



*Hanspeter Eicher  
VR-Präsident  
Dr. Eicher + Pauli AG  
Liestal, Schweiz*

## **Technologiemanagement für Energieeffizienz und erneuerbare Energien:**

**Welche Technologien setzen sich  
durch?**



# Technologiemanagement für Energieeffizienz und erneuerbare Energien:

## Welche Technologien setzen sich durch?

### Nur was genügend nützt, wird gekauft

Die Antwort ist eigentlich ganz einfach:

**Es werden sich diejenigen Technologien durchsetzen, deren Nutzwert für den Käufer höher ist, als der Preis, den er dafür bezahlen muss.**

### Primärnutzen

Der Nutzwert lässt sich im Falle von Energieeffizienztechnologien und erneuerbaren Energien relativ einfach bestimmen, da es sich in den allermeisten Fällen um Substitutionsprodukte im Investitionsgüterbereich handelt. Das heisst, es gibt meistens bereits ein klassisches konventionelles Produkt, welches den gleichen Primärnutzen stiftet (Heizen, Kühlen, Beleuchten, Pumpen antreiben usw.) und der primäre Nutzeffekt bestimmt sich für den Kunden aus einem Wirtschaftlichkeitsvergleich mit diesem konventionellen Produkt (Hauptauswahlkriterium für Investitionsgüter).

Das bedeutet nun aber nicht, dass es keine sekundäre Nutzeffekte gibt (Zusatznutzen), aber diese sind kaum je so bedeutend wie im Konsumgüterbereich. Trotzdem können diese Zusatznutzen auch bei Energieeffizienztechnologien und erneuerbaren Energien eine bedeutende Rolle bei der Kaufentscheidung bilden.

### Zusatznutzen

Zusatznutzen lassen sich wie folgt charakterisieren (keine abschliessende Aufzählung):

- Behaglichkeitsnutzen (z.B. besseres Raumklima, bessere Raumluftqualität)
- Gesundheitsnutzen (z.B. weniger Lärm, weniger Partikel und Allergene in der Raumluft)
- Prestigenutzen
- Ideeller Nutzen (z.B. Beitrag an die Lebensqualität unserer Kinder und Enkel)

Wichtig ist nun, dass diesem Zusatznutzen ein Wert zugeordnet werden kann, welchen die Kunden bereit sind, dafür zu bezahlen. Noch gibt es diesbezüglich erst wenige Untersuchungen für die uns hier interessierenden Produkte. Im Bereich der Komfortlüftungsanlagen zeigen erste Befragungen, dass die Bewohner im Neubaubereich angeben bereit zu sein, dafür bis zu 8 % der Mietkosten zusätzlich zu bezahlen. Solche Befragungszahlen sind jedoch mit Vorsicht zu geniessen, da nicht bekannt ist, wie viel Prozent der Befragten im effektiven Fall die Zahlungsbereitschaft auch ausüben würden.

Im Bereich des Prestige- und des ideellen Nutzens gehören zum Beispiel die Stromverkäufe über die Ökostrombörsen. Solche Nutzen können bei einzelnen Kunden eine ganz bedeutende zusätzliche Zahlungsbereitschaft auslösen, im Allgemeinen gilt das jedoch nur für einen

sehr geringen Prozentsatz aller potentiellen Kunden und genügt daher nicht, damit sich eine Technologie bei stark ungenügendem Primärnutzen am Markt durchsetzen kann.

## Volkswirtschaftlicher Nutzen

Es ist klar, dass Energieeffizienz und erneuerbare Technologien ganz bedeutende volkswirtschaftlichen Zusatznutzen im Vergleich zu konventionellen Produkten aufweisen können (geringere externe Kosten). Solange, dass solche Zusatznutzen nicht über Kosteninternalisierung auf die Energiepreise geschlagen werden, bleibt ihr Einfluss höchstens ideell und damit gering.

## Nutzenreduktion/Hemmnisse

Eine wichtige Aufgabe des Technologie-Monitorings besteht auch darin, Hemmnisse zu identifizieren, ihre Entwicklung zu verfolgen und damit Ansatzpunkte für die Energie- und Forschungspolitik aufzuzeigen. Die Untersuchung zeigte, dass folgende Faktoren für mehrere Technologien die Durchsetzung am Markt erschweren:

- **Sunk cost-Problematik:** Grosse Forschungs-, Entwicklungs- und Produktionsinfrastrukturen mit hohen Investitionskosten, die amortisiert werden müssen, erschweren die Anpassung von Produkten, Produktionsprozessen und Betriebsstrukturen.
- **Transaktionskosten:** Informationsbeschaffung, Evaluation, Planung sowie Installations- und Einführungskosten können gerade bei neuen innovativen Technologien einen bedeutenden Anteil der Gesamtkosten ausmachen. Transaktionskosten mindern die Vorteile innovativer Lösungen und wirken sich negativ auf ihre Wirtschaftlichkeit aus.
- **Know-how-Defizite und geringe Markttransparenz:** Verstärken die Neigung zu traditionellen Technologien, Produktionsverfahren und Produkten.
- **Ungünstige Marktstrukturen:** Zu viele Klein- oder Nischenanbieter oder zu wenig Wettbewerb können die Realisierung von Skalen- und Verbundeffekten verhindern und dadurch die Technologieentwicklung verzögern.

