

Hans-Rudolf Schalcher, Hans-Jakob Boesch, Kathrin Bertschy, Heini Sommer, Dominik Matter, Johanna Gerum, Martin Jakob

Fokusstudie NFP 54

Was kostet das Bauwerk Schweiz in Zukunft und wer bezahlt dafür?



Was kostet das Bauwerk Schweiz in Zukunft und wer bezahlt dafür?

lag AG an der ETH Zürich © vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich
erlag AG an der ETH Zürich © vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich
verlag AG an der ETH Zürich © vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich
hulverlag AG an der ETH Zürich © vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich
schulverlag AG an der ETH Zürich © vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich
hschulverlag AG an der ETH Zürich © vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich
ochschulverlag AG an der ETH Zürich © vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich
Hochschulverlag AG an der ETH Zürich © vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich
df Hochschulverlag AG an der ETH Zürich © vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich
vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich © vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich
lag AG an der ETH Zürich © vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich

Was kostet das Bauwerk Schweiz in Zukunft und wer bezahlt dafür?

Nationales Forschungsprogramm 54 – Nachhaltige Siedlungs- und Infrastrukturentwicklung

Hans-Rudolf Schalcher, Hans-Jakob Boesch, Kathrin Bertschy, Heini Sommer, Dominik Matter,
Johanna Gerum, Martin Jakob

Zürich, 2011



vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich

Impressum

Einführung:

Hans-Rudolf Schalcher, Prof. em. ETH Zürich

Projektteam Teil I:

Hans-Jakob Boesch, Kathrin Bertschy, Heini Sommer, Sarah Werner, Stefan Suter, Felix Walter, Ecoplan Forschung und Beratung in Wirtschaft und Politik, Bern und Altdorf, www.ecoplan.ch

Projektteam Teil II:

Johanna Gerum, pom+ Consulting AG, Zürich
Hans-Rudolf Schalcher, Prof. em. ETH Zürich

Projektteam Teil III:

Dominik Matter (Projektleitung), Bettina Simioni, Christian Zweifel, Fahrländer Partner AG, Zürich
Martin Jakob, TEP Energy, Zürich

Begleitgruppe

Hans-Rudolf Schalcher, Mitglied der Leitungsgruppe des NFP 54
Urs Steiger, Umsetzungsbeauftragter NFP 54

Publiziert mit Unterstützung des Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung.

Empfohlene Zitierweise:

Autor: Hans-Rudolf Schalcher, Hans-Jakob Boesch, Kathrin Bertschy, Heini Sommer, Dominik Matter, Johanna Gerum
Titel: Was kostet das Bauwerk Schweiz in Zukunft und wer bezahlt dafür?
Untertitel: Fokusstudie des Nationalen Forschungsprogramms 54
«Nachhaltige Siedlungs- und Infrastrukturentwicklung»
Ort: Bern
Jahr: 2011

Bibliografische Informationen der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutschen Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet abrufbar über <http://dnb.d-nb.de>.

ISBN: 978-3-7281-3397-7 (Printausgabe)

Download open access:

ISBN 978-3-7281-3398-4/DOL10.3218/3398-4
www.vdf.ethz.ch

© 2011, vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich

Inhalt

	Einführung	11
I	Finanzierung der Erneuerung von Infrastrukturanlagen und Wohnbauten	17
II	Wiederbeschaffungswert, Erhaltungs- und Erweiterungsbedarf der technischen Infrastrukturen Schweiz	127
III	Erneuerung von Wohnbauten	189

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis		8
Einführung		11
I	Finanzierung der Erneuerung von Infrastrukturanlagen und Wohnbauten	17
	Inhaltsverzeichnis	18
	Zusammenfassung	23
1	Einleitung	27
A	Erneuerungsfinanzierung von Infrastrukturanlagen	29
2	Gegenstand und Methodik	29
3	Wiederbeschaffungswert und Erneuerungsbedarf	35
4	Stromversorgungsinfrastruktur	36
5	Schieneinfrastruktur	42
6	Strasseninfrastruktur	48
7	Abwasserentsorgungsinfrastruktur	56
8	Synoptische Darstellung der Finanzierungsmechanismen	61
9	Mögliche Lösungsideen	64
B	Erneuerungsfinanzierung von Wohnbauten	72
10	Erneuerung von Wohnbauten im Lichte der Nachhaltigkeit	72
11	Umfang des Erneuerungsbedarfs – empirische Auswertungen	78
12	Finanzierungsquellen der Wohnbauerneuerung	89
13	Eigentümer und ihr Investitionsverhalten	92
14	Beurteilung Erneuerungsbedarf	96
15	Mögliche Anreizmodelle zur Erneuerung von Wohnbauten und deren Notwendigkeit	107
16	Verbesserungspotenziale und Fazit	116
	Anhang	118
	Literaturverzeichnis	119

II		Wiederbeschaffungswert, Erhaltungs- und Erweiterungsbedarf der technischen Infrastrukturen Schweiz	127
		Inhaltsverzeichnis	128
		Zusammenfassung	131
1		Einleitung	134
2		Abgrenzung Infrastrukturen	136
3		Versorgung	138
4		Entsorgung	146
5		Verkehr	150
6		Kommunikation	168
7		Schutzbauten	171
		Literaturverzeichnis	184
III		Erneuerung von Wohnbauten	189
		Inhaltsverzeichnis	190
		Zusammenfassung	192
1		Werterhaltende Investitionen	197
2		Wertvermehrnde Investitionen	207
3		Zukünftiger Wohnungsbedarf	213
4		Energierelevante Investitionen	219
		Literaturverzeichnis	230
		Anhang	231

Abkürzungsverzeichnis

ABzStG	Ausführungsbestimmungen zur Steuergesetzgebung	GPM	Gebäudeparkmodell
AHV	Alters- und Hinterlassenenversicherung	GSchG	Gewässerschutzgesetz
ARA	Abwasserreinigungsanlage	GS-UVEK	Generalsekretariat des Eidgenössischen Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation
ARE	Bundesamt für Raumentwicklung	GWR	Eidgenössisches Gebäude- und Wohnungsregister
ASTRA	Bundesamt für Strassen	HEV	Hauseigentümergeverband Schweiz
ASUT	Schweizerischer Verband der Telekommunikation	HGV	Hochgeschwindigkeitsverkehr
BAFU	Bundesamt für Umwelt	HNF	Hauptnutzfläche
BAKOM	Bundesamt für Kommunikation	IFG	Bundesgesetz über den Infrastrukturfonds für den Agglomerationsverkehr, das Nationalstrassennetz sowie Hauptstrassen in Berggebieten und Randregionen
BAV	Bundesamt für Verkehr	IKKS	Interkantonales Konkordat für Seilbahnen und Skilifte
BAZL	Bundesamt für Zivilluftfahrt	Infra	Fachverband der Schweizer Infrastrukturbauer
BFE	Bundesamt für Energie	IRV	Interkantonaler Rückversicherungsverband
BFS	Bundesamt für Statistik	k.A.v.	keine Angaben verfügbar
BVG	Berufliche Vorsorge	KTU	Konzessionierte Transportunternehmen
BWO	Bundesamt für Wohnungswesen	KVA	Kehrichtverbrennungsanlage
CEPE	Centre for Energy Policy and Economy	LITRA	Informationsdienst für den öffentlichen Verkehr
EAWAG	Eidgenössische Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz	LSV	Lärmschutzverordnung
EBF	Energiebezugsfläche	LSVA	Leistungsabhängige Schwerverkehrsabgabe
EBG	Eisenbahngesetz	LV	Leistungsvereinbarung
EFH	Einfamilienhaus	MinVG	Bundesgesetz über die Verwendung der zweckgebundenen Mittel
ELCom	Eidgenössische Elektrizitätskommission	MW	Megawatt
EBP	Ernst Basler und Partner	MWG	Mietwohnung
ESTV	Eidgenössische Steuerverwaltung	MwSt	Mehrwertsteuer
EVA	Energieverwertungsagentur	NEAT	Neue Alpentransversale
EWG	Eigentumswohnung	NFA	Neuer Finanzausgleich
FDP	Freisinnig-Demokratische Partei der Schweiz	NZZ	Neue Zürcher Zeitung
FES	Fachorganisation für Entsorgung und Strassenunterhalt	PBG	Personenförderungsgesetz
FTTH	Fibre To The Home		
GEAK	Gebäudeenergieausweis der Kantone		

