

## IV

(Informationen)

**INFORMATIONEN DER ORGANE, EINRICHTUNGEN UND SONSTIGEN  
STELLEN DER EUROPÄISCHEN UNION**

**EUROPÄISCHE KOMMISSION**

**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**

(2012/C 115/01)

**INHALTSVERZEICHNIS**

	Seite
1. ZIELE UND GELTUNGSBEREICH .....	2
2. BEGRIFFSBESTIMMUNGEN .....	2
3. DEFINITION VON REFERENZGEBÄUDEN .....	3
4. FESTLEGUNG VON ENERGIEEFFIZIENZMASSNAHMEN, MASSNAHMEN AUF DER GRUNDLAGE ERNEUERBARER ENERGIEQUELLEN DOER BÜNDEN/VARIANTEN SOLCHER MASSNAHMEN FÜR JEDES REFERENZGEBÄUDE .....	5
4.1. Mögliche Energieeffizienzmaßnahmen und Maßnahmen auf der Grundlage erneuerbarer Energiequellen (sowie deren Maßnahmenbündel und Varianten) .....	6
4.2. Methoden zur Verringerung der Anzahl an Kombinationen und somit an Berechnungen .....	8
4.3. Innenraum-Luftqualität und sonstige für die Behaglichkeit relevante Aspekte .....	8
5. BERECHNUNG DES AUS DER ANWENDUNG VON MAßNAHMEN UND MAßNAHMENBÜNDEN AUF EIN REFERENZGEBÄUDE RESULTIERENDEN PRIMÄRENERGIEBEDARFS .....	8
6. BERECHNUNG DER GESAMTKOSTEN ALS KAPITALWERT FÜR JEDES REFERENZGEBÄUDE .....	13
6.1. Das Konzept der Kostenoptimalität .....	14
6.2. Kostenkategorisierung .....	15
6.3. Erhebung von Kostendaten .....	17
6.4. Abzinsungssatz .....	18
6.5. Aufstellung grundlegender Kostenelemente, die bei der Berechnung der Anfangsinvestitionskosten bei Gebäuden und Gebäudekomponenten zu berücksichtigen sind .....	18
6.6. Berechnung der Kosten für das regelmäßige Ersetzen von Komponenten .....	20
6.7. Berechnungszeitraum/geschätzte Lebensdauer .....	21
6.8. Ausgangsjahr für die Berechnungen .....	22

	Seite
6.9. Ermittlung des Restwerts .....	22
6.10. Kostenentwicklung .....	22
6.11. Berechnung der Ersetzungskosten .....	23
6.12. Berechnung der Energiekosten .....	23
6.13. Berücksichtigung von Steuern, Subventionen und Einspeisetarifen bei der Kostenberechnung .....	23
6.14. Berücksichtigung der Einnahmen aus der Energieerzeugung .....	23
6.15. Berechnung der Entsorgungskosten .....	24
7. ERMITTLUNG EINES KOSTENOPTIMALEN GESAMTENERGIEEFFIZIENZNIVEAUS FÜR JEDES REFERENZ- GEBÄUDE .....	24
7.1. Ermittlung des kostenoptimalen Spektrums .....	24
7.2. Vergleich mit geltenden Anforderungen in den Mitgliedstaaten .....	25
8. SENSITIVITÄTSANALYSE .....	26
9. GESCHÄTZTE LANGFRISTIGE ENERGIEPREISENTWICKLUNGEN .....	26

## 1. ZIELE UND GELTUNGSBEREICH

Im Einklang mit Artikel 5 und Anhang III der Richtlinie 2010/31/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. Mai 2010 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (<sup>(1)</sup>) wird diese Richtlinie durch die delegierte Verordnung (EU) Nr. 244/2012 (<sup>(2)</sup>) der Kommission ergänzt, in der ein Rahmen für eine Vergleichsmethode zur Berechnung kostenoptimaler Niveaus von Mindestanforderungen an die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden und Gebäudekomponenten geschaffen wird (im Folgenden „die Verordnung“).

Die Methode gibt Regeln dafür vor, wie Energieeffizienzmaßnahmen, Maßnahmen, die die Nutzung erneuerbarer Energiequellen einschließen, sowie Bündel solcher Maßnahmen in Bezug auf ihre Energieeffizienz und die für ihre Durchführung veranschlagten Kosten zu vergleichen sind, und legt fest, wie diese Regeln auf ausgewählte Referenzgebäude anzuwenden sind, um die kostenoptimalen Niveaus von Mindestanforderungen an die Gesamtenergieeffizienz zu ermitteln. Gemäß Anhang III der Richtlinie 2010/31/EU muss die Kommission Leitlinien zur Flankierung des Rahmens für eine Vergleichsmethode bereitstellen, die es den Mitgliedstaaten ermöglichen sollen, die erforderlichen Maßnahmen zu ergreifen.

Diese Mitteilung enthält die Leitlinien nach Anhang III der Richtlinie 2010/31/EU. Diese sind zwar nicht rechtsverbindlich, beinhalten jedoch zusätzliche relevante Informationen für die Mitgliedstaaten und beruhen auf akzeptierten Grundsätzen für die Kostenberechnungen, die aufgrund der Verordnung vorgeschrieben sind. Sie sollen vor allem die Anwendung der Verordnung erleichtern. Rechtsverbindlich und unmittelbar anwendbar in den Mitgliedstaaten sind die Bestimmungen der Verordnung.

Um den Mitgliedstaaten die Anwendung zu erleichtern, folgen die Leitlinien dem Aufbau des Rahmens für eine Vergleichsmethode in Anhang I der Verordnung. Im Unterschied zur Verordnung werden die Leitlinien regelmäßig überprüft und an die Erfahrungen der Mitgliedstaaten und der Kommission mit der Anwendung des Rahmens für die Methode angepasst.

## 2. BEGRIFFSBESTIMMUNGEN

Einige der Begriffsbestimmungen des Artikels 2 der Verordnung sollen hier weiter erläutert werden.

In dem Begriff der „Gesamtkosten“ sind Kosten für Grundstücke nicht enthalten. Auf Wunsch der Mitgliedstaaten können jedoch bei den Anfangsinvestitionskosten (und damit auch bei den Gesamtkosten) die Kosten für die Nutzfläche berücksichtigt werden, die für die Durchführung einer bestimmten Maßnahme erforderlich ist, womit eine Rangfolge der Maßnahmen nach ihrem Raumbedarf entsteht.

Die in einem Gebäude eingesetzte „Primärenergie“ ist die Energie, die notwendig ist, um die für das Gebäude bereitgestellte Energie zu erzeugen. Sie wird anhand der Umrechnungsfaktoren für Primärenergie aus den bereitgestellten und exportierten Volumen an Energieträgern berechnet. Primärenergie kann nicht erneuerbare und erneuerbare Energieträger umfassen. Werden beide berücksichtigt, kann man von „Gesamtprimärenergie“ sprechen.

<sup>(1)</sup> ABl. L 153 vom 18.6.2010, S. 13.

<sup>(2)</sup> ABl. L 81 vom 21.3.2012, S. 18.

Die Mitgliedstaaten können neben der Bepreisung von Kohlenstoffemissionen im Rahmen der „Gesamtkosten“ weitere externe Kosten (z. B. Umwelt- oder Gesundheitskosten) in die Berechnung des makroökonomischen Kostenoptimums aufnehmen.

Im Zusammenhang mit den „jährlichen Kosten“ ist darauf hinzuweisen, dass die von der Kommission vorgestellte Methode keine spezifische Kategorie für „Kapitalkosten“ beinhaltet, da davon ausgegangen wurde, dass auf diese bereits der Abzinsungssatz angewendet wird. Wollen Mitgliedstaaten Zahlungen, die über den gesamten Berechnungszeitraum anfallen, eigens erfassen, können sie z. B. die Kapitalkosten in die „jährlichen Kosten“ aufnehmen, um sicherzugehen, dass sie ebenfalls abgezinst werden.

Die Methode für die Berechnung der „Nutzfläche“ ist auf nationaler Ebene festzulegen und der Kommission mitzuteilen.

Für die Bewertung der Kostenoptimalität wird der nicht erneuerbare Teil der „Primärenergie“ berücksichtigt. Dies steht nicht im Widerspruch zur Definition der „Primärenergie“ in der Richtlinie, denn im Zusammenhang mit der Gesamtenergieeffizienz eines Gebäudes sind sowohl der nicht erneuerbare Teil als auch die Gesamtmenge der Primärenergie anzugeben, die für den Betrieb des Gebäudes aufgewendet werden. Die entsprechenden Primärenergie-Umrechnungsfaktoren sind unter Berücksichtigung des Anhangs II der Richtlinie 2006/32/EG<sup>(1)</sup> auf nationaler Ebene festzulegen.

„Energieeffizienzmaßnahmen“ können Einzelmaßnahmen oder Maßnahmenbündel sein. In seiner umfassten Form ist ein Maßnahmenbündel eine Gebäudevariante, d. h. ein vollständiges Maßnahmenpaket oder eine Reihe von Maßnahmenpaketen, das/die für die effiziente Energieversorgung eines Gebäudes erforderlich ist, einschließlich Maßnahmen für die Gebäudehülle, Passivtechniken, Maßnahmen in Bezug auf Gebäude systeme und/oder Maßnahmen auf der Grundlage erneuerbarer Energiequellen.

„Energiekosten“ schließen alle Kosten für Energieverbrauchs zwecke nach der Richtlinie 2010/31/EU im Zusammenhang mit allen üblichen Nutzungszwecken in einem Gebäude ein. Die für Geräte erforderliche Energie (und ihre Kosten) fallen daher nicht darunter. Die Mitgliedstaaten können jedoch im Rahmen der innerstaatlichen Anwendung der Verordnung auch diese berücksichtigen.

### 3. DEFINITION VON REFERENZGEBÄUDEN

Im Einklang mit Anhang III der Richtlinie 2010/31/EU und Anhang I Abschnitt 1 der Verordnung müssen die Mitgliedstaaten für die Anwendung der Kostenoptimalitätsmethode Referenzgebäude definieren.

Hauptsächlicher Zweck der Referenzgebäude ist es, den **typischen durchschnittlichen** Gebäudebestand in den Mitgliedstaaten abzubilden, da die kostenoptimale Situation nicht für jedes einzelne Gebäude berechnet werden kann. Die Referenzgebäude sollten dem tatsächlichen Gebäudebestand in einem Land möglichst genau entsprechen, so dass mit der Methode repräsentative Berechnungsergebnisse erzielt werden können.

Es wird empfohlen, bei der Definition der Referenzgebäude eine der beiden nachstehenden Vorgehensweisen zu wählen:

- (1) Wahl eines konkreten Beispiels, das dem typischsten Gebäude einer bestimmten Kategorie entspricht (Art der Nutzung mit Referenz-Belegungsmuster, Gebäudefläche, Kompaktheit des Gebäudes, ausgedrückt als Gebäudehüllenfläche/Volumen-Faktor, Gebäudehüllenstruktur mit U-Wert, technische Systeme und Dienste und Energieträger mit ihrem jeweiligen Anteil am Energieverbrauch).
- (2) Schaffung eines „virtuellen Gebäudes“, bei dem für alle relevanten Parameter (siehe 1) die verbreitetsten Materialien und Systeme angenommen werden.

Die Wahl zwischen diesen Optionen sollte nach Konsultation von Experten, auf der Grundlage der Verfügbarkeit statistischer Daten usw. getroffen werden. Bei den unterschiedlichen Gebäudekategorien können unterschiedliche Konzepte zugrunde gelegt werden. Die Mitgliedstaaten sollten angeben, wie der Bezugsfall für die Gebäudekategorien ausgewählt wurde (s. auch Punkt 1.4 des Berichtsmusters in Anhang III der Verordnung).

Für die Kostenoptimalitätsberechnungen können die Mitgliedstaaten bereits bestehende Verzeichnisse und Datenbanken von Referenzgebäuden verwenden und anpassen. Außerdem können die Arbeiten im Rahmen des Programms „Intelligente Energie — Europa“ als Input genutzt werden, insbesondere:

- **TABULA** — Konzept für Gebäudetypologien im Hinblick auf die energetische Beurteilung: <http://www.building-typology.eu/tabula/download.html>
- **Projekt ASIEPI** — Referenzgebäude für die Berechnung der Gesamtenergieeffizienz: <http://www.asiepi.eu/wp2-benchmarking/reports.html><sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Richtlinie 2006/32/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 5. April 2006 über Endenergieeffizienz und Energiedienstleistungen und zur Aufhebung der Richtlinie 93/76/EWG des Rates (ABl. L 114 vom 27.4.2006, S. 64).

<sup>(2)</sup> Im Rahmen des Projekts ASIEPI wird ausschließlich die Gebäudegeometrie definiert, was für die Berechnungen nicht ausreicht.

In der Verordnung werden die Mitgliedstaaten aufgefordert, mindestens ein Referenzgebäude für neue Gebäude und mindestens zwei für bestehende Gebäude, die einer größeren Renovierung unterzogen werden, für jede der folgenden Kategorien zu bestimmen:

- Einfamilienhäuser,
- Appartementhäuser und Mehrfamilienhäuser,
- Bürogebäude und
- die sonstigen Nichtwohngebäudekategorien in Anhang I Nummer 5 der Richtlinie 2010/31/EU, für die spezifische Mindestanforderungen an die Gesamtenergieeffizienz bestehen.

Gemäß der Verordnung können die Mitgliedstaaten zwischen folgenden Möglichkeiten wählen:

- Definition von Referenzgebäuden (wiederum eines für Neubauten, zwei für bestehende Gebäude) separat für jede Kategorie von Nichtwohngebäuden, zumindest für die Kategorien, für die spezifische Anforderungen an die Gesamtenergieeffizienz bestehen, oder
- Definition von Referenzgebäuden für die „sonstigen Nichtwohngebäudekategorien“ derart, dass ein Referenzgebäude für zwei oder mehr Kategorien gilt. So können die Berechnungen und damit der administrative Aufwand reduziert werden. Es wäre sogar möglich, alle Referenzgebäude für Nichtwohngebäude aus einem Basis-Referenzgebäude für Bürogebäude abzuleiten.

Dies bedeutet, dass ein Mitgliedstaat, der Bürogebäude so definiert, dass die entsprechenden Referenzgebäude für alle anderen Nichtwohngebäudekategorien gelten könnten, insgesamt 9 Referenzgebäude bestimmen muss. Andernfalls wäre diese Anzahl selbstverständlich höher.

**Hinweis:** Nach Anhang III der Richtlinie 2010/31/EU und Anhang I Nummer 1 der Verordnung müssen die Mitgliedstaaten *keine* Unterkategorien festlegen, sondern ausschließlich Referenzgebäude definieren. Die Einteilung einer Gebäudekategorie in Unterkategorien kann jedoch ein Zwischenschritt bei der Bestimmung der repräsentativen Referenzgebäude sein.

Unterschiedliche Gebäudebestände können eine unterschiedliche Einteilung in Kategorien erfordern. In einem Mitgliedstaat kann die Unterscheidung nach Baumaterialien am sinnvollsten sein, in einem anderen das Kriterium des Gebäudealters. Im Bericht an die Kommission sollte unbedingt klar angegeben werden, warum sich anhand der gewählten Kriterien ein realistisches Bild des Gebäudebestands ergibt. Im Hinblick auf die bestehenden Gebäude wird auf die Bedeutung der durchschnittlichen Merkmale hingewiesen.

