

Inputpapier von Prof. Dr. Eberhard Jochem

Centre for Energy Policy and Economics, ETH Zürich

Anregungen zur Beschleunigung des Innovationsprozesses zur Energieeffizienz

1. Expertenmeeting vom 20. bis 22. Juni 2007

Paul Scherrer Institut PSI, Villigen, Schweiz

Anregungen zur Beschleunigung des Innovationsprozesses der Energieeffizienz in der Schweiz

Eberhard Jochem, CEPE (Centre for Energy Policy and Economics), ETH Zürich und
Fraunhofer-Inst. für System- und Innovationsforschung (ISI), Karlsruhe

Die folgenden thesenhaften Überlegungen orientieren sich an dem Technologiezyklus einer neuen Technologie. Hierbei wird grob in drei Bereiche eingeteilt (vgl. Abb. 1):

- die FuE- Phasen (1 bis 4), die häufig nicht scharf genug betrachtet werden,
- die Phase des Markteintritts (5), häufig in Nischenmärkten und in speziellen Nachfragegruppen, sowie
- die Diffusionsphase (6).

Diese Aufteilung hat den Vorteil, dass jede Phase mit ihren speziellen Hemmnissen und Motivationsfaktoren der jeweils betroffenen Akteure eine ihr eigenes Policy-Portfolio erfordert. Bleibt diese Positionierung unklar, so besteht ein sehr hohes Risiko, dass die falschen Policy-Massnahmen ergriffen werden oder das Portfolio nicht ganz stimmt.

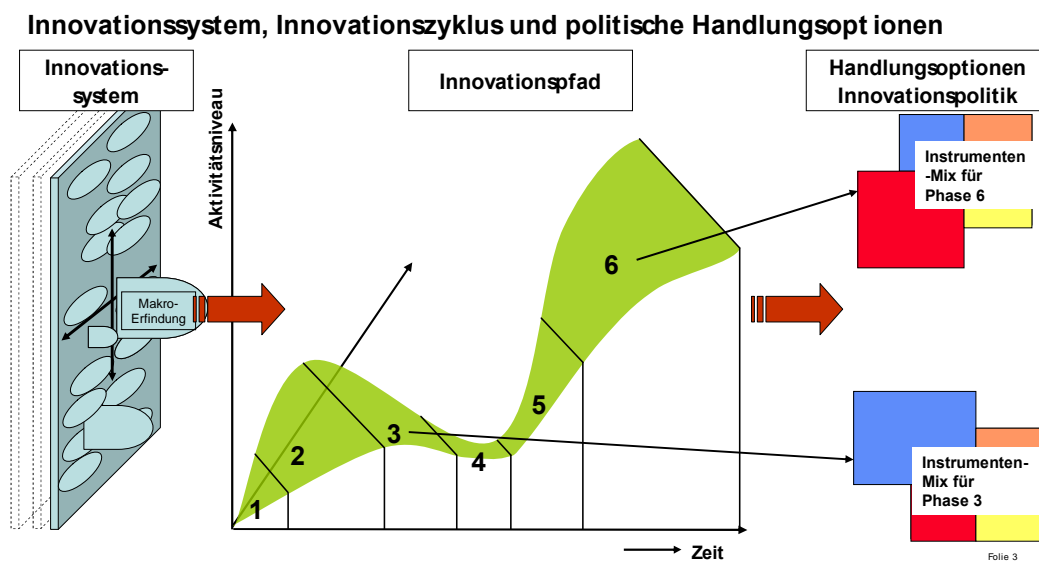


Abbildung 1. Gesamtschema zur Policy-Analyse von neuen Technologien mit den Elementen Analyse des Innovationssystems, der Identifikation der Position im Technologiezyklus und der resultierenden Policy-Massnahmen

1. Die Potentiale der Energieeffizienz

Die vielfach vorhandene Literatur sei kurz zusammengefasst:

- die *wirtschaftlichen Potentiale der Energieeffizienz* sind in allen Sektoren in erheblichem Umfang vorhanden, in der Regel zwischen 1 bis 3% pro Jahr für die kommenden 20 Jahre, je nach Sektor und Technologiebereich.

