

ICS 91.140.30; 27.010

Lüftung von Gebäuden – Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden – Energetische Inspektion von Klimaanlage

Ventilation for buildings –
Energy performance of buildings –
Inspection of air-conditioning systems

Ventilation des bâtiments –
Performance énergétique des bâtiments –
L'inspection des systèmes de climatisation

Zur Erstellung einer DIN SPEC können verschiedene Verfahrensweisen herangezogen werden:
Das vorliegende Dokument wurde nach den Verfahrensregeln einer Vornorm erstellt.

Gesamtumfang 61 Seiten

Normenausschuss Heiz- und Raumluftechnik (NHRS) im DIN

Inhalt

	Seite
Vorwort	5
Einleitung.....	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	7
3 Symbole und Abkürzungen	8
3.1 Begriffe	8
3.2 Symbole und Einheiten	10
4 Grundlagen für die Durchführung einer Energetischen Inspektion	12
4.1 Allgemeines	12
4.2 Definition Klimaanlage im Sinne EnEV	12
4.3 Lüftungsanlagen im Nichtwohnbereich	13
4.4 Inhalte der Energetischen Inspektion.....	13
4.5 Inspektionsbericht	16
4.5.1 Inhalte des Inspektionsberichtes	16
4.5.2 Wirtschaftlichkeitsbewertungen	17
5 Gebäude-/Zonenparameter	17
5.1 Allgemeines	17
5.2 Flächen	17
5.3 Sonnenschutz und Verglasung	17
5.4 Innere Lasten.....	17
5.4.1 Allgemeines	17
5.4.2 Beleuchtung	17
5.4.3 Geräte und Maschinen	17
5.4.4 Personen.....	17
5.5 Nutzungsparameter	18
5.6 Kühllasten/Kühlleistungen	18
5.6.1 Allgemeines	18
5.6.2 Ermittlung der Gesamtkühllast	18
5.6.3 Bewertung des Handlungsbedarfs	21
6 Klima- und Behaglichkeitsparameter	22
6.1 Allgemeines	22
6.2 Festlegung der Raumklimaparameter (Soll-Klima)	22
6.2.1 Außenluftvolumenstrom	22
6.2.2 Raumtemperatur	22
6.2.3 Raumluftheuchte.....	22
6.3 Festlegung der Raumklimaparameter (Ist-Klima).....	23
6.3.1 Außenluftvolumenstrom	23
6.3.2 Raumtemperatur	23
6.3.3 Raumluftheuchte.....	23
7 Betriebszeiten und Regelung	23
7.1 Allgemeines	23
7.2 Betriebszeiten	23
7.3 Sollwerte RLT	23
7.4 Luftvolumenstromregelung	23
7.5 Betriebsmodi	24
8 Inspektion RLT-Gerät	24
8.1 Allgemeines	24

8.2	Definition Energiekennwert RLT-Gerät	24
8.2.1	Allgemeines	24
8.2.2	Anlagen mit balancierten Luftvolumenströmen	26
8.2.3	Anlagen mit nicht balancierten Luftvolumenströmen	26
8.2.4	Anlagen mit Umluftanteil	26
8.2.5	Wärmeenergiebedarf	30
8.2.6	Kälteenergiebedarf	30
8.2.7	Elektrischer Energiebedarf Zuluftventilator	30
8.2.8	Elektrischer Energiebedarf Abluftventilator	31
8.2.9	Wärmerückgewinnung (WRG)	32
8.2.10	Nebenantrieb WRG	32
8.2.11	Dampfbefeuchtung	33
8.2.12	Wasserbefeuchtung	34
8.2.13	End- und Primärenergiefaktor Erzeugung	34
9	Luftleitungsnetz	35
9.1	Dichtheit des Luftleitungsnetzes	35
9.2	Wärmedämmung RLT-Gerät und Luftleitungsnetz	36
9.2.1	Wärmedämmung RLT-Gerät	36
9.2.2	Wärmedämmung Luftverteilsystem	37
10	Kälteerzeuger und Rückkühler	37
10.1	Allgemeines	37
10.2	Voraussetzungen	37
10.3	Durchführung	37
10.4	Ermittlung der (Nenn-) Kälteleistung	37
10.4.1	Allgemeines	37
10.4.2	Kompressionskältemaschinen, VRF-Systeme	37
10.4.3	Absorptionskältemaschinen	38
10.4.4	Grundwassernutzungsanlagen	38
10.4.5	DEC-Anlagen, adiabate luftbasierte Systeme	38
10.4.6	Freie Kühlung mit Rückkühlwerken	38
11	Kaltwasser- und Kühlwasserverteilung	39
11.1	Allgemeines	39
11.2	Vereinfachte Datenaufnahme im Bestandgebäude	39
11.3	Detaillierte Berechnung von Kalt- und Kühlwasserverteilnetzen (optional)	39
11.4	Wärmedämmung des Kälteverteilnetzes	39
11.5	Spezifischer Elektroenergiebedarf der Kälteverteilung	40
11.6	Rückkühlung	40
12	Effizienzkennwert für Kälteerzeugungssysteme	40
12.1	Allgemeines	40
12.2	Ermittlung der Nennkälteleistungszahl <i>EER</i>	40
12.3	Effizienzkennwert E_{KK}	42
13	Endgeräte	43
14	Beurteilung Klimakonzept	43
14.1	Allgemeines	43
14.2	Klimasystem	43
14.3	Energiekonzept	44
15	Vergleichskennwerte	44
16	Beurteilung des Gesamtsystems	46
17	Inspektionsbericht	46
Anhang A (normativ) Kriterien für das Innenraumklima		47
Anhang B (informativ) Beispiele für Ergebnisdarstellung		49
B.1	Beispiel RLT-Gerät	49
B.2	Beispiel Energiekennwerte	50

Anhang C (informativ) Informative Checklisten	52
C.1 Checkliste Allgemeines zu Unternehmen und Anlagen	52
C.2 Checkliste Nutzung und Gebäudeart.....	53
C.3 Checkliste Energieverbrauchsdaten RLT und Kälteerzeugung.....	54
C.4 Checkliste allgemeine Erfassung von Leistungsangaben zu Gebäude/Zone/Anlage	55
C.5 Allgemeine Anlagendaten zum Zeitpunkt der Energetischen Inspektion.....	56
Anhang D (normativ) Abschätzverfahren nach VDI 2078.....	57
D.1 Allgemeines	57
D.2 Wirksame Speicherfähigkeit c_{wirk}	57
D.3 Transmissionswärmeströme	58
D.4 Infiltrations-Lüftungswärmestrom	58
D.5 Solare Wärmeeinträge	59
D.6 Interne Wärmequellen	59
Literaturhinweise	61