Zu den Kriterien für die Festlegung von Gebäudeunterkategorien ist Folgendes anzumerken:

Alter	Die Anwendung dieses Kriteriums kann in einem Land sinnvoll sein, in dem der bestehende Gebäudebestand bisher nicht renoviert wurde und das Alter der Gebäude daher noch ein guter Anhaltspunkt für die Gesamtenergieeffizienz ist. In Ländern, in denen der Gebäudebestand bereits weitgehend renoviert wurde, gibt es die unterschiedlichsten Altersgruppen von Gebäuden und das Alter allein ist nicht mehr aussagekräftig.
Größe	Kategorien nach der Größe sind insofern interessant, als sie sowohl bei energie- als auch bei kostenbezogenen Merkmalen als Unterkategorien geeignet sind.
Klimabedingungen	<p>In mehreren Mitgliedstaaten wird in den nationalen Vorschriften nach Klimazonen oder Regionen des Landes unterschieden.</p> <p>Es wäre wünschenswert, dass in diesem Fall die Referenzgebäude für die jeweiligen Klimazonen oder Regionen repräsentativ sind und ihr Energieverbrauch für jede Klimazone berechnet wird.</p> <p>Es wird empfohlen, die Klimabedingungen zu beschreiben und im Einklang mit der Norm EN ISO 15927 „Wärme- und feuchtetechnisches Verhalten von Gebäuden — Berechnung und Darstellung von Klimadaten“ anzuwenden (als Landesdurchschnitt oder nach Klimazonen, sofern dieser Unterschied in den nationalen Bauvorschriften gemacht wird). Die Heizgradtage sind über EUROSTAT verfügbar. Es wird empfohlen, gegebenenfalls auch Kühlgradtage zu berücksichtigen (wobei die Basistemperatur und die für die Berechnung zugrunde gelegten Zeitschritte anzugeben sind).</p>

Ausrichtung und Sonnenschutz	Je nach Gebäudegeometrie sowie Größe und Verteilung/Ausrichtung der Fensterflächen können die Ausrichtung des Gebäudes und der Sonnenschutz (durch andere Gebäude oder Bäume) den Energiebedarf stark beeinflussen. Es ist allerdings schwierig, hieraus einen „Durchschnitt“ abzuleiten. Es könnte sinnvoll sein, eine „wahrscheinliche“ Situation für ein Gebäude auf dem Land und für ein Gebäude in der Stadt festzulegen, wenn dies ein Kriterium der nationalen Mindestanforderungen ist.
Bauproducte in tragenden und sonstigen Strukturen	Die typische Lage des/r Referenzgebäude(s) sollte sich auch in der Auswirkung von Ausrichtung, Solargewinnen, Sonnenschutz, Bedarf an künstlicher Beleuchtung usw. widerspiegeln.
Gebäude unter Denkmalschutz	Bauproducte in der Gebäudehülle wirken sich auf die thermischen Eigenschaften und den Energiebedarf der Gebäude aus. So kann eine hohe Gebäudemasse den Energiebedarf für Kühlung im Sommer senken. Wahrscheinlich wird bei der Definition der Referenzgebäude zwischen unterschiedlichen Arten von Gebäuden unterschieden werden müssen (z. B. Massivbauten und Leichtbau-Häuser, Bauten mit Vollglasfassade und solche mit Teilverglasung), wenn beide Arten in einem Land mit einer bestimmten Häufigkeit vorkommen.

Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass der Gebäudebestand bei einer höheren Anzahl von Referenzkategorien (und Unterkategorien) realistischer abgebildet wird; es ist jedoch sicherlich ein sinnvoller Kompromiss zwischen dem sich durch die notwendigen Berechnungen ergebenden Verwaltungsaufwand und dem repräsentativen Charakter des Gebäudebestands anzustreben. Handelt es sich um einen stark diversifizierten Gebäudebestand, dürfte eine größere Zahl an Referenzgebäuden erforderlich sein.

Der Ansatz bei der Definition von Referenzgebäuden ist bei Neubauten und bestehenden Gebäuden im Wesentlichen gleich, abgesehen davon, dass bei bestehenden Gebäuden die Beschreibung des Referenzgebäudes eine vollständige qualitative Beschreibung des typischen Gebäudes und der typischen installierten Gebäudesysteme umfasst. Das Referenzgebäude für Neubauten definiert ausschließlich die grundlegende Gebäudegeometrie, die typischen Funktionen und die typische Kostenstruktur im jeweiligen Mitgliedstaat, die geografische Lage und die klimatischen Bedingungen (innerhalb und außerhalb des Gebäudes).

#### 4. FESTLEGUNG VON ENERGIEEFFIZIENZMASSNAHMEN, MASSNAHMEN AUF DER GRUNDLAGE ERNEUERBARER ENERGIEQUELLEN ODER BÜNDELN/VARIANTEN SOLCHER MASSNAHMEN FÜR JEDES REFERENZGEBAÜDE

Nach Anhang III der Richtlinie 2010/31/EU und Anhang I Abschnitt 2 der Verordnung müssen die Mitgliedstaaten Energieeffizienzmaßnahmen festlegen, die bei den definierten Referenzgebäuden anzuwenden sind. Maßnahmen, für die Berechnungen angestellt werden, müssen sich auf die in Artikel 6 der Richtlinie 2010/31/EU genannten Technologien stützen, auf die in Artikel 7 letzter Absatz erneut verwiesen wird, nämlich auf dezentrale Versorgungssysteme, Kraft-Wärme-Kopplung, Fernwärme oder -kälte und Wärmepumpen. Nach Anhang I Abschnitt 2 Nummer 3 der Verordnung müssen die Mitgliedstaaten ferner Maßnahmen auf der Grundlage erneuerbarer Energiequellen in die Berechnungen einbeziehen. Lösungen, bei denen erneuerbare Energiequellen eingesetzt werden, sind im Übrigen gegebenenfalls nicht allein auf das Niedrigstenergieziel ausgerichtet.

Ferner können Maßnahmen für ein System die Energieeffizienz eines anderen Systems beeinflussen. So wirkt sich der Wärmedämmungsgrad der Gebäudehülle auf Kapazität und Größe der Gebäudesysteme aus. Die Wechselwirkung zwischen verschiedenen Maßnahmen ist bei der Festlegung von Maßnahmenbündeln bzw. -varianten zu berücksichtigen.

Daher wird empfohlen, Maßnahmen in Bündeln und/oder Varianten zusammenzufassen, da sinnvolle Maßnahmenkombinationen Synergien und damit bessere Ergebnisse (im Hinblick auf Kosten und Energieeffizienz) bewirken können als Einzelmaßnahmen. Im Rahmen der delegierten Verordnung ist eine „Variante“ das „Gesamtergebnis und die Beschreibung einer vollständigen Reihe von auf ein Gebäude angewandten Maßnahmen/Maßnahmenbündeln, die aus einer Kombination von Maßnahmen in Bezug auf die Gebäudehülle, Passivtechniken, Maßnahmen in Bezug auf Gebäudesysteme und/oder Maßnahmen auf der Grundlage erneuerbarer Energiequellen bestehen kann.“

Es kann daher zuweilen schwierig sein, zwischen einem Maßnahmenbündel und einer Variante zu unterscheiden; der Begriff „Variante“ bezieht sich jedoch in jedem Fall auf vollständige Lösungspakete z. B. zur

Erfüllung bestehender hoher Effizienzanforderungen an Gebäude. Als Varianten können u. a. bewährte Konzepte berücksichtigt werden, die z. B. dem Bau zertifizierter, mit dem Umweltzeichen versehener Gebäude, von Passivhäusern oder Drei-Liter-Häusern zugrunde liegen, oder eine andere Kombination von Maßnahmen, die nachweislich zu einer sehr hohen Energieeffizienz führen. Es wird jedoch darauf hingewiesen, dass mit der Kostenoptimalitätsmethode ein fairer Wettbewerb zwischen unterschiedlichen Technologien angestrebt wird; sie beschränkt sich nicht auf die Berechnung der Gesamtkosten bereits etablierter und nachweislich effizienter Maßnahmenbündel/Varianten.

Für ein Maßnahmenbündel/eine Variante können z. B. neben wirtschaftlichen Effizienzmaßnahmen andere, noch nicht wirtschaftliche Maßnahmen berücksichtigt werden, die jedoch im Rahmen des Gebäudekonzepts insgesamt beträchtliche Einsparungen beim Primärenergieverbrauch und bei den CO<sub>2</sub>-Emissionen bewirken könnten. Der Nutzen des Maßnahmenbündels muss insgesamt jedoch für die Lebensdauer des Gebäudes oder der Gebäudekomponente die Kosten überwiegen.

Je mehr Maßnahmenbündel/Varianten (und angepasste Formen von Maßnahmen in geprüften Maßnahmenbündeln) verwendet werden, desto genauer ist die Berechnung der bestenfalls erreichbaren Effizienz.

Die endgültige Auswahl der Maßnahmenbündel/Varianten wird wahrscheinlich ein iterativer Prozess sein, bei dem sich nach den ersten Berechnungen zu den ausgewählten Maßnahmenbündeln/Varianten die Notwendigkeit der Ergänzung durch weitere Maßnahmenbündel ergibt, damit ermittelt werden kann, an welchen Punkten und aus welchem Grund die Gesamtkosten plötzlich sprunghaft steigen. In diesem Zusammenhang kann es notwendig werden, ein zusätzliches Maßnahmenbündel zu definieren, um herauszufinden, welche Technologie für die höheren Gesamtkosten verantwortlich ist.

Für die Beschreibung der einzelnen Maßnahmenbündel/Varianten sind Informationen über die Gesamtenergieeffizienz erforderlich. Tabelle 3 des Berichtsmusters im Anhang der Verordnung enthält einen Überblick über die grundlegenden technischen Parameter, die für eine Gesamtenergieeffizienzberechnung notwendig sind.

Den Mitgliedstaaten wird empfohlen, bei der Festlegung der nationalen Berechnungsmethode darauf zu achten, dass durch die Reihenfolge der definierten Maßnahmen/Maßnahmenbündel/Varianten das Ergebnis nicht im Voraus festgelegt wird. Die Mitgliedstaaten sollten somit möglichst Vorschriften vermeiden, nach denen z. B. eine Maßnahme für die Gebäudehülle immer zuerst anzuwenden ist und eine Maßnahme für ein Gebäudesystem immer im Anschluss daran.

#### **4.1. Mögliche Energieeffizienzmaßnahmen und Maßnahmen auf der Grundlage erneuerbarer Energiequellen (sowie deren Maßnahmenbündel und Varianten)**

Zahlreiche Maßnahmen können im Hinblick auf die Berechnungen als Ausgangspunkt für die Festlegung von Maßnahmen/Maßnahmenbündeln/Varianten dienen. Die nachstehende Liste ist nicht erschöpfend. Die Maßnahmen sind ferner je nach Land und klimatischen Bedingungen unterschiedlich gut geeignet.

Vor dem Hintergrund des Artikels 9 der Richtlinie 2010/31/EU und deren Definition von Niedrigstenergiegebäuden, die sowohl Energieeffizienz als auch erneuerbare Energiequellen umfasst, sind bei den Berechnungen auch Maßnahmen auf der Grundlage erneuerbarer Energiequellen zu berücksichtigen. Solche Maßnahmen werden insbesondere im Hinblick auf die Niedrigstenergieanforderungen des Artikels 9 der Richtlinie 2010/31/EU erforderlich werden und könnten bereits zuvor kostenoptimale Lösungen darstellen.

Die nachstehende Liste bietet ausschließlich Anhaltspunkte für Maßnahmen, die berücksichtigt werden können.

##### Gebäudestruktur:

- Bau sämtlicher Wände neuer Gebäude oder zusätzliche Dämmung bestehender Wände <sup>(1)</sup>
- Bau des gesamten Daches neuer Gebäude oder zusätzliche Dämmung bestehender Dächer
- Dämmung aller Platten neuer Gebäude oder zusätzliche Dämmung bestehender Platten
- alle Teile der Bodenkonstruktion und des Fundaments, die von denen des Referenzgebäudes abweichen, oder zusätzliche Dämmung des bestehenden Bodens

<sup>(1)</sup>) Normalerweise variiert die Dicke der Dämmungsschicht stufenweise. Gewöhnlich gibt es für jede Gebäudekomponente eine maximale Dicke, und der entsprechende in den nationalen Rechtsvorschriften/technischen Normen vorgeschriebene bzw. empfohlene U-Wert ist zu beachten. Eine Dämmung kann innen oder außen oder beidseitig sowie an unterschiedlichen Stellen in den Wänden vorgenommen werden (das Risiko der Kondensation im Bauteilinneren oder an der Oberfläche ist zu berücksichtigen).

- höhere Wärmeträger durch Einsatz von Materialien für exponierte Massivbauten im Gebäudeinneren (nur für bestimmte klimatische Bedingungen)
- bessere Tür- und Fensterrahmen
- besserer Sonnenschutz (fest installiert oder mobil, manuell betätigt oder automatisch, Fensterfolie)
- bessere Luftdichtheit (maximale Luftdichtheit nach dem Stand der Technik)
- Gebäudeausrichtung und Sonnenexposition (nur bei Neubauten anwendbar)
- Veränderung des Anteils durchsichtiger/undurchsichtiger Oberflächen (Optimierung des Verhältnisses verglaste Fläche/Fassade)
- Öffnungen für die Nachtlüftung (Querlüftung oder Kaminlüftung).

Systeme:

- Installation oder Verbesserung des Heizsystems (auf der Grundlage fossiler oder erneuerbarer Energieträger, mit Brennwertkesseln, Wärmepumpen usw.) an allen Orten
- Überwachungs- und Messgeräte zur Regelung der Raum- und Wassertemperatur
- Installation oder Verbesserung des Warmwasserversorgungssystems (auf der Grundlage fossiler oder erneuerbarer Energieträger)
- Installation oder Verbesserung der Lüftung (mechanisch mit Wärmerückgewinnung, natürlich, mechanisch ausgeglichen, Abluftanlage)
- Installation oder Verbesserung aktiver oder hybrider Kühlssysteme (z. B. Erdwärmetauscher, Kältemaschine)
- bessere Nutzung des Tageslichts
- aktive Beleuchtungssysteme
- Installation oder Verbesserung photovoltaischer Systeme
- Energieträgerwechsel bei einem System
- Auswechseln von Pumpen und Ventilatoren
- Dämmung von Rohren
- (mit unterschiedlichen Energieträgern) direkt beheizte Wassererwärmer oder indirekt beheizte Wasserspeicher (mit Solarthermie kombinierbar)
- Solarheizungs- (und -kühlungs)anlagen unterschiedlicher Größe
- intensive Nachtlüftung (für massiv gebaute Nichtwohngebäude, nur unter bestimmten klimatischen Bedingungen)
- Mikro-Kraft-Wärme-Kopplung (mit unterschiedlichen Energieträgern)
- Wichtig: In der Nähe erzeugte Energie aus erneuerbaren Quellen (z. B. durch KWK, Fernwärme und Fernkälte) darf nur dann berücksichtigt werden, wenn Energieerzeugung und Energieverbrauch eines bestimmten Gebäudes eng miteinander verknüpft sind.
- alternative Systeme wie die in Artikel 6 der Richtlinie 2010/31/EU genannten, einschließlich dezentraler Versorgungssysteme, Fernwärme, Kraft-Wärme-Kopplung u. a.

Bewährte Varianten:

- bestehende Maßnahmenbündel/Varianten, die z. B. durch nationale Umweltzeichen gekennzeichnet sind, oder sonstige bewährte Niedrig- oder Nahe-Null-Energie-Gebäude wie Passivhäuser.

Es ist wichtig, bestehende Varianten nicht als die einzige kostenoptimale Lösung vorauszusetzen, auch wenn sie sich in der Vergangenheit als kosteneffizient oder sogar kostenoptimal erwiesen haben.

#### 4.2. Methoden zur Verringerung der Anzahl an Kombinationen und somit an Berechnungen

Eine der Hauptherausforderungen der Berechnungsmethode ist es, sicherzustellen, dass einerseits alle Maßnahmen mit möglichen Auswirkungen auf den Primär- bzw. Endenergieverbrauch eines Gebäudes berücksichtigt werden und andererseits der Berechnungsaufwand verhältnismäßig und zu bewältigen ist. Die Anwendung mehrerer Varianten auf mehrere Referenzgebäude kann Tausende von Berechnungen erfordern. Bei Probeläufen der Kommission hat sich jedoch herausgestellt, dass die Anzahl der auf jedes Referenzgebäude angewandten Maßnahmenbündel/Varianten, für die Berechnungen angestellt werden, **nicht weniger als 10 (plus Bezugsfall)** betragen sollte.

Um die Zahl der Berechnungen niedrig zu halten, können verschiedene Methoden angewendet werden. So kann die Datenbank der Energieeffizienzmaßnahmen als Matrix ausgelegt werden, bei der Maßnahmen mit sich gegenseitig ausschließenden Technologien herausfallen, so dass sich die Zahl der Berechnungen verringert. So muss eine Wärmepumpe für die Raumheizung nicht in Kombination mit einem hocheffizienten Raumheizungskessel bewertet werden, da diese Optionen sich nicht ergänzen, sondern gegenseitig ausschließen. Die möglichen Energieeffizienzmaßnahmen und Maßnahmen auf der Grundlage erneuerbarer Energieträger (sowie Bündel und Varianten dieser Maßnahmen) können ebenfalls in einer Matrix dargestellt werden, wobei nicht umsetzbare Kombinationen gestrichen werden.

