

Jahresbericht 2002, 3. Dezember 2002

Projekt Technologie-Monitoring

Autor und Koautoren	Reto Rigassi / Hanspeter Eicher / Walter Ott
beauftragte Institution	Dr.EICHER+PAULI AG in Zusammenarbeit mit Econcept
Adresse	Kasernenstrasse 21, 4410 Liestal
Telefon, E-mail, Internetadresse	061 / 921 99 91, reto.rigassi@eicher-pauli.ch , www.eicher-pauli.ch
BFE Projekt-/Vertrag-Nummer	-
Dauer des Projekts (von – bis)	April 2001 bis Januar 2003

ZUSAMMENFASSUNG

Mit einem umfassenden und systematischen Technologie-Monitoring sollen Grundlagen für die Beurteilung der wirtschaftlichen Entwicklung neuer Energietechnologien bereitgestellt werden. Für ausgewählte Technologien wurde die bisherige Entwicklung dokumentiert und die zukünftige Entwicklungen zu ermitteln versucht. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurden exemplarisch motorische Wärmekraftkopplungsanlagen (100 und 400 kW_{el}), Brennstoffzellenheizgeräte für Ein- und Mehrfamilienhäuser, Luft-/Wasserwärmepumpen für neue Einfamilienhäuser sowie die Hochleistungswärmedämmung untersucht.

Aufgrund der Ergebnisse der bisherigen Entwicklung der untersuchten Technologien konnten die wesentlichen Einflussfaktoren ermittelt werden. Es zeigt sich dabei, dass die Kostenentwicklung nicht nur durch die technologische Fortschritte bestimmt wird, sondern dass auch rein ökonomische Faktoren, wie z.B. Markttransparenz einen entscheidenden Einfluss auf die Preisbildung haben. Es können wertvolle Erkenntnisse abgeleitet werden, wie die knappen Mittel der öffentlichen Hand für eine effiziente Förderung eingesetzt werden können.

Bei kommerziell verfügbaren Technologien kann für die künftige Entwicklung der massgebenden Faktoren meist ein relativ enges Spektrum mit ausreichender Sicherheit ermittelt werden. Für ausgesprochen neue Technologien, wie z.B. Brennstoffzellenheizgeräte, welche noch nicht kommerziell angeboten werden, ergeben sich dagegen grosse Unsicherheiten. Das Monitoring bei derartigen Technologien kann aber dazu dienen, die effektive Entwicklung mit den Technologie- und Herstellerprognosen zu vergleichen und die Erfolgchancen der Technologie für die Zukunft besser einzuschätzen.

Projektziele

Für den Durchbruch von neuen, effizienteren Energietechnologien ist deren Wirtschaftlichkeit von zentraler Bedeutung. Dabei sind aber die notwendigen Grundlagen für die Beurteilung der technologischen Entwicklung in wirtschaftlicher Hinsicht nicht oder nur sehr ungenügend vorhanden. Es ist beispielsweise weitgehend unklar, welche Technologien sich zu welchen Kosten in den letzten zehn Jahren im Rahmen von Energie 2000 entwickelt haben. Die künftigen Entwicklungspfade von Energieeffizienztechnologien bzw. erneuerbaren Energien sind noch viel weniger bekannt. Es bleibt damit weitgehend offen, auf welche Technologien in den kommenden Jahren gesetzt werden sollte, wenn die vorhandenen Mittel möglichst wirksam eingesetzt werden sollen.

Mit einem umfassenden und systematischen Technologie-Monitoring sollen Grundlagen für die Beurteilung der wirtschaftlichen Entwicklung neuer Energietechnologien bereitgestellt werden. Auf dieser Basis sind für ausgewählte Technologien Datenreihen bereitzustellen, welche die bisherige Entwicklung dokumentieren und zukünftige Entwicklungen zu ermitteln versuchen.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit werden exemplarisch motorische Wärmekraftkopplungsanlagen (100 und 400 kW_{el}), Brennstoffzellenheizgeräte für Ein- und Mehrfamilienhäuser, Luft-/Wasserwärmepumpen für neue Einfamilienhäuser sowie die Hochleistungswärmedämmung untersucht.

Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse

Das Projekt ist weitgehend abgeschlossen. Die wesentlichen Ergebnisse lauten wie folgt:

Methodik

Die methodischen Grundlagen für ein systematisches Technologie-Monitoring wurden erarbeitet.

Motorische Wärmekraftkopplung (100 und 400 kW_{el})

Im Laufe der 90er Jahre sind die Modulkosten real um ca. 60 % gesunken. Stellt man die Modulkosten den Absatzzahlen gegenüber, so ergibt sich ein Lernfaktor von 0.61, d.h. bei einer Verdoppelung des kumulierten Absatzes reduzieren sich die Kosten um 39 %. Diese enorme Reduktion muss vorwiegend auf die Preispolitik der Anbieter (Marktdruck) zurückgeführt werden, deren Auswirkungen durch 'echte' Lerneffekte wie Kompaktbauweise und Magermotortechnologie verstärkt worden sind. Deutliche Fortschritte konnten in den neunziger Jahren auch bei den Wartungskosten (ca. -30 %) und dem elektrischen Nutzungsgrad (ca. +10 %) erzielt werden.

