

DIN EN 15459

ICS 91.140.10

**Energieeffizienz von Gebäuden –
Wirtschaftlichkeitsberechnungen für Energieanlagen in Gebäuden;
Deutsche Fassung EN 15459:2007**

Energy performance of buildings –
Economic evaluation procedure for energy systems in buildings;
German version EN 15459:2007

Performance énergétique des bâtiments –
Procédure d'évaluation économique des systèmes énergétiques des bâtiments;
Version allemande EN 15459:2007

Gesamtumfang 52 Seiten

Normenausschuss Heiz- und Raumluftechnik (NHRS) im DIN

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 15459:2007) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 228 „Heizungsanlagen in Gebäuden“ (Sekretariat: DS, Dänemark) im Europäischen Komitee für Normung (CEN) ausgearbeitet.

Der Arbeitsausschuss NA 041-01-58 AA „Heizungsanlagen in Gebäuden (CEN/TC 228)“ des Normenausschusses Heiz- und Raumluftechnik (NHRS) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V. war an der Erarbeitung dieser Norm beteiligt.

Deutsche Fassung

**Energieeffizienz von Gebäuden —
Wirtschaftlichkeitsberechnungen für Energieanlagen in
Gebäuden**

Energy performance of buildings —
Economic evaluation procedure for energy systems in
buildings

Performance énergétique des bâtiments —
Procédure d'évaluation économique des systèmes
énergétiques des bâtiments

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 11. August 2007 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Management-Zentrum des CEN oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Management-Zentrum: rue de Stassart, 36 B-1050 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort	4
Einleitung.....	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen.....	6
3 Begriffe, Symbole und Einheiten	7
3.1 Begriffe	7
3.2 Symbole und Einheiten	10
4 Zusammenhang zwischen den Kosten	11
5 Grundlegende Berechnungen	13
5.1 Zinssatz, Diskontsatz, Barwertfaktor und Annuitätsfaktor	13
5.1.1 Realzinssatz	13
5.1.2 Diskontsatz.....	13
5.1.3 Barwertfaktor.....	13
5.1.4 Annuitätsfaktor	13
5.2 Gesamtkosten	13
5.2.1 Grundregeln der Berechnung.....	13
5.2.2 Berechnung des Restwertes	14
5.3 Annuitätsberechnung.....	16
5.3.1 Allgemeines.....	16
5.3.2 Annuitätsberechnung für während der geplanten Amortisationszeit des Gebäudes nicht ausgetauschte Komponenten	18
5.3.3 Annuitätsberechnung für wiederbeschaffte Komponenten.....	18
5.3.4 Annuitätsberechnung für variable Kosten.....	18
5.3.5 Einfluss der Preisentwicklung auf dynamische Berechnungen.....	19
6 Grundregeln des Verfahrens	19
6.1 Allgemeines.....	19
6.2 SCHRITT 1 – Finanzielle Daten.....	20
6.2.1 Betrachtungszeitraum	20
6.2.2 Finanzrate	20
6.2.3 Betriebspersonalkosten.....	20
6.2.4 Energiepreise	21
6.3 SCHRITT 2 – Allgemeine Informationen zum Projekt	21
6.3.1 Ermittlung von Systemen	21
6.3.2 Projektumfeld.....	21
6.3.3 Meteorologische und umweltbezogene Daten (nicht zwingend).....	21
6.3.4 Beschränkungen/Möglichkeiten in Bezug auf Energie.....	21
6.4 SCHRITT 3 – Systemeigenschaften	22
6.4.1 Beschaffung von Systemdaten	22
6.4.2 SCHRITT 3.1 – Investitionskosten für Systeme in Bezug auf Energie	22
6.4.3 SCHRITT 3.2 – Periodische Kosten für Wiederbeschaffungen.....	24
6.4.4 SCHRITT 3.3 – Variable Kosten außer Energiekosten	25
6.5 SCHRITT 4 – Energiekosten	25
6.5.1 Allgemeines.....	25
6.5.2 SCHRITT 4.1 – Berechnung des Energieverbrauchs	25
6.5.3 SCHRITT 4.2 – Energiekosten	25
6.6 SCHRITT 5 – Gesamtkosten-Berechnung	26
6.6.1 SCHRITT 5.1 – Berechnung der Wiederbeschaffungskosten	26
6.6.2 SCHRITT 5.2 – Berechnung des Restwerts.....	26
6.6.3 SCHRITT 5.3 – Berechnung der Gesamtkosten.....	26
6.7 SCHRITT 6 – ANNUITÄTSKOSTENBERECHNUNG	26
Anhang A (informativ) Wirtschaftlichkeitsdaten für Energiesysteme	28

