



1
Passivhaus Krause, Klagenfurt
© Sto GmbH

ÖNORM B 8110-4 – Ein unverzichtbares Instrumentarium zur Kostenoptimierung

Text und Diagramme Clemens Demacsek

Am 15. Juli 2011 ist die ÖNORM B 8110-4 erschienen, eine Norm zur Kostenoptimierung von Bauteilen unter Heranziehung der Barwertmethode. Mit der EU-Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden, der EU-Verordnung über kostenoptimale Niveaus von Mindestanforderungen an die Gesamtenergieeffizienz und den dazugehörigen Leitlinien kommt dieser Berechnungsmethode eine aktuelle Bedeutung zu. Das soll zum Anlass genommen werden, sich näher mit der ÖNORM B 8110-4 und den EU-Vorschriften betreffend Kostenoptimalität auseinander zu setzen.

Kostenoptimierung von Bauteilen – Die neue ÖNORM B 8110-4

Die ÖNORM B 8110-4 „Wärmeschutz im Hochbau – Betriebswirtschaftliche Optimierung des Wärmeschutzes“ [1] ist erstmalig im September 1998 erschienen. Der Inhalt der neuen Ausgabe hat sich nicht gravierend geändert, beispielsweise wurde die Währung von ATS auf EUR umgestellt, das Kostenniveau den heutigen Gegebenheiten angepasst und die nicht mehr zeitgemäße

tabellarische Angabe des Verzinsungsfaktors ersatzlos gestrichen. Im Prinzip ermöglicht das in der ÖNORM B 8110-4 angewandte Rechenverfahren einen Kostenvergleich verschiedener Bauteile. Dieses geht davon aus, dass Bauteile miteinander verglichen werden, die sich im Wesentlichen nur hinsichtlich der Investitionskosten und der jährlichen Energiekosten bzw. sonstiger Folgekosten unterscheiden. Es können aber auch externe Kosten wie etwa umweltrelevante Kosten (z.B. CO₂-Emissionskosten) berücksichtigt werden.

Barwertmethode

Unter der Barwertmethode ist eine dynamische Wirtschaftlichkeitsberechnung zu verstehen, bei der alle Erst- und Folgekosten einer Investition über einen bestimmten Betrachtungszeitraum auf dessen Beginn abgezinst werden. Für jeden Bauteil ist der Barwert der Gesamtkosten aus der Summe des Barwertes der kapitalgebundenen Kosten, des Barwertes der verbrauchsgebundenen Kosten und des Barwertes der nicht verbrauchsgebundenen Kosten zu ermitteln.

Folgende Eingabeparameter sind hierfür erforderlich:

- Baukosten
- Betrachtungszeitraum:
gewählte Zeitspanne für die Wirtschaftlichkeitsbe-
rechnung
- Verbrauchsgebundene Kosten:
über den Betrachtungszeitraum anfallende Energie-
kosten
- Nicht verbrauchsgebundene Kosten:
über den Betrachtungszeitraum anfallende Inspek-
tions-, Wartungs- und Instandsetzungskosten
- Restwert:
Wert zum Ende des Betrachtungszeitraumes
*Achtung: Entsorgungskosten sind vom Restwert abzie-
hen. Dadurch kann der gesamte Betrag negativ werden.*
- Zinssätze:
Kostensteigerungen und kalkulatorische Zinsen

Wirtschaftlichkeitsvergleich von Außenwänden

In Anhang B der ÖNORM B 8110-4 ist ein Beispiel mit vier verschiedenen Außenwandvarianten und den dazu-
gehörigen Baukosten sowie U-Werten zu finden:

- A1: $BK_1 = 81 \text{ €/m}^2$ $U_1 = 0,35 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$
- A2: $BK_2 = 107 \text{ €/m}^2$ $U_2 = 0,27 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$
- A3: $BK_3 = 116 \text{ €/m}^2$ $U_3 = 0,15 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$
- A4: $BK_4 = 142 \text{ €/m}^2$ $U_4 = 0,14 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$

Die Barwertberechnung führt unter Zugrundelegung von kalkulatorischen Zinsen, Energiekosten, Energiekosten-
steigerung und Klimadaten („Heizgradtage“ zur Ermitt-
lung des Wärmeverlustes) zu folgendem Ergebnis:

- A1: $B_1 = 153,44 \text{ €/m}^2$
- A2: $B_2 = 162,88 \text{ €/m}^2$
- A3: $B_3 = 147,05 \text{ €/m}^2$
- A4: $B_4 = 170,98 \text{ €/m}^2$

Dieses Beispiel zeigt, dass die wirtschaftlichste Außen-
wand weder jene mit den geringsten Baukosten noch
jene mit dem kleinsten U-Wert und somit geringsten
Energiekosten sein muss. Auf die richtige Mischung
kommt es an.