## Technologie-Monitoring

### Aufgabenstellung

Die Erfahrungen der letzten Jahrzehnte zeigen, dass Veränderungen der Energieproduktions- und -verbrauchsstrukturen infolge der langen Lebensdauer der Investitionen nur langsam erfolgen, und dass die Entwicklung neuer Energietechnologien oft eine bis mehrere Dekaden benötigt. Umso grösser ist das Bedürfnis der Energiepolitik und der Energie-Forschungspolitik, frühzeitig über Informationen zur Richtung der zu erwartenden langfristigen Entwicklungstrends zu verfügen, um die strategische Politikvorbereitung und -ausrichtung sowie die Zuteilung von Energie-Forschungsmitteln möglichst wirksam vorzunehmen. Zu diesem Zweck ist es unerlässlich, Informationen zu den Entwicklungsperspektiven von Energietechnologien zu generieren, welche Hinweise auf den künftigen Verlauf der jeweiligen Technologiepfade geben. Die Wirtschaftlichkeit und allfällige direkte Zusatznutzen (wie weniger CO<sub>2</sub>, Lärm, Abgase usw.) sind für den Markterfolg von neuen Technologien von zentraler Bedeutung.

## Zielsetzungen

Mit einem Technologie-Monitoring sollen Grundlagen für folgende Aktivitäten bereitgestellt werden:

- Controlling und Beurteilung der bisherigen und der künftigen Entwicklung einzelner Technologien, welche für die Energieversorgung von besonderer Bedeutung sind
- Informationspool für die Mithilfe die Festlegung von Prioritäten bei Forschungs- oder Förderprogrammen (bei welchen Technologien besteht eine realistische Erfolgchance, um mit Förderung einen Durchbruch zu erzielen?)
- Identifikation von energiepolitischen Massnahmen zur Beeinflussung der Marktentwicklung neuer Technologien
- Verbesserung der Datenbasis für die Erstellung von Energieperspektiven

## Methodik

Die Methodik des Technologie-Monitorings beinhaltet folgende Entscheidungen:

- Auswahl der zu untersuchenden Technologien
- Festlegung, welche Parameter die Wirtschaftlichkeit einer Technologie massgebend beeinflussen. Erfassen der Entwicklung dieser Faktoren über einen Zeitraum von mindestens zehn Jahren
- Identifikation Zusatznutzen und Hemmnisse
- Abschätzung der zu erwartenden zukünftigen Entwicklung auf der Basis von Lernfaktoren

## Bisher durchgeführte Analysen

In der Schweiz wurde im Auftrag des Bundesamtes für Energie, mit der Studie 'Technologie-Monitoring I' [Eicher+Pauli, **e c o n c e p t**, 2002] ein erster Schritt für ein umfassendes und systematisches Technologie-Monitoring gemacht. Zur Beurteilung der technologischen Entwicklung in wirtschaftlicher Hinsicht wurde eine einheitliche Methodik erarbeitet, wobei für vier Technologiebereiche (motorische Wärmekraftkopplung, Brennstoffzellenheizgeräte; Luft-/Wasserwärmepumpen für Einfamilienhäuser und Hochleistungswärmedämmung) die technologisch-wirtschaftliche Entwicklung in den letzten zehn Jahren analysiert und eine Abschätzung der bis ca. 2010 zu erwartenden Entwicklung dieser vier Technologiebereiche vorgenommen wurde.

Im Rahmen einer auf Ende 2004 abzuschliessenden Folgestudie Technologie-Monitoring II [Eicher+Pauli, **e c o n c e p t**, 2004] wird die Analyse der wirtschaftlichen Entwicklung auf weitere für die Zukunft der Energieversorgung relevante Technologien ausgedehnt. Die entscheidenden Einflussfaktoren für die wirtschaftliche Entwicklung der Technologien werden nach Möglichkeit analysiert. Dies betrifft insbesondere marktspezifische Einflüsse wie Markt- bzw. Anbieterstruktur, Konkurrenzsituation unter den Anbietern, Markttransparenz, etc. Angesichts des erforderlichen Betrachtungshorizontes bei energiepolitischen und energiewirtschaftlichen Entscheidungen wird der Zeithorizont der Technologieanalysen von 2010 auf 2020 bis 2030 ausgedehnt. Die Konsequenzen der Technologieentwicklung für die Energiepolitik werden eingehend untersucht. Untersucht werden: Drehzahlvariable elektrische Motoren, Lüftungssysteme für Niedrigenergie-Wohnbauten, Membrantechnologie und Kunststofftechnologie für den Fahrzeugleichtbau.