Anhang B (informativ) Systembeschreibung	32
Anhang C (informativ) Berechnungsblatt für die Gesamtkostenberechnung	38
Anhang D (informativ) Annuitätsberechnung, Aufbereitung der Daten und Ergebnisse.....	39
Anhang E (informativ) Beispiel 1 — Wohnung mit 100 m² Fläche und Gasheizungsanlagen	40
E.1 SCHRITT 1 — Finanzielle Daten	40
E.2 SCHRITT 2 — Allgemeine Informationen zum Projekt	40
E.2.1 Identifikation von Systemen.....	40
E.2.2 Projektumfeld.....	40
E.2.3 Meteorologische Daten und Umgebungsdaten (zur Information).....	40
E.3 SCHRITT 3 — Systemeigenschaften.....	41
E.3.1 SCHRITT 3.1 — Investitionskosten für die Gebäudekonstruktion und energiebezogene Systeme.....	41
E.3.2 SCHRITT 3.2 — Periodische Kosten für die Wiederbeschaffung	42
E.3.3 STUFE 3.3 — Variable Kosten außer Energiekosten.....	44
E.4 SCHRITT 4 — Energiekosten	44
E.4.1 SCHRITT 4.1 — Energieverbrauch	44
E.4.2 SCHRITT 4.2 — Energiekosten	45
E.5 SCHRITT 5 — Gesamtkosten	47
E.5.1 SCHRITT 5.1 und 5.2 — Berechnung der Wiederbeschaffungskosten und des Restwerts	47
E.5.2 SCHRITT 5.3 — Gesamtkosten-Bericht	48
E.6 SCHRITT 6 — Annuitätskostenberechnung	49
Literaturhinweise	50

Vorwort

Dieses Dokument (EN 15459:2007) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 228 „Heizsysteme in Gebäuden“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DS gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Mai 2008, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Mai 2008 zurückgezogen werden.

Dieses Dokument wurde unter einem Mandat erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN erteilt haben (Mandat M/343), und unterstützt grundlegende Anforderungen der EG-Richtlinie 2002/91/EG über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (EPBD). Es ist Teil einer Reihe von Normen, die auf die europäische Harmonisierung der Verfahren zur Berechnung der Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden abzielt. Ein Überblick über die vollständige Reihe dieser Normen wird im prCEN/TR 15614 gegeben.

Bei den vom CEN/TC 228 abgedeckten Themen handelt es sich um folgende:

- Auslegung von Heizungsanlagen (Warmwasserheizungen, elektrische Heizungen usw.);
- Einbau von Heizungsanlagen;
- Inbetriebnahme von Heizungsanlagen;
- Anweisungen zum Betrieb, Wartung und Nutzung von Heizungsanlagen;
- Berechnungsverfahren des Norm-Wärmeverlusten und der Auslegungs-Heizlasten;
- Berechnungsverfahren der Gesamtenergieeffizienz von Heizungsanlagen.

Heizungsanlagen umfassen auch den Einfluss angrenzender Anlagen, wie z.B. Trinkwarmwassersysteme.

Bei all diesen Normen handelt es sich um Systemnormen, d. h. sie basieren auf Anforderungen an das gesamte System und behandeln keine Anforderungen an die im System enthaltenen Produkte.

Wo dies möglich ist, wird auf andere Europäische oder Internationale Normen verwiesen, u. a. Produktnormen. Jedoch stellt die Verwendung von Produkten, die den einschlägigen Produktnormen entsprechen, keine Garantie für die Übereinstimmung mit den Anforderungen an die Anlagen dar.

Die Anforderungen werden hauptsächlich in Form von funktionalen Anforderungen angegeben, d. h. als Anforderungen, die die Funktion der Anlagen betreffen, und nicht als solche, die Form, Werkstoffe, Maße oder Ähnliches festlegen.

