

Horst Steinmüller und Markus Schwarz

## Dämmen und/oder Kesseltauschen?

erschienen 05/2013 in der Broschüre „Erneuerbare Wärme“ des ÖBMV



Die in Österreich für den Wohngebäudektor angestrebten Energie- und Treibhausgasersparungen konnten bislang nicht erreicht werden. Vor allem die Althaus-Sanierungsquote liegt mit circa 1% deutlich unter dem in der Klimastrategie 2007 formulierten Ziel von 3% für den Zeitraum von 2008 bis 2012 und damit signifikant unter dem mittelfristigen Ziel einer Sanierungsrate von 5% [1]. Ein Blick auf die Statistiken des Klimaschutzberichts 2011 zeigt bei Einzelmaßnahmen im Bereich der thermischen Sanierung der Gebäudehülle eine jährliche Sanierungsrate zwischen 1,3 und 2,4% und bei einem Heizkesseltausch von 1,4% [2]. Wenn gleich aus den Daten ersichtlich wird, dass im Zeitraum 1998 bis 2008 ein Anstieg der Sanierungsaktivitäten gegenüber der Vergleichsperiode von 1991 bis 2001 stattfand, konnte im Jahr 2009 lediglich eine Rate von 1% für die umfassende anlagenseitige und thermische Sanierung erreicht werden. Somit besteht die Notwendigkeit, durch zusätzliche Anstrengungen das Energie- und Treibhausgas-Einsparungspotenzial zu aktivieren. Dies erfordert eine detaillierte Analyse der ökonomischen, energetischen und ökologischen Effekte der anlagenseitigen Sanierung im Vergleich zu thermischen Maßnahmen. Im vorliegenden Artikel wird untersucht, welchen Beitrag verschiedene Sanierungsstrategien zur effizienteren Energienutzung im Gebäudesektor leisten können. Die hierfür entwickelte komparative Bewertungsmethodik umfasst die Heizwärme-Einsparpotenziale der jeweiligen Sanierungspfade ebenso wie die Quanti-

fizierung der Gesamtkosten-Einsparpotenziale durch Sanierung sowie die Treibhausgas-Vermeidungspotenziale für den Einsatz verschiedener klimarelevanter Heizsysteme im österreichischen Wohngebäudebestand.

### Sanierungsstrategien

Zur Bestimmung der energetischen, monetären und klimarelevanten Effekte der anlagenseitigen und thermischen Sanierungsmaßnahmen wird für den österreichischen Bestand an Wohngebäuden zwischen folgenden repräsentativen Modellgebäuden unterschieden:

- Modellgebäude 1: Wohngebäude mit einer Wohneinheit (1 WE)
- Modellgebäude 2: Wohngebäude mit sechs Wohneinheiten (6 WE)
- Modellgebäude 3: Wohngebäude mit 16 Wohneinheiten (16 WE)

Neben den Auswahlkriterien Gebäudegröße und Nutzfläche der Wohneinheiten wurde ebenso die Bauperiode des österreichischen Wohngebäudebestandes herangezogen, die auf Basis der Altersverteilung von 1971 bis 1980 angenommen wurde. In weiterer Folge wurden vom Institut für Energieausweise (IFEA) für das jeweilige Modellgebäude Energieausweise entsprechend der ÖNORM H5055 sowie der Richtlinie 2002/91/EG, erstellt. Für die thermische Sanierungsvariante (Sanierungsstrategie 1) wurden je Gebäudetyp ein Tausch der Fenster sowie eine Dämmung der gesamten Gebäudehülle angenommen. Im Zuge der anlagenseitigen Sanierung (Sanierungsstrategie 2) wurden hingegen der Austausch des bisherigen

Wärmeerzeuger und -speicher zur Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser auf folgende klimarelevante Heizsysteme betrachtet:

- Stückgutheizung
- Pelletsheizung
- Hackschnitzelheizung
- Luft-Wasser-Wärmepumpe
- Erdreich-Wasser-Wärmepumpe

Neben der Einzelbetrachtung der jeweiligen Heiztechnologie wurde zudem eine Untersuchung jeder Heiztechnologie in Kombination mit einer thermischen Solaranlage zur Warmwasserbereitung und Raumheizungsunterstützung durchgeführt. Um die anlagenseitige der thermischen Sanierung gegenüberstellen zu können, war es zudem erforderlich, hinsichtlich der Heizungstechnologie eine Referenzsituation zu definieren, die den Bestand in einem unsanierten Gebäude widerspiegelt. Abb.1 zeigt übersichtlich die in dem Beitrag untersuchten thermischen und anlagenseitigen Sanie-

rungsstrategien sowie die zugrunde gelegten Modellgebäude. Wie in der Abbildung dargestellt, werden – neben der Integration von verschiedenen Wärmebereitstellungs-Technologien – Photovoltaik-Technologien vor dem Hintergrund einer nachhaltigen Versorgung mit Elektrizität in einem Zusatzmodul behandelt.