PUE	Preisüberwachung	ZGB	Schweizerisches Zivilgesetzbuch Einleitung
SBB	Schweizerische Bundesbahnen		
SBBG	Bundesgesetz über die Schweizerischen Bundesbahnen		
SIA	Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein		
SN	Schweizer Norm		
SNB	Schweizerische Nationalbank		
StromVG	Stromversorgungsgesetz		
SVGW	Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfaches		
TEP	Technology Economics Policy		
UIS	Umweltinfrastrukturen		
UREK-N	Kommission für Umwelt, Raumplanung und Energie des Nationalrates		
UVEK	Eidgenössisches Department für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation		
VMWG	Verordnung über die Miete und Pacht von Wohn- und Geschäftsräumen		
VÖV	Verband öffentlicher Verkehr		
VSA	Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute		
VSE	Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen		
VSG	Verband der Schweizer Gasindustrie		
VZ	Volkszählung		
WBW	Wiederbeschaffungswert		
WEG	Wohnungseigentumsgesetz		
WFG	Wohnraumförderungsgesetz		
WuP	Wüest und Partner		
ZEB	Zukünftige Entwicklung der Bahninfrastruktur		
ZEBG	Bundesgesetz über die zukünftige Entwicklung der Bahninfrastruktur		

Weitere Publikationen des Nationalen Forschungsprogramms «Nachhaltige Siedlungs- und Infrastrukturentwicklung» (NFP 54)



2010, 184 Seiten, zahlr. Fotos
und Grafiken, z.T. farbig,
Format 16 x 23 cm, broschiert
ISBN 978-3-7281-3309-0
auch zum freien Download
(Open Access)

Elisabeth Bühler, Heidi Kaspar, Frank Ostermann

Sozial nachhaltige Parkanlagen

Öffentlichen Parkanlagen wird zu Recht ein hohes soziales Nachhaltigkeitspotenzial zugeschrieben. Als naturnahe Grün- und Freiräume leisten sie einen wichtigen Beitrag zur Lebensqualität in urbanen Siedlungsräumen. Als öffentliche Räume sind sie in heutigen demokratischen Gesellschaften grundsätzlich für alle zugänglich und weisen dadurch ein hohes soziales Integrationspotenzial auf.

Die vorliegende Studie untersucht, wie Stadtzürcher Quartierparks von Besucherinnen und Besuchern genutzt und wahrgenommen werden und fragt nach gesellschaftlichen Ein- und Ausschlussprozessen. Die Ergebnisse zeigen auf, inwiefern dem Ziel sozialer Nachhaltigkeit Rechnung getragen wird und wo sich Verbesserungsmöglichkeiten eröffnen.



2010, 112 Seiten, französisch,
zahlr. Abbildungen, durchg. farbig,
Format 16 x 23 cm, broschiert
ISBN 978-3-7281-3332-8
auch zum freien Download
(Open Access)

Aurèle Parriaux, Pascal Blunier, Pierrick Maire,
Guillaume Dekkil, Laurent Tacher

Projet Deep City

Ressources du sous-sol et développement durable des espaces urbains

Considérer le sous-sol de manière holistique permet de développer des synergies entre ses différents usages et de prévenir les conflits. La démarche sectorielle qui prévaut encore aujourd'hui n'autorise pas cette synthèse et conduit à un gaspillage difficilement réparable du sous-sol et inhibe un développement harmonieux de la ville en surface.

Le projet Deep City propose une méthodologie basée sur un changement de paradigme: il tend à abandonner une gestion «des besoins aux ressources» au profit d'une gestion «des ressources aux besoins», seule compatible avec un développement durable.



vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich, VOB D, Voltastrasse 24, CH-8092 Zürich
Tel. +41 (0)44 632 42 42, Fax +41 (0)44 632 12 32, verlag@vdf.ethz.ch, www.vdf.ethz.ch

Schalcher et al., Was kostet das Bauwerk Schweiz in Zukunft und wer bezahlt dafür?, © vdf Hochschulverlag 2011

4 Energierrelevante Investitionen

4.1 Ausgangslage und Zielsetzung

4.1.1 Ausgangslage

In der Schweiz gibt es wenig detaillierte empirisch abgestützte Informationen über die quantitative und qualitative Erneuerungspraxis im Allgemeinen und hinsichtlich energetischer Aspekte im Besonderen. Auch die vom Bundesamt für Statistik (BFS) erhobenen Informationen über die Renovationen oder die Umbauinvestitionen lassen keinen direkten Schluss auf die energetischen Aspekte von Gebäudeerneuerungen zu.

Die Erhebungen der Gebäude- und Volkszählung unterscheiden nicht zwischen verschiedenen Renovationsarten. Einen einschränkenden Hinweis gibt einzig die Abgrenzung im Fragebogen, dass nur wertvermehrende Renovationen angegeben sind. Aus der Gebäude- und Volkszählung sind insbesondere keine Angaben zur energetischen Wirksamkeit der Renovationen abzuleiten. Diesem Mangel wurde in einem vom BFE, BWO und einzelnen Kantonen unterstützten Projekt «Erhebung des Erneuerungsverhaltens im Bereich Wohngebäude» (Jakob und Jochem 2003/2006) begegnet, indem insbesondere dem energie- und bautechnischen Charakter der Erneuerungen besondere Rechnung getragen wurde. Ermittelt wurden insbesondere die Anteile der realisierten energetischen Erneuerungen und nicht-energetische Instandsetzungen zwischen 1986 und 2000 in den einzelnen Teilbereichen der Gebäudehülle und der Haustechnik, differenziert nach Gebäudealter und Eigentumsverhältnissen.

Aus volkswirtschaftlicher Sicht sind jedoch nicht nur die Erneuerungsraten (in % pro Jahr) relevant, sondern auch die ökonomische Bedeutung des Erneuerungsmarktes. Vor dieser Ausgangslage stellen sich deshalb folgende Fragen:

- Wie gross ist der Erneuerungs- und Instandsetzungsmarkt im Bereich

Gebäudehülle und Gebäudetechnologien in der Schweiz?

- Wie ist dieser Markt strukturiert, insbesondere bezüglich Gebäude- und Massnahmentypen?

4.1.2 Zielsetzung, Abgrenzung und erwartete Ergebnisse

Ziel: Das Ziel dieser groben Abschätzungen ist es, die aktuellen und künftigen Investitionen zur Steigerung der Energieeffizienz für die Wohngebäude zwischen 2010 und 2030 grob abzuschätzen. Als Basis dient grundsätzlich ein sogenanntes energie- und gebäudewirtschaftliches Referenzszenario.

Scope: In die Betrachtung mit einzubeziehen sind hierbei insbesondere die Bereiche «Gebäudehülle» und «Gebäudetechnikelemente» (Heizanlagen, Lüftungen). Um ein komplettes Bild zu erhalten, werden zudem die Instandsetzungsinvestitionen abgeschätzt. Der Bereich Haushaltsgeräte ist nicht Gegenstand dieser Abschätzung.

