

ICS 27.015; 91.140.30

Ersatz für
DIN SPEC 15240:2013-10**Energetische Bewertung von Gebäuden –
Lüftung von Gebäuden –
Energetische Inspektion von Klimaanlage**Energy performance of buildings –
Ventilation for buildings –
Inspection of air-conditioning systemsPerformance énergétique des bâtiments –
Ventilation 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 92 Seiten

Inhalt

	Seite
Vorwort	5
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich.....	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe, Symbole und Abkürzungen	8
3.1 Begriffe	8
3.2 Symbole und Einheiten.....	10
4 Grundlagen für die Durchführung einer Energetischen Inspektion.....	13
4.1 Allgemeines	13
4.2 Klimaanlage im Nichtwohnbereich	13
4.3 Lüftungsanlagen im Nichtwohnbereich	14
4.4 Inhalte der Energetischen Inspektion	14
4.5 Inspektionsvorbereitung.....	19
4.5.1 Prüfung der Dokumentation	19
4.5.2 Überprüfung der Wartung	19
4.5.3 Überprüfung auf Hygieneanforderungen	20
4.5.4 Überprüfung der Dichtheit des Kältekreises	20
5 Gebäude-/Zonenparameter.....	20
5.1 Allgemeines	20
5.2 Flächen	20
5.3 Sonnenschutz und Verglasung.....	20
5.4 Innere Lasten	21
5.4.1 Allgemeines	21
5.4.2 Beleuchtung.....	21
5.4.3 Geräte und Maschinen	21
5.4.4 Personen	21
5.5 Nutzungsparameter.....	21
5.6 Kühllasten/Kühlleistungen	21
5.6.1 Allgemeines	21
5.6.2 Ermittlung der Gesamtkühlleistung.....	22
5.6.3 Bewertung des Handlungsbedarfs	25
6 Klima- und Behaglichkeitsparameter.....	26
6.1 Allgemeines	26
6.2 Festlegung der Raumklimaparameter (Soll-Klima)	26
6.2.1 Außenluftvolumenstrom	26
6.2.2 Raumtemperatur	26
6.2.3 Raumluftfeuchte.....	26
6.3 Festlegung der Raumklimaparameter (Ist-Klima).....	27
6.3.1 Außenluftvolumenstrom	27
6.3.2 Raumtemperatur	27
6.3.3 Raumluftfeuchte.....	27
7 Betriebszeiten und Regelung	27
7.1 Allgemeines	27
7.2 Betriebszeiten.....	27
7.3 Sollwerte RLT.....	27
7.4 Luftvolumenstromregelung.....	28
7.5 Betriebsmodi.....	28