Normalerweise werden die in einem Land für ein bestimmtes Referenzgebäude repräsentativsten Technologien zuerst genannt. Nachweislich im Hinblick auf die Gesamtenergieeffizienz wirksame Varianten sind hier als Gesamtlösung für das Erreichen des Ziels anzusehen, das in Form von zu erfüllenden Kriterien (auch in Bezug auf Primärenergie aus nicht erneuerbaren Quellen) formuliert wird.

Zur Darstellung der Wirkung bestimmter Maßnahmen und ihrer Kombinationen sind stochastiche Methoden der Gesamtenergieeffizienzberechnung sinnvoll. Auf dieser Grundlage lässt sich eine begrenzte Anzahl von Kombinationen der vielversprechendsten Maßnahmen ermitteln.

#### 4.3. Innenraum-Luftqualität und sonstige für die Behaglichkeit relevante Aspekte

Wie in Anhang I Nummer 2 Absatz 6 der Verordnung gefordert, müssen die für die Berechnungen ausgewählten Maßnahmen mit den grundlegenden Anforderungen an Bauprodukte (Verordnung (EU) Nr. 305/2011) und die Innenraumluftqualität — entsprechend den nationalen und EU-Vorschriften — vereinbar sein. Die Kostenoptimalitätsberechnung muss außerdem so geplant werden, dass Unterschiede bei der Luftqualität und der Behaglichkeit erkennbar sind. Bei einer schwerwiegenden Beeinträchtigung der Innenraumluftqualität und anderer Aspekte kann eine Maßnahme auch von den Berechnungen und der Festlegung der Anforderungen in einem Mitgliedstaat ausgeschlossen werden.

Im Zusammenhang mit der Innenraumluftqualität wird normalerweise eine Mindest-Luftaustauschrate festgesetzt. Die Lüftungsrate kann von der Lüftungsart (natürliche Lüftung, ausgeglichene Lüftung) abhängig sein und mit dieser variieren.

Im Hinblick auf das Behaglichkeitsniveau im Sommer kann es insbesondere in südlichen Klimazonen sinnvoll sein, die passive Kühlung durch eine entsprechende Auslegung der Gebäude bewusst zu berücksichtigen. Die Berechnungsmethode wäre dann so zu konzipieren, dass für jede Maßnahme/jedes Maßnahmenbündel/jede Variante das Risiko der übermäßigen Erwärmung und die Notwendigkeit eines aktiven Kühlsystems einbezogen wird.

### 5. BERECHNUNG DES AUS DER ANWENDUNG VON MAßNAHMEN UND MAßNAHMENBÜNDELN AUF EIN REFERENZGEBÄUDE RESULTIERENDEN PRIMÄRENERGIEBEDARFS

Mit dem Berechnungsverfahren soll der jährliche Gesamtenergieverbrauch an **Primärenergie** bestimmt werden, unter Einbeziehung von Heizung, Kühlung, Lüftung, Warmwasser und Beleuchtung. Hauptgrundlage hierfür ist Anhang I der Richtlinie 2010/31/EU, der auch in vollem Umfang auf den Rahmen für die Kostenoptimalitätsmethode anwendbar ist.

Nach den Begriffsbestimmungen der Richtlinie 2010/31/EU kann der Stromverbrauch von Haushaltsgeräten und sonstigen an das Stromnetz angeschlossenen Geräten berücksichtigt werden (dies ist jedoch fakultativ).

Den Mitgliedstaaten wird empfohlen, die CEN-Normen zur Berechnung der Gesamtenergieeffizienz heranzuziehen. Der technische Bericht TR 15615 des CEN (Rahmendokument) beschreibt die grundsätzliche Beziehung zwischen der Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden und den europäischen Energienormen. Die Norm EN 15603:2008 enthält eine umfassende Regelung für energetische Berechnungen, einschließlich folgender Definitionen:

Für die Gesamtenergieeffizienz relevante Begriffsbestimmungen der EN 15603:2008:

- **Energiequelle:** Quelle, aus der Nutzenergie entweder direkt oder mittels eines Umformungs- oder Umwandlungsprozesses gewonnen oder rückgewonnen werden kann;
- **Energieträger:** Stoff oder Phänomen, der/das angewendet werden kann, um mechanische Arbeit oder Wärme zu erzeugen oder chemische oder physikalische Prozesse durchzuführen;
- **Anlagengrenze:** Grenze, die sämtliche mit dem Gebäude verbundenen Bereiche (sowohl innerhalb als auch außerhalb des Gebäudes) einschließt, in denen Energie verbraucht oder erzeugt wird;
- **Energiebedarf für Heizung oder Kühlung:** einem klimatisierten Raum zuzuführende oder aus diesem abzuleitende Wärme, um die vorgesehenen Temperaturbedingungen während einer festgelegten Zeitdauer zu erhalten;
- **Energiebedarf für Trinkwarmwasser:** der erforderlichen Menge von Trinkwarmwasser entsprechend bereitzustellende Wärme, um dessen Temperatur von der kalten Netztemperatur auf die vor eingestellte Versorgungstemperatur am Versorgungspunkt zu erhöhen;
- **Energiebedarf für Raumheizung oder -kühlung oder Trinkwarmwasser:** Energiezufuhr zur Heizungs-, Kühlungs- oder Warmwasseranlage, um jeweils dem Energiebedarf für Heizung, Kühlung (...) oder Warmwasseraufbereitung zu genügen;
- **Energiebedarf für Lüftung:** Zufuhr elektrischer Energie zur Lüftungsanlage für Lufttransport und Wärmerückgewinnung (ausschließlich der Energiezufuhr zur Vorerwärmung der Luft) (...);
- **Energiebedarf für Beleuchtung:** Zufuhr elektrischer Energie zur Beleuchtungsanlage;
- **Erneuerbare Energie:** Energie, die aus Quellen gewonnen wird, die durch Nutzung nicht erschöpft werden, wie beispielsweise Sonnenenergie (wärmtechnisch und photovoltaisch), Wind, Wasserkraft, erneuerte Biomasse (diese Definition unterscheidet sich von der Definition in der Richtlinie 2010/31/EU);
- **Endenergie:** Energie, angegeben je Energieträger, die durch die Systemgrenze hindurch an die Technische Gebäudeausrüstung geliefert wird, um den berücksichtigten Verwendungszwecken zu genügen (Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser, Beleuchtung, Geräte usw.) (...);
- **Exportierte Energie:** Energie, angegeben je Energieträger, die durch die Technische Gebäudeausrüstung durch die Systemgrenze hindurch abgegeben und außerhalb der Systemgrenze verbraucht wird;
- **Primärenergie:** Energie, die keinerlei Umformungs- oder Umwandlungsprozessen unterlegen hat.

Nach Anhang I Nummer 3 der Verordnung werden zur Berechnung der Gesamtenergieeffizienz zunächst der Endenergiebedarf für Heizung und Kühlung ermittelt, sodann der Endenergiebedarf für alle Nutzungs- zwecke und zuletzt der Primärenergieverbrauch. Dies bedeutet, dass die Berechnung vom Bedarf (Energiebedarf des Gebäudes) ausgeht und danach zur Quelle (Primärenergie) übergeht. Elektrische Systeme (wie Beleuchtung, Lüftung, Hilfssysteme) und Wärmesysteme (Heizung, Kühlung, Warmwasser) werden innerhalb der Gebäudegrenzen getrennt behandelt.

Bei der Kostenoptimalitätsmethode wird am Standort erzeugte Energie aus vor Ort verfügbaren erneuerbaren Quellen nicht als bereitgestellte Energie betrachtet, weshalb die in EN 15603:2008 beschriebene Systemgrenze angepasst werden muss.

Im Rahmen der Kostenoptimalitätsmethode können bei einer angepassten Systemgrenze alle Energienutzungszwecke durch einen einheitlichen Indikator für Primärenergieverbrauch ausgedrückt werden. Daher treten aktive Technologien auf der Grundlage erneuerbarer Energieträger in direkte Konkurrenz zu nachfrageseitigen Lösungen, was Zweck und Ziel der Kostenoptimalitätsberechnung entspricht, die Lösung mit den niedrigsten Gesamtkosten zu ermitteln, ohne dass bestimmte Technologien benachteiligt oder bevorzugt behandelt werden.

Dies kann dazu führen, dass bestimmte Maßnahmen auf der Grundlage erneuerbarer Energieträger kosteneffizienter sind als einige Maßnahmen zur Senkung der Energienachfrage. Global gesehen dürfte sich jedoch erweisen, dass Maßnahmen zur Senkung der Energienachfrage kosteneffizienter sind als Maßnahmen, durch die das Angebot an Energie aus erneuerbaren Quellen erhöht wird. Damit dürfte dem Geist der Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (wonach zuerst der Energieverbrauch zu senken ist) Rechnung getragen werden, und die Definition von Niedrigstenergiegebäuden (Gebäude, die eine sehr hohe Gesamtenergieeffizienz aufweisen, wobei der fast bei Null liegende oder sehr geringe Energiebedarf zu einem wesentlichen Teil aus erneuerbaren Quellen gedeckt werden sollte) wird eingehalten.

Möchte ein Mitgliedstaat unbedingt vermeiden, dass aktive Anlagen auf der Grundlage erneuerbarer Energieträger an die Stelle von Maßnahmen zur Senkung der Energienachfrage treten, könnte die Kostenoptimalitätsberechnung schrittweise vorgenommen werden, wobei die Systemgrenze stufenweise auf die vier Stufen der nachstehenden Abbildung erweitert würde: Energiebedarf, Energieverbrauch, bereitgestellte Energie und Primärenergie. So würde klar, auf welche Weise jede Maßnahme/jedes Maßnahmenbündel in Bezug auf Kosten und Energiequelle zur Energieversorgung des Gebäudes beiträgt.

Zur bereitgestellten Energie gehören z. B. Netzstrom, Netzgas, Erdöl oder Pellets (unter Anwendung des jeweiligen Primärenergie-Umrechnungsfaktors), die zur Versorgung der technischen Systeme in das Gebäude transportiert werden.

Es wird empfohlen, bei der Berechnung der Gesamtenergieeffizienz wie folgt vorzugehen:

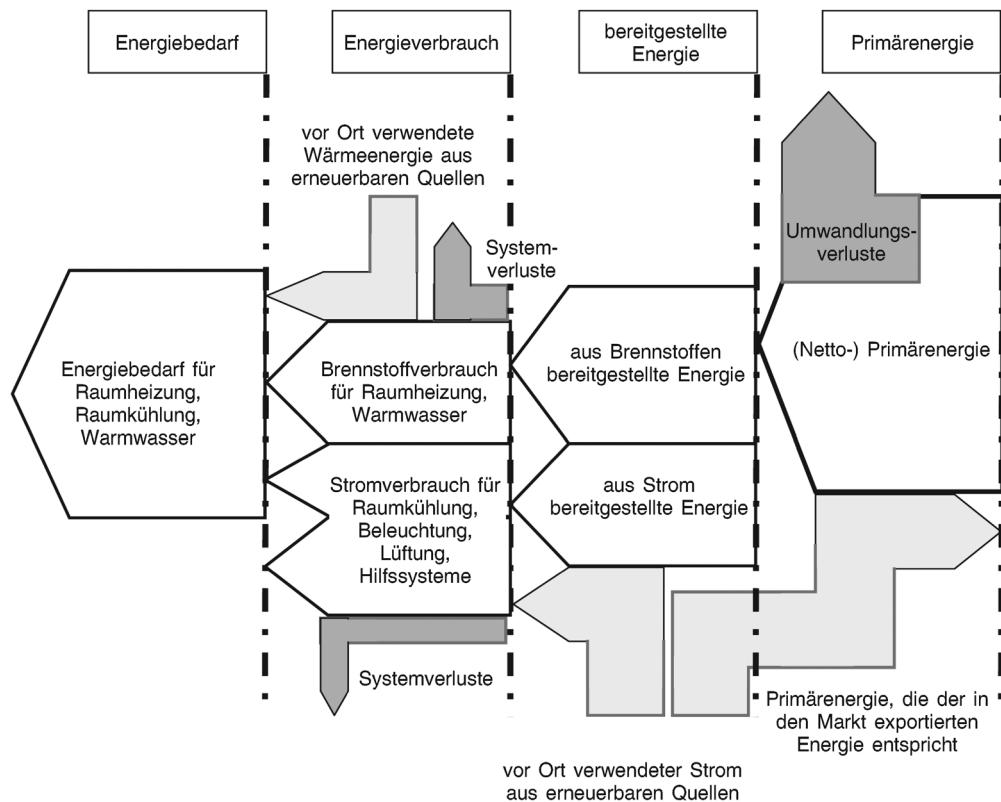
**Berechnung der Gesamtenergieeffizienz vom Nettoenergiebedarf bis zum Primärenergieverbrauch:**

- (1) Berechnung des **Nettobedarfs an Wärmeenergie** des Gebäudes, um den Anforderungen der Nutzer gerecht zu werden. Der Energiebedarf im Winter wird berechnet als Energieverlust durch die Gebäudehülle und durch Lüftung, abzüglich interner Gewinne (durch Geräte, Beleuchtung und Belebung) und „natürlicher“ Energiegewinne (passive Solarheizung, passive Kühlung, natürliche Belüftung usw.).
- (2) Von (1) wird die **Wärmeenergie aus erneuerbaren Quellen**, die vor Ort erzeugt und genutzt wird (z. B. aus Solarkollektoren), abgezogen (¹).
- (3) Für jeden Endverwendungszweck (Raumheizung und -kühlung, Warmwasser, Beleuchtung, Lüftung) und für jeden Energieträger (Strom, Brennstoffe) wird der **Energieverbrauch** berechnet, wobei die besonderen Merkmale (jahreszeitbedingte Effizienz) von Erzeugungs-, Verteilungs-, Emissions- und Steuerungssystemen zu beachten sind.
- (4) Vom Stromverbrauch wird der **Strom aus erneuerbaren Quellen**, der vor Ort erzeugt und genutzt wird (z. B. aus Photovoltaik-Modulen), abgezogen.
- (5) Die **bereitgestellte Energie** wird für jeden Energieträger als die Summe des Energieverbrauchs (der nicht aus erneuerbaren Quellen gedeckt wird) berechnet.
- (6) Die **Primärenergie**, die sich aus der bereitgestellten Energie ergibt, wird auf der Grundlage der nationalen Umrechnungsfaktoren berechnet.
- (7) Es wird ferner die Primärenergie berechnet, die der **in den Markt exportierten Energie** (die z. B. aus erneuerbaren Energieträgern oder durch Kraft-Wärme-Kopplung vor Ort erzeugt wurde) entspricht.
- (8) Die **Primärenergie** errechnet sich als Differenz zwischen den beiden zuvor berechneten Mengen: (6)–(7).

(¹) Demnächst wird die Kommission im Rahmen der Richtlinie 2009/28/EG des Europäischen Parlaments und des Rates (Abl. L 140 vom 5.6.2009, S. 16). eine Methode für die Berücksichtigung der Energie von Wärmepumpen zur Verfügung stellen.

Abbildung 1

## Schematische Darstellung der Berechnung

**Damit die Ergebnisse zuverlässig sind, wird empfohlen,**

- die Berechnungsmethode klar zu definieren, auch im Verhältnis zu nationalen Rechtsvorschriften,
- eindeutig die Grenzen des Systems festzulegen, das für die Gesamtenergieeffizienzberechnung zu grunde gelegt wird,
- für die Berechnungen das Jahr in mehrere Berechnungsschritte zu unterteilen (z. B. Monate, Stunden usw.), bei den Berechnungen für die einzelnen Schritte von dem jeweiligen Schritt abhängige Werte zu verwenden und den Energieverbrauch aller Schritte für das Jahr zu addieren,
- den **Energiebedarf für Warmwasser** entsprechend der Norm EETS-Nutzer 15316-3-1:2007 zu veranschlagen,
- den **Energieverbrauch für die Beleuchtung** anhand des Schnellverfahrens der Norm EN 15193:2007 oder anhand detaillierterer Methoden zu berechnen,
- die Norm EN 15241:2007 bei der Berechnung des **Energieverbrauchs für die Lüftung** als Referenz zu verwenden,
- gegebenenfalls die Wirkung einer integrierten Steuerung mehrerer Systeme im Einklang mit der Norm EN 15232 zu berücksichtigen.