EU-Vorschriften betreffend Kostenoptimalität

Die Basis hierzu legt die am 19. Mai 2010 verabschie-
dete EU-Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von
Gebäuden [2], die sich zum Ziel gesetzt hat, den Energie-
verbrauch in der Europäischen Union bis 2020 um 20 %
zu senken. Aufgrund dessen sind die Mitgliedstaaten
dazu angehalten, nationale Pläne zur Erhöhung der Zahl
der Niedrigstenergiegebäude zu erstellen und müssen
gewährleisten, dass bis 31. Dezember 2020 alle neuen
Gebäude Niedrigstenergiegebäude sind. Als wichtiges
Kontrollinstrument sollte die Kommission bis 30. Juni
2011 per Verordnung einen Rahmen für Vergleichsme-
thoden zur Berechnung kostenoptimaler Mindestanfor-
derungen an die Gesamtenergieeffizienz erstellen. Die
Mitgliedstaaten wiederum sollten der Kommission bis
30. Juni 2012 über die Ergebnisse dieser Berechnungen

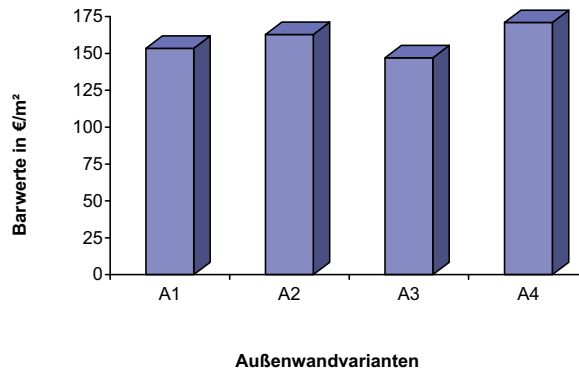


Diagramm 1
Barwerte der Außenwand-
varianten
© ÖNORM B 8110-4

und die den Berechnungen zugrunde gelegten Daten
und Annahmen Bericht erstatten.

Die EU-Verordnung über kostenoptimale Niveaus von
Mindestanforderungen an die Gesamtenergieeffizienz [3]
wurde erst am 16. Jänner 2012 mit über einem hal-
ben Jahr Verspätung erlassen. Das 19-seitige Dokument
gibt Regeln dafür vor, wie einzelne Maßnahmen auf
der Grundlage der Primärenergieeffizienz und der für
ihre Durchführung veranschlagten Kosten zu verglei-
chen sind. Es legt außerdem fest, wie diese Regeln auf
ausgewählte Referenzgebäude anzuwenden sind und
wie die Sensitivität der Berechnungsergebnisse zu ana-
lysieren ist. Die nationalen Mindestanforderungen an
die Gesamtenergieeffizienz sollten nicht mehr als 15 %
unter den kostenoptimalen Ergebnissen der als nationale
Benchmark verwendeten Berechnungen liegen.

Zu guter Letzt wurden noch am 19. Mai 2012 die Leitli-
nien zur EU-Verordnung [4] veröffentlicht. Diese sind
zwar nicht rechtsverbindlich, beinhalten jedoch zusätz-
liche relevante Informationen für die Mitgliedstaaten.
Das 28-seitige Dokument soll vor allem die Anwendung
der EU-Verordnung erleichtern. Ob die angeführten
Berechnungsbeispiele der Weisheit letzter Schluss sind,
darf angezweifelt werden. Es erscheint viel mehr, dass
die Leitlinien ein europaweites Basiswissen vermitteln
sollen.

Referenzgebäude

Unter Referenzgebäude wird ein hypothetisches oder
reales Bezugsgebäude bezeichnet, das die Gebäude im
jeweiligen Mitgliedstaat in typischer Weise verkörpert
und für die klimatischen Bedingungen und die geografi-
sche Lage repräsentativ ist.

Für folgende Gebäudekategorien sind Referenzgebäude
zu erstellen:

- Einfamilienhäuser
- Appartementshäuser und Mehrfamilienhäuser
- Bürogebäude

Für jede Gebäudekategorie werden mindestens ein Refe-
renzgebäude für neue Gebäude und mindestens zwei für
bestehende Gebäude, die einer größeren Renovierung
unterzogen werden, erstellt. Referenzgebäude können