Durch die erwähnten Fortschritte sind die Stromgestehungskosten zwischen 1990 und 2000 drastisch gesunken (ca. 40 %) und liegen seit Mitte der neunziger Jahre unter den Bezugskosten für Elektrizität. Die Statistik zeigt, dass sich dies bis etwa ins Jahr 2000 (Bauentscheide bis ca. 1998) unmittelbar auf die quantitative Entwicklung der Wärmekraftkopplung ausgewirkt hat. Anschließend konnte die an und für sich gute Marktposition infolge der unklar gewordenen Zukunftsaussichten (Liberalisierung des Strommarktes) nicht mehr genutzt werden und der Absatz ist entsprechend rückläufig.

Bis 2010 dürfte die Entwicklung beim elektrischen Nutzungsgrad und den Wartungskosten in ähnlichem Tempo wie bisher weitergehen, während die Modulkosten deutlich langsamer sinken werden, da die Margen in der Schweiz kaum weiter reduzierbar sind. Unter Annahme von konstanten Energiepreisen ist eine weitere Reduktion der realen Stromgestehungskosten von 5 bis max. 20 % zu erwarten. Der tatsächliche Verlauf und damit auch allfällige Auswirkungen auf den WKK-Markt werden allerdings stark von den Energiepreisen abhängig bleiben.

Brennstoffzellenheizgeräte

Eigentliche Preise existieren heute gar nicht. Die Erwerber der Vorseriengeräte (bisher ausschliesslich Energieversorgungsunternehmen) bezahlen einen Teil der Entwicklungskosten und erwerben sich dadurch die Möglichkeit einer engen Zusammenarbeit mit dem Lieferanten und eine gute Startposition für eine Marktausweitung in einem neuen Markt. Für die Investitions- und die Wartungskosten sind deshalb erst grobe Schätzungen möglich. Beide liegen - wie dies beim aktuellen Entwicklungsstand und den entsprechend geringen Stückzahlen zu erwarten ist - noch weit über dem Mass, welches für einen wirtschaftlichen Betrieb notwendig wäre.

Betreffend der künftigen Entwicklung bestehen noch grosse Unsicherheiten. Trotzdem kann gezeigt werden, dass die für die wirtschaftliche Entwicklung massgebenden Kostenziele der Systementwickler von Fr. 3'000.--/kW erreicht werden, wenn bis zur Aufnahme der Serienproduktion ein Lernfaktor von 0.75 erzielt wird. Aufgrund der Erfahrungen vergleichbarer Technologien erscheint ein derartiger Lernfaktor zwar ambitiös, aber durchaus erreichbar. Werden die erwähnten Kostenziele erreicht und kann die Lebensdauer der Zellstapel um den Faktor 10 erhöht werden, so sind die wirtschaftlichen Aussichten für Brennstoffzellenheizgeräte erfolgsversprechend.

Luft-Wasser-Wärmepumpen für Einfamilienhäuser

Im Laufe der 90er Jahre sind die Aggregatskosten real um ca. 35 % gesunken. Stellt man die Aggregatskosten den Absatzzahlen gegenüber, so ergibt sich ein Lernfaktor von 0.77, d.h. bei einer Verdoppelung des kumulierten Absatzes reduzieren sich die Kosten um 23 %. Es wird davon ausgegangen, dass diese Reduktion vor allem auf Skaleneffekte (steigender Absatz bei gleichzeitig sinkender Anzahl Hersteller) und den vorhandenen Preiskampf zurückzuführen ist.

Gleichzeitig verbesserte sich die Jahresarbeitszahl der untersuchten Anlagen von 1992 bis 1998 um etwa 20 %, was vor allem auf eine optimierte Auslegung der Hauptkomponenten (Wärmetauscher, Kompressor) und den Einsatz von effizienteren Kompressoren zurückgeführt werden kann. Diese Entwicklung wurde sicher stark durch die Realisierung des Wärmepumpen-Testzentrums Töss und die positiven Marktaussichten ausgelöst.

Vor allem die Entwicklung der Aggregatskosten war ausschlaggebend für die Reduktion der Wärmegestiegungskosten von 20 - 25 %, welche dazu geführt hat, dass Luft-Wasser-Wärmepumpen für neue Einfamilienhäuser heute konkurrenzfähig sind. Ein Blick auf die Statistik zeigt einen beeindruckenden Zusammenhang zwischen wirtschaftlicher und quantitativer Entwicklung.

Für die kommenden 10 Jahre wird erwartet, dass die Aggregatskosten und Jahresarbeitszahl sich maximal mit annähernd gleichem Tempo wie in den vergangenen 10 Jahren entwickeln. Eine weitere Reduktion der Wärmegestiegungskosten von 10 bis 20 % scheint bei konstanten Strompreisen als wahrscheinlich.