Das Ziel ist es, eine grobe Abschätzung der jährlichen und kumulierten Investitionen zur Steigerung der Energieeffizienz für den Zeitraum 2010–2030 zu erhalten, dies je für die Bereiche Gebäudehülle und Gebäudetechnik und für die Stützjahre 2010, 2020 und 2030. Die angewandte Methodik und die verwendeten Datengrundlagen werden nachfolgend kurz dokumentiert.

4.2 Methodisches Vorgehen und Berechnungsgrundlagen

4.2.1 Methodisches Vorgehen im Überblick

Für die Grobabschätzung der Energieeffizienzinvestitionen kommt ein Bottom-up-Ansatz zur Anwendung. Basis hierzu ist ein Mengengerüst des Gebäudebestands pro Gebäudehüllenteil und Gebäudetechnikelement und pro Bauperiode, welches mit spezifischen Erneuerungsraten und flächenspezifischen Investitionskennwerten verknüpft wird. Sowohl die Erneuerungsraten als auch die Kostenkennwerte unterliegen im Zeitablauf einer anzunehmenden Dynamik.

Basis sind der nach Gebäudekategorie und Bauteilen differenzierte Gebäudebestand (gemäss Pavlu et al., 2004)

sowie die Erneuerungsraten pro Bauteil (Jakob und Jochem, 2003, 2006). Dabei wird für die Gebäudeteile zwischen energetisch nicht relevanten Instandsetzungen (z.B. Fassadenanstrich) und energetischen Erneuerungen (z.B. Fassade- oder Dachwärmeeisung, Fensterersatz) unterschieden. Damit lassen sich die jährlich instand gesetzten und erneuerten Bauteilflächen ermitteln, differenziert nach den wichtigsten Bauteilen Fenster, Fassade, Dach und Kellerdecke. Anhand von spezifischen Kostenkennwerten pro Bauteil und Erneuerungsart lässt sich hierauf das jährliche Investitionsvolumen bestimmen.

Für die Heiztechnologien werden die Ergebnisse analog gerechnet, wobei hier die beheizten Flächen (sogenannte Energiebezugsflächen) die Bezugsgrösse darstellen. Basis für die Berechnung ist das Gebäudeparkmodell SIA Effizienzpfad der ETH Zürich und der TEP Energy (Wallbaum et al., 2009). Dabei werden die Heiztechnologien im Jahr 2005 bis 2030 nach Anteil und geheizte Flächen für ein Referenzszenario berechnet. Bezüglich energetischer Erneuerung und Instandsetzung wird von folgender Definition ausgegangen:

- Als energetische Erneuerung, welche eine Verbesserung («ökologischer Mehrwert») darstellt, zählen zusätzliche Anlagen an erneuerbaren Energien (bei Holz beispielsweise also nur die zusätzlichen Holzheizungen).
- Als Instandsetzung zählt die Wiederherstellung des ursprünglichen Zustandes, beispielsweise ein Ersatz einer Anlage durch eine neue desselben Typs (bei Holz also der laufende Ersatz der im Basisjahr bereits installierten Anlagen).

Die energetischen Erneuerungen ergeben sich demnach aus dem Zuwachs einer Technologie, die erneuerbare Energie nutzt, zulasten einer nichtenergetischen, z.B. eine Wärmepumpenanlage, die eine Ölheizanlage ersetzt. Die Instandsetzungsmassnahmen werden mittels der typischen Lebensdauer der Heizanlage errechnet. Damit wird die Menge an Anlagen abgeschätzt, welche aufgrund der abgelaufenen Lebensdauer wieder instand gesetzt wird. Mittels Annahmen von spezifischen Investitionskosten für die entsprechenden Technologien lässt sich wiederum das jährliche Investitionsvolumen bestimmen.

Als Datengrundlagen dienen zum einen Input-Daten des Gebäudeparkmodells (GPM) Schweiz (Wallbaum et al., 2009), die durch offizielle Statistiken und öffentlich verfügbarer Literatur abgestützt sind (Jakob und Jochem 2006; Pavlu et al., 2004; Hofer, 2007). Zum anderen kommen aktuelle spezifische Kostenkennwerte zur Anwendung (Jakob et al., 2010; Hofstetter und Jakob, 2006), welche punktuell aktualisiert werden. Ebenfalls berücksichtigt werden die Energieperspektiven des Bundesamts für Energie.

4.2.2 Mengengerüst (Struktur des Gebäudebestandes)

Das Mengengerüst in Bezug auf die Energiebezugsfläche basiert auf den Grundlagen des Gebäudeparkmodells der BFE-Energieperspektiven. In Tabelle 7 ist der Bestand der Flächen der einzelnen Bauteile und der Energiebezugsflächen (EBF) pro Gebäudekategorie aufgeführt. Berücksichtigt wurden die Gebäude der Bauperiode bis und mit 2000.

4.2.3 Erneuerungsraten Gebäudehülle

Für den Bereich Wohngebäude (d.h. EFH und MFH) wurden von Jakob und Jochem (2003/2006) die Erneuerungsanteile pro Bauteil und pro Baualterperiode mittels einer umfangreichen Erhebung bei je rund 1000 EFH und MFH ermittelt (Basis: Kantone AG, BE, BL, TG, ZH). Dabei wurde zwischen energetischen Erneuerungsmassnahmen (Fensterersatz, Fassaden- oder Dachwärmeeisung etc.) und energetisch nicht wirksamen Instandsetzungsmassnahmen unterschieden. Die Erneuerungsanteile wurden, gewichtet mit dem entsprechenden gesamtschweizerischen Flächenbestand gemäss Pavlu et al. (2004), auf die Gesamtheit der Bauperioden bis und mit 2000 aggregiert.

Die aggregierten Erneuerungsanteile der gesamten Bauperiode bis und mit 2000 (je energetisch- und instandsetzungs- sowie EFH- und MFH-gewichtet) wurden in Jakob (2006) mit den Modellrechnungen von Pavlu et al. (2004) verglichen. Die darin zugrunde liegenden Erneuerungsraten wurden empirisch anhand von Gebäudebegehungen kalibriert. Das Modell von Wüest und Partner (Pavlu et al. 2004) unterscheidet bei den Erneuerungsraten nicht zwischen energetischen und nichtenergetischen Massnahmen, weshalb ein Vergleich nur auf aggregierter Ebene möglich

Tabelle 7
Flächenbestand des schweizerischen Gebäudeparks in Mio. m² (Bauperiode bis 2000)

Bestand Mio. m ²	EFH	MFH	Total
Energiebezugsflächen (EBF) (Bauperiode bis 2005)	199	245	444
Gebäudehülle			
Fenster inkl. Türen	33	66	99
Wand gegen aussen oder weniger als 2 m im Erdreich	82	156	238
Flachdach	2	30	32
Dach gegen aussen	48	61	109
Estrichboden	32	41	73
Boden/Wand gegen unbeheizt oder mehr als 2 m im Erdreich	60	105	165
Total Gebäudehülle	258	459	717

Quelle: Pavlu et al. (2004), Wallbaum et al. (2009), Aggregation TEP Energy

ist. Im Bereich Fassade besteht eine gute Übereinstimmung zwischen der Erhebung des CEPE (Jakob und Jochem, 2003/2006) und den (ebenfalls empirisch abgestützten) Modellrechnungen. Bei Fenstern und Dächern sind die erneuerten Flächen gemäss Pavlu et al. (2004) nur etwa halb so hoch wie die erneuerten Flächen, die sich aus den aggregierten Anteilen von Jakob und Jochem (2003/2006) und den Bestandesflächen gemäss Pavlu et al. (2004) ergeben.