In den Leitlinien werden Verfahren beschrieben, die Anforderungen zu erfüllen; jedoch dürfen auch andere Verfahren genutzt werden, sofern nachgewiesen werden kann, dass die funktionalen Anforderungen sichergestellt werden.

Aufgrund der Unterschiede in Klima, Traditionen und nationalen Bestimmungen variieren die Heizungsanlagen in den verschiedenen Mitgliedsländern. In einigen Fällen sind die Anforderungen in Form von Klassen angegeben, damit nationale oder individuelle Erfordernisse berücksichtigt werden können.

In Fällen, in denen die Normen den nationalen Bestimmungen entgegenstehen, sollten die letzteren befolgt werden.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Einleitung

Diese Norm beschreibt ein Verfahren zur Wirtschaftlichkeitsberechnung von Heizungsanlagen, das auf Daten anderer Systeme beruht, welche den Energiebedarf der Heizungsanlage beeinflussen können.

Dieses Verfahren kann, sowohl teilweise als auch komplett, für die folgenden Anwendungen genutzt werden:

- Betrachtung der wirtschaftlichen Machbarkeit von Energieeinsparungsmöglichkeiten in Gebäuden;
- Vergleich verschiedener Energieeinsparungsmöglichkeiten in Gebäuden (z. B. Anlagenarten, Brennstoffe);
- Bewertung der Wirtschaftlichkeit einer umfassenden Auslegung des Gebäudes (z. B. Abstimmung zwischen dem Energiebedarf und der Energieeffizienz von Heizungsanlagen);
- Einschätzung der Auswirkung möglicher Energieeinsparungsmaßnahmen auf eine bestehende Heizungsanlage, durch wirtschaftliche Berechnung der Energienutzungskosten sowohl mit als auch ohne die Energieeinsparungsmaßnahme.

Für die Eingangsdaten und die detaillierten Berechnungsabläufe muss der Anwender auf andere Europäische Normen oder nationale Dokumente zurückgreifen, speziell im Hinblick auf dynamische wirtschaftliche Berechnungen, die in dieser Norm nicht tiefer gehend beschrieben werden. Die Berechnungsverfahren für den Gebäudeheizenergiebedarf sind durch CEN/TC 89 (EN 832, EN ISO 13790) und CEN/TC 228 (Normenreihe EN 15316) in Bezug auf die EPBD (siehe prCEN/TR 15615) bereitgestellt.

1 Anwendungsbereich

Diese Norm beschreibt ein Berechnungsverfahren für die wirtschaftlichen Aspekte von Heizungsanlagen und anderen Systemen, die in den Energiebedarf und den Energieverbrauch eines Gebäudes einbezogen sind. Diese Norm gilt für alle Gebäudearten.

Die grundsätzlichen Prinzipien und Fachausdrücke sind in dieser Norm erläutert.

Die hauptsächlichen Bestandteile der Norm sind:

- Definitionen und Strukturen jener Kostenarten, die für die Berechnung der Wirtschaftlichkeit der Einsparmöglichkeiten in Gebäuden in Betracht gezogen werden müssen;
- Daten, die zur Definition jener Kosten nötig sind, die mit den betrachteten Anlagen in Verbindung stehen;
- Berechnungsverfahren;
- Darstellung der Ergebnisse der wirtschaftlichen Berechnung;
- informative Anhänge mit Anhaltswerten für z. B. Lebensdauer, Reparaturkosten, Instandhaltungskosten, um damit Anhaltswerte für Berechnungen zu erhalten.

Diese Norm ist Teil des Berechnungsverfahrens für die Wirtschaftlichkeit von Energieeinsparungsmöglichkeiten in Gebäuden (z. B. Wärmedämmung, effizientere Erzeugungs- und Verteilungssysteme, effiziente Beleuchtung, erneuerbare Quellen, Kraft-Wärme-Kopplung).

Der Anwendungsbereich dieses speziellen Teils ist zur Vereinheitlichung von:

- benötigten Eingangswerten;
- Berechnungsverfahren;
- benötigten Ausgangswerten

zur wirtschaftlichen Berechnung von Energiesystemen in Bezug auf die Energieeffizienz von Gebäuden.

