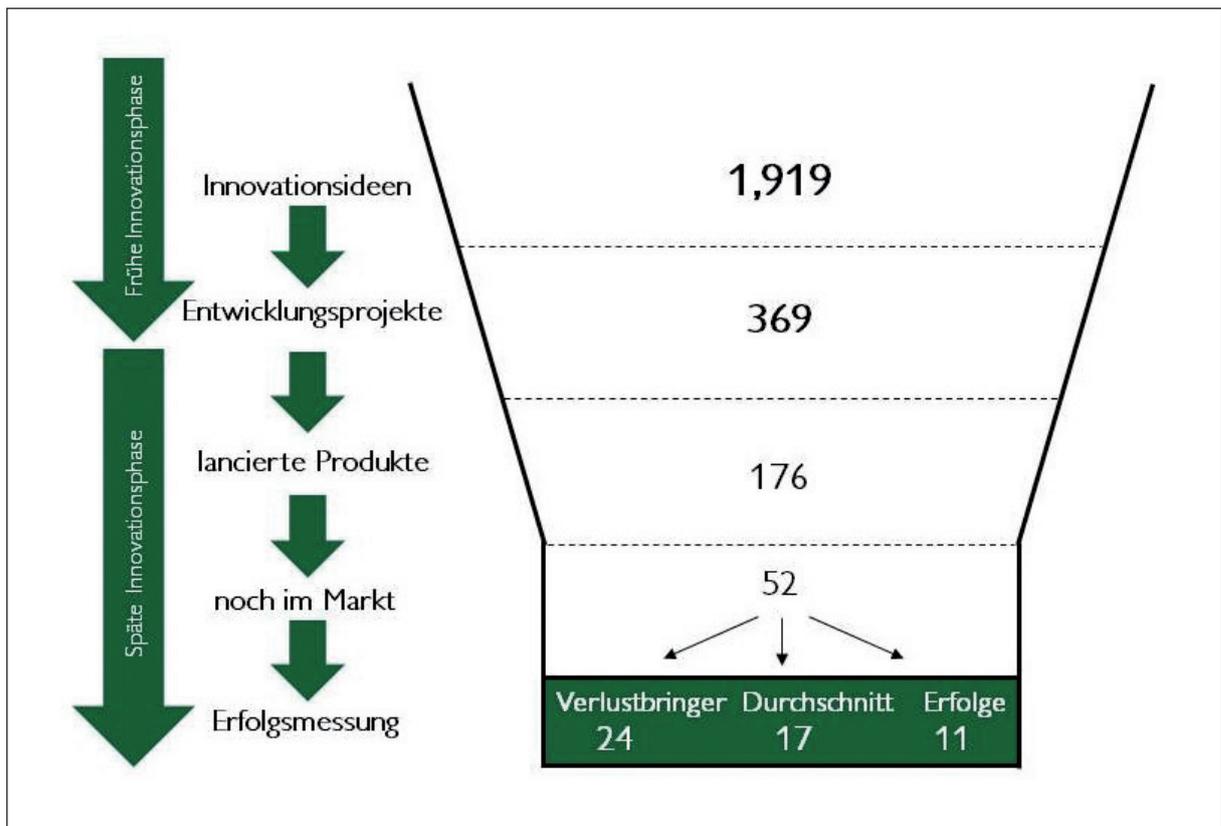


Rapport de synthèse 2008 du chef de programme OFEN Synthesebericht 2008 der BFE-Programmleiterin

Forschungsprogramm Energiewirtschaftliche Grundlagen

Nicole Andréa Mathys

nicole.mathys@bfe.admin.ch



Frühe Innovationsphase als Selektionsprozess

Die «frühe Innovationsphase» dient der frühzeitigen Identifizierung Erfolg versprechender Ideen. Nur wenige Ideen schaffen es bis zum Stadium eines Basiskonzeptes. O. Gassmann (2008) in Anlehnung an R. Berth (1992).

Programmschwerpunkte

Im **Forschungsprogramm Energiewirtschaftliche Grundlagen (EWG)** des Bundesamtes für Energie (BFE) werden ökonomische, soziologische, psychologische sowie politische Fragestellungen bezüglich der Produktion, der Verteilung und der Nutzung von Energie untersucht. Das Ziel ist es zu ergründen, wann staatliche Eingriffe nötig sind und falls ja, welches die beste Intervention ist.

Das im Forschungsprogramm erarbeitete Wissen ist die Basis sowohl für die Behandlung politischer Geschäfte (politiknahe Forschung) als auch für die längerfristige Ausrichtung der Energiepolitik (angewandte Forschung). Es dient somit der Erarbeitung neuer und der Überprüfung bestehender politischer Instrumente. Die Forschungsergebnisse kommen nebst der Wissenschaft, den Kantonen, der Energiewirtschaft sowie verschiedenen Verbänden und Organisationen zugute.

Die energiewirtschaftliche Forschung befasst sich mit den energiepolitischen Rahmenbedingungen in den vier Wirtschaftssektoren **Haushalte** (Gebäude und Elektrogeräte), **Verkehr**, **Dienst-**

leistungen und **Industrie**, wie sie auch den Perspektivmodellen zu Grunde liegen. Dazu kommen die **sektorübergreifende Energiepolitik**, der **Technologietransfer** und der **Energieumwandlungssektor (Strom- und Wärmeerzeugung, Raffinerien)**.

2008 wurden vermehrt Mittel für die angewandte Forschung eingesetzt. So konnten, auf Grund des Workshops zu Forschungslücken im November 2007, 2008 acht Projekte an Forschungsinstitute der Universitäten vergeben werden. Doktoranden werden dabei über mehrere Jahre in den Bereichen Innovation (2 Projekte), Modelle (1 Projekt geplant) und Verhalten (4 Projekte) mit Unterstützung des BFE forschen. Neun politiknahe Projekte wurden 2008 gestartet und drei neue Projekte werden Anfang 2009 beginnen. Das Forschungsprogramm verfolgt zudem alle relevanten nationalen (und falls angebracht internationalen) Aktivitäten im sozioökonomischen Bereich. Das vorliegende Konzept beschränkt sich jedoch auf die vom BFE mitfinanzierten Projekte.

Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse 2008

Haushalte (Gebäude und Elektrogeräte)

Projekt «Praxistest Minergie-Modernisierung»

Das 1998 eingeführte Minergie-Label kann auf eine eindrucksvolle Erfolgsgeschichte zurückblicken. Bis Ende 2007 wurden über 8'000 Gebäude nach Minergie-Standard zertifiziert. Davon entfallen rund 700 auf Modernisierungen: 540 Wohngebäude und 160 Dienstleistungsgebäude. Trotzdem fällt die Mehrheit der in den letzten zehn Jahren insgesamt in der Schweiz durchgeführten Gebäudeerneuerungen in Bezug auf energetische Massnahmen und damit auf die energiepolitischen Ziele der Schweiz unbefriedigend aus. Die Energiereduktionspotenziale werden bei weitem nicht ausgeschöpft. In Bezug auf den gesamten Gebäudebestand in der Schweiz besteht zudem ein erhebliches Modernisierungsdefizit.

In der Studie *Praxistest Minergie-Modernisierung* [1] wurden Erfahrungen mit Minergie-Modernisierungen ausgewertet und kritische Punkte und Hemmnisse aufgedeckt. Weiter wurden Empfehlungen zur Verbesserung der Anwendung von Minergie und hinsichtlich der energiepolitischen Rahmenbedingungen ausgearbeitet. Die Studie basiert auf zwei sich ergänzenden Erhebungen: schriftliche Befragung der Bauherren von Wohngebäuden mit Minergie-Modernisierungen in der deutschen Schweiz sowie einer Vergleichsgruppe

mit energetischen Modernisierungen ohne Minergie-Standard und leitfadengestützte Expertengesprächen bei Mehrfachbauherren und Architekten. Folgende Kernresultate wurden identifiziert:

- Minergie-Modernisierungen bedingen ein Gesamtkonzept und eine vorausschauende Planung.
- Minergie-Modernisierungen sind in der Regel mit Eingriffen in den Innenraum verbunden (z.B. Einbau einer Lüftung).
- Bei den Minergie-Modernisierungen wird die Wärmedämmung konsequenter umgesetzt als bei energetischen Modernisierungen ohne Minergie. Die Minergie-Anforderungen in Bezug auf den Energieverbrauch werden in der Regel erreicht.
- Minergie-Bauherren entscheiden sich aus Überzeugung für Minergie.
- Die wichtigsten Argumente für einen Verzicht auf Minergie sind technischer Art. Die grösste Schwierigkeit liegt dabei beim Einbau der Lüftung.
- Vorurteile und Desinformationen wirken gegen die Wahl von Minergie.
- Energieeffizientes Modernisieren wird allgemein als nötig erachtet, das Minergie-Label hingegen in Bezug auf ein allfälliges Energiespar-/Klimaziel nicht.