Im Hinblick auf den **Energiebedarf für Heizung und Kühlung** ist die Energiebilanz des Gebäudes und seiner Systeme zugrunde zu legen. Nach EN ISO 13790 besteht das Berechnungsverfahren im Wesentlichen aus folgenden Schritten:

- Wahl des Berechnungsverfahrens,
- Festlegung der Grenzen und Wärmezonen des Gebäudes,
- Festlegung der Innenraumbedingungen und der externen Eingangsdaten (Wetter),
- Berechnung des Energiebedarfs für jeden Zeitschritt und jede Zone,

- Abzug der rückgewonnenen Systemverluste vom Energiebedarf,
- Berücksichtigung der Wechselwirkungen zwischen Zonen und/oder Systemen.

Für den ersten und den letzten Schritt werden in den CEN-Normen unterschiedliche Methoden vorgeschlagen:

- drei Berechnungsverfahren:
  - ein vollständig vorgeschriebenes, quasi-stationäres Monats-Berechnungsverfahren,
  - ein vollständig vorgeschriebenes einfaches Verfahren für die dynamische stündliche Berechnung,
  - Berechnungsverfahren für die detaillierte (z. B. stündliche) dynamische Simulation.
- zwei unterschiedliche Konzepte für die Berücksichtigung der Wechselwirkungen zwischen einem Gebäude und seinen Systemen:
  - ganzheitliches Konzept (die Wirkung aller Wärmegewinne eines Gebäudes und seiner gebäudetechnischen Systeme werden in die Berechnung des Energiebedarfs für Heizung und Kühlung einbezogen);
  - vereinfachtes Konzept (rückgewonnene Systemwärmeverluste — ermittelt durch Multiplikation der rückgewinnbaren Systemwärmeverluste mit einem festen vereinbarten Rückgewinnungsfaktor — werden unmittelbar von den Wärmeverlusten jedes berücksichtigten gebäudetechnischen Systems abgezogen).

Um bei der Kostenoptimalitätsberechnung zuverlässige Ergebnisse zu erreichen, wird empfohlen,

- die Berechnungen anhand eines dynamischen Verfahrens durchzuführen,
- Rahmenbedingungen und Referenznutzungsmuster im Einklang mit den Berechnungsverfahren festzulegen, die für alle Berechnungsreihen für ein bestimmtes Referenzgebäude gelten,
- die Quelle der verwendeten Wetterdaten anzugeben,
- die thermische Behaglichkeit mit Bezug auf die Innenraum-Betriebstemperatur (z. B. 20 °C im Winter und 26 °C im Sommer) und die Ziele zu definieren, und zwar für alle Berechnungsreihen für ein bestimmtes Referenzgebäude.

Ferner wird vorgeschlagen,

- die Wechselwirkungen zwischen einem Gebäude und seinen Systemen nach dem ganzheitlichen Konzept zu berücksichtigen,
- die Wirkung von Strategien für die Tagesbeleuchtung (durch Nutzung des natürlichen Lichts) anhand dynamischer Simulationsverfahren zu prüfen,
- den Stromverbrauch der Geräte anzugeben.

Für die Berechnung des **Energieverbrauchs** für Raumheizung, Warmwasser und Raumkühlung sowie der Energieerzeugung (Wärme und Strom) aus erneuerbaren Quellen ist die jahreszeitbedingte Effizienz der Systeme zu bestimmen oder eine dynamische Simulationsmethode zu verwenden. Folgende CEN-Normen können als Referenz verwendet werden:

- Raumheizung: EN 15316-1, EN 15316-2-1, EN 15316-4-1, EN 15316-4-2;
- Warmwasser: EN 15316-3-2, EN 15316-3-3;
- Klimaanlagen: EN 15243;
- Wärmeenergie aus erneuerbaren Quellen: EN 15316-4-3;
- Strom aus erneuerbaren Quellen: EN 15316-4-6;
- Kraft-Wärme-Kopplung: EN 15316-4-4;
- Fernwärme- und großvolumige Systeme: EN 15316-4-5;
- Biomasse-Verbrennungsanlagen: EN 15316-4-7.

Fernwärme und -kühlung und die dezentrale Energieversorgung können ähnlich behandelt werden wie Strom, der von außerhalb der Systemgrenze geliefert wird; ihnen würde ein spezifischer Primärenergiefaktor zugeordnet. Die Festlegung der Primärenergiefaktoren gehört nicht zum Gegenstand dieser Leitlinien zur Kostenoptimalität. Sie sind separat zu bestimmen.

Zur Berechnung der **Primärenergie** sollten die jeweils jüngsten nationalen Umrechnungsfaktoren verwendet werden, wobei auch Anhang II der Richtlinie 2006/32/EG<sup>(1)</sup> zu berücksichtigen ist. Die Umrechnungsfaktoren sind der Kommission im Rahmen der Berichterstattung nach Artikel 5 der Richtlinie 2010/31/EU und Artikel 6 der Verordnung mitzuteilen.

**Berechnungsbeispiel:**

Gegeben sei ein Bürogebäude in Brüssel mit folgendem jährlichem Energiebedarf:

- 20 kWh/(m<sup>2</sup> a) für Raumheizung,
- 5 kWh/(m<sup>2</sup> a) für Warmwasser,
- 35 kWh/(m<sup>2</sup> a) für Raumkühlung,

und mit folgendem jährlichem Energieverbrauch:

- 7 kWh/(m<sup>2</sup> a) an Strom für Belüftung,
- 10 kWh/(m<sup>2</sup> a) an Strom für Beleuchtung,

Das Gebäude verfügt über einen Gasheizungskessel (Raumheizung und Warmwasser) mit einer jahreszeitbedingten Effizienz von insgesamt 80 %. Im Sommer wird ein mechanisches Kühlungssystem verwendet; die jahreszeitbedingte Effizienz des gesamten Kühlungssystems (Erzeugung, Verteilung, Emission, Steuerung) beträgt 175 %. Installierte Solarkollektoren liefern thermische Energie für Warmwasser (3 kWh/(m<sup>2</sup> a)), ein photovoltaisches System liefert 15 kWh/(m<sup>2</sup> a), von denen 6 kWh im Gebäude verbraucht und 9 kWh in das Netz eingespeist werden. Bei Strom wird für bereitgestellte Energie/Primärenergie ein Umrechnungsfaktor von 0,4 angenommen (Primärenergie/bereitgestellte Energie: 2,5).

Ergebnisse der Energieberechnungen:

- Brennstoffverbrauch für Raumheizung: 25 kWh/(m<sup>2</sup> a): 20/0,80;
- Brennstoffverbrauch für Warmwasser: 2,5 kWh/(m<sup>2</sup> a): (5-3)/0,80;
- Stromverbrauch für Raumkühlung: 20 kWh/(m<sup>2</sup> a): 35/1,75;
- bereitgestellte Brennstoffe: 27,5 kWh/(m<sup>2</sup> a): 25 + 2,5;
- bereitgestellter Strom: 31 kWh/(m<sup>2</sup> a): 7 + 10 + 20 - 6;
- Primärenergie 105 kWh/(m<sup>2</sup> a): 27,5 + (31/0,4);
- Primärenergie, die der in den Markt exportierten Energie entspricht: 22,5 kWh/(m<sup>2</sup> a): 9/0,4;
- Netto-Primärenergie: 82,5 kWh/(m<sup>2</sup> a): 105 - 22,5.

## 6. BERECHNUNG DER GESAMTKOSTEN ALS KAPITALWERT FÜR JEDES REFERENZGEBÄUDE

Gemäß Anhang III der Richtlinie 2010/31/EU und Anhang I Nummer 4 der Verordnung stützt sich der Rahmen für die Kostenoptimalitätsmethode auf die Methode der Gesamtkosten als Kapitalwert.

Bei der Berechnung der Gesamtkosten werden die Anfangsinvestitionskosten, die Summe der jährlichen Kosten für die einzelnen Jahre und der Endwert sowie gegebenenfalls Entsorgungskosten berücksichtigt, jeweils bezogen auf das Ausgangsjahr. Zur Berechnung des makroökonomischen Kostenoptimums wird die Kategorie der Gesamtkosten durch eine weitere Kategorie ergänzt: die Kosten der Treibhausgasemissionen, die definiert werden als monetärer Wert der durch CO<sub>2</sub>-Emissionen aufgrund des Energieverbrauchs in einem Gebäude verursachten Umweltschäden.

Aus der Berechnung der Gesamtkosten ergibt sich der Kapitalwert der in einem bestimmten Berechnungszeitraum angefallenen Kosten, wobei der Restwert von Ausrüstung mit einer längeren Lebensdauer berücksichtigt wird. Prognosen für Energiekosten und Zinssätze können sich auf den Berechnungszeitraum beschränken.

<sup>(1)</sup> Die Kommission hat am 22. Juni 2011 einen Vorschlag für eine Überarbeitung der Energiedienstleistungsrichtlinie vorgelegt (KOM 2011(370) endg.). Die Umrechnungsfaktoren sind in Anhang IV des Vorschlags enthalten.

Die Methode auf der Basis der Gesamtkosten hat den Vorteil, dass im Gegensatz zu einer Annuitätsmethode ein einheitlicher Berechnungszeitraum (bei dem Ausrüstung mit langer Lebensdauer über seinen Restwert berücksichtigt wird) zugrunde gelegt und die Lebenszykluskostenrechnung, die ebenfalls auf dem Kapitalwert beruht, verwendet werden kann.

Der Begriff der „Gesamtkosten“ stammt aus der Norm EN 15459 und entspricht der in der Literatur im Allgemeinen als „Lebenszykluskostenrechnung“ bezeichneten Methode.

Die Gesamtkostenmethode gemäß der Verordnung umfasst ausschließlich Energiekosten (z. B. keine Kosten für Wasser), da sie der Richtlinie 2010/31/EU folgt. Das Gesamtkostenkonzept entspricht daher einer vollständigen Lebenszyklusanalyse nicht völlig; bei dieser würden sämtliche Umweltauswirkungen des gesamten Lebenszyklus berücksichtigt, einschließlich der sogenannten „grauen Energie“. Die Mitgliedstaaten können jedoch die Methode bis hin zu einer vollständigen Lebenszykluskostenrechnung erweitern und hierfür auch **die** Normen EN ISO 14040, 14044 und 14025 heranziehen.

### 6.1. Das Konzept der Kostenoptimalität

Nach der Richtlinie 2010/31/EU müssen die Mitgliedstaaten kostenoptimale Niveaus von Mindestanforderungen an die Gesamtenergieeffizienz berechnen. Die Methode richtet sich an die nationalen Behörden (*nicht* an die Investoren), und das kostenoptimale Niveau wird nicht in jedem Einzelfall, sondern im Hinblick auf die Festlegung allgemein gültiger Regelungen auf nationaler Ebene berechnet. Es wird für die Investoren zahlreiche kostenoptimale Niveaus geben, in Abhängigkeit von den jeweiligen Gebäuden sowie der Perspektive und den Erwartungen der Investoren in Bezug auf akzeptable Investitionsbedingungen. Daher ist darauf hinzuweisen, dass die ermittelten kostenoptimalen Niveaus nicht für alle Investor-/Gebäudekombinationen optimal sein werden. Mit einem soliden Konzept für die Ermittlung der Referenzgebäude können die Mitgliedstaaten jedoch sicherstellen, dass die vorgeschriebenen Anforderungen für die Mehrheit der Gebäude geeignet sind.

Man sollte zwar die besondere Situation vermieteter Gebäude berücksichtigen, z. B. im Zusammenhang mit dem Problem der divergierenden Anreize oder mit Situationen, in denen die Miete festgelegt ist und nicht über ein bestimmtes Niveau angehoben werden kann (u. a. aus sozialpolitischen Gründen). Es ist jedoch nicht erstrebenswert, unterschiedliche Anforderungen festzulegen, je nachdem, ob ein Gebäude vermietet ist oder nicht, denn der Status der Bewohner ist unabhängig von dem Gebäude, das Gegenstand der Berechnungen ist.

Es kann allerdings Investorengruppen geben, die aus einer Investition auf der Grundlage voller Kostenoptimalität keinen umfassenden Nutzen ziehen können. Dieses Problem, das häufig als „Mieter-Vermieter-Dilemma“ bezeichnet wird, muss von den Mitgliedstaaten im Rahmen umfassender sozialpolitischer und auf die Energieeffizienz ausgerichteter Ziele behandelt werden, nicht jedoch im Rahmen der Kostenoptimalitätsmethode. Die Behörden der Mitgliedstaaten können aber durch die Berechnungen Informationen zur Finanzierungslücke bei bestimmten Investorengruppen erhalten, die Grundlage für politische Entscheidungen sein können. So können sich aus dem Unterschied zwischen dem Kostenoptimum auf makroökonomischer Ebene und dem Kostenoptimum auf finanzieller Ebene Hinweise auf die erforderliche Finanzierung und eine gegebenenfalls noch notwendige finanzielle Unterstützung ergeben, durch die Investitionen in Energieeffizienz für Investoren wirtschaftlich interessant würden.

Abgesehen davon, dass es unterschiedliche (vielleicht sogar zahlreiche) individuelle Perspektiven und Investitionserwartungen gibt, geht es auch darum, ob Kosten und Nutzen in engerem oder weiterem Sinne berücksichtigt werden. Zählen ausschließlich die unmittelbaren Kosten und Vorteile einer Investitionsentscheidung (z. B. aus der finanziellen Perspektive), oder werden auch indirekte Kosten und Vorteile („Externalitäten“) einbezogen, die sich aus einer Investition in Energieeffizienz für andere Marktakteure als den Investor ergeben (makroökonomische Perspektive)? Die Argumentationsweise bei beiden Perspektiven ist unterschiedlich, und es ergeben sich jeweils Informationen zu unterschiedlichen Aspekten.

Mit Berechnungen auf makroökonomischer Ebene sollen die Einführung von Mindestanforderungen an die Gesamtenergieeffizienz vorbereitet und Informationen hierfür ermittelt werden. Dies geschieht aus einer Perspektive des Allgemeineresses, wobei die Investition in Energieeffizienz und die damit verbundenen Kosten und Vorteile gegen politische Alternativen abgewogen und Externalitäten berücksichtigt werden. Investitionen in die Energieeffizienz von Gebäuden werden mit anderen politischen Maßnahmen zur Verringerung des Energieverbrauchs, der Abhängigkeit von Energieimporten und der CO<sub>2</sub>-Emissionen verglichen. Eine solche umfassendere Sicht der Investitionen passt auch recht gut zu dem Prinzip, die Primärenergie als „Rechnungseinheit“ der Gesamtenergieeffizienz zu verwenden; bei einer rein privaten Investitionsperspektive könnte man sich auf die Primärenergie oder auf die bereitgestellte Energie stützen.

In der Praxis wird es allerdings unmöglich sein, sämtliche direkten und indirekten Vorteile für die Gesellschaft zu berücksichtigen, denn einige sind immateriell, nicht quantifizierbar oder nicht monetär auszudrücken. Für einige externe Vorteile und Kosten existieren jedoch anerkannte Quantifizierungs- und Kostenkonzepte, mittels derer sie erfasst werden können.

Durch die mikroökonomische Perspektive werden für den Investor bestimmte Grenzen ersichtlich, wenn z. B. strengere Energieeffizienzanforderungen aus gesellschaftlicher Sicht wünschenswert, für ihn jedoch nicht kosteneffizient sind.

Gemäß der Verordnung müssen die Mitgliedstaaten die Kostenoptimalitätsberechnungen einmal auf makroökonomischer Ebene (unter Ausschluss aller Steuern (wie der MWSt.), Subventionen und Anreize, jedoch einschließlich der CO<sub>2</sub>-Kosten) und einmal auf finanzieller Ebene anstellen (unter Einbeziehung der vom Endverbraucher zu entrichtenden Preise, einschließlich Steuern und gegebenenfalls Subventionen, jedoch ausschließlich zusätzlicher Kosten für die Verringerung der Treibhausgasemissionen).

**Hinweis:** Nach Durchführung beider Berechnungen obliegt es den Mitgliedstaaten, zu entscheiden, welche Berechnungsweise der nationalen Kostenoptimalitätsbenchmark zugrunde zu legen ist.