ANMERKUNG Die Aussagekraft der Ergebnisse steigt mit der Anzahl der betrachteten Parameter (z. B. Lebensdauer, Zinssätze, Entwicklung von verschiedenen Kostenarten). Je mehr Parameter beim Vergleich verschiedener Möglichkeiten geändert werden, desto schwieriger ist es, Schlüsse aus den wirtschaftlichen Ergebnissen der Berechnungen zu ziehen.

Die Wirtschaftlichkeitsergebnisse stehen in enger Verbindung mit dem jeweils betrachteten Projekt, sodass daraus keine allgemein gültigen Schlüsse gezogen werden sollten.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

Nicht anwendbar.

3 Begriffe, Symbole und Einheiten

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1.1

Kosten

umfassen Anfangsinvestitionskosten und jährliche Kosten, darunter variable Kosten, periodische oder Wiederbeschaffungskosten aufgrund von Reparaturen oder des Austauschs von Komponenten und Anlagen

3.1.2

Anfangsinvestitionskosten [C_I]

Kosten, die zu berücksichtigen sind, wenn das Gebäude (oder die besondere Ausrüstung) betriebsfertig beim Kunden angeliefert wird. Diese Kosten umfassen Planung, Einkauf von Anlagen und Komponenten, Anschluss an die Energieversorgung, Einbau und Inbetriebnahme. Die Anfangsinvestitionskosten sind die Kosten, die dem Kunden vorgelegt werden.

3.1.3

variable Kosten [C_V]

umfassen Instandhaltungskosten, Betriebskosten, Energiekosten und zusätzliche Kosten

ANMERKUNG Variable Kosten sind jährliche Kosten.

3.1.4

Instandhaltungskosten [C_m]

Jährliche Kosten für Maßnahmen zur Bewahrung und Wiederherstellung der gewünschten Qualität der Installation. Dies umfasst jährliche Kosten für Inspektion, Reinigung, Anpassungen, Reparaturen im Rahmen präventiver Instandhaltung sowie Verschleißteile.

3.1.5

Betriebskosten [C_o]

jährliche Kosten für Betriebspersonal

3.1.6

Energiekosten [C_e]

jährliche Kosten für Energie und Grundgebühren für Energie (und andere Verschleißteile wie auch Kosten)

ANMERKUNG Verträge für angelieferte Energie sind in den Energiekosten enthalten. Die Energienutzung führt zu externen Kosten, die nicht im offiziellen Preis enthalten sind. Es gilt als gute Praxis, die externen Kosten sowie die Ablesekosten in wirtschaftliche Berechnungen einzubeziehen und zu spezifizieren.

3.1.7

Zusatzkosten [C_{ad}]

jährliche Kosten für Versicherung, andere Grundgebühren, Steuern (einschließlich Umweltschutz-Steuern auf Energie). Zuschüsse für erneuerbare Energie, die dezentral abgeliefert oder produziert wird, werden als Gewinn angesehen und als negative jährliche Kosten berücksichtigt

3.1.8

periodische Kosten des Jahres i [$C_p(i)$]

Ersatzinvestition, die durch Alterungsgründe nötig wird (entspricht den Wiederbeschaffungskosten für Komponenten (oder Anlagen), entsprechend der jeweiligen Lebensdauer)

3.1.9

Wiederbeschaffungskosten für Komponenten oder Anlagen [$C_{R,i}(j)$]

umfassen periodische Kosten für Komponente j zum Zeitpunkt $i = \tau_n, 2 \tau_n$ usw. (wobei τ_n der Lebensdauer der Komponente entspricht)

3.1.10

jährliche Kosten [$C_a(i)$]

Summe der variablen Kosten und der periodischen Kosten oder Wiederbeschaffungskosten, die im Jahr i gezahlt wurden

3.1.11

Inflationsrate [R_i]

jährliche Abwertung der Währung, angegeben in %

3.1.12

Diskontsatz [R_d]

definierter Wert, um einen Vergleich des Geldwerts zu unterschiedlichen Zeitpunkten zu ermöglichen

3.1.13

Marktzinssatz [R]

mit dem Kreditgeber vereinbarter Zinssatz, angegeben in %

3.1.14

Realzinssatz [R_R]

Marktzinssatz, angepasst an die Inflationsrate. Der Realzinssatz kann während des Berechnungszeitraums variieren (dynamische Berechnung).