### Energetische Effekte

Als Basis für die energetische Betrachtung der anlagenseitigen Sanierung dienen der im Energieausweis angegebene Heizwärmebedarf (HWB) und Warmwasser-Wärmebedarf (WWWB). Über den Jahresnutzungsgrad des jeweiligen Heizsystems gelangt man schließlich zum Heiztechnik-Energiebedarf (HTEB) und somit zum Heizenergiebedarf (HEB). Wie Abb.2 zeigt, liegt die errechnete energetische HEB-Einsparung für die thermische Sanierung der Gebäudehülle zwischen 54 und 65%. Im Bereich der anlagenseitigen Sanierung wurden für die Biomasse-Heiztechnologien zwischen

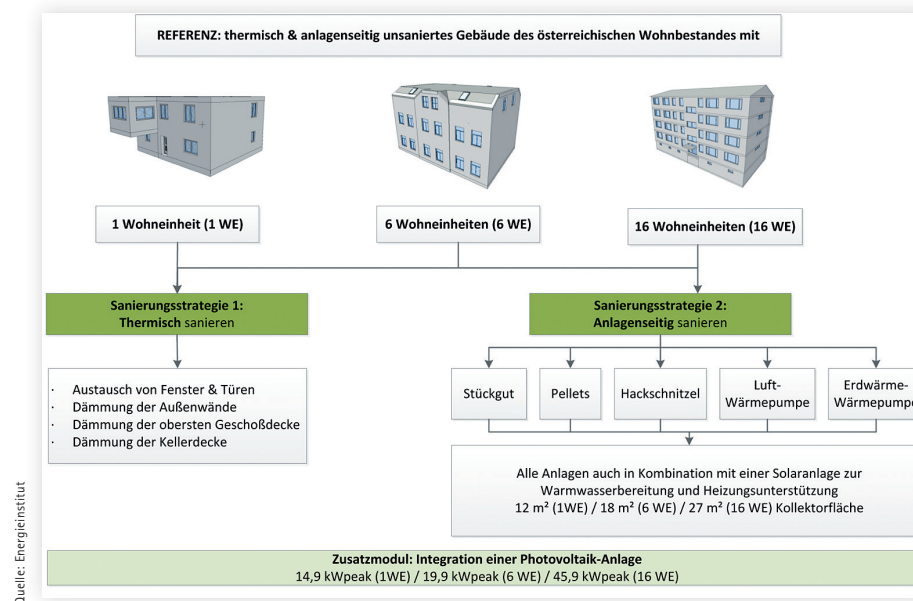


Abb. 1: Übersicht der betrachteten Sanierungsstrategien

13 und 17% sowie für die untersuchten Wärmepumpentechnologien zwischen 80 und 82% an Einsparung ermittelt. Abb. 3 stellt, je nach Gebäudetyp, die anlagen-

seitigen Sanierungsstrategien zusammengefasst der thermischen Sanierung gegenüber, wobei sich die Bandbreite aufgrund der untersuchten Heiztechnologien ergibt. Es zeigt sich, dass hinsichtlich des Heizenergiebedarfs die anlagenseitigen Sanierungsvarianten unter Einsatz der Wärmepumpentechnologien eine höhere und mithilfe der Biomassetechnologien eine geringere Reduktion erzielen als durch die thermische Sanierung der Gebäudehülle erreicht wird. Die anlagenseitige Sanierung des Referenzsystems mit biogenen Festbrennstofftechnologien resultiert nach der Berechnungssystematik in einer Reduktion des Heizenergiebedarfs aufgrund höherer Umwandlungseffizienz. Die Reduktion fällt geringer aus als bei der thermischen Sanierungsvariante. Die Ausprägung dieser Tendenzen ist beim untersuchten Referenzgebäude mit 1 WE am höchsten und beim Gebäude mit 16 WE am geringsten. Die Kombination einer Solaranlage mit der Erneuerung des Heizsystems führt zu einer weiteren Reduktion des Heizenergiebedarfs.

