



BMVBS-Online-Publikation, Nr. 08/2012

Ermittlung von spezifischen Kosten energie- sparender Bauteil-, Beleuchtungs-, Heizungs- und Klimatechnikausführungen bei Nichtwohngebäuden für die Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen zur EnEV 2012

Impressum

Herausgeber

Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS)

Wissenschaftliche Begleitung

Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Berlin
André Hempel

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im
Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR)
Horst-Peter Schettler-Köhler (Leitung)
Andrea Vilz

Bearbeitung

Schmidt Reuter Integrale Planung und Beratung GmbH, Köln
Dr. Dieter Thiel, Marco Ehrlich

Vervielfältigung

Alle Rechte vorbehalten

Zitierhinweise

BMVBS (Hrsg.): Ermittlung von spezifischen Kosten energiesparender Bauteil-,
Beleuchtungs-, Heizungs- und Klimatechnikausführungen bei Nichtwohngebäuden
für die Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen zur EnEV 2012. BMVBS-Online-
Publikation 08/2012.

Die vom Auftragnehmer vertretene Auffassung ist nicht unbedingt
mit der des Herausgebers identisch.

ISSN 1869-9324

© BMVBS Juni 2012

Ein Projekt des Forschungsprogramms „Zukunft Bau“ des Bundesministeriums für Verkehr,
Bau und Stadtentwicklung (BMVBS), betreut vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raum-
forschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR).

Inhaltsverzeichnis

1	Aufgabenstellung	5
2	Datengrundlage der Kostendaten	6
2.1	Datenbestand Schmidt Reuter	6
2.2	Kooperation mit externen Unternehmen	7
2.3	Herstellerangaben	7
2.4	BKI-Datenbank	7
3	Bearbeitungssystematik	8
3.1	Ermittlung und Strukturierung der relevanten Bauteile und Komponenten	8
3.2	Definition der Schnittstellen und technischen Randbedingungen	10
3.3	Aufbereitung der Kostendaten	10
3.3.1	Unterscheidung nach Nutzung	10
3.3.2	Preisstand	10
3.3.3	Mehrwertsteuer	10
3.3.4	Schließen von Datenlücken	10
3.3.5	Mittelwertbildung	11
3.4	Nebenleistungen und Folgekosten	11
3.5	Darstellung der Kosten	11
4	Kosten der Baukonstruktion	12
4.1	Vorhangfassaden	12
4.2	Vorgefertigte Stahlbeton-Außenwandelemente für Hallengebäude	16
4.3	Vorgefertigte Stahlprofil-Außenwandelemente für Hallengebäude	17
4.4	Außenraffstores aus Aluminiumlamellen	17
4.5	Sonnenschutzverglasungen	18
4.6	Dachaufbauten aus Stahltrapezprofilen	18
4.7	Lichtbänder in Hallendächern	19
5	Kosten der technischen Gebäudeausrüstung	20
5.1	Wärmeversorgung	20
5.1.1	Gas-Brennwertkessel	20
5.1.2	Öl-Brennwertkessel	20
5.1.3	Öltank	21
5.1.4	Abgasleitungen	21
5.1.5	Biomasse-Heizkessel	22
5.1.6	Silo-Anlagen für Holzpellets	23
5.1.7	Fernwärme-Übergabestationen	24
5.1.8	Solarthermieranlagen	25
5.1.9	Wärmepumpen	26
5.1.10	Dezentrale Hallenheizsysteme	28
5.1.11	Rohrleitungen Heizungsverteilnetz	30
5.1.12	Flachheizkörper	31
5.2	Raumlufttechnische Anlagen	32
5.2.1	Lüftungs- und Teilklimaanlagen	32
5.2.2	Wärmerückgewinnungssysteme in Raumlufttechnischen Anlagen	33
5.2.3	Ventilatorleistungen in Raumlufttechnischen Anlagen	35
5.3	Kälteanlagen	36
5.3.1	Kälteerzeuger	36
5.3.2	Rückkühlwerke	38
5.3.3	Rohrleitungen Kälteverteilnetz	39
5.3.4	Statische Kühldeckensysteme	40
5.3.5	Thermische Bauteilaktivierung	41
5.4	Starkstromanlagen	42
5.4.1	Blockheizkraftwerke	42
5.4.2	Beleuchtungsanlagen	43

6	Anhang	48
----------	---------------------	-----------

Kurzfassung

Für das Jahr 2012 ist eine weitere Verschärfung der Energieeinsparverordnung (EnEV) vorgesehen. Gemäß Energieeinsparungsgesetz, der rechtlichen Grundlage der EnEV, müssen die hierbei aufgestellten Anforderungen der wirtschaftlichen Verhältnismäßigkeit entsprechen. In diesem Zusammenhang werden in einem parallelen Forschungsvorhaben Wirtschaftlichkeitsberechnungen zu dem zukünftigen Anforderungsniveau durchgeführt. Gegenstand des vorliegenden Forschungsvorhabens ist die Bereitstellung von Kostendaten für den Neubau von Nichtwohngebäuden für diese Wirtschaftlichkeitsberechnungen.

Im Zuge der Bearbeitung wurden zunächst die relevanten Bauteile und Komponenten zusammengestellt. Mit Blick auf die Aufgabenstellung handelt es sich hierbei um Bauteile und Komponenten von Nichtwohngebäuden, die über einen Einfluss auf die energetische Bewertung gemäß EnEV verfügen und mit den üblichen Berechnungsverfahren (DIN V 18599) abgebildet werden können. Auf dieser Grundlage wurde eine Liste der energetisch relevanten, marktgängigen Komponenten der Bau- und Anlagentechnik zusammengestellt.

Gegenstand der Kostendaten sind die mit der Ausführung der jeweiligen Komponenten/ Bauteile verbundenen Investitionskosten aus Bauherrensicht. Zur Sicherstellung der Aussagekraft der Kostendaten erfolgte eine eindeutige Festlegung:

- der Schnittstellenabgrenzungen und technischen Randbedingungen zu den einzelnen Umfängen
- der Grundsätze zur Datenaufbereitung hinsichtlich Preisstand, Mehrwertsteuer, Mittelwertbildung usw. sowie
- der enthaltenen Nebenleistungen und Folgekosten

Die Kostendaten wurden auf Grundlage der folgenden Datenquellen erarbeitet:

- der beim Forschungsnehmer vorhandene Datenbestand aus Projekten der vergangenen zehn Jahre
- Zuarbeiten externer Kooperationspartner
- Herstellerangaben
- Datenbank des Baukosteninformationszentrum Deutscher Architektenkammern (BKI)

Da der Bereich Neubau von Nichtwohngebäuden durch eine vergleichsweise geringe Anzahl von Vorhaben gekennzeichnet ist, wurden die vorliegenden, statistischen Auswertungen durch Kostenberechnungen und Musterangebote ergänzt.

Energetisch relevante Bauteile und Komponenten von Nichtwohngebäuden erfahren momentan eine dynamische Weiterentwicklung. Die jeweils höchste verfügbare Entwicklungsstufe ist jedoch bei einigen Komponenten und Bauteilen dadurch gekennzeichnet, dass sich noch keine marktgängigen Standards etablieren konnten. Der Einsatz dieser Technologien ist daher mit Mehrkosten verbunden, die stark von den Randbedingungen des Einzelprojektes abhängen können. Vor diesem Hintergrund mussten einzelne Umfänge aus der Bearbeitung ausgeschlossen werden.

Die Bauteil- und Komponentenkosten werden als Kostenkennwert, teilweise in Abhängigkeit kostenrelevanter Parameter, angegeben. Soweit erforderlich wurde eine nutzungsspezifische Unterscheidung vorgenommen. Zur Darstellung der Ergebnisse wurden einheitliche Datenblätter verwendet, in denen alle wesentlichen Informationen zu den jeweiligen Bauteilen/ Komponenten zusammengefasst werden.

1 Aufgabenstellung

Aufgrund der Beschlüsse des Bundeskabinetts zum Integrierten Energie- und Klimaprogramm (IEKP) ist für das Jahr 2012 eine weitere Verschärfung der Energieeinsparverordnung (EnEV) vorgesehen.

Die vorliegende Untersuchung liefert Eingangsdaten für Wirtschaftlichkeitsberechnungen zum zukünftigen Anforderungsniveau bei Nichtwohngebäuden. Die Wirtschaftlichkeitsberechnungen werden in einem separaten Forschungsvorhaben von einem anderen Forschungsnehmer geführt. Die Kostenermittlung und Wirtschaftlichkeitsberechnungen dienen der Sicherstellung der wirtschaftlichen Verhältnismäßigkeit zukünftiger Forderungen in Bezug auf die Energieeffizienz.

Im Rahmen des vorliegenden Forschungsvorhabens sind die Kosten energetisch relevanter Bauteile und Komponenten für den Bereich Neubau von Nichtwohngebäuden zu ermitteln. Mit Blick auf mögliche Erkenntnisse aus separaten Kostenstudien zu Wohngebäuden sind hier ausschließlich Bau- und Anlagenteile zu betrachten, die typischerweise im Nichtwohnungsbau vorzufinden sind.

Die Arbeiten wurden in Abstimmung mit dem BBSR und den Auftragnehmern der parallel laufenden Wirtschaftlichkeitsgutachten zur Verschärfung des Anforderungsniveaus der Energieeinsparverordnung geführt.

2 Datengrundlage der Kostendaten

Der Neubaubereich von Nichtwohngebäuden ist im Vergleich zum Bereich der Wohngebäude dadurch gekennzeichnet, dass vergleichsweise wenige, jedoch oftmals sehr umfangreiche Einzelprojekte durchgeführt werden. Die verfügbare Datengrundlage ist im Bereich der Nichtwohngebäude deutlich geringer, da vergleichbare Datenerhebungen nicht verfügbar sind (Datenerhebung zu Wohngebäuden im Rahmen von Fördermaßnahmen). Vor diesem Hintergrund gestaltet sich die Datengrundlage für den Bereich der Nichtwohngebäude derart, dass statistische Auswertungen zur Kostenermittlung ergänzt wurden um Informationslücken zu schließen oder die Datengrundlage zu festigen.

Als Datengrundlage für das vorliegende Projekt wurden die folgenden Datenquellen verwendet:

- Bei Schmidt Reuter vorliegende Kostendaten (Leistungsverzeichnisse, Kostenfeststellungen, Angebote, Kostenberechnungen aus laufenden Projekten)
- Zuarbeiten externer Kooperationspartner (Planungsbüros, ausführende Unternehmen)
- Herstellerangaben
- Datenbank des Baukosteninformationszentrum Deutscher Architektenkammern (BKI)

2.1 Datenbestand Schmidt Reuter

Mit der Erfahrung von über 4.000 geplanten Objekten im Nichtwohnungsbaubereich blickt das Ingenieurbüro Schmidt Reuter Integrale Planung und Beratung GmbH auf eine langjährige Erfahrung im Bereich der Technischen Gebäudeausrüstung (ca. 45 Jahre) und auf nunmehr 15 Jahre Erfahrung im Bereich bauphysikalischer Beratung und der Erarbeitung von Fassadenkonzepten zurück. Dementsprechend kann auf eine abgesicherte Kostendatenbank zurückgegriffen werden.

Für das Projekt wurde der Datenbestand aus den Projekten der vergangenen 10 Jahren systematisch ausgewertet. Hierbei sind Kostendaten aus abgeschlossenen Projekten in Form von Vertragspreisen, Kostenfeststellungen und fortgeschriebenen Statistiken eingeflossen. Bei aktuell in Umsetzung befindlichen Projekten wurden Kosteninformationen in Form von Ausschreibungsergebnissen und Nachtragsangeboten, bei in Planung befindlichen Projekten in Form von eingeholten Herstellerangeboten und Kostenberechnungen berücksichtigt.

2.2 Kooperation mit externen Unternehmen

Zur Ergänzung der Kosteninformationen hat Schmidt Reuter mit externen Spezialisten, Planungsbüros und ausführenden Unternehmen zusammengearbeitet.

Hierbei erfolgte zunächst eine fachliche Einführung des Kooperationspartners in das Projekt und seine Zielsetzung. Die getroffenen Festlegungen zu Randbedingungen, Schnittstellen und Kostendarstellung wurden detailliert erläutert und die relevanten Bauteilen und Komponenten abgestimmt. Auf dieser Grundlage konnten entsprechende Kostendaten generiert werden. Die Bearbeitung erfolgte in enger Kooperation zwischen Schmidt Reuter und dem Kooperationspartner.

Bei Schmidt Reuter wurden die externen Zuarbeiten eingehend geprüft und mit vorhandenen Daten abgeglichen.

2.3 Herstellerangaben

Zur Absicherung und Ergänzung der vorliegenden, empirischen Daten wurden entsprechende Musterangebote von Herstellern energetisch relevanter Bauteile bzw. Komponenten eingeholt und ausgewertet.

Darüber hinaus wurden von den Herstellern technische Dokumentationen und Preislisten für die Bewertung zur Verfügung gestellt.

2.4 BKI-Datenbank

Zur Ergänzung der Datengrundlage wurden Kostendaten (bauliche Kosten/ Technikkosten) aus der Datenbank des Baukosteninformationszentrums Deutscher Architektenkammern (BKI) ausgewertet.

Zu den einzelnen Positionen erfolgte ein Abgleich mit den für die jeweilige Komponente bzw. das jeweilige Bauteil getroffenen Festlegungen zu Randbedingungen und Schnittstellen. Bei Abweichungen von den definierten Randbedingungen und Schnittstellen erfolgte eine Anpassung des Kostenwertes im Hinblick auf zusätzliche bzw. nicht in Ansatz zu bringende Umfänge. Auch hier erfolgte nach Prüfung des Ergebnisses und Abgleich mit weiteren Datenquellen eine Übernahme in die Datenbank.

3 Bearbeitungssystematik

3.1 Ermittlung und Strukturierung der relevanten Bauteile und Komponenten

Mit Blick auf die Zielsetzung des Forschungsvorhabens sind Komponenten mit Einfluss auf die energetische Bewertung von Nichtwohngebäuden gemäß EnEV Gegenstand des Projektes. Komponenten der Bau- und Anlagentechnik ohne Bezug zur energetischen Bewertung nach EnEV sind nicht Gegenstand der Betrachtung (z.B. Geschosdecken zwischen beheizten Bereichen, Aufzüge, Sanitäranlagen).

Von Interesse sind marktgängige, erprobte Komponenten, die mit den üblichen Berechnungsverfahren (DIN V 18599) abgebildet werden können. Die Bauteile und Komponenten müssen über eine signifikante Bedeutung bzw. eine Zukunftsfähigkeit im Markt (Potential für zukünftige, signifikante Bedeutung) verfügen. Weiterhin sind die üblichen Techniken zum Einsatz Erneuerbarer Energien von Interesse.

Ausgangspunkt für die Ermittlung der relevanten Bauteile und Komponenten waren die in der EnEV 2009, Anlage 2, Tabelle 1 als Referenzausführung vorgegebenen Komponenten für die energetische Bewertung von Nichtwohngebäuden. Auf dieser Grundlage erfolgte eine Ergänzung alternativer Bau- und Technikausführungen. Hierbei wurden die Hinweise der Forschungsnehmer der parallel durchgeführten Wirtschaftlichkeitsgutachten berücksichtigt.

Im Rahmen des vorliegenden Berichts werden die Kosten der folgenden, nichtwohnungsbauspezifischen Komponenten der Bau- und Anlagentechnik betrachtet:

Tabelle 3.1-1: Betrachtete Komponenten der Bau- und Anlagentechnik von Nichtwohngebäuden

KGR DIN 276 (12/2008)	Bauteil/ Komponente
337	Vorhangfassaden (Pfosten-Riegel- und Elementfassaden)
337	vorgefertigte Stahlbeton-Außenwandelemente für Hallengebäude
337	vorgefertigte Stahlprofil-Außenwandelemente für Hallengebäude
338	Außenraffstores (Aluminiumlamellen)
338	Sonnenschutzverglasungen
360	Dachaufbauten aus Stahltrapezprofilen
362	Lichtbänder in Hallendächern
421	Gas-Brennwertkessel
421	Öl-Brennwertkessel
421	Biomasse-Heizkessel (Holzpellet- und Holz hackschnitzel-Heizkessel)
421	Fernwärme-Übergabestationen
421	Solarthermieanlagen (Flachkollektoren, Vakuum-Röhrenkollektoren)
421	Wärmepumpen (Wasser-Wasser/ Sole-Wasser jeweils reversibel/ nicht reversibel)
421	Dezentrale Hallenheizsysteme (Warmlüfterzeuger, Hellstrahler, Dunkelstrahler)
422	Rohrleitungen (Heizungsverteilstrecke)
423	Flachheizkörper
431	Lüftungs- und Teilklimaanlagen (Abluft-, Zu-/ Abluft- und Teilklimaanlagen)
430	Wärmerückgewinnungssysteme und Ventilatoren in Raumluftheizungsanlagen
434	Kälteerzeuger (Kolben-, Schrauben- und Turboverdichter)
434	Rückkühlwerke (offener/ geschlossener Kreislauf, Hybrid- und Trockenkühler)
434	Rohrleitungen (Kälteverteilstrecke)
434	Statische Kühldeckensysteme
434	Thermische Bauteilaktivierung
442	Blockheizkraftwerke (Erdgas, Heizöl, Rapsöl)
445	Beleuchtungsanlagen

3.2 Definition der Schnittstellen und technischen Randbedingungen

Zu den ermittelten Kostendaten wurden die im Rahmen des Forschungsprojektes gewählten Schnittstellenabgrenzungen (Untersuchungsumfang) sowie die zugrunde liegenden technischen Randbedingungen dokumentiert.

Mit Blick auf die Schnittstellenabgrenzung ist relevant, welche Umfänge in die Kostenermittlung einbezogen wurden (z.B. Abgasanlage von Blockheizkraftwerken). Zu den technischen Randbedingungen zählen beispielsweise die der Kostenermittlung zugrundeliegenden Systemtemperaturen bei Fernwärme-Übergabestationen und Rückkühlanlagen, da diese einen Einfluss auf die Leistung der Anlage haben.

3.3 Aufbereitung der Kostendaten

3.3.1 Unterscheidung nach Nutzung

Im Regelfall ist bei der Kostenermittlung zu den einzelnen Komponenten der Bau- und Anlagentechnik eine Unterscheidung nach der Gebäudeart (Nutzung) nicht erforderlich.

Eine Unterscheidung nach der Gebäudeart wird daher nur bei Komponenten vorgenommen, bei denen diese eine entsprechende Kostenrelevanz besitzt.

3.3.2 Preisstand

Preisstand sämtlicher Daten der Studie ist das erste Quartal 2009.

Ausgangsdaten mit hiervon abweichendem Preisstand wurden über den Baupreisindex des statistischen Bundesamtes für Bürogebäude auf den Preisstand 1. Quartal 2009 umgerechnet. Der verwendete Baupreisindex basiert auf Marktpreisen bei Auftragsvergabe (keine Angebotspreise) und beinhaltet ausgewählte Bauleistungen, aus denen anhand eines Gewichtungsschemas die entsprechende Preisentwicklung im Zeitablauf errechnet wird.

Bei einzelnen Komponenten und Bauteilen, bei denen die Preisentwicklung nach Datenlage der Autoren nicht dem Baupreisindex entsprochen hat, wurden abweichende Ansätze zur Kostenanpassung verwendet. Bei diesen Umfängen wird in dem entsprechenden Kapitel des Berichtes gesondert darauf hingewiesen.

3.3.3 Mehrwertsteuer

Alle Kosten werden in EURO ohne Mehrwertsteuer angegeben.

3.3.4 Schließen von Datenlücken

Die Kostenkennwerte werden in Abhängigkeit von kostenrelevanten Parametern angegeben (z.B. Leistungsbereich). Hierbei können „Datenlücken“ auftreten (z.B. Vorliegen des Kostenkennwertes für die Leistungsgrößen 50kW, 100 kW, 200 kW, 250 kW; Nichtvorliegen des Kostenkennwertes für die Leistungsgröße 150 kW).

Zum Schließen dieser „Datenlücken“ wurden die vorhandenen Kostenkennwerte mit Blick auf den Kostenverlauf der Komponente bzw. des Bauteils ausgewertet und fehlende Zwischenwerte, im Regelfall durch Interpolation, ergänzt.

3.3.5 Mittelwertbildung

Die ausgewiesenen Bauteil- bzw. Komponentenkosten stellen Mittelwerte der vorhandenen Kosteninformationen dar. Extremwerte (Ausreißer) wurden bei der Mittelwertbildung nicht berücksichtigt.

3.4 Nebenleistungen und Folgekosten

Bei den Kostendaten handelt es sich um Investitionskosten aus Bauherrensicht, d.h. die mit der Ausführung der jeweiligen Komponente/ des Bauteils verbundenen Gesamtkosten inklusive Transport, Montage, Inbetriebnahme.

Planungskosten, Genehmigungskosten, Gutachten und sonstige Nebenleistungen wurden nicht berücksichtigt.