Als weitere Referenz dienen die energetischen Modellrechnungen, welche im Rahmen des Referenzszenarios der Energieperspektiven durchgeführt wurden (Hofer, 2005). Diese lassen die Vermutung zu, dass eine Überschätzung vorliegt:

- entweder der energetischen Anteile gemäss Jakob und Jochem (2003, 2006), weil nicht nach nur teilweise erneuerten Bauteilen gefragt wurde, es aber durchaus möglich ist, dass nur ein Teil der Fenster oder ein Teil der Fassade erneuert wird, je nach Orientierung und Konstellation.
- oder gewisse Bestandesflächen in Pavlu et al. (2004) (dies könnte insbesondere bei den Fensterflächen der EFH der Fall sein).

Entsprechend wurde ein Skalierungsfaktor gemäss Tabelle 8 verwendet (in Anlehnung an Jakob, 2006) mit dem die originären Werte der Erneuerungsraten herunterskaliert wurden.

Tabelle 8
Skalierungsfaktor zwischen den Erneuerungsanteilen

	Skalierungsfaktor
Fassaden	0,8
Türen, Fenster	0,6
Steildach	0,6
Flachdach	0,5

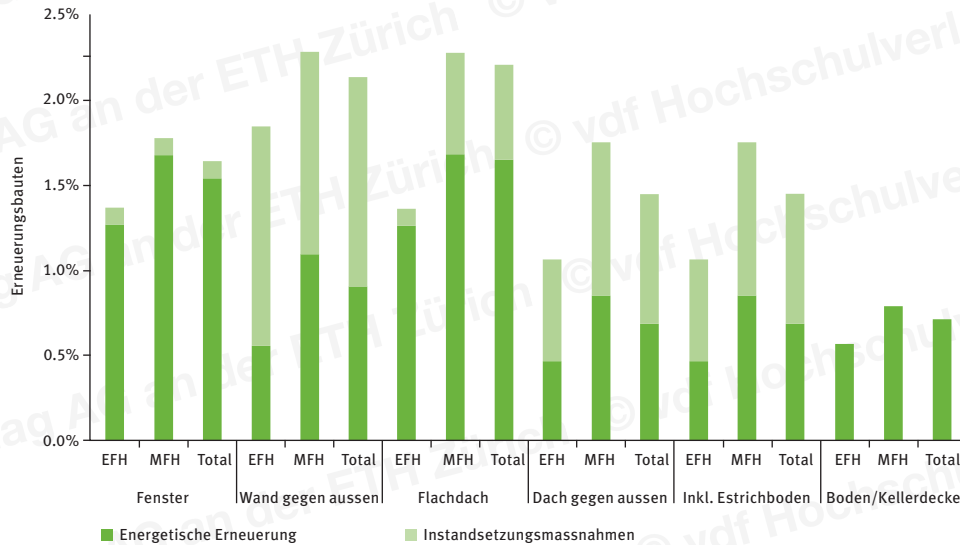
Quelle: Jakob und Jochem (2003, 2006) und Pavlu et al. (2004)

Die resultierenden mittleren jährlichen Erneuerungsraten der Gebäude mit Baujahr bis 2000 der Erneuerungsperiode 1990–2000 sind in Abbildung 21 aufgeführt.

Die absoluten Werte der Raten waren für die verschiedenen Bauteile und Erneuerungsarten (energetische Erneuerung und Instandsetzung) recht unterschiedlich. Unterschiedlich ist insbesondere auch das Verhältnis zwischen energetischen Erneuerungen und Instandsetzungsmassnahmen (siehe auch Jakob und Jochem, 2003, 2006). Bei den Fenstern ist der Anteil der energetischen Erneuerungen im Vergleich zu den Instandsetzungen recht hoch und auch beim Flachdach ist dies der Fall, wenn auch etwas weniger ausgeprägt. Bei der Aussenwand ist es eher umgekehrt. Hier

Abbildung 21

Jährliche energetische Erneuerungsraten und Instandsetzungsmassnahmen pro Gebäudekategorie und Bauteil
(mittlere Raten 1990–2000; Gebäudebauperiode bis 2000)



Quelle: Daten aus CEPE, 2003. Skalierung gemäss Tabelle 8, Berechnung TEP Energy

überwiegen die Instandsetzungen (Fassadenanstrich). Beim Steildach bewegen sich die Anteile in etwa der gleichen Grössenordnung.

Für die nachfolgenden Perioden 2000–2010, 2010–2020 und 2020–2030 wurden in Wallbaum et al. (2009) Annahmen getroffen, differenzierend zwischen den verschiedenen Gebäudebauperioden und separierend für EFH und MFH (siehe Anhang B in Wallbaum et al., 2009). Die auf die gesamte Bauperiode bis 2000 und für beide Gebäudetypen aggregierten Raten sind in Abbildung 22 dargestellt. Bei der Projektion wurde wie in Wallbaum et al. (2009) berücksichtigt, dass der Teil der Gebäudehüllenflächen, der bereits energetisch erneuert wurde, im Zeitablauf sukzessive zunimmt. Diese energetisch erneuerten Flächen werden demzufolge künftig nur noch instandgesetzt. Aus diesem Grund sind die entsprechenden Anteile in Abbildung 22 rückläufig.

Die Raten der Instandsetzungsmassnahmen (z.B. Fassadenanstrich) wurden jedoch konstant gehalten. Dies stellt möglicherweise eine Unterschätzung dar. Denn letztlich

sind auch energetisch erneuerte Gebäudehüllenflächen in der Folge regelmässig instand zu setzen.

Vernachlässigt wurden die Gebäude mit Baujahr nach 2000. Aufgrund der langen Erneuerungszyklen im Bereich der opaken Gebäudehülle spielen diese bezüglich Instandsetzungs- und Erneuerungsbedarf bis 2030 mutmasslich eine untergeordnete Rolle. Dies gilt auch für die Bauteile wie Flachdach und Fenster. Diese waren zwar in der Vergangenheit etwas kurzlebiger als die übrigen Gebäudehüllenelemente, aber es kann davon ausgegangen werden, dass die Bauqualität seit 2000 wesentlich besser ist als vor 2000, vor allem aber als vor 1990 (Basis der Untersuchung von Jakob und Jochem, 2003, 2006). Entsprechend fallen die energetischen Erneuerungen in diesen Bereichen erst nach dem Betrachtungshorizont 2030 an.