- Minergie-Sanierung bedeutet Mehraufwand für Architekten, Planer und Unternehmer.

Folgende Empfehlungen wurden abgegeben:

- Technische Neuerungen betreffend vofabrierten Komponenten und der Lüftung fördern
- Kommunikation/Information ausbauen und intensivieren
- Etappierung gewährleisten
- Schulung der am Bau beteiligten Planer und Bauleute auf den verschiedenen Stufen
- Bewertungsmethoden für Liegenschaften und Nebenkostenabrechnungen
- Vorreiterrolle der öffentlichen Hand verstärken und Handlungsspielraum nutzen
- Anpassung jeglicher Förderung.

Projekt «Konzept, Vollzug und Wirkung der VHKA»

Nach ihrem Entstehen in den 1970er Jahren wurde die verbrauchsabhängige Heiz- und Warmwasserkostenabrechnung (VHKA) Anfang der 1980er Jahre allmählich eingeführt und 1990 in Alt- und Neubauten vom Bund verbindlich vorgeschrieben. 1998 wurde die Regelung vom Bund teilweise zurückgenommen und das Obligatorium auf Neubauten beschränkt. In der Folge nahmen verschiedene Kantone ihre Regelungen ebenfalls wieder zurück. Insgesamt entstand so eine «Stop-and-go-Politik». Die Studie *Konzept, Vollzug und Wirkung der VHKA* [2] hat sich vor diesem Hintergrund zwei Ziele gesetzt:

- Strategisches Ziel: Bewertung der Bedeutung der VHKA für die zukünftige Effizienzstrategie im Bereich der Gebäude.
- Operatives Ziel: Die Untersuchung soll aktuelle Daten über den Vollzug der VHKA, sowie über die Akzeptanz und die Wirksamkeit bei den Zielgruppen liefern. Daraus lassen sich konkrete Hinweise zur Optimierung des Instrumentes ableiten.

Darüber hinaus wurde ein Zusatzmodul umgesetzt, in dem die Kosten der VHKA den Einsparungen gegenübergestellt und Aussagen über den Nutzen der VHKA vor dem Hintergrund gestiegener Energiepreise gemacht werden. Es wurde herausgefunden, dass der VHKA das Image eines «Ladenhüters» anhaftet und derzeit aller Voraussicht nach keine Schritte zur Intensivierung des Vollzugs der VHKA unternommen werden. So ergeben sich aus der dezentralen kantonalen Gesetzgebung starke Unterschiede sowohl hinsichtlich der Intensität des Vollzugs als auch in Bezug auf den Ausrüstungsgrad. Generell ist aber der Vollzug sehr gering. Auf Grund einer

Befragung von 1575 Personen, bei welchen die Wirkung der VHKA theoretisch eintreffen könnte (Kontaktperson lebt in einem Gebäude, das nach dem Jahr 1990 – gesamtschweizerische Einführung der VHKA – gebaut wurde und kontrolliert und bezahlt die Nebenkostenabrechnung im Haushalt) tritt eine Wirkung nur bei 17 % ein. Dies kann dadurch erklärt werden, dass die VHKA gar nicht umgesetzt wurde oder die Mieter sich nicht mehr an die Verbrauchswerte erinnern. Auf strategischer Ebene wird empfohlen zu prüfen, ob es Sinn machen würde, die VHKA in Zukunft bei Alt- und Neubauten nur einzufordern, falls kein Gebäudeenergieausweis vorhanden ist. Aus operativer Sicht (basierend auf der momentanen Gesetzgebung) wird empfohlen, das Vollzugsdefizit durch folgende Massnahmen zu beheben:

- Kontrollen sollten verschärft werden und parallel dazu sollten Informationskampagnen auf die Bedeutung der VHKA hinweisen. Eine Alternative zu den Kontrollen wäre die Einführung eines Kürzungsrechts für die Mieter (nach dem Vorbild in Deutschland).
- Verständlichere Darstellung der Verbrauchsinformationen.

Projekt «Energieverbrauch von Bürogebäuden und Grossverteilern»

Ein Viertel des schweizerischen Stromverbrauchs geht auf das Konto des Dienstleistungssektors. In den vergangenen zehn Jahren hat sich im Bereich Bürobau und bei Grossverteilern (Verkausflächen) einiges verändert: Zunehmend werden Bürobauten im Minergie-Standard erstellt; infolge der hohen internen Wärmelasten und der grossen verglasten Flächen hat sich die Kühlproblematik zugespitzt; bei der IT-Infrastruktur steht die Ablösung von Röhrenbildschirmen einer Zunahme weiterer Geräte gegenüber. Die Resultate des Projektes *Energieverbrauch von Bürogebäuden und Grossverteilern* [3] zeigen, dass thermische Anwendungen, welche im Gebäudesektor von der Raumheizung dominiert sind, im zeitlichen Ablauf energetisch eher rückläufig sind und im Strombereich eher von einer Stagnation oder gar einer Erhöhung auszugehen ist. Bei rund der Hälfte der Gebäude sind die wichtigen Grundvoraussetzungen für intensive betriebliche Energieeffizienzmassnahmen, nämlich die Kenntnis des Energiebedarfs und dessen beeinflussende Faktoren, nicht oder nur ungenügend vorhanden sind. Eine Umfrage bei 30 Grossverteilern hat ergeben, dass der Energieverbrauch (Strom und Wärme) markant grösser ist, als die vom SIA 380/4 und 2024 vorgegeben Standards. Die Werte, welche in der Ravel-Studie 1995 verwendet wurden, kommen schon näher an die neu erhobenen

Daten heran. Grosse Stromverbraucher sind die Kühlgeräte und die Beleuchtung. Die Kühlgeräte sind oft falsch eingestellt und nicht der aktuellen Nachfrage angepasst, und eine energieeffiziente Beleuchtung geht oft gegen die Verkaufsstrategie der Grossverteiler.

Projekt «Gewichtung der Heizgradtage (HGT)»

Beim BFE werden die von Meteo Schweiz berechneten Heizgradtage mit der Bevölkerungsdichte gewichtet. In den letzten Jahren wurden jeweils 40 Anetz (Automatisches Messnetz)-Stationen verwendet. Das Projekt *Gewichtung der Heizgradtage (HGT)* [4] machte Neuberechnungen und Aktualisierungen, wobei die Gewichtungsvarianten Dichte der Wohnbevölkerung und Gebäudeflächen analysiert wurden. Es wurde festgestellt, dass sich der Einbezug der Wohnungsdaten sowie der Beschäftigten für die Gewichtung der HGT nicht aufdrängt, da sich die beiden Zeitreihen der gewichteten Heizgradtage nahezu identisch sind. Das BFE kann deshalb entweder die bisherigen Faktoren weiterverwenden oder die neuen Faktoren anwenden.

Projekt «Temperatur- und Strahlungsabhängigkeit des Energieverbrauchs im Wärmemarkt»

Im Projekt *Temperatur- und Strahlungsabhängigkeit des Energieverbrauchs im Wärmemarkt* [5] wurde der Zusammenhang zwischen Witterung und Energieverbrauch mittels einer Analyse von täglichen Einspeisemengen ins Fernwärme- und Gasnetz der *Energie Wasser Bern (ewb)* mit statistischen Methoden empirisch untersucht.

Im ersten Schritt wurden aus den vorhandenen Rohdaten die Verbrauchsanteile für Raumwärme extrahiert und grafisch analysiert. Im zweiten Schritt wurden die Verbrauchsreihen mit den Wetterfaktoren Temperatur und Strahlung verknüpft. Mit Hilfe statistischer Verfahren wurden Regressionsparameter geschätzt, welche die Beeinflussung der Raumwärmeverbräuche durch die Wetterfaktoren beschreiben. Auf Basis dieser geschätzten Parameter wurden anschliessend neue Witterungsbereinigungsfaktoren für die beiden Netze der *ewb* abgeleitet. Die Bereinigungsfaktoren bilden das Verhältnis des effektiven Energieverbrauchs zum witterungsbereinigten Energieverbrauch ab. Sie wurden einerseits Tageswertbasiert, andererseits Monatsmittelwert-basiert bestimmt. Ein Vergleich der neu abgeleiteten Bereinigungsfaktoren mit den gängigen Verfahren zur Witterungsbereinigung des Energieverbrauchs (Heizgradtagverfahren, Gradtag-Strahlungs-Verfahren von Prognos, vereinfachter BAFU-Ansatz) zeigt, dass die neuen Faktoren in den betrachte-

ten Netzen eine bessere Anpassungsgenauigkeit aufweisen als die bisherigen Verfahren. Die auf Monatsbasis abgeleiteten Bereinigungsfaktoren schneiden dabei nur unwesentlich schlechter ab als die tagesbasierten Faktoren. Grössere Abweichungen treten hingegen bei den bisherigen, jahresbasierten Verfahren auf (z.B. BAFU-Ansatz), da diese variierende Verteilungen innerhalb des Jahres nicht berücksichtigen. Dies tritt v.a. bei atypischen Jahren wie beispielsweise 2007 deutlich zu Tage. Ob sich die neuen Witterungsbereinigungsfaktoren für die Gesamtschweiz eignen, ist jedoch noch nicht eindeutig klar.