3.5 Darstellung der Kosten

Die Kosten werden in Form eines Kostenkennwertes angegeben. Häufig verwendete Bezugsgrößen sind bei Komponenten der Technischen Gebäudeausrüstung die Leistung (z.B. Kostenkennwert von Heizkesseln: €/kW Wärmeleistung), bei Bauteilen der Gebäudehülle die Bauteilfläche (z.B. Kostenkennwert von Vorhangfassaden: €/m² Bauteilfläche).

Die Bauteil- und Komponentenkosten werden teilweise in Abhängigkeit kostenrelevanter Parameter angegeben. Häufig verwendete, kostenrelevante Parameter stellen bei Komponenten der Technischen Gebäudeausrüstung der Leistungsbereich (z.B. separate Kostenkennwerte für Heizkessel in den Leistungsbereichen 50kW, 100kW, 150kW usw.), bei Bauteilen der Gebäudehülle der Wärmedurchgangskoeffizient (z.B. separate Kostenkennwerte für Vorhangfassaden mit Wärmedurchgangskoeffizienten von 1,4 W/ (m² K), 1,3 W/ (m² K), 1,2 W/ (m² K) usw.) dar. Darüber hinaus kann im Einzelfall auch eine nutzungsspezifische Unterscheidung vorliegen.

Zur Darstellung der Kosten wurden für die einzelnen Komponenten/ Bauteile entsprechende Datenblätter aufgestellt, in denen die festgelegten Schnittstellen (enthaltene/ nicht enthaltene Umfänge) und die zugrundeliegenden technischen Randbedingungen sowie ggf. entsprechende Hinweise und Erläuterungen angegeben werden.

Die Datenblätter zu den Bauteil-/Komponentenkosten sind dem Bericht in der Anlage beigelegt.

4 Kosten der Baukonstruktion

4.1 Vorhangfassaden

Vorhangfassaden als statisch nicht tragende Bauteile stellen übliche Konstruktionen im Bereich des Nichtwohnungsbaus, insbesondere bei Büro und Verwaltungsgebäuden, dar.

Die energetische Qualität von Vorhangfassaden wird im Wesentlichen bestimmt durch:

- den Wärmedurchgangskoeffizienten der Vorhangfassade (U_{CW})
- den Gesamtenergiedurchlassgrad (g-Wert) der transparenten Bereiche
- den Lichttransmissionsgrad (tau-Wert) der transparenten Bereiche

Gesamtenergiedurchlassgrad und Lichttransmissionsgrad der transparenten Bereiche sind dadurch gekennzeichnet, dass eine voneinander unabhängige energetische Optimierung nicht möglich ist. So ist im Sinne des sommerlichen Wärmeschutzes im Allgemeinen ein niedriger Gesamtenergiedurchlassgrad von Vorteil, im Winter jedoch von Nachteil. Mit Blick auf die Tageslichtversorgung eines Gebäudes ist ein hoher Lichttransmissionsgrad erwünscht (Strombedarf der Beleuchtung). Dieser steht jedoch in Zusammenhang mit dem Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung.

Zur Abbildung der energetischen Eigenschaften von Vorhangfassaden wurde folgender Ansatz gewählt:

- Die energetische Qualität von Vorhangfassaden wird beschrieben anhand des Wärmedurchgangskoeffizienten U_{CW} der Konstruktion.
- Zu Gesamtenergiedurchlassgrad und Lichttransmissionsgrad der transparenten Bauteile ist eine gezielte energetische Optimierung nicht möglich. Zu den untersuchten, im Hinblick auf den U_{CW} -Wert optimierten Aufbauten werden daher lediglich die resultierenden Werte angegeben.
- Sonnenschutzvorrichtungen (z.B. Sonnenschutzgläser, Lamellenbehäng) werden in separater Position betrachtet.

Gegenstand der Untersuchung sind die Grundkonstruktionen:

- Pfosten-Riegel-Fassade
- Elementfassade

Untersucht wurden die vorgenannten Grundkonstruktionen ohne zusätzlich Prallscheibe (keine Doppelfassaden). Nicht Gegenstand der Untersuchung sind weiterhin Structural Glazing-Konstruktionen, da diese in erster Linie aus optischen und somit nicht aus Gründen der Energieeffizienz ausgeführt werden.

Nicht betrachtet werden weiterhin horizontale Konstruktionen (z.B. Dachverglasung von Atrien).

Gegenstand der Untersuchung sind Fassadenkonstruktionen, bestehend aus:

- Fassadenkonstruktion einschließlich aller Profile und Füllungen wie Verglasung, öffentbare Elemente usw.
- Öffnungsflügel jeweils als Standard Dreh-Kipp-Flügel mit Alugriff
- Verglasung mit absturzsichernder Funktion im Bereich bodentiefer Einbau
- Bauanschlüsse
- Vorrichtung Fassade zur Durchführung des Sonnenschutzkabels
- Lieferung und Montage

Im Untersuchungsumfang enthalten sind sämtliche, für eine funktionsfähige Fassade erforderliche Elemente.

Im Untersuchungsumfang nicht enthalten sind die folgenden Umfänge:

- Außen liegende Sonnenschutzvorrichtungen/ Sonnenschutzgläser (separate Position)
- Innen liegender Blendschutz
- Sonderanforderungen (z.B. Einbruchhemmung)
- Gebogene Verläufe
- Türen und Fenstertüren

Bearbeitungssystematik

Gegenstand der Betrachtung sind Vorhangfassaden mit energetischen Qualitäten (U_{CW}), die über die in der EnEV 2009 vorgegebene Referenz Ausführung hinausgehen.

Es wurden zunächst grundlegende geometrische Abmessungen von beispielhaft zu untersuchenden Aufbauten festgelegt. Hierzu gehören:

- die Modulbreite
- die Modulhöhe
- die Höhe der Deckenkopfpakete
- die Brüstungshöhe

Weiterhin wurden als Grundlage für die Untersuchungen der Pfosten-Riegel-Fassade und Elementfassade jeweils drei Grundvarianten unterschieden, deren Flächenanteile Festverglasung, Fenster und Paneel variiert wurden:

- 100 % Dreh-Kipp-Flügel
- 67 % Festverglasung, 33 % Dreh-Kipp-Flügel
- 75 % Festverglasung, 25 % opaker Lüftungsflügel

Die Grundvarianten unterscheiden sich jeweils hinsichtlich der geometrischen Aufteilung und somit hinsichtlich des Profilanteils.

Zu den Grundvarianten wurden jeweils Untervarianten hinsichtlich der energetischen Qualität untersucht. Die hiermit verbundenen Kostenwirkungen werden in Form von Kosten-Indizes angegeben.

Die Untervarianten bilden eine Kombination aus unterschiedlichen energetischen Qualitäten:

- der Profile von Standard bis wärmetechnisch optimiert
- der Verglasung von Standard 2-fach bis optimierter 3-fach Verglasung
- der Einselemente nach DIN von Standard bis wärmetechnisch optimiert
- des Randverbunds von Standard bis wärmetechnisch verbesserter Randverbund nach DIN (Edelstahl-Randverbund)

Ergebnisse

Pfosten-Riegel-Fassade, 100 % Dreh-Kipp-Flügel

Bei Pfosten-Riegel-Fassaden mit 100 % Dreh-Kipp-Flügel können mit marktgängigen Komponenten U_{CW} -Werte von ca. 1,0 W/ (m² K) realisiert werden. Die mit einer Verbesserung des U_{CW} -Wertes von ca. 1,6 W/ (m² K) auf ca. 1,0 W/ (m² K) verbundenen Mehrkosten liegen bei dieser Grundvariante in der Größenordnung von ca. 20 %.

In der folgenden Tabelle werden Richtwerte für die absoluten Kosten wiedergegeben.

Tabelle 4.1-1: Investitionskosten Pfosten-Riegel-Fassade, 100 % Dreh-Kipp-Flügel in Abhängigkeit vom U_{CW} -Wert

U_{CW} -Wert	[W/ (m ² K)]	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6
Nachrichtlich: g-Wert, ca.	[%]	50	50	50	50	60	60	60
Nachrichtlich: tau-Wert, ca.	[%]	71	71	71	71	80	80	80
Investitionskosten, ca. (von)	[€/ m ² BTF]	640	610	590	570	550	540	520
Investitionskosten, ca. (bis)	[€/ m ² BTF]	670	640	620	600	580	570	550

Pfosten-Riegel-Fassade, 67 % Festverglasung, 33 % Dreh-Kipp-Flügel

Bei Pfosten-Riegel-Fassaden mit 33 % Dreh-Kipp-Flügel können mit marktgängigen Komponenten U_{CW} -Werte von ca. 0,8 W/ (m² K) realisiert werden. Die mit einer Verbesserung des U_{CW} -Wertes von ca. 1,4 W/ (m² K) auf ca. 0,8 W/ (m² K) verbundenen Mehrkosten liegen bei dieser Grundvariante in der Größenordnung von gut 20 %.

Die mit der Ausführung der Pfosten-Riegel-Fassade 33 % Dreh-Kipp-Flügel verbundenen Investitionskosten werden in der folgenden Tabelle wiedergegeben.

Tabelle 4.1-2: Investitionskosten Pfosten-Riegel-Fassade, 33 % Dreh-Kipp-Flügel in Abhängigkeit vom U_{CW} -Wert

U_{CW} -Wert	[W/ (m ² K)]	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4
Nachrichtlich: g-Wert, ca.	[%]	50	50	50	50	50	60	60
Nachrichtlich: tau-Wert, ca.	[%]	71	71	71	71	71	80	80
Investitionskosten, ca. (von)	[€/ m ² BTF]	620	590	570	540	530	510	490
Investitionskosten, ca. (bis)	[€/ m ² BTF]	670	640	610	590	570	550	530

Pfosten-Riegel-Fassade, 75 % Festverglasung, 25 % opaker Lüftungsflügel

Bei Pfosten-Riegel-Fassaden (25 % opaker Lüftungsflügel) können U_{CW} -Werte von ca. 1,1 W/ (m² K) realisiert werden. Die mit einer Verbesserung des U_{CW} -Wertes von ca. 1,6 W/ (m² K) auf ca. 1,1 W/ (m² K) verbundenen Mehrkosten liegen bei dieser Grundvariante in der Größenordnung von knapp 20%.

Tabelle 4.1-3: Investitionskosten Pfosten-Riegel-Fassade, 25 % opaker Lüftungsflügel in Abhängigkeit vom U_{CW} -Wert

U_{CW} -Wert	[W/ (m ² K)]	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6
Nachrichtlich: g-Wert, ca.	[%]	50	50	50	50	60	60
Nachrichtlich: tau-Wert, ca.	[%]	71	71	71	71	80	80
Investitionskosten, ca. (von)	[€/ m ² BTF]	580	560	540	530	510	500
Investitionskosten, ca. (bis)	[€/ m ² BTF]	630	610	590	570	550	540

Elementfassade, 100 % Dreh-Kipp-Flügel

Bei Elementfassaden mit 100 % Dreh-Kipp-Flügel können mit marktgängigen Komponenten U_{CW} -Werte von ca. 1,2 W/ (m² K) realisiert werden. Die mit einer Verbesserung des U_{CW} -Wertes von ca. 1,8 W/ (m² K) auf ca. 1,2 W/ (m² K) verbundenen Mehrkosten liegen bei dieser Grundvariante in der Größenordnung von knapp 20 %.

Tabelle 4.1-4: Investitionskosten Elementfassade, 100 % Dreh-Kipp-Flügel in Abhängigkeit vom U_{CW} -Wert

U_{CW} -Wert	[W/ (m ² K)]	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8
Nachrichtlich: g-Wert, ca.	[%]	50	50	50	50	50	60	60
Nachrichtlich: tau-Wert, ca.	[%]	71	71	71	71	71	80	80
Investitionskosten, ca. (von)	[€/ m ² BTF]	700	670	660	640	620	610	600
Investitionskosten, ca. (bis)	[€/ m ² BTF]	740	720	700	680	660	650	630

Elementfassade, 67 % Festverglasung, 33 % Dreh-Kipp-Flügel

Bei Elementfassaden mit 33 % Dreh-Kipp-Flügel können U_{CW} -Werte von ca. 1,0 W/ (m² K) realisiert werden. Die mit einer Verbesserung des U_{CW} -Wertes von ca. 1,6 W/ (m² K) auf ca. 1,0 W/ (m² K) verbundenen Mehrkosten liegen bei dieser Grundvariante in der Größenordnung von 20 %.

Tabelle 4.1-5: Investitionskosten Elementfassade, 33 % Dreh-Kipp-Flügel in Abhängigkeit vom U_{CW} -Wert

U_{CW} -Wert	[W/ (m ² K)]	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6
Nachrichtlich: g-Wert, ca.	[%]	50	50	50	50	50	60	60
Nachrichtlich: tau-Wert, ca.	[%]	71	71	71	71	71	80	80
Investitionskosten, ca. (von)	[€/ m ² BTF]	680	650	630	610	590	570	560
Investitionskosten, ca. (bis)	[€/ m ² BTF]	730	700	670	650	630	610	600

Elementfassade, 75 % Festverglasung, 25 % opaker Lüftungsflügel

Bei Elementfassaden (25% opaker Lüftungsflügel) können U_{CW} -Werte von ca. 1,3 W/ (m² K) realisiert werden. Die mit einer Verbesserung des U_{CW} -Wertes von ca. 1,9 W/ (m² K) auf ca. 1,3 W/ (m² K) verbundenen Mehrkosten liegen bei dieser Grundvariante in der Größenordnung von 15%.

Tabelle 4.1-6: Investitionskosten Elementfassade, 25 % opaker Lüftungsflügel in Abhängigkeit vom U_{CW} -Wert

U_{CW} -Wert	[W/ (m ² K)]	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9
Nachrichtlich: g-Wert, ca.	[%]	50	50	50	50	50	60	60
Nachrichtlich: tau-Wert, ca.	[%]	71	71	71	71	71	80	80
Investitionskosten, ca. (von)	[€/ m ² BTF]	650	630	610	600	590	570	560
Investitionskosten, ca. (bis)	[€/ m ² BTF]	690	670	660	640	630	610	600

Es wurde deutlich, dass die optimalen, energetischen Fassadeneigenschaften nur erreicht werden können, wenn sämtliche Elemente der Fassade wärmetechnisch optimiert werden, d.h. unter Verwendung wärmetechnisch optimierter Profile, Einselelemente und optimierter 3-fach Verglasung (U_g -Wert Glas: 0,5 W/ (m² K)) mit wärmetechnisch verbessertem Randverbund.

4.2 Vorgefertigte Stahlbeton-Außenwandelemente für Hallengebäude

Gegenstand der Betrachtung sind industriell vorgefertigte Außenwandelemente für Industriehallen aus Stahlbeton mit Kerndämmung (Betsandwich-Elemente).

Im Untersuchungsumfang enthalten sind:

- Innen- und Außenschale aus Stahlbeton
- Kerndämmung
- Bohrungen und Verbindungsmittel für bauseitige Anschlüsse

Im Untersuchungsumfang nicht enthalten sind:

- Fenster, Türen, Tore

Ergebnisse

In der folgenden Tabelle sind die Ergebnisse der Datenerhebung zu Beton-Sandwich-Elementen dargestellt:

Tabelle 4.2-1: Investitionskosten für vorgefertigte Stahlbeton-Außenwandelemente (Hallengebäude)

U-Wert	[W/ (m ² K)]	0,50	0,35	0,28	0,24	0,20
Investitionskosten, ca.	[€/ m ² BTF]	120,00	125,00	130,00	135,00	143,00

Die Kosten beziehen sich auf einer Wandfläche von ca. 400 m².

4.3 Vorgefertigte Stahlprofil-Außenwandelemente für Hallengebäude

Gegenstand der Betrachtung sind industriell vorgefertigte Außenwandelemente für Industriehallen aus Stahlprofilen mit Kerndämmung (Stahlsandwich-Elemente).

Im Untersuchungsumfang enthalten sind:

- Außenpaneel, Innenpaneel (Trapezprofil beidseitig verzinkt, Beschichtung)
- Kerndämmung
- C-Riegel als unterer Abschluss
- Bohrungen und Verbindungsmittel für bauseitige Anschlüsse

Die folgenden Umfänge sind nicht Gegenstand der Betrachtung:

- Ausrahmungen, Fenster, Türen, Tore
- statische Konstruktion

Ergebnisse

In der folgenden Tabelle sind die Ergebnisse der Datenerhebung dargestellt.

Tabelle 4.3-1: Investitionskosten Stahlprofil-Außenwandelemente für Hallengebäude

U-Wert	[W/ (m ² K)]	0,50	0,35	0,28	0,24	0,20
Investitionskosten, ca.	[€/ m ² BTF]	73,00	76,00	80,00	86,00	93,00

Die Kosten beziehen sich auf einer Wandfläche von ca. 800 m².

4.4 Außenraffstores aus Aluminiumlamellen

Im Untersuchungsumfang enthalten sind:

- Aluminiumlamellen ca. 80mm
- Blenden, Schienen, Führungen, Bänder usw.
- Elektroantrieb
- manuelle Steuerung
- Befestigungsmaterialien, Abdichtungen, Zubehör

Ergebnisse:

In der folgenden Tabelle sind die Ergebnisse der Datenerhebung dargestellt:

Tabelle 4.4-1: Investitionskosten Außenraffstore aus Aluminiumlamellen

Investitionskosten, ab ca.	[€/ m ² BTF]	130,00
----------------------------	-------------------------	--------

4.5 Sonnenschutzverglasungen

Gegenstand der Betrachtung sind die Mehrkosten von Sonnenschutzgläsern im Vergleich zu Warmgläsern mit gleichem U_G -Wert:

Im Untersuchungsumfang enthalten sind:

- Standardaufbau für Lochfassaden (nur Glas)
- 2-fach Basisglas, $U_G=1,1 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$

Nicht enthalten sind:

- Einscheibensicherheitsglas
- Absturzsicherung
- Sonderanforderungen

Ergebnisse

In der folgenden Tabelle sind die Ergebnisse der Datenerhebung dargestellt:

Tabelle 4.5-1: Mehrkosten Sonnenschutzglas zu Warmglas mit ähnlichem U_G -Wert

Mehrkosten Sonnenschutzglas zu Warmglas, ca.	[€/ m ² BTF]	30,00
----------------------------------------------	-------------------------	-------

Die Kostenkennwerte beziehen sich auf eine Elementgröße von ca. 0,5-3,0m² und eine Objekt-Gesamtfläche ab ca. 250m².

4.6 Dachaufbauten aus Stahltrapezprofilen

Gegenstand der Betrachtung sind wärmedämmte Stahltrapezblech-Dachaufbauten für Hallengebäude.

Im Untersuchungsumfang enthalten sind:

- Dachdämmung und Abdichtung
- Verbindungen, Anschlüsse, Randverstärkungen
- Ausbildung der Längs-Querstöße
- Dachrandsicherung

In den Kosten nicht enthalten sind:

- Dachfenster
- Entwässerungsanlagen
- Abfangbinder/ statische Konstruktion

Ergebnisse

In der folgenden Tabelle sind die Ergebnisse zu den Investitionskosten für Stahltrapezdächer (Hallengebäude) dargestellt.

Tabelle 4.6-1: Investitionskosten für Stahltrapezdächer (Hallengebäude)

U-Wert	[W/ (m ² K)]	0,35	0,28	0,24	0,20
Investitionskosten, ca. (Polystyrol)	[€/ m ² BTF]	38,00	39,00	41,00	51,00
Investitionskosten, ca. (Baustoffklasse A1, nicht brennbar)	[€/ m ² BTF]	43,00	44,00	47,00	57,00

Die angegebenen Kosten beziehen sich auf eine Dachfläche von ca. 2.000 m².

4.7 Lichtbänder in Hallendächern

Gegenstand der Betrachtung sind Lichtbänder in Dächern von Industriehallen.

In den Kosten enthalten sind:

- Metallunterkonstruktionen
- Abdichtungen

In den Kosten nicht enthalten sind:

- Rauchwärmeabzugsanlagen
- öffnenbare Elemente
- Lichtbandzarge, Dachanschlüsse

Ergebnisse

In der folgenden Tabelle sind die Ergebnisse zu den Investitionskosten für Lichtbänder in Hallendächern dargestellt.

Tabelle 4.7-1: Investitionskosten für Lichtbänder in Hallendächern

U-Wert	[W/ (m ² K)]	2,50	1,80
Investitionskosten, ca.	[€/ m ² BTF]	56,00	63,00

5 Kosten der technischen Gebäudeausrüstung

5.1 Wärmeversorgung

5.1.1 Gas-Brennwertkessel

Im Untersuchungsumfang enthalten sind:

- Gas-Brennwertkessel (bodenstehend)
Der Untersuchungsumfang wurde auf Kessel mit Gas-Brennwerttechnik begrenzt, da die Brennwerttechnik den Stand der Technik darstellt.
- Gebläsebrenner
- witterungsgeführte Kesselregelung
- Transport, Montage und Inbetriebnahme

Die folgenden Umfänge können nicht allgemeingültig in den Kosten abgebildet werden.