- die wirtschaftlichen Potentiale nehmen im Zeitverlauf nicht ab, sondern werden durch folgende Einflüsse "wiederaufgefüllt": neue FuE-Ergebnisse, lernen bei der Herstellung der Produkte (oder Dienstleistungen), Skaleneffekte (auch durch gesteigerte Exporte), Energiepreisanstiege, die bei fossilen Energieträgern als wahrscheinlich eingeschätzt werden müssen.

- die *technischen Potentiale* wurden in den Arbeiten zur 2000 Watt Gesellschaft analysiert. Sie sind für ihre Realisierung aus ökonomischen Gründen zumindestens an die Re-Investitionszyklen des gesamten Kapitalstocks der Schweiz gebunden, d.h. die technischen Potentiale von etwa 75% benötigen mindestens 50 bis 60 Jahre.

- indirekt sind die technischen und wirtschaftlichen Energieeffizienzpotentiale auch von der *Entwicklung der Effizienz und Substitution energie-intensiver Materialien* betroffen. Dieser Effekt beträgt derzeit knapp 0.5% pro Jahr und könnte auf knapp 1% pro Jahr Primärenergiebedarfsreduktion gesteigert werden.

- die *theoretischen Energieeffizienzpotentiale* sind besonders auffindbar (und begrenzt) durch den zweiten Hauptsatz der Thermodynamik. Der exergetische Wirkungsgrad eines Industrielandes (Europa) liegt bei etwa 10%. Die technischen Potentiale würden den Wirkungsgrad auf 50 % verbessern. Daher wäre eine weitere Verdopplung der technischen Potentiale der Energieeffizienz auf den Faktor 10 theoretisch durchaus denkbar. Dies setzt eine sehr sorgfältige Nutzung der Energieträger mit ihrem jeweiligen Exergieniveau voraus.

Insgesamt wird anhand der Potentiale der Energie- und Materialeffizienz deutlich, dass die Industriestaaten an zwei Stellen beschleunigen könnten:

- an der FuE zur Wandlung der theoretischen Potentiale in technische Potentiale und zur Kostensenkung vorhandener technischer Potentiale sowie
- an der Beschleunigung von Markteinführungs- und Diffusionsprozessen vorhandener profitabler Techniken zur Energie- und Materialeffizienz.

2. Beschleunigung und Zielorientierung von FuE in der Energie-Effizienzforschung

Zu dieser Thematik sei auf zwei Arbeiten, eine für die CORE im Jahre 2006 und eine für das Bundeswirtschaftsministerium in Deutschland, hingewiesen. Die Essentials zur Beschleunigung und Zielorientierung des FuE-Prozesses seien im folgenden kurz genannt. sie basieren auf drei Analyseschritten, die zeitlich teilweise parallel durchgeführt werden können.

- die energietechnische und –wirtschaftliche Bewertung

- Zu schätzen sind zunächst die durch die neue Technologie erzielbaren Effizienz-Effekte mit einem Zeithorizont von 20 bis 30 Jahren. Daraus ableitbar schätzt man mit der unterstellten Marktdurchdringung für diesen Zeitraum die Kostendegressionspotentiale der neuen Technologie (z.B. durch Erfahrungskurven).
- Zu beachten ist, dass die traditionellen Techniken oder parallel neue technische Wettbewerber technische und Kosten-Benchmarks setzen, die die neue Effizienz-Technologie leisten muss. Wenn dies schwer zu erreichen scheint, müssen die technischen Engpässe identifiziert werden, die den Kostenwettbewerb in Frage stellen. Diese sind dann Gegenstand der FuE.
- Bei der Frage des Kostenwettbewerbs ist die Wahl der Koeffizienten der Erfahrungskurven ein extrem kritischer Punkt; das Verfahren ist sehr wenig entwickelt für Energieeffizienztechniken (bisher fast nicht angewandt). Die Gefahr der Fehlbewertung zukünftiger Kosten infolge der häufig unklaren Entwicklung der kumulierten Produktionsmengen ist groß.
- Schliesslich ist zu bedenken: Annahmen zu den zukünftigen Energiepreisen, die – häufig interessengeleitet – zu erheblichen Fehleinschätzungen führen können; technologische FuE-lock in-Situationen durch rechtzeitiges Ansprechen der kritischen Punkte. Denn je später dies erfolgt, desto schwieriger ist es energiepolitisch, aus der Lock-in Situation wieder herauszufinden (z.B Fusionsforschung).