Vorwort

Eine DIN SPEC nach dem Vornorm-Verfahren ist das Ergebnis einer Normungsarbeit, das wegen bestimmter Vorbehalte zum Inhalt oder wegen des gegenüber einer Norm abweichenden Aufstellungsverfahrens vom DIN noch nicht als Norm herausgegeben wird.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. Das DIN [und/oder die DKE] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Erfahrungen mit dieser DIN SPEC sind erbeten

— vorzugsweise als Datei per E-Mail an nhrs@din.de in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter <http://www.din.de/stellungnahme> abgerufen werden;

— oder in Papierform an den Normenausschuss Heiz- und Raumluftechnik (NHRs), 10772 Berlin.

Einleitung

In Deutschland wird die EG-Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (EPBD) durch das Energieeinspargesetz (EnEG) in Verbindung mit der Energieeinsparverordnung (EnEV) umgesetzt.

Die in Artikel 15 und 16 der EPBD getroffenen Festlegungen zur Energetischen Inspektion von Klimaanlage sind mit den Paragraphen § 11 (Aufrechterhaltung der energetischen Qualität) und § 12 (Energetische Inspektion von Klimaanlage) der EnEV 2009 umgesetzt. Danach ist eine energetische Inspektion von Klimaanlage mit einer Kälteleistung >12 kW (siehe DIN SPEC 13779) durchzuführen.

Die vorliegende DIN SPEC definiert aufbauend auf DIN EN 15239, DIN EN 15240 und DIN EN 15243 unter Berücksichtigung der DIN V 18599 eine Verfahrensweise, die zur energetischen Inspektion von Klimaanlage und Lüftungsanlagen geeignet ist.

Die Sicherstellung einer nachhaltigen Energieeffizienz gründet sich auf verschiedenen Parametern und Einflüssen. Nur, wenn alle an Planung, Bau und Betrieb beteiligten Personen ein gemeinsames Interesse an Energieeffizienz haben, kann ein Gebäude dauerhaft einen niedrigen Energiebedarf haben.

Die EnEV definiert 3 Säulen:

- Instandhaltung der Anlagen;
- Energetische Inspektion der Anlagen;
- Gebäudeenergieausweis zur Dokumentation und Veröffentlichung.

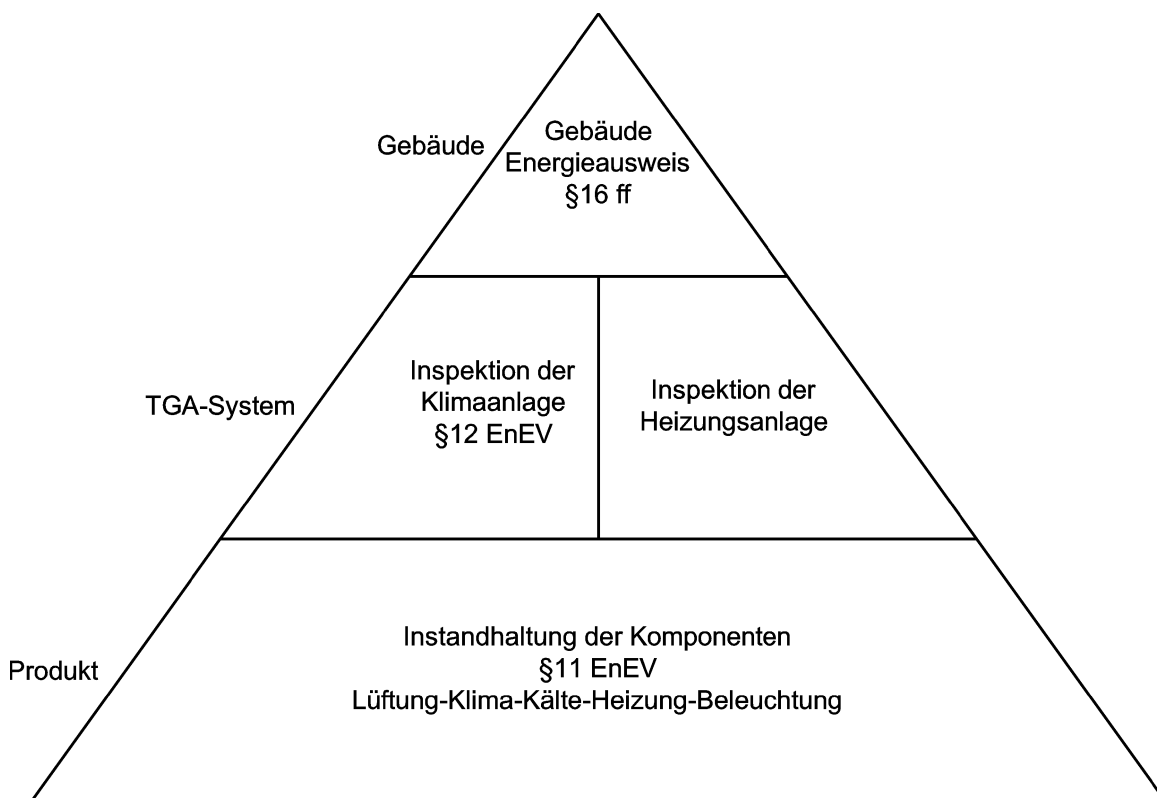


Bild 1 — Elemente für einen energieeffizienten Gebäudebetrieb nach EnEV

Die EnEV stellt diese einzelnen Elemente unabhängig voneinander dar. Sinnvollerweise bauen die einzelnen Elemente aufeinander auf (Bild 1). Nur, wenn durch eine angemessene Instandhaltung die einzelnen Komponenten des Teilsystems bestimmungsgemäß arbeiten, kann das TGA-System energieeffizient arbeiten. Die Energetische Inspektion nimmt diese Informationen auf und gibt Empfehlungen zum System. Im Energieausweis werden alle Informationen für das Gebäude zusammengefasst und verdichtet. Gleichzeitig bietet diese Vorgehensweise den Vorteil, dass die Experten der einzelnen Elemente und Gewerke gezielt Datenerhebungen durchführen und Empfehlungen geben können und die Informationen dann im Energieausweis verdichtet werden können.