Was die Berechnung des Kostenoptimums auf makroökonomischer Ebene angeht, schreibt die Verordnung die Berücksichtigung der Treibhausgasemissionen in der Weise vor, dass die Summe der jährlichen Treibhausgasemissionen mit den voraussichtlichen Preisen pro Tonne CO<sub>2</sub>-Äquivalent der in jedem Jahr ausgestellten Treibhausgasemissionszertifikate multipliziert wird; dabei werden entsprechend den aktuellen Prognosen für die CO<sub>2</sub>-Preise des EHS in den Szenarios der Kommission als Mindest-Untergrenze zunächst 20 EUR pro Tonne CO<sub>2</sub>-Äquivalent bis 2025, 35 EUR pro Tonne bis 2030 und 50 EUR pro Tonne nach 2030 zu konstanten und realen Preisen des Jahres 2008 angesetzt, die an das jeweilige Berechnungsdatum und die gewählte Berechnungsmethode anzupassen sind.

Bei jeder Überprüfung der Kostenoptimalitätsberechnungen sind aktualisierte Szenarios zu berücksichtigen. Es steht den Mitgliedstaaten frei, höhere CO<sub>2</sub>-Kosten anzusetzen als die Mindestwerte, etwa die in der Richtlinie 2009/33/EG (<sup>1</sup>) (Anhang, Tabelle 2) vorgeschlagenen 0,03–0,04 EUR je kg.

Es steht den Mitgliedstaaten auch frei, die Kategorie der Treibhausgasemissionen auszuweiten, so dass nicht nur CO<sub>2</sub>-Emissionen erfasst werden, sondern eine breitere Palette an Umweltschadstoffen berücksichtigt wird, wiederum im Einklang mit der Richtlinie 2009/33/EG (Anhang, Tabelle 2, s. unten).

Derzeit werden als Mindestumweltkosten je Emissionseinheit für die Berechnung der Umweltkosten folgende Werte vorgegeben:

NO <sub>x</sub>	Nichtmethan Kohlenwasserstoffe	Partikel
0,0044 EUR/g	0,001 EUR/g	0,087 EUR/g

Bei der Berechnung aus finanzieller Perspektive sind normalerweise Förderregelungen (ebenso wie Steuern und Subventionen) zu berücksichtigen, damit sie der tatsächlichen finanziellen Situation entspricht. Da solche Regelungen häufig einem raschen Wandel unterliegen, können die Mitgliedstaaten die Berechnungen jedoch auch ohne Einbeziehung der Subventionen vornehmen, um die Situation aus der Sicht eines privaten Investors zu ermitteln.

Die Berechnungen aus finanzieller Perspektive können ferner dadurch vereinfacht werden, dass die MWSt. bei allen Kostenkategorien der Gesamtkostenberechnung ausgenommen wird, wenn in einem Mitgliedstaat keine Subventionen und Förderregelungen auf der Grundlage der MWSt. existieren. Mitgliedstaaten, die bereits über Fördermaßnahmen auf MWSt.-Grundlage verfügen oder solche einführen wollen, sollten die MWSt. als Element in alle Kostenkategorien aufnehmen, so dass die Fördermaßnahmen bei den Berechnungen berücksichtigt werden können.

## 6.2. Kostenkategorisierung

Nach Anhang I Nummer 4 der Verordnung müssen die Mitgliedstaaten die folgenden grundlegenden Kostenkategorien verwenden: Anfangsinvestitionskosten, laufende Kosten (einschließlich Energiekosten und Kosten für das regelmäßige Ersetzen von Komponenten) und gegebenenfalls Entsorgungskosten. Bei den Berechnungen auf makroökonomischer Ebene werden außerdem die Kosten der Treibhausgasemissionen berücksichtigt.

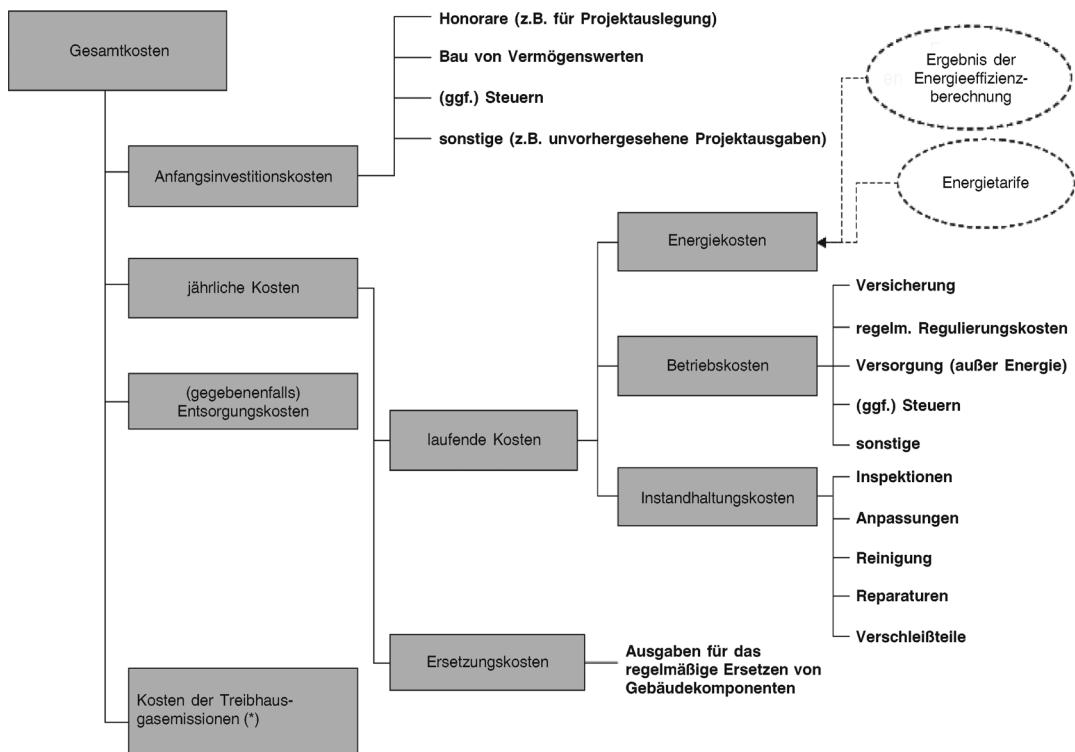
Aufgrund ihrer Bedeutung im vorliegenden Kontext werden die Energiekosten als separate Kostenkategorie aufgeführt, obwohl sie normalerweise Teil der Betriebskosten sind. Ferner werden die Kosten für Ersetzungen nicht als Teil der Instandhaltungskosten angesehen (wie es in anderen Kostenstrukturen zum Teil der Fall ist), sondern als eigene Kostenkategorie.

Diese Kategorisierung der Kosten im Hinblick auf die Berechnung der kostenoptimalen Niveaus von Mindestanforderungen stützt sich auf die Norm EN 15459. Sie weicht geringfügig von den Kostenkategorisierungssystemen ab, die normalerweise für Lebenszykluskostenrechnungen verwendet werden (siehe ISO-Norm 15686-5:2008 „Hochbau und Bauwerke — Planung der Lebensdauer — Teil 5: Kostenberechnung für die Gesamtlebensdauer“). Nachstehend eine zusammenfassende Darstellung der anzuwendenden Kostenkategorien.

(<sup>1</sup>) Richtlinie 2009/33/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. April 2009 über die Förderung sauberer und energieeffizienter Straßenfahrzeuge (Abl. L 120 vom 15.5.2009, S. 5).

Abbildung 2

## Kostenkategorisierung nach dem Rahmen für die Methode



(\*) ausschließlich für Berechnungen auf makroökonomischer Ebene

Die Aufzählung der Kostenkategorien in der Verordnung ist erschöpfend. Werden jedoch weitere Kostenkategorien im Zusammenhang mit der Berechnung der kostenoptimalen Niveaus von Mindestanforderungen für wichtig erachtet (z. B. Kosten im Zusammenhang mit anderen Umweltschadstoffen), können diese einbezogen werden (weitere Einzelheiten sind Nummer 6.1 zu entnehmen).

Die Verordnung beinhaltet im Übrigen keine eigene Kategorie für die Kosten des Kapitals, mit dem Energieeffizienzinvestitionen finanziert werden. Die Mitgliedstaaten können diese jedoch berücksichtigen, z. B. im Rahmen der Kategorie „jährliche Kosten“, um sicherzugehen, dass sie ebenfalls abgezinst werden.

Die Energiekosten basieren auf dem Verbrauch, der Gebäudegröße, den aktuellen Tarifen und Preisprognosen und stehen in unmittelbarem Zusammenhang mit dem Ergebnis der Gesamtenergieeffizienzberechnung, denn sie sind von den Systemmerkmalen des jeweiligen Gebäudes abhängig. Die meisten anderen Kostenfaktoren (Investitionskosten, Instandhaltungskosten, Ersetzungskosten usw.) sind weitgehend bestimmten Gebäudekomponenten zuzurechnen. Daher sind die Gesamtkosten auf der Grundlage einer ausreichenden Differenzierung der Gebäude in einzelne Gebäudekomponenten vorzunehmen, so dass die Unterschiede bei Maßnahmen/Maßnahmenbündeln/Varianten sich im Ergebnis der Gesamtkostenberechnung niederschlagen.

Nicht brennstoffabhängige Betriebs- und Instandhaltungskosten sind häufiger schwieriger einzuschätzen als andere Ausgaben, da die Betriebspfähne von einem Gebäude zum anderen variieren. Sogar zwischen Gebäuden derselben Kategorie gibt es große Unterschiede. Daher kann es erforderlich sein, in einem gewissen Umfang Daten zu sammeln und auszuwerten, um zu realistischen Durchschnittskosten pro Quadratmeter für bestimmte Gebäudekategorien und -unterkategorien zu gelangen.

Mit der Verordnung wird grundsätzlich ein **Gesamtkostenkonzept** vorgeschrieben, sowohl für Neubauten als auch für größere Renovierungen. Dies bedeutet, dass für jede(s) geprüfte, auf ein Referenzgebäude angewandte(s) Maßnahme/Maßnahmenbündel/Variante die vollständigen Bau- oder Renovierungskosten sowie die Kosten der darauffolgenden Nutzung zu berechnen sind. Da das vorrangige Ziel jedoch der Vergleich von Maßnahmen/Maßnahmenbündeln/Varianten ist (und nicht die Beurteilung der Gesamtkosten für Investoren und Gebäudenutzer), können folgende Kostenfaktoren von den Berechnungen ausgenommen werden:

- Kosten für Gebäudekomponenten, die keinen Einfluss auf die Gesamtenergieeffizienz eines Gebäudes haben, z. B.: Kosten für Bodenbelag, Maler-/Tapezierarbeiten usw. (sofern sich bei der Berechnung der Gesamtenergieeffizienz in diesem Zusammenhang keine Unterschiede ergeben);

- Kosten, die bei allen Maßnahmen/Maßnahmenbündeln/Varianten, die für ein bestimmtes Gebäude geprüft werden, gleich sind (auch wenn die entsprechenden Gebäudekomponenten sich auf die Gesamtenergieeffizienz des Gebäudes auswirken oder auswirken könnten). Da diese Kostenfaktoren beim Vergleich der Maßnahmen/Maßnahmenbündel/Varianten keinen Unterschied machen würden, müssen sie nicht berücksichtigt werden. Beispiele wären:
  - bei Neubauten: Erdarbeiten und Fundament, Treppen, Aufzüge usw., wenn diese Kostenfaktoren bei allen geprüften Maßnahmen/Maßnahmenbündeln/Varianten gleich sind;
  - bei größeren Renovierungen: Gerüste, Abbruch usw., wiederum unter der Bedingung, dass bei allen geprüften Maßnahmen/Maßnahmenbündeln/Varianten diesbezüglich keine Unterschiede zu erwarten sind.

Nach der Verordnung ist der Ansatz der sogenannten „Zusatzkostenrechnung“<sup>(1)</sup> nicht zulässig. Eine Zusatzkostenrechnung eignet sich aus folgenden Gründen nicht für die Berechnung der Kostenoptimalität von Mindestanforderungen an die Gesamtenergieeffizienz:

- Die Merkmale des Standardgebäudes beeinflussen die Ergebnisse der Kostenoptimalitätsprüfung.
- der Ansatz der „Zusatzkostenrechnung“ kann den geprüften Maßnahmen/Maßnahmenbündeln/Varianten nicht in vollem Umfang gerecht werden: Zahlreiche Energieeffizienzmaßnahmen sind Teil der Gebäudeauslegung. Dies trifft insbesondere für Maßnahmen zur „passiven Kühlung“ zu, wie die Festlegung des Anteils der Fensterfläche und die Platzierung der Fensterflächen je nach Gebäudeausrichtung, die Aktivierung der thermischen Masse, Maßnahmenbündel für die Nachtkühlung usw. Wendet man das Konzept der „Zusatzkostenrechnung“ an, können Abhängigkeiten zwischen bestimmten Gebäudemerkmalen nur schwer aufgezeigt werden (so erfordert die Wahl einer bestimmten Fassadenart bestimmte statische Voraussetzungen, thermoaktive gebäudetechnische Systeme für Heizung und Kühlung setzen eine bestimmte Nettoenergienachfrage voraus usw.). Sollten all diese potenziellen Abhängigkeiten bei Berechnungen auf der Grundlage der Zusatzkosten berücksichtigt werden, würden diese verwirrend und unklar.
- Bei dem Ansatz der „Zusatzkostenrechnung“ ist eine detaillierte Kostenzuweisung vorzunehmen zwischen den Kosten der Standardrenovierung und den Kosten der zusätzlichen Energieeffizienzmaßnahmen. Diese Unterscheidung ist zuweilen nicht einfach zu treffen.

### 6.3. Erhebung von Kostendaten

Gemäß der Verordnung müssen 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. Dies bedeutet, dass die Kostendaten aus einer der nachstehenden Quellen stammen müssen:

- Bewertung jüngerer Bauprojekte;
- Analyse von Standardangeboten von Bauunternehmen (nicht unbedingt im Zusammenhang mit bereits durchgeföhrten Bauprojekten);
- Nutzung bestehender Kostendatenbanken, die auf einer marktgestützten Erhebung beruhen.

Es ist wichtig, dass bei den Quellen der Kostendaten die Differenzierung gegeben ist, die für einen Vergleich unterschiedlicher Maßnahmen/Maßnahmenbündel/Varianten bei einem bestimmten Referenzgebäude erforderlich ist. Daher können so genannte „Top-down“-Benchmark-Datenbanken wie BKI<sup>(2)</sup> oder OSCAR<sup>(3)</sup>, auf die häufig für grobe Schätzungen der Investitions- und Betriebskosten bei Gebäuden zurückgegriffen wird, für Kostenoptimalitätsberechnungen nicht herangezogen werden, da deren Daten nicht genügend auf die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden ausgerichtet sind. Ihr Differenzierungsgrad ist zu gering, um Kostenabweichungen bei unterschiedlichen Maßnahmen/Maßnahmenbündeln/Varianten berechnen zu können.

<sup>(1)</sup> Bei diesem Konzept wird von einem Standardgebäude (z. B. einem Gebäude, das den geltenden Mindestanforderungen entspricht) ausgegangen, bei dem zusätzliche Maßnahmen ergriffen werden (z. B. bessere Dämmung, Sonnenschutz, Lüftungssystem mit Wärmerückgewinnung usw.). Der Kostenvergleich stützt sich auf die zusätzlichen Investitionskosten und Unterschiede bei den laufenden Kosten.

<sup>(2)</sup> Baukosteninformationszentrum Deutscher Architekten (BKI): Statistische Kostenkennwerte für Gebäude, 2010, [www.baukosten.de](http://www.baukosten.de).

<sup>(3)</sup> Jones Lang LaSalle: Büronebenenkostenanalyse OSCAR 2008, Berlin, 2009. Zu beziehen von: [www.joneslanglasalle.de](http://www.joneslanglasalle.de).

#### 6.4. Abzinsungssatz

Der Abzinsungssatz ist in realen Werten anzugeben (ohne Inflation).

Der Abzinsungssatz, der bei den Berechnungen aus makroökonomischer und finanzieller Perspektive verwendet wird, ist nach Vornahme einer Sensitivitätsanalyse für mindestens zwei unterschiedliche Zinssätze für jede Berechnung festzulegen. Einer der Abzinsungssätze der Sensitivitätsanalyse für die makroökonomische Berechnung muss real 4 % betragen. Dies entspricht den geltenden Kommissionsleitlinien für Folgenabschätzungen (2009), in denen 4 % als sozialer Abzinsungssatz genannt wird<sup>(1)</sup>.