- Technologiezyklus-Analyse der jeweiligen neuen Effizienztechnik

- Die Definition zutreffender Schlüsselbegriffen und Kategorien für die Patent- und Publikationsanalysen ist sehr wichtig. Mechanistische Anwendung der Indikatorik technischer Alternativen sind zu vermeiden; Vergleich mit technischen Optionen muss systemar erfolgen. (z.B. stationäre Brennstoffzelle versus separate Wärme- und Stromerzeugung/Verteilung).
- Bei dual und multiple einsetzbaren neuen Techniken (z.B. Werkstoffe, Sensorik/Regelung, chemo-physikalische Techniken) hat man mit unscharfer, schwer zurechenbarer Information der Indikatoren zu rechnen. Darauf haben die Analytiker bei Interviews sehr zu achten
- Die Identifikation der Position im Technologiezyklus lässt sich häufig nicht eindeutig klären wegen interessenbedingter unterschiedlicher Einschätzung von Gruppen im Innovationssystem. Einzelne Elemente der Technologie können sich

in unterschiedlichen Technologiezyklusphasen befinden (z.B. der Rotor einer Groß-Windturbine im Vergleich zu ihrem Generator).

- Innovationssystem-Analyse

- Die Bestimmung der Akteurskonstellationen im technologischen Innovationssystem und darauf aufbauend die Auswahl der Interviewpartner ist von grosser Bedeutung. Bei der Auswahl helfen Vorkenntnisse der Technologie und bekannter Akteure sowie die Ergebnisse der Patent- und bibliometrischen Analysen.
- Das jeweilige Innovationssystem zu visualisieren, ist wegen der Komplexität der Akteursbeziehungen wichtig; es zeigt Wettbewerber-Netzwerke und erleichtert die Engpass-Identifikation.

Dieses zielorientierte Verfahren führt sehr schnell zu den kritischen Fragen einer neuen Technologie im Bereich Technik und Kosten, aber auch zu den Motivationen der Promotoren und die von den Interview-Partnern antizipierte Markt-Akzeptanz.

3. Beschleunigung des Markteintritts und Verkürzung der Markteintrittsphase energieeffizienter Lösungen und Dienstleistungen

Die Markteintrittsphase von energieeffizienten Lösungen hängt sehr davon ab, ob es sich um Massenmärkte mit hohem Preiswettbewerb handelt oder um Liebhaber- und Nischenmärkte, deren Absatzpotential begrenzt ist. Die Frage eines bereits vorhandenen Vertriebssystems im In- und Ausland sind Kosten-entscheidende Elemente, die schnell über die erfolgreiche Markteinführung entscheiden können.

Kapitalseitig ist in der frühen Phase venture capital erforderlich, bei kleineren und mittleren Unternehmen mögen "Business Angles", Gemeinschaftsstände auf einschlägigen Messen und Multiplikatoren auf der Nachfragerseite von Bedeutung sein, auch Innovationspreise und eine nutzergerechte Darstellung in relevanten Fachprintmedien und Web-Seiten können dazu dienen, auf die neue energieeffiziente Lösung aufmerksam zu machen.

Öffentliche und privat organisierte Beschaffungsprogramme ermöglichen einen besseren Start in der Serienproduktion und damit geringere Kosten. Indirekte Förderung durch teilweise Bezuschussung von Fortbildung von Investoren, Planern und Facharbeitern mag ebenso wichtig sein wie die Förderung von Standardisierung und Entwicklung eines Qualitätsstandards (oder einer Trademark; vgl. Minergie). Zuweilen fehlt auch eine entsprechende Infrastruktur oder Bereitschaft beim Grosshandel.

Während die o.g. Massnahmen auch für andere Energietechniken oder andere Technologiebereiche gilt, sei bei der Energieeffizienz auf spezielle Eigenheiten zusätzlich eingegangen: energieeffiziente Lösungen vermindern die externen Kosten des Energieverbrauchs, die sowohl die lokalen und regionalen Schäden (insbesondere von fos-

silen Energieträgern) betreffen als auch die vermiedenen Adaptationskosten und verbleibende Schäden des Klimawandels. Letztere werden auch vermindert durch den Export energieeffizienter Lösungen in die Weltmärkte. Auch sei daran erinnert, dass der in der Schweiz verbrauchte Strom teilweise importierter Strom mit fossiler Basis ist. Diese externen Kosten liegen zwischen 0,2 bis 5 Rappen/kWh Endenergie, die durch jede eingesparte kWh vermieden werden. In dieser Höhe sind aus gesamtwirtschaftlicher Sicht Subventionen sinnvoll. Diese Überlegung gilt auch für die Phase der Marktdiffusion (s. Abschnitt 4).

