von stabilen, voraussehbaren Förderbedingungen mit einem bedarfsgerechten Verhältnis von Bottom-up-, Struktur- und missionsorientierten Schwerpunktprogrammen empfiehlt der Rat die Erstellung eines langfristigen Budgetierungsplans unter Einbeziehung aller relevanten Ebenen (Ministerien, Agenturen, Länder, Universitäten, Fachhochschulen etc.).

Setzen von Forschungsschwerpunkten. Als Basis dafür müssen die Ergebnisse laufender Forschungs- und Förderprogramme (z.B. APSTAP des BMVIT) hinsichtlich Energieeffizienz, Kosten, nachhaltiger Verfügbarkeit und Umweltverträglichkeit der heute bekannten Energieformen und ihrer Erzeugungsprozesse evaluiert werden. Auf diesen Erkenntnissen basierend sollen die aus heutiger Sicht vorrangigen Forschungsthemen – Steigerung der Energieeffizienz (Gebäude, Endverbrauch, Industrie), nachhaltige Mobilitätssysteme (E-Mobility etc.), erneuerbare Energieträger, verbesserte Energieverteilung und -speicherung (Smart Grids) und die daraus entstehenden ökologischen, sozialen und ökonomischen Auswirkungen (z.B. Raumplanung, Lebensstil etc.) – erarbeitet und eine mittel- bis langfristig gültige Roadmap erstellt werden. Eine besonders aktuelle Fragestellung ergibt sich im Zusammenhang mit dem Themenfeld „Smart Cities“, in dem sich einige der o.g. Bereiche verbinden. Nationale Themenschwerpunkte sollten dabei inhaltlich mit europäischen Prioritäten abgestimmt sein, um eine enge Vernetzung österreichischer ForscherInnen mit der europäischen und internationalen Forschungscommunity und Förderlandschaft zu erwirken.

Eine verstärkte energierelevante, erkenntnisorientierte und offene Grundlagenforschung. Insbesondere marktferne Themen mit einem höheren wirtschaftlichen und technologischen Erfolgsrisiko und einem hohen Anteil an Grundlagenaspekten werden nur in geringem Umfang wahrgenommen. Neue Ansätze und große Technologiesprünge sind hauptsächlich durch eine energieorientierte universitäre (Grundlagen-)Forschung zu erwarten und sollten in verstärktem Maße in allen relevanten Energieforschungsfeldern langfristig gefördert werden.

Ein bedarfsorientiertes Verhältnis zwischen Bottom-up-Programmen, Strukturprogrammen und missionsorientierten Schwerpunktprogrammen besonders für den Bereich der Energieforschung. Diese Instrumente sind verstärkt als programmübergreifendes Bündel zu gestalten, das eine Verknüpfung der Forschungsebenen erlaubt (z.B. BRIDGE Brückenschlagprogramm, Kompetenzzentren).

Ein durchgängiges, energierelevantes Förderportfolio von der Grundlagenforschung bis zur Marktüberleitung. Besonders die Schnittpunkte zur industriellen Übernahme müssen durch gezielte Projektförderung überbrückt werden, um die Übertragung von erworbenem Wissen aus der Energieforschung in innovative, marktfähige Technologien zu erleichtern. In Ansätzen ist ein vergleichbares Konzept im Klima- und Energiefonds der österreichischen Bundesregierung erkennbar, wo die Energieforschung durch das BMVIT vertreten wird. Eine strukturierte Zusammenarbeit der Förderagenturen (FWF, FFG, AWS, KPC und Fördereinrichtungen der Länder) muss durch verstärkte Abstimmung vorhandene Lücken im Fördersystem überbrücken.

Humanressourcen

Der Rat empfiehlt, einen verstärkten gesellschaftlichen Dialog über Energiefragen zu führen. Der hohe Stellenwert von FTI zur Lösung der anstehenden Herausforderungen sollte durch gezielte Informationsmaßnahmen einer breiten Bevölkerung vermittelt werden. Eine Kampagne pro Technikausbildung mit dem Ziel, mehr qualifizierte TechnikerInnen (MeisterInnen, IngenieurInnen, DiplomingenieurInnen, ForscherInnen) zu generieren, würde mehr Menschen dazu motivieren, in technische Berufe einzusteigen.

Nachwuchsförderung besonders in den Bereichen Energie, Nachhaltigkeit und Technik zu intensivieren. Beginnend mit dem vorschulischen und primären Bildungssektor sollte das Interesse an diesen Themen gefördert werden, um damit eine entsprechende weiterführende Ausbildung für Schüler und besonders für Schülerinnen interessanter zu machen. Darüber hinaus ist an Universitäten eine Erweiterung der Lehrstühle, Gastprofessuren, Stiftungsprofessuren und Assistentenstellen in den relevanten wissenschaftlichen Themenbereichen anzustreben. Energieforschungsrelevante Fachhochschullehrgänge sollten gemäß den Bedarfserhebungen eingerichtet werden. Die Einbindung von Betrieben im Hochtechnologiesektor mittels Workshops, Exkursionen etc. würde zu einem besseren Verständnis für FTI führen. Dazu sind die Ausbildungen in Berufsschulen, für Lehrlinge und betriebliche Weiterbildung im Bereich erneuerbare Energie und Energieeffizienz zu fördern.