- Abgasanlage inklusive Kondensatableitung (Ausführungsart, Länge)
- Anschluss an das Gasnetz inkl. Gasleitung
- Anschluss an den Verteiler/ Sammler des Verteilnetzes
- Anlagen zur Trinkwarmwasserbereitung
- Ausdehnungsgefäße (Wärmeerzeuger, Verteilnetz)
- Fundament des Heizkessels

Die Kosten für diese Komponenten sind stark abhängig von den Randbedingungen des jeweiligen Gebäudes (projektspezifische Abhängigkeiten) und werden aus dem Untersuchungsumfang ausgeschlossen.

Ergebnisse

In der folgenden Tabelle sind die Ergebnisse der Datenerhebung zu Gas-Brennwertkesseln dargestellt:

Tabelle 5.1-1: Investitionskosten für Gas-Brennwertkessel in Abhängigkeit von der Kesselleistung

Leistungsbereich	[kW]	50	100	150	200	250	300	500
Investitionskosten, ca.	[€/ kW]	120	100	90	90	80	60	60

5.1.2 Öl-Brennwertkessel

Im Untersuchungsumfang enthalten sind:

- Heizkessel mit Öl-Brennwertwärmetauscher
Der Untersuchungsumfang wurde auf Kessel mit Brennwerttechnik begrenzt, da die Brennwerttechnik den Stand der Technik darstellt.
- Gebläsebrenner
- witterungsgeführte Kesselregelung
- Transport, Montage und Inbetriebnahme

Die Kosten der mit dem Öl-Brennwertkessel in Verbindung stehenden Infrastruktur sind stark von den projektspezifischen Randbedingungen abhängig.

Einen starken projektspezifischen Bezug weisen darüber hinaus die folgenden, aus der Untersuchung ausgeschlossenen Umfänge auf:

- Abgasanlage (Ausführung, Höhe)
- Anlagen zur Trinkwarmwasserbereitung

- Ausdehnungsgefäße Wärmeerzeuger bzw. Verteilnetz
- Anschluss des Heizkessels an den Verteiler/ den Sammler des Verteilnetzes
- Fundament des Heizkessels
- Brennstofflagerung (vgl. unten: Brennstofflagerung)

Ergebnisse

Relevante Einflussgröße für die mit der Ausführung von Öl-Brennwertkesseln verbundenen Kosten ist der Leistungsbereich. In der folgenden Tabelle sind die Ergebnisse der Datenerhebung zu Öl-Brennwertkesseln dargestellt.

Tabelle 5.1-2: Investitionskosten für Öl-Brennwertkessel in Abhängigkeit von der Kesselleistung

Leistungsbereich	[kW]	50	100	150	200	250	300	500
Investitionskosten, ca.	[€/ kW]	110	160	120	100	110	90	100

5.1.3 Öltank

Es ist zu unterscheiden nach der Art des Brennstofflagers:

- Anordnung im Außenbereich (Erdreich)
- Aufstellung im Gebäude

Eine allgemein gültige Kostenangabe für die Brennstofflagerung im Außenbereich ist nicht möglich (u.a. Aufwand für Erdarbeiten).

Die Kosten von Brennstofflagern zur Innenaufstellung konnten ermittelt werden in Abhängigkeit von Bauweise (Ausführungsqualität) und Inhalt des Heizöltanks:

Im Untersuchungsumfang enthalten sind:

- Befüll-, Entlüftungs- und Entnahmesysteme
- optische Leckageanzeige
- Füllstandsanzeige

In den Kosten nicht enthalten sind:

- Leckagewarngeräte optisch und akustisch

In der folgenden Tabelle sind die Ergebnisse der Datenerhebung dargestellt.

Tabelle 5.1-3: Investitionskosten Heizöltanks zur Innenaufstellung

Bauweise: Kunststoff-Innentank mit Stahl-Außentank	[€/ l]	0,80
Bauweise: Kunststoff-Innentank mit Kunststoff-Wanne	[€/ l]	0,70

Die Kostenangaben beziehen sich auf eine Tankgröße von 5.000 - 25.000 l.

5.1.4 Abgasleitungen

Gegenstand der Untersuchung sind einwandige Abgasleitungen aus Edelstahl für gas- und ölbefeuerte Niedertemperatur- bzw. Brennwertkessel.

Im Untersuchungsumfang enthalten sind:

- Bogen mit Stützfuß

- Abstandsschellen
- Schachtabdeckung/ Regenkragen
- Kondensatschale inkl. Ablauf
- Rohrelemente (rund) für Schachtmontage
- Dicht- und Verbindungsmittel

Die folgenden, stark von den projektspezifischen Randbedingungen abhängigen Umfänge wurden aus dem Untersuchungsumfang ausgeschlossen:

- Verbindungsleitungen zum Kesselanschluss
- Schalldämpfer
- doppelwandige Ausführungen
- bauliche Umfänge: Schächte, Durchführungen usw.
- Isolierungen

Ergebnisse

In der folgenden Tabelle sind die Ergebnisse der Datenerhebung zu den Abgasleitungen dargestellt.

Tabelle 5.1-4: Investitionskosten für Abgasleitungen für Öl- und Gaskessel in Abhängigkeit von der Nennweite

Edelstahl einwandig, DN 150	[€/ m]	85
Edelstahl einwandig, DN 250	[€/ m]	100
Edelstahl einwandig, DN 350	[€/ m]	110

5.1.5 Biomasse-Heizkessel

Gegenstand der Betrachtungen sind Biomasse-Heizkesselanlagen mit:

- automatischem Feuerungsbetrieb
- automatischem Brennstoffeinschub
- automatischer Ascheaustragung
- Bedienmodul und Schaltschrank
- Kosten für Transport, Montage und Inbetriebnahme.

Die folgenden Umfänge weisen einen starken projektspezifischen Bezug auf und können daher nicht in allgemeiner Form bewertet werden. Sie werden daher aus dem Untersuchungsumfang ausgeschlossen:

- Abgasanlage (Ausführung, Länge)
- Anschluss der Kesselanlage an den Verteiler / Sammler des Verteilnetzes
- Anlagen zur Trinkwarmwasserbereitung
- Ausdehnungsgefäße (Wärmeerzeuger, Verteilnetz)
- Brennstofflagerung (vgl. unten: Brennstofflagerung)

Im Rahmen der Studie werden Biomasse-Heizkessel unterschieden in Anlagen zur Verfeuerung von Holzpellets (Holzpellet-Heizkessel) und Anlagen, die auch mit Holz-Hackschnitzeln (Holzhackschnitzel-Heizkessel) befeuert werden können.

Ergebnisse

Die Kosten von ausgeführten Holzpellet-Heizkesseln werden in der folgenden Darstellung wiedergegeben.

Tabelle 5.1-5: Investitionskosten Holzpellet-Heizkessel in Abhängigkeit von der Kesselleistung

Leistungsbereich	[kW]	50	100	150	200	250	300	500
Investitionskosten, ca.	[€/ kW]	390	340	250	200	180	160	150

Die ermittelten Kosten für ausgeführte Holzhackschnitzel-Heizkesselanlagen werden in der folgenden Darstellung wiedergegeben.

Tabelle 5.1-6: Investitionskosten für Holzhackschnitzel-Heizkessel in Abhängigkeit von der Kesselleistung

Leistungsbereich, ca.	[kW]	50	100	150	200	250	300	500
Investitionskosten, ca.	[€/ kW]	480	284	229	211	194	180	122

Im Hinblick auf die Brennstofflagerung ist die Verfügbarkeit und Anordnung ausreichend großer Räumlichkeiten bzw. Grundstücksfläche eine wesentliche Randbedingung für die Verwendung von Biomasse-Heizkesseln.

Bei Einrichtungen zur Lagerung von Holz-Hackschnitzeln ist zu berücksichtigen, dass der Heizwert in Abhängigkeit von der Qualität des Brennstoffs (insbesondere Wassergehalt und Holzart) in einem sehr weiten Bereich schwanken kann. Mit Blick auf die Brennstoffzuführung sind eine räumliche Nähe des Brennstofflagers zum Heizkessel sowie die erforderlichen technischen Installationen zur Brennstoffaustragung von Bedeutung (Investitionskosten Brennstoffzuführung, Zuverlässigkeit). Darüber hinaus sind Aspekte der Brennstoffanlieferung zu berücksichtigen.

Im Ergebnis ist festzuhalten, dass die Anlagen zur Brennstofflagerung und Zuführung stark abhängig sind von den Randbedingungen am Aufstellungsort. Die hiermit verbundenen Kosten sind somit nur unter Berücksichtigung der Rahmenbedingungen im Einzelfall zu ermitteln und können nicht allgemein gültig angegeben werden.

5.1.6 Silo-Anlagen für Holzpellets

Eine weitgehend universelle und auch häufig genutzte Möglichkeit zur Lagerung von Holzpellets stellen Silo-Anlagen im Außenbereich dar, deren Kosten im Folgenden untersucht werden.

Im Untersuchungsumfang enthalten sind:

- Befüllsystem
- Entlüftung inklusive Filter
- Entnahmetrichter
- Förderschnecke (Länge: ca. 5 m)

Ergebnisse

Die Ergebnisse der Datenerhebung sind in der folgenden Tabelle dargestellt:

Tabelle 5.1-7: Investitionskosten Silo-Anlagen für Holzpellets

Inhalt, ca.	[m³]	50	100
Investitionskosten, ca. (GFK-Hochsilo)	[€/ m³]	330	-
Investitionskosten, ca. (Blechsilo)	[€/ m³]	-	290

5.1.7 Fernwärme-Übergabestationen

Gegenstand der Untersuchung sind:

- Fernwärme-Kompaktstationen für indirekte Betriebsweise, komplett auf Grundrahmen verrohrt und elektrisch verdrahtet, zum Anschluss an Fernwärmenetz und Hausanlage. Als Wärmeübertrager kommen Kompaktplattenwärmetauscher in korrosionsbeständiger Ausführung zum Einsatz. Ab einer Leistung von 500 kW ist eine Teilung der Station aus Platz-/Transport- oder Gewichtsgründen enthalten.
- Die Regelung umfasst einen witterungsgeführte Vorlauftemperaturregelung mit Rücklauf-temperaturbegrenzung einschließlich Schaltkasten, Außentemperaturfühler und Fernheizungsregler.
- Armaturenzubehör usw.
- Pumpe sekundär
- Unterkonstruktion Fernwärme-Übergabestation
- Wärmedämmung der Rohrleitungen, Wärmetauscher, Schmutzfänger usw. mit PU-Hartschaumschalen nach EnEV-Standard (Fernwärme-Übergabestation)
- Transport, Montage und Inbetriebnahme

Im Untersuchungsumfang nicht enthalten sind Umfänge mit starkem projektspezifischen Bezug:

- Nahwärmenetze zur Verteilung auf der Liegenschaft
- Druckausgleichsgefäße
- Anschluss an das Verteilnetz
- Anlagen zur Trinkwarmwasserbereitung
- Lieferung und Montage des Wärmemengenzählers. Dies übernimmt fast immer der Versorger

Bearbeitungssystematik

- Im Rahmen des Vorhabens wurden die Kosten für Fernwärme-Übergabestationen anhand des Temperaturniveaus unterschieden:
- Variante 1: Temperaturniveau Primärseite 125 °C/ 65 °C
- Variante 2: Temperaturniveau Primärseite 90 °C/ 65 °C
- Das Temperaturniveau der Sekundärseite wurde einheitlich mit 70 °C/ 50 °C festgelegt

Ergebnisse

Die ermittelten Kosten für Fernwärme-Übergabestationen werden in der folgenden Darstellung wiedergegeben:

Tabelle 5.1-8: Investitionskosten für Fernwärme-Übergabestationen in Abhängigkeit von der Leistung

Leistungsbereich.	[kW]	50	100	150	200	250	300	500
Investitionskosten ca. (Temp. Primär: 125°C/ 65°C)	[€/ kW]	90	50	40	30	30	20	20
Investitionskosten ca. (Temp. Primär: 90°C/ 65°C)	[€/ kW]	90	60	50	50	40	40	30

5.1.8 Solarthermieanlagen

Gegenstand der Untersuchung sind Solarthermieanlagen zur Trinkwarmwasserbereitung.

Gegenstand der Untersuchung sind die folgenden Komponenten:

- Kollektorelemente
- Komponenten zum Anschluss der Kollektoren
- Trinkwarmwasserspeicher in vorgegebener Größe (emailliert)
- Kollektorkreis (Pumpstation, Entlüftung, Absperrhähne, Leitungen und Armaturen, Wärmeträgermedien), Thermometer
- Regelung
- Komponenten zur Aufstellung bzw. Befestigung der Kollektoren, Unterkonstruktionen
- Rohrdurchführungen

Folgende Komponenten sind nicht Gegenstand der Untersuchung:

- Einbindung in das Trinkwasserverteilnetz

Bearbeitungssystematik

Es wurde unterschieden nach der Art des Kollektors:

- Flachkollektor
- Vakuum-Röhrenkollektor

Für unterschiedliche Anlagengrößen von Solarthermieanlagen wurden Beispielanlagen konfiguriert. Die Dimensionierung der Anlage wird beschrieben anhand der Kombination von Kollektorfläche und Volumen des Warmwasserspeichers.

Ergebnisse

Die mit der Ausführung von Solarthermieanlagen verbundenen Kosten sind stark von den Rahmenbedingungen des Einzelfalls abhängig. Vor diesem Hintergrund können für diese Anlagen lediglich grobe Kostenkennwerte angegeben werden.

Die Ergebnisse der Kostenerhebung zu Solarthermieanlagen werden in den folgenden Tabellen wiedergegeben:

Flachkollektoren

Tabelle 5.1-9: Investitionskosten für Solarthermieanlagen mit Flachkollektoren

Größe der Kollektorfläche	[m ²]	5	7	14
gewähltes Volumen Warmwasserspeicher	[l]	400	500	800
Investitionskosten, ca.	[€/ m ²]	1.700	1.300	1.100

Vakuum-Röhrenkollektoren

Tabelle 5.1-10: Investitionskosten für Solarthermieanlagen mit Vakuum-Röhrenkollektoren

Größe der Kollektorfläche	[m ²]	4	5	12
gewähltes Volumen Warmwasserspeicher	[l]	400	500	800
Investitionskosten, ca.	[€/ m ²]	2.600	2.300	1.600

5.1.9 Wärmepumpen

Gegenstand der Untersuchung sind elektrisch angetriebene Wasser-Wasser und Sole-Wasser-Wärmepumpen.

Im Untersuchungsumfang enthalten ist die Wärmepumpe als betriebsfertige Einheit mit den folgenden Komponenten:

- Wärmepumpeneinheit zur Gebäudebeheizung (nicht reversible Ausführung) bzw. zur Gebäudebeheizung und Kühlung (reversible Ausführung)
- Primärkreisläufe zur Anbindung der Wärmequellenanlage
- Sekundärkreislauf Heizung bis Pufferspeicher
- Sekundärkreislauf Kühlen bis Pufferspeicher (reversible Ausführung)
- Wärmetauscher, Installationsmaterial und Zubehör
- Regelung
- Sensoren zur Betriebsüberwachung
- Wärmemengen- und Stromzähler
- Transport, Montage und Inbetriebnahme

Gegenstand der Untersuchung sind Wärmepumpen, welche die Anforderungen des Erneuerbare-Energien-Wärmegesetzes erfüllen (Jahresarbeitszahl > 4,0; Installation von Wärmemengen und Stromzähler, vgl. EEWärmeG).

Die folgenden, stark von den projektspezifischen Randbedingungen abhängigen Umfänge sind nicht im Untersuchungsumfang enthalten:

- Wärmequellenanlage einschließlich Entnahme- und Schluckbrunnen, Einlaufbauwerke, Erdwärmetauscher, Bohr-/ Erdarbeiten usw. (vgl. unten: Wärmequellenanlage)
- Trinkwarmwasserbereitung
- Anschlussleitungen zum Verteiler / Sammler des Verteilnetzes
- Anlaufstrombegrenzung

Bearbeitungssystematik

Es wurde unterschieden zwischen:

- Wasser-Wasser-Wärmepumpen
- Sole-Wasser-Wärmepumpen

Zu diesen Anlagen wurde jeweils unterschieden nach:

- nicht reversiblen Ausführungen zur Gebäudebeheizung
- reversiblen Ausführungen zur Gebäudebeheizung und -kühlung

Ergebnisse

Wasser-Wasser-Wärmepumpen

Die Ergebnisse der Kostenerhebung werden in der folgenden Darstellung wiedergegeben.

Tabelle 5.1-11: Investitionskosten elektrisch angetriebener Wasser-Wasser-Wärmepumpen, reversibel

Leistungsbereich (Wärmeleistung)	[kW]	25	50	100	150	200	250	300
Investitionskosten, ca.	[€/ kW]	1.240	920	700	680	660	640	560

Tabelle 5.1-12: Investitionskosten elektrisch angetriebener Wasser-Wasser-Wärmepumpen, nicht reversibel

Leistungsbereich (Wärmeleistung)	[kW]	25	50	100	150	200	250	300
Investitionskosten, ca.	[€/ kW]	620	580	520	500	490	480	420

Sole-Wasser-Wärmepumpe

Die Ergebnisse der Kostenerhebung werden in der folgenden Darstellung wiedergegeben

Tabelle 5.1-13: Investitionskosten elektrisch angetriebener Sole-Wasser-Wärmepumpen, reversibel

Leistungsbereich (Wärmeleistung)	[kW]	25	50	100	150	200	250	300
Investitionskosten, ca.	[€/ kW]	1.350	930	740	700	660	620	560

Tabelle 5.1-14: Investitionskosten elektrisch angetriebener Sole-Wasser-Wärmepumpen, nicht reversibel

Leistungsbereich (Wärmeleistung)	[kW]	25	50	100	150	200	250	300
Investitionskosten, ca.	[€/ kW]	660	630	460	450	440	420	400

Wärmequellenanlagen

Bei Wasser-Wasser Wärmepumpen können sowohl das Grundwasser als auch Flusswasser als Wärmequelle verwendet werden. Die hiermit verbundenen Eingriffe in den natürlichen Wasserhaushalt bedürfen in der Regel der Genehmigung durch die zuständige Behörde.

Bei Sole-Wasser Wärmepumpen können je nach projektspezifischen Rahmenbedingungen unterschiedliche Anlagen als Wärmequelle Verwendung finden. Hierzu zählen zunächst speziell für die Wärme-/ Kälteerzeugung eingebrachte, vertikale Erdwärmesonden oder horizontale Erdwärmekollektoren. Darüber hinaus können in einigen Fällen auch ohnehin erforderliche Bauteile zur Nutzung der oberflächennahen Geothermie herangezogen werden, beispielsweise aus Gründen der Standsicherheit erforderliche Bohrpfähle zur Gründung des Bauwerkes. Darüber hinaus variieren die mit der Ausführung von Erdwärmetauschern verbundenen Aufwendungen in Abhängigkeit von den am Standort vorhandenen geologischen Bedingungen (Dimensionierung der Anlagen).

Die mit der Wärmequellenanlage verbundenen Kosten sind somit nur unter Berücksichtigung der Rahmenbedingungen im Einzelfall zu ermitteln und können nicht allgemein gültig angegeben werden.

Zu Erdwärmesonden können im Folgenden grobe Kostenkennwerte pro Meter Sondenlänge angegeben werden.

Im Untersuchungsumfang enthalten sind:

- Sondenbohrung (senkrecht, Bohrtiefe bis 100 m , Bodenklasse 1-6 DIN 18 300)
- Einbau Doppel-U-Rohr Erdwärmesonde
- Verfüllen Bohrringräume
- Verteilnetz Sondenanlage inklusive Vorlaufverteiler/Rücklaufsammler
- Erdarbeiten

In den Kosten nicht enthalten sind:

- Primärkreisläufe Wärmepumpe ab Vorlaufverteiler/Rücklaufsammler
- Sonderanforderungen an die Ausführung (z.B. Abdichtungen zwischen Grundwasserstockwerken)

In der folgenden Tabelle sind die Ergebnisse der Kostenerhebung dargestellt.

Tabelle 5.1-15: Investitionskosten für Erdwärmesonden

Investitionskosten, ca.	[€/ m]	90
-------------------------	--------	----

5.1.10 Dezentrale Hallenheizsysteme

Für die Kostenermittlung von dezentralen Hallenheizungssystemen wurden drei in der Praxis häufig auftretende Gebäudetypen definiert:

- Werkstatt, Grundfläche 20 x 10 m, Unterscheidung nach Gebäudehöhe 4m und 8m
- Fertigungshalle, Grundfläche 60 x 40 m, Unterscheidung nach Gebäudehöhe 8m und 12m
- Logistikhalle, Grundfläche 100 x 100 m, Unterscheidung nach Gebäudehöhe 8m, 12m und 16m

Die betrachteten Gebäude entsprechen hinsichtlich ihrer baulichen Ausführung dem Referenzgebäude nach EnEV 2009.