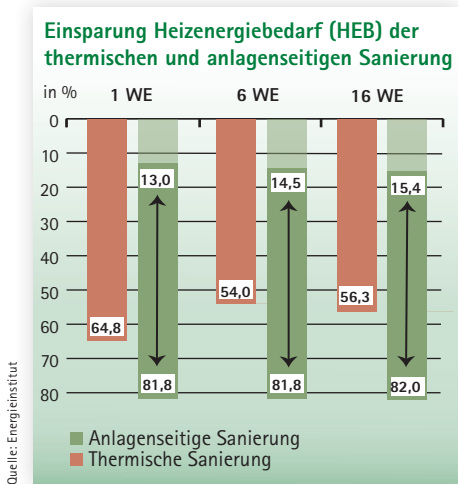


Abb. 3: Einsparung des Heizenergiebedarfs (HEB) der thermischen und anlagenseitigen Sanierung im Vergleich zur Referenz für Gebäude mit einer, sechs und 16 Wohneinheiten (WE)

### Monetäre Effekte

Im Zuge der monetären Betrachtung wurden die Gesamtkosten der jeweiligen Sanierungsstrategie untersucht. Bei der anlagenseitigen Sanierung umfasst die betriebswirtschaftliche Analyse dabei – neben den Investitionskosten – die verbrauchs- und die betriebsgebundenen Kosten. Für die thermische Sanierung der Gebäudehülle gilt das Interesse hingegen ausschließlich den Investitionskosten für die zu tätigen Maßnahmen. In der gegenständlichen Gesamtkostenrechnung werden die jeweiligen Kostenblöcke über die jährlichen Kapitalkosten (über die Lebensdauer anfallende Annuität) berücksichtigt. Abb. 4 zeigt für die thermische sowie für jede einzelne anlagenseitige Sanierungsstrategie die erzielbare Einsparung in den jährlichen Gesamtkosten im Vergleich zum derzeitigen Gebäudebestand. Der Fehlerindikator gibt die Bandbreite aufgrund der untersuchten Gebäudetypen an. Abb. 5 illustriert eine Zusammenfassung der anlagenseitigen Sanierungsstrategien, wobei nach Gebäudetyp unterschieden

wird. Die Bandbreite resultiert aus den untersuchten Heiztechnologien. Im Gegensatz zu den energetischen Einspareffekten zeigt die Gesamtkostenbetrachtung für

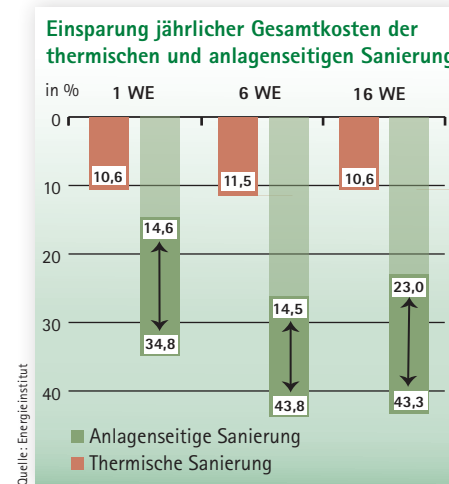


Abb. 5: Einsparung der gesamten jährlichen Kosten der thermischen und anlagenseitigen Sanierung im Vergleich zur Referenz für Gebäude mit einer, sechs und 16 Wohneinheiten (WE)

### Einsparung des Heizenergiebedarfs (HEB) von Sanierungsstrategien

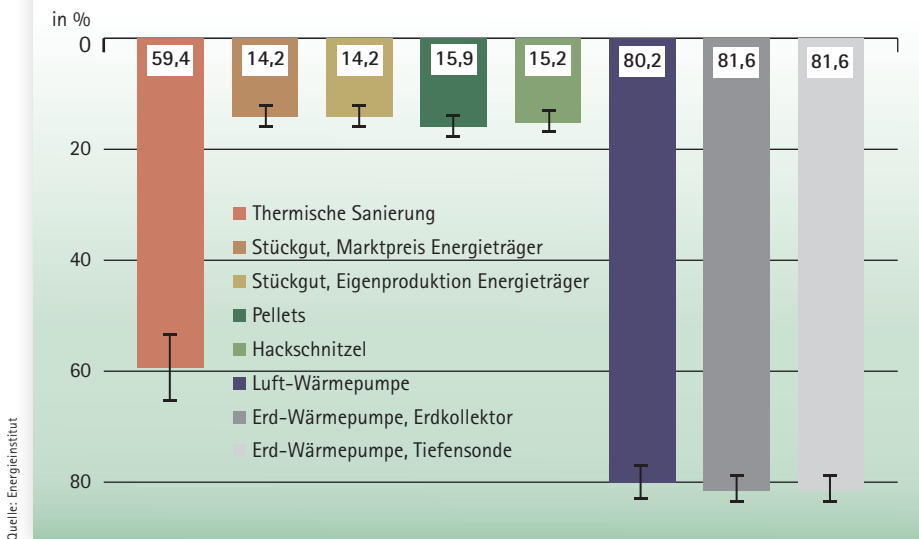


Abb. 2: Einsparung des Heizenergiebedarfs (HEB) der einzelnen Sanierungsstrategien im Vergleich zur Referenz