Vom deutschen Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit wurde kürzlich eine umfassende Studie zum Thema erneuerbare Energien herausgegeben, die auch wesentliche Elemente eines Technologie-Monitorings umfasst, indem Kostenentwicklungen auf der Basis vergangener Daten bis 2050 prognostiziert werden [BMU, 2004].

## Ausgewählte Resultate

Im Folgenden werden einige typische Resultate aus den oben erwähnten Studien präsentiert.

**Ergebnisse aus** [Eicher+Pauli, **e c o n c e p t**, 2002], [Eicher+Pauli, **e c o n c e p t**, 2004]

### Motorische Wärme-Kraft-Kopplung

	1990	1995	2000	2010
<b>WKK motorisch 100 kW<sub>el</sub></b>				
Modulkosten [Fr.]	4'000	2'750	1'600	1'300 - 1'500
Nutzungsgrad el. [%]				
- Erdgas	30	31.5	33	35 - 37
- Diesel	-	-	38	40 - 42
Wartungskosten [Rp./kWh <sub>el</sub> ]				
- Erdgas	5.5	4.5	3.5	2.5 - 3.0
- Diesel	-	-	4.2	3.2 - 3.7
Stromgestehungskosten <sup>1)</sup>	24	15	12	9 - 11
<b>WKK motorisch 400 kW<sub>el</sub></b>				
Modulkosten [Fr.]	2'500 - 3'000	1'800	1'100	900 - 1'000
Nutzungsgrad el. [%]				
- Erdgas	32	34	36	39 - 41
- Diesel	-	-	39	41 - 43
Wartungskosten [Rp./kWh <sub>el</sub> ]				
- Erdgas	-	4.25	3.0	2.0 - 2.5
- Diesel	-	-	3.7	2.7 - 3.2
Stromgestehungskosten <sup>1)</sup>	17	13	12	8 - 9
1) Die angegebenen Strom- und Wärmegestehungskosten sind zur Darstellung der Auswirkungen der Entwicklung der technisch/wirtschaftlichen Faktoren auf die wirtschaftliche Konkurrenzfähigkeit angegeben. Sie gelten nur für jeweils spezifische Rahmenbedingungen.				

Tabelle 1: Entwicklung der marktwirtschaftlich relevanten Daten von motorischen WKK-Anlagen

Mit Stromgestehungskosten 12 Rp./kWh sind motorische WKK-Anlagen beim Einsatz für die Eigenstromproduktion heute bereits in vielen Fällen wirtschaftlich. Dies zeigt auch die starke Marktentwicklung der Erdgas WKK-Anlagen in den letzten zehn Jahren in den entsprechenden Bereichen. In der Industrie genügen jedoch die mit motorischen Anlagen erreichbaren Pay-Back Zeiten meist noch nicht, um einen Installationsentscheid auszulösen. Vorteilhafter präsentiert sich hier die Situation bei Gasturbinen oder kleinen GUD's. Nicht genügend wirtschaftlich sind die meisten Anlagen, deren Elektrizität überwiegend ins Netz zurückgespielen werden muss.

## Luft-Wasser Wärmepumpen für EFH

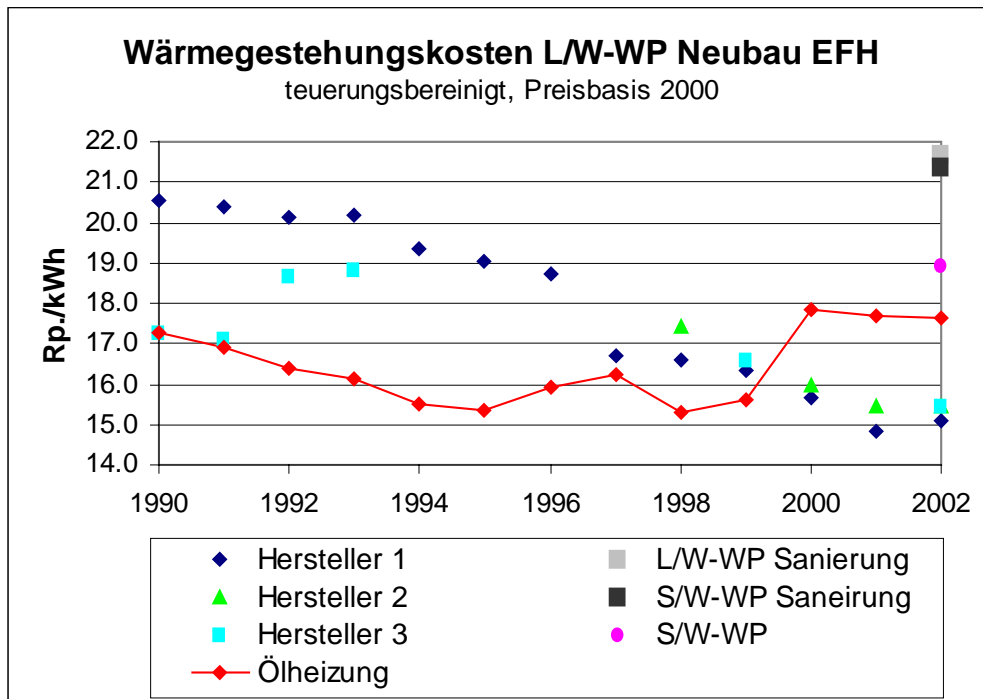
In Tabelle 2 ist die Entwicklung der marktrelevanten Daten von Luft-Wasser-Wärmepumpen für Einfamilienhaus-Neubauten dargestellt. Die kaufentscheidenden Investitions- und Wärmegestehungskosten haben sich zwischen 1990 und 2000 20 bis 30 % reduziert und werden sich bis 2010 weiter verbessern.