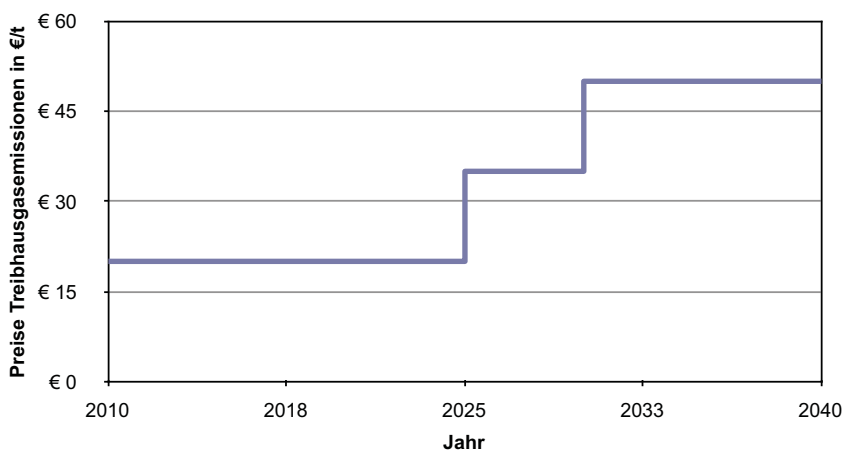
auf der Grundlage von Gebäudeunterkategorien (differenziert z.B. nach Größe oder Alter) erstellt werden, die den charakteristischen Merkmalen des nationalen Gebäudebestands Rechnung tragen. Referenzgebäude und ihre charakteristischen Merkmale müssen der Struktur der aktuellen oder geplanten Anforderungen an die Gesamtenergieeffizienz entsprechen.

Kostenbetrachtung

Die Kostenoptimalitätsberechnungen sind einmal auf makroökonomischer Ebene (unter Ausschluss aller Steuern (wie der MwSt.), Subventionen und Anreize, jedoch einschließlich der CO₂-Kosten) und einmal auf finanzieller Ebene anzustellen (unter Einbeziehung der vom Endverbraucher zu entrichtenden Preise, einschließlich Steuern und gegebenenfalls Subventionen, jedoch ausschließlich zusätzlicher Kosten für die Verringerung der Treibhausgasemissionen).

Für die Kosten von CO₂-Emissionen sind die projizierten CO₂-Preise des Emissionshandelssystems als Mindest-Untergrenze zu verwenden. Zurzeit werden diese mit 20 EUR pro Tonne CO₂-Äquivalent bis 2025, 35 EUR pro Tonne bis 2030 und 50 EUR pro Tonne nach 2030 angegeben. Es steht den Mitgliedstaaten aber auch frei, höhere CO₂-Kosten als die Mindestwerte anzusetzen, etwa die in der EU-Richtlinie über die Förderung sauberer und energieeffizienter Straßenfahrzeuge [5] vorgeschlagenen 30 bis 40 EUR pro Tonne CO₂-Äquivalent.

Diagramm 2
Preise Treibhausgasemissionen
© Eigene Darstellung



Darüber hinaus können die Mitgliedstaaten auch die Kategorie der Treibhausgasemissionen ausweiten, so dass nicht nur CO₂-Emissionen erfasst werden, sondern eine breitere Palette an Umweltschadstoffen berücksichtigt wird. Laut EU-Richtlinie über die Förderung sauberer und energieeffizienter Straßenfahrzeuge werden als Mindestumweltkosten je Emissionseinheit für NO_x 0,0044 EUR/g, Nichtmethan-Kohlenwasserstoffe 0,001 EUR/g und Partikel 0,087 EUR/g vorgegeben.

Sensitivitätsanalyse

Um die Sensitivität der Berechnungsergebnisse gegenüber Veränderungen der angewandten Parameter zu

ermitteln, müssen die Mitgliedstaaten eine Analyse vornehmen. Diese muss sich zumindest auf die Auswirkungen unterschiedlicher Entwicklungen der Energiepreise und der Abzinsungssätze erstrecken. Idealerweise sollten aber auch andere Parameter mit voraussichtlich erheblichen Auswirkungen auf die Berechnungsergebnisse, wie z. B. die Entwicklung der Preise für andere Kostenfaktoren als Energie, berücksichtigt werden. Dadurch lässt sich die Zuverlässigkeit der wichtigsten Input-Parameter überprüfen.

Kostenoptimierung von Gebäuden

In der Regel werden Gebäude in ihrer Gesamtheit betrachtet. Das ist bei den Wärmeschutzanforderungen (Heizwärmebedarf *HWB*, Endenergiebedarf *EEB*) genauso wie bei der EU-Verordnung über kostenoptimale Niveaus von Mindestanforderungen an die Gesamtenergieeffizienz. Es gibt zwar noch Anforderungen an Bauteile, aber die haben nicht mehr die Bedeutung von früher. Diese Mindest-U-Werte stellen nur mehr ein den *HWB*-Grenzwert ergänzendes „Sicherheitsnetz“ dar und sind dementsprechend in der Baupraxis leicht einzuhalten.