### Einsparung der jährlichen Gesamtkosten von Sanierungsstrategien

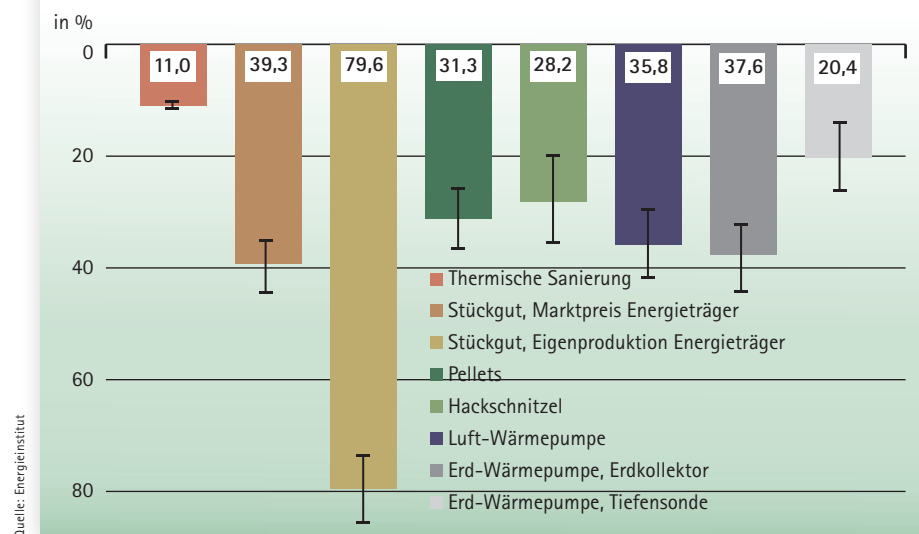


Abb. 4: Einsparung der gesamten jährlichen Kosten der einzelnen Sanierungsstrategien im Vergleich zur Referenz

die anlagenseitigen Sanierungsvarianten im Vergleich zur singulären thermischen Sanierung der Gebäudehülle durchwegs geringere jährliche Gesamtkosten (und somit kürzere Amortisationszeiten). Innerhalb der anlagenseitigen Sanierungsvarianten bieten vor

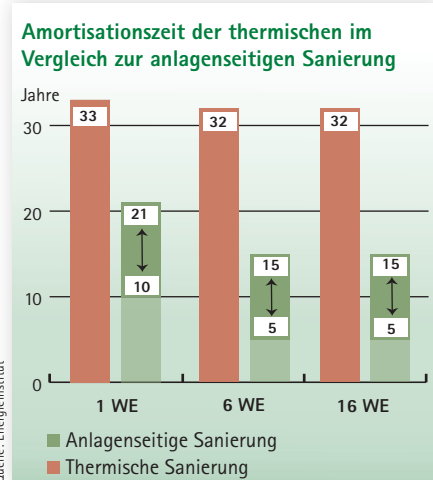


Abb. 7: Amortisationszeit der thermischen Sanierung im Vergleich zur anlagenseitigen Sanierung für Gebäude mit einer, sechs und 16 Wohneinheiten (WE)

allem der Einsatz von Stückholzheizungen sowie Erdwärmepumpen mit Flächenkollektoren hohe Einsparpotenziale. Dieses Ergebnis resultiert einerseits aus dem geringeren Investitionsaufwand bzw. jährlichen Kapitaldienst der anlagenseitigen Sanierungsvarianten und andererseits aus den kostengünstigeren Energieträgern im Vergleich zum fossil dominierten Energieträgermix der Referenz-Heiztechnologie. Die Refinanzierung einer anlagenseitigen Maßnahme ist damit schneller erreicht als im Falle einer thermischen Sanierung. Abb.6 vergleicht die Amortisationszeit der einzelnen anlagenseitigen Sanierungsvarianten mit der thermischen Sanierung der Gebäudehülle.