	1990	1995	2000	2010
<b>Luft-/Wasserwärmepumpe EFH-Neubau</b>				
Gerätekosten [Fr.]	2'400	2'200	1'700	1200 - 1'500
Jahresarbeitszahl	2.6	2.8	3.0	3.2 - 3.5
Wärmegestehungskosten <sup>1)</sup>	20	19	16	13 - 15
<p>1) Die angegebenen Strom- und Wärmegestehungskosten sind zur Darstellung der Auswirkungen der Entwicklung der technisch/wirtschaftlichen Faktoren auf die wirtschaftliche Konkurrenzfähigkeit angegeben. Sie gelten nur für die im entsprechenden Kapitel beschriebenen Rahmenbedingungen (Zinssatz, Vollbetriebsstunden, etc.).</p>				

Tabelle 2: Entwicklung der marktrelevanten Daten von Klein WP-Anlagen von 1990 bis 2010

Grafik 2 zeigt den Vergleich der Wärmegestehungskosten von Luft-Wasser-WP-Anlagen für neugebaute Einfamilienhäuser für drei Hersteller sowie die entsprechenden Vergleichskosten von Ölfeuerungen. Interessant sind folgende Begebenheiten:

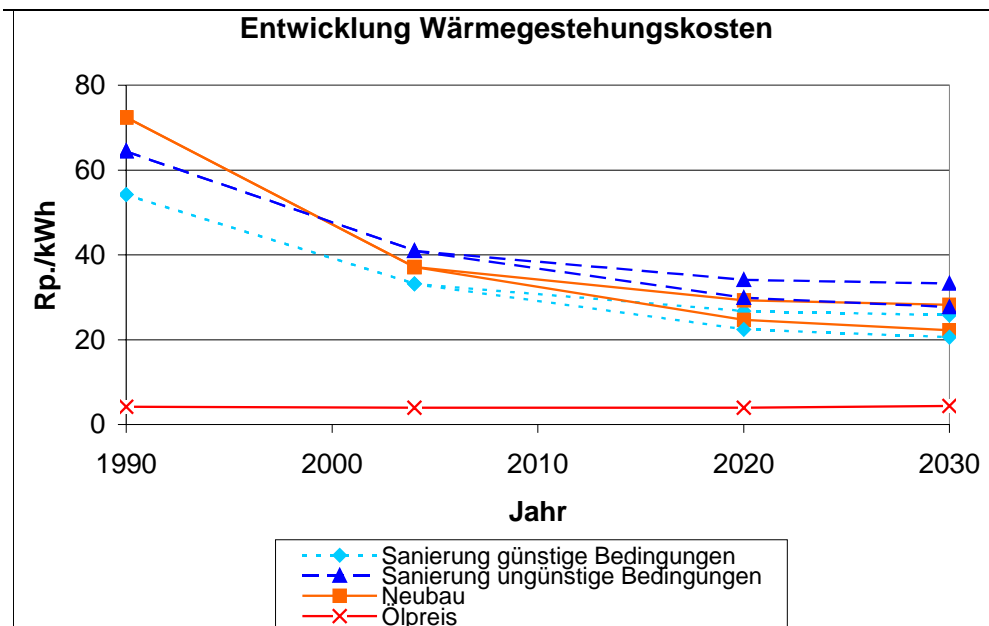
- Wärmepumpen für EFH Neubauten sind in den letzten zehn Jahren wirtschaftlicher geworden als fossile Feuerungen. Dies macht auch verständlich, warum diese Anlagen einen Marktanteil von über 40 % erreicht haben. Die jüngsten Anstiege der Preise der fossilen Energieträger werden diesen Anlagen einen weiteren Schub verpassen. Der Marktdurchbruch ist in diesem Bereich geschafft.
- Schwieriger gestaltet sich der Bereich der Sanierung bestehender Heizungsanlagen in den Einfamilienhäusern. Das graue und das schwarze Rechteck im Jahr 2002 zeigen, dass zu diesem Zeitpunkt die Wärmegestehungskosten noch deutlich über denjenigen von fossilen Feuerungen liegen, was vor allem auf die deutlich höheren Investitionen zurückzuführen ist.