Für die Gebäude wurden dezentrale Hallenheizungsanlagen:

- Warmluftherzeuger
- Hellstrahler
- Dunkelstrahler

in unterschiedlicher energetischer Qualität ausgelegt.

Die zu installierenden Leistungen liegen für Strahlungsheizsysteme typischerweise niedriger als für Warmluftherzeuger. Gleichzeitig ist die zu installierende Leistung von der energetischen Qualität der Geräte abhängig. Die ermittelten Investitionskosten wurden daher auf die Nettogrundfläche der Gebäude bezogen.

Im Untersuchungsumfang enthalten sind:

- Heizgeräte mit notwendigem Zubehör
- schlüsselfertige Installationen

Warmluft erzeuger

Gegenstand der Untersuchung sind die Kosten für gasbefeuerte Warmluft erzeuger. Die Geräte werden unterschieden hinsichtlich der Art der Luftverteilung:

- Luftverteilung mit normalem Induktionsverhältnis
- Luftverteilung mit geregelter vertikaler Rezirkulation

Im Hinblick auf die energetische Qualität der Geräte wurde weiterhin unterschieden nach:

- Standardsystem: P-Regler 1K
- Toppystem: kondensierende Geräte, PI-Regler mit Optimierung

Ergebnisse

In der folgenden Tabelle sind die Ergebnisse der Kostenuntersuchung zu den Gas-Warmluft erzeugern, Luftverteilung mit normalem Induktionsverhältnis dargestellt:

Tabelle 5.1-16: Investitionskosten Gas-Warmluft erzeuger, Luftverteilung mit normalem Induktionsverhältnis

Gebäudetyp/ Länge x Breite	[m]	Werkstatt/ 20 x 10		Fertigungshalle/ 60 x 40		Logistikhalle/ 100 x 100		
Gebäudehöhe	[m]	4	8	8	12	8	12	16
Investitionskosten, ca. (Standardsystem)	[€/ m ² NGF]	31,00	32,00	8,70	12,00	4,00	4,60	5,30
Investitionskosten, ca. (Top-System)	[€/ m ² NGF]	36,00	38,00	10,00	14,00	4,80	5,50	6,30

In der folgenden Tabelle sind die Ergebnisse der Kostenuntersuchung zu den Gas-Warmluft erzeugern, Luftverteilung mit geregelter vertikaler Rezirkulation dargestellt:

Tabelle 5.1-17: Investitionskosten Gas-Warmluft erzeuger, Luftverteilung mit geregelter vertikaler Rezirkulation

Gebäudetyp/ Länge x Breite	[m]	Werkstatt/ 20 x 10		Fertigungshalle/ 60 x 40		Logistikhalle/ 100 x 100		
Gebäudehöhe	[m]	4	8	8	12	8	12	16
Investitionskosten, ca. (Standardsystem)	[€/ m ² NGF]	38,00	40,00	10,00	14,00	4,40	4,90	5,50
Investitionskosten, ca. (Top-System)	[€/ m ² NGF]	45,00	47,00	12,00	16,00	5,30	5,90	6,70

Gasinfrarot-Hellstrahler

Die Geräte werden unterschieden hinsichtlich der energetischen Qualität der Geräte:

- Standardsystem: Strahlungsfaktor ca. 0,58, P-Regler 1K
- Toppystem: Strahlungsfaktor ca. 0,75, PI-Regler mit Optimierung

Ergebnisse

In der folgenden Tabelle sind die Ergebnisse der Kostenuntersuchung dargestellt:

Tabelle 5.1-18: Investitionskosten Gasinfrarot-Hellstrahler

Gebäudetyp/ Länge x Breite	[m]	Werkstatt/ 20 x 10		Fertigungshalle/ 60 x 40		Logistikhalle/ 100 x 100		
Gebäudehöhe	[m]	4	8	8	12	8	12	16
Investitionskosten, ca. (Standardsystem)	[€/ m ² NGF]	37,00	45,00	11,00	11,00	4,10	3,70	4,60
Investitionskosten, ca. (Top-System)	[€/ m ² NGF]	44,00	54,00	14,00	14,00	4,80	4,20	5,40

Gasinfrarot-Dunkelstrahler

Die Geräte werden unterschieden hinsichtlich der energetischen Qualität der Geräte:

- Standardsystem: Strahlungsfaktor ca. 0,53, P-Regler 1K
- Topsystem: Strahlungsfaktor ca. 0,72, PI-Regler mit Optimierung

Ergebnisse

Die Ergebnisse der Kostenuntersuchung werden in der folgenden Tabelle dargestellt:

Tabelle 5.1-19: Investitionskosten Gasinfrarot-Dunkelstrahler

Gebäudetyp/ Länge x Breite	[m]	Werkstatt/ 20 x 10		Fertigungshalle/ 60 x 40		Logistikhalle/ 100 x 100		
Gebäudehöhe	[m]	4	8	8	12	8	12	16
Investitionskosten, ca. (Standardsystem)	[€/ m ² NGF]	36,00	38,00	8,60	10,00	3,30	3,60	4,10
Investitionskosten, ca. (Top-System)	[€/ m ² NGF]	41,00	42,00	9,90	11,00	3,70	4,00	4,80

5.1.11 Rohrleitungen Heizungsverteilstück

Im Untersuchungsumfang sind die folgenden Umfänge enthalten:

- Schweiß-, Dichtungs- und Befestigungsmaterial, Wand- und Deckenhülsen
- körperschallgedämmte Rohrschellen
- Montagehöhe bis 3,50 m
- Wärmedämmung mit Folienkaschierung gemäß Energieeinsparverordnung

Im Untersuchungsumfang nicht enthalten sind die folgenden Umfänge:

- Bögen, Verbindungs- und Formstücke
- Kompensatoren, Festpunkte, Gleitlager
- Wärmedämmung mit verzinktem Stahlblechmantel
- Pumpen, Armaturen, Messgeräte, Ventile

Ergebnisse

In der folgenden Tabelle sind die Ergebnisse der Datenerhebung für verschiedene Rohrdurchmesser angegeben:

Tabelle 5.1-20: Investitionskosten Rohrleitungen Heizungsverteilstrecke

Gewinderohr nahtlos DN 15	[€/ m]	14
Gewinderohr nahtlos DN 32	[€/ m]	23
Stahlrohr nahtlos DN 40	[€/ m]	27
Stahlrohr nahtlos DN 65	[€/ m]	43
Stahlrohr nahtlos DN 125	[€/ m]	76

5.1.12 Flachheizkörper

Gegenstand der Untersuchung sind Flachheizkörper mit planer Front.

Im Untersuchungsumfang enthalten sind die folgenden Umfänge:

- integrierte Ventilgarnitur, Thermostatkopf 1K
- Aufsteckgitter, Seitenteile
- Blind- und Entlüftungsstopfen
- Wandkonsole/ -halter

In den Kosten nicht enthalten sind die folgenden Umfänge:

- Sonderlackierungen
- Hygieneausführungen
- Strahlungsschirme

Randbedingungen:

- Wärmeleistung bei 70/55/20 °C
- Bauhöhe: ca. 900 mm

Ergebnisse

In der folgenden Tabelle werden die Ergebnisse der Datenerhebung wiedergegeben:

Tabelle 5.1-21: Investitionskosten Flachheizkörper (plane Front)

Typ 11 (Baulänge 600mm)	[€/ kW]	510
Typ 12 (Baulänge 600mm)	[€/ kW]	480
Typ 22 (Baulänge 600mm)	[€/ kW]	380
Typ 22 (Baulänge 1.800mm)	[€/ kW]	210

5.2 Raumluftechnische Anlagen

5.2.1 Lüftungs- und Teilklimaanlagen

Gegenstand der Untersuchung sind Raumluftechnische Anlagen in den folgenden Ausführungen:

- zentrale Abluftanlagen (keine Luftbehandlungsfunktionen)
- zentrale Zu- und Abluftanlagen (Luftbehandlungsfunktion: Heizen)
- zentrale Zu- und Abluftanlagen (Luftbehandlungsfunktionen: Heizen und Kühlen, keine geregelte Be-/ Entfeuchtung)

Nachfolgende Bauteile wurden bei der Untersuchung berücksichtigt:

- Raumluftechnische Bauelemente (Kanalventilatoren, Dachventilatoren, Heizregister, Kühlregister)
- Raumluftechnische Geräte (Zentralgeräte inklusive Wärmerückgewinnung, Wärmetauscher, Luftfilter, Schaltschränke)
- Lüftungsleitungen (Luftkanäle, Luftkanalformstücke, Rundrohre, flexible Rohre, Inspektions- und Wartungsöffnungen)
- Wärme-/Kälte-/Brandschutzdämmung an Luftkanälen und Luftleitungen
- Gitter, Klappen, Volumenstromregler, Luftdurchlässe
- Schalldämpfer
- Zubehör (Kennzeichnungsschilder, Profilstahlkonstruktionen, Hauben, elastische Stützen, Dachdurchführungen, Kondensatpumpe, Kernbohrungen)

Nicht Gegenstand der Betrachtungen sind:

- Wärme- und Kälteerzeugungsanlagen
- Raumbehandlungsgeräte
- Anschluss von Heizregistern bzw. Kühlregistern an das Verteilnetz
- ggf. erforderliche Fundamentierungen

Diese Anlagen verfügen über einen starken projektspezifischen Bezug und wurden aus dem Untersuchungsumfang ausgenommen.

Im Hinblick auf die energetische Qualität der in der Raumluftechnischen Anlage integrierten Wärmerückgewinnungssysteme werden bei der Kostenermittlung folgende Rückwärmzahlen zugrunde gelegt:

- Abluftanlagen: keine Wärmerückgewinnungssysteme
- Lüftungsanlagen mit Luftbehandlungsfunktion Heizen: Rückwärmzahl größer/ gleich 50 %
- Lüftungsanlagen mit Luftbehandlungsfunktionen Heizen und Kühlen: Rückwärmzahl größer/ gleich 60 %

Ergebnisse

In den folgenden Darstellungen sind die ermittelten Kostenkennwerte für Raumluftechnische Anlagen aufgeführt:

Tabelle 5.2-1: Investitionskosten für Abluftanlagen (keine Luftbehandlungsfunktionen) in Abhängigkeit von der Anlagengröße

Leistungsbereich (von/ bis)	m ³ /h	900/ 1.800	1.800/ 3.500	3.500/ 7.000	7.000/ 14.000	14.000/ 28.000
Investitionskosten, ca.	€/ (m ³ /h)	7	6	7	5	4

Tabelle 5.2-2: Investitionskosten für zentrale Zu – und Abluftanlagen (Luftbehandlungsfunktion: Heizen) in Abhängigkeit von der Anlagengröße

Leistungsbereich (von/ bis; Mittelwert aus Zu- und Abluft)	m ³ /h	900/ 1.800	1.800/ 3.500	3.500/ 7.000	7.000/ 14.000	14.000/ 28.000
Investitionskosten, ca.	€/ (m ³ /h)	-	-	15	14	10

Tabelle 5.2-3: Investitionskosten zentrale Zu – und Abluftanlagen (Luftbehandlungsfunktionen Heizen und Kühlen, keine geregelte Be-/ Entfeuchtung) in Abhängigkeit von der Anlagengröße

Leistungsbereich (von/ bis; Mittelwert aus Zu- und Abluft)	m ³ /h	900/ 1.800	1.800/ 3.500	3.500/ 7.000	7.000/ 14.000	14.000/ 28.000
Investitionskosten, ca.	€/ (m ³ /h)	-	-	24	21	16

5.2.2 Wärmerückgewinnungssysteme in Raumluftechnischen Anlagen

Gegenstand der Untersuchung sind rekuperative Wärmerückgewinnungssysteme in Raumluftechnischen Anlagen zur Erwärmung des Zuluftstromes mit Abwärme aus dem Abluftstrom.

Untersuchungsumfang

Gegenstand der Untersuchung ist die Abschätzung der mit einer Verbesserung der Rückwärmzahlen von Wärmerückgewinnungssystemen in Raumluftechnischen Anlagen von ca. 60% auf 75% verbundenen Mehrkosten.

Die Auslegung von Wärmerückgewinnungssystemen in Raumluftechnischen Anlagen hängt von den folgenden, energetischen Parametern ab:

- Rückwärmzahl Wärmerückgewinnung
- Luftseitige Druckverluste (Zentralgerät/ Kanal)
- Hydraulische Druckverluste bei Kreislaufverbundsystemen (wird vernachlässigt)

Neben den oben genannten, energetischen Eigenschaften sind bei der Auslegung von Lüftungsanlagen eine Reihe weiterer Parameter zu berücksichtigen, z.B.:

- zulässige Schalldruckpegel
- max. Abmessungen der Raumluftechnischen Anlagen und Kanäle
- Gewicht der Anlage
- Zugänglichkeit zu den Komponenten der Anlage
- Leckgeräten usw.

Die oben genannten energetischen Eigenschaften sind dadurch gekennzeichnet, dass eine voneinander unabhängige Optimierung nicht möglich ist. So ist eine Verbesserung der Rückwärmzahl der Wärmerückgewinnung aus technischen Gründen mit höheren luftseitigen Druckverlusten der Wärmetauscher verbunden. Bei einer Verbesserung der Rückwärmzahl stehen somit Einsparungen in den Bereichen Wärmeenergiebedarf/ Kälteenergiebedarf ein Mehrbedarf an Strom für Ventilatoren gegenüber.

Die mit einer Verbesserung der Rückwärmzahl verbundenen, zusätzlichen Investitionskosten im Bereich der Raumluftechnischen Anlagen/ Wärmerückgewinnungssysteme stehen Einsparungen bei den Investitionskosten im Bereich der Wärme- und Kälteversorgungsanlagen gegenüber. Diese Kostenauswirkungen weisen jedoch einen starken, projektspezifischen Bezug auf und können nicht allgemein gültig ermittelt werden. Sie sind daher nicht Gegenstand der Betrachtung.

Bearbeitungssystematik

Zur Ermittlung der mit der Verbesserung der Rückwärmzahl von Wärmerückgewinnungssystemen verbundenen Mehrkosten wurden Musteranlagen in verschiedener Größenordnung ausgelegt und kostenmäßig bewertet. Ausgangspunkt der Bearbeitung war die Auslegung von Musteranlagen mit rekuperativen Wärmerückgewinnungssystem und einer Rückwärmzahl von ca. 60 % (Ausgangsanlagen). Es wurden die Investitionskosten für die Ausgangsanlagen ermittelt in Form von Angebotskalkulationen und Kostenangaben der Hersteller.

Auf Basis der Ausgangsanlagen wurden Variantenuntersuchungen zur Verbesserung der Rückwärmzahl der Wärmerückgewinnung durchgeführt. Bei der Auslegung der Varianten wurde angestrebt, dass jeweils nur die Rückwärmzahl variiert wird bei weitgehender Beibehaltung der verbleibenden energetischen Eigenschaften (z.B. größere Dimensionen der Zentralgeräte zur Reduzierung interner Druckverluste).

Ergebnisse

Im Ergebnis ist festzuhalten, dass die Verbesserung der Rückwärmzahl des Wärmerückgewinnungssystems von ca. 60 % auf ca. 75 % aus technischer Sicht problemlos möglich ist. Die hiermit verbundenen, zusätzlichen Druckverluste des Wärmerückgewinnungssystems können jedoch im Allgemeinen nicht kompensiert werden. Hieraus resultiert ein höherer Strombedarf für Ventilatoren.

Aus den Betrachtungen können als grobe Richtwerte abgeleitet werden, dass eine Erhöhung der Rückwärmzahl von rekuperativen Wärmerückgewinnungssystemen in raumluftechnischen Anlagen von 60 % auf 75 % verbunden ist mit:

- Mehrkosten in Höhe von ca. 0,30 bis 0,80 Euro/ (m³/ h)
- zusätzlichen luftseitigen Druckverlusten von ca. 50 bis 200 Pa

Die Angaben beziehen sich auf eine Anlagengröße von 5.000 bis 20.000 m³/h.

5.2.3 Ventilatorleistungen in Raumluftechnischen Anlagen

Gegenstand der Betrachtung ist die Abschätzung der Mehrkosten, die mit einer Reduzierung der spezifischen Leistungsaufnahme von Zuluft- und Abluftventilatoren in RLT-Systemen um ca. 25% verbunden sind.

Bearbeitungssystematik

Die Auslegung der Ventilatoren für Raumluftechnische Anlagen mit vorgegebenem Volumenstrom ist abhängig von:

- dem Wirkungsgrad der Ventilator-Antriebseinheit sowie
- der Druckdifferenz der Anlage.

Nach Einschätzung der Autoren ist die bei hochwertigen Anlagen (auf dem Niveau der EnEV-Referenzausführung) zum Einsatz gelangende Antriebstechnik hochentwickelt und ausgereift, so dass eine weitere Steigerungen des Wirkungsgrades nur in sehr begrenztem Umfang zu erwarten ist. Eine wesentliche Reduzierung der Leistungsaufnahme der Ventilator-Antriebseinheiten ist daher nur über eine Reduzierung der Druckdifferenz zu erreichen.

Diese wird bei vorgegebener geometrischer Situation (Lage der Zentralen und der zu konditionierenden Bereiche) bestimmt durch:

- die für die korrekte Funktion der Anlage erforderlichen Komponenten in Zentralgerät und Kanalsystem (Filterstufen, Wärmerückgewinnung, Heizregister, Brandschutzklappen, Volumenstromregler, Ein-/ Auslässe usw.) sowie
- die Strömungsgeschwindigkeit innerhalb der Anlage.

Bei vorgegebener Anlagenfunktion liegt der wesentliche Hebel zur Reduzierung der Ventilatorleistungen in der Reduzierung der Strömungsgeschwindigkeit innerhalb der Anlage. Auf dieser Grundlage wurden Berechnungen zu entsprechend (über-)dimensionierten Anlagen durchgeführt.

Nachfolgende Bauteile wurden berücksichtigt:

- Raumluftechnische Bauelemente (Heiz- und Kühlregister, Filter u.a.)
- Raumluftechnische Geräte (Zentralgeräte inklusive Wärmerückgewinnung, Wärmetauscher, Luftfilter u.a.)
- Lüftungsleitungen (Luftkanäle, Luftkanalformstücke u.s.w.)
- Wärme-/Kälte-/Brandschutzdämmung an Luftkanälen und Luftleitungen
- Gitter, Klappen, Volumenstromregler, Luftdurchlässe
- Schalldämpfer
- Wärmerückgewinnungssysteme
- Zubehör

Nicht Gegenstand der Betrachtungen sind:

- zusätzlicher Raumbedarf für Zentralgerät (Lüftungszentrale) und Kanalnetz (Schächte, abgehängte Decken usw.)

Ergebnisse

Aus den Betrachtungen kann als grober Richtwert abgeleitet werden, dass eine Reduzierung der spezifischen Ventilatorleistung in RLT-Systemen um 25% mit Mehrkosten von ca. 15% der Anlagenkosten (KGR 430) verbunden ist.

5.3 Kälteanlagen

5.3.1 Kälteerzeuger

Gegenstand der Untersuchung sind verschiedene Bauarten von Verdichtern mit wassergekühltem Verflüssiger für Kältemittel. Die Anlagen beinhalten:

- Motorverdichtereinheit, Verdampfer, Verflüssiger
- Kältetechnische Komponenten (Kältemittelverbindungsleitungen mit den erforderlichen Kältearmaturen wie Absperr- und Füllventile, Filtertrockner, Sicherheitsventile und Expansionsventil; Saugleitung einschließlich Isolierung mit Dampfsperre; alle erforderlichen Sicherheitseinrichtungen wie Niederdruckschalter, Hochdruck- und Sicherheits-hochdruckbegrenzer).
- Schalt- und Regelschrank, mit allen für den automatischen Betrieb der Maschine erforderlichen Komponenten
- Transport, Montage und Inbetriebnahme

Nicht im Untersuchungsumfang enthalten sind die folgenden Umfänge:

- Rückkühlanlagen
- Pufferspeicher, Ausdehnungsgefäße
- Pumpen, Armaturen und Zubehör, Verteilkreise
- Befristete Wartungsleistung und Stördienst

Die Kosten für Rückkühlanlagen werden in einer separaten Position erfasst. Die übrigen aus dem Untersuchungsumfang ausgeschlossenen Umfänge weisen einen starken projektspezifischen Bezug auf.

Untersucht werden:

- Kolbenverdichter-Kaltwassersatz
- Schraubenverdichter-Kaltwassersatz
- Turboverdichter-Kaltwassersatz

Ergebnisse:

Kolbenverdichter

Wassergekühlte Kolbenverdichter-Kaltwassersätze werden im Leistungsbereich von ca. 100 kW Kälteleistung bis ca. 1.200 kW Kälteleistung ausgeführt.

Tabelle 5.3-1: Investitionskosten wassergekühlter Kolbenverdichter Kaltwassersatz in Abhängigkeit vom Leistungsbereich

Leistungsbereich (Kälteleistung)	[kW]	125	250	500	750	1.000	1.250	1500	1.750	2.000	3.000	4.000
Investitionskosten, ca.	[€/ kW]	180	140	120	100	90	90	-	-	-	-	-

Schraubenverdichter

Wassergekühlte Schraubenverdichter-Kaltwassersätze werden im Leistungsbereich von ca. 300 kW bis ca. 2.000 kW ausgeführt.