Projekt «Der Bestand an Elektroheizungen in den Kantonen»

Zwei Arten von elektrischen Heizungen werden unterschieden: die elektrischen Widerstandsheizungen und die Wärmepumpenheizungen. Bei den elektrischen Widerstandsheizungen wird Strom durch einen Leiter mit einem Ohm'schen Widerstand geleitet, über welche die elektrische Energie in Wärme umwandelt wird. Wärmepumpen sind Heizungsanlagen, welche unter Zufuhr von mechanischer Arbeit (Stromverbrauch) der Umwelt Wärme entziehen und diese über einen Wärmetauscher an die Innenräume als Heizwärme abgeben (Umkehrung der Wirkungsweise eines Kühlgerätes). Obwohl elektrische Widerstandsheizungen Strom mit Wirkungsgraden über 90 % sehr effizient in Wärme umwandeln, ist diese Art von Verwendung vom Strom für die Bereitstellung von Raumwärme gesamtenergetisch betrachtet wenig sinnvoll. Einerseits ist der Gesamtnutzungsgrad niedriger, wenn auch die vorgelagerte Prozesskette der Umwandlung von Primärenergie zu Strom berücksichtigt wird, und Andererseits sollte gemäss dem Exergie-Ansatz der hochwertige Strom für Prozesse eingesetzt werden, welche ein hohes Mass an Arbeitsfähigkeit erfordern (z.B. für elektrische Geräte) und nicht für die Erzeugung von energetisch minderwertiger Raumwärme. Daraus ergibt sich das energiepolitische Ziel, langfristig die elektrischen Widerstandsheizungen so weit wie möglich aus dem Bestand zu entfernen. Das Projekt *Der Bestand an Elektroheizungen in den Kantonen* [6] liefert für die Jahre 1990, 2000 und 2008 kantonale Angaben über Anzahl, Energiebezugsfläche (EBF) und Heizenergieverbrauch der Wohnungen, die mit elektrischen Widerstandsheizungen beheizt werden. Diese Angaben wurden aufgeschlüsselt nach Heizungstyp, Gebäudetyp und Belegungsart. In Bezug auf die Anzahl der Wohnungen besitzt der Kanton Tessin im Jahr 2008 die grösste Bedeutung (22 % der Wohnungen). Mehr als die Hälfte der Wohnungen findet sich in den vier Kantonen Tessin, Wallis, Bern und Waadt (56 %). Überdurchschnittliche Anteile an den gesamten

beheizten Wohnungen zeigen sich aber auch in den Innerschweizer Kantonen (Uri, Obwalden, Nidwalden, Glarus, Schwyz), in der Westschweiz (Freiburg, Jura) und im Graubünden. Die Nationalen Veränderungen sind stark bestimmt durch die Zunahmen im Kanton Tessin. Trotzdem zeigt sich auf nationaler Ebene im Gegensatz zum Kanton Tessin eine deutliche Abnahme des Bestandes an Wohnungen mit Elektro-Zentralheizungen.

Verkehr

Projekt «Tanktourismus»

Das Betanken des Fahrzeugs ausserhalb der Landesgrenze, meist motiviert durch Preisüberlegungen der Fahrzeuglenker, wird Tanktourismus genannt und auf ca. 10% des gesamten Treibstoffverbrauchs der Schweiz geschätzt. Im Projekt *Tanktourismus* [7] sollen die treibenden Kräfte und die Mechanismen analysiert werden, die das Phänomen «Tanktourismus» erklären. Dazu werden Expertengespräche geführt (Tankstellengesellschaften, ausländische Partner, Transporteure etc.) und zu einer Auslegeordnung zusammengefasst, welche die aktuelle Situation in der Schweiz und dem nahen Ausland ausleuchtet. Gleichzeitig werden die Inputdaten für das anschliessend eingesetzte Modell gesammelt und aufbereitet. Die ökonomische Tanktourismus-Schätzung soll helfen, den Tanktourismus insgesamt zu quantifizieren und die regionalen Disparitäten (unterschiedliche Preisgefälle zum Ausland in verschiedenen Regionen der Schweiz) zu analysieren, um daraus Elastizitätsüberlegungen anzustellen. Nebst einer eigenständigen Analyse zum Tanktourismus, fliessen die Resultate nicht zuletzt in die an anderer Stelle (z.B. Energieperspektiven) eingesetzten Bottom-up-Betrachtungen ein, indem die dort verwendeten Modelle verfeinert werden sollen.

Technologietransfer und Innovationsprozesse

Projekt «Innovationsprozesse bei Energietechnologien»

Die Studie *Innovationsprozesse bei Energietechnologien* [8] untersucht ausgewählte Innovationsprozesse in den Bereichen Photovoltaik, Wärme-Kraft-Koppelung (WKK) und Wärmepumpen-Tumbler. Als Datenquelle für die Fallstudien dienen in erster Linie leitfadengestützte Interviews mit unmittelbar am Innovationsprozess beteiligten Personen. Der Innovationsprozess wird grob in fünf Phasen eingeteilt: Grundlagenforschung, angewandte Forschung, Entwicklung von Prototypen oder Pilotanlagen, Markteinführung im Sinne einer ersten Vermarktung und breitere Marktdiffusion. Aus der Analyse der Fallstudien

hat sich ein Grundprinzip herauskristallisiert: Innovationsförderung sollte ganzheitlich ausgerichtet sein, d.h. die verschiedenen Phasen, aber auch die verschiedenen Ebenen von Innovationsprozessen sollten berücksichtigt werden. Der Förderbedarf von Innovationsprozessen hängt nicht nur von der jeweiligen Phase ab, sondern auch von grundsätzlichen Eigenschaften. So ist für forschungsintensive Innovationen tendenziell eine enge Zusammenarbeit von Unternehmen mit Hochschulen und Fachhochschulen von Bedeutung, für kapitalintensive Innovationen die Vermittlung von Venture Capital oder eine direkte Beteiligung von finanzkräftigen Unternehmen oder die Förderung von Pilot- und Demonstrationsanlagen (P+D). Für erprobungsintensive Innovationen kann ebenfalls eine P+D-Förderung, aber auch die frühe Einbindung zukünftiger Anwender wichtig sein. Folgende Handlungsfelder und Instrumente wurden in der Studie identifiziert:

- Eine Stärkung der Perspektive auf den gesamten Innovationsprozess sowie eine engere Projektbegleitung.
- Für eine erfolgreiche Marktumsetzung ist die P+D-Phase wichtig; die Etablierung bzw. Wiederaufnahme einer entsprechenden Förderung sollte gestärkt werden.
- KMU sind wichtige Träger von Innovation und können direkt und indirekt stärker gestützt werden.
- Ein Technologie-Monitoring zur kontinuierlichen Verfolgung von Technologiebereichen wäre hilfreich.
- Ein stärkerer Fokus auf Schwerpunktsetzungen bei der Förderung ermöglicht das Erreichen einer kritischen Masse in Bezug auf das Fördervolumen und die Vernetzung.

Neben den Erkenntnissen aus den Fallstudien wurde ein Set von Indikatoren zur Darstellung der Charakteristika von Innovationsprozessen erstellt. Die vorgeschlagenen Kernindikatoren beruhen auf Kosten-Nutzenüberlegungen und aus den Erkenntnissen der Fallstudien. Folgende Indikatoren sind primär verwendet worden: Beschäftigungszahlen und deren Entwicklung; Überleben des innovativen Geschäftsbereich im Unternehmen; Beschäftigte bei F+E; innovative Technologien; Produkte oder Dienstleistungen auf dem Markt; Beteiligung/Förderung von privaten Investoren.