Grafik 1: Entwicklung der Wärmegestehungskosten von Klein-WP-Anlagen von 1990 bis 2002

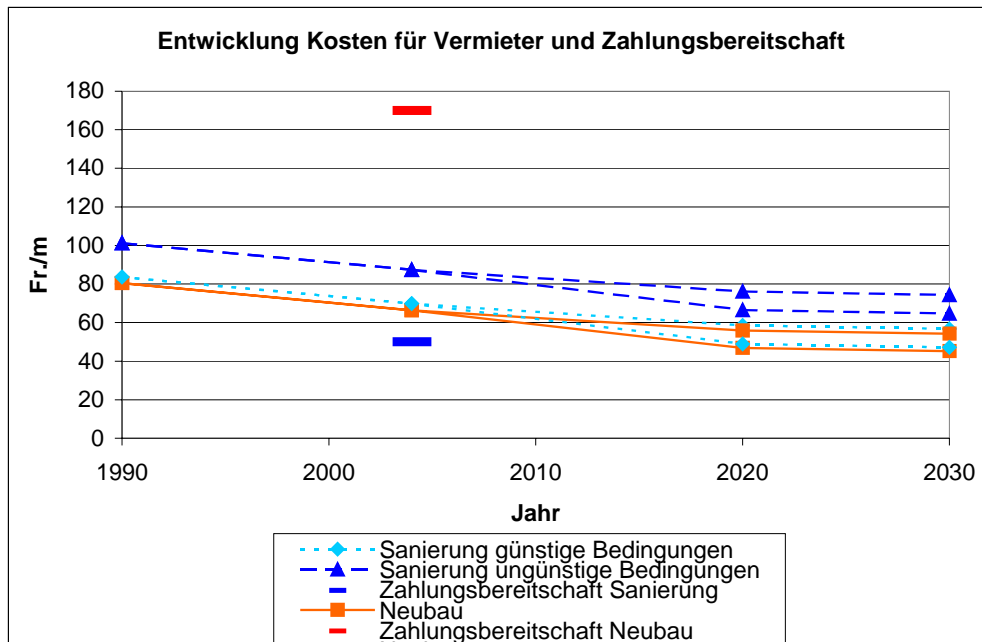
### Komfortlüftungen

Grafik 2 zeigt die Entwicklung der Kosten für die durch eine Komfortlüftung eingesparte Wärmeenergie in den Jahren 1990 bis 2004 sowie deren Prognose bis ins Jahr 2030 aufgrund der Lernkurven von 1990 bis 2004. Die Graphik zeigt deutlich, dass die Kosten der eingesparten Wärme weit über dem Ölpreis liegt und daher solche Anlagen nur einen Durchbruch im Markt erreichen können, wenn eine genügend hohe Zahlungsbereitschaft der Hausbewohner für den Zusatznutzen von solchen Anlagen vorliegt.



Grafik 2: Entwicklung der Wärmegestehungskosten für Komfortlüftungen

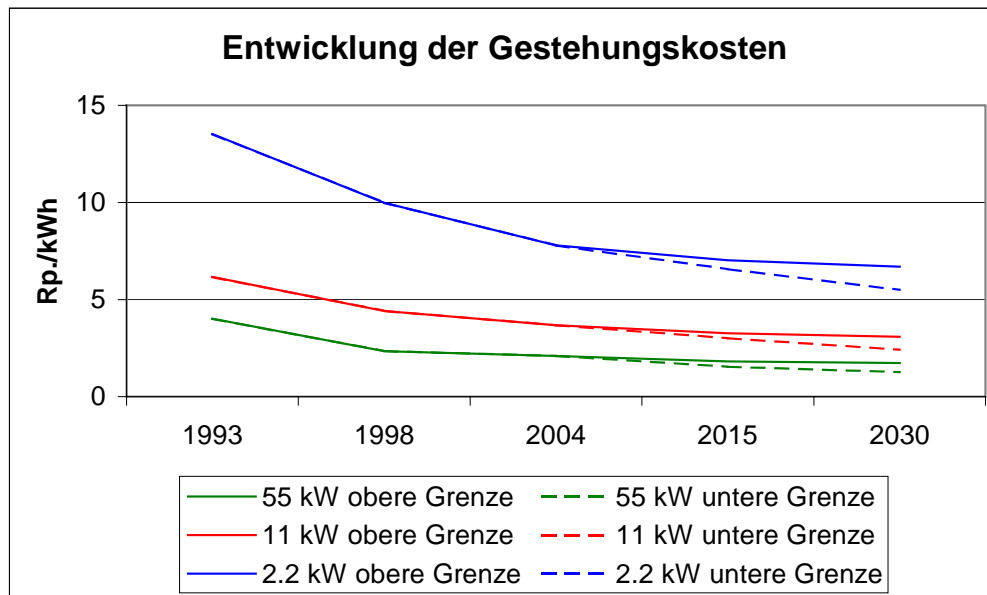




Grafik 3: Entwicklung monatlicher Kosten von Komfortlüftungen und Zahlungsbereitschaft