Tabelle 5.3-2: Investitionskosten wassergekühlter Schraubenverdichter Kaltwassersatz in Abhängigkeit vom Leistungsbereich

Leistungsbereich (Kälteleistung)	[kW]	125	250	500	750	1.000	1.250	1.500	1.750	2.000	3.000	4.000
Investitionskosten, ca.	[€/ kW]	-	-	110	90	80	70	60	50	-	-	-

Turboverdichter

Wassergekühlte Turboverdichter-Kaltwassersätze werden im Leistungsbereich von ca. 1.500 bis ca. 8.000 kW Kälteleistung eingesetzt. Eine neue Generation von Turboverdichtern, ölfreie Turboverdichter ermöglichen Leistungsbereiche von ca. 300 bis 3.000 kW Kälteleistung.

Tabelle 5.3-3: Investitionskosten wassergekühlter Turboverdichter Kaltwassersatz in Abhängigkeit vom Leistungsbereich

Leistungsbereich (Kälteleistung)	[kW]	125	250	500	750	1.000	1.250	1.500	1.750	2.000	3.000	4.000
Investitionskosten, ca.	[€/ kW]	-	-	-	110	100	100	90	90	80	80	70

5.3.2 Rückkühlwerke

Gegenstand der Untersuchung sind Rückkühlwerke für Kälteerzeugungsanlagen. Unterschieden werden die folgenden, üblichen Bauarten:

- Rückkühlwerk für geschlossenen Kreislauf
- Rückkühlwerk für offenen Kreislauf
- Hybridkühler
- Trockenkühler

Im Untersuchungsumfang enthalten sind:

- Zu- und Abluftschalldämpfer
- Wartungskanal
- Ventilatoren, Antriebe,
- Sekundärpumpen, Sprüheinrichtungen, Tropfenabscheider
- Transport, Montage und Inbetriebnahme der Anlagen

Nicht im Untersuchungsumfang enthalten sind:

- Anlagen zur Regelung der Rückkühlwerke

Bearbeitungssystematik

Wesentliche Einflussparameter für die Auslegung von Rückkühlwerken sind:

- die Rückkühlleistung
- Bauweise/Gewicht der Rückkühlanlage
- Stromaufnahme von Ventilatoren
- Schalldruckpegel
- das Temperaturniveau Vorlauf/Rücklauf

Auf Grundlage der Festlegungen zu den technischen Randbedingungen erfolgte eine Auslegung der betrachteten Arten von Rückkühlwerken.

Die Auslegung von Rückkühlwerken ist dadurch gekennzeichnet, dass eine voneinander unabhängige Optimierung der relevanten Parameter mit möglich ist. Je nach projektspezifischen Randbedingungen besteht beispielsweise die Möglichkeit, durch Auslegung größerer Kühltürme die erforderliche Ventilatorleistung bzw. den Schalldruckpegel zu optimieren.

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wurden die folgenden technischen Randbedingungen der Untersuchung zugrunde gelegt:

- Leistungsgrößen 200 kW, 500 kW, 1.000 kW, 2.000 kW
- Temperaturniveau: 33 °C/27 °C, Feuchtkugeltemperatur 22 °C
- Schalldruckpegel in 3 m Entfernung: maximal 70 dB(A)

Zu den Trockenkühlern wurden abweichende Randbedingungen festgelegt:

- Temperaturniveau 45 °C/40 °C bei 35 °C Lufttemperatur
- Maximaler Schalldruckpegel in 3 m Entfernung: 73 db(A)

Ergebnisse

Die folgende Darstellung ergibt die ermittelten Kosten von Rückkühlanlagen wieder. Der Kostenverlauf ist dadurch gekennzeichnet, dass ab einer bestimmten Baugröße die spezifischen Kosten annähernd konstant bleiben. Dies ist dadurch zu erklären, dass die einzelnen Module von Rückkühlanlagen Größenbegrenzungen unterliegen (Transport), die bei größeren Anlagen zu einer entsprechend höheren Anzahl (weitgehend baugleicher) Einzelmodule führen.

Tabelle 5.3-4: Investitionskosten für verschiedene Arten von Rückkühlwerken (RKW) in Abhängigkeit vom Leistungsbereich

Leistungsbereich	[kW]	200	500	1000	2.000
Investitionskosten, ca. (geschlossenes RKW)	[€/ kW]	123	96	84	81
Investitionskosten, ca. (offenes RKW)	[€/ kW]	54	33	27	22
Investitionskosten, ca. (Hybridkühler)	[€/ kW]	251	242	235	235
Investitionskosten, ca. (Trockenkühler)	[€/ kW]	165	165	164	164

5.3.3 Rohrleitungen Kälteverteilnetz

Gegenstand der Untersuchung sind die folgenden Umfänge:

- Schweiß-, Dichtungs- und Befestigungsmaterial, Wand- und Deckenhülsen
- körperschallgedämmte Rohrschellen
- Montagehöhe bis 3,50 m
- Kälte­dämmung ohne Oberflächenschutz (flexibler, geschlossenzelliger Schaumstoff)
- Korrosionsschutzbeschichtung

In den Kosten nicht enthalten sind die folgenden Umfänge:

- Bögen, Verbindungs- und Formstücke
- Kompensatoren, Festpunkte, Gleitlager
- Oberflächenschutz Kälte­dämmung
- Pumpen, Armaturen, Messgeräte, Ventile

Ergebnisse

In der folgenden Tabelle sind die Ergebnisse der Datenerhebung wiedergegeben:

Tabelle 5.3-5: Investitionskosten Rohrleitungen Kälteverteilnetz

Gewinderohr nahtlos DN 15	[€/ m]	22
Gewinderohr nahtlos DN 32	[€/ m]	30
Stahlrohr nahtlos DN 40	[€/ m]	35
Stahlrohr nahtlos DN 65	[€/ m]	51
Stahlrohr nahtlos DN 125	[€/ m]	98

5.3.4 Statische Kühldeckensysteme

Gegenstand der Untersuchung sind kompakte Kühlelemente für Deckenmontage (Aluminiumprofile mit Kupferrohrmäander) mit einer spezifischen Leistung von ca. 120 - 190 W/m² aktive Fläche.

Im Untersuchungsumfang enthalten sind die folgenden Umfänge:

- Komplett montiertes Kühldeckenelement
- Befestigungsprofile zur Abhängung und Nivellierung
- Pulverbeschichtung bzw. Nasslackierung
- Montagehöhe bis 3,50 m

Im Untersuchungsumfang nicht enthalten sind die folgenden Umfänge:

- Anordnung von Schallabsorptionsflächen
- Kühldeckenanschluss
- Regelung

Ergebnisse

Die Ergebnisse der Kostenerhebung werden in der folgenden Tabelle dargestellt:

Tabelle 5.3-6: Investitionskosten für statische Kühldeckensysteme

		von	bis
Investitionskosten, ca.	[€/ m ² BTF]	160	220

5.3.5 Thermische Bauteilaktivierung

Untersuchungsumfang

Gegenstand der Untersuchung ist die thermische Bauteilaktivierung als Betonkernaktivierung mit einer Verlegung von Kunststoffrohren in der neutralen Zone von Betondecken (zwischen oberer und unterer Bewehrung). Die Betonkernaktivierung wird im Kühlfall mit Kaltwasser von ca. 18 bis 20 °C betrieben, im Heizfall mit Warmwasser ca. 25 °C. Bei einer Raumtemperatur von 26 °C wird eine Kühlleistung von ca. 40 W/m² erreicht. Im Winter wird bei einer Raumtemperatur von 20 °C eine Heizleistung von ca. 50 W/m² erreicht.

Im Untersuchungsumfang enthalten ist der Einbau der erforderlichen Rohrregister einschließlich sämtlicher erforderlicher Verteiler, Zuleitungen und Durchführungen / Aussparungen / Kupplungen usw.

Mit Blick auf die Abgrenzung zu den Rohbauarbeiten wird folgender Bauablauf zugrunde gelegt:

1. Fertigstellung der Schalung (Rohbau)
2. Setzen und Positionieren der Deckendurchführungselemente auf der Schalung
3. Einbringung der unteren Bewehrung (Rohbau)
4. Verlegung der Rohrschlangen und Anschlussleitungen bis an die Anschlusskästen.
5. Einführen der Anschlussleitungen in die Anschlusskästen
6. Aufbringen der oberen Bewehrungslage (Rohbau)
7. Positionieren der Rohrschlangen in der neutralen Zone der Betondecke
8. Druckprüfung der verlegten Rohrregister / Abnahme
9. Betonieren der Decken (Rohbau)
10. Abschließen der Druck- und Funktionsprüfung der Wasserkreise

Nicht Gegenstand der Untersuchung sind die Rohbaumfänge sowie Einrichtungen zur Regelung der Betonkernaktivierung.

Ergebnisse

Es wurden Kosten in Höhe von ca. 23 Euro/m² aktive Fläche (mit Rohrschlangen belegte Fläche) ermittelt.

5.4 Starkstromanlagen

5.4.1 Blockheizkraftwerke

Gegenstand der Untersuchung sind Blockheizkraftwerke mit den folgenden Brennstoffen:

- Erdgas
- Heizöl
- Rapsöl

Der Untersuchungsumfang beinhaltet jeweils die folgenden Komponenten:

- Schmierölsystem
- Abgasanlage inklusive Schalldämpfer, Katalysator und Zubehör
- Schalldämpfung
- Schaltschrank
- Be- und Entlüftung des Betriebsraumes
- Kühlwasser-Wärmetauscher
- Abgas-Wärmetauscher
- Transport, Montage und Inbetriebnahme

Nicht Gegenstand der Untersuchung sind die folgenden, stark von den spezifischen Rahmenbedingungen des Projektes abhängigen Umfänge:

- Anschlussleitungen zum Verteiler / Sammler Heizwasserverteilnetz
- Ausdehnungsgefäße
- Anlagen zur Fernüberwachung
- Anlagen zur Brennstofflagerung und Zuführung bzw. Anschluss an das Gasnetz

Ergebnisse

Hinweis: Nach Datenlage der Autoren sind die absoluten Preise für Blockheizkraftwerke in den vergangenen fünf Jahren weitgehend konstant geblieben. Vor diesem Hintergrund wurde eine Preisanpassung anhand der Baupreis-Indizes bei Blockheizkraftwerken nicht vorgenommen.

Erdgas-BHKW

Die Ergebnisse der Kostenrecherche zu Erdgas-BHKW sind in der folgenden Darstellung wiedergegeben. Der Leistungsbereich von Erdgas-BHKW beginnt bei Kleinanlagen mit ca. 5 kW elektrischer Leistung und erstreckt sich bis ca. 7.000 kW elektrischer Leistung.

Tabelle 5.4-1: Investitionskosten für Erdgas-Blockheizkraftwerke in Abhängigkeit von der elektrischen Leistung

Leistungsbereich	[kW _{el}]	15	25	50	100	250	500	1.000
Investitionskosten, ca.	[€/ kW _{el}]	2.050	1.620	1.480	1.010	740	580	460

Heizöl-BHKW

Der Leistungsbereich von Heizöl-BHKW erstreckt sich von Kleinanlagen mit ca. 5 kW elektrische Leistung bis hin zu Anlagen mit ca. 5.000 kW elektrische Leistung.

Tabelle 5.4-2: Investitionskosten Heizöl-Blockheizkraftwerke in Abhängigkeit von der elektrischen Leistung

Leistungsbereich	[kW _{el}]	15	25	50	100	250	500	1.000
Investitionskosten, ca.	[€/ kW _{el}]	1.940	1.460	1.000	680	410	-	-

Rapsöl-BHKW

Der Leistungsbereich von Rapsöl-BHKW erstreckt sich von ca. 5 kW elektrische Leistung bis über 4.000 kW elektrische Leistung.

Tabelle 5.4-3: Investitionskosten Rapsöl-Blockheizkraftwerke in Abhängigkeit von der elektrischen Leistung

Leistungsbereich	[kW _{el}]	15	25	50	100	250	500	1.000
Investitionskosten, ca.	[€/ kW _{el}]	2.230	2.050	1.830	1.600	1.380	-	-

5.4.2 Beleuchtungsanlagen

Leuchten

Gegenstand der Untersuchung sind folgende Leuchtenarten:

- Langfeldleuchten (Pendelleuchte, Einbau- und Anbauleuchte)
- Downlights (Einbauleuchte)
- Stehleuchten
- LED (Pendelleuchte, Stehleuchte)

Bei Pendelleuchten wurde weiterhin unterschieden nach den Kriterien:

- direkt strahlend
- direkt/ indirekt strahlend

Bei der Kostenermittlung wurden folgende Technikumfänge berücksichtigt:

- Leuchten inkl. zugehöriger Leuchtmittel
- manuelle Steuerung
- elektronische Vorschaltgeräte, nicht dimmbar

Bearbeitungssystematik

Zur Kostenermittlung wurden zunächst Beispielräume definiert, die die Grundlage der Untersuchungen zu den Beleuchtungsanlagen darstellen.

Tabelle 5.4-4: Randbedingungen der Untersuchungen zu Beleuchtungsanlagen (Musterräume)

Nutzung	Raubreite	Raumtiefe	lichte Raumhöhe	Beleuchtungsstärke
Einzelbüro	3,60 m	5,00 m	2,80 m	500 lx
Großraumbüro	19,20 m	5,00 m	2,80 m	500 lx
WC-Bereiche	2,50 m	5,00 m	2,80 m	200 lx
Verkehrsflächen	2,00 m	20,00 m	2,80 m	100 lx
Klassenzimmer	10,00 m	7,00 m	3,20 m	300 lx
Fertigungshalle	40,00 m	60,00 m	8,00 m	500 lx
Kaufhaus	40,00 m	60,00 m	4,00 m	500 lx

Auf Basis der Beispierräume wurden im nächsten Schritt mittels einer Kunstlichtberechnung die entsprechenden Anlagen ausgelegt und kostenmäßig bewertet.

Die Preise für Leuchten sind von Hersteller zu Hersteller sehr unterschiedlich (von den energetischen Eigenschaften weitgehend unabhängig). In der folgenden Tabelle werden die für die jeweilige Leuchtenart zugrunde gelegten Kosten angegeben. Die Angaben entsprechen einer mittleren Preiskategorie und können je nach Anbieter nach oben oder auch unten abweichen. Die Stückkosten bilden zusammen mit der errechneten Anzahl von Leuchten die Grundlage für die angegebenen Kostenkennwerte.

Tabelle 5.4-5: Kostenansätze für Leuchten

Leuchtenart			Kosten
			[€ pro Stück]
Langfeld	Pendelleuchte	direkt	250
	Pendelleuchte	direkt/indirekt	250
	Anbau	direkt	250
	Einbau	direkt	250
Downlight	Einbau	direkt	150
Stehleuchte		direkt/indirekt	900
LED	Pendelleuchte LED	direkt	800
	Stehleuchte LED	direkt/indirekt	1.500

Ergebnis

Die Ergebnisse der Kostenermittlung für die Beleuchtungsanlagen werden in der folgenden Tabelle wiedergegeben:

Tabelle 5.4-6: Investitionskosten für Leuchten in Abhängigkeit von der Nutzung

		Einzelbüro	Großraumbüro	WC NWG	Verkehrsflächen	Klassenzimmer	Fertig-halle	Kaufhaus
Langfeld-Pendelleuchte, direkt (T5/T8 *)	€/ m ² NGF	38	45	14	13	27	39	34
Langfeld-Pendelleuchte, direkt (LED **)	€/ m ² NGF	120	144	-	-	-	-	-
Langfeld-Pendelleuchte, dir./indir. (T5/T8 *)	€/ m ² NGF	50	60	21	19	30	-	-
Langfeld-Anbauleuchte, direkt (T5/T8 *)	€/ m ² NGF	50	60	21	19	27	42	37
Langfeld-Einbauleuchte, direkt (T5/T8 *)	€/ m ² NGF	50	60	21	19	27	-	-
Downlight-Einbauleuchte, direkt (CFL ***)	€/ m ² NGF	90	72	39	23	40	-	-
Stehleuchte, direkt/ indirekt (CFL ***)	€/ m ² NGF	45	72	-	-	-	-	-
Stehleuchte, direkt/ indirekt (LED **)	€/ m ² NGF	75	120	-	-	-	-	-

* Aufgrund des geringen Preisunterschieds der Leuchtmittel T5/T8 wurde keine Unterscheidung vorgenommen.

** LED-Leuchten sind als gesamte Anlage zu betrachten (keine Unterscheidung nach Leuchtmittel/ Leuchtgehäuse)

*** CFL- Kompaktleuchtstofflampe

Beleuchtungssteuerung

Gegenstand der Untersuchung sind die folgenden Arten der Beleuchtungssteuerung:

- Präsenzkontrolle
- Konstantlichtregelung
- Kombination aus Präsenzkontrolle und Konstantlichtregelung

Betrachtet werden von der Gebäudeleittechnik unabhängige Steuerungssysteme. Ausgewiesen werden die Mehrkosten gegenüber einer Installation mit stabförmigen Leuchtstofflampen, elektronischen Vorschaltgeräten (nicht dimmbar) und manueller Steuerung.

Bei der Kostenermittlung wurden die folgenden Technikumfänge berücksichtigt:

- Mehraufwand für Sensoren
- Mehraufwand für Verkabelung
- Mehraufwand für dimmbare, elektronische Vorschaltgeräte (bei Konstantlichtregelung)

Nicht Gegenstände der Untersuchungen sind:

- Sonnenschutzsteuerungen
- Komfort-Fernbedienungen

Bearbeitungssystematik

Zur Ermittlung der Kosten von Anlagen zur Beleuchtungssteuerung wurden die definierten Beispielräume zugrunde gelegt.

Für die folgenden Beispielräume wurden nicht relevante Punkte ausgeschlossen:

- WC, Verkehrsflächen, Kaufhaus: Konstantlichtregelung
- Kaufhaus und Fertigungshalle: Präsenzkontrolle

Tabelle 5.4-7: Randbedingungen zu den Beispielanlagen Beleuchtungssteuerung

Nutzung	Rau- breite	Raum- tiefe	lichte Raumhö- he	Beleuch- tungsart	Beleuchtungsanlage	Beleuch- tungs- stärke
Einzelbüro	3,60 m	5,00 m	2,80 m	direkt / indirekt	stabförmige Leuchtstoff- lampe mit EVG	500 lx
Großraum- büro	19,20 m	5,00 m	2,80 m	direkt / indirekt	stabförmige Leuchtstoff- lampe mit EVG	500 lx
WC-Bereiche	2,50 m	5,00 m	2,80 m	direkt	stabförmige Leuchtstoff- lampe mit EVG	200 lx
Verkehrsflä- chen	2,00 m	20,00 m	2,80 m	direkt	stabförmige Leuchtstoff- lampe mit EVG	100 lx
Klassen- zimmer	10,00 m	7,00 m	3,20 m	direkt	stabförmige Leuchtstoff- lampe mit EVG	300 lx
Fertigungs- halle	40,00 m	60,00 m	8,00 m	direkt, abgepen- delt	stabförmige Leuchtstoff- lampe mit EVG	500 lx

Zu Einzelbüros, Großraumbüros und Klassenzimmern wurde nach folgenden Ausführungen unterschieden:

- fensterseitige und raumseitige Lichtbänder werden gemeinsam gesteuert
- fensterseitige und raumseitige Lichtbänder werden separat gesteuert

Auf dieser Grundlage wurden entsprechende Anlagen ausgelegt und kostenmäßig bewertet.

Ergebnis

Die Ergebnisse der Kostenermittlung zu Anlagen der Beleuchtungssteuerung werden in der folgenden Tabelle wiedergegeben:

Tabelle 5.4-8: Investitionskosten Beleuchtungssteuerung in Abhängigkeit von der Nutzung

		Einzelbüro 1 Zone*	Einzelbüro 2 Zonen**	Großraumbüro 1 Zone*	Großraumbüro 2 Zonen**	WC	Verkehrsflächen	Klassenzimmer 1 Zone*	Klassenzimmer 2 Zonen**	Fertighalle
Präsenzkontrolle	€/ m ² NGF	7	10	5	7	9	4	3	4	-
Konstantlichtregelung	€/ m ² NGF	14	18	14	17	-		10	11	10
Präsenzkontrolle + Konstantlichtregelung	€/ m ² NGF	21	24	18	20	-	-	12	12	-

* fensterseitige und raumseitige Lichtbänder werden gemeinsam gesteuert

** fensterseitige und raumseitige Lichtbänder werden getrennt gesteuert

6 Anhang

Kostenstudie zur EnEV2012 (Nichtwohngebäude) - Datenblätter

- KGR DIN 276 (1. Ebene)
- KGR DIN 276 (2. Ebene)
- KGR DIN 276 (3. Ebene)

Bauteil-/ Komponente

Pfosten-Riegel-Fassade
100% Dreh-Kipp-Flügel

U _{cw} -Wert	[W/ (m ² K)]	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9
Nachrichtlich: g-Wert, ca.	%	-	-	50	50	50	50	60	60	60	60	-	-
Nachrichtlich: tau-Wert, ca.	%	-	-	71	71	71	71	80	80	80	80	-	-
Investitionskosten, ca. (von)	€/ m ² BTF	-	-	640	610	590	570	550	540	520	-	-	-
Investitionskosten, ca. (bis)	€/ m ² BTF	-	-	670	640	620	600	580	570	550	-	-	-

Fassadenkonstruktion einschließlich aller Profile und Füllungen wie Verglasung, öffnbare Elemente usw.