Die Barwertmethode der ÖNORM B 8110-4 ist unmittelbar von Bauteilen auf Gebäude übertragbar. Dazu muss für die verbrauchsgebundenen Kosten lediglich der Bedarf an Energieträgern aus dem Energieausweis entnommen und mit den spezifischen Kosten multipliziert werden.

Für einen Vergleich von verschiedenen Varianten ist es nicht erforderlich alle Bauteile und Haustechnikbestandteile komplett in die Berechnung aufzunehmen, sondern es können gleichbleibende Kosten weggelassen werden. Beispielsweise können die Tragkonstruktion oder die Heizkörper einfach unberücksichtigt bleiben. Dadurch ändert sich zwar der Barwert der Gesamtkosten, aber nicht die Aussage, welche Variante kostenoptimal ist.

Betrachtungszeitraum

Für die Kostenoptimierung von Gebäuden ist es naheliegend, als Betrachtungszeitraum die Nutzungsdauer eines Gebäudes – die sich üblicherweise zwischen 60 und 100 Jahren bewegt – zu verwenden. Aber auch kürzere Betrachtungszeiträume kommen zu dem gleichen Ergebnis, zumal Bauteile und Haustechnikkomponenten über den Restwert entsprechend abgegrenzt werden. Bei langen Betrachtungszeiträumen ist es allerdings äußerst schwierig, Preise für diese Zeiträume zu prognostizieren. Für die Kostenoptimalitätsberechnungen gemäß EU-Vorschriften ist für Wohngebäude und öffentliche Gebäude ein Betrachtungszeitraum von 30 Jahren und für gewerbliche Gebäude/Nichtwohngebäude ein Betrachtungszeitraum von 20 Jahren zugrunde zu legen.

Kostenbasis und -entwicklung

Bauteilkosten können entweder kalkuliert oder aus einer Preisdatenbank entnommen werden. Für die Kalkulation

spricht, dass die einzelnen Bauteile mit allen ihren Schichten rechnerisch präzise erfasst werden können. Dadurch werden die Unterschiede von zu vergleichenden Konstruktionen sehr gut sichtbar gemacht. Die Preise aus einer Datenbank sind zweifelsfrei marktkonform, allerdings sind die genaueren Umstände, die zu den Preisen geführt haben, meist unbekannt. Beispielsweise könnten besondere Erschwernisse (schwieriger Einbau) vorgelegen sein. Wenn dann noch der zu berechnende Bauteil nicht genau jenem aus der Datenbank entspricht und die Preise dementsprechend hochgerechnet werden, könnten sie nicht mehr zutreffend sein. Die EU-Verordnung schreibt für die Kostenoptimalitätsberechnungen jedenfalls vor, dass die Kostendaten für die Investitionskosten, die laufenden Kosten, die Energiekosten und gegebenenfalls die Entsorgungskosten marktgestützt (d.h. durch Marktanalysen gewonnen) und in Bezug auf Ort und Zeit kohärent sein müssen. Gleichzeitig wird eingeschränkt, dass so genannte „Top-down“-Benchmark-Datenbanken, auf die häufig für grobe Schätzungen der Investitions- und Betriebskosten bei Gebäuden zurückgegriffen wird, für Kostenoptimalitätsberechnungen nicht herangezogen werden können, da deren Daten nicht genügend auf die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden ausgerichtet sind. Ihr Differenzierungsgrad ist zu gering, um Kostenabweichungen bei unterschiedlichen Varianten berechnen zu können.

Einen weiteren beträchtlichen Einfluss auf die Ergebnisse haben die angewandten Zinssätze. An erster Stelle sind hier die kalkulatorischen Zinsen („Abzinsungssatz“) und an zweiter Stelle die Energiepreissteigerungen zu nennen. Die kalkulatorischen Zinsen sind laut EU-Verordnung in realen Werten anzugeben (ohne Inflation). Das ist – im Sinne einer besseren Nachvollziehbarkeit – auch sinnvoll. In den geltenden Kommissionsleitlinien für Folgenabschätzungen (2009) wurde ein Wert von 4 % als sozialer Abzinsungssatz genannt, im Rahmen der Lebenszykluskostenrechnung des „Federal Energy Management Program“ des US Department of Energy (2010) ein Wert von 3%. Beide Abzinsungssätze scheinen jedoch etwas hoch gegriffen zu sein. Einen sehr guten und in der Praxis erprobten Ansatz für Fremdkapitalzinsen bieten die NÖ Wohnungsförderungsrichtlinien 2011 [6]. Demnach dürfen die Kreditzinsen (für Eigenheimsanierungen) höchstens 2% über dem Durchschnittswert des 6-Monats-EURIBOR liegen. Unter Berücksichtigung eines Zehnjahresmittelwertes von 2,6 % resultieren daraus nominale Fremdkapitalzinsen von 4,6 %, die bei einer durchschnittlichen Inflation von 2,0 % einem realen Wert von 2,55 % entsprechen. In Anbetracht der derzeitigen und wohl noch länger anhaltenden Wirtschafts- und Finanzkrise sowie des Umstandes, dass bei Bauinvestitionen ein gewisser Teil an Eigenmittel vorhanden sein muss, dürften für die kalkulatorischen Zinsen bereits 2% das obere Ende der denkbaren Bandbreite sein. Bei den Energiepreissteigerungen lässt sich laut Europäischer Union (2009) eine 2,8%ige jährliche Zunahme der Erdgas- und Erdölpreise erkennen. Dieser Trend kann bis zum Vorliegen längerfristiger Projektionen über das Jahr