Projekt «Auswirkungen politischer Energiesparmassnahmen auf die Innovationskraft, die Beschäftigung und die internationale Konkurrenzfähigkeit der Schweiz»

Das Projekt *Auswirkungen politischer Energiesparmassnahmen auf die Innovationskraft, die*

Beschäftigung und die internationale Konkurrenzfähigkeit der Schweiz [9] befasst sich mit den ökonomischen Auswirkungen politischer Energiesparmassnahmen in der Schweiz. Ansatzpunkt ist insbesondere das Szenario der 2000-Watt-Gesellschaft, deren technische Umsetzbarkeit bereits aufgezeigt wurde, deren Effekte auf ökonomische Grössen aber noch ungenügend bekannt sind. Zur Analyse wird ein multisektorales CGE-Modell (Computable General Equilibrium Model) erstellt. Die wesentliche Neuerung hierbei ist der explizite Einbezug der neuen Wachstumstheorie, d.h. Wachstum entsteht durch die Akkumulation von physischem und nicht-physischem Kapital, wobei der Anreiz zur Akkumulation endogen im Modell begründet wird. Eine genestete (d.h. verschachtelte) Struktur ermöglicht die Substitution zwischen einzelnen Produktionsfaktoren auf der Inputseite sowie zwischen den einzelnen Gütern auf der Outputseite. Datenmässige Grundlage für das Modell ist die 2005-Version der Input-Output-Tabelle für die Schweiz.

Projekt «InnoPower: Stärkung der frühen Innovationsphase von KMUs unter besonderer Berücksichtigung des Sektors Energie»

Das Projekt *InnoPower: Stärkung der frühen Innovationsphase von kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) unter besonderer Berücksichtigung des Sektors Energie* [10] hat zum Ziel, den frühen Innovationsprozess bei KMU im Energiesektor besser zu verstehen und Ansätze zu dessen Stärkung zu erarbeiten. Ausgangspunkt der Studie ist die Erkenntnis, dass die Schweizer Volkswirtschaft stark von der Innovationskraft der KMU profitiert und diese auch im Energiesektor immer wieder Produkte und Dienstleistungen auf den Markt bringen, welche Wertschöpfung und qualifizierte Arbeitsplätze in der Schweiz sichern. Zudem bietet der Energiebereich interessante Möglichkeiten für KMU, ihre angestammten Kompetenzen auf diesen internationalen Wachstumsmarkt zu übertragen. Das BFE und weitere Stellen stehen diesen Unternehmen bei der Umsetzung von konkreten Projekten sowie bei Markteinführungen als kompetente Partner zur Verfügung. Allerdings ist bisher noch wenig systematisches Wissen darüber vorhanden, wie KMU im Energiebereich derartige Innovationen in einer frühen Phase entwickeln, und wie sich deren Qualität und Anzahl steigern lassen könnte. Die Studie zielt daher darauf ab, zentrale Aspekte der frühen Innovationsphase (Ideengenerierung und -quellen; frühe Evaluations- und Selektionsprozesse; Entscheidungsgremien und -kriterien; Ausmass zwischen- und überbetrieblicher Kooperation) zu analysieren und Ansätze zu deren Stärkung im Kontext des Energiesektors abzuleiten. Seit dem Start des Projektes im Oktober 2008 wurden be-

stehende Studien und wissenschaftliche Literatur auf dem Gebiet aufgearbeitet und ein Untersuchungsrahmen erstellt. Dieser dient im nächsten Schritt der Formulierung von Hypothesen in Zusammenarbeit mit Entscheidungsträgern und Experten in den Unternehmen. Im Laufe der weiteren Projektphasen sollen mittels Befragungen, Fallstudien und ersten Umsetzungsprojekten die Hypothesen weiter abgestützt und Implikationen für die Stärkung der frühen Innovationsphase von KMU im Energiesektor erarbeitet werden.

Umwandlungssektor

Projekt «Ausgestaltung einer Einspeisevergütung für die erneuerbare Wärme»

Im Februar 2008 verabschiedete der Bundesrat die Aktionspläne zur Energieeffizienz und zu erneuerbaren Energien. Basierend auf dem «Aktionsplan erneuerbare Energien» konkretisierte das Projekt *Ausgestaltung einer Einspeisevergütung für die erneuerbare Wärme* [11] Vorschläge für die Umsetzung der im Aktionsplan aufgeführte Massnahme «Einspeisevergütung für erneuerbare Wärme». Nah- und Fernwärmenetze liefern rund 3 % des schweizerischen Wärmebedarfs. Der Anteil an erneuerbarer Wärme setzt sich aus der Biomassenutzung, der Umweltwärme und dem erneuerbaren Anteil aus Abfall zusammen. Würden die Nah- und Fernwärmenetze vollständig auf erneuerbare Wärme umgestellt, liessen sich jährlich 3'740 GWh Erdöl einsparen. Zudem würde die Versorgungssicherheit erhöht bzw. die Abhängigkeit von Erdöl- und Erdgaslieferungen aus dem Ausland verringert. Die Idee der Einspeisevergütung für erneuerbare Energien lehnt sich an das erfolgreiche Modell aus dem Strommarkt an. Vergleicht man jedoch die Strom- und den Wärmemarkt hinsichtlich einer Einspeisevergütung, so zeigen sich grundlegende Unterschiede. Das Bestimmen der Mehrkosten ist bei Wärmenetzen schwieriger, da sich die Preise für fossile Energien dynamisch und kurzfristig ändern. Anlagen, die in einem Jahr Mehrkosten verursachen sind möglicherweise im nächsten Jahr wirtschaftlich. Insgesamt betrachtet ist die Bemessung einer Einspeisevergütung für Wärme sehr schwierig. Das Projekt kam zum Schluss, dass eine Einspeisevergütung als Förderinstrument, welches sich am Modell der Einspeisevergütung für erneuerbare Elektrizität orientiert, nicht zu empfehlen ist. Anstelle dessen wird vorgeschlagen, auf das bewährte Förderinstrument der Investitionsbeiträge zu setzen. Eine Förderung von erneuerbarer Wärme wird weiterhin für nötig erachtet.

Projekt «Abwasserwärmenutzung: Potenzial, Wirtschaftlichkeit und Förderung»

Die Nutzung von Niedertemperaturwärme aus kommunalen Abwässern mittels Wärmepumpenanlagen zur Gebäudeheizung und Brauchwarmwasserbereitung ist heute praxistauglich. Die Studie *Abwasserwärmenutzung: Potenzial, Wirtschaftlichkeit und Förderung* [12] untersuchte die potenzielle Wärmeabnahmedichte im besiedelten Gebiet aller 296 grossen Abwasserreinigungsanlagen (ARA) mit Hilfe von Geodaten. Ergänzend dazu wurden die Rahmenbedingungen zur Abwärmenutzung erläutert. Zu heutigen Bedingungen (Szenario mit hohem Ölpreis und reduzierter CO₂-Abgabe – 104 CHF/100liter) birgt die Abwärme mittels Wärmepumpenanlagen ein grosses, wirtschaftlich realisierbares Potenzial von 2,12 TWh/a, das sich künftig (147 CHF/100liter) noch um über 50 % steigern lässt. Dieses künftige Potenzial könnte den Heizungs- und Warmwasserbedarf von gut einer Million Einwohnern decken. Was die Hemmnisse betrifft, wurden folgende Faktoren identifiziert:

- Mangelnde Wirtschaftlichkeit (Anlage liegt in wenig besiedeltem Gebiet oder es gibt bereits eine bestehende leitungsgebundene Energieversorgung)
- Abwärmenutzung aus ARA wird durch bestehende leitungsgebundene Energieträger erschwert
- Fehlende Initiatoren für einen Wärmeverbund, da die sehr hohen Vorinvestitionen einen finanzkräftigen Bauherrn voraussetzen
- Zurückhaltung beim Einsatz von nicht seit Jahrzehnten bewährter Technik.

Gemäss diesen Hemmnissen kommen für die Förderung der Abwärmenutzung folgende Instrumente in Frage:

- Basis für die Wirtschaftlichkeit sind *dauerhaft hoch* bleibende Preise für fossile Energieträger; dies kann durch eine CO₂-Abgabe oder Subventionen (Bsp; Klimarappen oder kantonale und städtische Beiträge) unterstützt werden.
- Prioritätensetzung und weiter führende Bundesvorschriften über einen längerfristigen Rückbau von Erdgas
- Die bestehenden Informationsdefizite der Besitzer und Bauherren sollten eliminiert werden.

Projekt «Vorstudie zur Bewertung der Entsorgungs- und Nutzungsverfahren von biogenen Abfällen und Hofdünger»

Hauptziel des Projektes *Vorstudie zur Bewertung der Entsorgungs- und Nutzungsverfahren von*

biogenen Abfällen und Hofdünger [13] war es, eine Bewertungsmethode für die unterschiedlichen Nutzungsarten biogener Abfälle und Hofdünger zu entwickeln. Die erarbeitete Methodik sollte dabei breit abgestützt und breit anwendbar sein. Breit abgestützt heisst, dass die verschiedenen Entsorgungs- und Nutzungsmöglichkeiten für Abfallbiomasse und Hofdünger anhand möglichst aller relevanten Kriterien aus den Bereichen Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft bewertet werden. Breit anwendbar bedeutet, dass mit Hilfe der Methodik sehr unterschiedliche Entsorgungs- und Nutzungswege bewertet werden können. Für diese komplexe Art von Bewertung wurde im Rahmen dieser Studie eine Multikriterienanalyse entwickelt, da eine solche einerseits umfassend und andererseits transparent und nachvollziehbar ist.