Abb.7 zeigt – je nach Gebäudetyp – zusammengefasst die Amortisationszeit der anlagenseitigen Sanierungsstrategien im Vergleich zur thermischen Sanierung. Wie auch in der Abbildung des Gesamtkostenvergleichs wird die Annahme zugrunde gelegt, dass die Maßnahme zu 100% kreditfinanziert (jährlicher Zinssatz 5%) wird

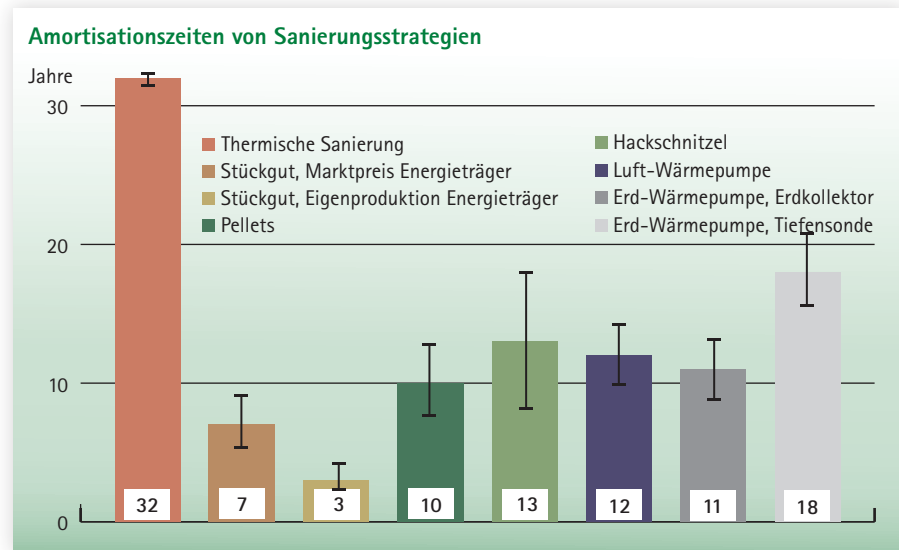


Abb. 6: Amortisationszeit der thermischen Sanierung im Vergleich zur anlagenseitigen Sanierung

sowie dass derzeitige Kostenstrukturen hinterlegt sind und damit keine Berücksichtigung der Inflation oder der Energiepreisentwicklung erfolgt.

Betrachtet man die Amortisationsdauer der verschiedenen Sanierungsvarianten, ist festzustellen, dass diese für jede der untersuchten Sanierungsoptionen unter der Lebensdauer der jeweiligen Maßnahme liegt und damit alle Maßnahmen als sinnvoll eingestuft werden können. Besonders die anlagenseitigen Sanierungen weisen kürzere Amortisationszeiten auf (rund 50% der thermischen Sanierung), was vor allem auf den Einfluss der Investitionskosten über den jährlichen Kapitaldienst zurückzuführen ist. Die Tendenz in den Ergebnissen zum Gesamtkostenvergleich sowie zu den Amorti-

sationszeiten gilt grundsätzlich auch für die Varianten inklusive Solaranlage. Die Integration einer Solaranlage führt in allen Kombinationen zu einer verminderten Einsparung in den jährlichen Gesamtkosten und somit zu etwas längeren Amortisationszeiten.

### Ökologische Effekte

In der ökologischen Betrachtung werden die jährlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen der untersuchten Referenzgebäude durch die thermische Sanierung der Gebäudehülle und die anlagenseitigen Sanierungen im Vergleich zum unsanierten Referenzzustand dargestellt. Die erzielbare Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen je nach thermischer und anlagenseitiger Sanierungsstrategie im Vergleich zum derzeitigen Gebäudebestand ist in Abb.8 dargestellt, wobei der Fehlerindikator die

