

Rationeller Wärmeschutz im Bestand

Einsparung von Kosten und CO₂-Emissionen
durch rationelle Herstellung des Wärmeschutzes
bei Modernisierungsmaßnahmen

Der Forschungsbericht wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau (Förderzeichen B15 - 80 01 98 - 14) gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt der Veröffentlichung liegt beim Autor.

Kurzfassung

Prof. Dr.-Ing. habil. Heinz Hullmann

hwp - hullmann, willkomm & partner

Prof. Dr.-Ing. habil. Heinz Hullmann - Prof. Dr.-Ing. habil. Wolfgang Willkomm
Forschung, Entwicklung und Planung im Bauwesen - GbR

Quantelholz 24 b - D-30419 Hannover - Telefon: +49 511 271 2722 Telefax: +49 511 271 2723

1. Ziel

Ziel der Untersuchungen war es, Verfahren zur rationellen Herstellung eines hochwertigen Wärmeschutzes im Baubestand zu ermitteln und darzustellen. Dabei wurden besonders Verfahren und Maßnahmen, die bei Neubauten mit Erfolg eingesetzt werden, im Hinblick auf ihre Anwendbarkeit beim Bauen im Bestand untersucht. Kostenreduktion und Rationalisierung bedeuten, mit möglichst geringem Aufwand einen möglichst großen Effekt zu erreichen, d.h. in diesem Fall einen guten Wärmeschutz und damit eine Reduzierung der CO₂-Emissionen.

2. Durchführung

2.1 Herstellungstechnische und organisatorische Maßnahmen

Bei Neubauten fügt sich die Ausführung der Wärmeschutzmaßnahmen in den Ablauf der übrigen Bauarbeiten ein. Selbstverständlich wird man sich um eine angemessene Vorfertigung von Bauteilen, um eine rationelle Baustellenorganisation und um sinnvolle Arbeitsabläufe bemühen. Bei Modernisierungsmaßnahmen hingegen kann die rationelle Ausführung des Wärmeschutzes durchaus auch anderen Bedingungen folgen.

Die **herstellungstechnischen Maßnahmen** entsprechen - wenn auch projektbedingt in unterschiedlichem Maße - den auch für Neubauten gültigen Regeln. Ansätze zu einer rationellen Ausführung sind u.a.:

- Vorfertigung und Vorkonfektionierung,
- Einsatz von Montagehilfen und Vorrichtungen,
- Rationeller Transport und Vermeidung von Zwischenlagerung.

Organisatorische Maßnahmen sind in besonderem Maße geeignet, zu einer rationellen Durchführung von Wärmeschutzmaßnahmen zu führen. Die weitreichendsten Entscheidungen werden in den frühen Planungsstufen durch die Auswahl der Maßnahmen getroffen. Wie bei Neubauten so müssen auch bei Modernisierungen die Arbeiten zum Wärmeschutz als besonders wichtig bereits in den ersten Planungsschritten berücksichtigt werden, wenn eine rationelle Ausführung gewährleistet sein soll.

Aber auch bei den späteren Schritten der Planung, Vergabe, Arbeitsvorbereitung, Logistik und Baustellenorganisation können durch entsprechende Entscheidungen wesentliche Rationalisierungseffekte erzielt werden. Ebenso wie bei Neubauten nimmt die Kosteneffizienz von Planungsentscheidungen mit dem Fortschritt der Realisierung ab. Aber selbst bei der reinen Ausführung von Wärmeschutzarbeiten werden von ausführenden Unternehmen noch Rationalisierungseffekte auf Grund verbesserter Organisation und Logistik in der Größenordnung von 15 % benannt.

2.2 Gebäudeteile mit verbessertem Wärmeschutz

Für **Außenwände** sind die wichtigsten Maßnahmen zur Verbesserung des Wärmeschutzes

- **Wärmedämmverbundsysteme**, die in einer breiten Palette von Ausführungsformen und Kostengrößenordnungen den Markt beherrschen,
- Wärmedämmung hinter einer **hinterlüfteten Vorhangschale** als bauphysikalisch einfache aber weniger kostengünstige Konstruktion mit besonderer Eignung für eine Vorfertigung sowie
- die **Innendämmung** als besonders handwerklich geprägte Maßnahme, die es erlaubt, das äußere Erscheinungsbild eines Gebäudes zu erhalten, die aber besonderer Sorgfalt in der Ausführung bedarf.

Das **Fenster** ist bei Modernisierungsmaßnahmen das Außenbauteil, bei welchem eine Erneuerung mit dem geringsten Kostenaufwand den größten energetischen Erfolg bringt, auch wenn die Kosten in Abhängigkeit vom Standard und der Einbausituation stark differieren. Heutige Fenster kommen aus einer hochqualifizierten rationellen Fertigung, der Einbau vor Ort kann im Hinblick auf vorkonfektionierte oder vorfabrizierte Anschlußteile verbessert werden. Eine Verbesserung vorhandener Fenster hat nur in Einzelfällen eine Bedeutung.