1 Anwendungsbereich

Diese DIN SPEC legt Inhalte und Mindestanforderungen an die Energetische Inspektion gemäß EnEV fest. Sie gilt für folgende Anlagen:

- Klimaanlagen¹⁾;
- Lüftungsanlagen in Nichtwohngebäuden²⁾.

Diese DIN SPEC beschreibt keine Tätigkeiten, die im Rahmen der funktionserhaltenden Instandhaltung (Wartung, Inspektion usw.) durchgeführt werden. Eine regelmäßige Wartung ist die Grundlage für die Durchführung der Energetischen Inspektion gemäß dieser Norm.

Die Qualifikation der handelnden Personen oder Organisationen ist durch diese DIN SPEC nicht beschrieben.

Die Häufigkeit der Energetischen Inspektion ist in der EnEV festgelegt.

1) Gemäß EnEV 2009 verpflichtend für Klimaanlagen über 12 kW thermische Kälteleistung. Es ist die jeweils aktuelle Fassung der EnEV zu beachten. In der DIN SPEC 13779 wird eine Klimaanlage im Sinne der EnEV definiert.

2) Gemäß EnEV 2009 nicht verpflichtend. Es ist die jeweils aktuelle EnEV beachten.

Die für eine Energetische Inspektion von Wohnungslüftungsanlagen notwendigen Tätigkeiten werden in dieser Norm nicht behandelt, diese sind vollständig in DIN 1946-6:2009-05, Abschnitt 12 und Anhang E beschrieben.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

DIN 1946-6:2009-05, *Raumluftechnik — Teil 6: Lüftung von Wohnungen — Allgemeine Anforderungen, Anforderungen zur Bemessung, Ausführung und Kennzeichnung, Übergabe/Übernahme (Abnahme) und Instandhaltung*

DIN 4109, *Schallschutz im Hochbau — Anforderungen und Nachweise*

DIN 5035 (alle Teile), *Beleuchtung mit künstlichem Licht*

DIN EN 1507, *Lüftung von Gebäuden — Rechteckige Luftleitungen aus Blech — Anforderungen an Festigkeit und Dichtheit*

DIN EN 12237, *Lüftung von Gebäuden — Luftleitungen — Festigkeit und Dichtheit von Luftleitungen mit rundem Querschnitt aus Blech*

DIN EN 12599, *Lüftung von Gebäuden — Prüf- und Messverfahren für die Übergabe raumluftechnischer Anlagen*

DIN EN 13053:2012-02, *Lüftung von Gebäuden — Zentrale raumluftechnische Geräte — Leistungskenn-daten für Geräte, Komponenten und Baueinheiten; Deutsche Fassung EN 13053:2006+A1:2001*

DIN EN 13779:2007-09, *Lüftung von Nichtwohngebäuden — Allgemeine Grundlagen und Anforderungen für Lüftungs- und Klimaanlageanlagen und Raumkühlsysteme; Deutsche Fassung EN 13779:2007*

DIN EN 14511 (alle Teile), *Luftkonditionierer, Flüssigkeitskühlsätze und Wärmepumpen mit elektrisch ange-triebenen Verdichtern für die Raumbeheizung und Kühlung*

DIN EN 15239, *Lüftung von Gebäuden — Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden — Leitlinien für die Inspektion von Lüftungsanlagen*

DIN EN 15240, *Lüftung von Gebäuden — Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden — Leitlinien für die Inspektion von Klimaanlageanlagen*

DIN EN 15242, *Lüftung von Gebäuden — Berechnungsverfahren zur Bestimmung der Luftvolumenströme in Gebäuden einschließlich Infiltration*

DIN EN 15243:2007-10, *Lüftung von Gebäuden — Berechnung der Raumtemperaturen, der Last und Energie von Gebäuden mit Klimaanlageanlagen; Deutsche Fassung EN 15243:2007*

DIN EN 15251:2007-08, *Eingangsparameter für das Raumklima zur Auslegung und Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden — Raumlufqualität, Temperatur, Licht und Akustik; Deutsche Fassung EN 15251:2007*

DIN EN ISO 7730, *Ergonomie der thermischen Umgebung — Analytische Bestimmung und Interpretation der thermischen Behaglichkeit durch Berechnung des PMV- und des PPD-Indexes und Kriterien der lokalen thermischen Behaglichkeit*

DIN SPEC 13779:2009-12, *Lüftung von Nichtwohngebäuden — Allgemeine Grundlagen und Anforderungen für Lüftungs- und Klimaanlage und Raumkühlsysteme — Nationaler Anhang zu DIN EN 13779:2007-09*

DIN V 18599-2:2011-12, *Energetische Bewertung von Gebäuden — Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung — Teil 2: Nutzenergiebedarf für Heizen und Kühlen von Gebäudezonen*

DIN V 18599-3:2011-12, *Energetische Bewertung von Gebäuden — Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung — Teil 3: Nutzenergiebedarf für die energetische Luftaufbereitung*

DIN V 18599-7:2011-12, *Energetische Bewertung von Gebäuden — Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung — Teil 7: Endenergiebedarf von Raumlüftungstechnik- und Klimakältesystemen für den Nichtwohnungsbau*

DIN V 18599-10, *Energetische Bewertung von Gebäuden — Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung — Teil 10: Nutzungsrandbedingungen, Klimadaten*

VDI 2078, *Berechnung der Kühllast und Raumtemperaturen von Räumen und Gebäuden (VDI-Kühllastregeln)*

VDI 3804, *Raumlüftungstechnik — Bürogebäude (VDI-Lüftungsregeln)*

VDMA 24176, *Inspektion von technischen Anlagen und Ausrüstungen in Gebäuden*

VDMA 24197-1, *Energetische Inspektion von Komponenten gebäudetechnischer Anlagen — Teil 1: Klima- und Lüftungstechnische Geräte und Anlagen*

VDMA 24197-3, *Energetische Inspektion von Komponenten gebäudetechnischer Anlagen — Teil 3: Kälte-technische Geräte und Anlagen zu Kühl- und Heizzwecke*

3 Symbole und Abkürzungen

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1.1

Energetische Inspektion

Inspektionstätigkeit zur Erfüllung der Energieeinsparverordnung (EnEV)

3.1.2

Klimaanlage

Klimaanlage, Teilklimaanlage, Raumklimagerät oder Anlage zur Raumkonditionierung nach DIN SPEC 13779

3.1.3

Inspektionsbericht

schriftliche Zusammenfassung der wesentlichen Ergebnisse der Energetischen Inspektion

3.1.4

Gebäudezone

Zone

Nutzungsbereich

im Rahmen der Energetischen Inspektion festgelegter Bereich, der ähnliche Nutzungsparameter hat und durch ähnliche Versorgungseinheiten versorgt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Die exakte Festlegung erfolgt mit ingenieurmäßigem Sachverstand und obliegt dem/der Befähigten.