Grafik 3 zeigt die Zahlungsbereitschaft der Hausbewohner gemäss einer kürzlich durchgeführten Studie [Econcept, CEPE, 2004]. Demgemäss ist die Zahlungsbereitschaft im Bereich von Neubauten deutlich höher als die Zusatzkosten, da offensichtlich der Zusatznutzen einer solchen Anlage für die Bewohner ganz beträchtlich ist. Im Sanierungsbereich ist einerseits die Zahlungsbereitschaft geringer und andererseits sind auch die Kosten höher, so dass wohl im Sanierungsbereich eine Marktchance nur bei umfassenden Sanierungsvorhaben besteht. Auch wenn die Zahlen über die Zahlungsbereitschaft infolge Zusatznutzen mit Vorsicht zu interpretieren sind, da es sich nur um Befragungen und nicht wirklich ausgeführte Zahlungen handelt, zeigt die Analyse doch, dass die Komfortlüftungen bei geeignetem Marketing den Marktdurchbruch im Neubaubereich und bei neubauähnlichen Sanierungen wohl schaffen wird.

## Drehzahlvariable Antriebe



Grafik 4: Entwicklung der Stromeinsparungskosten drehzahlvariabler Antriebe

Drehzahlvariable Antriebe haben in den vergangenen zehn Jahren durch stark sinkende Kosten und eine verbesserte Zuverlässigkeit an Bedeutung gewonnen. Jedoch bleiben auch heute noch bedeutende lohnenswerte Potenziale ungenutzt.

Als entscheidende Hemmnisse stehen in der Industrie, auf welche im Rahmen der vorliegenden Studie der Focus gelegt wurde, die folgenden Faktoren im Vordergrund:

- **Beurteilung der Wirtschaftlichkeit:**  
Als Kriterium für die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit von kleineren Effizienzmassnahmen wird in der Industrie weitgehend auf eine Rückzahldauer (Pay-Back) von maximal zwei bis fünf Jahren verwendet. Damit wird eher das Investitionsrisiko und weniger zwangsläufig die Rentabilität bewertet. Dies zeigt auch, dass für Massnahmen, welche die Qualität des Produktionsprozesses nicht direkt verbessern können, nur eine sehr geringe Risikobereitschaft besteht.
- **Überbewertung der Transaktionskosten:**  
In vielen industriellen Betrieben bestehen ungünstige Rahmenbedingungen, welche zu einer deutlichen Überbewertung der Transaktionskosten führen. In grossen Betrieben sind die modernen Strukturen, welche durch knappe interne personelle Ressourcen und die Auslagerung von Dienstleistungen gekennzeichnet sind, von Bedeutung. In kleinen Betrieben besteht oft eine grundsätzliche Hemmschwelle für den Bezug von 'teuren' externen Beratungsleistungen.

## Entwicklungspotenzial

Elektrische Antriebe sind für knapp die Hälfte des Stromverbrauches in der Schweiz zuständig. Das (technische) Sparpotenzial durch Drehzahlregulierung wird auf ca. 10 % des gesamten Stromverbrauches geschätzt, was eine deutliche Erhöhung der Marktanteile bei den neu installierten Antrieben und die Nachrüstung bestehender Antriebe bedingt.

Aufgrund der weiterhin sinkenden Kosten für Wechselrichter und der im Zuge der zunehmenden Verbreitung der Leistungselektronik sinkenden Transaktionskosten kann ein sehr bedeutendes Entwicklungspotenzial vermutet werden.

## Erfolgsfaktoren für die Zukunft

Sicher wird die erwartete weitere Preisreduktion die Marktchancen und das Potenzial von drehzahlvariablen Antrieben zusätzlich erhöhen.

Eine Chance für drehzahlvariable Antriebe ergibt sich insbesondere dann, wenn sie in Zukunft noch verstärkt als Bestandteil einer weiter zunehmenden Automatisierung wahrgenommen werden. Dies dürfte für die Schweiz als Produktionsstandort mit hohem Automatisierungsgrad von spezieller Bedeutung sein.