Die Ergebnisse der Anwendung zeigen, dass sich die untersuchten Verfahren auf einem relativ hohen Nutzenniveau aus Sicht der ökologischen, ökonomischen und gesellschaftlichen Kriterien befinden. Daraus lässt sich ableiten, dass die aktuellen Rahmenbedingungen für die Entsorgung von biogenen Abfällen und Nutzung von Hofdünger grundsätzlich die richtigen Anreize vermitteln, so dass vorwiegend nachhaltige Verfahren zur Anwendung oder vermehrten Verbreitung gelangen. Die Angaben zur Bewertung der drei Pilotverfahren hydrothermale Vergasung, Alkoholgärung und Vergasung/Methanisierung sind mit den grössten Unsicherheiten behaftet. Können die Planungsdaten tatsächlich eingehalten werden, handelt es sich insbesondere bei der hydrothermalen Vergasung um eine viel versprechende Option, bei welcher sich eine präzisere Analyse lohnt. Im Weiteren kann festgestellt werden, dass mit der Kostenbasierten Einspeisevergütung (KEV) die richtigen Anreize gesetzt werden, da die KEV Verfahren zur Strom- und Wärmeproduktion fördert, welche in der vorliegenden Studie sehr gut bewertet werden.

Projekt «Bewertung von Schutz-, Wiederherstellungs- und Ersatzmassnahmen bei Wasserkraftanlagen»

Das Projekt *Bewertung von Schutz-, Wiederherstellungs- und Ersatzmassnahmen bei Wasserkraftanlagen* [14] erarbeitete 18 Empfehlungen für die praktische Anwendung bei neuen Kraftwerkprojekten beziehungsweise bei Kraftwerkneuerungen. Sie sollen bei der Bestimmung, Bewertung und Verfügung von Schutz-, Wiederherstellungs- und Ersatzmassnahmen nach Bundesgesetz über den Natur- und Heimatschutz vom 1. Juli 1966 sowie bei der damit verbundenen Interessen- und Verhältnismässigkeit der Massnahmen hilfreich sein. Die Handlungsanweisungen setzen sich aus Erfahrung, Empfehlungen

und anderen, im Laufe der Projektbearbeitung erlangten Erkenntnissen zusammen. Es handelte sich um verfahrenstechnische (Vorgehen), sowie um juristische, ökologische und ökonomische Anweisungen. Die Liste könnte Grundlage für einen allfälligen Leitfaden sein.

Projekt «Holz als Rohstoff und Energieträger»

Das Projekt *Holz als Rohstoff und Energieträger* [15] verfolgt das Hauptziel, die künftige Holzangebots- und Nachfragesituation in der Schweiz durch die Entwicklung eines dynamischen Holzmarktmodells abzuschätzen. Es wurden die für das künftige Holzangebot sowie die Holznachfrage bestimmenden Einflussparameter identifiziert und ihre jeweiligen Einflussstärken abgeschätzt. Mittels Szenariotechnik wurden mögliche Entwicklungen des künftigen potenziellen Holzangebots und der Holznachfrage analysiert und beschrieben.

Als erster Schritt wurde eine Stoffflussmatrix für die erste und zweite Verarbeitungsstufe der Schweizer Wald- und Holzwirtschaft erarbeitet. Bisher lagen verschiedene, in sich inkonsistente Statistiken unterschiedlicher Quellen vor. Unter Mitarbeit von Experten wurde eine realistische und in sich konsistente Stoffflussmatrix für das Basisjahr 2005 erarbeitet.

Weiter wurde basierend auf vorhandener Literatur, ökonomischen Analysen und Experteneinschätzungen ein Simulationsmodell für den Schweizer Holzmarkt entworfen und programmiert. Basierend auf bereits erkennbaren Trends und auf Zukunftseinschätzungen von Experten wurde ein Trendszenario des Holzmarktes bis zum Jahr 2025 erarbeitet. Dabei resultierte bezüglich der Gesamtnutzungsmenge von Waldholz eine Zunahme von einem Drittel bis ins Jahr 2025. Durch den prognostizierten Aufbau von Sägewerkkapazitäten beim Nadelholz wird ein Nachfrageanstieg nach Nadelstammholz erwartet. Dies führt zu einer Zunahme der Nadelstammholzmenge um 20 %. Die prognostizierten steigenden Erdölpreise führen zu zunehmenden Preisvorteilen des CO₂-neutralen Energieträgers Holz, was zu einem starken Nachfrageanstieg beim Waldenergieholz führt. Bis 2025 wird ein Anstieg der Waldenergieholzmenge um 63 % auf 3,3 Mio. m³ pro Jahr geschätzt. Die Gesamtmenge an Energieholz (also inklusive weiterer Energieholzkategorien wie Sägenebenprodukte, Flur- und Altholz) wird gemäss Trendszenario für 2025 auf 6,2 Mio. m³ pro Jahr prognostiziert. Damit würde das nachhaltig nutzbare Energieholzpotenzial der Schweiz weitgehend ausgeschöpft. Neben dem Trendszenario werden in diesem Projekt auch weitere Szenarien simuliert und quantifiziert, so der substantielle Anstieg von Energiekosten, der

Anstieg des Pro-Kopf-Verbrauchs von Säge- und Holzwerkstoffen, der Anstieg der globalen Holzpreise, der massive Ausbau von Einschnittkapazitäten sowie verschieden starke Sturmereignisse.

Projekt «Zahlungsbereitschaft für den Service public und Versorgungsqualität im Strombereich»

Um auf die Herausforderungen der Strommarktöffnung vorbereitet zu sein, wurden die Bedürfnisse der Schweizer Stromkonsumenten im Rahmen der Studie *Zahlungsbereitschaft für den Service public und Versorgungsqualität im Strombereich* [16] analysiert. Es wurden drei verschiedene Methoden zu diesem Zweck verwendet: eine Haushaltbefragung um die allgemeine Zufriedenheit zu ermitteln, spezielle Befragungsexperimente um die Zahlungsbereitschaft zu berechnen und eine Unternehmensbefragung, um die Stromversorgungssituation und die Kosten eines Unterbruchs abzuschätzen.

Folgende Ergebnisse ergaben sich:

- Rund zwei Drittel der befragten Haushalte äusserten sich sehr zu frieden mit ihrem Stromlieferanten.
- Die Stromkonsumenten sind sich bewusst, dass es zu Stromausfällen kommen kann. Nur gerade 12 % der Befragten akzeptieren keine einzige Unterbrechung. 20 % akzeptieren hingegen drei Unterbrüche pro Jahr. Die Hälfte der Befragten war mit dem jeweiligen Störungsservice sehr zufrieden.
- 60 % der Befragten sind damit einverstanden, dass in der Schweiz in allen Regionen gleiche Preise für die Stromversorgung verlangt werden, und nur ein Fünftel sprach sich für unterschiedliche Preise aus.
- Der durchschnittliche Stromkonsument ist bereit, pro Jahr, im Vergleich zur heutigen Stromrechnung 100 CHF (ca. 12 % der durchschnittlichen Jahresstromkosten) mehr zu bezahlen, wenn damit schweizweit gleiche Preise erreicht werden können. Die Westschweizer haben eine fast doppelt so grosse Zahlungsbereitschaft als die Deutschschweizer und junge Stromkonsumenten haben keine Zahlungsbereitschaft für schweizweit gleiche Preise.
- Es konnte keine Zahlungsbereitschaft für die Erhöhung des Versorgungsgrades von heute über 95 % auf 100 % ermittelt werden.
- Für eine zusätzliche Störung erwartet der Konsument eine Reduktion der Jahresstromrechnung von 34 CHF (ca. 4 % der Jahreskosten). Für eine einstündige Störung verlangt der durchschnittliche Konsument eine Kompensation von seiner Jahresstromrechnung

von 60 CHF (ca. 7 % der Jahreskosten). Die unter 45-jährigen erleiden einen höheren Nutzenverlust als die älteren. Störungen welche unangekündigt sind, tagsüber oder im Winter stattfinden, verlangen nach einer fast doppelten Kompensationsforderung.

- Zwei Drittel der befragten Unternehmen äussern sich als sehr zu frieden mit ihren Stromlieferanten. Eine Mehrheit der befragten Unternehmen rechnet auf Grund der Marktöffnung mit sinkenden Preisen bei gleich bleibender Qualität.
- Die von den Unternehmen angegebenen Kosten einer einstündigen Störung betragen je nach Zeitpunkt und Art im Mittel zwischen 1'000 und 6'500 CHF.