3.1.5**Versorgungseinheit**

Erzeuger, der eine oder mehrere Zonen mit Nutzenergie versorgt

BEISPIEL Kälte, Wärme, Lüftungsgerät usw.

3.1.6**Kälteversorgungsbereich**

umfasst alle Anlagen und Zonen/Räume, die über ein gemeinsames Kälteverteilnetz von einer Kälteanlage (Versorgungseinheit) versorgt werden

3.1.7**Kälteleistung**

Erzeugernutzkälteabgabe eines Kälteerzeugers

3.1.8**Kühlleistung**

Nutzkälteleistung zur Aufrechterhaltung des Thermischen Raumklimas

3.1.9**Soll-Klima**

Raumklimaparameter, die der Nutzer/Betreiber erwartet

BEISPIEL Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Außenluftvolumenstrom.

3.1.10**Ist-Klima**

Raumklimaparameter, die von der Klimaanlage erreicht werden können

3.1.11**Energiekennwert RLT-Gerät**

Kennzahl, die die energetische Qualität der Außenluftaufbereitung unter Standardrandbedingungen wiedergibt (berechnet aus Messdaten und Tabellenwerten)

Anmerkung 1 zum Begriff: Standardrandbedingungen können sein Klima, Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Betriebszeit.

Anmerkung 2 zum Begriff: Berechnung aus Messdaten und Tabellenwerten.

3.1.12**Nennluftvolumenstrom**

Luftvolumenstrom, den der Ventilator des RLT-Gerätes bei maximaler Anforderung tatsächlich fördert

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei Anlagen mit korrekter Planung und Inbetriebnahme kann dieser Wert mit den Auslegungsdaten (Typenschild, Dokumentation) übereinstimmen. Meist werden Anlagen im Bestand anders betrieben und sind mehrfach umgerüstet worden. Deshalb ist der tatsächliche Nennluftvolumenstrom festzustellen und alle Kennzahlen sind darauf zu beziehen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Kann der Nennluftvolumenstrom nicht eingestellt oder gemessen werden (z. B. bei VVS Anlagen), dann ist es zulässig den Luftvolumenstrom im aktuellen Betriebszustand zu messen und die Daten mit ingenieurmäßigen Methoden (Anlagenkennlinie) auf den zu erwartenden Nennbetriebspunkt umzurechnen.

3.1.13**Nennkälteleistungszahl EER**

Leistungszahl des Kälteerzeugers nach DIN EN 14511

3.1.14**Effizienzkennwert für das Kälteerzeugungssystem**

Dimensionsloser Kennwert, der Kälteerzeugung unter Berücksichtigung der Nennkälteleistungszahl, des Teillastverhaltens, der Nutzung, der Rückkühlung und der Energieverteilung

Anmerkung 1 zum Begriff: Entspricht der Jahresarbeitszahl des gesamten Kälteerzeugungssystems.

3.1.15

Endgeräte

alle Geräte eines Klimasystems, die in den Nutzungsräumen angeordnet sind

BEISPIEL Ventilator-konvektoren, Induktionsgeräte, Mischkammern, Luftvolumenstromregler, Kühldecken usw.

3.2 Symbole und Einheiten

Tabelle 1 — Symbole und Einheiten

Symbol	Bedeutung	Einheit
$\dot{Q}_{C,Ges}$	Gesamtkühlleistung des Kälteversorgungsbereiches	W
$\dot{q}_{C,Zone}$	spez. Kühlleistung der Zone (ohne Luftaufbereitung)	W/m ²
A_{Zone}	gekühlte Nutzfläche der Zone	m ²
$\dot{Q}_{C,RLT}$	Kühlleistung zur Luftaufbereitung der angeschlossenen RLT-Kühlregister	W
$\dot{Q}_{C,Entf,j}$	Entfeuchtungsleistung des RLT-Gerätes	W
$\vartheta_{AU,max}$	Maximale Außenlufttemperatur am Gebäudestandort	°C
ϑ_R	Raumtemperatur	°C
ϑ_{SUP}	Zulufttemperatur	°C
$\dot{V}_{ODA,Nenn}$	Nennaußenluftvolumenstrom des RLT-Gerätes	m ³ /h
$\dot{V}_{ODA,av}$	Außenluftvolumenstrom im Jahresmittel;	m ³ /h
$\dot{V}_{Nenn,SUP}$	Nennluftvolumenstrom Zuluft (Messwert)	m ³ /h
$\dot{V}_{Nenn,ETA}$	Nennluftvolumenstrom Abluft	m ³ /h
r_0	Kondensationsenthalpie Wasserdampf	Wh/kg
x_{ODA}	Außenluftwassergehalt	kg/kg
x_{SUP}	Zuluftwassergehalt	kg/kg
q_H	spezifischer Wärmeenergiebedarf der Außenluftaufbereitung	Wh/(m ³ /h·a)
q_C	spezifischer Kälteenergiebedarf der Außenluftaufbereitung	Wh/(m ³ /h·a)
q_{St}	spezifischer Energiekennwert Dampfbefeuchtung	Wh/(m ³ /h·a)
$q_{V,SUP}$	spezifischer Elektroenergiebedarf der Zuluftförderung	Wh/(m ³ /h·a)
$P_{SFP,SUP}$	spezifische Leistungsaufnahme des Zuluftventilators	W/(m ³ /h)
$P_{el,wirk,SUP}$	elektrische Wirkleistung der Zuluftförderung	W
η_{SUP}	Systemwirkungsgrad des Zuluftventilators	-
Δp_{SUP}	statische Druckerhöhung über der Druckwand des Zuluftventilators	Pa