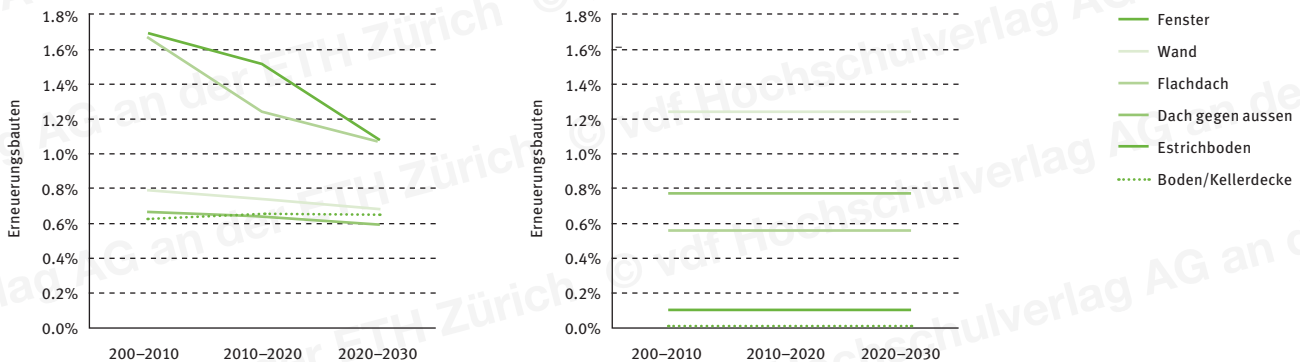
4.2.4 Erneuerung Heizanlagen

Die Entwicklung der beheizten Flächen der verschiedenen Heizanlagentypen im Zeitablauf bis 2030 gemäss Wallbaum et al. (2009) bildet die Basis der Abschätzungen im Fall der Heizanlagen. Hierbei kommt das sogenannte Referenzze-

Abbildung 22

Jährliche energetische Erneuerungsraten pro Bauteil

(mittlere Raten 2000–2010, 2010–2020 und 2020–2030; Gebäudebauperiode bis 2000; EFH und MFH flächengewichtet)



Quelle: Wallbaum et al., 2009, TEP Energy

nario zur Anwendung. Aufgrund der in der jüngeren Vergangenheit initiierten und durchgeführten sowie der absehbaren energiepolitischen Aktivitäten wäre allerdings auch eine stärkere Durchdringung mit erneuerbaren Energien denkbar.

Gemäss Modellannahmen nimmt bei den Einfamilienhäusern der Anteil der mit Wärmepumpen (WP) beheizten Flächen zulasten der Ölheizanlagen am meisten zu (Wallbaum et al. 2009). Gasheizungen nehmen ebenfalls zu, während Holzheizungen über die Jahre eher konstant bleiben (Abbildung 23). Entsprechend trägt der Anstieg der WP und der Gasheizungen zu den energetischen Investitionen bei, während die übrigen Heizsysteme für die Instandsetzungsinvestitionen verantwortlich sind.

Bezüglich Instandsetzungen wurde angenommen, dass die Heizanlagen alle 20 bis 25 Jahre wertmässig komplett zu ersetzen sind, wobei dies eine vereinfachende Annahme darstellt und zu einer leichten Überschätzung der Ergebnisse führen mag.

Bei den Mehrfamilienhäusern (MFH), dargestellt in Abbildung 24, nehmen die Gasheizungen deutlich stärker zu als bei den Einfamilienhäusern (EFH). Bei den Wärmepumpen wird umgekehrt ein geringerer Anstieg unterstellt im Vergleich zu den EFH (Wallbaum et al., 2009). Qualitativ gelten für die MFH dieselben Aussagen wie für die EFH.

4.2.5 Lüftungsanlagen

Im Bereich Wohngebäude spielen Lüftungsanlagen vor allem im Zusammenhang mit Minergie eine gewisse Rolle. Bis dato (Jahr 2010) hat Minergie bei Neubauten eine namhafte Bedeutung, die in den nächsten Jahren weiter zunehmen wird. Im Gebäudebestand werden Wohnungslüftungen vermehrt bei umfassenden Erneuerungen zum Thema. Obwohl auch Konzepte mit Lüftungsführungen in der Gebäudehülle demonstriert wurden und derzeit systematisch erforscht und entwickelt werden (CEEM Projekt «Advanced retrofit»), sind es vor allem Erneuerungen im Gebäudeinneren mit hoher Eingriffstiefe, welche die Chance für den Einbau von Wohnungslüftungen bieten. Es ist davon auszugehen, dass die Rate von solchen umfassenden Erneuerungen im Bereich von 1% pro Jahr oder darunter liegt.

Weil jedoch nur bei einem geringen Teil solcher umfassenden Erneuerungen tatsächlich auch Wohnungslüftungsanlagen eingebaut werden, dies nicht zuletzt wegen der Kosten und aufgrund des beschränkten Platzes für den Einbau der Lüftungsverteilung innerhalb der Gebäude und der Wohnungen (siehe Jakob et al., 2002), wird der kumulierte Anteil bis 2030 auf höchstens 5% geschätzt, was in etwa kongruent ist zu Wallbaum et al. (2009). Im Mittel ergibt dies für die Periode 2010–2030 eine Rate von 0,25% pro Jahr; derzeit dürfte sie allerdings deutlich tiefer liegen, da noch kaum Wohnungslüftungsanlagen in bestehende Gebäude eingebaut werden.

Abbildung 23

Energetisch gewichtete Anteile der beheizten Flächen nach Energieträgern bei EFH (Gebäude der Bauperiode vor 2005)

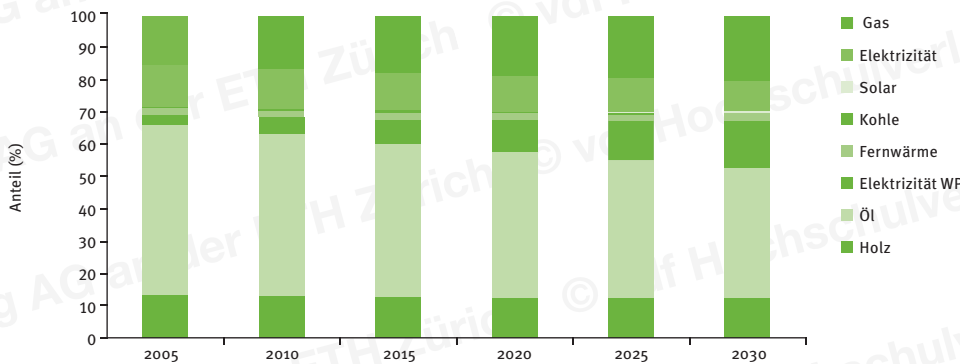
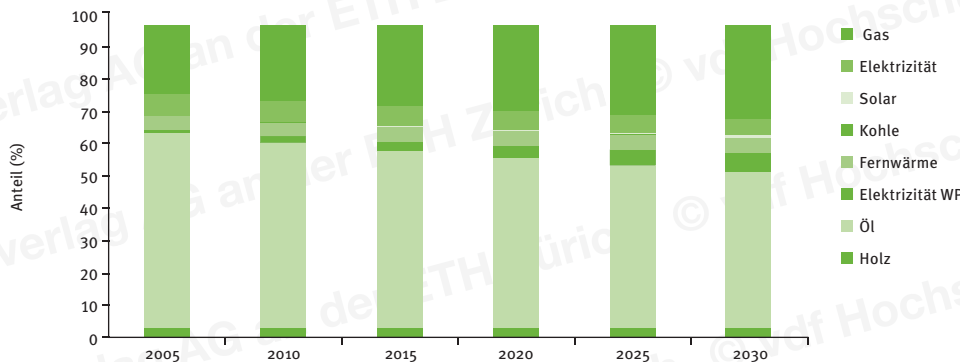


Abbildung 24

Energetisch gewichtete Anteile der beheizten Flächen nach Energieträgern bei MFH (Gebäude der Bauperiode vor 2005)



4.2.6 Annahmen zu den Kostenkennwerten

Als letztes Element der verwendeten Grundlagen werden die flächenspezifischen Kosten pro Massnahmetyp und pro Bauteil erläutert.

Gebäudehülle

Die Annahmen zu den Kostenkennwerten der Gebäudehülle basieren auf einer aktuellen und vertieften Auswertung des Gebäudeprogramms der Stiftung Klimarappen (Jakob et al., 2010). Berücksichtigt wird dabei, dass bei gewissen Bauteilen mehrere, zum Teil stark unterschiedliche kostenintensive Erneuerungsvarianten zur Anwendung kommen. Dies ist typischerweise bei den Fenstern und bei der Fassade der Fall.