Öffnungsflügel jeweils als Standard Dreh-Kipp Flügel mit AluGriff

Verglasung mit absturzsichernder Funktion im Bereich bodentiefer Einbau

Baanschlusse

Vorrichtung Fassade zur Durchführung des Sonnenschutzkabels

Lieferung und Montage

in Kosten nicht enthalten

- außenliegende Sonnenschutzeinrichtungen
- innenliegende Blendschutzeinrichtungen
- gebogene Verläufe
- Türöffnungen

Hinweise

Geltungsbereich der Preise im Objektbereich ab ca. 500m² Fassadenfläche
Ansatz Brüstungshöhe: 1,10 m

Kostenstudie zur EnEV2012 (Nichtwohngebäude) - Datenblätter

- KGR DIN 276 (1. Ebene)
- 300 - Bauwerk-Baukonstruktion
- KGR DIN 276 (2. Ebene)
- 330 - Außenwände
- KGR DIN 276 (3. Ebene)
- 337 - Elementierte Außenwände

Bauteil-/ Komponente
Pfosten-Riegel-Fassade
 33% Dreh-Kipp-Flügel

U _{ovr} -Wert	[W/ (m ² K)]	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9
Nachrichtlich: g-Wert, ca.	[%]	50	50	50	50	50	60	60	-	-	-	-	-
Nachrichtlich: tau-Wert, ca.	[%]	71	71	71	71	71	80	80	-	-	-	-	-
Investitionskosten, ca. (von)	[€/ m ² BTF]	620	590	570	540	530	510	490	-	-	-	-	-
Investitionskosten, ca. (bis)	[€/ m ² BTF]	670	640	610	590	570	550	530	-	-	-	-	-

in Kosten enthalten
 Fassadenkonstruktion einschließlich aller Profile und Füllungen wie Verglasung, öffentbare Elemente usw.

Öffnungsfügel jeweils als Standard Dreh-Kipp Flügel mit Alugriff
 Verglasung mit absturzsichernder Funktion im Bereich bodentiefer Einbau
 Bauanschlüsse
 Vorrichtung Fassade zur Durchführung des Sonnenschutzkabels
 Lieferung und Montage

in Kosten nicht enthalten
 außenliegende Sonnenschutzeinrichtungen
 innenliegende Blendschutzeinrichtungen
 gebogene Verläufe
 Türöffnungen

Hinweise
 Geltungsbereich der Preise im Objektbereich ab ca. 500m² Fassadenfläche
 Ansatz Brüstungshöhe: 0,0 m (bodentiefer Einbau)

Kostenstudie zur EnEV2012 (Nichtwohngebäude) - Datenblätter

- KGR DIN 276 (1. Ebene)
- 300 - Bauwerk-Baukonstruktion
- KGR DIN 276 (2. Ebene)
- 330 - Außenwände
- KGR DIN 276 (3. Ebene)
- 337 - Elementierte Außenwände

Bauteil-/ Komponente
Pfosten-Riegel-Fassade
 25% opaker Lüftungsfügel

Bauteil-/ Komponentenkosten	U _{ovr} -Wert	[W/ (m ² K)]	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9
Nachrichtlich: g-Wert, ca.		[%]	-	-	-	50	50	50	50	60	60	-	-	-
Nachrichtlich: tau-Wert, ca.		[%]	-	-	-	71	71	71	71	80	80	-	-	-
Investitionskosten, ca. (von)		[€/ m ² BTF]	-	-	-	580	560	540	530	510	500	-	-	-
Investitionskosten, ca. (bis)		[€/ m ² BTF]	-	-	-	630	610	590	570	550	540	-	-	-

in Kosten enthalten
 Fassadenkonstruktion einschließlich aller Profile und Füllungen wie Verglasung, offenebare Elemente usw.

Öffnungsfügel jeweils als Standard Dreh-Kipp Flügel mit AluGriff
 Verglasung mit absturzsichernder Funktion im Bereich bodentiefer Einbau
 Bauanschlüsse
 Vorrichtung Fassade zur Durchführung des Sonnenschutzkabels
 Lieferung und Montage

in Kosten nicht enthalten
 außenliegende Sonnenschutzeinrichtungen
 innenliegende Blendschutzeinrichtungen
 gebogene Verläufe
 Türöffnungen

Hinweise
 Geltungsbereich der Preise im Objektbereich ab ca. 500m² Fassadenfläche
 Ansatz Brüstungshöhe: 0,0 m (bodentiefer Einbau)

Kostenstudie zur EnEV2012 (Nichtwohngebäude) - Datenblätter

- KGR DIN 276 (1. Ebene)
- 300 - Bauwerk-Baukonstruktion
- KGR DIN 276 (2. Ebene)
- 330 - Außenwände
- KGR DIN 276 (3. Ebene)
- 337 - Elementierte Außenwände

Bauteil-/ Komponente
Elementfassade
 100% Dreh-Kipp-Flügel

Bauteil-/ Komponentenkosten	U _{gw} -Wert	[W/ (m ² K)]	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9
Nachrichtlich: g-Wert, ca.		[%]	-	-	-	-	50	50	50	50	50	60	60	-
Nachrichtlich: tau-Wert, ca.		[%]	-	-	-	-	71	71	71	71	71	80	80	-
Investitionskosten, ca. (von)		[€/ m ² BTF]	-	-	-	-	700	670	660	640	620	610	600	-
Investitionskosten, ca. (bis)		[€/ m ² BTF]	-	-	-	-	740	720	700	680	660	650	630	-

in Kosten enthalten
 Fassadenkonstruktion einschließlich aller Profile und Füllungen wie Verglasung, offenebare Elemente usw.

Öffnungsfügel jeweils als Standard Dreh-Kipp Flügel mit AluGriff
 Verglasung mit absturzsichernder Funktion im Bereich bodentiefer Einbau
 Bauanschlüsse
 Vorrichtung Fassade zur Durchführung des Sonnenschutzkabels
 Lieferung und Montage

in Kosten nicht enthalten
 außenliegende Sonnenschutzeinrichtungen
 innenliegende Blendschutzeinrichtungen
 gebogene Verläufe
 Türöffnungen

Hinweise
 Geltungsbereich der Preise im Objektbereich ab ca. 500m² Fassadenfläche
 Ansatz Brüstungshöhe: 1,10 m

Kostenstudie zur EnEV2012 (Nichtwohngebäude) - Datenblätter

- KGR DIN 276 (1. Ebene)
- 300 - Bauwerk-Baukonstruktion
- KGR DIN 276 (2. Ebene)
- 330 - Außenwände
- KGR DIN 276 (3. Ebene)
- 337 - Elementierte Außenwände

Bauteil-/ Komponente
Elementfassade
 33% Dreh-Kipp-Flügel

Bauteil-/ Komponentenkosten	U _{ovr} -Wert	[W/ (m ² K)]	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9
Nachrichtlich: g-Wert, ca.		[%]	-	-	50	50	50	50	50	60	60	-	-	-
Nachrichtlich: tau-Wert, ca.		[%]	-	-	71	71	71	71	71	80	80	-	-	-
Investitionskosten, ca. (von)		[€/ m ² BTF]	-	-	680	650	630	610	590	570	560	-	-	-
Investitionskosten, ca. (bis)		[€/ m ² BTF]	-	-	730	700	670	650	630	610	600	-	-	-

in Kosten enthalten
 Fassadenkonstruktion einschließlich aller Profile und Füllungen wie Verglasung, öffentbare Elemente usw.

Öffnungsfügel jeweils als Standard Dreh-Kipp Flügel mit AluGriff
 Verglasung mit absturzsichernder Funktion im Bereich bodentiefer Einbau
 Bauanschlüsse
 Vorrichtung Fassade zur Durchführung des Sonnenschutzkabels
 Lieferung und Montage

in Kosten nicht enthalten
 außenliegende Sonnenschutzeinrichtungen
 innenliegende Blendschutzeinrichtungen
 gebogene Verläufe
 Türöffnungen

Hinweise
 Geltungsbereich der Preise im Objektbereich ab ca. 500m² Fassadenfläche
 Ansatz Brüstungshöhe: 0,0 m (bodentiefer Einbau)

Kostenstudie zur EnEV2012 (Nichtwohngebäude) - Datenblätter

- KGR DIN 276 (1. Ebene)
- KGR DIN 276 (2. Ebene)
- KGR DIN 276 (3. Ebene)
- 300 - Bauwerk-Baukonstruktion
- 330 - Außenwände
- 337 - Elementierte Außenwände

Bauteil-/ Komponente

Elementfassade

25% opaker Lüftungsfügel

Bauteil-/ Komponentenkosten	U_{sw} -Wert	[W/ (m ² K)]	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9
	Nachrichtl. g-Wert, ca.	[%]	-	-	-	-	-	50	50	50	50	50	60	60
	Nachrichtl. tau-Wert, ca.	[%]	-	-	-	-	-	71	71	71	71	71	80	80
	Investitionskosten, ca. (von)	[€/ m ² BTF]	-	-	-	-	-	650	630	610	600	590	570	560
	Investitionskosten, ca. (bis)	[€/ m ² BTF]	-	-	-	-	-	690	670	660	640	630	610	600

in Kosten enthalten

Fassadenkonstruktion einschließlich aller Profile und Füllungen wie Verglasung, öffnensbare Elemente usw.

Öffnungsfügel jeweils als Standard Dreh-Kipp Flügel mit Alugriff
 Verglasung mit absturzsichernder Funktion im Bereich bodentiefer Einbau
 Bauanschlüsse
 Vorrichtung Fassade zur Durchführung des Sonnenschutzkabels
 Lieferung und Montage

in Kosten nicht enthalten

außenliegende Sonnenschutzvorrichtungen
 innenliegende Blendschutzvorrichtungen
 gebogene Verläufe
 Türöffnungen

Hinweise

Geltungsbereich der Preise im Objektbereich ab ca. 500m² Fassadenfläche
 Ansatz Brüstungshöhe: 0,0 m (bodentiefer Einbau)

Kostenstudie zur EnEV2012 (Nichtwohngebäude) - Datenblätter

- KGR DIN 276 (1. Ebene) 300 - Bauwerk-Baukonstruktion
- KGR DIN 276 (2. Ebene) 330 - Außenwände
- KGR DIN 276 (3. Ebene) 337 - Elementierte Außenwände

Bauteil-/ Komponente Vorgefertigte Stahlbeton-Außenwandelemente für Hallengebäude (Beton sandwich-Elemente)

Bauteil-/ Komponentenkosten	U-Wert	[W/ (m ² K)]	0,50	0,35	0,28	0,24	0,20
Investitionskosten, ca.		[€/ m ² BTF]	120,00	125,00	130,00	135,00	143,00

bei ca. 400m² Wandfläche

in Kosten enthalten Innen- und Außenschale aus Stahlbeton
Kerndämmung
Bohrungen und Verbindungsmittel für bauseitige Anschlüsse

in Kosten nicht enthalten Fenster, Türen, Tore

Hinweise

Kostenstudie zur EnEV2012 (Nichtwohngebäude) - Datenblätter

- KGR DIN 276 (1. Ebene) 300 - Bauwerk-Baukonstruktion
- KGR DIN 276 (2. Ebene) 330 - Außenwände
- KGR DIN 276 (3. Ebene) 337 - Elementierte Außenwände

Bauteil-/ Komponente Vorgefertigte Stahlprofil-Außenwandelemente für Hallengebäude (Stahlsandwich-Elemente)

Bauteil-/ Komponentenkosten	U-Wert	[W/ (m ² K)]	0,50	0,35	0,28	0,24	0,20
Investitionskosten, ca. bei ca. 800m ² Wandfläche		[€/ m ² BTF]	73,00	76,00	80,00	86,00	93,00

in Kosten enthalten Außenpaneel aus Bandstahl (Trapezprofil), Nenndicke ca. 0,5mm, beidseitig verzinkt, Beschichtung
Innenpaneel aus Bandstahl (Trapezprofil), Nenndicke ca. 0,6mm, beidseitig verzinkt, Beschichtung
Kerndämmung
C-Riegel als unterer Abschluss
Bohrungen und Verbindungsmittel für bauseitige Anschlüsse

in Kosten nicht enthalten Ausrahmungen, Fenster, Türen, Tore
statische Konstruktion

Hinweise

Kostenstudie zur EnEV2012 (Nichtwohngebäude) - Datenblätter

- KGR DIN 276 (1. Ebene) 300 - Bauwerk-Baukonstruktion
- KGR DIN 276 (2. Ebene) 330 - Außenwände
- KGR DIN 276 (3. Ebene) 338 - Sonnenschutz

Bauteil-/ Komponente Außenraffstore aus Aluminiumlamellen 80 mm

Bauteil-/ Komponentenkosten	Investitionskosten, ab ca.	[€/ m ² BTF]	130,00
-----------------------------	----------------------------	-------------------------	--------

- in Kosten enthalten
 - Blenden, Schienen, Führungen, Bänder usw.
 - Elektroantrieb
 - manuelle Steuerung
 - Befestigungsmaterialien, Abdichtungen, Zubehör

in Kosten nicht enthalten

Hinweise

Kostenstudie zur EnEV2012 (Nichtwohngebäude) - Datenblätter

- KGR DIN 276 (1. Ebene) 300 - Bauwerk-Baukonstruktion
- KGR DIN 276 (2. Ebene) 330 - Außenwände
- KGR DIN 276 (3. Ebene) 338 - Sonnenschutz

Bauteil-/ Komponente

Sonnenschutzverglasungen

- Mehrkosten von Sonnenschutzgläsern im Vergleich zu Warmgläsern mit ähnlichem U_G -Wert

Bauteil-/ Komponentenkosten	Mehrkosten Sonnenschutzglas zu Warmglas, ca.	[€/ m ² BTF]	30,00
-----------------------------	----------------------------------------------	-------------------------	-------

in Kosten enthalten

Standardaufbau für Lochfassaden (nur Glas)
2-fach Basisglas, $U_G=1,1 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$

in Kosten nicht enthalten

ESG, Absturzsicherung
Sonderanforderungen

Hinweise

Kostenstudie zur EnEV2012 (Nichtwohngebäude) - Datenblätter

KGR DIN 276 (1. Ebene)
 KGR DIN 276 (2. Ebene)
 KGR DIN 276 (3. Ebene)

300 - Bauwerk-Baukonstruktion
 360 - Dächer

Bauteil-/ Komponente

Dachaufbau aus Stahltrapezprofilen (Hallegebäude)

- Stahltrapezblech mit aufliegender Wärmedämmung und Abdichtung

Bauteil-/ Komponentenkosten

U-Wert	[W/ (m ² K)]	0,35	0,28	0,24	0,20
Investitionskosten, ca. (Polystyrol)	[€/ m ² BTF]	38,00	39,00	41,00	51,00
Investitionskosten, ca. (A1)	[€/ m ² BTF]	43,00	44,00	47,00	57,00

bei ca. 2.000m² BTF

in Kosten enthalten

- Dachdämmung und -abdichtung
- Verbindungen/ Anschlüsse/ Randverstärkungen
- Ausbildung der Längs-/ Querstöße
- Dachrandsicherung

in Kosten nicht enthalten

- Dachfenster
- Entwässerungsanlagen
- Abfangbinder/ Statische Konstruktion

Hinweise

Kostenstudie zur EnEV2012 (Nichtwohngebäude) - Datenblätter

- KGR DIN 276 (1. Ebene) 300 - Bauwerk-Baukonstruktion
- KGR DIN 276 (2. Ebene) 360 - Dächer
- KGR DIN 276 (3. Ebene) 362 - Dachfenster, Dachöffnungen

Bauteil-/ Komponente Lichtbänder in Hallendächern

Bauteil-/ Komponentenkosten	U-Wert	[W/ (m ² K)]	2,50	1,80
	Investitionskosten, ca.	[€/ m ² BTF]	56,00	63,00

in Kosten enthalten Metallunterkonstruktion Abdichtungen

in Kosten nicht enthalten Rauchwärmeabzugsanlagen
 offenelemente
 Lichtbandzarge, Dachanschlüsse

Hinweise

Kostenstudie zur EnEV2012 (Nichtwohngebäude) - Datenblätter

- KGR DIN 276 (1. Ebene)
- KGR DIN 276 (2. Ebene)
- KGR DIN 276 (3. Ebene)

Bauteil-/ Komponente

Gas-Brennwertkessel

Bauteil-/ Komponentenkosten

Leistungsbereich	[kW]	100	150	200	250	300	500
Investitionskosten, ca.	[€/kW]	120	90	90	80	60	60

in Kosten enthalten

- Kessel
- Gebälzgebrenner
- außentemperaturgeführte Regelung
- Transport, Montage, Inbetriebnahme

in Kosten nicht enthalten

- Gasanschluss
- Abgasanlage inkl. Kondensatableitung
- Anschlusleitungen zum Verteiler/ Sammler des Verteilnetzes
- Trinkwarmwasserbereitung
- Ausdehnungsgefäße

Hinweise

Kostenstudie zur EnEV2012 (Nichtwohngebäude) - Datenblätter

- KGR DIN 276 (1. Ebene) 400 - Bauwerk-Technische Anlagen
- KGR DIN 276 (2. Ebene) 420 - Wärmeversorgungsanlagen
- KGR DIN 276 (3. Ebene) 421 - Wärmeerzeugungsanlagen

Bauteil-/ Komponente Öl-Brennwertkessel

Bauteil-/ Komponentenkosten	Leistungsbereich		[kW]		[€/kW]		[€/kW]	
	Investitionskosten, ca.		100	150	160	200	250	300
			50	120	110	100	110	90
						100	110	90
						150	110	90
						200	110	90
						250	110	90
						300	110	90
						500	110	90

in Kosten enthalten

- Kessel
- Gebäldebrenner
- außentemperaturgeführte Regelung
- Transport, Montage, Inbetriebnahme

in Kosten nicht enthalten

- Brennstofflager und -zuführung
- Abgasanlage inkl. Kondensatableitung
- Anschluss zum Verteiler/ Sammler des Verteilnetzes
- Trinkwarmwasserbereitung
- Ausdehnungsgefäße

Hinweise

Kostenstudie zur EnEV2012 (Nichtwohngebäude) - Datenblätter

- KGR DIN 276 (1. Ebene)
- KGR DIN 276 (2. Ebene)
- KGR DIN 276 (3. Ebene)
- 400 - Bauwerk-Technische Anlagen
- 420 - Wärmeversorgungsanlagen
- 429 - Wärmeversorgungsanlagen, Sonstiges

Bauteil-/ Komponente

Heizöltank

- zur Lagerung im Gebäude

Bauteil-/ Komponentenkosten

Bauweise: Kunststoff-Innentank mit Stahl-Außentank	€/l	0,80
Bauweise: Kunststoff-Innentank mit Kunststoff-Wanne	€/l	0,70

Die Kostenangaben beziehen sich auf eine Tankgröße von 5.000 - 25.000 l.

in Kosten enthalten

Befüll-, Entlüftungs- und Entnahmesysteme
optische Leckageanzeige
Füllstandsanzeige

in Kosten nicht enthalten

optische/ akustische Leckagewarngeräte

Hinweise

Kostenstudie zur EnEV2012 (Nichtwohngebäude) - Datenblätter

- KGR DIN 276 (1. Ebene)
- KGR DIN 276 (2. Ebene)
- KGR DIN 276 (3. Ebene)
- 400 - Bauwerk- Technische Anlagen
- 420 - Wärmeversorgungsanlagen
- 429 - Wärmeversorgungsanlagen, Sonstiges

Bauteil-/ Komponente

- Abgasleitungen**
- für Öl- und Gaskessel

Bauteil-/ Komponentenkosten

	[€/ m]	
Edelstahlstahl einwandig, DN 150		85
Edelstahlstahl einwandig, DN 250		100
Edelstahlstahl einwandig, DN 350		125

in Kosten enthalten

- Bogen mit Stützfuß
- Abstandsschellen
- Schachtabdeckung/ Regenkragen
- Kondensatschale inkl. Ablauf
- Rohrelemente (rund) für Schachtmontage
- Dicht- und Verbindungsmittel

in Kosten nicht enthalten

- Verbindungsleitungen zum Kesselanschluss
- Schalldämpfer
- doppelwandige Ausführungen
- bauliche Umfänge: Schacht, Durchführungen usw.
- Isolierungen