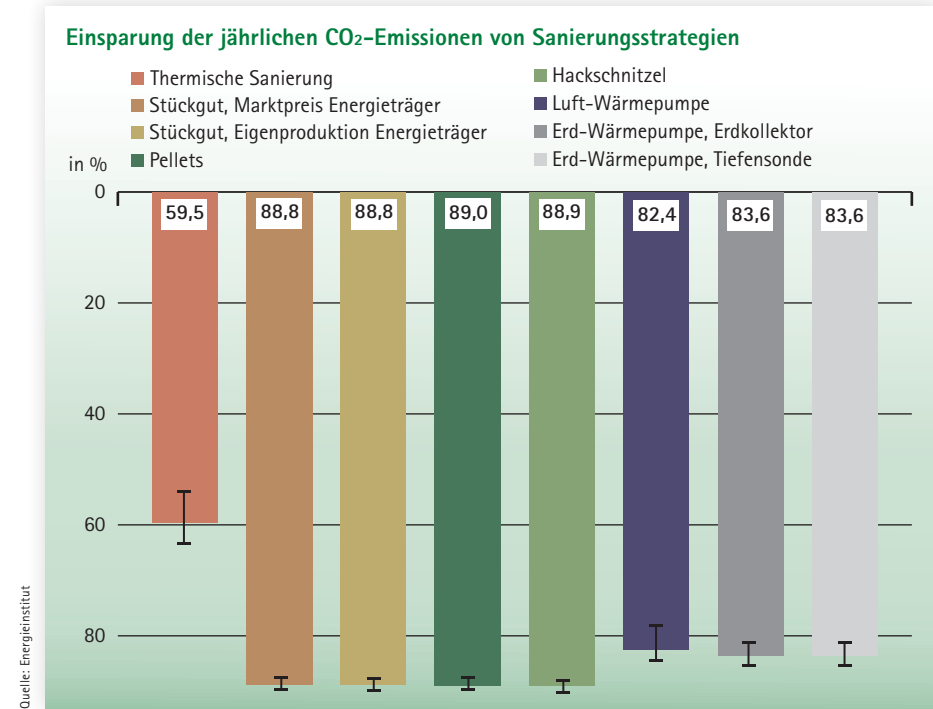


Abb. 8: Einsparung der gesamten jährlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen der einzelnen Sanierungsstrategien im Vergleich zur Referenz

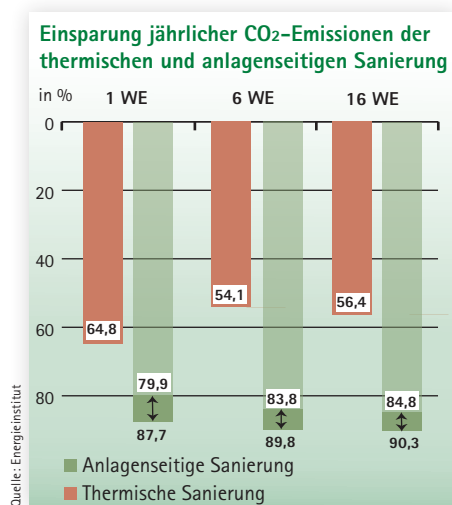


Abb. 9: Einsparung der gesamten jährlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen der thermischen und anlagenseitigen Sanierung im Vergleich zur Referenz für Gebäude mit einer, sechs und 16 Wohneinheiten (WE)

Bandbreite aufgrund der untersuchten Gebäudetypen angibt. Abb.9 zeigt eine zusammengefasste Darstellung der anlagenseitigen Sanierungsvarianten im Vergleich zur thermischen Sanierung hinsichtlich der erzielbaren Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen. Dabei wird je nach Gebäudetyp unterschieden, und die Bandbreite ergibt sich aufgrund der untersuchten Heiztechnologien. Die CO<sub>2</sub>-Einsparungen aufgrund der thermischen Sanierung der Gebäudehülle resultieren ausschließlich aus der energetischen Verbrauchsreduktion. Die hohen CO<sub>2</sub>-Einsparungen durch die anlagenseitige Sanierung (bis zu 90%) begründen sich weniger durch die energetische Verbrauchsreduktion als durch den erfolgten Energieträgerwechsel („Fuel-Switch“) von der überwiegend fossil dominierten Referenz-Heiztechnologie zu erneuerbaren Alternativen.

Die höchste Reduktion ist mit dem Umstieg auf CO<sub>2</sub>-neutrale Festbrennstoffe, wie Stückgut, Pellets oder Hackschnitzel, erreichbar. Die hohe Einsparung bei den Wärmepumpenvarianten ergibt sich aus der

Nutzung der Umweltwärme. Die Kombination der anlagenseitigen Sanierungsvarianten mit einer solarthermischen Anlage führt zu weiteren CO<sub>2</sub>-Einsparungen, da durch die Unterstützung der Solarthermie weniger Energie aufgewendet werden muss, um die jeweilige Heizungsanlage zu betreiben.

### Volkswirtschaftliche Effekte

Die volkswirtschaftliche Simulationsanalyse, die mit dem Modell MOVE des Energieinstituts an der Johannes Kepler Universität Linz durchgeführt wurde, zeigt, dass alle drei Strategien bzw. Sanierungsvarianten positive volkswirtschaftliche Veränderungen mit sich bringen. Für die Simulation wurden je Sanierungsstrategie 100.000 Wohngebäude sowie ein Betrachtungszeitraum von sechs Jahren angenommen. Als eine der Säulen des positiven ökonomischen Effekts ist die Erhöhung des nicht-energetischen Konsums der Haushalte infolge der Durchführung der Sanierungsaktivitäten zu nennen. Im Falle der anlagenseitigen Sanierung gibt die Reduktion des Energieverbrauchs der Haushalte aufgrund der Nutzung effizienterer Heiztechnologien weitere Impulse.