Projekt «Wirkung und Potenzial der Preisregulierung für Stromeffizienz»

Ebenfalls im Kontext der Öffnung der Energiemärkte läuft das Projekt *Wirkung und Potenzial der Preisregulierung für Stromeffizienz* [17]. Forderung nach verursachergerechten Netznutzungsentgelten und die Zielsetzung einer Förderung der effizienten Elektrizitätsverwendung können in der Praxis zu einem Zielkonflikt führen, da für die Erfüllung der Zielsetzungen unterschiedliche Einflussfaktoren von Bedeutung sind. Das Projekt zeigt theoretisch und anhand von Modellrechnungen mit einem branchentypischen Beispielunternehmen auf, wie sich die unterschiedliche Ausgestaltung von Price-Cap- und Revenue-Cap-Regulierungen auf die beiden im StromVG erwähnten Zielsetzungen «verursachergerechte» und «energieeffiziente» Netznutzungsentgelte auswirken. Anhand einer Wirkungsanalyse sollen auch noch die gesamtwirtschaftlichen Effekte ermittelt werden.

Projekt «Sachplan geologische Tiefenlager: Kommunikation mit der Gesellschaft»

Das Projekt *Sachplan geologische Tiefenlager: Kommunikation mit der Gesellschaft* [18] untersuchte die Kommunikation von Behörden bei der Standortsuche von nuklearen Endlagerstätten in der Schweiz und drei ausgewählten Vergleichsstaaten: Belgien, Deutschland und Schweden. Spezifisch ging das Projekt folgende Fragen an: Wie kann der Dialog zwischen Wissenschaft, Politik, Wirtschaft und der organisierten und nicht organisierten Öffentlichkeit verbessert werden? Wie können Informations-, Partizipations- und Kommunikationskonzepte optimiert und wie kann die Gesellschaft zweckmässig in den Planungs- und Entscheidungsprozess eingebunden werden, damit das Verfahren als verständlich, fair und akzeptabel wahrgenommen wird?

Folgende Erkenntnisse gehen aus der Studie hervor: An die Kommunikation werden in der Schweiz verhältnismässig zu den Vergleichsstaaten sehr hohe Anforderungen gestellt, zum einen, weil die möglichen Standortregionen über keine industrielle Erfahrung verfügen und zum anderen weil der Prozess keine regionale Vetomöglichkeit vorsieht. Demgegenüber ist die Entscheidung ganz am Schluss des Auswahlverfahrens dem fakultativen Referendum unterstellt. Die Schweiz ist durch die direktdemokratische Mitsprache geprägt, d.h. sie hat mit dieser Art einer ergebnisoffenen Risikokommunikation sehr wenig Erfahrungen gesammelt. Der Schlüssel für die erfolgreiche Kommunikation liegt in der Vertrauensbasis zwischen zuständigen Behörden, Entsorgungspflichtigen und betroffenen Regionen. Neben dem wissenschaftlichen Bericht wurde auch ein Kommunikationsleitfaden zu diesem Projekt erstellt.

Projekt «Literaturstudie Kernenergie»

Die gleiche Energiequelle betreffend, wird das Projekt *Literaturstudie Kernenergie* [19] durchgeführt. Die Studie soll Grundlagen für die Bewertung der offenen Fragen und mehr Informationen über die Herkunft von unterschiedlichen Standpunkten rund um das Thema Kernenergie liefern. Dazu soll anhand der bestehenden Literatur eine möglichst objektive Übersicht über die Bandbreite der Beantwortung der Fragen erstellt und die bestehenden Unterschiede wo möglich begründet werden. Dabei konzentriert sich die Studie auf die Themenbereiche Beurteilung der Unfallrisiken, Umweltrelevanz, gesellschaftliche Akzeptanz, externe und Gesamtkosten sowie Versorgungsrisiko.

Sektor übergreifende Energiepolitik

Projekt «Sozialwissenschaftlicher Forschungsbeitrag für die Energiepraxis»

Das Projekt *Sozialwissenschaftlicher Forschungsbeitrag für die Energiepraxis* [20] identifizierte sozialpsychologische Grundmechanismen, auf denen energiepolitische Instrumente aufbauen können, sowie sozialpsychologische Effekte und Dynamiken, welche bei deren Einsatz entstehen können. Ein zweites Ziel bestand darin, diese Erkenntnisse für die Analyse der Instrumente und Instrumentenkombination in der Praxis nutzbar zu machen.

Die Grundmechanismen können in vier Bereiche eingeteilt werden: Erzwungenes Verhalten durch Vorschriften, überlegtes Handeln, Gewohnheitshandeln und Handeln aufgrund von Heuristiken (dies sind eine Art Faustregeln). Zusätzlich können Informationsverarbeitungs- und Wahrnehmungseffekte unterschieden werden.

Die Analyse des Instruments der Energieetikette für Haushaltgeräte hat gezeigt, dass ein Instrument oder auch die Planung eines Instruments aufgrund der theoretischen Auslegeordnung und der daraus generierten Leitfragen und Betrachtungsaspekte systematisch analysiert werden kann. Der Versuch, das Analyse-Instrument in Rasterform zu gestalten, führte nicht zu einem befriedigenden Ergebnis. Gründe dafür sind die Komplexität des gesamten Prozesses von der Wahrnehmung bis zur Handlung, welche sich zum Beispiel im Zusammenspiel von Heuristiken und überlegtem Handeln zeigen, und der Umstand, dass im Rahmen der Instrumentalanalyse gleichzeitig mit dem Instrument selber auch die Charakteristik des Zielobjekts des Instruments d.h. ob das Instrument auf die Veränderung von überlegtem Handeln oder von Gewohnheitshandeln, auf die Vermittlung von Werten oder von Wissen etc. zielt analysiert werden muss.

Die Aufarbeitung der Literatur, die Umsetzung in ein Analyseraster und die Anwendung dieses Rasters auf das Beispielinstrument der Energieetikette für Elektro-Haushaltgeräte hat hinsichtlich der Energieforschung folgenden Bedarf deutlich gemacht:

- mehr integrative Forschung, weniger Detailforschung
- mehr Forschung zur Verbindung von Heuristiken und überlegtem Handeln
- mehr Forschung zu habituellem Handeln inkl. Verbindung zum überlegtem Handeln
- mehr angewandte Forschung, weniger Laborforschung
- Ausrichtung der Forschung auf energierelevante Anwendungsfelder
- Verwendung des Lifestyle-Ansatzes zur Zielgruppenforschung

Projekt «Analyse finanzieller Massnahmen im Energiebereich: Theoretische Reflexion der Wirkungsweise und Auswertung empirischer Studien»

Der Einsatz von finanziellen Massnahmen ist im Energiebereich auch heute noch von grosser Relevanz. Das Projekt *Analyse finanzieller Massnahmen im Energiebereich: Theoretische Reflexion der Wirkungsweise und Auswertung empirischer Studien* [21] verwendet die politikwissenschaftliche Diskussion der Wirkungslogik (explizit oder implizit) und leitet drei Kategorien von finanziellen Mitteln daraus ab: finanzielle ex-ante Anreize, symbolische ex-ante Finanzbeiträge und ex-post eingesetzte Belohnungen. Die verschiedenen Gruppen wurden mittels zweier theoretischer Zugänge beschrieben. Die klassische ökonomische

Theorie vermag insbesondere die finanziellen ex-ante Anreize zu erklären. Als zweiter Zugang wurde ein psychologischer Ansatz verwendet. Generell gelten folgende Gestaltungsprinzipien: Die Konzeption sollte auf einer sorgfältigen Marktanalyse und einer Segmentierung der Zielgruppe basieren.

Im Besonderen ist die Höhe der Subvention möglichst auf das finanzielle Kalkül (Kosten-Nutzen-Abwägung) der zu beeinflussenden Akteure abzustimmen. Bei symbolischen ex-ante Finanzbeiträgen und ex-post Belohnungen ist darauf zu achten dass der immaterielle Nutzen umso höher ist, je besser die Instrumente auf die Ziele, Einstellungen und das soziale Umfeld der Zielgruppe angepasst sind. Komplementäre Kombinationen von politischen Steuerungsinstrumenten können auch besonders wirksam sein. Eine solche zuverlässige Kombination ist zum Beispiel die Kopplung von Subventionen und Steuern mit Informations- und Beratungsmassnahmen oder die Kopplung von Belohnung und symbolischen Finanzbeiträgen mit persuasiven Massnahmen (Kampagnen, Aus- und Weiterbildungsmassnahmen und Beratungsaktivitäten).

Weiter wurde als Vertiefung vor allem bei finanziellen ex-ante Anreizen auftretenden Mitnahmeeffekte (Personen, die finanzielle Zuschüsse in Anspruch nehmen, das vom Staat erwünschte Handeln aber auch ohne die Zuschüsse an den Tag gelegt hätten) diskutiert. Die Subvention als eine Kategorie von finanziellen ex-ante Anreizen nimmt in der energiepolitischen Praxis einen grossen Stellenwert ein und ist nicht zuletzt wegen des Mitnahmeeffekts umstritten. Neben der Information und der Beratung kann der Mitnahmeeffekt im Vollzug mittels Überwachung und Kontrolle bis zu einem bestimmten Mass gesteuert werden.