$q_{V,ETA}$	spezifischer Elektroenergiebedarf der Abluftförderung	Wh/(m ³ /h a)
$P_{SFP,ETA}$	spezifische Leistungsaufnahme des Abluftventilators	W/(m ³ /h)
$P_{el,wirk,ETA}$	elektrische Wirkleistung der Abluftförderung	W
η_{ETA}	Systemwirkungsgrad des Abluftventilators	-
Δp_{ETA}	statische Druckerhöhung über der Druckwand des Abluftventilators	Pa
q_{WRG}	spezifischer Hilfsenergiebedarf der Wärmerückgewinnung	Wh/(m ³ /h a)
q_{BEF}	spezifischer Hilfsenergiebedarf für die Befeuchtung	Wh/(m ³ /h a)
f_H	Endenergiefaktor Wärme	-
f_c	Endenergiefaktor Kälte	-
f_{St}	Endenergiefaktor Dampfbefeuchtung	-
$f_{p,S}$	Primärenergiefaktor Strom	-
$f_{p,H}$	Primärenergiefaktor Wärme	-
$f_{p,St}$	Primärenergiefaktor Dampfbefeuchtung	-
f_{MK}	Anteil Außenluft im Jahresmittel	-
$P_{el,av,KVS}$	mittlere elektrische Leistung der Pumpe im KV-System	W
$P_{el,av,rot}$	mittlere elektrische Leistung des Motors im Rotorsystem	W
t_{WRG}	Betriebszeit des WRG-Systems	h
q_{Dampf}	Energiekennwert der Dampfbefeuchtung	Wh/m ³ /h
$P_{el,mh}$	spezifische Leistungsaufnahme der Befeuchterpumpen	W/m ³ /h
t_{VB}	relative Betriebszeit der Befeuchtung	-
f_{ev}	Teillastfaktor für die Regelung der Befeuchtung	-
E_{RLT}	Energiekennwert des RLT-Gerätes	Wh/(m ³ /h·a)
$E_{RLT,leak}$	Energiekennwert des RLT-Gerätes mit Leckageverlusten	Wh/(m ³ /h·a)
c_{leak}	Leckagefaktor	-
EER	Nennkälteleistungszahl (energy efficiency ratio)	-
$Q_{C,outg}$	Nennkälteleistung der Kompressionskältemaschine	W
$P_{C,elktr}$	Nennantriebsleistung der Kompressionskältemaschine	W
$Q_{C,therm}$	Nennheizwärmeleistung der Absorptionskältemaschine	W
ξ	Nennwärmeverhältnis der Absorptionskältemaschine	-
m_{GW}	Grundwassermassestrom	kg/s
ϑ_{Einl}	Grundwasser-Einleittemperatur	°C
ϑ_{Entn}	Grundwasser-Entnahmetemperatur	°C

m_{KW}	Kaltwassermassestrom	kg/s
$\vartheta_{RL,KW}$	Kaltwasserrücklauftemperatur	°C
$\vartheta_{VL,KW}$	Kaltwasservorlauftemperatur	°C
$q_{Verteilung}$	spezifischer Elektroenergiebedarf der Kälteverteilung	W/kW
$Q_{Z,aux,d,a}$	Hilfsenergiebedarf aller Pumpen im Kälteverteilnetz	kWh/a
$t_{d,m}$	mittlere jährliche Betriebszeit des Kälteverteilnetzes	h/a
E_{KK}	Effizienzkennwert des Kälteerzeugungssystem	-
$PLV_{KK,av}$	gewichteter mittlerer Teillastfaktor	-
$q_{R,elektr}$	spezifische Elektroenergiebedarf Rückkühler	-
$f_{KK,R,av}$	gewichteter mittlerer Nutzungsfaktor der Rückkühlung	-
T_{nutz}	Nutztemperatur Verdampfer	K
$T_{rück}$	Rückkühltemperatur Kondensator	K
ΔT_{Verd}	Grädigkeit Verdampfer	K
ΔT_{Kond}	Grädigkeit Kondensator	K

4 Grundlagen für die Durchführung einer Energetischen Inspektion

4.1 Allgemeines

Die in dieser DIN SPEC beschriebenen Vorgehensweisen und Verfahren sind für die Inspektion von Klimaanlage und Lüftungsanlagen gleichermaßen geeignet. Für die Inspektion von Klimaanlage ist je nach Art der Anlage eine Inspektion des Lüftungsteils und des Klimakälteteils notwendig. Eine Unterscheidung ist aufgrund der verordnungsrechtlichen Situation notwendig.

Die Durchführung der Energetischen Inspektion gliedert sich in drei Teile:

- Feststellung der Parameter für die Auslegung und die Betriebsweise;
- Feststellung der Effizienz der wesentlichen Komponenten;
- Beurteilung des Systems.

4.2 Definition Klimaanlage im Sinne EnEV

DIN SPEC 13779 definiert die Klimaanlage im Sinne der EnEV.

Diese Definition unterscheidet sich von der ingenieurmäßigen Sichtweise dadurch, dass die Klimaanlage im Sinne der EnEV an die Funktion Kühlung gekoppelt ist, unabhängig davon, ob und wie der Raum oder die Zuluft gekühlt wird. Der Anwendungsbereich erstreckt sich daher auf folgende Anlagensysteme und Anlagen zur Kühlenergiebereitstellung (Aufzählung beispielhaft):

- Klimaanlage zur Luftaufbereitung;
- Split-, Multi-Split-, VRF-Anlagen;

- Kühldecken;
- Betonkernaktivierung;
- Verdunstungskühlung;
- freie Kühlung über Kühlturm;
- geothermische Kühlung;
- Grund- und Oberflächenwasserkühlung.

4.3 Lüftungsanlagen im Nichtwohnbereich

Die in dieser DIN SPEC beschriebenen Verfahren können auch für Lüftungsanlagen (Anlagen DIN SPEC 13779:2009-12 THM – C0 und C1) im Nichtwohnungsbau angewendet werden.