Hinweise

Kostenstudie zur EnEV2012 (Nichtwohngebäude) - Datenblätter

- KGR DIN 276 (1. Ebene) 400 - Bauwerk-Technische Anlagen
- KGR DIN 276 (2. Ebene) 420 - Wärmeversorgungsanlagen
- KGR DIN 276 (3. Ebene) 421 - Wärmeerzeugungsanlagen

Bauteil-/ Komponente **Biomasse-Heizkessel**
- Holzpellet-Heizkessel

Bauteil-/ Komponentenkosten	[kW]		[€/kW]		[€/kW]		[€/kW]	
	Leistungsbereich	Investitionskosten, ca.	100	150	200	250	300	500
			50	100	150	200	250	300
			390	340	250	200	180	160
								150

in Kosten enthalten

Heizkesselanlage
automatischer Betrieb
Regelung
Transport, Montage, Inbetriebnahme

in Kosten nicht enthalten

Brennstofflager und -zuführung
Abgasanlage inkl. Kondensatableitung
Anschluss zum Verteiler/ Sammler des Verteilnetzes
Trinkwarmwasserbereitung
Ausdehnungsgefäße

Hinweise

Kostenstudie zur EnEV2012 (Nichtwohngebäude) - Datenblätter

- KGR DIN 276 (1. Ebene)
- KGR DIN 276 (2. Ebene)
- KGR DIN 276 (3. Ebene)
- 400 - Bauwerk-Technische Anlagen
- 420 - Wärmeversorgungsanlagen
- 429 - Wärmeversorgungsanlagen, Sonstige

Bauteil-/ Komponente

Holzpellet-Lagersilo

Bauteil-/ Komponentenkosten

Inhalt, ca.	[m³]	50	100
Investitionskosten, ca. (GFK-Hochsilo)	[€/ m³]	330	
Investitionskosten, ca. (Blechsilo)	[€/ m³]		290

in Kosten enthalten

- Befüllsystem
- Entlüftung inkl. Filter
- Entnahmetrichter
- Förderschnecke (Länge: ca. 5m)

in Kosten nicht enthalten

Hinweise

Kostenstudie zur EnEV2012 (Nichtwohngebäude) - Datenblätter

- KGR DIN 276 (1. Ebene) 400 - Bauwerk-Technische Anlagen
- KGR DIN 276 (2. Ebene) 420 - Wärmeversorgungsanlagen
- KGR DIN 276 (3. Ebene) 421 - Wärmeerzeugungsanlagen

Bauteil-/ Komponente **Biomasse-Heizkessel**
 - Holzhackschnitzel-Heizkessel

Bauteil-/ Komponentenkosten	[kW]		[€/ kW]	
	Leistungsbereich	Investitionskosten, ca.	50	100
			150	200
			230	210
			250	190
			300	180
			480	120

in Kosten enthalten Heizkesselanlage
 automatischer Betrieb
 Regelung
 Transport, Montage, Inbetriebnahme

in Kosten nicht enthalten Brennstofflager und -zuführung
 Abgasanlage inkl. Kondensatableitung
 Anschluss zum Verteiler/ Sammler des Verteilnetzes
 Trinkwarmwasserbereitung
 Ausdehnungsgefäße

Hinweise

Kostenstudie zur EnEV2012 (Nichtwohngebäude) - Datenblätter

- KGR DIN 276 (1. Ebene)
- KGR DIN 276 (2. Ebene)
- KGR DIN 276 (3. Ebene)

- 400 - Bauwerk-Technische Anlagen
- 420 - Wärmeversorgungsanlagen
- 421 - Wärmeerzeugungsanlagen

Bauteil-/ Komponente

Fernwärme-Übergabestation

Bauteil-/ Komponentenkosten

Leistungsbereich	[kW]	100	150	200	250	300	500
Investitionskosten, ca. (Temp. Primär: 125°C/ 65°C)	[€/ kW]	50	40	30	30	20	20
Investitionskosten, ca. (Temp. Primär: 90°C/ 65°C)	[€/ kW]	90	50	50	40	40	30

in Kosten enthalten

Schaltkasten inkl. witterungsführender Regelung, Rücklauftemperaturbegrenzung usw.
 Verrohrung, Armaturen, Zubehör usw.
 Umwälzpumpe (sekundär)
 Grundrahmen
 Wärmedämmung mit PU Hartschaumschalen (Fernwärme-Übergabestation)
 Transport, Montage, Inbetriebnahme

in Kosten nicht enthalten

Nahwärmenetze, Anschluss an Verteilnetz
 Anschluss zum Verteiler/ Sammler des Verteilnetzes
 Trinkwarmwasserbereitung
 Ausdehnungsgefäße
 Wärmemengenzähler

Hinweise

Ansatz Temperaturniveau Sekundärseite: 70°C/ 50°C

Kostenstudie zur EnEV2012 (Nichtwohngebäude) - Datenblätter

- KGR DIN 276 (1. Ebene) 400 - Bauwerk-Technische Anlagen
- KGR DIN 276 (2. Ebene) 420 - Wärmeversorgungsanlagen
- KGR DIN 276 (3. Ebene) 421 - Wärmeerzeugungsanlagen

Bauteil-/ Komponente
Solarthermieanlagen
 - Flachkollektor

Bauteil-/ Komponentenkosten	Größe der Kollektorfläche gewähltes Volumen Warmwasserspeicher	[m ²]	5	7	14
		[l]	400	500	800
	Investitionskosten, ca.	[€/ m ²]	1.700	1.300	1.100

in Kosten enthalten

Kollektoren
 Komponenten zum Anschluss der Kollektoren
 Trinkwarmwasser-/ Pufferspeicher (emailliert)
 Kollektorkreis (Pumpstation, Entlüftung, Absperrhähne, Leitungen und Armaturen, Wärmeträgermedien), Thermometer
 Regelung
 Komponenten zur Aufstellung bzw. Befestigung der Kollektoren, Unterkonstruktionen
 Rohrdurchführungen

in Kosten nicht enthalten

Einbindung in das Trinkwasserverteilnetz

Hinweise

Kostenstudie zur EnEV2012 (Nichtwohngebäude) - Datenblätter

- KGR DIN 276 (1. Ebene)
- KGR DIN 276 (2. Ebene)
- KGR DIN 276 (3. Ebene)

- 400 - Bauwerk-Technische Anlagen
- 420 - Wärmeversorgungsanlagen
- 421 - Wärmeerzeugungsanlagen

Solarthermieanlagen
- Vakuum-Röhrenkollektor

Bauteil-/ Komponente

Bauteil-/ Komponentenkosten

Größe der Kollektorfläche	[m ²]	4	5	12
gewähltes Volumen Warmwasserspeicher	[l]	400	500	800
Investitionskosten, ca.	€/ m ²	2.600	2.300	1.600

in Kosten enthalten

- Kollektoren
- Komponenten zum Anschluss der Kollektoren
- Trinkwarmwasser-/ Pufferspeicher (emailliert)
- Kollektorkreis (Pumpstation, Entlüftung, Absperrhähne, Leitungen und Armaturen, Wärmeträgermedien), Thermometer
- Regelung
- Komponenten zur Aufstellung bzw. Befestigung der Kollektoren, Unterkonstruktionen
- Rohrdurchführungen

in Kosten nicht enthalten

- Einbindung in das Trinkwasserverteilnetz

Hinweise

Kostenstudie zur EnEV2012 (Nichtwohngebäude) - Datenblätter

- KGR DIN 276 (1. Ebene)
- KGR DIN 276 (2. Ebene)
- KGR DIN 276 (3. Ebene)

Bauteil-/ Komponente

- 400 - Bauwerk-Technische Anlagen
- 420 - Wärmeversorgungsanlagen
- 421 - Wärmeerzeugungsanlagen
- elektrisch angetriebene Wasser-Wasser Wärmepumpe, revesibel**
- Jahresarbeitszahl (Heizbetrieb) >4,0

Bauteil-/ Komponentenkosten

Leistungsbereich (Wärmeleistung)	[kW]	50	100	150	200	250	300
Investitionskosten, ca.	[€/kW]	1.240	920	680	660	640	560

in Kosten enthalten

Wärmepumpeinheit zur Gebäudebeheizung und Kühlung
 Primärkreisläufe zur Anbindung Wärmequellenanlage inkl. Wärmetauscher (Grundwasser/ Flusswasser)
 Sekundärkreislauf Heizen bis Pufferspeicher
 Sekundärkreislauf Kühlen bis Pufferspeicher
 Wärmetauscher, Installationsmaterial und Zubehör
 Schaltschrank/ Regelung und Sensorik
 Wärmemengen- und Stromzähler
 Transport, Montage, Inbetriebnahme

in Kosten nicht enthalten

Wärmequellenanlage ab Wärmetauscher (Grundwasser/ Flusswasser)
 Anschluss zum Verteiler/ Sammler des Verteilnetzes
 Trinkwarmwasserbereitung
 Anlaufstrombegrenzung (Frequenzumformer)

Hinweise

Auslegungspunkt: W10/ W35

Kostenstudie zur EnEV2012 (Nichtwohngebäude) - Datenblätter

- KGR DIN 276 (1. Ebene) 400 - Bauwerk-Technische Anlagen
- KGR DIN 276 (2. Ebene) 420 - Wärmeversorgungsanlagen
- KGR DIN 276 (3. Ebene) 421 - Wärmeerzeugungsanlagen

Bauteil-/ Komponente

elektrisch angetriebene Wasser-Wasser Wärmepumpe, nicht reversibel
 Jahresarbeitszahl (Heizbetrieb) >4,0

Bauteil-/ Komponentenkosten

Leistungsbereich (Wärmeleistung)	[kW]	50	100	150	200	250	300
Investitionskosten, ca.	[€/kW]	620	520	500	490	480	420

in Kosten enthalten

Wärmepumpeinheit zur Gebäudebeheizung
 Primärkreisläufe zur Anbindung Wärmequellenanlage inkl. Wärmetauscher (Grundwasser/ Flusswasser)
 Sekundärkreislauf Heizen bis Pufferspeicher
 Wärmetauscher, Installationsmaterial und Zubehör
 Schaltschrank/ Regelung und Sensorik
 Wärmemengen- und Stromzähler
 Transport, Montage, Inbetriebnahme

in Kosten nicht enthalten

Wärmequellenanlage ab Wärmetauscher (Grundwasser/ Flusswasser)
 Anschluss zum Verteiler/ Sammler des Verteilnetzes
 Trinkwarmwasserbereitung
 Anlaufstrombegrenzung (Frequenzumformer)

Hinweise

Auslegungspunkt: W10/ W35

Kostenstudie zur EnEV2012 (Nichtwohngebäude) - Datenblätter

- KGR DIN 276 (1. Ebene)
- KGR DIN 276 (2. Ebene)
- KGR DIN 276 (3. Ebene)

Bauteil-/ Komponente
elektrisch angetriebene Sole-Wasser Wärmepumpe, reversibel
 Jahresarbeitszahl (Heizbetrieb) >4,0

Bauteil-/ Komponentenkosten	[kW]		[€/ kW]		100		150		200		250		300	
	Leistungsbereich (Wärmeleistung)	Investitionskosten, ca.	1.350	930	740	700	660	620	560					

in Kosten enthalten
 Wärmepumpeinheit zur Gebäudebeheizung und Kühlung
 Primärkreisläufe zur Anbindung Wärmequellenanlage bis Vorlaufverteiler/ Rücklaufsammler (Wärmequellenanlage)
 Sekundärkreislauf Heizen bis Pufferspeicher
 Sekundärkreislauf Kühlen bis Pufferspeicher
 Wärmetauscher, Installationsmaterial und Zubehör
 Schaltschrank/ Regelung und Sensorik
 Wärmemengen- und Stromzähler
 Transport, Montage, Inbetriebnahme

in Kosten nicht enthalten
 Wärmequellenanlage inkl. Erdwärmetauscher, Bohr- und Erdbauarbeiten
 Vorlaufverteiler/ Rücklaufsammler
 Anschluss zum Verteiler/ Sammler des Verteilnetzes
 Trinkwarmwasserbereitung
 Anlaufstrombegrenzung (Frequenzumformer)

Hinweise
 Auslegungspunkt: B0/ W35

Kostenstudie zur EnEV2012 (Nichtwohngebäude) - Datenblätter

- KGR DIN 276 (1. Ebene) 400 - Bauwerk-Technische Anlagen
- KGR DIN 276 (2. Ebene) 420 - Wärmeversorgungsanlagen
- KGR DIN 276 (3. Ebene) 421 - Wärmeerzeugungsanlagen

Bauteil-/ Komponente

elektrisch angetriebene Sole-Wasser Wärmepumpe, nicht reversibel
 Jahresarbeitszahl (Heizbetrieb) >4,0

Bauteil-/ Komponentenkosten

Leistungsbereich (Wärmeleistung)	[kW]	50	100	150	200	250	300
Investitionskosten, ca.	[€/kW]	660	460	450	440	420	400

in Kosten enthalten

Wärmepumpeinheit zur Gebäudebeheizung
 Primärkreisläufe zur Anbindung Wärmequellenanlage bis Vorlaufverteiler/ Rücklaufsammler (Wärmequellenanlage)
 Sekundärkreislauf Heizen bis Pufferspeicher
 Wärmetauscher, Installationsmaterial und Zubehör
 Schaltschrank/ Regelung und Sensorik
 Wärmemengen- und Stromzähler
 Transport, Montage, Inbetriebnahme

in Kosten nicht enthalten

Wärmequellenanlage inkl. Erdwärmetauscher, Bohr- und Erdbauarbeiten
 Vorlaufverteiler/ Rücklaufsammler
 Anschluss zum Verteiler/ Sammler des Verteilnetzes
 Trinkwarmwasserbereitung
 Anlaufstrombegrenzung (Frequenzumformer)

Hinweise

Auslegungspunkt: B0/ W35

Kostenstudie zur EnEV2012 (Nichtwohngebäude) - Datenblätter

- KGR DIN 276 (1. Ebene) 400 - Bauwerk-Technische Anlagen
- KGR DIN 276 (2. Ebene) 420 - Wärmeversorgungsanlagen
- KGR DIN 276 (3. Ebene) 429 - Wärmeversorgungsanlagen, Sonstiges

Bauteil-/ Komponente

Erdwärmesonden

Bauteil-/ Komponentenkosten

Investitionskosten, ca.	[€/ m]	90
-------------------------	--------	----

in Kosten enthalten

- Sondenbohrung (senkrecht, Bohrtiefe: bis 100m, Bodenklasse 1-6 DIN 18300)
- Einbau Doppel U-Rohr Erdwärmesonde
- Verfüllen Bohrringräume
- Verteilnetz Sondenanlage inkl. Vorlaufverteiler/ Rücklaufsammler
- Erarbeiten

in Kosten nicht enthalten

Primärkreisläufe Wärmepumpe ab Vorlaufverteiler/ Rücklaufsammler

Hinweise

Kostenstudie zur EnEV2012 (Nichtwohngebäude) - Datenblätter

- KGR DIN 276 (1. Ebene)
- KGR DIN 276 (2. Ebene)
- KGR DIN 276 (3. Ebene)

- 400 - Bauwerk- Technische Anlagen
- 420 - Wärmeversorgungsanlagen
- 421 - Wärmeerzeugungsanlagen

Bauteil-/ Komponente

Gas-Warmlufterzeuger

- Luftaustlass seitlich
- Luftverteilung mit normalem Induktionsverhältnis

Bauteil-/ Komponentenkosten

Gebäudetyp/ Länge x Breite	[m]	Werkstatt/ 20 x 10		Fertigungshalle/ 60 x 40		Logistikhalle/ 100 x 100	
Gebäudehöhe	[m]	4	8	8	12	8	12
Investkosten, ca. (Standardsystem)	€/ m ² NGF	31,00	32,00	8,70	12,00	4,00	4,60
Investkosten, ca. (Top-System)	€/ m ² NGF	36,00	38,00	10,00	14,00	4,80	5,50

in Kosten enthalten

Heizgeräte mit notwendigem Zubehör schlüsselfertige Installation

in Kosten nicht enthalten

Hinweise

Klassifizierung Geräteeffizienz:

- Standardsystem: P-Regler 1K
- Top-System: kondensierende Geräte; PI-Regler mit Optimierung

Anlagenauslegung für:

- Referenzklima Deutschland
- energetische Qualität Gebäudehülle: gemäß EnEV2009 Referenzausstattung

Kostenstudie zur EnEV2012 (Nichtwohngebäude) - Datenblätter

- KGR DIN 276 (1. Ebene)
- KGR DIN 276 (2. Ebene)
- KGR DIN 276 (3. Ebene)
- 400 - Bauwerk-Technische Anlagen
- 420 - Wärmeversorgungsanlagen
- 421 - Wärmeerzeugungsanlagen

Bauteil-/ Komponente

Gasinfrarot-Hellstrahler

Bauteil-/ Komponentenkosten

Gebäudetyp/ Länge x Breite	[m]	Werkstatt/ 20 x 10	Fertigungshalle/ 60 x 40	Logistikhalle/ 100 x 100
Gebäudehöhe	[m]	4	8	8
Investkosten, ca. (Standardsystem)	€/ m ² NGF	37,00	45,00	11,00
Investkosten, ca. (Top-System)	€/ m ² NGF	44,00	54,00	14,00

in Kosten enthalten

Heizgeräte mit notwendigem Zubehör
schlüsselfertige Installation

in Kosten nicht enthalten

Hinweise

Klassifizierung Geräteeffizienz:

- Standardsystem: Strahlungsfaktor ca. 0,58; P-Regler 1K
- Top-System: Strahlungsfaktor ca. 0,75; PI-Regler mit Optimierung

Anlagenauslegung für:

- Referenzklima Deutschland
- energetische Qualität Gebäudehülle: gemäß EnEV2009 Referenzausstattung

Kostenstudie zur EnEV2012 (Nichtwohngebäude) - Datenblätter

- KGR DIN 276 (1. Ebene)
- KGR DIN 276 (2. Ebene)
- KGR DIN 276 (3. Ebene)

Bauteil-/ Komponente

Gasinfrarot-Dunkelstrahler

Bauteil-/ Komponentenkosten

Gebäudetyp/ Länge x Breite	[m]	Werkstatt/ 20 x 10	Fertigungshalle/ 60 x 40	Logistikhalle/ 100 x 100
Gebäudehöhe	[m]	4	8	8
Investkosten, ca. (Standardsystem)	[€/ m ² NGF]	36,00	38,00	10,00
Investkosten, ca. (Top-System)	[€/ m ² NGF]	41,00	42,00	11,00
			8	12
			8,60	3,30
			9,90	3,70
				4,00
				4,80

in Kosten enthalten

Heizgeräte mit notwendigem Zubehör schlüsselfertige Installation

in Kosten nicht enthalten

Hinweise

- Klassifizierung Geräteeffizienz:
- Standardsystem: Strahlungsfaktor ca. 0,53; P-Regler 1K
- Top-System: Strahlungsfaktor ca. 0,72; PI-Regler mit Optimierung

Anlagenauslegung für:

- Referenzklima Deutschland
- energetische Qualität Gebäudehülle: gemäß EnEV2009 Referenzausstattung

Kostenstudie zur EnEV2012 (Nichtwohngebäude) - Datenblätter

- KGR DIN 276 (1. Ebene) 400 - Bauwerk-Technische Anlagen
- KGR DIN 276 (2. Ebene) 420 - Wärmeversorgungsanlagen
- KGR DIN 276 (3. Ebene) 422 - Wärmeverteilnetze

Bauteil-/ Komponente Rohrleitungen Heizungsverteilnetz

Bauteil-/ Komponentenkosten	[€/ m]	[€/ m]
Gewinderohr nahtlos DN 15		14
Gewinderohr nahtlos DN 32		23
Stahlrohr nahtlos DN 40		27
Stahlrohr nahtlos DN 65		43
Stahlrohr nahtlos DN 125		76

in Kosten enthalten Schweiß-, Dichtungs- und Befestigungsmaterial, Wand- und Deckenhülsen körperschalgedämmte Rohrschellen Montagehöhe bis 3,50m Wärmedämmung mit Folienkaschierung gemäß EnEV

in Kosten nicht enthalten

Bögen, Verbindungs- und Formstücke, Kompensatoren, Festpunkte, Gleitlager Wärmedämmung mit verzinktem Stahlblechmantel Pumpen, Armaturen, Messgeräte, Ventile

Hinweise

Kostenstudie zur EnEV2012 (Nichtwohngebäude) - Datenblätter

KGR DIN 276 (1. Ebene) 400 - Bauwerk-Technische Anlagen
 KGR DIN 276 (2. Ebene) 420 - Wärmeversorgungsanlagen
 KGR DIN 276 (3. Ebene) 423 - Raumheizflächen