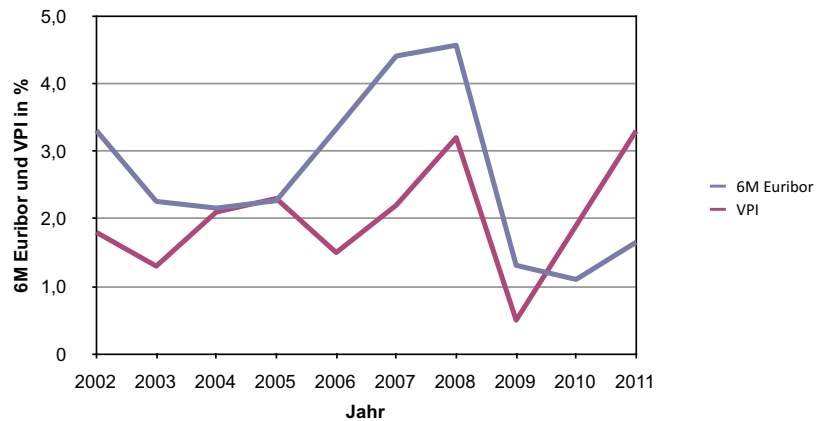


Diagramm 3
6-Monats-EURIBOR und Verbraucherpreisindex VPI
© Eigene Darstellung

2030 hinaus extrapoliert werden. Auch der Strompreis soll gegenüber den derzeitigen Preisen stetig ansteigen. In Summe betrachtet dürfte die reale Preissteigerung bei Energie etwas höher als die kalkulatorischen Zinsen sein, ein Wert von 3 % erscheint plausibel.

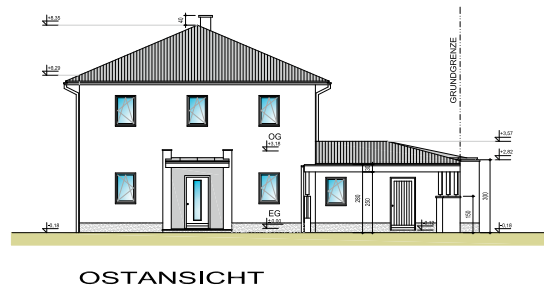
Nutzungsdauern

Bei den Nutzungsdauern der Bauteile und Haustechnikkomponenten gehen die ExpertInnenmeinungen oft weit auseinander. Dementsprechend differieren die in den Nutzungsdauerkatalogen angegebenen Werte sehr deutlich. Beispielsweise sind für mineralische Außenputze Nutzungsdauern von minimal 20 bis maximal 70 Jahre zu finden. Die hohe Variabilität ist unter anderem dadurch zu erklären, dass es einen Unterschied macht, an welcher Fassadenseite (Ost/West) der Putz angebracht oder wie groß der schützende Dachvorsprung ist. Und wie sieht es mit Wärmedämmverbundsystemen aus? Auch hier ist die Nutzungsdauer durch den Außenputz bestimmt. Ein schadhafter Putz bedeutet aber nicht, dass die Deckschicht komplett zu erneuern oder sogar der Dämmstoff zu entfernen ist. Vielmehr wird wie bei einem mineralischen Außenputz vorgegangen, von dem etwa die gleiche Lebensdauer zu erwarten ist. Dieser wird bei der Instandhaltung nur partiell ausgebessert, überrieben und neu beschichtet. Stichwort Dämmstoff: Egal ob es sich um eine Wärmedämmung an der Fassade, auf der obersten Geschoßdecke oder unter der Kellerdecke handelt, es gibt keinen Grund, warum der Dämmstoff während der Nutzungsdauer eines Gebäudes entfernt werden sollte. Zumindest die konventionellen Dämmstoffe haben ihre Dauerhaftigkeit über viele Jahrzehnte unter Beweis gestellt. Auch die ÖNORM EN 15459 [7], zu deren Nutzung die Mitgliedstaaten bei der Bestimmung der geschätzten wirtschaftlichen Nutzungsdauern für Gebäudekomponenten aufgefordert sind, setzt die Nutzungsdauer der Dämmung einer Außenwand mit jener des Gebäudes gleich.