Bei der thermischen Sanierung der Gebäudehülle resultiert die Verringerung des Energieverbrauchs der Haushalte aus dem gesunkenen Raumwärmebedarf. Diese Minderung des energetischen Verbrauchs erlaubt höhere Kapazitäten für den nicht-energetischen Konsum, sodass teilweise eine Substitution zwischen diesen Segmenten stattfinden kann. Zudem stehen Teile der energetischen Einsparungen infolge der Sanierungsaktivitäten für den Export zur Verfügung, sodass letztendlich die Steigerung der energetischen Nettoexporte ebenfalls zur Erhöhung des Bruttoinlandsproduktes beitragen kann. Die Reduktion der Energieimporte unterstützt diesen Trend. Aufgrund der direkten Steigerung des nicht-energetischen Konsums ausschließlich in den ersten zwei

Jahren nimmt die Intensität der positiven volkswirtschaftlichen Effekte ab dem dritten Jahr ab und pendelt sich ab dem fünften Jahr auf einem konstanten Niveau ein. Zusätzlich der generierten Sekundär- und Tertiäreffekte ergibt sich bei allen drei betrachteten Varianten eine positive Differenz des Bruttoinlandsproduktes im Vergleich zu einer Situation ohne Durchführung der Sanierungen, wie in Abb.10 dargestellt ist. In der kurzen Frist hat die Variante der thermischen Sanierung aufgrund der höheren Durchführungskosten und dem darauf folgenden höheren nicht-energetischen Kon-

sum der Haushalte die größte Auswirkung auf die österreichische Volkswirtschaft. Diese Effekte sind in der mittleren Frist jedoch im Vergleich zu den anlagenseitigen Sanierungsvarianten aufgrund geringerer energetischer Nettoexporte abgeschwächt. Wie in Abb. 11 dargestellt, zeigt sich im Hinblick auf die Anzahl der Beschäftigten im Vergleich zu einer Situation ohne Durchführung jeglicher Sanierungsaktivitäten eine positive Korrelation. Mittelfristig ergeben sich leicht positivere Ausprägungen für die Variante der thermischen Sanierung der Gebäudehülle. Alle betrachteten Varianten lö-

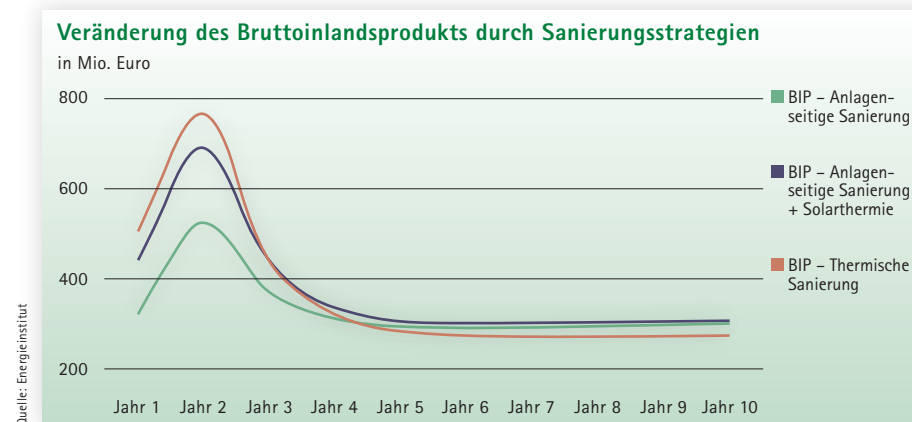


Abb. 10: Veränderung des Bruttoinlandsprodukts in Österreich durch Umsetzung der Sanierungsstrategien

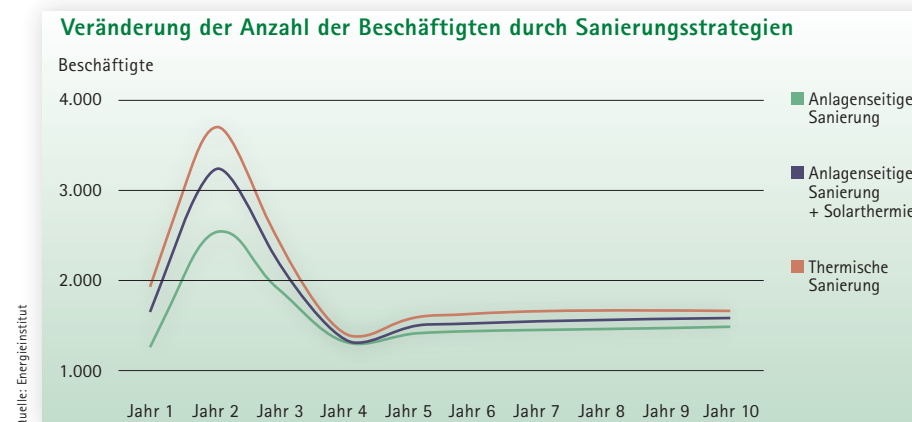


Abb. 11: Veränderung der Anzahl der Beschäftigten in Österreich durch Umsetzung der Sanierungsstrategien

sen mittelfristig nahezu identische Effekte auf das Beschäftigungsniveau aus.