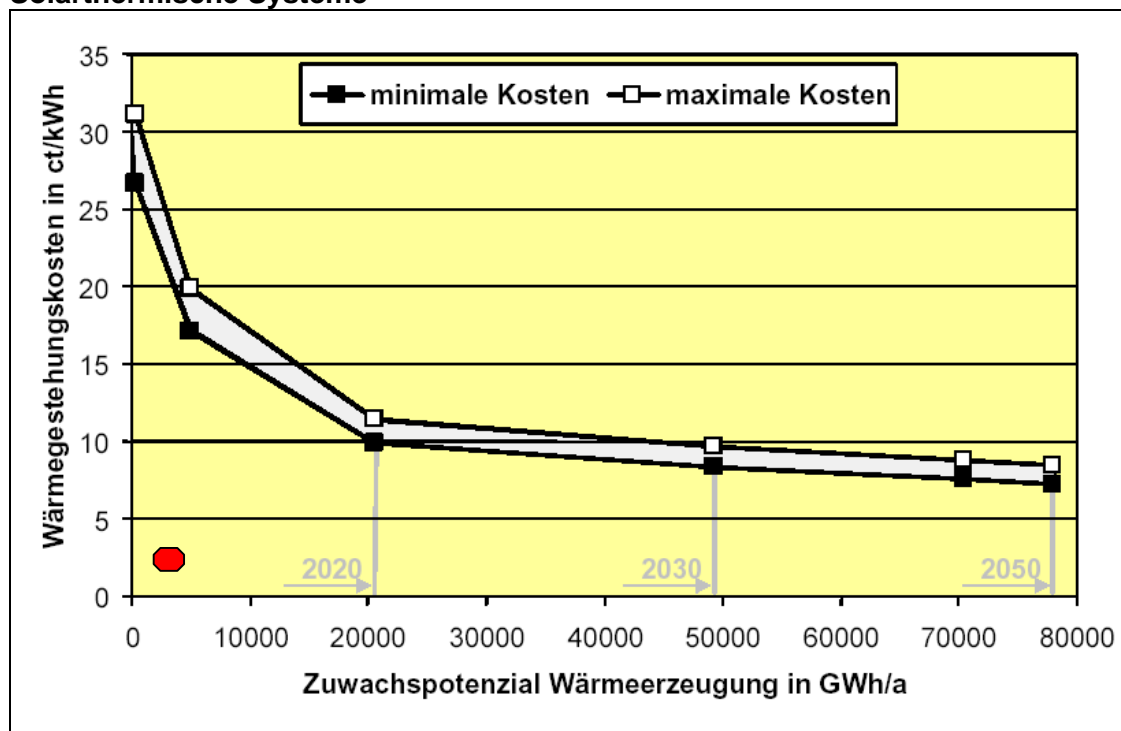
Drehzahlvariable Antriebe haben sich bisher vor allem bei materialverarbeitenden Maschinen etabliert, wo die betriebliche Flexibilität eine grosse Rolle spielt. Deutlich weniger weit fortgeschritten ist die Marktdiffusion dagegen bei Pumpen und Ventilatoren, welche mehrheitlich bei Infrastrukturanlagen (Versorgung des Prozesses mit Kälte, Wärme, Luft und Wasser) zum Einsatz kommen. Auch hier ergeben sich neben den energetischen auch betriebliche Vorteile durch die variable Drehzahl, allerdings in weniger ausgeprägtem Masse. Es darf allerdings davon ausgegangen werden, dass die Flexibilität als Zusatznutzen auch hier weiter an Bedeutung gewinnt. Verstärkt wird dies durch die Tatsache, dass drehzahlvariable Antriebe die mechanische Beanspruchung der Anlagen reduzieren und somit zu einem geringeren Wartungsaufwand führen können.

Jedoch müssen für eine erfolgreiche Entwicklung in der Industrie die wesentlichen organisatorischen Hemmnisse (Beurteilung der Wirtschaftlichkeit anhand von Rückzahldauer, betriebsinterne Strukturen und wenig ausgeprägtes Bewusstsein für energetische Aspekte) überwunden werden.

## Ergebnisse aus [BMU 2004]

Aus dem umfassenden Bericht werden nur zwei Ergebnisse entnommen und kommentiert.

### Solarthermische Systeme



Grafik 5: Entwicklung der Wärmegehungskosten in Abhängigkeit der zusätzlichen Wärmezeugung

Bild 5 zeigt die prognostizierte Entwicklung der Wärmegestehungskosten aus solarthermischen Anlagen in Funktion des Zuwachspotenzials der jährlichen Wärmeerzeugung. Die roten Punkte sind die zugrundegelegten Wärmegestehungskosten konventioneller Systeme (nur Energieträgeranteil) in den Jahren 2004 respektive 2050. Folgende Erkenntnisse können daraus gezogen werden:

- Damit die Wärmegestehungskosten auch nur annähernd in den Bereich konventioneller Systeme sinken, braucht es ein Zuwachspotenzial von 30 bis 40 TWh/a. Ein solches Potenzial könnte in der Schweiz alleine gar nie erreicht werden. Das bedeutet, dass bei der Marktdurchdringung von Technologien, die relativ weit von der Wirtschaftlichkeitsgrenze entfernt sind, der Schweizer Markt bloss in einer ganz frühen Phase eine Rolle spielt, um in diesem frühen Zeitpunkt Schweizer Firmen eine Chance für eine Produktentwicklung zu geben, welche später auf dem Weltmarkt abgesetzt werden könnte.
- Die Markteinführungskosten für die thermische Solarenergie sind bedeutend. Für die Erreichung eines Zuwachspotenzials, ab welchem die Kosten vollständig durch die Käufer übernommen werden können, weil Primär- und Zusatznutzen die Wärmegestehungskosten übersteigen, dürften ca. 3 bis 5 Milliarden Euro notwendig sein. Die Kosten dafür können wohl nur von der öffentlichen Hand oder der Energiewirtschaft und damit letztlich von den Steuerzahlern und Energieverbrauchern aufgebracht werden. Im Sinne einer volkswirtschaftlichen Optimierung stellt sich auch die Frage, ob die gestellten Ziele nicht mit anderen Technologien kostengünstiger erreicht werden können, respektive ob es nicht sinnvoll wäre, in einer zeitliche Abfolge zuerst diejenigen Technologien einzusetzen, die bereits nahe an der Wirtschaftlichkeit konventioneller Systeme liegen.