3.1.15

Annuitätsfaktor [$a(n)$]

Faktor, durch den sämtliche jährlichen Kosten und jährlichen Einnahmen zu dividieren sind, um mit dem Ausgangsjahr vergleichbar zu sein

3.1.16

Preisentwicklung für Energie-, Betriebspersonal-, Produkt-, Instandhaltungs- und zusätzliche Kosten

Preisentwicklung bei Energie-, Betriebspersonal-, Produkt-, Instandhaltungs- und zusätzlichen Kosten kann möglicherweise abweichend von der Inflationsrate sein. Die daraus folgenden Raten (angegeben in %) können in den Berechnungsablauf eingeführt werden:

$R_{e,k}$ Preisentwicklungsrate für Energie des Typs k , (die Rate kann für unterschiedliche Energietypen unterschiedlich sein);

R_o Preisentwicklungsrate für das Betriebspersonal;

R_p Preisentwicklungsrate für Produkte;

R_m Preisentwicklungsrate für Instandhaltung;

R_{ad} Entwicklungsrate von zusätzlichen Kosten.

3.1.17

Lebensdauer [$\tau_n(j)$]

erwartete Lebensdauer für Komponente j (oder für Anlagen), normalerweise in Jahren angegeben

3.1.18

Barwertfaktor [$f_{pv}(n)$]

Faktor, mit dem sämtliche jährlichen Kosten und jährlichen Einnahmen zu multiplizieren sind, um mit dem Ausgangsjahr vergleichbar zu sein

ANMERKUNG $f_{pv}(n) = 1/a(n)$, wobei $a(n)$ der Annuitätsfaktor ist.

3.1.19

geplante Amortisationszeit für Gebäude [$\tau_{\text{Gebäude}}$]

vom Eigentümer festgelegter Zeitraum, in der sich das Gebäude amortisieren soll.

3.1.20

Ausgangsjahr [τ_0]

Zeitpunkt, auf welchen jegliche Berechnung bezogen wird.

3.1.21

Berechnungszeitraum [τ]

für die Berechnung betrachteter Zeitraum

3.1.22

Restwert [$V_{\{j\}}$]

Wert von Komponente j am Ende des Berechnungszeitraums unter Berücksichtigung seiner Lebensdauer und bezogen auf das Ausgangsjahr

3.1.23

Barwert

Wert sämtlicher Kosten und Einnahmen, die im Berechnungszeitraum anfallen und auf das Ausgangsjahr bezogen werden

3.1.24

Nennwert

Wert der Kosten (oder Einnahmen), die zum Zeitpunkt (im Jahr) der Zahlung berücksichtigt werden

3.1.25

Barwert einer Komponente [$V_{pv,i}(j)$]

Wert sämtlicher Kosten (und Einnahmen) einer Komponente j , einer Anlage j oder einer Füllung j , bezogen auf das Ausgangsjahr

3.1.26

Realwert oder Barwert

entspricht den Preisen des Ausgangsjahres

3.1.27

Gesamtkosten [$C_G(\tau)$]

Summe der Barwerte aller Kosten (bezogen auf das Ausgangsjahr), einschließlich Investitionskosten. Am Ende des Berechnungszeitraums sollten die Rückbaukosten bzw. der Restwert der Komponenten berücksichtigt werden, um die Gesamtkosten zu ermitteln

ANMERKUNG 1 Die Gesamtkosten hängen direkt mit der Dauer des Berechnungszeitraums zusammen.

ANMERKUNG 2 Die Berücksichtigung der Rückbaukosten bedeutet, dass der Berechnungszeitraum der Lebensdauer des Gebäudes entspricht.

3.1.28

Annuitätskosten $[AC]$

Aufteilung der Kosten auf einer jährlichen Basis. Anfangsinvestitionskosten und Wiederbeschaffungskosten werden entsprechend der Dauer des Berechnungszeitraums bzw. entsprechend der Lebensdauer der Komponenten aufgeteilt. Jährliche Kosten sind nicht vom Berechnungszeitraum abhängig.