Bei den Fassaden unterscheiden sich die Kosten einer Kompaktfassade und diejenigen von hinterlüfteten Fassaden stark. Hinweise über Marktanteile entsprechender Varianten ergaben sich während der Erhebungen im Projekt «Grenzkosten bei forcierten Energie-Effizienzmassnahmen bei Wohngebäuden» (Jakob et al., 2002). Im Fassadenbereich wurde z.B. von einem Marktanteil von drei Viertel für die Kompaktfassade und von einem Viertel für die hinterlüfteten Fassaden ausgegangen.

Bei den Fenstern unterscheiden sich die Kosten zwischen den verschiedenen Materialisierungen. Kunststofffensterahmen, welche vor allem bei MFH häufig eingesetzt werden, sind am kostengünstigsten. Gemäss der aktuellen

Tabelle 9
Investitionskosten von Gebäudekomponenten (CHF/m² Bauteil)

	Energetische Erneuerungen		Instandsetzungsmassnahmen	
	EFH	MFH	EFH	MFH
Fenster	765	597	100	80
Wand	221	214	115	95
Flachdach	272	240	250	215
Dach gegen aussen	331	218	200	150
Estrichboden	97	88	0	0
Boden/Kellerdecke	92	91	0	0

Quelle: TEP Energy, Jakob et al. (2010)

Untersuchung Jakob et al. (2010) sind Holzrahmenfenster rund 20%–30% teurer und Holz-Metallrahmen-Fenster nochmals leicht teurer. Die Werte in Tabelle 9 stellen einen gewichteten Mittelwert zwischen Kunststoff- und Holzrahmenfenstern dar.

Des Weiteren werden die Kosten bis zu einem gewissen Mass vom gewählten Energieeffizienzniveau beeinflusst. Die Mehrkosten des energieeffizienteren Erneuerns sind jedoch bei den meisten Bauteilen relativ gering. Um beispielsweise einen verbesserten Standard zu erreichen oder den Minergie-Gesamterneuerungsbonus gemäss Anforderungen des Gebäudeprogramms der Stiftung Klimarappen zu erhalten, war in der Regel mit Mehrkosten von 6%–9% zu rechnen (bei Massnahmen an Estrich und Kellerdecke betragen die entsprechende Prozentsätze 7%–24%, dies jedoch bezogen auf ein wesentlich tieferes Kostenniveau), bezogen auf die Dämmstärke mit Mehrkosten von 0,9%–1,8% bei einer um 10% höheren Dämmstärke. In absoluten Werten betragen diese 3–4 CHF/m² für Flachdach, Estrichboden und Kellerdecke, 12–20 CHF/m² für Fassade und Steildach sowie 40–50 CHF/m² für Fenster mit Dreifachverglasung bzw. 50–80 CHF/m² für Minergie-Fenster (Jakob et al., 2010).

Bezüglich der künftigen Entwicklung wurde in erster Näherung davon ausgegangen, dass die Kosten real konstant bleiben werden, dies u.a. wegen gegenläufiger Trends, die

sich in etwa aufheben dürften. Bei den Energieeffizienzinvestitionen stehen Erfahrungs- und Lernfortschritte einer künftig weiter steigenden Energieeffizienz gegenüber. Bei den Instandsetzungsmassnahmen, die strukturell noch stärker als die Energieeffizienzmassnahmen von Lohnkosten geprägt sind, ist ebenfalls nicht von einer Kostenreduktion auszugehen.

Heizanlagen

Die Investitionskosten von Heizanlagen werden anhand verschiedener Quellen eruiert. Die Kosten von Holz-, Öl-, Wärmepumpen-, Solar- und Gasanlagen stammen aus WWF Schweiz & AEE (2005) und Hofstetter und Jakob (2006). Es handelt sich hierbei grundsätzlich um Vollkosten, wobei gewisse Kostenkomponenten wie z.B. Kaminanlagen weggelassen wurden, weil diese im Fall von Heizanlagenerneuerungen nicht anfallen. Die Kostenkennwerte für Solarkollektoren stellen den Mehrwert im Vergleich zu einer konventionellen Anlage dar, denn Solaranlagen stellen in aller Regel Zusatzanlagen dar. Die Investitionskosten von Fernwärme wurden anhand der Anschlussgebühr des Tarifblatts der Fernwärme Zürich abgeschätzt, ebenso die Investitionskosten von Elektrizitätsheizungen anhand von System Therm AG (2010). Zu beachten ist der grosse Skaleneffekt bei allen Anlagentypen (Tabelle 10).

Tabelle 10

Investitionskosten von Heizanlagen (CHF/m²EBF)

	EFH	MFH
Holz	138	48
Öl	123	42
Elektrizität (WP)	145	69
Fernwärme	130	50
Solar	40	16
Elektrizität	80	50
Gas	103	36

Quelle: WWF, Systec Therm AG, Fernwärme Zürich, TEP Energy

Lüftungsanlagen

Die Kosten des Einbaus von Wohnungslüftungsanlagen in bestehende Gebäude betragen 2002 bei EFH bei günstigen baulichen Voraussetzungen rund 17 000 bis 19 000 Franken und bei ungünstigen Verhältnissen rund 3000–4000 Franken mehr (Jakob et al., 2002). Bei den MFH betragen die entsprechenden Werte 11 000–13 000 Franken pro durchschnittliche Wohnung (3,2 Zimmer) bzw. 2000–3000 Franken mehr bei ungünstigen Verhältnissen. Bei typischen EFH- und Wohnungsgrößen ergibt dies Kosten von 95–115 CHF/m²EBF bei den EFH und 90–125 CHF/m²EBF bei MFH-Wohnungen. Obwohl es sich bei Wohnungslüftungen um eine eher neuere Technologie handelt, konnte seit 2002 kein wesentlicher Preisrückgang aufgrund des techno-ökonomischen Fortschritts festgestellt werden. Lerneffekte und Erfahrungswerte wurden laut Branchenkennern eher genutzt, um die Qualität zu verbessern und allenfalls steigende Input-Kosten (Löhne, Material, Komponenten, allgemeine Bauteuerung) zu kompensieren. Aus diesem Grund gehen wir (nominal) vom selben Kostenniveau aus.

4.3 Ergebnisse**4.3.1 Gebäudehüllenkomponenten**

Im linken Teil der Abbildung 25 ist der Markt der energetischen Erneuerungen aufgeführt, ausgedrückt als energetisch erneuerte Flächen in Tsd. m²/Jahr. Zum Vergleich wird im rechten Teil der Instandsetzungsmarkt dargestellt.

Gemessen an Bauteilflächen hat der Markt der Instandsetzungen ungefähr dieselbe Grössenordnung wie der Markt der energetischen Erneuerungen. In der Summe werden gemäss diesen Schätzungen pro Jahr rund 10 Millionen Quadratmeter Gebäudehüllenfläche energetisch erneuert oder instand gesetzt.

Ausgedrückt in monetären Grössen umfasst der gesamte Erneuerungsmarkt im Bereich Gebäudehülle der Wohngebäude ein Volumen von ca. 2,4 Milliarden Franken pro Jahr (Abbildung 26). Das Marktsegment der energetischen Massnahmen beträgt hiervon ca. 1,9 Milliarden Franken pro Jahr und dasjenige der Instandsetzungen 0,5 Milliarden Franken pro Jahr (gerundete Werte). Gemessen am jährlichen Investitionsvolumen ist damit das Marktsegment der energetischen Erneuerungen von grösserer Bedeutung, dies im Gegensatz zur flächenspezifischen Betrachtung (Abbildung 25) und zwar aufgrund der höheren spezifischen Kosten pro m² der energetischen Massnahmen im Vergleich zu den Instandsetzungen.