8	Luftleitungsnetz	28
8.1	Dichtheit des Luftleitungsnetzes	28
8.2	Wärmedämmung RLT-Gerät und Luftleitungsnetz	29
8.2.1	Wärmedämmung RLT-Gerät	29
8.2.2	Wärmedämmung Luftverteilsystem	29
9	Inspektion RLT-Gerät	30
9.1	Allgemeines	30
9.2	Definition Energiekennwert RLT-Gerät	30
9.2.1	Allgemeines	30
9.2.2	Anlagen mit balancierten Luftvolumenströmen	32
9.2.3	Anlagen mit nicht balancierten Luftvolumenströmen	32
9.2.4	Anlagen mit Umluftanteil	32
9.2.5	Hybridlüftungsanlagen	36
9.2.6	Wärmeenergiebedarf	36
9.2.7	Kälteenergiebedarf	36
9.2.8	Elektrischer Energiebedarf Zuluftventilator	37
9.2.9	Elektrischer Energiebedarf Abluftventilator	38
9.2.10	Wärme- und Feuchterückgewinnung	38
9.2.11	Nebenantrieb WRG	39
9.2.12	Dampfbefeuchtung	40
9.2.13	Wasserbefeuchtung	41
9.2.14	End- und Primärenergiefaktor Erzeugung	41
9.2.15	Vergleichswerte	42
9.3	Systemkennwert einer RLT-Anlage	43
9.3.1	Allgemeines	43
9.3.2	Zonierung	44
9.3.3	Definition des Systemkennwertes $E_{RLT,SYS}$	45
9.3.4	Betriebszeiten der Anlage	46
9.3.5	Monatlicher Bilanzvolumenstrom	46
9.3.6	RLT-Anlagen mit Umluftbeimischung	48
9.3.7	Wärmeenergiebedarf	49
9.3.8	Kälteenergiebedarf	49
9.3.9	Be- und Entfeuchtung	49
9.3.10	Vergleichswerte	49
9.4	Verwendung von Daten aus Gebäudeautomationssystemen im Rahmen der Energetischen Inspektion	51
10	Kälteerzeuger und Rückkühler	51
10.1	Allgemeines	51
10.2	Voraussetzungen	51
10.3	Durchführung	51
10.4	Ermittlung der (Nenn-)Kälteleistung	52
10.4.1	Allgemeines	52
10.4.2	Kompressionskältemaschinen, VRF-Systeme	52
10.4.3	Absorptionskältemaschinen	52
10.4.4	Grundwassernutzungsanlagen	52
10.4.5	DEC-Anlagen, adiabate luftbasierte Systeme	53
10.4.6	Freie Kühlung mit Rückkühlwerken	53
10.5	Rückkühlung	53
11	Kaltwasser- und Kühlwasserverteilung	54
11.1	Allgemeines	54
11.2	Spezifischer Elektroenergiebedarf der Kalt- und Kühlwasserverteilung	54
11.3	Detaillierte Berechnung von Kalt- und Kühlwasserverteilnetzen (optional)	56
11.4	Wärmedämmung des Kälteverteilnetzes	56
11.5	Kühlwasserregelung	56

12	Effizienzkennwert für Klimakältesysteme.....	56
12.1	Allgemeines	56
12.2	Ermittlung der Nennkälteleistungszahl <i>EER</i>	56
12.2.1	Feststellung der Nennleistungszahl <i>EER</i>	56
12.2.2	Messung der Nennleistungszahl <i>EER</i> (optional)	58
12.2.3	Ermittlung der Wärmeübertrager-Grädigkeiten (optional)	59
12.3	Effizienzkennwert E_{KK}	59
12.4	Vergleichskennwerte	60
13	Verteilsysteme und Übergabegeräte.....	61
14	Beurteilung Klimakonzept.....	63
14.1	Allgemeines	63
14.2	Klimasystem	63
14.3	Energiekonzept	64
14.4	Auswertung von Energieverbrauchsdaten	65
15	Beurteilung des Gesamtsystems	66
16	Inspektionsbericht.....	67
16.1	Inhalte des Inspektionsberichtes	67
16.2	Wirtschaftlichkeitsbewertung.....	67
Anhang A (normativ) Kriterien für das Innenraumklima		68
Anhang B (informativ) Beispiele für Ergebnisdarstellung.....		70
B.1	Allgemeines	70
B.2	Beispiel RLT-Gerät	70
B.3	Beispiel Kälteanlage	71
Anhang C (informativ) Informative Checklisten		73
C.1	Allgemeines	73
C.2	Checkliste Allgemeines zu Unternehmen und Anlagen	73
C.3	Checkliste Nutzung und Gebäudeart	74
C.4	Checkliste Energieverbrauchsdaten RLT und Kälteerzeugung.....	75
C.5	Checkliste allgemeine Erfassung von Leistungsangaben zu Gebäude/Zone/Anlage	76
C.6	Allgemeine Anlagendaten zum Zeitpunkt der Energetischen Inspektion.....	77
Anhang D (normativ) Abschätzverfahren nach VDI 2078		78
D.1	Allgemeines	78
D.2	Wirksame Speicherfähigkeit c_{wirk}	78
D.3	Transmissionswärmeströme	79
D.4	Infiltrations-Lüftungswärmestrom.....	79
D.5	Solare Wärmeeinträge.....	80
D.6	Interne Wärmequellen	80
Anhang E (informativ) Über- und Unterdimensionierung von Kälteerzeugungsanlagen		82
E.1	Allgemeines	82
E.2	Einfluss auf <i>SEER</i>	82
E.3	Vorgehensweise	82
Anhang F (informativ) Empfehlung für eine Gliederung des Inspektionsberichtes.....		85
F.1	Allgemeine Daten.....	85
Anhang G (informativ) Lage von Messstellen.....		86
Anhang H (informativ) Freie Kühlung		88
Literaturhinweise.....		92

Vorwort

Dieses Dokument wurde vom Arbeitsausschuss NA 041-02-50 AA „Grundlagen“ im DIN-Normenausschuss Heiz- und Raumluftechnik sowie deren Sicherheit (NHRS) erarbeitet.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. DIN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

DIN SPEC sind nicht Bestandteil des Deutschen Normenwerks.