4.4 Inhalte der Energetischen Inspektion

Im Rahmen der Energetischen Inspektion müssen die gebäude-, anlagen- und nutzungsspezifischen Randbedingungen für einen energieeffizienten Betrieb festgestellt werden. Dies beinhaltet

- die Anforderungen des Gebäudes;
- die Energieeffizienz der RLT-Anlage;
- die Energieeffizienz der Kälteanlage.

Tabelle 2 gibt eine Übersicht über die durchzuführenden Tätigkeiten. Darin enthalten sind verpflichtende (Stufe A, B) und optionale Tätigkeiten (Stufe C). Die Durchführung optionaler Tätigkeiten kann im Bedarfsfall zusätzlich vereinbart werden.

- Stufe A: **Energetische Inspektion für einfache Klimaanlage**; normaler Arbeitsumfang für kleine Gebäude und nur einzelne klimatisierte Nutzungsbereiche ohne RLT-Geräte zur Außenluftaufbereitung.
- BEISPIEL Split- und Multi-Split-Klimaanlagen, VRF Klimaanlagen.
- Stufe B: **Energetische Inspektion**; normaler Arbeitsumfang für klimatisierte Nutzungsbereiche und Gebäude, sowie umfangreiche Anlagentechnik mit vielen thermodynamischen Funktionen.
- Stufe C: **Optionale Leistungen** bei umfassenden Inspektionen, die bei besonderen Verdachtsmomenten berücksichtigt werden können. Hier können auch zusätzliche Leistungen, die nicht in Tabelle 2 dargestellt sind, sinnvoll sein.

Tabelle 2 — Übersicht Inspektionsumfang

Nr.	Tätigkeit/ Parameter	Abschnitt	Arbeitsliste/ Checkliste siehe	Bemerkungen	Stufe A	Stufe B	Stufe C
1.	Inspektionsvorbereitung	4					
1.1.	Prüfung der Dokumentation		VDMA 24197-1 bis -3		x	x	
2	Gebäude-/ Zonenparameter	5		Begehung und Befragung			
2.1	Konditionierte Flächen	5.2.	Anhang C.2, C.4, C.5	Betrifft nur die mit RLT- und Kälteanlagen versorgten Bereiche	x	x	
2.2	Nutzung	5.5	Anhang C.2, C.4, C.5	Prozentuale Zuordnung der Flächen zu den Nutzungsarten DIN V 18599-10	x	x	
2.3.	Verglasung und Sonnenschutz	5.3	Anhang C.4, C.5		x	x	
2.4.	Beleuchtung	5.4.2	Anhang C.4, C.5	Stichprobenhaft Überprüfung im Hinblick auf die Raumlasten	x	x	
2.5.	Geräte und Maschinen	5.4.3	Anhang C.4, C.5	Stichprobenhafte Überprüfung und Hinweise im Inspektionsbericht	x	x	
2.6.	Personen	5.4.4	Anhang C.2, C.5	Feststellung und Befragung	x	x	
2.7.	Benchmark Kühllasten	5.6	Anhang C.4		x	x	
2.8.	Abschätzung der Kühllasten	Anhang D	Anhang D	VDI 2078 Abschätzverfahren	x	x	
2.9.	Kühllastrechnung	5.6.1		VDI 2078, Simulation			x
3.	Raumklimaparameter	6		Definition des Soll-Klimas und Feststellung des Ist-Klimas			
3.1.	Außenluftvolumenströme	6.2.1 6.3.1	VDMA 24197-1	Vergleich Soll – Ist Messung Luftvolumenstrom		x	
3.2.	Raumtemperatur	6.2.2 6.3.2	Anhang A.1	Vergleich Soll – Ist Keine Langzeitmessungen, Verwendung von vorhandenen Daten oder Befragungen	x	x	
3.3.	Raumluftfeuchtigkeit	6.2.3 6.3.3	Anhang A.1	Vergleich Soll – Ist (Wenn Befeuchtung vorhanden)		x	
4.	Betriebszeiten und Regelung	7		Vergleich Ist und Bedarf, Feststellung Funktion			
4.1.	Betriebszeiten	7.2	Anhang C.4		x	x	
4.2.	Sollwerte RLT	7.3	VDMA 24197-1			x	
4.3.	Sollwerte Klimakälte	12.2	VDMA 24197-3		x	x	
4.4.	Luftvolumenstromregelung	7.4	VDMA 24197-1			x	
4.5.	Betriebsmodi	7.5		Vergleich Soll-Ist		x	

Nr.	Tätigkeit/ Parameter	Abschnitt	Arbeitsliste/ Checkliste siehe	Bemerkungen	Stufe A	Stufe B	Stufe C
5.	Inspektion RLT-Gerät	8					
5.1.	Ermittlung Luftvolumenströme	8.1	VDMA 24197-1	Zu- und Abluft		x	
5.2.	Ermittlung Wirkleistung Ventilatoren	8.2.7, 8.2.8	VDMA 24197-1	Zu- und Abluft		x	
5.3.	Statische Druckerhöhung	8.2.7	VDMA 24197-1	Zu- und Abluft		x	
5.4.	Feststellung Effizienz Luftförderung	8.2.7, 8.2.8		Zu- und Abluft		x	
5.5.	Druckverteilung im RLT-Gerät			Zu- und Abluft			x
5.6.	Abschätzung WRG	8.2.9	DIN V 18599-7: 2011-12 Anhang F	Datenblätter, Typenschild DIN V 18599-7		x	
5.7.	Messung Effizienz WRG	8.2.9	VDMA 24197-1	hoher Aufwand, nur bei passender Witterung			x
5.8.	Feststellung Nebenantriebe WRG	8.2.10	VDMA 24197-1	Datenblätter, Typenschild		x	
5.9.	Messung Nebenantriebe WRG	8.2.10	VDMA 24197-1				x
5.10.	Feststellung Umluftanteile	8.2.4		Datenblätter, Typenschild		x	
5.11.	Messung Umluftanteile	8.2.4	VDMA 24197-1				x
5.12.	Feststellung Dampfbefeuchtung	8.2.11		Datenblätter, Typenschild		x	
5.13.	Feststellung Wasserbefeuchtung	8.2.12		Datenblätter, Typenschild		x	
5.14.	Messung Befeuchtung		VDMA 24197-1				x
6.	Inspektion Luftleitungsnetz	9					
6.1.	Dichtigkeit Luftleitungsnetz und Geräte	9.1	VDMA 24197-1	visuelle Inspektion auf offensichtliche Leckagen		x	
6.2.	Dichtigkeitsmessungen	9.1					x
6.3.	Wärmedämmung RLT-Gerät	9.2.1		Visuelle Inspektion		x	
6.4.	Wärmedämmung Luftleitungsnetz	9.2.2	VDMA 24197-1	visuelle Inspektion		x	
7.	Effizienzkennwerte RLT	8					
7.1.	Berechnung Effizienzkennwert und Referenzkennwert	8.2	Anhang A.2	Für jedes RLT-Gerät		x	
7.2.	Berechnung SFP	8.2.7, 8.2.8	Anhang A.2	Für jeden Ventilator		x	
8.	Inspektion Kälteerzeuger	10					
8.1.	Überprüfung Wartungstätigkeiten	10.1, 10.2	VDMA 24197-3	Wartungsprotokolle ChemKlimaschutzVO ChemOzonschutzVO	x	x	
8.2.	Feststellung EER	12.2	DIN V 18599-7: 2011-12 Abschnitt 7.1	Aus Dokumentation, Herstellerunterlagen, Standarddaten DIN V 18599-7	x	x	
8.3.	Messung EER						x
8.4.	Feststellung PLV	12.3	DIN V 18599-7 Anhang A	DIN V 18599-7	x	x	

