

12. Symposium Energieinnovation Alternativen für die Energiezukunft Europas

15. Februar 2012 – 17. Februar 2012, Technische Universität Graz/Österreich

WEGE ZUM KLIMANEUTRALEN WOHNGEBÄUDEBESTAND BIS ZUM JAHR 2050

Patrick HANSEN¹, Peter MARKEWITZ¹,
Wilhelm KUCKSHINRICHS¹, Jürgen-Fr. HAKE¹

Motivation und Fragestellung

Nach den Klimaschutzzielen der EU sollen die Treibhausgasemissionen bis 2050 um mehr als 80 % gegenüber dem Jahr 1990 vermindert werden. Dieser Zielsetzung wurde in Deutschland mit dem Energiekonzept der Bundesregierung Rechnung getragen. Mit der Entscheidung zum beschleunigten Ausstieg aus der Kernenergie gewinnt auch der Beitrag des Klimaschutzes und der Energieeffizienz im Gebäudebereich weiter an Bedeutung. Insbesondere der Wohngebäudesektor weist ein großes Energieeinsparpotenzial auf. Im Mittelpunkt steht hier der Altbau, da mehr als 70 % der heutigen Wohngebäude noch vor der 1. Wärmeschutzverordnung von 1977 errichtet worden sind. Ein zentrales Ziel wird vor diesem Hintergrund in der Reduktion des Wärmebedarfs gesehen, wonach bis zum Jahr 2050 ein nahezu klimaneutraler Gebäudebestand erreicht werden soll. Hierzu soll ein Sanierungsfahrplan aufgestellt werden, der begleitet durch Förderprogramme zur Verdopplung der energetischen Sanierungsrate auf 2 % pro Jahr beitragen soll. In der vorliegenden Analyse wurden vor diesem Hintergrund Szenarien untersucht, die einerseits das Energiekonzept der Bundesregierung und andererseits alternative Pfade und Optionen, mit denen die Klimaziele erreicht werden können, abbilden. Welche Energieeinsparungen, CO₂-Minderungsbeiträge und kostenseitigen Auswirkungen in den einzelnen Szenarien bis zum Jahr 2050 erwartet werden können und ob der verstärkte Einsatz von hocheffizienten Heizungssystemen wie Mikro-KWK-Anlagen und von gasförmigen erneuerbaren Energieträgern eine Alternative für die zukünftige Energieversorgung darstellen, wurde für den Wohngebäudesektor in Deutschland analysiert.

Methodik

Für die Szenariorechnungen wird das STE-Gebäude-Simulationsmodell eingesetzt. Dieses Modell ist ein dynamisches Simulationsmodell, das die zeitabhängige Entwicklung des Energiebedarfs der Wohngebäude und die Abbildung technischer Optionen darstellt. Ausgehend von einer umfassenden Datenbank, in der alle relevanten Alters- und Größenklassen des Wohngebäudebestands sowie die Heizungs- und Warmwassersysteme enthalten sind, berechnet das Modell den jährlichen Energiebedarf für Raumwärme und Warmwasser differenziert nach Energieträgern sowie die zugehörigen CO₂-Emissionen. Auf der Basis spezifischer Gebäudetypologien kann der gesamte deutsche Wohngebäudebestand abgebildet und für die Zukunft u.a. unter Berücksichtigung der Wirkungen von gesellschaftlichen und demographischen Entwicklungen dynamisch fortgeschrieben werden. Die Auswirkungen verschiedener Maßnahmen zur Wärmedämmung an der Gebäudehülle und zur Heizungsanlagenverbesserung können mit dem Modell im Detail analysiert werden. Die Substitutionsraten der Heizungssysteme und die Durchdringung von innovativen Heiztechnologien werden in den Szenarien energieträgerspezifisch vorgegeben. Die Entwicklung des Mix gasförmiger Energieträger wird je Szenario unter Berücksichtigung der gegenwärtigen Wachstumsraten der

¹ Forschungszentrum Jülich GmbH, Institut für Energie- und Klimaforschung – Systemforschung und Technologische Entwicklung (IEK-STE), D-52425 Jülich, Tel.:+49-(0)-2461-61-3322, Fax:+49-(0)-2461-61-2540, p.hansen@fz-juelich.de, p.markewitz@fz-juelich.de, w.kuckshinrichs@fz-juelich.de, www.fz-juelich.de/iek/iek-ste.

verschiedenen Märkte und den energie- und klimapolitischen Maßnahmen der Szenarien projiziert. Die Szenarien werden mittels der Barwertmethode wirtschaftlich bewertet. Die emissions- und kostenseitige Bewertung der Maßnahmen in den Szenarien ermöglichte die Berechnung der spezifischen Vermeidungskosten für die verschiedenen Strategien.