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 von DIN noch nicht als Norm herausgegeben wird.

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) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V., 10772 Berlin (Hausanschrift: Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin).

Änderungen

Gegenüber DIN SPEC 15240:2013-10 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Reihenfolge der Titelemente korrigiert;
- b) Aktualisierung der Verweisungen auf Normen und andere Dokumente;
- c) Detaillierung der Anforderungen an die Durchführung einer Energetischen Inspektion;
- d) fachliche und redaktionelle Überarbeitung der gesamten Vornorm;
- e) Aufnahme neuer informativer Anhänge zur Über- und Unterdimensionierung von Kälteerzeugungsanlagen, Gliederung von Inspektionsberichten und Lage von Messstellen.

Frühere Ausgaben

DIN SPEC 15240: 2013-10

Einleitung

Der nationale Anhang der DIN EN 16798-17 verweist insbesondere auf diese DIN SPEC 15240 zur Umsetzung der Energetischen Inspektion. Sie ist damit geeignet, die Anforderungen der Energetischen Inspektion unter Beachtung des geltenden Energiesparrechtes in Deutschland umzusetzen.

1 Anwendungsbereich

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

- Klimaanlage¹⁾;
- Lüftungsanlagen in Nichtwohngebäuden (siehe 4.2)²⁾.

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 nach diesem Dokument.

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

Die Fristen für energetische Inspektionen ergeben sich aus dem geltenden Energieeinsparrecht.

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

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. 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 1946-2, *Raumluftechnik — Gesundheitstechnische Anforderungen (VDI-Lüftungsregeln)*

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

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 — Leistungsdaten für Geräte, Komponenten und Baueinheiten; Deutsche Fassung EN 13053:2006+A1:2011*

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

DIN EN 14511 (alle Teile), *Luftkonditionierer, Flüssigkeitskühlsätze und Wärmepumpen für die Raumbeheizung und -kühlung und Prozess-Kühler mit elektrisch angetriebenen Verdichtern*

DIN EN 15251:2012-12, *Eingangsparameter für das Raumklima zur Auslegung und Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden — Raumlufqualität, Temperatur, Licht und Akustik; Deutsche Fassung EN 15251:2007*

1) Gemäß EnEV 2013 verpflichtend für Klimaanlage über 12 kW thermische Kälteleistung. Die Definition einer Klimaanlage gemäß EnEV 2013 ergibt sich aus der Richtlinie 2010/31/EU; zu Grenzfällen liegen Interpretationen der Vollzugsbehörden vor. Es ist die jeweils aktuelle energiesparrechtliche Vorschrift zu beachten.

2) Gemäß EnEV 2013 nicht verpflichtend. Es ist die jeweils aktuelle energiesparrechtliche Vorschrift zu beachten.

DIN EN 16798-3:2017-11, *Energetische Bewertung von Gebäuden — Lüftung von Gebäuden — Teil 3: Lüftung von Nichtwohngebäuden — Leistungsanforderungen an Lüftungs- und Klimaanlageanlagen und Raumkühlsysteme (Module M5-1, M5-4); Deutsche Fassung EN 16798-3:2017*

DIN EN 16798-9, *Energetische Bewertung von Gebäuden — Lüftung von Gebäuden — Teil 9: Berechnungsmethoden für den Energiebedarf von Kühlsystemen (Module M4-1, M4-4, M4-9) — Allgemeines*

DIN EN 16798-17, *Energetische Bewertung von Gebäuden — Lüftung von Gebäuden — Teil 17: Leitlinien für die Inspektion von Lüftungs- und Klimaanlageanlagen (Module M4-11, M5-11, M6-11, M7-11)*