Nr.	Tätigkeit/ Parameter	Abschnitt	Arbeitsliste/ Checkliste siehe	Bemerkungen	Stufe A	Stufe B	Stufe C
8.5.	Feststellung Rückkühlventilatoren	11.6	VDMA 24197-3 DIN V 18599-7: 2011-12 Abschnitt 7.1	Datenblätter, Typenschild	x	x	
8.6.	Messung Rückkühlung	11.6	VDMA 24197-3				x
9.	Inspektion Kaltwasserhydraulik	11					
9.1.	Feststellung Pumpen	11.2	VDMA 24197-3	Datenblätter, Typenschild		x	
9.2.	Berechnung elektrischer Aufwand der Verteilung	11.5				x	
9.3.	Detaillierte Berechnung der Hydraulik	11.3		DIN V 18599-7			x
9.4.	Feststellung der Wärmedämmung	11.4	VDMA 24197-3	visuelle Inspektion auf offensichtliche Mängeln Anforderungen EnEV		x	
9.5.	Berechnung Bedarfskennwert	11.5					x
10.	Effizienzkennwert Klimakälte	12					
10.1.	Berechnung Effizienzkennwert	12.3	Anhang A.3.	Für jede Kältemaschine	x	x	
10.2.	Berechnung Referenzkennwert	12.3	Anhang A.3.	Für jede Kältemaschine	x	x	
11.	Inspektion Endgeräte						
11.1.	Begehung und Feststellung	13		Datenblätter, visuelle Inspektion und qualitative Bewertung	x	x	
11.2.	Funktion der Regelung	13		stichprobenhafte Kontrolle der grundsätzlichen Funktion	x	x	
11.3.	Messung ausgewählte Komponenten		VDMA 24197-1				x
12.	Beurteilung Klimakonzept						
12.1.	Systembetrachtung	14.2		Kurz gefasste Bewertung		x	
12.2.	Energetisches Gesamtkonzept	14.3		Kurz gefasste Empfehlungen	x	x	
12.3.	Beurteilung Gesamtsystem	16			x	x	
13.	Wirtschaftlichkeitsbewertung	4.5.2					x

4.5 Inspektionsbericht

4.5.1 Inhalte des Inspektionsberichtes

Es ist ein Bericht über die Energetische Inspektion der Klimaanlage zu erstellen. In diesem Bericht werden die nach 4.4 festgestellten Bewertungen im Vergleich zu aktuellen Anforderungen zur energetischen Effizienz dargestellt (siehe auch Abschnitt 16).

Weiterhin sind in diesem Inspektionsbericht kurz gefasste fachliche Ratschläge zur energetischen Verbesserung der Anlage und zum Austausch von Komponenten zu geben.

4.5.2 Wirtschaftlichkeitsbewertungen

Für eine Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahmen ist zur Feststellung der notwendigen Investitionskosten und zur Ermittlung der konkreten Einsparpotenziale eine weitergehende ingenieurmäßige Planung und eine Ausschreibung bzw. ein konkretes individuelles Angebot erforderlich. Dies ist nicht Teil der in dieser Norm beschriebenen Verfahren und muss gesondert beschrieben und beauftragt werden.

5 Gebäude-/Zonenparameter

5.1 Allgemeines

Die in diesem Abschnitt definierten Gebäudeeigenschaften sind auf Basis der vorliegenden Daten (Raumbuch, Energieausweis, usw.) im Rahmen einer Begehung stichprobenartig zu überprüfen und gegebenenfalls anzupassen. Allgemeine Informationen zum Gebäude, der Anlagen sowie der Zuständigkeiten und Personen sind zu dokumentieren (Hinweise geben die Checklisten in Anhang C).

5.2 Flächen

Die Flächen der von der jeweiligen Klimaanlage versorgten Bereiche sind auf Basis der vorliegenden Daten zu erheben und auf Plausibilität zu prüfen. Grundsätzlich sind die von Klimaanlagen konditionierten Flächen zu betrachten.

5.3 Sonnenschutz und Verglasung

Im Rahmen einer Begehung ist zu prüfen, ob Sonnenschutz und Blendschutz gemäß aktuellem Stand der Technik an den besonnten Glasflächen vorhanden sind. Durch Befragung kann festgestellt werden, ob dieser bestimmungsgemäß aktiviert wird. Empfehlungen zu Verbesserungsmaßnahmen sind im Inspektionsbericht festzuhalten.

5.4 Innere Lasten

5.4.1 Allgemeines

Im Rahmen einer Begehung ist festzustellen, ob gegenüber der Planung Veränderungen der inneren Lasten zu einer neuen Bewertung der Klimaanlage führen würden.

5.4.2 Beleuchtung

Im Rahmen einer Begehung ist qualitativ festzustellen, ob die vorhandene Beleuchtung im Hinblick auf die inneren Wärmelasten den aktuellen Anforderungen entspricht (siehe auch 5.6). Hinweise sind im Inspektionsbericht zu vermerken. Eine Neuplanung der Beleuchtung ist nicht Gegenstand der Energetischen Inspektion von Klimaanlagen.