Bei **Dächern** wurde im Hinblick auf die Verbesserung des Wärmeschutzes unterschieden nach

- **geneigten nicht ausgebauten Dächern**, bei denen der Wärmeschutz durch eine Dämmung der obersten Geschoßdecke einfach und auch in Selbsthilfe verbessert werden kann,
- **geneigten ausgebauten Dächern**, die besonders häufig sind und bei deren wärmetechnischer Verbesserung handwerkliche Methoden vorherrschen, wenn nicht eine grundsätzliche Erneuerung des Daches erforderlich ist,
- **Flachdächern**, bei welchen - einen guten Erhaltungszustand vorausgesetzt - Dämmschichten weitgehend ohne Änderung des Bestandes rationell zusätzlich aufgebracht werden können,
- **Aufstockungen**, bei welchen der Einsatz leichter Bauweisen mit großformatigen vorgefertigten Bauteilen besonders rationell möglich ist.

2.3 Rationalisierungspotentiale

Für die wärmetechnische Verbesserung **einzelner Bauteile** wurden die Rationalisierungspotentiale an Beispielen ermittelt und auf die Lohnkosten bezogen. Sie liegen hier im Bereich von ca. 3 % bei einem einfachen WDVS bis zu ca. 8 % bei einer Innendämmung. Der Grund dafür, daß diese Werte vergleichsweise niedrig sind, ist, daß das ausgewählte Praxisbeispiel und die betrachteten Techniken wenig Raum für den Einsatz rationeller Herstellungstechniken lassen.

Bei **Gesamtmaßnahmen** wurden unterschiedliche Kombinationen der wärmetechnischen Verbesserung einzelner Bauteile verglichen. Die Beispiele wurden so ausgewählt, daß sich bei gleicher Verbesserung des Wärmeschutzes für das gleiche Bei-

spielprojekt unterschiedliche Ausführungsformen, unterschiedliche Standards und entsprechend unterschiedlichen Ausgangskosten ergeben. Die Auswahl solcher Ausführungsformen ist Aufgabe der Planung. Aus methodischen Gründen wurde für die Planung selbst kein rechenbarer Rationalisierungseffekt angenommen, obgleich hier in Wirklichkeit ein besonders hohes Rationalisierungspotential liegt.

Die Auswirkungen der Rationalisierung auf die Gesamtkosten, also auf die Summe aus Lohn- und Materialkosten werden in Tabelle 1 dargestellt. Sie enthält die Ausgangskosten mit ihrem Lohn- und Materialanteilen sowie die Rationalisierungsfaktoren, die in den vier Schritten von der Planung bis zur Montage erreicht werden können.

Aufstockungen wurden hier nicht einbezogen, da sie für sich eher den Charakter eines Neubaus haben. Die angenommenen Kosten sind aus der Befragung ausführender Unternehmen abgeleitete Richtpreise im Jahre 1999. Die Kosten der jeweils einfachsten („min.“) und der hochwertigen („max.“) Ausführung liegen um einen Faktor 1,5 bis 2,0 auseinander, in Einzelfällen kann die Differenz auch noch größer sein.

Tab. 1 Angenommene Ausgangskosten und Rationalisierungsansätze für die Beispielrechnungen

		Ausgangskosten			Rationalisierungsfaktoren				
		Kosten [DM/m²]	Anteil Lohn	Anteil Material	Planung Ausschr.	Arbeitsvor- bereitung	Vorferti- gung	Montage Mechan.	Gesamt
WDVS	min. max.	100.- 150.-	0,50 0,65	0,50 0,35	1,00 1,00	1,00 1,00	0,98 0,97	0,97 0,96	0,95 0,93
hinterlüftete Fassade	min. max.	200.- 400.-	0,40 0,60	0,60 0,40	1,00 1,00	1,00 1,00	0,95 0,90	0,95 0,90	0,90 0,81
Innendämmung	min. max.	80.- 130.-	0,50 0,65	0,50 0,35	1,00 1,00	1,00 1,00	0,97 0,95	0,97 0,95	0,94 0,90
Fenster Ver- besserung	min. max.	50.- 250.-	0,60 0,90	0,40 0,10	1,00 1,00	1,00 1,00	1,00 1,00	1,00 1,00	1,00 1,00
Fenster neu	min. max.	350.- 700.-	0,20 0,50	0,80 0,50	1,00 1,00	1,00 1,00	0,95 0,90	0,98 0,95	0,93 0,86
nicht ausgebaut- tes Dach	min. max.	25.- 50.-	0,50 0,70	0,50 0,30	1,00 1,00	1,00 1,00	0,95 0,95	0,95 0,95	0,90 0,90
ausgebautes Dach	min. max.	100.- 150.-	0,60 0,70	0,40 0,30	1,00 1,00	1,00 1,00	0,95 0,90	0,95 0,90	0,90 0,81
Flachdach	min. max.	80.- 150.-	0,50 0,70	0,50 0,30	1,00 1,00	1,00 1,00	0,95 0,95	1,00 1,00	0,95 0,95