Ein höherer Abzinsungssatz — zumeist höher als 4 %, ohne Inflation und ggf. differenziert nach Wohngebäuden und Nichtwohngebäuden — entspricht einem rein kommerziellen, kurzfristigen Ansatz für die Bewertung von Investitionen. Bei einem niedrigeren Satz — zumeist zwischen 2 % und 4 %, ohne Inflation — werden die Vorteile von Energieeffizienzinvestitionen für die Gebäudenutzer während der gesamten Lebensdauer der Investition genauer aufgezeigt. Die Abzinsungssätze der einzelnen Mitgliedstaaten werden unterschiedlich sein, da sie in gewissem Umfang nicht nur politische Prioritäten (bei der makroökonomischen Berechnung), sondern auch unterschiedliche Finanzierungsrahmenbedingungen und Hypothekenkonditionen widerspiegeln.

Damit der Abzinsungssatz angewendet werden kann, ist normalerweise ein Abzinsungsfaktor zu ermitteln, der für die Gesamtkostenberechnung verwendet wird.  $R_d(i)$ , der Abzinsungsfaktor für das Jahr  $i$  auf der Grundlage des Abzinsungssatzes  $r$ , kann wie folgt berechnet werden:

$$R_d(p) = \left( \frac{1}{1 + r/100} \right)^p$$

wobei

$p$  die Anzahl der Jahre ab dem Anfangszeitraum und

$r$  den realen Abzinsungssatz bezeichnet.

Infolge der Grundsätze der finanziellen Berechnung sind die Gesamtkosten bei Anwendung niedrigerer Abzinsungssätze höher, da künftige Kosten (vor allem Energiekosten) zu einem niedrigeren Satz abgezinst werden, weshalb der Kapitalwert der Gesamtkosten höher liegt.

#### 6.5. Aufstellung grundlegender Kostenelemente, die bei der Berechnung der Anfangsinvestitionskosten bei Gebäuden und Gebäudekomponenten zu berücksichtigen sind

Die nachstehende Aufstellung ist nicht unbedingt umfassend oder auf dem neuesten Stand. Sie enthält ausschließlich Anhaltspunkte für zu berücksichtigende Elemente.

<b>Für die Gebäudehülle</b>	
<b>Dämmung der Gebäudehülle:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Dämmmaterial</li> <li>— zusätzliche Produkte für die Anbringung der Dämmung an der Gebäudehülle (mechanische Befestigungen, Klebestreifen usw.)</li> <li>— Auslegungskosten</li> <li>— Kosten der Anbringung der Dämmung (einschließlich Dampfsperren, Abdichtungsbahnen, Maßnahmen zur Gewährleistung der Luftdichtheit und zur Verringerung der Wirkung von Wärmebrücken)</li> <li>— (gegebenenfalls) energiebezogene Kosten anderer Baumaterialien</li> </ul>	<b>Fenster und Türen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Verglasung und/oder Verbesserung der Verglasung</li> <li>— Rahmen</li> <li>— Dichtungen und Dichtstoffe</li> <li>— Montagekosten</li> </ul> <p>Die technischen Systeme, Produkte und Gebäudekomponenten sind z. B. in Normen auf der Grundlage der Normen CEN/TC 33 (Türen, Tore, Fenster, Abschlüsse, Baubeschläge und Vorhangsfassaden) und CEN/TC 89 (s. o.) beschrieben.</p>

<sup>(1)</sup> [http://ec.europa.eu/governance/impact/commission\\_guidelines/docs/ia\\_guidelines\\_annexes\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/governance/impact/commission_guidelines/docs/ia_guidelines_annexes_en.pdf). Im Rahmen der Energiepreisindizes und Abzinsungsfaktoren für die Lebenszykluskostenrechnung des „Federal Energy Management Program“ des US Department of Energy (2010) wurde ein Satz von 3 % genannt. <http://www1.eere.energy.gov/femp/pdfs/ashb10.pdf>.

<ul style="list-style-type: none"> <li>— sonstige gebäudebezogene Maßnahmen mit Auswirkungen auf die thermischen Eigenschaften (Hierzu können externe Sonnenschutzvorrichtungen, Systeme zur Regelung der Sonneninstrahlung und passive Systeme zählen, die nicht anderweitig erfasst sind.)</li> </ul> <p>Die technischen Produkte und Systeme sind z. B. in Normen auf der Grundlage der Normen CEN/TC 88 (Wärmedämmstoffe und wärmedämmende Produkte) und CEN/TC 89 (Wärmeschutz von Gebäuden und Bauteilen) beschrieben.</p>	
<b>Für gebäudetechnische Systeme</b>	
<p><b>Raumheizung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Ausrüstung für Erzeugung und Speicherung (Heizkessel, Speichertank, Steuerung der Wärmeerzeugung)</li> <li>— Verteilung (Umwälzpumpe, Kreislaufventile, Verteilungssteuerung)</li> <li>— Emission (Radiatoren, Deckenheizung/Fußbodenheizung, Gebläsekonvektoren, Emissionssteuerung)</li> <li>— Auslegungskosten</li> <li>— Installationskosten</li> </ul> <p>Die technischen Systeme sind z. B. in Normen auf der Grundlage der Normen CEN/TC 228 (Heizungssysteme in Gebäuden) und CEN/TC 57 (Zentralheizungskessel), u.a. EN 15316-2-1, CEN/TC 247, EN 12098, EN 15500, EN 215, EN 15232 beschrieben.</p> <p>Referenzbedingungen in Bezug auf die Behaglichkeit sollten der Norm EN15251 (Eingangsparameter für das Raumklima zur Auslegung und Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden — Raumluftqualität, Temperatur, Licht und Akustik) oder einer entsprechenden Norm entnommen werden.</p>	<p><b>Warmwasser:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Erzeugung und Speicherung (einschließlich solarthermischer Systeme, Heizkessel, Speichertank, Steuerung der Wärmeerzeugung)</li> <li>— Verteilung (Umwälzpumpe, Kreislaufventile/Mischventile, Verteilungssteuerung)</li> <li>— Emission (Armaturen, Fußbodenheizung, Emissionssteuerung)</li> <li>— Auslegungskosten</li> <li>— Installationskosten (einschließlich Dämmung der Anlage und der Rohre)</li> </ul> <p>Die technischen Systeme sind z. B. in Normen auf der Grundlage der Normen CEN/TC 228 (Heizungssysteme in Gebäuden), CEN/TC 57 (Zentralheizungskessel) und CEN/TC 48 (Gasbeheizte Warmwasserbereitungsgeräte) beschrieben.</p>
<p><b>Lüftungssysteme:</b></p> <p>Im Zusammenhang mit den Investitionen sind die Kosten mechanischer Lüftungssysteme zu bewerten. Die Möglichkeiten natürlicher Belüftung werden durch die Definition der Referenzgebäude erfasst.</p> <p>Bei den Investitionskosten sollte Folgendes berücksichtigt werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Ausrüstung für Wärmeerzeugung und -rückgewinnung (Wärmetauscher, Luftvorwärmer, Wärmerückgewinnungsgeräte, Steuerung der Wärmeerzeugung)</li> <li>— Verteilung (Ventilatoren, Umwälzpumpen, Ventile, Filter, Verteilungssteuerung)</li> <li>— Emission (Leitungen, Austritte, Emissionskontrolle)</li> <li>— Auslegungskosten</li> <li>— Installationskosten</li> </ul>	<p><b>Kühlung:</b></p> <p>Da eine angenehme Innenraumtemperatur sichergestellt werden soll, sind passive oder aktive Kühlungsmaßnahmen oder eine Kombination von beiden (entsprechend dem zusätzlichen Kühlungsbedarf) zu berücksichtigen, je nach den klimatischen Bedingungen. Hier geht es um die Kosten der aktiven Kühlung. Passive Kühlungsmaßnahmen sind entweder durch die Wahl der Referenzgebäude (z. B. im Hinblick auf Gebäudemasse) oder in den Kategorien „Dämmung“ (z. B. Dachdämmung zur Senkung des Kühlungsbedarfs) oder „Sonstige gebäudebezogene Maßnahmen mit Auswirkungen auf die thermischen Eigenschaften“ (z. B. externer Sonnenschutz) erfasst. Die Investitionskosten bei aktiven Kühlungssystemen umfassen u. a.:</p>

<p>Die technischen Systeme sind z. B. in Normen auf der Grundlage der Norm CEN/TC 156 (Lüftung von Gebäuden) beschrieben. Referenzbedingungen in Bezug auf die Behaglichkeit und Anforderungen an die Lüftung sollten der Norm EN15251 oder einer entsprechenden Norm entnommen werden.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Ausrüstung für Erzeugung und Speicherung (Generator, Wärmepumpe, Speichertank, Steuerung der Wärmeerzeugung)</li> <li>— Verteilung (Umwälzpumpe, Kreislaufventile, Verteilungssteuerung)</li> <li>— Emission (Decke/Fußboden/Träger, Gebläsekontrollen, Emissionssteuerung)</li> <li>— Auslegungskosten</li> <li>— Installation</li> </ul> <p>Die technischen Systeme sind z. B. in Normen auf der Grundlage der Norm CEN/TC 113 (Wärmepumpen und Luftkonditionierungsgeräte) beschrieben. Referenzbedingungen in Bezug auf die Behaglichkeit sollten der Norm EN15251 entnommen werden.</p>
<p><b>Beleuchtung:</b></p> <p>Im Zusammenhang mit den Investitionen sind aktive Systeme zur künstlichen Beleuchtung oder Anwendungen zur besseren Nutzung des Tageslichts zu bewerten. Maßnahmen in Bezug auf Auslegung und Geometrie der Gebäudehülle (Größe und Lage der Fenster) werden durch die Wahl der Referenzgebäude erfasst. Bei den Investitionskosten sollte Folgendes berücksichtigt werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Art der Lichtquellen und Leuchten</li> <li>— Regelungssysteme</li> <li>— Anwendungen zur besseren Nutzung des Tageslichts</li> <li>— Installation</li> </ul> <p>Referenzbedingungen in Bezug auf die Behaglichkeit und die Anforderungen sollten der Norm EN 12464 (Licht und Beleuchtung - Beleuchtung von Arbeitsstätten – Teil 1: Arbeitsstätten in Innenräumen) entnommen werden. Zu den Anforderungen an den Energieverbrauch von Beleuchtungssystemen: siehe EN 15193.</p>	<p><b>Gebäudeautomatisierung und -steuerung:</b></p> <p>Bei den Investitionskosten sollte Folgendes berücksichtigt werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Gebäudeleitsysteme mit Kontrollfunktionen (die Steuerung der einzelnen Systeme wird im Rahmen des jeweiligen Systems berücksichtigt)</li> <li>— Sammlung technischer Daten, zentrales Steuerungsmodul (Controller)</li> <li>— Steuerung (Erzeugung, Verteilung, Emission, Umwälzpumpen)</li> <li>— Schaltelemente (Erzeugung, Verteilung, Emission)</li> <li>— Kommunikation (Kabel, Sender)</li> <li>— Auslegungskosten</li> <li>— Installations- und Programmierungskosten</li> </ul> <p>Die technischen Systeme sind z. B. in Normen auf der Grundlage der Norm CEN/TC 247 (Gebäudeautomation und Gebäudemanagement) beschrieben.</p>
<p><b>Anschluss an die Energieversorgung (Netz oder Speicher):</b></p> <p>Bei den Investitionskosten sollte Folgendes berücksichtigt werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Kosten des Erstanschlusses an das Energienetz (z. B. Fernwärme, PV-System)</li> <li>— Speichertank für Brennstoffe</li> <li>— in diesem Zusammenhang notwendige Anlagen.</li> </ul>	<p><b>Dezentrale Energieversorgungssysteme, die auf Energie aus erneuerbaren Quellen beruhen:</b></p> <p>Bei den Investitionskosten sollte Folgendes berücksichtigt werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Erzeugung</li> <li>— Verteilung</li> <li>— Steuerung</li> <li>— Installation.</li> </ul>

## 6.6. Berechnung der Kosten für das regelmäßige Ersetzen von Komponenten

Neben den Anfangsinvestitionskosten und den laufenden Kosten sind die Kosten für das regelmäßige Ersetzen von Komponenten der dritte Kostenfaktor. Geringfügige Reparaturen und Verschleißteile fallen normalerweise unter „Instandhaltungskosten“. Das „regelmäßige Ersetzen von Komponenten“ bezieht sich auf das Ersetzen einer ganzen Gebäudekomponente aufgrund ihres Alters, das daher als separate Kostenkategorie behandelt wird.

Der Zeitpunkt des regelmäßigen Ersetzens ist abhängig von der Lebensdauer der Gebäudekomponente. In der Gesamtkostenberechnung ist am Ende dieser Lebensdauer eine Ersetzung vorzusehen.

**Beispiel:** Die Kosten eines Wärmerückgewinnungsgeräts mit einer geschätzten wirtschaftlichen Lebensdauer von 15 Jahren sind bei einem Berechnungszeitraum von 30 Jahren bei der Gesamtkostenberechnung zweimal zu berücksichtigen: einmal zu Beginn als „Anfangsinvestitionskosten“ und nach 15 Jahren als „Ersetzungskosten“.

Die Mitgliedstaaten bestimmen die geschätzte wirtschaftliche Lebensdauer von Gebäudekomponenten und des Gebäudes insgesamt. Sie können dazu die Norm EN 15459 (Energieanlagen in Gebäuden) und andere Normen heranziehen. Die für die Berechnung verwendete Lebensdauer der Gebäudekomponenten muss in jedem Fall plausibel sein. Grundsätzlich sind die Ersetzungskosten (in realen Werten) ebenso hoch wie die Anfangsinvestitionskosten. Ist jedoch in den folgenden 10-15 Jahren mit starken Preisänderungen zu rechnen, ist es nach der Verordnung erlaubt (und erwünscht), die Ersetzungskosten an die erwartete Preisentwicklung (z. B. aufgrund einer ausgereifteren Technologie) anzupassen.

#### 6.7. Berechnungszeitraum/geschätzte Lebensdauer

Auch wenn bei einem auf dem Kapitalwert beruhenden Vorgehen ein Berechnungszeitraum zugrunde gelegt wird, können die Mitgliedstaaten für Gebäude und Gebäudekomponenten eine geschätzte wirtschaftliche Lebensdauer bestimmen. Diese kann länger oder kürzer als der Berechnungszeitraum sein.

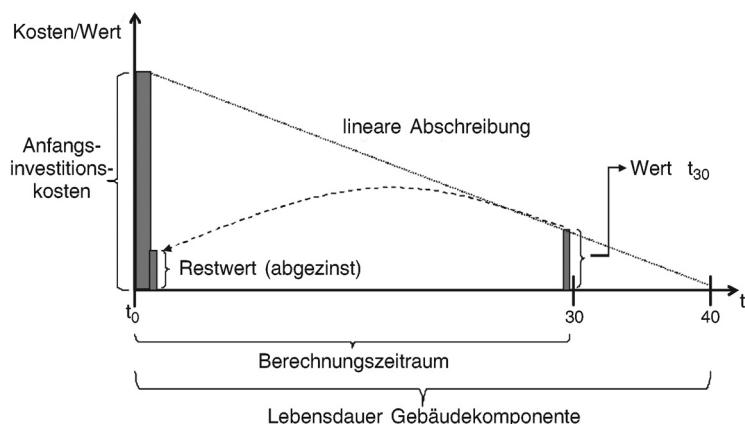
Wird eine Referenzgebäudekategorie für bestehende Gebäude so festgelegt, dass die verbleibende Lebensdauer des Referenzgebäudes kürzer als der Berechnungszeitraum ist, kann die maximale verbleibende Lebensdauer als Berechnungszeitraum zugrunde gelegt werden.

Die technische Lebensdauer von Gebäudekomponenten wirkt sich nur begrenzt auf den Berechnungszeitraum aus. Dieser wird eher durch den so genannten Renovierungszyklus eines Gebäudes bestimmt, d. h. den Zeitraum, nach dem an einem Gebäude größere Renovierungsarbeiten vorgenommen werden. Hierbei kann es sich auch um die bauliche Aufwertung des Gebäudes insgesamt oder die Anpassung an neue Anforderungen der Nutzer (im Gegensatz zur einfachen Ersetzung von Komponenten) handeln. Die Gründe für größere Renovierungsarbeiten sind divers (u. a. kann es sich um die Alterung wichtiger Gebäudekomponenten, z. B. der Fassade, handeln). Es existieren große Unterschiede zwischen den Renovierungszyklen verschiedener Gebäudetypen (weshalb in der delegierten Verordnung für Wohngebäude/öffentliche Gebäude und Nichtwohngebäude/Gewerbegebäude unterschiedliche Berechnungszeiträume festgelegt werden) und verschiedener Mitgliedstaaten, ein Zyklus beträgt jedoch fast nie weniger als 20 Jahre.