3.2 Symbole und Einheiten

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Symbole und Einheiten nach Tabelle 1.

Tabelle 1 — Symbole und Einheiten

Symbol	Bezeichnung der Größe	Einheit
$a(n)$	Annuitätsfaktor (für das Jahr n)	—
AC	Annuitätskosten	€
β_x	preisdynamischer Barwertfaktor für Kosten x	—
$C_G(\tau)$	Gesamtkosten (entsprechend dem Berechnungszeitraum τ)	€
C_1	Anfangsinvestitionskosten (zum Zeitpunkt τ_0)	€
$C_{R,i}(j)$	Wiederbeschaffungskosten für die Komponente oder die Anlage j im Jahr i ; dabei ist $i = \tau_n, 2\tau_n, \dots$	€
$C_a(i)$	jährliche Kosten des Jahres i (Nennwert)	€
$C_{a,i}(j)$	jährliche Kosten für die Komponente oder die Anlage j des Jahres i (Nennwert)	€
C_{ad}	Zusatzkosten (jährlich)	€
C_e	Energiekosten (jährlich)	€
C_m	Instandhaltungskosten (jährlich)	€
C_o	Betriebskosten (jährlich)	€
$C_p(i)$	periodische Kosten des Jahres i	€
C_r	variable Kosten (jährlich)	€
$f_{pv}(n)$	Barwertfaktor (für das Jahr n)	—
$n_i(j)$	Anzahl der Wiederbeschaffungen der Komponente oder der Anlage j im betrachteten Berechnungszeitraum	— (ganze Zahl)
$R(i)$	Marktzinssatz (für Jahr i)	%
$R_R(i)$	Realzinssatz (für Jahr i)	%
$R_d(i)$	Diskontsatz (für Jahr i)	%
$R_i(i)$	Inflationsrate (für Jahr i)	%
R_{ad}	Preisentwicklungsrate für Zusatzkosten	%
$R_{e,k}$	Preisentwicklungsrate für Energie des Typs k	%
R_m	Preisentwicklungsrate für Instandhaltung	%
R_o	Preisentwicklungsrate für das Betriebspersonal	%
R_p	Preisentwicklungsrate für Produkte	%

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Symbol	Bezeichnung der Größe	Einheit
τ	Berechnungszeitraum	Jahr
$\tau_{\text{Gebäude}}$	geplante Amortisationszeit für Gebäude	Jahr
$\tau_n(j)$	Lebensdauer oder geplante Gebrauchsdauer der Komponente oder des Systems j	Jahr
τ_0	Ausgangsjahr für die Berechnung	Jahr
$V_{f,\tau}(j)$	Restwert von Komponente oder Anlage j (entsprechend dem Berechnungszeitraum τ)	€

4 Zusammenhang zwischen den Kosten

Der Ansatz des Berechnungsverfahrens entspricht einer Gesamtbetrachtung (Gesamtkosten). Jedoch kann das Berechnungsverfahren, abhängig von den Absichten des Investors, nur für ausgewählte besondere Kostenelemente angewendet werden. Zum Beispiel können Berechnungen alternativer Möglichkeiten für Heizungsanlagen lediglich hinsichtlich der Kosten für das Trinkwarmwasser-System und die Raumheizungsanlage vorgenommen werden.

Die Kosten unterteilen sich in Investitionskosten (einschließlich der Wiederbeschaffung von Komponenten) und variable Kosten.

Der Zusammenhang der verschiedenen Kostenarten ist in Bild 1 dargestellt.