Zu betonen ist hierbei, dass es sich um eine sehr grobe Abschätzung handelt, wobei insbesondere die Teilergebnisse mit Bedacht zu interpretieren sind. Zum einen ist die Basis der zugrunde liegenden Erhebung mit einer Abdeckung der Kantone ZH, BE, AG, BS und TG nur annäherungsweise repräsentativ für die Deutschschweiz und es fehlen insbesondere die gesamte Westschweiz sowie das Tessin. Zudem liegt die empirisch abgestützte Erneuerungsperiode bereits knapp zehn Jahre zurück. Eine zweite Unsicherheit besteht bezüglich der angenommenen Kostenkennwerte, welche z.B. gewisse Nebenarbeiten und insbesondere Um- und Anbauten nicht abdecken. Hinzu kommt eine gewisse Unsicherheit bei der verwendeten Datenbasis der Gebäudehüllenflächen.

4.3.2 Heizanlagen

Ähnlich wie bei den Gebäudekomponenten sind die energetischen Erneuerungsflächen ungefähr gleich gross wie die Instandsetzungsflächen. Die energetischen Erneuerungen werden vor allem durch die Wärmepumpen, Solarkollektoren und Gasanlagen geprägt. Hierbei könnte hinterfragt werden, ob tatsächlich alle zusätzlichen Gasanlagen

Abbildung 25

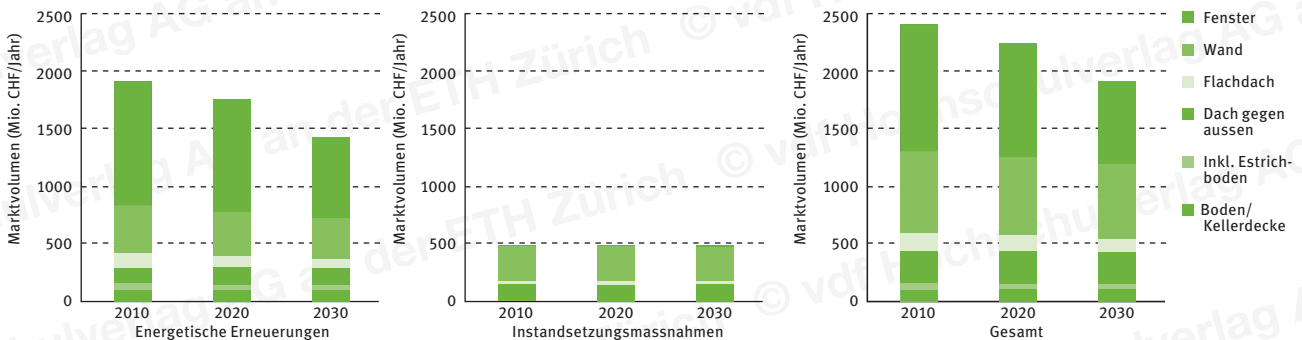
Gesamtsschweizerisch energetisch erneuerte und instand gesetzte Flächen Tsd. m²Bauteilfläche/Jahr (Stand 2010–2030)



Quelle: Berechnungen TEP Energy

Abbildung 26

Marktvolumen der energetischen Erneuerungen und der Instandsetzungen von Gebäudekomponenten 2010–2030 (in Mio. CHF/Jahr)



Quelle: Berechnungen TEP Energy

über die Jahre dieser Kategorie zuzuordnen sind. Analog stellt sich bei den Instandsetzungsmassnahmen die Frage, ob instand gesetzte Heizanlagen zum Teil nicht auch energetische Verbesserungen beinhalten. Die Anteile können deshalb variieren, aber die Gesamtfläche und demnach das gesamte Mengengerüst, gemessen an betroffenen Gebäudeflächen der energetischen Erneuerungen und Instandsetzungen von Heizanlagen, bleiben in etwa konstant.

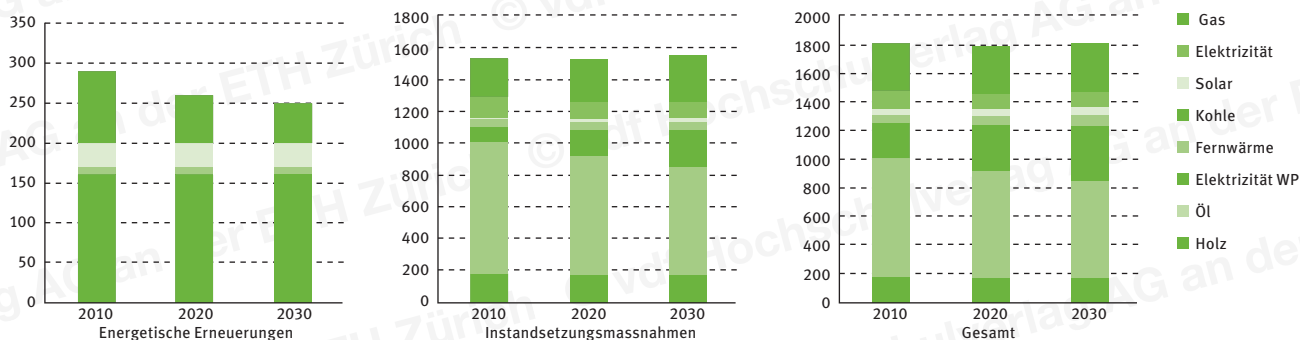
Bei Heizanlagen umfasst der gesamte Erneuerungsmarkt ein Volumen von rund 1,8 Milliarden Franken (Abbildung 27) und ist damit etwas geringer als derjenige der Gebäudehül-

le. Die Kosten nehmen über die Jahre geringfügig ab wegen des sich verlangsamenden Wachstums der Erneuerungsinvestitionen im Bereich Erdgas.

Die Ergebnisse stellen ebenfalls eine grobe Abschätzung dar und sind mit Vorsicht zu interpretieren. Unsicherheiten bestehen bei den Daten über die Entwicklung von den verschiedenen Heiztechnologien. Auch bei den Annahmen über die Investitionskosten handelt es sich um grobe Abschätzungen. Beispielsweise wurden die Werte als konstant über die Zeit betrachtet.

Abbildung 27

Marktvolumen der energetischen Erneuerungen und der Instandsetzungen von Heizanlagen in Mio. CHF/Jahr (Stand 2010–2030)



Quelle: Berechnungen TEP-Energy

Zu guter Letzt ist anzufügen, dass sich die Verhältnisse zwischen wertvermehrenden Erneuerungen und werterhaltenden Instandsetzungen deutlich verschieben, wenn eine wertseitige Betrachtung vorgenommen und hierbei die üblicherweise angewendeten Unterscheidungen der Wohnungswirtschaft angewendet würden.

4.3.3 Lüftungsanlagen

Die Investitionen in Wohnungslüftungsanlagen betragen gemäss der oben getroffenen Annahmen im Durchschnitt der Periode 2010–2030 rund 100 Millionen Franken pro Jahr (nur Gebäudebestand). Sie dürften derzeit aber noch deutlich tiefer liegen.