Projekt «Wirksamkeit von Instrumenten zur Steigerung der Energieeffizienz und zur Förderung erneuerbarer Energien: State-of-the-art-Bericht»

Das Projekt *Wirksamkeit von Instrumenten zur Steigerung der Energieeffizienz und zur Förderung erneuerbarer Energien: State-of-the-art-Bericht* [22] nahm eine Literaturlauswertung von total 122 Untersuchungen im Zeitraum 2000 - 2008 vor. Dazu wurden die staatlichen Instrumente in vier Kategorien aufgeteilt: regulative Instrumente (Gebote und Verbote), finanzielle Instrumente (Subventionen, Steuern und marktformige Instrumente), persuasive Instrumente (Information, Werbung, Beratung) und strukturierende Instrumente (Netzwerke, freiwillige Vereinbarungen). Es wurde herausgefunden, dass sich für alle vier Instrumentenkategorien Studien finden lassen, die eine Wirksamkeit nachvollziehbar darstel-

len. Die zwei Instrumententypen, zu welchen am meisten Erfahrungen vorliegen, und die schon am längsten eingesetzt werden, sind die regulativen und finanziellen Instrumente. Voraussetzung für die Wirkung ist, dass die für die Gestaltung und den Vollzug der Instrumente bekannten «Regeln der Kunst» eingehalten werden. In der Praxis zeigen die Instrumente oftmals nicht die erhoffte Wirkung weil Fehler bei der Gestaltung und dem Vollzug gemacht werden. In diesem Zusammenhang taucht unter anderem die Frage auf, wie stark die Zielgruppen und ihre Organisationen wie Verbände und Interessengruppen (Stakeholder) durch die Programmverantwortung eingebunden werden sollen. Für regulative Instrumente soll die Distanz zwischen Programmverantwortlichen und Stakeholdern gross sein, während bei Subventionen eine engere Zusammenarbeit es erlaubt, das Informationsdilemma abzuschwächen. Folgende Empfehlungen wurden formuliert:

- evidence based energy policy: Politikgestaltung, die sich in hohem Mass auf bestehendes Wissen in einem Politikbereich abstützt, und dieses in die Gestaltung von Instrumenten einfließen lässt.
- ein möglichst gut abgestimmter Instrumenten-Mix;
- Instrumente erhalten eine höhere Wirksamkeit, wenn sie langfristig umgesetzt werden (Perioden von mehr als fünf Jahren sind ideal).
- Bei allen Instrumenten ist die Formulierung von messbaren, erreichbaren und terminierten Zielen empfehlenswert.
- Eine eindeutige Definition und Segmentierung der Zielgruppe ist wichtig.
- Die Zielwerte von regulativen und finanziellen Instrumenten sind laufend den wirtschaftlichen und technologischen Entwicklungen anzupassen.
- Energieprogramme sollten über ein internes Monitoring und eine externe Evaluation verfügen.

Projekt «Determinanten des Vollzugs energiepolitischer Massnahmen auf kantonaler Ebene»

Durch das Subsidiaritätsprinzip im föderalistischen System der Schweiz entstehen in den Kantonen unterschiedliche Ansätze zur innovativen Lösung von energiepolitischen Problemen. Während das Thema Föderalismus beständige Beliebtheit in der politikwissenschaftlichen Forschung erfährt, ist die Frage der Verbreitung von Politik-Innovationen im föderalistischen System ein Aspekt, der für die Schweiz noch wenig geklärt ist. Das Projekt *Determinanten des Vollzugs energiepoli-*

tischer Massnahmen auf kantonaler Ebene [23] untersucht, welche Determinanten und Prozesse zu einer Ausbreitung oder Nichtausbreitung von energiepolitischen Massnahmen im Gebäudebereich führen, da die Massnahmen hier weitgehend in den Kompetenzbereich der Kantone fallen. Im Zentrum stehen folglich einerseits das mögliche Ausbreitungsmuster, und andererseits die Mechanismen und Wege einer Ausbreitung, also die Frage wie und weshalb sich Politiken im Energiebereich ausbreiten. Im ersten Teil sucht das Projekt nach Erklärungen, wie sich innovative Politiken in den 26 Kantonen ausbreiten (Politikdiffusion). Im zweiten Teil stehen die Prozesse konkreter Politik-Transfers im Forschungsfokus. Während der erste Teil des Projektes als quantitative Analyse auf der Basis einer Vollerhebung relevanter Indikatoren bei allen 26 Kantonen konzipiert ist, erfolgt im zweiten Teil eine qualitative Analyse mit einem Fallstudienvergleich.

Projekt «Energieeffizienz und Reboundeffekte: Entstehung, Ausmass, Eindämmung»

Die Bestrebungen für griffige und weitgehende Massnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz nehmen stark zu. Effizienzmassnahmen bergen aber unter gewissen Bedingungen die Gefahr so genannter Reboundeffekte in sich: Wenn die Steigerung der Energieeffizienz an sich eine Mehrnachfrage induziert, wird dies als Rebound bezeichnet. Dies kann die errechneten Effizienzgewinne teilweise deutlich reduzieren. Dieser Gefahr wurde bisher wenig Aufmerksamkeit zu teil. Weder der viel diskutierte Stern-Review-Report, die neuesten IPCC-Berichte noch der Aktionsplan Energieeffizienz des BFE berücksichtigen den Rebound-Effekt. Dies vor allem, weil Auftreten und Ausmass noch als nicht gesichert gelten. Das Forschungsprojekt *Energieeffizienz und Reboundeffekte: Entstehung, Ausmass, Eindämmung* [24] versucht, potenzielle Politikmassnahmen unter Beachtung des Reboundeffekts auf ihre effektive Effizienz zu prüfen. Mit einem Haushaltmodell basierend auf der Schweizerischen Verbrauchserhebung wurde eine Bandbreite des Rebound-Effektes bei erhöhten Einkommen von 71 – 297 g CO₂-Equivalent pro Schweizer Franken errechnet.

Projekt «The Effect of Energy Efficiency Enhancement on Innovation and Competitiveness»

Das Projekt *The Effect of Energy Efficiency Enhancement on Innovation and Competitiveness* [25] analysiert mit ökonometrischen Methoden den Zusammenhang zwischen Energieeffizienz und Konkurrenzfähigkeit für zwanzig Industriesektoren in einer handvoll Industrieländern über die letzten zwanzig Jahre. Dies wird anhand von Produktionsfunktionsschätzungen gemacht, wo-

bei die TFP (total factor productivity) unter anderem durch den Energiepreis erklärt wird. Erste Resultate zeigen dass ein höherer Energiepreis einen direkten negativen Effekt auf die TFP hat,

aber einen positiven Effekt indirekt über die Interaktion mit R&D Ausgaben ausübt. Der Nettoeffekt ist Land- und Sektorspezifisch kann aber durchaus positiv sein.

Nationale Zusammenarbeit

Im Rahmen des Forschungsprogramms Energie-wirtschaftliche Grundlagen (EWG) wird eine intensive Zusammenarbeit mit privaten Forschungsstellen, Universitäten, Fachhochschulen und Instituten gepflegt. Auf eine hohe **Vernetzung** unter den Forschungsstellen wird grossen Wert gelegt. Deshalb ist auch ein Workshop im 2009 geplant, an welchem verschiedene Projektnehmerteams aus den Hochschulen auf den Energiebereich angewandt, die Methodik der experimentellen Ökonomie diskutieren werden.

Für die politiknahe Forschung sind der Einbezug und die Zusammenarbeit mit den Kantonen insbesondere den kantonalen Energiefachstellen und den interessierten Fachverbänden in den Bereichen Stromversorgung und Bauen wichtig. Im vergangenen Jahr sind alle Projekte des Forschungsprogramms von speziell eingesetzten

Begleitgruppen betreut worden. Damit kann die Fachkompetenz aus der Praxis und aus der Wissenschaft berücksichtigt werden, und die Umsetzung der Forschungsergebnisse wird erleichtert. Zur Kommunikation der EWG-Schlussberichte werden Resultate jeweils mit einer Medienmitteilung gestreut, an Fachtagungen präsentiert und je nach Projekt in Fachzeitschriften publiziert. Diese wurden im Berichtsjahr durch die Tagespresse durchwegs positiv aufgenommen. Das Projekt *Praxistest Minergie-Modernisierung* wurde an der Baumesse in Bern vorgestellt, während verschiedene Projekte am Schweizerischen Status-Seminar des Nationalen Kompetenznetzwerks *Gebäudetechnik und Erneuerbare Energien* präsentiert wurden. Das Projekt Kommunikation *Sachplan Tiefenlager* wird für die Kommunikation in den potenziellen Standortregionen verwendet.