Diese Massnahmen sollten nicht isoliert betrachtet, sondern eher als Bündel konfiguriert werden, weil in der Regel auch mehrere Hemmnisse und Motivationsfaktoren vorhanden sind, die es zu überwinden bzw. zu stützen gilt.

4. Beschleunigung der Diffusionsphase energieeffizienter Lösungen

Die Beschleunigung in der Marktdiffusionsphase ist ein zentraler Punkt der Klimapolitik, denn bislang wurde Energiepolitik in den meisten OECD-Staaten als Energieanbotspolitik verstanden. Die Schweiz hat hier zwar ein etwas ausgewogeneres Verhältnis zwischen Angebots- und Effizienzpolitik seit Anfang der 1990er Jahre, aber in den letzten Jahren verlor die Schweizer Energieeffizienzpolitik an Schwung, zumindest relativ zu der Politik der Europäischen Kommission und den meisten Nachbarstaaten. So hat die Schweiz die niedrigsten Energiepreise in Europa (vgl. OECD-Statistik), was die Technologieproduzenten nicht besonders anregt, nach energieeffizienten Lösungen zu suchen. Dies wird längerfristig für die Schweizer Investitionsgüterindustrie nachteilig sein, weil Hersteller aus europäischen Nachbarstaaten mit dem zunehmend homogenen europäischen Markt und entsprechenden Skaleneffekten die energieeffizienten Lösungen in die Schweiz importieren dürften.

Diese Unterschiede in den Rahmenbedingungen Schweiz und EU (einschliesslich der neuen Zielsetzungen der EU-Kommission für erneuerbare Energien, CO₂-Minderung und Energieeffizienz bis 2020) sollten nicht lange anhalten, wenn der Schweizer Regierung und Wirtschaft an einer Teilnahme an den schnell wachsenden Märkten der Energieeffizienz gelegen ist.

Im übrigen gelten die gleichen klassischen Hemmnisse und fördernde Faktoren der Energieeffizienz, die man in allen OECD-Staaten mit jeweils etwas unterschiedlicher Ausprägung in den einzelnen Sektoren beobachten kann (vgl. Abbildung 2). Hier die Diffusion energieeffizienter Lösungen zu beschleunigen heisst folgendes:

- von grosser Bedeutung für die Beschleunigung der Diffusion energieeffizienter Lösungen sind genaue Kenntnisse der hemmenden und fördernden Faktoren in dem jeweils betrachteten Technologiegebiet und der betrachteten Verbraucher-/Investorgruppe. Denn nur die simultane Wirkung von geeigneten Massnahmen der Verwal-

tung und/oder der Wirtschaft hat eine hohe Wirksamkeit. Finanzielle Anreize bei Investoren bei hoher Unkenntnis über energieeffiziente Techniken führen zu sehr geringen Erfolgen (nicht selten aber zu Mitnahmeeffekten oder Preissteigerungen), oder eine exzellente Fortbildung in energietechnischen Fragen bleibt folgenlos, wenn die Investitions-Entscheidungen an Amortisationszeiten orientiert werden.

- Die Argumentation der derzeitigen Energieeffizienz-Politik wird zu sehr anhand ökonomischer Kriterien geführt, die für viele Investoren und Verbraucher eine untergeordnete Rolle spielen. Vielmehr geht es um mangelnde Zielsetzung, daraus resultierende Energieaspekte ausblende Alltagsroutinen in Unternehmen und Verwaltung, es geht um soziales Prestige und Anerkennung in der eigenen sozialen Gruppe. Hier sind die beschleunigenden Elemente neue Leitbilder in den Unternehmen und Verwaltungen, ein sensibler Umgang mit der Modevokabel "Nachhaltigkeit" und neue gesellschaftliche Wertesetzungen in den hohen Einkommensschichten sowie im Massenkonsumbereich.