5.4.3 Geräte und Maschinen

Im Rahmen einer Begehung ist qualitativ festzustellen, ob sich die Raumlasten im Hinblick auf die Klimatisierung gegenüber der Planung soweit verändert haben, dass die prinzipielle Eignung des Klimasystems nicht mehr gegeben ist. Im Inspektionsbericht sind Hinweise zu geben.

Maschinen und Geräte mit besonderem Einfluss auf die Kühllasten sind gesondert zu dokumentieren und dem Kunden sind Möglichkeiten der gesonderten klimatechnischen Behandlung prinzipiell und ohne Detailplanung zu erläutern.

5.4.4 Personen

Die Personenzahl ist aus den Gebäudedaten und aus Befragungen des Betriebspersonals zu erheben und ist auf Plausibilität zu prüfen (siehe auch Abschnitt 6).

5.5 Nutzungsparamater

Im Rahmen einer Begehung ist qualitativ festzustellen, ob sich die Nutzungsparameter bezogen auf das vorhandene Klimasystem soweit verändert haben, dass das Klimasystem im Hinblick auf die Energieeffizienz nicht mehr den aktuellen Anforderungen entspricht. Kurzgefasste Hinweise sind im Inspektionsbericht zu vermerken. Eine Neuplanung ist nicht Gegenstand der Energetischen Inspektion nach EnEV.

5.6 Kühllasten/Kühlleistungen

5.6.1 Allgemeines

Eine Kühllastrechnung nach VDI 2078 (ausführliches Verfahren) ist im Rahmen der Energetischen Inspektion nicht durchzuführen. Sie kann als Ergänzung jedoch in vielen Fällen sinnvoll sein.

Im Rahmen der Energetischen Inspektion kann alternativ auch das Abschätzverfahren nach VDI 2078 auf Basis der DIN V 18599-2:2011-12, Anhang C verwendet werden. Für die Nutzung im Sinne dieser Norm kann das Verfahren weiter vereinfacht werden. Details siehe Anhang D.

5.6.2 Ermittlung der Gesamtkühllast

5.6.2.1 Allgemeines

Im Rahmen der energetischen Inspektion ist die sich aus der augenblicklichen Nutzung ergebende Kühllast der jeweiligen Kälteversorgungsbereiche einschließlich der Kälteleistung für die thermische Luftaufbereitung der versorgten RLT-Geräte mit der installierten Kälteleistung des Kälteerzeugers zu vergleichen. Anhand dieses Vergleiches kann eine Aussage über eine Überdimensionierung der Anlagentechnik oder eine Unterversorgung der Gebäudezonen getroffen werden. Die Gesamtkühllast des Kälteversorgungsbereiches kann dabei nach Gleichung (1) überschlägig ermittelt werden:

$$\dot{Q}_{C,Ges,i} = \left[\sum_1^n (\dot{q}_{c,Zone,n} \cdot A_{Zone,n}) + \sum_1^j \dot{Q}_{C,RLT,j} \right] \cdot f_c \quad (1)$$

Dabei ist

$\dot{Q}_{C,Ges,i}$ die Gesamtkühllast des Kälteversorgungsbereiches i [W];

$\dot{q}_{c,Zone,n}$ die spez. Kühllast der Zone n (ohne Luftaufbereitung) [W/m²];

$A_{Zone,n}$ die gekühlte Nutzfläche der Zone n [m²];

$\dot{Q}_{C,RLT,j}$ die Kühlleistung zur Luftaufbereitung der angeschlossenen RLT-Kühlregister j [W];

f_c der Endenergiefaktor Kälte nach Tabelle 12.

5.6.2.2 Raumkühllast

Die spezifische Kühllast der Nutzungszonen ist bei Bedarf mit einem geeigneten Verfahren überschlägig zu ermitteln. Vergleichskennwerte (Benchmarks) für die Nutzungen nach DIN V 18599-10 zeigt Tabelle 3.

Tabelle 3 — Vergleichskennwerte für die spezifische Kühllast verschiedener Nutzungsarten

	niedrig W/m ²	mittel W/m ²	hoch W/m ²
Büro	25	40	55
Hotel	10	25	35
Bettzimmer	20	35	45
Schule	25	45	70
Einzelhandel	35	40	45
Hörsaal	70	95	120
Küche	280	305	330
Kantine	85	110	140
Werkstatt	55	85	115
Sporthalle	20	28	35
Ausstellung	15	45	80
Theater	55	95	135
Bühne	40	75	110
Serverraum	100	215	330
Fitnessraum	40	70	100
Labor	55	85	110
Intensivstation	60	85	110
Logistikhalle	10	15	20

Die Anwendung der Vergleichskennwerte nach Tabelle 3 wird jedoch nur dann empfohlen, wenn

- keine besonderen baulichen oder nutzungsbedingten Randbedingungen vorliegen, die die Kühllast in besonderer Art und Weise beeinflussen (z. B. Ganzglasfassaden, Atrien, Kühlarbeitsräume, Räume mit besonderen technologischen Lasten),
- der sommerliche Wärmeschutz durch baukonstruktive Maßnahmen (z. B. ausreichende Verschattung) erfüllt ist und
- der hygienische Luftwechsel in der betrachteten Zone eingehalten wird.

Sind diese Bedingungen nicht erfüllt, kann das Abschätzverfahren nach VDI 2078 (Entwurf März 2012) unter Verwendung der in Anhang D beschriebenen Vereinfachungen angewendet werden.

Bei Anwendung des Benchmarkverfahrens nach Tabelle 3 ist bei der Gebäudebegehung eine stichprobenhafte Prüfung der wesentlichen Gebäudeparameter eines Nutzungsbereiches erforderlich. Dabei sind die folgenden 4 Indikatoren zu berücksichtigen, die einen wesentlichen Einfluss auf die Kühllast haben:

- 1) Innere Lasten (Beleuchtung, Geräte und Maschinen, Personen)
- 2) Äußere Lasten (solare Einstrahlung, Verschattung)
- 3) Speicherfähigkeit (Bauweise, Baustoffe, raumseitige Verkleidungen)