## Fazit

Technologien zur Verbesserung der Energieeffizienz und Nutzung erneuerbarer Energien setzen sich am Markt nur durch, wenn deren Nutzwert für den Käufer höher ist, als der Preis, den er dafür bezahlen muss. Der Nutzwert setzt sich zusammen aus wirtschaftlichem Primärnutzen und Zusatznutzen, für welche eine Zahlungsbereitschaft des Käufers vorhanden ist.

Produkte mit an sich genügend hohem Nutzwert können im Markt Schwierigkeiten haben, wenn Hemmnisse vorhanden sind (Know-how Defizite, Transaktionskosten usw.) Solche Hemmnisse sind jedoch im Allgemeinen mit relativ geringen Kosten überwindbar.

Das Technologie-Monitoring erweist sich als geeignetes Instrument, um die marktwirtschaftliche Entwicklung einer Technologie zu analysieren und ihre weitere Entwicklung zu prognostizieren sowie allfällige Hemmnisse und Wege zu deren Überwindung aufzuzeigen. Voraussetzung ist, dass eine Technologie bereits einen bestimmten Marktabsatz hat, weil sonst keine Lernkurven bestimmbar und auch damit keine Perspektiven ableitbar sind.

**Bezüglich Marktentwicklung/Durchsetzung kommen wir zu folgendem Ergebnis:**

	Wirtschaftlichkeit bezüglich Energieeffizienz-/produktion		Zusatznutzen	Chancen für Marktdurchbruch
	heute	2030		
<b>Elektrizität</b>				
motorische WKK 100/400 kWel	wirtschaftlich bei Eigenstromerzeugung	wirtschaftlich	Notstrom	sobald Stromüberschuss Europa abgebaut
Drehzahlvariable el. Antriebe	wirtschaftlich	wirtschaftlich	keine	Know-How Transfer in Industrie
<b>Wärme</b>				
Luft-/Wasser-Wärmepumpen EFH Neubau	wirtschaftlich	wirtschaftlich	Sommerkühlung möglich	Neubau ja Sanierung deutlich schwieriger
Komfortlüftung	unwirtschaftlich (35 - 40 Rp./kWh)	unwirtschaftlich (20 - 30 Rp./kWh)	hoher Zusatznutzen	dank Zusatznutzen im Neubau
Solarkollektoren Minergie EFH/MFH Warmwasser/Heizungsunterstützung	unwirtschaftlich	unwirtschaftlich	nur ideelle	nur bei langanhaltender massiver Förderung auf europäischer Ebene

C:\Dokumente und Einstellungen\HanspeterE\Desktop\Herbstseminar\Ergebnisse-Technologien.xls\Tabelle1 Ber1

Wesentliche Technologien zur Verbesserung der Energieeffizienz und Nutzung erneuerbarer Energien wurden bisher nicht untersucht. Aufgrund der bisherigen Analysen und Analogieschlüssen sehen wir auch gute Marktchancen für Wärmepumpen in Mehrfamilienhäusern und Bürogebäuden sowie in der Industrie; in den beiden letzten Bereichen insbesondere infolge der Möglichkeit, Wärmepumpen auch zur Kälteerzeugung einzusetzen.

Weitere Technologien sind zu untersuchen, um möglichst ein vollständiges Bild erhalten zu können und daraus die entsprechenden Informationen und Folgerungen ziehen zu können

**Literaturverzeichnis**

- [BMU, 2004] J. Nisch et. al, ökologisch optimierter Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energien, im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, 2004
- [econcept, CEPE, 2004] Ott W., Jakob M., Baur M., 'Zusatznutzen bei energieeffizienten Neubauten', im Auftrag des Bundesamtes für Energie (Programm EWG), mit Beteiligung des Bundesamtes für Wohnungswesen, Bern, Zürich, erscheint Ende 2004/anfangs 2005
- [Eicher+Pauli, econcept, 2002] Eicher, Ott, Rigassi: Technologie-Monitoring, Schlussbericht, im Auftrag des Bundesamts für Energie, 2003.
- [Eicher+Pauli, econcept, 2004] Rigassi, Ott, Steiner Eicher: Technologie-Monitoring, weitere Bereiche und Vertiefungen, Schlussbericht, im Auftrag des Bundesamts für Energie, 2004.