4.4 Fazit und Ausblick

Mit der vorliegenden Grobabschätzung liegen erste Anhaltspunkte über den gesamten Erneuerungsmarkt vor. Dieser umfasst im Bereich der Gebäudehülle ein Volumen von ca. 2,4 Milliarden Franken pro Jahr. Das Marktsegment der energetischen Massnahmen beträgt hiervon knapp 1,9 Milliarden Franken und dasjenige der Instandsetzungen rund 0,5 Milliarden Franken (gerundete Werte). Gemessen am jährlichen Investitionsvolumen ist damit das Marktsegment der energetischen Erneuerungen von grösserer Bedeutung, dies im Gegensatz zur flächenspezifischen Betrachtung. Hinzu kommen die Investitionen im Bereich der Heizanlagen, wel-

che sich auf rund 1,8 Milliarden Franken pro Jahr belaufen, dies mit einem leicht rückläufigen Trend. Insgesamt handelt es sich hierbei um sehr grobe Werte, die mit einer gewissen Zurückhaltung zu interpretieren sind.

Bei den erwähnten Werten handelt es sich um Investitionskosten in energetische Erneuerungen und Instandsetzungen. Aus ökonomischer Sicht ist anzumerken, dass

- energiewirtschaftlich betrachtet nur dann ein vollständigeres Bild zu gewinnen ist, wenn auch der mit den Investitionen verbundene Nutzen, d.h. auch die Energie- und Unterhaltskosten berücksichtigt werden.
- wohnungswirtschaftlich gesehen statt nach rein energetischen Kriterien auch nach dem Kriterium werterhaltend bzw. wertvermehrend unterschieden wird; zum einen zur Vergleichbarkeit mit entsprechenden statistischen Daten und zum anderen wegen der Nutzen, welche mit den Investitionen verbunden sind (Steigerung Wohnkomfort und Vermietbarkeit).

Die Ergebnisse basieren auf mittleren Erneuerungsraten der Periode 1990–2000 mit tiefen bis mittleren Energiepreisen und geringer bis mittlerer energiepolitischer Aktivität des Bundes und der Kantone (gemessen an finanziellen Anreizen oder Förderprogrammen). Seit etwa 2004 sind die Energiepreise merklich gestiegen und die Energiepolitik hat

dem Gebäudebereich eine zunehmende hohe Priorität zugemessen. Zudem führen die Stiftung Klimarappen seit dem Sommer 2006 und die Kantone seit 2010 ein Gebäudeprogramm durch, mit dem Ziel, die Energieeffizienzinvestitionen im Bereich «Gebäudehülle» zu fördern. Diese Faktoren könnten das Erneuerungsverhalten der Gebäudebesitzer beeinflussen und zwar im Sinne einer verstärkten Erneuerungstätigkeit. Darauf deuten auch Aussagen von Branchenvertretern hin.

Empirisch erhärtete Daten zu diesem möglichen Trend liegen jedoch nicht vor. Wie einleitend erläutert, wird in der Schweiz die Erneuerungstätigkeit im Bereich Gebäudehülle und Haustechnik nicht systematisch erhoben oder mittels geeignetem Monitoring verfolgt, weder seitens der Branchen noch seitens der Verwaltung (Bund, Kantone). Eine Aktualisierung der Erhebung des Erneuerungsverhaltens (ähnlich wie in Jakob und Jochem, 2003, 2006) erfolgt derzeit in zwei Projekten des CEPE der ETH Zürich und der TEP Energy.

Literaturverzeichnis

- Fernwärme Zürich (Hrsg.) (2009): Tarifblatt Fernwärme Zürich – Ausgabe 1. Januar 2009.
- Hilber C. (1998): Auswirkungen staatlicher Massnahmen auf die Bodenpreise: eine theoretische und empirische Analyse der Kapitalisierung. Rüegger Verlag, Chur und Zürich.
- Hofer (2007): Der Energieverbrauch der privaten Haushalte, 1990–2035. Ergebnisse der Szenarien I bis IV und der zugehörigen Sensitivitäten BIP hoch, Preise hoch und Klima wärmer. Prognos AG, Basel im Auftrag des Bundesamtes für Energie BFE. Bern. Mai.
- Hofstetter P., Jakob M. (2006): Klimaschutz spart Geld beim Wohnen – Was sich für Hausbesitzer bei der Gebäudehülle und Heizsystemwahl schon heute lohnt. WWF (Hrsg.). Zürich. Januar.
- Hornung, Daniel/Hornung Wirtschafts- und Sozialstudien (2004): Wohnungsmarkt-Szenarien bis 2040. Studie im Eigenauftrag des Bundesamtes für Wohnungswesen, Bern.
- Jakob M. (2006): Struktur und Umfang des Instandsetzungs- und Erneuerungsmarktes im Bereich Gebäudehülle – eine Grobabschätzung. CEPE Working paper No. 52. Dezember.
- Jakob M. (2008): Grundlagen zur Wirkungsabschätzung der Energiepolitik der Kantone im Gebäudebereich. Bundesamt für Energie (Hrsg.) Bern, September.
- Jakob M. et al., (2010): Energetische Gebäudeerneuerungen – Wirtschaftlichkeit und CO₂-Vermeidungskosten. Eine Auswertung des Gebäudeprogramms der Stiftung Klimarappen. TEP Energy, Meier+Steinauer und HSLU i.A. Stiftung Klimarappen. Zürich, Juni.
- Jakob M., Jochem E., Christen K. (2002): Grenzkosten bei forcierten Energieeffizienzmassnahmen bei Wohngebäuden, CEPE und HBT, ETH Zürich, Studie im Auftrag des Forschungsprogramms EWG des Bundesamts für Energie (BFE). September.
- Jakob M., Jochem E. (2003, 2006): Erhebung des Erneuerungsverhaltens im Bereich Wohngebäude. CEPE, ETH Zürich i.A. Bundesamt für Energie (BFE), Bundesamt für Wohnungswesen (BWO). Kantone ZH, AG, TG, BL und BE.
- Jakob M., Jochem E., Honegger A., Baumgartner A., Menti U., Plüss I. (2006): Grenzkosten bei forcierten Energie-Effizienz-Massnahmen und optimierter Gebäudetechnik bei Wirtschaftsbauteilen. Bundesamt für Energie (Hrsg.) Bern, November.
- Jochem E., Jakob M. (2004): Energieperspektiven und CO₂-Reduktionspotenziale für die Schweiz bis 2010. vdf Hochschulverlag, Zürich.
- Ott W., Jakob M. (2006): Grundlagen zu einem Förderprogramm «Energetische Gebäudeerneuerung». Econcept und CEPE, ETH Zürich, i.A. der Stiftung Klimarappen, Zürich, Mai.
- Pavlu B., Matter D., Merkli M. (2004): Zukünftige Entwicklung der Energiebezugsflächen, Perspektiven bis 2035. i. A. Bundesamt für Energie BFE. Juli
- Sommer H. et al. (2007): EFICAS – Langfristige Perspektiven im Schweizer Immobilienmarkt. Ecoplan & Fahrländer Partner. Hrsg.: Pensimo Management AG, Stäubli Verlag, Zürich.
- Systec Therm AG, (2010): Preisliste Elektrowärmetechnik/Wohnraumlüftung. St. Gallen. Internet: http://www.systectherm.ch/preisliste/pl_2010_d.pdf [Stand 01.05.2010]
- Wallbaum H., Heeren N., Jakob M., Gabathuler, M. Gross N., Martius G. (2009): Gebäudeparkmodell SIA Effizienzpfad Energie Dienstleistungs- und Wohngebäude – Vorstudie zum Gebäudeparkmodell Schweiz – Grundlagen zur Überarbeitung des SIA Effizienzpfades Energie. ETH Zürich und TEP Energy i.A. Bundesamt für Energie (BFE), Bern, September.
- WWF Schweiz & AEE (Agentur für Erneuerbare Energien) (2005): Vergleich der Jahreskosten von Heizungssystemen (mit Warmwasserversorgung): Excelfile. Zürich. Internet: www.wwf.ch/heizen [Stand 28.07.10]