Beispiel Neubau Einfamilienhaus

Getreu dem Motto „Theorie ist gut – Beispiele sind besser“ soll anhand eines Einfamilienhauses berechnet werden, wie sich verschiedene Gebäudehüllenqualitäten mit unterschiedlichen Haustechnikvarianten auf die Kostenoptimalität auswirken. Bei dem Neubau aus dem Jahre 2012 handelt es sich um ein Gebäude in schwerer Bauweise mit zwei Geschoßen und Innenabmessungen von 8,80 m x 8,80 m.

Grafik 1
Ansicht Einfamilienhaus
© Samwald



Bautechnikvarianten

Seit 1. Jänner 2012 ist beim Neubau von Wohngebäuden ein auf das Referenzklima bezogener maximal zulässiger jährlicher Heizwärmebedarf pro m² konditionierter Brutto-Grundfläche von $16 \times (1 + 3,0/l_c)$ einzuhalten. Diese Anforderung ist von der Geometrie („Volumen-Oberflächen-Verhältnis“) des Gebäudes abhängig und wird aufgrund des Faktors „16er-Linie“ genannt. Beispielsweise berechnet sich aus einem Gebäudevolumen von 750 m³ und einer Gebäudeoberfläche von 500 m² eine charakteristische Länge l_c von 1,5 m, wodurch ein HWB-Grenzwert von 48 kWh/m²a gilt. In diesem Beispiel wurden die Gebäudehüllenvarianten so gewählt, dass nicht nur die aktuelle Anforderung der 16er-Linie, sondern auch die möglichen zukünftigen Anforderungen der 14er-, 12er- und 10er-Linien erfüllt werden.

Es wurden folgende Bautechnikvarianten festgelegt:

- Außenwand (WDVS)
 - mit 14 cm EPS-F weiß (16er-Linie)
 - bis 28 cm EPS-F grau (10er-Linie)
 - $U = 0,211 \text{ W/m}^2\text{K}$ (16er-Linie)
 - bis $0,097 \text{ W/m}^2\text{K}$ (10er-Linie)
- Erdanliegender Fußboden
 - mit 14 cm XPS (16er-Linie)
 - bis 28 cm XPS (10er-Linie)
 - $U = 0,163 \text{ W/m}^2\text{K}$ (16er-Linie)
 - bis $0,102 \text{ W/m}^2\text{K}$ (10er-Linie)
- Decke zu unbeheiztem Dachraum
 - mit 26 cm MW-Wärmedämmfilz (16er-Linie)
 - bis 40 cm MW-Wärmedämmfilz (10er-Linie)
 - $U = 0,140 \text{ W/m}^2\text{K}$ (16er-Linie)
 - bis $0,093 \text{ W/m}^2\text{K}$ (10er-Linie)
- Fenster
 - mit Kunststoffrahmen und Thermix Abstandhalter
 - $U = 1,17 \text{ W/m}^2\text{K}$ und $g = 0,63$ (16er-Linie)
 - bis $0,89 \text{ W/m}^2\text{K}$ und $g = 0,61$ (10er-Linie)

Bei den Aufbauten wurden – nicht zuletzt aus Kostengründen – ganz bewusst verschiedene Dämmstoffe gewählt, um einen repräsentativen Querschnitt zu erhalten.

Haustechnikvarianten

Als Wärmebereitstellungssystem zur Deckung des Heizwärme- und Warmwasserwärmebedarfs dient ein Pellets-Heizkessel. Die Frischluftzufuhr erfolgt durch eine konventionelle Fensterlüftung.

Darüber hinaus wurden noch folgende Haustechnikvarianten festgelegt:

- Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung – Variante „WRG“

mit 80 % Wärmebereitstellungsgrad des Lüftungsgerätes

- Photovoltaikanlage – Variante „PV“ mit PV-Kollektor aus monokristallinem Silicium, 33 m² Modulfläche und 4,95 kWp Peakleistung
- Thermische Solaranlage (nur zur Deckung des Warmwasserwärmebedarfs) – Variante „Solar“ mit hochselektivem Solarkollektor und 7,50 m² Aperturnfläche

Bei allen Varianten wird ein 175 l Warmwasserspeicher eingesetzt, außer bei jenen mit Solaranlage, wo dieser auf 500 l vergrößert wird.