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 Klimaanlageanlagen und Raumkühlsysteme — Nationaler Anhang zu DIN EN 13779:2007-09*

DIN V 18599-2:2018-09, *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 18599-3:2018-09, *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 18599-7:2018-09, *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 18599-10:2018-09, *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 thermischen Lasten und Raumtemperaturen (Auslegung, Kühllast und Jahres-simulation)*

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

Verordnung (EU) Nr. 517/2014, *des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. April 2014 über fluorierte Treibhausgase und zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 842/2006*

ChemKlimaschutzV, *Verordnung zum Schutz des Klimas vor Veränderungen durch den Eintrag bestimmter fluorierte Treibhausgase (Chemikalien-Klimaschutzverordnung — ChemKlimaschutzV)*

3 Begriffe, Symbole und Abkürzungen

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

DIN und DKE stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- DIN-TERMinologieportal: verfügbar unter <https://www.din.de/go/din-term>
- DKE-IEV: verfügbar unter <http://www.dke.de/DKE-IEV>

3.1.1**Energetische Inspektion**

Inspektionstätigkeit zur Erfüllung energiesparrechtlicher Vorgaben

3.1.2**Klimaanlage**

Klimaanlage, Teilklimaanlage, Raumklimagerät oder Anlage zur Raumkonditionierung nach DIN EN 16798-3:2017-11, Tabelle 11

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

BEISPIELE Kälteerzeuger, Wärmeerzeuger usw.

3.1.6**Kälteversorgungsbereich**

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

BEISPIELE Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Außenluftvolumenstrom usw., siehe Anhang A.

3.1.10**Ist-Klima**

Raumklimaparameter, die von der Klimaanlage erreicht werden können oder die als Sollwerte eingestellt sind

3.1.11**Energiekennwert RLT-Gerät**

auf die Außenluftvolumenstrom bezogene 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 (Typschild, 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 Verfahren (Anlagenkennlinie) auf den zu erwartenden Nennbetriebspunkt umzurechnen.

3.1.13**Nennkälteleistungszahl *EER***

Leistungszahl des Kälteerzeugers nach DIN EN 14511 oder Tabellenwert nach DIN V 18599-7

3.1.14**Effizienzkennwert für das Klimakältesystem**

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 Klimakältesystems.

3.1.15**Endgeräte**

alle Geräte eines Klimasystems, die den Nutzungsräumen zugeordnet sind

BEISPIELE Ventilator-konvektoren, Induktionsgeräte, Luftvolumenstromregler, Kühldecken usw.

3.1.16**Hybrides System**

Lüftungssystem, bei dem natürliche Antriebskräfte (thermischer Auftrieb/Wind) und mechanische Antriebskräfte (Ventilatoren) in Kombination genutzt werden

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
$\dot{Q}_{C,Dehum,j}$	Entfeuchtungsleistung des RLT-Gerätes	W
$\vartheta_{AU,max}$	Maximale Außenlufttemperatur am Gebäudestandort	°C
ϑ_{IDA}	Raumlufttemperatur	°C
ϑ_{SUP}	Zulufttemperatur	°C