Gezielte Erweiterung energierelevanter Weiterbildung. Entsprechende Qualifizierungsmaßnahmen für ProfessionistInnen sollen das oft fehlende Wissen um neue Technologien, das ein Hindernis für deren Anwendung darstellt, verbreiten. Das Ziel ist eine Ausweitung des Angebots und eine gesteigerte Inanspruchnahme entsprechender Weiterbildungsangebote.

Fokussierung bestehender Humanressourcen-Programme und Programmmaßnahmen für energierelevante Themen.

Forschungsinfrastruktur

Entwicklung eines Energieforschungsinfrastruktur-Masterplans. Um Redundanzen auf nationaler Ebene zu vermeiden, sind relevante Strategien und Roadmaps (z.B. FTI-Strategie des Bundes, Masterplan für Umwelttechnologie, Roadmaps für spezifische

Energietechnologie etc.) einzubinden. Dabei sollten insbesondere Kooperationen vorhandener universitärer und außeruniversitärer Energieforschungseinrichtungen in einer nationalen Forschungs-Allianz gefördert werden, die eine internationale Sichtbarkeit der Energieforschung Österreichs bewirken.

Neu zu entwickelnde Fördermaßnahmen zum längerfristigen Kompetenzaufbau (in Form von „Kompetenz-Labs“) in für Österreich strategisch wichtigen

Energiefragestellungen. Die Kompetenzzentrenprogramme haben bereits maßgeblich zur Strukturentwicklung von marktnahen Technologiebereichen beigetragen. Aufbauend auf diesen Erfahrungen sollten nun auch Strukturfördermaßnahmen gesetzt werden, die auch längerfristige, riskantere Forschung mit höherem Grundlagenanteil ermöglichen, wie sie für radikale Innovationen im Energiebereich erforderlich sind.

Verstärkte Investitionen in nationale und europäische

Energieforschungsinfrastrukturen sowie die Förderung der Teilnahme an

internationalen (energierelevanten) Infrastrukturprojekten. Eine Vernetzung der österreichischen Energieforschungseinrichtungen und deren Partizipation an europäischen Infrastruktureinrichtungen sind zu ermöglichen. Eine Abstimmung der nationalen Infrastrukturvorhaben mit gesamteuropäischen Vorhaben (ESFRI) durch die zuständigen Ressorts ist dabei sicherzustellen. Dies ergäbe auch die Möglichkeit für österreichische Energieforschungsunternehmen, besser im europäischen Markt verankert zu sein.

Internationale Zusammenarbeit

Klare Strategie und ausreichende Budgetierung bei ERA-NET, europäischen

Industrieinitiativen und Joint-Programming-Beteiligungen. Eine langfristige Planung der spezifischen Beteiligungen soll es ermöglichen, gezielte Abstimmungen zwischen nationalen Programmen und europäischen Themenschwerpunkten durchzuführen. Besonders im Bereich Energieforschung ist es erforderlich, eine Abstimmung mit europäischen Initiativen zu optimieren und mögliche Lücken zwischen nationalen und europäischen bzw. internationalen Programmen zu vermeiden.

Optimale Abstimmung nationaler Energieforschungsprogramme mit für Österreich

relevanten Prioritäten des SET-Plans. Der strategische Energie-Technologieplan (SET-Plan) stellt ein zentrales Element der europäischen Energieforschung dar. Es ist daher anzustreben, die österreichische Energieforschung, speziell die Themen Smart Grids, Smart Cities und Solarenergie, mit entsprechenden Mitteln zu dotieren und bestmöglich in die europäischen Planungen zu integrieren, um gestalterischen Einfluss auf die Entwicklung nehmen zu können.

Ausbau bi- und multilateraler Kooperationen zur Energieforschung. Die positiven Effekte von Forschungsk Kooperationen liegen einerseits in einem bi(multi)direktionalen Wissenstransfer und Exzellenzbildung, andererseits bilden enge Forschungsk Kooperationen, insbesondere mit Ländern und Regionen im europäischen Raum mit einem Aufholbedarf an innovativen Energielösungen, auch die Möglichkeit für nachfolgende Industrieprojekte.

Ausbau der IEA-Forschungskooperationen. Die Kontinuität in der internationalen Zusammenarbeit mit der IEA in österreichischen Schwerpunktbereichen sollte durch eine adäquate Finanzierung österreichischer Beiträge erhalten und ausgebaut werden.