Bauteil-/ Komponente **Flachheizkörper Plan**
 - Bauhöhe: ca. 900mm

Bauteil-/ Komponentenkosten	[€/ kW]	[€/ kW]
Typ 11 (Baulänge 600mm)		510
Typ 12 (Baulänge 600mm)		480
Typ 22 (Baulänge 600mm)		380
Typ 22 (Baulänge 1.800mm)		210

in Kosten enthalten integrierte Ventilgarnitur, Thermostatkopf 1K
 Aufsteckgitter, Seitenteile
 Blind- und Entlüftungstopfen
 Wandkonsole/ -halter

in Kosten nicht enthalten Sonderlackierungen
 Hygieneausführungen
 Strahlungsschirme

Hinweise Wärmeleistung bei 70/ 55/ 20°C

Kostenstudie zur EnEV2012 (Nichtwohngebäude) - Datenblätter

KGR DIN 276 (1. Ebene) 400 - Bauwerk- Technische Anlagen
 KGR DIN 276 (2. Ebene) 430 - Lufttechnische Anlagen
 KGR DIN 276 (3. Ebene) 431 - Lüftungsanlagen

Bauteil-/ Komponente **Abluftanlage**
 - keine Luftbehandlungsfunktionen

Bauteil-/ Komponentenkosten	m³/h	900/ 1.800	1.800/ 3.500	3.500/ 7.000	7.000/ 14.000	14.000/ 28.000
Investitionskosten, ca.	€/ (m³/h)	7	6	7	5	4

in Kosten enthalten
 Raumlufttechnische Bauelemente
 Raumlufttechnische Geräte
 Lüftungsleitungen
 Wärme-/ Kälte-/ Brandschutzdämmung
 Gitter/ Klappen
 Schalldämpfer

in Kosten nicht enthalten
 Wärmerückgewinnungssysteme
 Fundamente (KGR 300)

Hinweise

Kostenstudie zur EnEV2012 (Nichtwohngebäude) - Datenblätter

KGR DIN 276 (1. Ebene)
 KGR DIN 276 (2. Ebene)
 KGR DIN 276 (3. Ebene)

400 - Bauwerk-Technische Anlagen
 430 - Lufttechnische Anlagen
 431 - Lüftungsanlagen

Bauteil-/ Komponente

Zu- und Abluftanlage (zentral), H
 - Luftbehandlungsfunktion: Heizen

Bauteil-/ Komponentenkosten

Leistungsbereich (von/ bis; Mittelwert aus Zu- und Abluft)	m³/h	900/ 1.800	1.800/ 3.500	3.500/ 7.000	7.000/ 14.000	14.000/ 28.000
Investitionskosten, ca.	€/ (m³/h)	-	-	15	14	10

in Kosten enthalten

Raumlufttechnische Bauelemente
 Raumlufttechnische Geräte
 Lüftungsleitungen
 Wärme-/ Kälte-/ Brandschutzdämmung
 Gitter/ Klappen/ Volumenstromregler
 Schalldämpfer
 Wärmerückgewinnungssysteme (Austauschgrad >50%)
 Zubehör

in Kosten nicht enthalten

Anschluss Heizregister an das Verteilnetz
 Raumbehandlungsgeräte
 Fundamente (KGR 300)

Hinweise

Kostenstudie zur EnEV2012 (Nichtwohngebäude) - Datenblätter

KGR DIN 276 (1. Ebene)
 KGR DIN 276 (2. Ebene)
 KGR DIN 276 (3. Ebene)

400 - Bauwerk-Technische Anlagen
 430 - Lufttechnische Anlagen
 432 - Teilklimaanlagen

Bauteil-/ Komponente

Zu- und Abluftanlage (zentral)

- Luftbehandlungsfunktionen: Heizen und Kühlen
 - keine geregelte Be-/ Entfeuchtung

Bauteil-/ Komponentenkosten

Leistungsbereich (von/ bis; Mittelwert aus Zu- und Abluft)	m³/h	900/ 1.800	1.800/ 3.500	3.500/ 7.000	7.000/ 14.000	14.000/ 28.000
Investitionskosten, ca.	€/ (m³/h)	-	-	24	21	16

in Kosten enthalten

Raumlufttechnische Bauelemente
 Raumlufttechnische Geräte
 Lüftungsleitungen
 Wärme-/ Kälte-/ Brandschutzdämmung
 Gitter/ Klappen/ Volumenstromregler
 Schalldämpfer
 Wärmerückgewinnungssysteme (Austauschgrad >60%)
 Zubehör

in Kosten nicht enthalten

Kälteerzeugungsanlagen
 Raumbehandlungsgeräte
 Anschluss Heiz-/ Kühlregister an das Verteilnetz
 Fundamente (KGR 300)

Hinweise

Kostenstudie zur EnEV2012 (Nichtwohngebäude) - Datenblätter

KGR DIN 276 (1. Ebene)
 KGR DIN 276 (2. Ebene)
 KGR DIN 276 (3. Ebene)

400 - Bauwerk-Technische Anlagen
 430 - Lufttechnische Anlagen

Bauteil-/ Komponente

Wärmerückgewinnungssysteme

Mehrkosten bei Verbesserung Austauschgrad von ca. 60% auf ca. 75%

Bauteil-/ Komponentenkosten

	von	bis
Mehrkosten, ca.	0,30	0,80
zusätzl. luftseitiger Druckverlust, ca. [Pa]	50	200

in Kosten enthalten

Mehrkosten Lüftungszentralgerät (veränderte Auslegung)
 Mehrkosten Wärmerückgewinnungssystem

in Kosten nicht enthalten

Kostenwirkungen auf Wärme- und Kälteversorgungsanlagen
 Veränderungen beim Platzbedarf (RLT-Anlagen, Wärme-/ Kälteversorgung)

Hinweise

Kostenstudie zur EnEV2012 (Nichtwohngebäude) - Datenblätter

KGR DIN 276 (1. Ebene)
 KGR DIN 276 (2. Ebene)
 KGR DIN 276 (3. Ebene)

400 - Bauwerk- Technische Anlagen
 430 - Lufttechnische Anlagen

Bauteil-/ Komponente

Ventilatorleistungen in Raumlufttechnischen Anlagen

Mehrkosten zur Reduzierung der spezifischen Ventilatorleistung um 25%

Bauteil-/ Komponentenkosten

Mehrkosten (Basis: Anlagenkosten KGR 430)	[%]	ca. 15
-------------------------------------------	-----	--------

in Kosten enthalten

Raumlufttechnische Bauelemente
 Raumlufttechnische Geräte
 Lüftungsleitungen
 Wärme-/ Kälte-/ Brandschutzdämmung
 Gitter/ Klappen/ Volumenstromregler
 Schalldämpfer
 Wärmerückgewinnungssysteme
 Zubehör

in Kosten nicht enthalten

zusätzlicher Raumbedarf für Zentralgerät und Kanalnetz

Hinweise

Kostenstudie zur EnEV2012 (Nichtwohngebäude) - Datenblätter

- KGR DIN 276 (1. Ebene)
- KGR DIN 276 (2. Ebene)
- KGR DIN 276 (3. Ebene)
- 400 - Bauwerk-Technische Anlagen
- 430 - Lufttechnische Anlagen
- 434 - Kälteanlagen

Bauteil-/ Komponente
Verdichter
 - Kolbenverdichter-Kaltwassersatz, wassergekühlt

Bauteil-/ Komponentenkosten	Leistungsbereich (Kälteleistung)		[kW]		[€/ kW]		Investitionskosten, ca.		
	250	125	180	140	250	125	180	140	
	500	750	1.000	1.250	1.500	1.750	2.000	3.000	4.000
	120	100	90	90	-	-	-	-	-

in Kosten enthalten
 Kaltwassersatz
 Schaltschrank/ Steuerung
 Inbetriebnahme und Einstellung

in Kosten nicht enthalten
 Rückkühlanlagen
 Pufferspeicher, Ausdehnungsgefäße
 Pumpen, Armaturen und Zubehör
 befristete Wartungsleistung und Stördienst
 Fundamente (KGR 300)

Hinweise

Kostenstudie zur EnEV2012 (Nichtwohngebäude) - Datenblätter

- KGR DIN 276 (1. Ebene)
- KGR DIN 276 (2. Ebene)
- KGR DIN 276 (3. Ebene)
- 400 - Bauwerk-Technische Anlagen
- 430 - Lufttechnische Anlagen
- 434 - Kälteanlagen

Bauteil-/ Komponente
Verdichter
 - Schraubenverdichter-Kaltwassersatz, wassergekühlt

Bauteil-/ Komponentenkosten	Leistungsbereich (Kälteleistung)		Investitionskosten, ca.		[kW]		[€/ kW]		
	500	750	1.000	1.250	1.500	1.750	2.000	3.000	4.000
	110	90	80	70	60	50	-	-	-
	250	500	1.000	1.250	1.500	1.750	2.000	3.000	4.000
	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	125	125	125	125	125	125	125	125	125

in Kosten enthalten
 Kaltwassersatz
 Schaltschrank/ Steuerung
 Inbetriebnahme und Einstellung

in Kosten nicht enthalten
 Rückkühlanlagen
 Pufferspeicher, Ausdehnungsgefäße
 Pumpen, Armaturen und Zubehör
 befristete Wartungsleistung und Stördienst
 Fundamente (KGR 300)

Hinweise

Kostenstudie zur EnEV2012 (Nichtwohngebäude) - Datenblätter

- KGR DIN 276 (1. Ebene)
- KGR DIN 276 (2. Ebene)
- KGR DIN 276 (3. Ebene)

Bauteil-/ Komponente

Verdichter
- Turboverdichter-Kaltwassersatz, wassergekühlt

Bauteil-/ Komponentenkosten	Leistungsbereich (Kälteleistung)										[kW]	Investitionskosten, ca.
	125	250	500	750	1.000	1.250	1.500	1.750	2.000	3.000	4.000	
	-	-	-	110	100	100	90	90	80	80	80	70
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

in Kosten enthalten

Kaltwassersatz
Schaltschrank/ Steuerung
Inbetriebnahme und Einstellung

in Kosten nicht enthalten

Rückkühlanlagen
Pufferspeicher, Ausdehnungsgefäße
Pumpen, Armaturen und Zubehör
befristete Wartungsleistung und Stördienst
Fundamente (KGR 300)

Hinweise

Kostenstudie zur EnEV2012 (Nichtwohngebäude) - Datenblätter

KGR DIN 276 (1. Ebene)
KGR DIN 276 (2. Ebene)
KGR DIN 276 (3. Ebene)

400 - Bauwerk-Technische Anlagen
430 - Lufttechnische Anlagen
434 - Kälteanlagen

Bauteil-/ Komponente

- Rückkühlwerk für geschlossenen Kreislauf
- Rückkühlwerk für offenen Kreislauf
- Hybridkühler
- Trockenkühler

Bauteil-/ Komponentenkosten

Leistungsbereich	[kW]	200	500	1000	2.000
Investitionskosten, ca. (geschlossenes)	[€/ kW]	123	96	84	81
Investitionskosten, ca. (offenes RKW)	[€/ kW]	54	33	27	22
Investitionskosten, ca. (Hybridkühler)	[€/ kW]	251	242	235	235
Investitionskosten, ca. (Trockenkühler)	[€/ kW]	165	165	164	164

in Kosten enthalten

Rückkühlwerk inkl. Ventilatoren, Antriebe
Sekundärpumpen, Sprüheinrichtungen, Tropfenabscheider
Zu-/ Abluftschalldämpfer
Wartungskanal
Transport, Montage, Inbetriebnahme

in Kosten nicht enthalten

Regelung
Anschluss an die Kreisläufe
Elektro-/ Wasseranschluss

Hinweise

Auslegungstemperaturen 33°C/ 27°C, Feuchtkugelmitteltemperatur: 22°C (geschlossenes RKW, offenes RKW, Hybridkühler)
Auslegungstemperaturen 45°C/ 40°C bei 35°C Lufttemperatur (Trockenkühler)
max. Schalldruckpegel in 3m Entfernung: 70 dB (geschlossenes RKW, offenes RKW, Hybridkühler) bzw. 73 dB(A) (Trockenkühler)

Kostenstudie zur EnEV2012 (Nichtwohngebäude) - Datenblätter

- KGR DIN 276 (1. Ebene) 400 - Bauwerk-Technische Anlagen
- KGR DIN 276 (2. Ebene) 420 - Wärmeversorgungsanlagen
- KGR DIN 276 (3. Ebene) 422 - Wärmeverteilnetze

Bauteil-/ Komponente

Rohrleitungen Kälteverteilnetz

Bauteil-/ Komponentenkosten

	€/m
Gewinderohr nahtlos DN 15	22
Gewinderohr nahtlos DN 32	30
Stahlrohr nahtlos DN 40	35
Stahlrohr nahtlos DN 65	51
Stahlrohr nahtlos DN 125	98

in Kosten enthalten
 Schweiß-, Dichtungs- und Befestigungsmaterial, Wand- und Deckenhülsen
 körperschalgedämmte Rohrschellen
 Montagehöhe bis 3,50m
 Kälte-dämmung ohne Oberflächen-schutz (flexibler, geschlossenzelliger Schaumstoff)
 Korrosionsschutzbeschichtung

in Kosten nicht enthalten

Bögen, Verbindungs- und Formstücke
 Kompensatoren, Festpunkte, Gleitlager
 Oberflächenschutz Kälte-dämmung
 Pumpen, Armaturen, Messgeräte, Ventile

Hinweise

Kostenstudie zur EnEV2012 (Nichtwohngebäude) - Datenblätter

- KGR DIN 276 (1. Ebene)
- KGR DIN 276 (2. Ebene)
- KGR DIN 276 (3. Ebene)

Bauteil-/ Komponente

statisches Kühldeckensystem

kompakte Kühlelemente für Deckenmontage (Aluminiumprofile mit Kupferrohrmäander)
spezifische Leistung: ca. 120-190 W/ m²

Bauteil-/ Komponentenkosten

Investitionskosten, ca.	€/ m ² BTF	von	bis
		160	220

in Kosten enthalten

Befestigungsprofile zur Abhängung und Nivellierung
Pulverbeschichtung bzw. Nasslackierung
Montagehöhe bis 3,50m

in Kosten nicht enthalten

Anordnung von Schallabsorptionsflächen
Kühldeckenanschluss
Regelung

Hinweise

Kostenstudie zur EnEV2012 (Nichtwohngebäude) - Datenblätter

- KGR DIN 276 (1. Ebene) 400 - Bauwerk-Technische Anlagen
- KGR DIN 276 (2. Ebene) 420 - Wärmeversorgungsanlagen
- KGR DIN 276 (3. Ebene) 423 - Raumheizflächen

Thermische Bauteilaktivierung

Bauteil-/ Komponente

Bauteil-/ Komponentenkosten	Investitionskosten, ca.	€/ m ² BTF
		23

Bauteil-/ Komponentenkosten

in Kosten enthalten

Rohrleitungen, Verteiler, Zuleitungen
Verschraubungen, Armaturen, Anschlüsse
Zubehör

in Kosten nicht enthalten

Rohbauumfänge
Regelung

Hinweise

Kostenstudie zur EnEV2012 (Nichtwohngebäude) - Datenblätter

- KGR DIN 276 (1. Ebene)
- KGR DIN 276 (2. Ebene)
- KGR DIN 276 (3. Ebene)

Bauteil-/ Komponente

BHKW

- Brennstoff: Erdgas

Bauteil-/ Komponentenkosten

Leistungsbereich	[kW el]	15	25	50	100	250	500	1.000
Investitionskosten, ca.	[€/ kW el]	2.050	1.620	1.480	1.010	740	580	460

in Kosten enthalten

Schmierölssystem
 Abgasanlage inkl. Schalldämpfer, Katalysator und Zubehör
 Schalldämpfung
 Be-/ Entlüftung des Betriebsraumes
 Kühlwasserwärmetauscher, Abgaswärmetauscher
 Sicherheitseinrichtungen, Leistungsregelung, MSR, Schaltschrank
 Transport, Montage, Inbetriebnahme

in Kosten nicht enthalten

Anschlussleitungen zum Verteiler/ Sammler Heizwasser-Verteilnetz
 Ausdehnungsgefäße (Verteilnetz)
 Fernüberwachung
 Gas-Anschlussleitung

Hinweise

Kostenstudie zur EnEV2012 (Nichtwohngebäude) - Datenblätter

- KGR DIN 276 (1. Ebene)
- KGR DIN 276 (2. Ebene)
- KGR DIN 276 (3. Ebene)

Bauteil-/ Komponente

BHKW

- Brennstoff: Rapsöl

Bauteil-/ Komponentenkosten

Leistungsbereich	[kW el]									
	15	25	50	100	250	500	1.000			
Investitionskosten, ca.	2.230	2.050	1.830	1.600	1.380	-	-			

in Kosten enthalten

- Schmierölssystem
- Abgasanlage inkl. Schalldämpfer, Katalysator und Zubehör
- Schalldämpfung
- Be-/ Entlüftung des Betriebsraumes
- Kühlwasserwärmetauscher, Abgaswärmetauscher
- Sicherheitseinrichtungen, Leistungsregelung, Schaltschrank, MSR
- Transport, Montage, Inbetriebnahme

in Kosten nicht enthalten

- Anschlussleitungen zum Verteiler/ Sammler Heizwasser-Verteilnetz
- Ausdehnungsgefäße (Verteilnetz)
- Fernüberwachung
- Brennstofflager und -zuführung

Hinweise

Kostenstudie zur EnEV2012 (Nichtwohngebäude) - Datenblätter

KGR DIN 276 (1. Ebene)
KGR DIN 276 (2. Ebene)
KGR DIN 276 (3. Ebene)

400 - Bauwerk-Technische Anlagen
440 - Starkstromanlagen
445 - Beleuchtungsanlagen

Bauteil-/ Komponente

Leuchten

Bauteil-/ Komponentenkosten

	Einzel- büro	Großraum- büro	WC NWG	Verkehrs- flächen	Klassen- zimmer	Fertig- halle	Kauf- haus
Langfeld-Pendelleuchte, direkt (T5/T8 *)	38	45	14	13	27	39	34
Langfeld-Pendelleuchte, direkt (LED **)	120	144	-	-	-	-	-
Langfeld-Pendelleuchte, dir./indir. (T5/T8 *)	50	60	21	19	30	-	-
Langfeld-Anbauleuchte, direkt (T5/T8 *)	50	60	21	19	27	42	37
Langfeld-Einbauleuchte, direkt (T5/T8 *)	50	60	21	19	27	-	-
Downlight-Einbauleuchte, direkt (CFL ***)	90	72	39	23	40	-	-
Stehleuchte, direkt/ indirekt (CFL ***)	45	72	-	-	-	-	-
Stehleuchte, direkt/ indirekt (LED **)	75	120	-	-	-	-	-

in Kosten enthalten

Leuchten inkl. zugehöriger Leuchtmittel
manuelle Steuerung
elektronische Vorschaltgeräte, nicht dimmbar

in Kosten nicht enthalten

Hinweise

* Aufgrund des sehr geringen Preisunterschiedes der Leuchtmittel T5/T8 wurde keine Unterscheidung vorgesehen.
** LED-Leuchten sind als gesamte Anlage zu betrachten (keine Unterscheidung nach Leuchtmittel/ Leuchtengehäuse)
*** CFL- Kompaktleuchtstofflampe (ohne Vorschaltgerät)

Kostenstudie zur EnEV2012 (Nichtwohngebäude) - Datenblätter

- KGR DIN 276 (1. Ebene)
- KGR DIN 276 (2. Ebene)
- KGR DIN 276 (3. Ebene)

- 400 - Bauwerk-Technische Anlagen
- 440 - Starkstromanlagen
- 445 - Beleuchtungsanlagen

Bauteil-/ Komponente

Beleuchtungssteuerung

- von der Gebäudeleittechnik unabhängige Steuerungssysteme

Bauteil-/ Komponentenkosten

		Einzel- büro 1 Zone*	Einzel- büro 2 Zonen**	Groß- raum- büro 1 Zone*	Groß- raum- büro 2 Zonen**	WC	Verkehrs- flächen	Klassen- zimmer 1 Zone*	Klassen- zimmer 2 Zonen**	Fertig- halle
Investitionskosten	€/ m ² NGF	7	10	5	7	9	4	3	4	-
Präsenzkontrolle										
Investitionskosten	€/ m ² NGF	14	18	14	17	-	-	10	11	10
Konstantlichtregelung										
Investitionskosten	€/ m ² NGF	21	24	18	20	-	-	12	12	-
Präsenzkontrolle +										

in Kosten enthalten

Mehraufwand für Sensoren gegenüber konventioneller Installation (***)
 Mehraufwand für Verkabelung gegenüber konventioneller Installation (***)
 Mehraufwand für dimmbare, elektronische Vorschaltgeräte (bei Konstantlichtregelung) gegenüber konventioneller Installation (***)

in Kosten nicht enthalten

Sonnenschutzsteuerungen
 Komfort-Fernbedienungen

Hinweise

- * fensterseitige und raumseitige Lichtbänder werden gemeinsam gesteuert
- ** fensterseitige und raumseitige Lichtbänder werden getrennt gesteuert
- *** Konventionelle Installation: stabförmige Leuchtstofflampe, elektronisches Vorschaltgerät (nicht dimmbar), manuelle Steuerung