Die Abbildungen 1 bis 5 zeigen die Rationalisierungspotentiale bei unterschiedlichen Ausführungsstandards:

- 1. Minimale Ausgangskosten** bei WDVS und Verbesserung der Fenster.
- 2. Hoher Standard** bei Fassade, Fenster und ausgebautem Dach.
- 3. Geringe Gesamtkosten bei Innendämmung** und neuen Fenstern.
- 4. Erhaltenswerte Außengestaltung** sowie ausgebautes Dachgeschoß auf hohem Standard.
- 5. WDVS auf hohem Standard**, neue Fenster und Flachdacherneuerung.

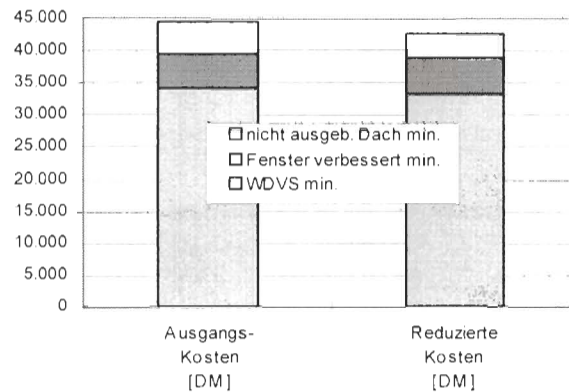


Abb. 1

Rationalisierungspotential am Beispiel einer einfachen Modernisierungsmaßnahme mit

- WDVS bei minimalen Ausgangskosten
- Verbesserung der vorhandenen Fenster bei minimalen Ausgangskosten
- Wärmedämmung des nicht ausgebauten Daches (oberste Geschosßdecke) bei minimalen Ausgangskosten

Rationalisierungspotential ca. 4 %

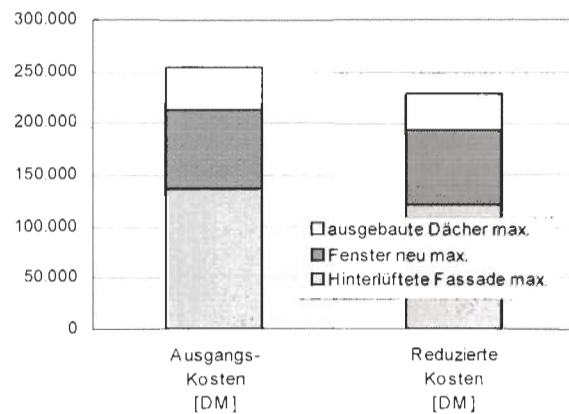


Abb. 2

Rationalisierungspotential am Beispiel einer Modernisierungsmaßnahme mit hohem Standard

- hinterlüftete Fassade mit hohem Standard
- neue Fenster mit hohem Standard
- Wärmedämmung eines ausgebauten Daches mit hohem Standard

Rationalisierungspotential ca. 10 %

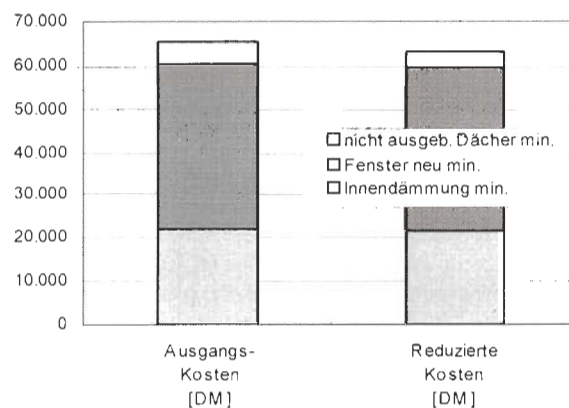


Abb. 3

Rationalisierungspotential am Beispiel einer einfachen Modernisierungsmaßnahme mit Innendämmung und einfachen neuen Fenstern

- Innendämmung mit einfachem Standard
- neue Fenster mit einfachem Standard
- Wärmedämmung des nicht ausgebauten Daches (oberste Geschosßdecke) bei minimalen Ausgangskosten