Innovationsförderndes Umfeld

Regelmäßige Analyse sämtlicher für Energieinnovationen relevanter Politikbereiche im Hinblick auf innovationsfördernde und -hemmende Faktoren (Vorlage zur alle vier Jahre stattfindenden IEA-Tiefenprüfung). Mit entsprechend daraus abgeleiteten Maßnahmen lässt sich der Umbau unseres Energiesystems beschleunigen. Damit entstehen mehr Chancen für innovative Energietechnologien. Angesichts der Volatilität von Energiepreisen empfiehlt der Rat wirtschaftspolitische Instrumente, die Investitionsentscheidungen für langfristige FTI-Entwicklungen unterstützen. Im Hinblick darauf begrüßt der Rat zahlreiche Maßnahmen der Energiestrategie Österreich.

Langfristige Zielvorgaben für erneuerbare Energieträger und Energieeffizienz.

Langfristige Ziele sollten richtungsweisend wirken und die Planbarkeit von Rahmenbedingungen für Forscher und Projektentwickler über die einzelnen Entwicklungsphasen hinweg bis hin zu einem erfolgreichen Markteintritt erhöhen.

Innovationsfördernde öffentliche Beschaffung und Auftragsvergabe. Dies hätte ein großes Potenzial, die Markteinführung innovativer Energielösungen zu beschleunigen. Die Vergaberichtlinien sollten Entscheidungen für neue und daher risikoreichere Produkte und Lösungen ermöglichen und damit das Billigstbieter-Prinzip durch ein Innovationsförderungs-Prinzip ersetzen.

Strategische Steuerung und Monitoring

Einsatz von Wirkungscontrolling bei der Evaluierung von FTI-Maßnahmen.

Insbesondere bei thematischen Forschungsprogrammen, aber auch bei strukturellen Maßnahmen sollte verstärkt versucht werden, Erfolge und Wirkungen festzustellen und den Zielsetzungen gegenüberzustellen.

Weiterführung und Ausbau eines regelmäßigen Innovationsmonitorings im Bereich Energieforschung.

Die Erhebung der wichtigsten Schlüsseldaten wie Energieforschungsausgaben, Marktentwicklungen ausgewählter Technologien und Performance der EU-Forschung (Rückflüsse etc.) sind eine wichtige Grundlage für die Beurteilung von Entwicklungen und eine Erfolgskontrolle. Dieses Monitoring soll auch in Zukunft regelmäßig durchgeführt werden und die Ergebnisse samt entscheidender Erkenntnisse aus dem Wirkungscontrolling alle zwei Jahre dem Rat als Bericht vorgelegt werden.

Neue Steuerungsprinzipien für die Energieforschung im Rahmen eines Pilotprojekts zu entwickeln, das Mechanismen zur horizontalen Koordination zwischen Institutionen und Themengebieten sowohl entwickelt als auch austestet. Die Energieforschung muss hier eine

Pionierrolle übernehmen, die – wenn sie erfolgreich ausgefüllt wird – für viele horizontale Politikbereiche Lösungen bereithält.

Partizipative Strategieprozesse zur Entwicklung neuer Schwerpunkte. Um starre Strukturen zu vermeiden, sollten Einschätzungen durch interdisziplinäre Expertenpanels und die Einbeziehung von Foresight-Studien und sozialwissenschaftlichen Aspekten, zur Entwicklung meist langfristiger Schwerpunkte angeregt werden.

Intensivierung der sozioökonomischen und ökologischen Forschung, um technologische Weichenstellungen bewerten zu können und die erforderlichen nichttechnischen Innovationen zu unterstützen. Im Sinne einer nachhaltigen, gesellschaftlich akzeptierten und ökonomischen Energieforschung empfiehlt der Rat, auch im Rahmen der Energieforschung technologische und gesellschaftliche Lösungsansätze für die „Energierévolution“ gleichgewichtig zu verfolgen und eine themenoffene und interdisziplinäre sozioökonomische Forschung bedarfsorientiert zu intensivieren. Dabei spielt die Betrachtung der Interaktionen zwischen den Bereichen Technologieentwicklung, Diffusion von Innovationen, rechtliche und ethische Bewertungen, staatliche Regulierung sowie soziopolitische Anreize und Barrieren eine wesentliche Rolle.

Weiterentwicklung integrativer Forschung zur Unterstützung der ökonomischen und politischen Steuerung. Eine zuverlässige Abschätzung der langfristigen Kosten und Wirkungen neuer Technologien ist Voraussetzung für die Entwicklung zukunftsweisender Strategien. Die effiziente Erfüllung klima- und energiepolitischer Ziele unter Wahrung sozialer Gerechtigkeit erfordert daher „Life-Cycle-Analysen“ für eine genaue Kenntnis der Rahmenbedingungen, die den Einsatz und die Leistbarkeit erneuerbarer Energien maßgeblich beeinflussen.