Internationale Zusammenarbeit

In diversen Projekten sind internationale Hochschulinstitute oder Forschungsstellen im Rahmen von Projekten direkt beauftragt oder indirekt beteiligt. Die Berücksichtigung der internationalen Forschungsliteratur und der rege Austausch an Fachkongressen, in Zeitschriften usw. stellt dabei eine Selbstverständlichkeit dar. Auf europäischer Ebene ist innerhalb des siebten Rahmenprogramms – wie für die technischen Forschungsprogramme – das Schwerpunktthema *Sustainable Energy Systems*

wichtig. Je nach Bedarf werden Schweizer Beteiligte auch im Rahmen von klar umschriebenen Aufgaben in anderen Programmen finanziell unterstützt, beispielsweise im Programm *Intelligent Energy Europe*. Zudem ist das Programm EWG indirekt im Era-Net Transport, Action Group 10 (Policy Tools for Vehicle Purchasing Behavior) vertreten, in welchem aber bisher noch kein konkretes Projekt lanciert werden konnte.

Bewertung 2008 und Ausblick 2009

Das Jahr 2008 war geprägt durch den Abschluss der politiknahen Projekte, welche 2007 lanciert wurden, und durch den Beginn von vielen Projekten sowohl im Bereich der angewandten als auch der politiknahen Forschung. Die angewandte Forschung hat an Gewicht gewonnen, da die Forschungslücken, welche im Workshop mit den Universitäten im Jahr 2007 identifiziert wurden, nun in konkreten Projekten angegangen werden können.

Anfang 2009 wird ein Workshop, fokussiert auf die Methodik der Experimente (befragte Personen werden mit hypothetischen, aber möglichst realitätsnahen Entscheidungssituationen konfrontiert) durchgeführt. Der Workshop wird es erlauben, einen optimalen Informationsaustausch

zu haben und die Methodenkompetenzen für den Energiebereich zu verfeinern. Da 2008 keine neuen Projekte im Bereich Modelle gestartet wurden, es aber ein grosses Anliegen der eidgenössischen Forschungskommission CORE ist, die Modelle weiterzuentwickeln, sollen 2009 die Möglichkeiten der realistischen und politisch relevanten Erweiterungen klar identifiziert werden. Dies ist nötig, da längerfristig angelegte, mit den Energieperspektiven abgestimmte Modelle eine grosse Investition bedeuten. 2009 wird vor allem wichtig sein, die bereits aufgegleisten Projekte optimal zu begleiten und neue Forschungslücken für 2010 zu identifizieren.

Liste der F+E-Projekte

(JB) Jahresbericht 2008 vorhanden

(SB) Schlussbericht vorhanden

(siehe www.energieforschung.ch unter der angegebenen Projektnummer).

- [1] H. Rütter, U. Rütter, (Rütter und Partner), W. Hässig (sustec), M. Jakob (CEPE), (heinz@ruetter.ch), Praxistest Minerale Sanierung (SB Projekt 102184).
- [2] S. Rieder (interface, stefan.rieder@interface-politikstudien.ch), Konzept, Vollzug und Wirkung der VHKA (SB Projekt 102181).
- [3] D. Aiulfi, (Sorane SA), A. Primas (Basler und Hoffmann) (dario.aiulfi@sorane.ch), Energieverbrauch von Bürogebäuden und Grossverteilern (SB Projekt 102288).
- [4] Th. Künzle, Meteotest, (thomas.kuenzle@meteotest.ch), Gewichtung der Heizgratage, (SB Projekt 102657).
- [5] P. Hofer, A. Kemmler (prognos) und J. Schwarz (Schwarz & Partners) (peter.hofer@prognos.com), Temperatur- und Strahlungsabhängigkeit des Energieverbrauchs im Wärmemarkt (SB Projekt 102534).
- [6] A. Kemmler, prognos, (andreas.kemmler@prognos.com), Der Bestand an Elektroheizungen in den Kantonen, (SB Projekt 102804).
- [7] M. Keller, P. Wüthrich, J. Trageser, H. Lückge (Infras) und S. Banfi (cepe), (mario.keller@infras.ch), Tanktourismus (JB).
- [8] A. Berwert (Rütter und Partner), J. Markard (EAWAG) (adrian.berwert@ruetter.ch) Innovationsprozesse bei Energietechnologien (SB Projekt 101719).
- [9] L. Bretschger, R. Ramer, F. Schwark (ETHZ, lbretschger@ethz.ch) Auswirkungen politischer Energiesparmassnahmen auf die Innovationskraft, die Beschäftigung und die internationale Konkurrenzfähigkeit der Schweiz (JB).
- [10] M. Bader und P. Hürzeler (HSG, martin.bader@unisg.ch), InnoPower: Stärkung der frühen Innovationsphase von KMUs unter besonderer Berücksichtigung des Sektors Energie (JB).
- [11] R. Dettli, W. Ott, D. Philippen und A. Umbricht (econcept, reto.dettli@econcept.ch) Ausgestaltung einer Einspeisevergütung für erneuerbare Wärme (SB Projekt 102610).
- [12] S. Gutzwiller, R. Rigassi und H. Eicher (Eicher und Pauli, stephan.gutzwiller@eicher-pauli.ch) Abwasserwärmenutzung: Potenzial, Wirtschaftlichkeit und Förderung, (SB Projekt 101722).
- [13] R. Dettli (econcept), M. Bättig und R. Frischknecht (es-services), (reto.dettli@econcept.ch), Vorstudie zur Bewertung der Entsorgungs- und Nutzungsverfahren von biogenen Abfällen und Hofdünger (SB Projekt 102183).
- [14] W. Ott (econcept), J. Hürlimann (AquaPlus) und Jörg Leimbacher (walter.ott@econcept.ch), Bewertung von Schutz-, Wiederherstellungs- und Ersatzmassnahmen bei Wasserkraftanlagen, (SB Projekt 101725).
- [15] B. Pauli (SHL) und O. Thees (WSL), (Bernhard.Pauli@shl.bfh.ch), Holz als Rohstoff und Energieträger – Entwicklungstendenzen 2025 (SB Projekt 102178).
- [16] K. Leukert, H. Telsler, S. Vaterlaus und P. Mahler (Polynomics, karolin.leukert@polynomics.ch) Zahlungsbereitschaft für Service public und Versorgungsqualität im Strombereich (SB Projekt 102463).
- [17] H. Worm, Ch. Spielmann (Polynomics), R. Iten und A. Vettori (Infras, rolf.iten@infras.ch), Wirkung und Potenzial der Preisregulierung für die Stromeffizienz (JB).
- [18] W. Schenkel (Synergo) und D. Gallego (Dialogik), (schenkel@synergo.ch) Sachplan: Kommunikation mit der Gesellschaft (SB Projekt 101283).
- [19] P. Koch und M. Schmid (BSS, patrick.koch@bss-basel.ch), Literaturstudie Kernenergie (SB Projekt 102722).
- [20] J. Artho (Uni Zürich, artho@sozpsy.uzh.ch) Sozialwissenschaftlicher Forschungsbeitrag für die Energiepraxis (SB Projekt 102253).
- [21] S. Rieder (interface, stefan.rieder@interface-politikstudien.ch) Analyse finanzieller Massnahmen im Energiebereich: Theoretische Reflexion der Wirkungsweise und Auswertung empirischer Studien (SB Projekt 101956).
- [22] S. Rieder (interface, stefan.rieder@interface-politikstudien.ch) Wirksamkeit von Instrumenten zur Steigerung der Energieeffizienz und zur Förderung Erneuerbaren Energien: State-of-the-Art Bericht zu Händen des Energie Dialogue Schweiz (SB Projekt 102535).
- [23] Th. Widmer und F. Strebel (Uni Zürich, thow@ipz.uzh.ch), Determinanten des Vollzugs energiepolitischer Massnahmen auf kantonaler Ebene (JB).
- [24] P. de Haan (ETH Zürich, dehaan@env.ethz.ch), Energie-Effizienz und Reboundeffekte: Entstehung, Ausmass und Eindämmung (JB).
- [25] O. Cadot and C. Gonseth (HEC Lausanne, olivier.cadot@unil.ch), The Effect of Energy Efficiency Enhancement on Innovation and Competitiveness (JB).

Impressum

Juni 2009

Bundesamt für Energie BFE

CH-3003 Bern

Druck: Ackermann Druck AG, Bern-Liebefeld

Bezug der Publikation: www.energieforschung.ch

Programm- und Bereichsleiterin

Dr. Nicole Andréa Mathys

Bundesamt für Energie BFE

CH-3003 Bern

nicole.mathys@bfe.admin.ch