Wesentliche Erkenntnisse und Schlussfolgerungen

Als Alternative zum Szenario Energiekonzept, das die Maßnahmen des Energiekonzepts abbildet, wurde das Szenario Innovationsoffensive generiert. Dieses Szenario setzt auf den verstärkten Einsatz erneuerbarer gasförmiger Energieträger, den forcierten Einsatz von Mikro-KWK Anlagen sowie auf den beschleunigten Austausch von Heizungssystemen. In beiden Szenarien nehmen der Energieverbrauch und die damit verbundenen CO₂-Emissionen deutlich ab. Der vermehrte Einsatz von Mikro-KWK-Anlagen führt im Szenario Innovationsoffensive Gas zu einer nennenswerten Stromerzeugung, die im Jahr 2050 etwa 25 TWh beträgt. Die hierdurch substituierte Strommenge im Umwandlungsbereich ist in dem Haushaltssektor emissions- und kostenseitig gutzuschreiben. Die Berechnungen zeigen, dass mit den Maßnahmen der Szenarien Energiekonzept und Innovationsoffensive Gas erhebliche Emissionseinsparungen ausgelöst werden, die im Jahr 2050 zu einem nahezu klimaneutralen Wohngebäudebestand führen würden. Vergleicht man die über den Betrachtungszeitraum kumulierten direkten Emissionseinsparungen in den Haushalten, fallen diese für das Szenario Energiekonzept mit etwa 77 Mio. t höher aus als im Szenario Innovationsoffensive Gas (vgl. Tabelle 1). Der kostenseitige Vergleich beider Szenarien zeigt allerdings, dass die kumulierten Mehrkosten des Szenarios Energiekonzepts um ein Vielfaches höher als im Szenario Innovationsoffensive Gas liegen, was durch die relativ teuren und hauptsächlich außerhalb des Renovierungszyklus zu ergreifenden gebäudeseitigen Effizienzmaßnahmen zu erklären ist. Die eingesparten Energiekosten vermögen die Investitionskosten nicht annähernd zu kompensieren. Insgesamt errechnen sich über den gesamten Zeitraum für das Szenario Energiekonzept spezifische Vermeidungskosten gegenüber einer Business as Usual Entwicklung in Höhe von 120 €/t CO₂ und für das Szenario Innovationsoffensive Gas von rund 6 €/t CO₂. Mit einer moderaten Erhöhung der Sanierungsrate könnte im Szenario Innovationsoffensive Gas eine gleiche kumulierte Einsparung direkter CO₂-Emissionen erzielt werden. Dies wäre allerdings mit höheren Investitionen verbunden. Die spezifischen Vermeidungskosten liegen selbst in diesem Fall mit etwa 30 €/t CO₂ immer noch deutlich unter dem Wert des Szenarios Energiekonzept.

Unter Einbeziehung der Vorketten ändern sich die jeweils dargestellten Gesamtkosten nicht. Auf der Basis der jetzt höheren CO₂-Einsparungen, die auf die Einsparung von Primärenergie und die Substitution von fossilen durch erneuerbare Energieträger zurückzuführen ist, ergeben sich veränderte spezifische Vermeidungskosten. Für das Energiekonzept betragen diese rund 78 €/t CO₂, dagegen für die Innovationsoffensive 4 €/t CO₂ und für die Sensitivität rund 22 €/t CO₂. D.h. zugleich, dass durch die emissionsseitige Einbeziehung der Vorketten die Vorteilhaftigkeit der Innovationsoffensive Gas bestätigt bleibt [FZJ, DBI, GWI, EBI, 2011].

Tabelle 1: Kosten im Vergleich zur Business as Usual Entwicklung mit und ohne Einbeziehung der CO₂-Emissionen aus den Vorketten (kumulierte Werte über den Betrachtungszeitraum 2010 bis 2050)

	Energiekonzept	Innovations-offensive Gas	Innovationsoffensive Gas: Sensitivität
Δ Gesamtkosten	75,6 Mrd. €	3,2 Mrd. €	19,4 Mrd. €
Δ CO ₂ ^{*)} ohne Vorketten	- 632 Mio. t	-555 Mio. t	- 642 Mio. t
Spezifische Vermeidungskosten ohne Vorketten	120 €/t CO ₂	6 €/t CO ₂	30 €/t CO ₂
Δ CO ₂ ^{*)} mit Vorketten	- 963 Mio. t	- 776 Mio. t	- 866 Mio. t
Spezifische Vermeidungskosten mit Vorketten	78 €/t CO ₂	4 €/t CO ₂	22 €/t CO ₂

*) inkl. KWK-Gutschrift mit Strom-Mix aus [EWI, GWS, Prognos, 2010] berechnet

Literatur

- EWI, GWS, PROGNOSE (2010) *Energieszenarien für ein Energiekonzept der Bundesregierung*. Studie im Auftrag des Bundesministers für Wirtschaft und Technologie (BMWi), Projekt Nr. 12/10, Berlin
- FZJ, DBI, GWI, EBI (2011) *Bewertung der Energieversorgung mit leitungsgebundenen gasförmigen Brennstoffen im Vergleich zu anderen Energieträgern – Einfluss moderner Gasttechnologien in der häuslichen Energieversorgung auf Effizienz und Umwelt*, Projekt im Auftrag der Innovationsoffensive des Deutschen Verbands für Gas- und Wasserfach e.V. (DVGW), G 5/04/09-ZP2, Bonn (bisher unveröffentlicht)