Rationalisierungspotential ca. 2 %

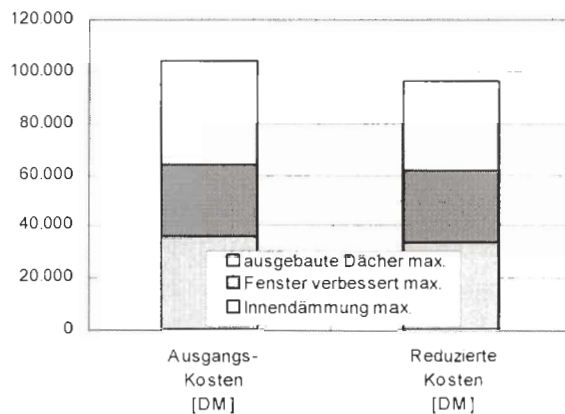


Abb. 4

Rationalisierungspotential am Beispiel einer Modernisierungsmaßnahme bei erhaltenswerter Außengestaltung

- Innendämmung mit hohem Standard
- Verbesserung der vorhandenen Fenster
- Wärmedämmung des ausgebauten Daches mit hohem Standard

Rationalisierungspotential ca. 7 %

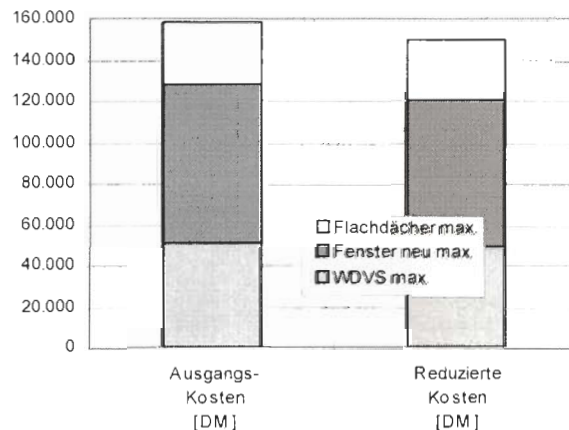


Abb. 5

Rationalisierungspotential am Beispiel einer Modernisierungsmaßnahme mit hohem Standard bei Erneuerung des Flachdaches

- WDVS mit hohem Standard
- neue Fenster mit hohem Standard
- Plusdach mit neuer Attika

Rationalisierungspotential ca. 6 %

3. Zusammenfassung und Ergebnisse

Die Kostendifferenzen zeigen, wie groß Einsparungspotentiale auf Grund von Rationalisierungsmaßnahmen durch den Einsatz unterschiedlicher Standards sein können.

- Das **höchste Rationalisierungspotential** ergibt sich mit 10 % der Ausgangskosten bei der Variante mit hohem Standard und damit hohen Ausgangskosten bei Außenwand, Fenstern und Dach, hohen Vorfertigungsgrade bei der hinterlüfteten Fassade sowie möglichem Maschineneinsatz bei der Dämmung des Daches. Diese Variante bietet auch bei Betrachtung der eingesparten Summe den höchsten Wert.
- Das **geringste Rationalisierungspotential** liegt mit 3 % der Ausgangskosten selbst bei der Annahme von Eigenleistungen bei der Variante mit Innendämmung der Außenwand, neuen Fenstern auf niedrigem Standard und einer nachträgliche Dämmung der obersten Geschößdecke.
- **Hohe Rationalisierungspotentiale** liegen bei den Beispielen, in denen vergleichsweise aufwendige, also im Hinblick auf ihren Anteil an den gesamten Ausgangskosten teure Maßnahmen mit großen Rationalisierungsreserven ein-

gesetzt werden. Dies sind beispielsweise die hinterlüftete Fassade, die neuen Fenster und die Verbesserung des Wärmeschutzes beim Ausbau des Daches.

Die Rationalisierungspotentiale für die Schritte „Planung und Ausschreibung“ und „Ablaufplanung und Arbeitsvorbereitung“ liegen in der Auswahl einzelner Maßnahmen, die untereinander in ihrem Standard oft nicht vergleichbar sind. Die möglichen Einflüsse auf das Rationalisierungspotential durch rationalisierungsgerechte Planungsentscheidungen sind dadurch deutlich größer als bei den Schritten, bei welchen es „nur“ um die rationelle Umsetzung einer grundsätzlich bereits festgelegten Ausführungsform geht.

Die im Rahmen dieser Untersuchung ermittelten Maßnahmen zur Ausführung eines rationellen Wärmeschutzes im Bestand wurden im Anhang des Forschungsberichtes in einem Maßnahmenkatalog zusammengefaßt. Dieser in Form einer Checkliste angelegte Katalog soll den Praktiker in der Abfolge der Planungs- und Realisierungsstufen auf die jeweils möglichen Rationalisierungsmaßnahmen hinweisen. Die Anwendung unterschiedlichster Maßnahmen in allen Stufen ermöglicht Synergieeffekte, die in ihrer Wirkung deutlich über die Wirkung der Einzelmaßnahmen hinausgehen können.