Hochleistungswärmedämmung

Die aktuellen Kosten der Vakuumdämmplatten betragen Fr. 75.--/m². Im Neuzustand beträgt der U-Wert der Dämmplatten 0.004 W/m²K. Über eine Lebensdauer von 50 Jahren wird mit einem U-Wert von 0.008 W/m²K gerechnet. Einige Unsicherheit besteht noch, wie sich die äusseren Bedingungen, welche im Baubereich bezüglich Feuchtigkeit und Temperaturschwankungen vorhanden sind, auf das Alterungsverhalten von Vakuumdämmplatten auswirken.

Die zusätzlich notwendigen Material- und Arbeitskosten (Systemkosten) betragen bei der untersuchten Innendämmung eines Altbaus Fr. 125 bis Fr. 145.--/m², wobei ca. ein Viertel dadurch bedingt ist, dass für die noch wenig bekannte Technologie für Beratung, Begleitung bei der Montage und Risiko (für beschädigte Platten) ein erhöhter Aufwand nötig ist.

Heute liegen die Kosten der eingesparten Wärme bei einer Innendämmung mit Vakuumdämmplatten durch die höheren Investitionskosten deutlich höher wie bei der Verwendung von herkömmlichen Dämmmaterialien. Wird der Nutzflächenverlust entsprechend mit einem Ansatz von Fr. 15.-- pro Quadratmeter und Monat (entsprechend üblicher Mietzinsen) bewertet, so bleibt im untersuchten Fallbeispiel nur eine sehr geringe Differenz.

Die Kosten für die Vakuumdämmplatten können durch eine automatisierte Produktion bis 2010 halbiert werden. Wenn sich die Hochleistungswärmedämmung bei Architekten, Bauherren und ausführenden Firmen etabliert, können die Systemkosten auf Fr. 90 bis Fr. 110.--/m² reduziert werden.

Für die untersuchte Innendämmung eines Altbaus zeigt sich, dass die Kosten der eingesparten Wärme für die Hochleistungswärmedämmung bis 2010 um rund 25 - 40 % reduziert werden können. Dadurch wird die Hochleistungswärmedämmung für eine Innendämmung gegenüber herkömmlichen Dämmmaterialien wirtschaftlich konkurrenzfähig. Unter der Annahme von konstanten Heizölpreisen bleiben die Kosten jedoch noch deutlich über dem Niveau der variablen Kosten einer Ölheizung.

Nationale Zusammenarbeit

Das Projekt wird von einer Begleitgruppe begleitet, in welcher neben den Vertretern des Bundesamtes für Energie Vertreter der Kantone und der ETH Zürich Einsitz haben.

Internationale Zusammenarbeit

Bewertung 2002 und Ausblick 2003

Aufgrund der Ergebnisse der bisherigen Entwicklung der untersuchten Technologien konnten die wesentlichen Einflussfaktoren ermittelt werden. Es zeigt sich dabei, dass die Kostenentwicklung nicht nur durch die technologische Fortschritte bestimmt wird, sondern dass auch rein ökonomische Faktoren, wie z.B. Markttransparenz einen entscheidenden Einfluss auf die Preisbildung haben. Es können wertvolle Erkenntnisse abgeleitet werden, wie die knappen Mittel der öffentlichen Hand für eine effiziente Förderung eingesetzt werden können.

Für die Faktoren, welche für die wirtschaftliche Entwicklung massgebend sind, wurde die Entwicklung der letzten 10 Jahre umfassend dokumentiert. Es hat sich dabei gezeigt, dass die Beschaffung von Daten die weiter als zwei bis drei Jahre zurück liegen, sehr aufwändig ist. Für die Zukunft empfiehlt sich daher eine periodische Erhebung der relevanten Monitoringfaktoren.

Bei kommerziell verfügbaren Technologien kann für die künftige Entwicklung der massgebenden Faktoren meist ein relativ enges Spektrum mit ausreichender Sicherheit ermittelt werden. Für ausgesprochen neue Technologien, wie z.B. Brennstoffzellenheizgeräte, welche noch nicht kommerziell angeboten werden, ergeben sich dagegen grosse Unsicherheiten. Das Monitoring bei derartigen Technologien wird daher eher dazu dienen, die effektive Entwicklung mit den Technologie- und Herstellerprognosen zu vergleichen und die Erfolgchancen der Technologie für die Zukunft besser einzuschätzen.

Das vorliegende Projekt mit der exemplarischen Analyse von ausgewählten Technologien ist im wesentlichen abgeschlossen. Der Schlussbericht wird bis Januar 2003 überarbeitet und anschliessend veröffentlicht.

Die Resultate werden den zuständigen Stellen beim Bundesamt für Energie, bei der CORE und den Vertretern der Branchen vorgestellt. Die Wünschbarkeit eines umfassenden, systematischen Technologie-Monitorings soll geklärt und danach entschieden werden, welche Technologien im Monitoring zu verfolgen sind, wer für das Monitoring zuständig sein soll und nach welchen Verfahren es zukünftigen Entwicklungen anzupassen ist (Aufnahme neuer Technologien, Aufgabe nicht mehr relevanter Technologien).