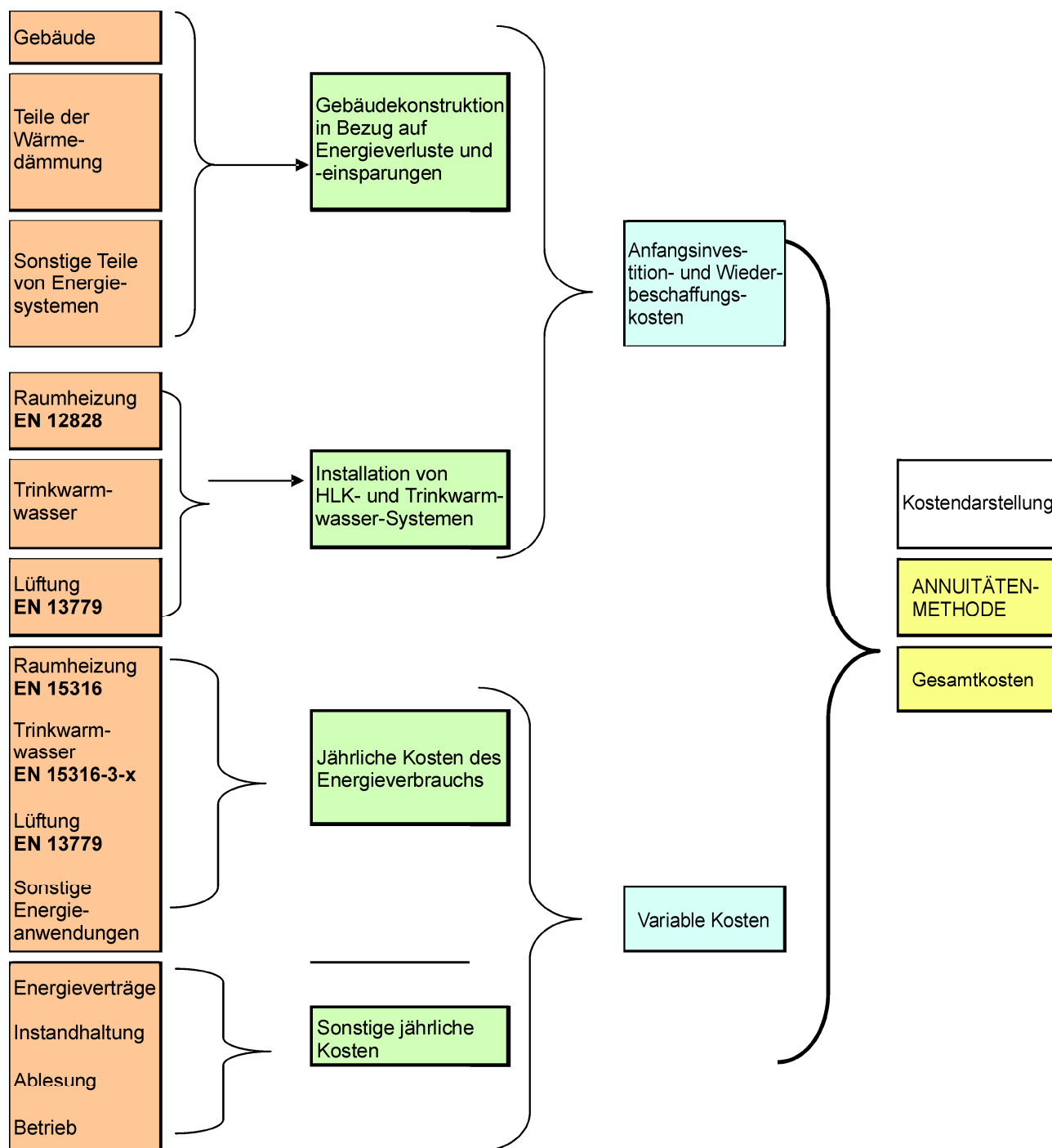


Bild 1 — Zusammenhang zwischen den Kosten

5 Grundlegende Berechnungen

5.1 Zinssatz, Diskontsatz, Barwertfaktor und Annuitätsfaktor

5.1.1 Realzinssatz

Der Realzinssatz hängt vom Marktzinssatz R und der Inflationsrate R_i ab (die beide vom Jahr i abhängen können, hier jedoch als konstant angenommen werden):

$$R_R = \frac{R - R_i}{1 + R_i / 100} \quad \% \quad (1)$$

5.1.2 Diskontsatz

Der Diskontsatz hängt vom Realzinssatz R_R und von der zeitlichen Planung der betreffenden Kosten ab (d. h. Anzahl der Jahre nach dem Ausgangsjahr):

$$R_d(p) = \left(\frac{1}{1 + R_R / 100} \right)^p \quad (-) \quad (2)$$

5.1.3 Barwertfaktor

Der Barwertfaktor hängt vom Realzinssatz R_R und von der Anzahl der Jahre n ab, die bei den jährlichen Kosten berücksichtigt werden:

$$f_{pv}(n) = \frac{1 - (1 + R_R / 100)^{-n}}{R_R / 100} \quad (-) \quad (3)$$

5.1.4 Annuitätsfaktor

Der Annuitätsfaktor ist der Kehrwert des Barwertfaktors:

$$a(n) = \frac{1}{f_{pv}(n)} \quad (4)$$

5.2 Gesamtkosten

5.2.1 Grundregeln der Berechnung

Die Berechnung der Gesamtkosten kann durch einen die einzelnen Komponenten oder Anlagen betrachtenden Ansatz erfolgen, bei dem die Anfangsinvestitionskosten C_I sowie – für jede Komponente oder jede Anlage j – die jährlichen Kosten für jedes Jahr i (im Vergleich zum Ausgangsjahr) und der Restwert betrachtet werden. Die Gesamtkosten hängen direkt mit der Dauer des Berechnungszeitraums τ zusammen.

$$C_G(\tau) = C_I + \sum_j \left[\sum_{i=1}^{\tau} (C_{a,i}(j) \times R_d(i)) - V_{f,\tau}(j) \right] \quad (€) \quad (5)$$

Dabei ist

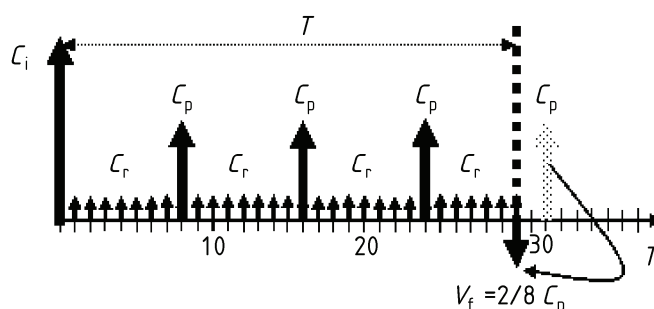
- $C_G(\tau)$ Gesamtkosten (im Vergleich zum Ausgangsjahr τ_0);
- C_1 Anfangsinvestitionskosten;
- $C_{a,i}(j)$ jährliche Kosten für Komponente j im Jahr i (einschließlich variabler Kosten und periodischer oder Wiederbeschaffungskosten);
- $R_d(i)$ Diskontsatz für das Jahr i ;
- $V_{f,\tau}(j)$ Restwert von Komponente j am Ende des Berechnungszeitraums (im Vergleich zum Ausgangsjahr τ_0).

Die Berechnung kann entweder mit detaillierten Kostendaten auf jährlicher Basis oder mit allgemeinen Daten durch wirtschaftliche Berechnung für jede Komponente vorgenommen werden.

Bei dynamischen Berechnungen werden jährliche Schwankungen des Diskontsatzes sowie jährliche Schwankungen der Preisentwicklungsrates für jegliche in den jährlichen Kosten berücksichtigte Kosten (d. h. Energie-, Betriebs-, periodische oder Wiederbeschaffungs-, Instandhaltungs- und Zusatzkosten) berücksichtigt.

5.2.2 Berechnung des Restwertes

Der Restwert $V_{f,\tau}(j)$ einer Komponente wird durch lineare Abschreibung der Anfangsinvestition bis zum Ende des Berechnungszeitraums ermittelt und bezieht sich auf den Anfang des Berechnungszeitraums.



Legende

- C_1 Anfangsinvestitionskosten
- C_r variable Kosten
- C_p periodische Kosten
- V_f Restwert
- T Berechnungszeitraum

Bild 2 — Veranschaulichung des Konzepts des Restwertes

Falls der Berechnungszeitraum τ die Lebensdauer $\tau_n(j)$ der betrachteten Komponente (j) überschreitet, werden die letzten Wiederbeschaffungskosten für die lineare Abschreibung herangezogen:

$$V_{f,\tau}(j) = V_0(j) \times (1 + R_p / 100)^{n_\tau(j) * \tau_n(j)} \times \left[\frac{(n_\tau(j) + 1) \times \tau_n(j) - \tau}{\tau_n(j)} \right] \times R_d(\tau) \quad (6)$$