Abbildung 3 illustriert die Vorgehensweise für eine Gebäudekomponente, deren Lebensdauer länger ist als der Berechnungszeitraum (Fassade oder tragende Struktur des Gebäudes). Bei einer angenommenen Lebensdauer von 40 Jahren und einer linearen Abschreibung beträgt der Restwert nach 30 Jahren (Ende des Berechnungszeitraums) 25 % der Anfangsinvestitionskosten. Dieser Wert ist auf den Beginn des Berechnungszeitraums abzuzinsen.

Abbildung 3

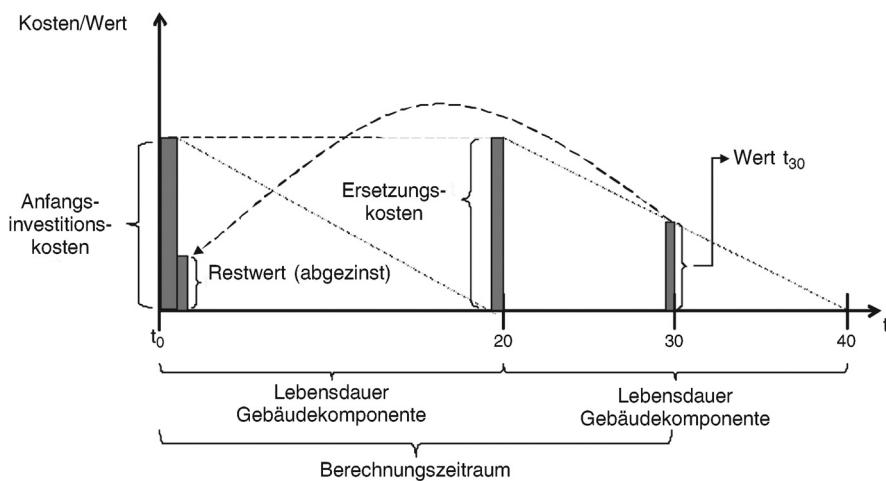
#### Berechnung des Restwerts einer Gebäudekomponente mit einer längeren Lebensdauer als der Berechnungszeitraum



In Abbildung 4 ist dargestellt, wie der Restwert bei einer Gebäudekomponente zu berechnen ist, deren Lebensdauer kürzer ist als der Berechnungszeitraum (z. B. Heizkessel). Bei einer angenommenen Lebensdauer von 20 Jahren ist die Komponente nach 20 Jahren zu ersetzen. Nach der Ersetzung beginnt ein neuer Abschreibungszeitraum. In diesem Fall beläuft sich nach 30 Jahren (Ende des Berechnungszeitraums) der Restwert der Komponente auf 50 % der Ersetzungskosten. Auch dieser Wert ist auf den Beginn des Berechnungszeitraums abzuzinsen.

Abbildung 4

**Berechnung des Restwerts einer Gebäudekomponente mit einer kürzeren Lebensdauer als der Berechnungszeitraum**



#### 6.8. Ausgangsjahr für die Berechnungen

Gemäß der Verordnung müssen die Mitgliedstaaten als Ausgangspunkt für die Berechnung das Jahr wählen, in dem die Berechnung ausgeführt wird. Hiermit soll vor allem sichergestellt werden, dass bei der Ermittlung der Kostenoptimalität von Maßnahmen/ Maßnahmenbündeln/ Varianten das aktuelle Preis- und Kostenniveau zugrunde gelegt wird (soweit diese Daten bereits zur Verfügung stehen). Die Mitgliedstaaten können jedoch bei der Berechnung zwar das Ausgangsjahr (Jahr der Berechnung, z. B. 2012 für die erste Berechnung) zugrunde legen, als Bezugswerte für die Mindestanforderungen an die Gesamtenergieeffizienz aber solche wählen, die bereits beschlossen sind und in naher Zukunft (z. B. 2013) eingeführt werden sollen.

#### 6.9. Ermittlung des Restwerts

Gemäß der Verordnung muss der Restwert in die Gesamtkostenberechnung aufgenommen werden. Der Restwert eines Gebäudes am Ende des Berechnungszeitraums entspricht der Summe der Restwerte sämtlicher Gebäudekomponenten. Der Restwert einer bestimmten Gebäudekomponente hängt ab von den Anfangsinvestitionskosten, dem Abschreibungszeitraum (der Lebensdauer der Komponente) und gegebenenfalls den Kosten für die Entfernung der Gebäudekomponente.

#### 6.10. Kostenentwicklung

Abgesehen von den Energiekosten und den Erstellungskosten werden in der Verordnung keine realen Kostensteigerungen oder -senkungen berücksichtigt. Dies bedeutet, dass bei den anderen Kostenkategorien (z. B. Betriebskosten und Instandhaltungskosten) davon ausgegangen wird, dass die Preisentwicklung der Gesamtinflationsrate entspricht.

Die Erfahrung hat gezeigt, dass die Preise neuer Technologien rasch sinken können, wenn sie sich auf dem Markt durchsetzen. Dies war zum Beispiel der Fall bei neuen, effizienteren Heizkesseln und der Doppelverglasung. Da die meisten Investitionen im Jahr 1 getätigt werden, wirken sich spätere Preissenkungen bei den Technologien nicht sehr stark auf die Kostenberechnung aus. Solche Preissenkungen sind jedoch bei einer Überprüfung bzw. Aktualisierung der Input-Daten für die nächste Berechnung unbedingt zu beachten. Die Mitgliedstaaten können in die Berechnung auch einen Innovations- oder Anpassungsfaktor aufnehmen, durch den die dynamische Kostenentwicklung berücksichtigt wird.

Anhang II der Verordnung enthält Informationen zur Kostenentwicklung bei Energieträgern und CO<sub>2</sub>-Preisen, die die Mitgliedstaaten für ihre Berechnungen verwenden können. Sie können jedoch auch andere Prognosen zugrunde legen. Auf dieser Grundlage und anhand sonstiger Informationsquellen müssen die Mitgliedstaaten ihre eigenen Szenarios für die Kostenentwicklung entwickeln. So sind Energiekostenprognosen für alle Energieträger zu erstellen, die in einem Mitgliedstaat in signifikantem Umfang genutzt werden. Hierunter fallen auch Bioenergie in jeder Form, LPG sowie Fernwärme und -kühlung.

Die Szenarios für die unterschiedlichen Brennstoffquellen müssen in einem plausiblen Zusammenhang zueinander stehen. Ebenso sollte bei den Strompreistrends der Mitgliedstaaten ein plausibles Verhältnis zu den Gesamttrends (für die wichtigsten Ausgangsbrennstoffe, die in einem Land für die Stromerzeugung eingesetzt werden) zu erkennen sein. Gegebenenfalls können auch Preisentwicklungen für Spitzenlasttarife angenommen werden.

#### 6.11. Berechnung der Ersetzungskosten

Bei den Ersetzungskosten besteht die Möglichkeit, die Anfangsinvestitionskosten (die für die Bestimmung der Ersetzungskosten als Grundlage dienen) für bestimmte Gebäudekomponenten anzupassen, wenn in den folgenden Jahren bedeutende technologische Entwicklungen zu erwarten sind.

**Beispiel:** Die Ersetzungskosten eines Photovoltaik-Systems dürften geringer sein als die Anfangsinvestitionskosten, da aufgrund des technischen Fortschritts mit beträchtlichen Preissenkungen zu rechnen ist. Dies könnte auch für andere Technologien auf der Grundlage erneuerbarer Energien, die Gebäudeautomatisierung, Heizkessel der neuen Generation u. a. zutreffen.

#### 6.12. Berechnung der Energiekosten

Die Energiekosten müssen sowohl die Kosten der erforderlichen Kapazitäten als auch die der notwendigen Energie einschließen. Ferner sollten die Energiekosten nach Möglichkeit auf einem gewichteten Durchschnitt der vom Endkunden bezahlten Grundlasttarife (variable Kosten) und Spitzenlasttarife (in der Regel Festkosten) einschließlich aller Kosten, Steuern und Gewinnspannen des Versorgers beruhen. Alle in Anhang I der Richtlinie 2010/31/EU genannten Energienutzungszwecke sind zu berücksichtigen.

#### 6.13. Berücksichtigung von Steuern, Subventionen und Einspeisetarifen bei der Kostenberechnung

Bei der Berechnung des Kostenoptimums auf der finanziellen Ebene sind alle anwendbaren Steuern (Mehrwertsteuer u. a.), Förderregelungen und Anreize zu beachten. (Dies gilt nicht für die Berechnung auf makroökonomischer Ebene.) Es geht insbesondere, jedoch nicht ausschließlich, um

- die Energiesteuer und/oder CO<sub>2</sub>-Steuer für Energieträger,
- Investitionsbeihilfen für den (oder in Abhängigkeit von dem) Einsatz energieeffizienter Technologien und erneuerbarer Energiequellen,
- regulierte Mindesteinspeisetarife für Energie, die aus erneuerbaren Energiequellen erzeugt wird.

Nach der Verordnung sind die Mitgliedstaaten bei der Berechnung aus finanzieller Perspektive verpflichtet, die von den Kunden gezahlten Steuern zu berücksichtigen; Subventionen und Anreize können jedoch ausgenommen werden, da sie einem raschen Wandel unterliegen. Daher ist es möglich, dass Anreize und Subventionen nicht für den gesamten Zeitraum einbezogen werden, für den die Kostenoptimalitätsberechnung als nationale Benchmark gilt. Ferner ist es unmöglich, die Benchmarks immer dann zu überprüfen, wenn sich Subventionen oder Anreize ändern. Um zu verhindern, dass eine geltende Subventionsregelung unbegrenzt fortgeführt wird, kann es für einen Mitgliedstaat sinnvoll sein, auch die realen privaten Kosten (ohne Subventionen) zu berechnen, um so die Differenz zu ermitteln und damit einen Anhaltspunkt für die Ausrichtung der künftigen Subventionspolitik zu erhalten.

Berücksichtigen die Mitgliedstaaten die Subventionen bei der Berechnung auf finanzieller Ebene nicht, sollten sie darauf achten, dass nicht nur Subventionen und Förderregelungen für Technologien, sondern gegebenenfalls auch Subventionen für Energiepreise ausgenommen werden.

#### 6.14. Berücksichtigung der Einnahmen aus der Energieerzeugung

Möchte ein Mitgliedstaat die Einnahmen aus der Energieerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen „gegebenenfalls“ in die Berechnung einbeziehen (s. Anhang III der Richtlinie 2010/31/EU), sollte er sich darum bemühen, *alle* verfügbaren Subventionen und Förderregelungen (für Strom und Wärme sowie für erneuerbare Energien und Energieeffizienz) zu berücksichtigen. Würde z. B. nur ein Einspeisetarif für erzeugten Strom in die Gleichung aufgenommen, wären andere Subventionen und Förderregelungen — und die von ihnen profitierenden Technologien — benachteiligt und die Ergebnisse würden zugunsten der berücksichtigten Subventionen beeinflusst. Insbesondere sollte eine Bevorzugung der Stromerzeugung gegenüber einer geringeren Nachfrage nach Heizung und Kühlung vermieden werden.

Einnahmen aus der Energieerzeugung können von der Kategorie „jährliche Kosten“ abgezogen werden. Die Option der Einbeziehung von Einnahmen aus der Energieerzeugung würde selbstverständlich bedeuten, auch alle Steuern, Gebühren und Subventionen zu berücksichtigen, um die Berechnung aus finanzieller Perspektive, für die diese Option am besten geeignet ist, zu vervollständigen.

### 6.15. Berechnung der Entsorgungskosten

Die Verordnung schreibt die Berücksichtigung der Entsorgungskosten bei der Gesamtkostenberechnung nicht vor. Die Mitgliedstaaten können die Entsorgungskosten berücksichtigen, wenn sie sie für relevant halten und plausible Schätzungen ihrer Höhe vorlegen können. Entsorgungskosten sind auf das Ende des Berechnungszeitraums abzuzinsen. Grundsätzlich können die Entsorgungskosten an zwei Stellen in die Gesamtkostenberechnung aufgenommen werden:

- Zum einen — dies ist der häufigste Fall — im Rahmen der Kosten am Ende der Lebensdauer eines Gebäudes, d. h. der Kosten für Abbruch und Beseitigung von Material, einschließlich der Stilllegungskosten (ISO 15686 enthält eine genauere Aufschlüsselung der Kostenfaktoren am Ende der Lebensdauer). Die Bedeutung der Kosten am Ende der Lebensdauer ist von zwei Faktoren abhängig: der absoluten Höhe der Kosten und, was noch wichtiger ist, dem Zeitpunkt, zu dem sie vermutlich anfallen werden. In diesem Zusammenhang ist wichtig, dass die „Kosten am Ende der Lebensdauer“ nicht zum Ende des Berechnungszeitraums anfallen, sondern zum Ende der Lebensdauer des Gebäudes. Daher muss die Lebensdauer des Gebäudes insgesamt (und nicht nur der einzelnen Gebäudekomponenten) geschätzt werden. Diese hängt von der Bauweise (z. B. Fertigbauweise/Massivbauweise) und der Art der Nutzung ab (Fachmarktgebäude haben im Allgemeinen eine kürzere Lebensdauer als Wohngebäude). Die Mitgliedstaaten können die Lebensdauer der Gebäude selbst festlegen, diese sollte jedoch im Vergleich der unterschiedlichen Gebäudekategorien plausibel sein.
- Zum zweiten können Entsorgungskosten im Zusammenhang mit Ersetzungskosten berücksichtigt werden, da die Demontage oder der Abbruch einer Gebäudekomponente Kosten verursacht. Diese Kosten werden normalerweise nicht berücksichtigt, wenn für die Ersetzung der gleiche Betrag wie für die Anfangsinvestition angesetzt wird (keine realen Mehrkosten/Kosteneinsparungen). Daher können in die Gesamtkostenberechnung zusätzlich Entsorgungskosten im Zusammenhang mit den Ersetzungsmaßnahmen aufgenommen werden.

Das Hauptproblem bei Entsorgungskosten ist die Ermittlung zuverlässiger und marktgestützter Kostendaten. Normalerweise werden Entsorgungskosten im Bausektor nur anhand von Schätzungen auf der Grundlage des Gebäudevolumens berücksichtigt, (zuweilen) differenziert nach Bautypen.

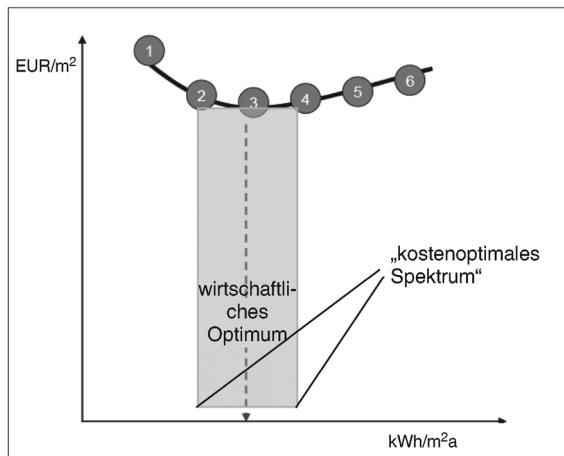
**Hinweis:** Beträgt die angenommene Lebensdauer eines Gebäudes mehr als 50 bis 60 Jahre, wirken sich die Entsorgungskosten aufgrund der Abzinsung nur marginal auf das Endergebnis aus.

## 7. ERMITTLUNG EINES KOSTENOPTIMALEN GESAMTENERGIEEFFIZIENZNIVEAUS FÜR JEDES REFERENZGEBAUDE

### 7.1. Ermittlung des kostenoptimalen Spektrums

Auf der Grundlage der Berechnung des Primärenergieverbrauchs (Schritt 3) und der Gesamtkosten (Schritt 4) unterschiedlicher Maßnahmen/Maßnahmenbündel/Varianten (Schritt 2), die für die definierten Referenzgebäude geprüft werden (Schritt 1), können für die einzelnen Referenzgebäude Diagramme gezeichnet werden, die den Primärenergieverbrauch (x-Achse: kWh Primärenergie/m<sup>2</sup> Nutzfläche/Jahr) und die Gesamtkosten (y-Achse: EUR/m<sup>2</sup> Nutzfläche) der verschiedenen Lösungen abbilden. Von den geprüften Maßnahmen/Maßnahmenbündeln/Varianten kann eine spezifische Kostenkurve (untere Grenze des Bereichs, der durch die Datenpunkte für verschiedene Varianten markiert wird) abgeleitet werden.