Kalkulationsansätze

Die Berechnungen werden aus Investorensicht (finanzielle Ebene) mit folgenden Kalkulationsansätzen durchgeführt:

- Zeitraum und Zinssätze
 - 30 Jahre Betrachtungszeitraum
 - 80 Jahre Nutzungsdauer Gebäude (inkl. Wärmedämmung)
 - 30 Jahre Nutzungsdauer Fenster
 - $\alpha = 3 \%$ Kostensteigerung der verbrauchsgebundenen Kosten (real)
 - $p = 0 \%$ Kostensteigerung der nicht verbrauchsgebundenen Kosten (real)
 - $q = 2 \%$ kalkulatorische Zinsen (real)
 - $s = 0 \%$ Wertsteigerung des Restwertes (real)
- Energiekosten
 - 0,175 €/kWh Haushaltsstrom
 - 0,050 €/kWh Pellets
- Kosten Wärmedämmung (inkl. Einbau) und Fenster
 - WDVS Außenwand 58,90 €/m² (16er-Linie)
 - bis 83,50 €/m² (10er-Linie)
 - XPS Fußboden 26,30 €/m² (16er-Linie)
 - bis 49,00 €/m² (10er-Linie)
 - MW Decke 31,80 €/m² (16er-Linie)
 - bis 47,40 €/m² (10er-Linie)
 - Fenster 276 € (16er-Linie)
 - bis 325 € (10er-Linie)
- Kosten Haustechnik (inkl. Montage)
 - Pellets-Heizkessel 18.000 €, Wartung 250 €/a, Nutzungsdauer 20 Jahre
 - Lüftungsanlage 11.000 €, Wartung 100 €/a, Nutzungsdauer 20 Jahre
 - Photovoltaikanlage 18.500 €, Wartung 0 €/a, Nutzungsdauer 20 Jahre
 - Solaranlage 8.000 €, Wartung 100 €/a, Nutzungsdauer 20 Jahre

Ergebnisse

Die Verbesserung der Gebäudehüllenqualität führt bei allen Haustechnikvarianten – unter den gewählten Kalkulationsansätzen – zu einer Reduktion des Barwertes der Gesamtkosten. Bei den Gesamtkosten ist zu berücksichtigen, dass diese nur aus Wärmedämmungs-, Fenster-, Haustechnik- und Energiekosten bestehen, alle gleich bleibenden Kosten (z. B. für die massive Tragkonstruktion) darin nicht enthalten sind. Das hat keinen Einfluss auf die

2
Einbau eines Wärmedämmverbundsystems
© GPH



Differenzkosten zwischen den einzelnen Varianten, sie erscheinen aber relativ höher zu sein. Die Haustechnikvarianten mit zusätzlicher Lüftungs-, Photovoltaik- oder Solaranlage führen zu einer weiteren Reduktion des Primärenergiebedarfs, aber auch zu geringfügig höheren Gesamtkosten. Zur Photovoltaikanlage ist anzumerken, dass die rechnerische Berücksichtigung der Energiegewinne noch nicht abschließend geklärt ist.

Für die Sensitivitätsanalyse wurde die Variante mit konventioneller Fensterlüftung als Basis-Szenario gewählt. Darauf aufbauend wurden einerseits kalkulatorische Zinsen q von 0 bzw. 4 % und Energiekostensteigerungen a von 1 bzw. 5 % berücksichtigt. Das Szenario mit einer Energiekostensteigerung von nur 1 % ist aus heutiger Sicht eher unwahrscheinlich und führt dazu, dass die besseren Gebäudehüllenqualitäten nur geringfügige Kostenvorteile bieten. Noch markanter ist das Szenario mit einem Abzinsungssatz von 4 %, dessen Berechnung von der EU-Verordnung für Vergleichszwecke gefordert wird. Hier tritt das Kostenoptimum bei der 12er-Linie auf, eine weitere Verbesserung der Gebäudehüllenqualität führt zu einem Ansteigen der Gesamtkosten. Dieses Szenario dürfte ebenfalls nicht der Realität entsprechen und macht Investitionen in die Verbesserung der Gesamtenergieeffizienz unwirtschaftlich. Bei den restlichen beiden Szenarien mit einer höheren Energiekostensteigerung bzw. keinen realen kalkulatorischen Zinsen kommt es vice versa zu höheren Kosteneinsparungen durch die Verbesserung der Gebäudehüllenqualität.