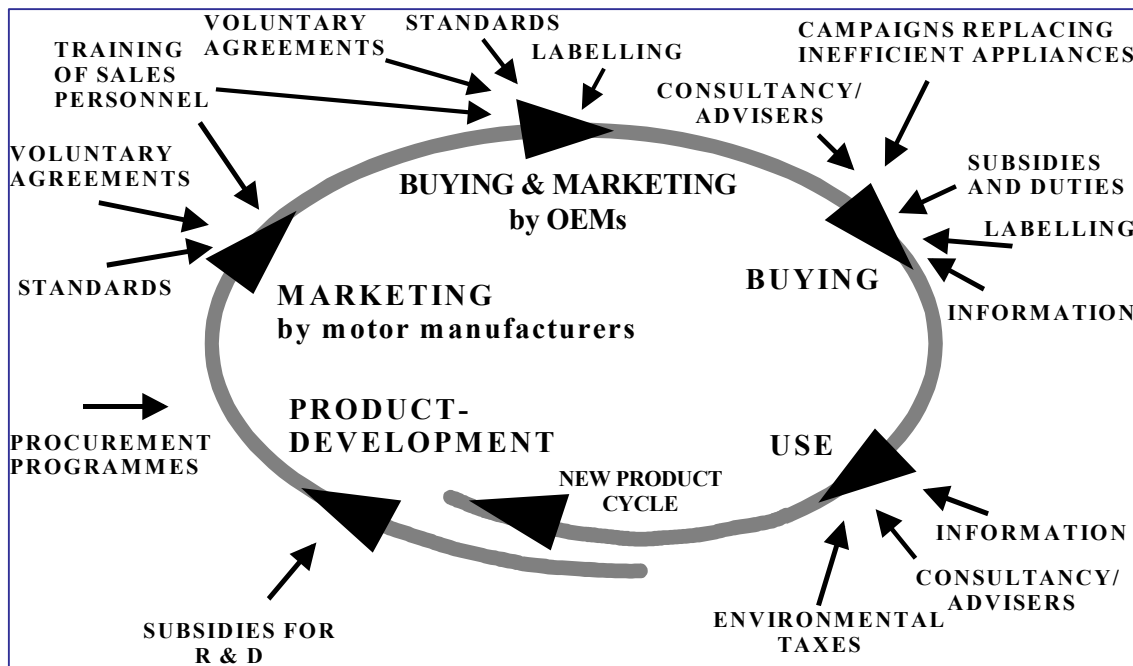


Abbildung 2: Mögliche Policy-Massnahmen zur Energieeffizienz entlang des Produktzyklus, wo von Bedeutung als Policy-Bündel einsetzen, um eine gute Wirksamkeit zu erreichen

Insgesamt hat der Beobachter den Eindruck, dass die Schweizer Energieeffizienz-Politik bei allem oben gesagten Details ein Mehr an Kreativität und Courage braucht, ein Mehr an Tatkraft bei Bund, Kantonen und den Technologieproduzenten der Schweizer Wirtschaft, ein Mehr an Personality. Das alles würde den Diffusionsprozess beschleunigen.

Literaturhinweise

Jochem, E., H. Bradke, C. Cremer, C. Dreher, B. Ebersberger, J. Edler, A. Krebs, F. Marscheider-Weidemann, J. von Oertzen, P. Radgen, S. Ruhland, O. Som 2006: Developing an assessment framework to improve the efficiency of R&D. Fh-ISI, Karlsruhe

- Jochem, E., Andersson, G., Favrat, D., Gutscher, H., Hungerbühler, K., Rudolph v. Rohr, Ph., Spreng, D., Wokaun, A., Zimmermann, M. (2004): Steps toward a sustainable development – A White Book of R&D of energy-efficient technologies. Zurich www.cepe.ethz.ch
- Jochem, E. 2007: Using energy and materials more efficiently large and profitable potentials, but little attention from energy and climate policy. DIW Mitteilungen
- Romm, J. 1999: Cool Companies. Earthscan, London
- Schmid, Ch. 2004: Energieeffizienz in Unternehmen: eine handlungstheoretische und wissensbasierte Analyse von Einflussfaktoren und Instrumenten. Diss. Vbf Zürich