Abbildung 5

**Unterschiedliche Varianten innerhalb des Diagramms, Position des kostenoptimalen Spektrums<sup>(1)</sup>**

Die Maßnahmenkombination mit den geringsten Kosten entspricht dem niedrigsten Punkt der Kurve (in der obigen Abbildung: Bündel 3). Dessen Position auf der x-Achse gibt automatisch das kostenoptimale Niveau der Mindestanforderungen an die Gesamtenergieeffizienz an. Entsprechend Anhang I Nummer 6 Absatz 2 der Verordnung sollte zur Festlegung des kostenoptimalen Niveaus möglichst das Maßnahmenbündel mit dem geringeren Primärenergieverbrauch (= linker Rand des kostenoptimalen Spektrums) herangezogen werden, wenn sich für Maßnahmenbündel die gleichen oder sehr ähnlichen Kosten ergeben.

**Hinweis:** Auch bei ähnlichen Ergebnissen ist zu beachten, dass die notwendigen Investitionen bei ähnlicher Energieeffizienz unterschiedlich und daher zusätzliche Anreize erforderlich sein können.

Bei **Gebäudekomponenten** werden die kostenoptimalen Niveaus durch Festlegung aller Parameter (Option 1: Ausgangspunkt ist die als kostenoptimal ermittelte Variante; Option 2: Ausgangspunkt ist der Durchschnitt der Werte unterschiedlicher Varianten) und Variierung der Energieeffizienz einer bestimmten Gebäudekomponente ermittelt. Anhand von Diagrammen können dann Energieeffizienz (x-Achse, z. B. in W/m<sup>2</sup>K für Gebäudekomponenten wie das Dach) und Gesamtkosten (y-Achse, in EUR/m<sup>2</sup> Nutzfläche) dargestellt werden. Die Komponenteneigenschaften mit den geringsten Kosten ergeben das kostenoptimale Niveau. Wenn sich für unterschiedliche Eigenschaften von Gebäudekomponenten die gleichen oder sehr ähnlichen Kosten ergeben, ist die Eigenschaft, bei der weniger Primärenergie verbraucht wird (= linker Rand des kostenoptimalen Spektrums) zur Festlegung des kostenoptimalen Niveaus heranzuziehen (gegebenenfalls sind höhere Anfangsinvestitionskosten zu berücksichtigen).

Die Mindestanforderungen an die Gesamtenergieeffizienz von Heizkesseln und anderen installierten Geräten und Ausrüstungsgegenständen sind durch die Ökodesign-Richtlinie festgelegt<sup>(2)</sup>.

## 7.2. Vergleich mit geltenden Anforderungen in den Mitgliedstaaten

Die in den Mitgliedstaaten geltenden Anforderungen sind mit dem berechneten kostenoptimalen Niveau zu vergleichen. Daher müssen zunächst die geltenden Vorschriften auf das Referenzgebäude angewendet werden, und der Primärenergieverbrauch des Gebäudes ist nach den Regeln des Schrittes 3 zu berechnen.

Sodann ist die Differenz zwischen dem Verbrauch nach den geltenden Vorschriften und dem ermittelten kostenoptimalen Niveau entsprechend nachstehender Gleichung zu berechnen.

<sup>(1)</sup> Quelle: Boermans, Bettgenhäuser et al., 2011: Cost-optimal building performance requirements — Calculation methodology for reporting on national energy performance requirements on the basis of cost optimality within the framework of the EPBD, ECEEE.

<sup>(2)</sup> Richtlinie 2009/125/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Oktober 2009 zur Schaffung eines Rahmens für die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung energiebetriebener Produkte (ABl. L 285 vom 31.10.2009, S. 10).

### **Ermittlung der Differenz:**

Differenz in % (Referenzgebäude) = (kostenoptimales Niveau [kWh/m<sup>2</sup>a] – geltende Mindesteffizienzanforderungen [kWh/m<sup>2</sup>a]) / kostenoptimales Niveau [kWh/m<sup>2</sup>a] x 100 %

Für Gebäudekomponenten wird die Differenz nach folgender Gleichung berechnet:

Differenz in % (Gebäudekomponenten) = (kostenoptimales Niveau [Einheit des Effizienzindikators (<sup>1</sup>)] – geltende Mindesteffizienzanforderungen [Einheit des Effizienzindikators]) / kostenoptimales Niveau [Einheit des Effizienzindikators] x 100 %

Die Differenz zwischen den berechneten kostenoptimalen Niveaus der Mindestanforderungen an die Gesamtenergieeffizienz und den geltenden Mindestanforderungen sollte als Differenz **zwischen dem Durchschnitt aller** geltenden Mindestanforderungen an die Gesamtenergieeffizienz und dem Durchschnitt aller berechneten kostenoptimalen Niveaus berechnet werden, die sich aus den auf alle vergleichbaren Referenzgebäude und Gebäudetypen angewandten Varianten ergeben. Die Mitgliedstaaten können einen Gewichtungsfaktor einführen, der die relative Bedeutung eines Referenzgebäudes (und seiner Anforderungen) gegenüber einem anderen im jeweiligen Mitgliedstaat widerspiegelt. Hierauf ist jedoch im Rahmen der Berichterstattung an die Kommission hinzuweisen.

Im Einklang mit Erwägungsgrund 14 der Richtlinie 2010/31/EU besteht eine erhebliche Diskrepanz zwischen den berechneten kostenoptimalen Mindestanforderungen und den in einem Mitgliedstaat geltenden Mindestanforderungen, wenn letztere 15 % unter dem Kostenoptimum liegen.

### **8. SENSITIVITÄTSANALYSE**

Eine Sensitivitätsanalyse wird üblicherweise bei Ex-ante-Evaluierungen vorgenommen, wenn die Ergebnisse von Annahmen zu wichtigen Parametern abhängen, deren künftige Entwicklung sich signifikant auf das Endergebnis auswirken kann.

In der Verordnung wird daher von den Mitgliedstaaten die Durchführung bestimmter Sensitivitätsanalysen verlangt. Demnach ist zumindest eine Sensitivitätsanalyse für unterschiedliche Preisszenarios für alle im jeweiligen Mitgliedstaat relevanten Energieträger durchzuführen, außerdem eine Analyse für jeweils mindestens zwei Szenarios (zwei Abzinsungssätze) für die makroökonomische und die finanzielle Kostenoptimitätsberechnung.

Einer der Abzinsungssätze der Sensitivitätsanalyse für die makroökonomische Berechnung muss real 3 % betragen (<sup>2</sup>). Im Anschluss an die Sensitivitätsanalyse müssen die Mitgliedstaaten für jede Berechnungsart den geeigneten Zinssatz festlegen. Dieser ist für die Kostenoptimalitätsberechnung zu verwenden.

Die Mitgliedstaaten werden aufgefordert, solche Analysen auch für andere Inputfaktoren vorzunehmen, z. B. Kostenentwicklungsprojektionen für künftige Investitionen in Gebäudetechnologien und Gebäudekomponenten oder andere Faktoren mit erwarteten signifikanten Auswirkungen auf das Ergebnis (Primärenergiefaktoren usw.).

Spätere Preisentwicklungen wirken sich zwar nicht auf die Anfangsinvestitionskosten zu Beginn des Berechnungszeitraums aus, für die politischen Entscheidungsträger ist es jedoch sehr nützlich, zu ermitteln, wie die Marktakzeptanz von Technologien deren Preisniveau beeinflussen könnte. In jedem Fall sind die Preisentwicklungen bei Technologien entscheidende Informationen für die Überprüfung der Kostenoptimalitätsberechnungen.

Neben den Sensitivitätsanalysen für die beiden genannten zentralen Parameter können die Mitgliedstaaten zusätzliche Sensitivitätsanalysen durchführen, insbesondere für die wichtigsten der in der Berechnung ermittelten Kostenfaktoren, z. B. Anfangsinvestitionskosten größerer Gebäudekomponenten oder Kosten der Instandhaltung und Ersetzung von Energiesystemen in Gebäuden.

### **9. GESCHÄTZTE LANGFRISTIGE ENERGIEPREISENTWICKLUNGEN**

Die in Anhang II der Verordnung gelieferten Trends für die Energiepreisentwicklung betreffen die langfristigen Entwicklungen für Erdöl, Erdgas, Kohle und Strom. Die Mitgliedstaaten müssen diese Informationen berücksichtigen, wenn sie im Hinblick auf die Kostenoptimalitätsberechnungen die Kosten der Energieträger bestimmen.

(<sup>1</sup>) Z. B. U-Wert eines Daches [W/m<sup>2</sup>K].

(<sup>2</sup>) Dies entspricht dem in den Kommissionsleitlinien für Folgenabschätzungen (2009) genannten Satz und in etwa dem durchschnittlichen realen Ertrag aus langfristigen Staatsschuldtiteln in der EU in dem Zeitraum seit Anfang der 1980er Jahre.

Die Informationen des Anhangs II der Verordnung stammen aus Energietrendszenarios, die anhand des PRIMES-Modells entwickelt wurden (ein Modellierungssystem, das ein Marktgleichgewicht für das Angebot an und die Nachfrage nach Energie in den 27 EU-Mitgliedstaaten simuliert). Die Europäische Kommission veröffentlicht im Zweijahresrhythmus aktualisierte Fassungen dieser Trends. Die aktuellen Daten sind auf folgender Website verfügbar: [http://ec.europa.eu/energy/observatory/trends\\_2030/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/energy/observatory/trends_2030/index_en.htm).

Die jüngsten Trends<sup>(1)</sup> lassen eine 2,8 %ige jährliche Zunahme der Erdgaspreise, eine 2,8 %ige jährliche Zunahme der Erdölpreise und eine 2 %ige jährliche Zunahme der Kohlepreise erkennen. Diese Trends können bis zum Vorliegen längerfristiger Projektionen über das Jahr 2030 hinaus extrapoliert werden.

Diese Prognosen gehen im Vergleich zu früheren Annahmen von einem relativ hohen Ölpreisniveau aus und stimmen mit Referenzprognosen aus anderen Quellen überein. Die Preisannahmen, die für die EU27 zu grunde gelegt werden, ergeben sich aus den globalen Energiemodellen, die sich auf das stochastische Modell für den Energiesektor weltweit (PROMETHEUS) stützen. Aus ihnen lassen sich auf der Grundlage eines Szenarios, das sich auf die gängige Sicht der Entwicklung des Weltenergiesystems stützt, Preistrends für Erdöl, Erdgas und Kohle ableiten.

Man geht davon aus, dass die Brennstoffpreise im Prognosezeitraum weltweit steigen werden. Die Ölpreise dürften 88 USD'08/bbl (73 EUR'08/bbl) im Jahr 2020 und 106 USD'08/bbl (91 EUR'08/bbl) im Jahr 2030 erreichen. Bei den Gaspreisen ist eine ähnliche Steigerung zu verzeichnen, nämlich auf 62 USD'08/boe (51 EUR'08/boe) im Jahr 2020 und auf 77 USD'08/boe (66 EUR'08/boe) im Jahr 2030. Die Kohlepreise ziehen während des Wirtschaftsaufschwungs an und erreichen 26 USD'08/boe (21 EUR'08/boe) im Jahr 2020, stabilisieren sich jedoch dann bei 29 USD'08/boe (25 EUR'08/boe) im Jahr 2030.

Die erwarteten Veränderungen im Elektrizitätssektor der EU27 werden beträchtliche Folgen für die Energiekosten und die Strompreise haben. Man rechnet im Zeitraum 2006-2030 mit insgesamt 1,1 Billionen EUR'08 an Investitionen in die Stromerzeugung; die Strompreise werden beträchtlich steigen, sowohl im Vergleich zu den heutigen Preisen als auch im Vergleich zum Ausgangsjahr 2007. Die Preissteigerungen erklären sich u. a. aus den Auktionspreisen, höheren Brennstoffpreisen und höheren Kapitalkosten (für erneuerbare Energien und CCS).

Der durchschnittliche Strompreis (ohne Auktionsentgelte) wird bis 2020 auf 108,4 EUR/MWh und bis 2030 auf 112,1 EUR/MWh steigen (in realen Werten, d. h. zu Preisen des Jahres 2005); dies ist ein stetiger Anstieg gegenüber den derzeitigen Preisen, zurückzuführen auf höhere Kapitalkosten, Betriebs- und Wartungskosten, Brennstoffkosten und variable Kosten. Auktionsentgelte machen 9,4 % des durchschnittlichen Strompreises (vor Steuern) aus.

Tabelle 1

**Geschätzte langfristige Entwicklung des Strompreises nach Steuern in EUR/MWh (Ausgangsjahr 2009)**

	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
<b>Durchschnitt</b>	96	104	110	127	140	146	144
<b>Industrie</b>	59	71	77	92	101	104	98
<b>Dienstleistungen</b>	123	124	124	139	152	159	159
<b>Haushalte</b>	127	133	144	164	180	191	192

Es wird empfohlen, für Wohngebäude die Preisprognosen für Haushalte zu verwenden, für Nichtwohngebäude dürften die Preise für kommerzielle Tätigkeiten angemessener sein.

Die Mitgliedstaaten können die Energiepreise für den Berechnungszeitraum auch von den derzeit geltenden (z. B. den von EUROSTAT gelieferten) Preisen ableiten. Bei den EUROSTAT-Preisangaben wird nach Verwendung durch Haushalte und Verwendung in der Industrie differenziert, in Abhängigkeit von dem Volumen. Daher müssen für die in Kapitel 3 beschriebenen Referenzgebäude unterschiedliche Preisniveaus zugrunde gelegt werden.

<sup>(1)</sup> Quelle: EU Energy Trends to 2030 (Stand 2009), Europäische Union, 2010. Siehe [http://ec.europa.eu/energy/observatory/trends\\_2030/doc/trends\\_to\\_2030\\_update\\_2009.pdf](http://ec.europa.eu/energy/observatory/trends_2030/doc/trends_to_2030_update_2009.pdf).

Daten für andere Energieträger können aus den angenommenen Entwicklungen (Kopplung des Erdgaspreises an den Erdölpreis) abgeleitet oder aus anderen nationalen oder internationalen Prognosen gewonnen werden. Da die Preise vieler Energieträger starken nationalen, regionalen oder sogar lokalen Einflüssen ausgesetzt sind (z. B. bei Biomasse, Fernwärme und Geothermie), sollten bei den Prognosen erwartete längerfristige politische und wirtschaftliche Entwicklungen berücksichtigt werden. So sind z. B. bei der Fernwärme mögliche Folgen notwendiger Infrastrukturveränderungen (Umfang der Fernwärmesysteme, je Leitungsmeter gelieferte Energie usw.) zu beachten.

**Heizöl:**

Heizöl ist eine entzündliche Flüssigkeit mit niedriger Viskosität, die in Öfen und Heizkesseln von Gebäuden verwendet wird. Da es sich bei Heizöl um ein Rohöldestillat handelt, ist sein Preis eng an den Rohölpreis gekoppelt. Außerdem beeinflussen andere Faktoren (Angebot und Nachfrage, saisonale Einflüsse, Dollar-Euro-Wechselkurs, Logistikkosten usw.) seinen Preis.

**Beispiel:** Aus Schätzungen für das Vereinigte Königreich<sup>(1)</sup> geht hervor, dass der Heizölpreis etwa ein Viertel über dem Brent-Rohölpreis liegt. Dies wird jedoch für andere Mitgliedstaaten nicht zutreffen.

Die Effizienz der Stromerzeugung ist abhängig von der Art der verwendeten Primärbrennstoffe und der eingesetzten Ausrüstung. Die Merkmale der Kraftwerke in dieser Hinsicht sind anlagenspezifisch und unterscheiden sich von einem Mitgliedstaat zum anderen. So haben einige Mitgliedstaaten einen höheren Anteil an Wasserkraftwerken, andere nutzen die Kohle in größerem Umfang, wieder andere die Kernenergie. Die Mitgliedstaaten müssen für die Umrechnung des in ihren Referenzgebäuden verwendeten Stroms in Primärenergie Umrechnungsfaktoren festlegen.

---

<sup>(1)</sup> Siehe <http://heating-oil.blogs-uk.co.uk/>.