Zusammenfassung

Die ÖNORM B 8110-4 ist ein unverzichtbares Instrumentarium zur Kostenoptimierung von Einzelbauteilen, da nicht nur die Investitionskosten, sondern auch die jährlichen Energiekosten bzw. sonstige Folgekosten berücksichtigt werden. Darüber hinaus ist die in der Norm beschriebene Barwertmethode auch problemlos auf Gebäude übertragbar. Derartige Kostenoptimalitätsberechnungen an Gebäuden wurden den Mitgliedstaaten von der EU vorgeschrieben, um die Mindestanforderungen an die Gesamtenergieeffizienz zu überprüfen. Hierbei kommt man zu dem Schluss, dass selbst bei einer rein finanziellen Betrachtung alles für eine gut gedämmte Gebäudehülle spricht. Eine makroökonomische Betrachtung (einschließlich der Umweltkosten) würde dies noch mehr verdeutlichen. Allerdings muss man sich bewusst sein, dass es bei Kostenberechnungen viele Input-Parameter gibt. Eine sorgfältige Sensitivitätsanalyse ist daher unerlässlich. Unabhängig davon scheint es noch Spielraum für strengere Anforderungen an die Gebäudehülle zu geben.

Literaturverzeichnis

[1] ÖNORM B 8110-4: Wärmeschutz im Hochbau – Betriebswirtschaftliche Optimierung des Wärmeschutzes, 15. Juli 2011.

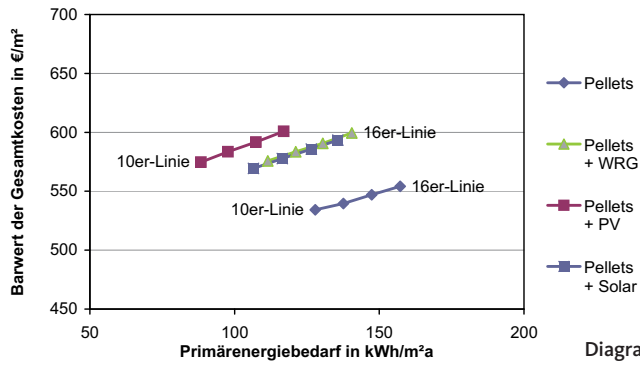


Diagramm 4
Barwert der Gesamtkosten bezogen auf den Primärenergiebedarf
© Eigene Darstellung

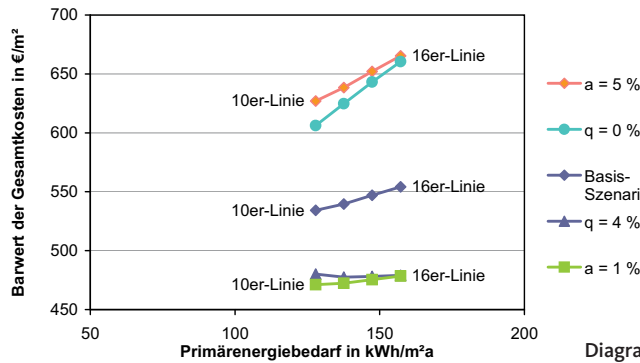


Diagramm 5
Sensitivitätsanalyse
© Eigene Darstellung

[2] Richtlinie 2010/31/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. Mai 2010 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden, veröffentlicht im ABl. L 153 vom 18. Juni 2010, S. 13

[3] Delegierte Verordnung (EU) Nr. 244/2012 der Kommission vom 16. Januar 2012 zur Ergänzung der Richtlinie 2010/31/EU des Europäischen Parlaments und des Rates über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden durch die Schaffung eines Rahmens für eine Vergleichsmethode zur Berechnung kostenoptimaler Niveaus von Mindestanforderungen an die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden und Gebäudekomponenten, veröffentlicht im ABl. L 81 vom 21. März 2012, S. 18

[4] Leitlinien zur delegierten Verordnung (EU) Nr. 244/2012 der Kommission vom 16. Januar 2012 zur Ergänzung der Richtlinie 2010/31/EU des Europäischen Parlaments und des Rates über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden durch die Schaffung eines Rahmens für eine Vergleichsmethode zur Berechnung kostenoptimaler Niveaus von Mindestanforderungen an die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden und Gebäudekomponenten, veröffentlicht im ABl. C 115 vom 19. April 2012, S. 1

[5] Richtlinie 2009/33/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. April 2009 über die Förderung sauberer und energieeffizienter Straßenfahrzeuge, veröffentlicht im ABl. L 120 vom 15. Mai 2009, S. 5

[6] NÖ Wohnungsförderungsrichtlinien 2011, 3. Änderung, beschlossen durch die NÖ Landesregierung am 6. Dezember 2011 (gültig ab 1. Jänner 2012)

[7] ÖNORM EN 15459: Energieeffizienz von Gebäuden – Wirtschaftlichkeitsberechnungen für Energieanlagen in Gebäuden, 1. Juni 2008.



Dipl.-Ing. Dr. Clemens Demacsek, Geschäftsführer der Güteschutzgemeinschaft Polystyrol-Hartschaum (GPH), Mitglied des ON-K 175 „Wärmeschutz von Gebäuden und Bauteilen“. demacsek@gph.at