### Fazit

Durch die vorliegenden Ergebnisse kann gezeigt werden, dass anlagenseitige Sanierungsmaßnahmen sowohl aus ökonomischer als auch energetischer und ökologischer Sicht einen signifikanten Beitrag zur Erreichung der österreichischen Energie- und Klimaziele leisten können. Im Detail ergeben sich für die anlagenseitige Sanierung im Vergleich zur thermischen Sanierung:

- geringere jährliche Gesamtkosten
- geringere Amortisationszeiten
- geringere jährliche CO<sub>2</sub>-Emissionen
- kurzfristig: geringere Erhöhung des BIP, der Investitionen und der Beschäftigten
- langfristig: ähnliches Niveau der volkswirtschaftlichen Effekte.

### Verweis

Die in diesem Beitrag vorgestellten Ergebnisse sind der Studie „Betrachtung der ökonomischen, energetischen und ökologischen Effekte anlagenseitiger Sanierungsmaßnahmen im Vergleich zur thermischen Sanierung zur effizienteren Energienutzung“ entnommen. Beauftragt wurde die Studie vom Dachverband Energie-Klima, erstellt wurde sie im Oktober 2012 vom Energieinstitut an der Johannes Kepler Universität Linz. In diesem Zusammenhang ist auf die Veränderungen der monetären Effekte hinzuweisen, insbesondere auf die verbrauchsgebundenen Kosten bzw. die Energieträgerkosten, die neben den Investitionskosten den stärksten zeitlichen Schwankungen unterliegen.

Abb. 12 zeigt die Veränderung der Energieträgerkosten für die biogenen Brennstoffe, da angenommen wird, dass sich die Wärmepumpentarife in dieser Zeit geringfügiger verändert haben. Speziell für Stückgut und Pellets zeigen sich im I. Quartal 2013 deutliche Minderungen in den verbrauchsgebundenen Kosten von bis zu 13 % gegen-

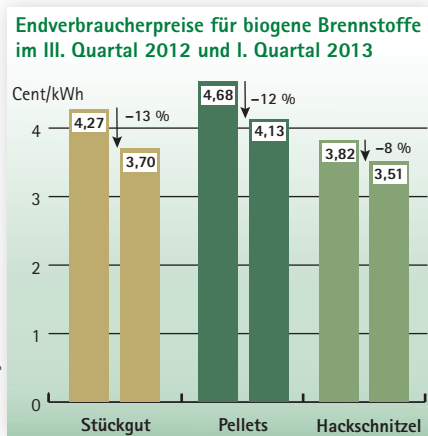


Abb. 12: Veränderung der Endverbraucherpreise für biogene Brennstoffe zwischen dem III. Quartal 2012 und dem I. Quartal 2013

über dem III. Quartal 2012. Auch bei Hackschnitzeln kann der Endverbraucher mit geringeren Kosten gegenüber dem vorletzten Quartal rechnen (minus 8%). Somit ist für biogene Brennstoffe im I. Quartal 2013 eine durchschnittliche Reduktion der verbrauchsgebundenen Kosten von etwa 11 % zum III. Quartal 2012 festzustellen, was sich wiederum positiv auf die jährlichen Gesamtkosten sowie die Amortisationszeit von Biomasse-Heiztechnologien auswirkt.

### Literatur

- [1] Anpassung der Klimastrategie Österreichs zur Erreichung des Kyoto-Ziels 2008-2013, vom Ministerrat am 21. März 2007 beschlossene Fassung. Hrsg. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien. <http://www.klimastrategie.at/>.
- [2] Klimaschutzbericht 2011. Hrsg. Umweltbundesamt, Wien. <http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0334.pdf>.

Dr. Horst Steinmüller  
Geschäftsführer und Leiter der Abteilung für Energietechnik,  
DI (FH) Markus Schwarz (PMSc.)  
Wissenschaftlicher Mitarbeiter der Abteilung für Energietechnik,  
Energieinstitut an der Johannes Kepler Universität Linz,  
[office@energieinstitut-linz.at](mailto:office@energieinstitut-linz.at)