Symbol	Bedeutung	Einheit
$\dot{V}_{\text{ODA,Nenn}}$	Nennaußenluftvolumenstrom des RLT-Gerätes	m^3/h
$\dot{V}_{\text{ODA,av}}$	Außenluftvolumenstrom im Jahresmittel;	m^3/h
$\dot{V}_{\text{Nenn,SUP}}$	Nennluftvolumenstrom Zuluft (Messwert)	m^3/h
$\dot{V}_{\text{Nenn,ETA}}$	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	$\text{Wh}/(\text{m}^3/\text{h} \cdot \text{a})$
q_{C}	spezifischer Kälteenergiebedarf der Außenluftaufbereitung	$\text{Wh}/(\text{m}^3/\text{h} \cdot \text{a})$
q_{St}	spezifischer Energiekennwert Dampfbefeuchtung	$\text{Wh}/(\text{m}^3/\text{h} \cdot \text{a})$
$q_{\text{V,SUP}}$	spezifischer Elektroenergiebedarf der Zuluftförderung	$\text{Wh}/(\text{m}^3/\text{h} \cdot \text{a})$
$P_{\text{SFP,SUP}}$	spezifische Leistungsaufnahme des Zuluftventilators	$\text{W}/(\text{m}^3/\text{s})$
$P_{\text{el,wirk,SUP}}$	elektrische Wirkleistung der Zuluftförderung	W
η_{SUP}	Systemwirkungsgrad des Zuluftventilators	—
Δp_{SUP}	statische Druckerhöhung über der Druckwand des Zuluftventilators	Pa
$q_{\text{V,ETA}}$	spezifischer Elektroenergiebedarf der Abluftförderung	$\text{Wh}/(\text{m}^3/\text{h} \cdot \text{a})$
$P_{\text{SFP,ETA}}$	spezifische Leistungsaufnahme des Abluftventilators	$\text{W}/(\text{m}^3/\text{s})$
$P_{\text{el,wirk,ETA}}$	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	$\text{Wh}/(\text{m}^3/\text{h} \cdot \text{a})$
q_{BEF}	spezifischer Hilfsenergiebedarf für die Befeuchtung	$\text{Wh}/(\text{m}^3/\text{h} \cdot \text{a})$
f_{H}	Heizfaktor	—
f_{c}	Kältefaktor	—
f_{St}	Dampfbefeuchtungsfaktor	—
$f_{\text{p,S}}$	Primärenergiefaktor Strom	—
$f_{\text{p,H}}$	Primärenergiefaktor Wärme	—
$f_{\text{p,St}}$	Primärenergiefaktor Dampfbefeuchtung	—
f_{MK}	Anteil Außenluft im Jahresmittel	—
$P_{\text{el,av,KVS}}$	mittlere elektrische Leistung der Pumpe im KV-System	W
$P_{\text{el,av,rot}}$	mittlere elektrische Leistung des Motors im Rotorsystem	W
t_{WRG}	Betriebszeit des WRG-Systems	h
q_{Dampf}	Energiekennwert der Dampfbefeuchtung	$\text{Wh}/\text{m}^3/\text{h}$

Symbol	Bedeutung	Einheit
$P_{el,mh}$	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 (en: energy efficiency ratio)	—
$SEER$	Jahreszeitliche Nennkälteleistungszahl (en: seasonal energy efficiency ratio)	—
$Q_{C,outg}$	Nennkälteleistung der Kompressionskältemaschine	W
$P_{C,elektr}$	Nennantriebsleistung der Kompressionskältemaschine	W
$Q_{C,therm}$	Nennheizwärmeleistung der Absorptionskältemaschine	W
ζ	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
$t_{d,mp}$	mittlere jährliche Betriebszeit des Kälteverteilnetzes	h/a
E_{KK}	Effizienzkennwert des Klimakältesystems	—
$PLV_{KK,av}$	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

Sollten einzelne Punkte des hier beschriebenen Verfahrens nicht umgesetzt werden können, ist dieses im Inspektionsbericht jeweils zu begründen.

Die in dieser DIN SPEC beschriebenen Vorgehensweisen und Verfahren sind für die Inspektion von Klimaanlage und Lüftungsanlagen gleichermaßen geeignet und entsprechen den Vorgaben der DIN EN 16798-17:2017-11. Für die Inspektion von Klimaanlage ist je nach Art der Anlage eine Inspektion des Lüftungsteils und des Klimakälteteils notwendig. Eine Unterscheidung ist aufgrund energiesparrechtlichen Situation notwendig.

Die Durchführung der Energetischen Inspektion gliedert sich in drei Teile:

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

4.2 Klimaanlage im Nichtwohnbereich

DIN EN 16798-3 definiert Klimaanlage und Raumkühlsysteme in Abhängigkeit der Luftbehandlungsfunktion.

Diese Definition unterscheidet sich von der ingenieurmäßigen Sichtweise dadurch, dass die Klimaanlage an die Funktion Kühlung gekoppelt ist, unabhängig davon, ob und wie der Raum oder die Zuluft gekühlt wird.

Der Anwendungsbereich des vorliegenden Dokuments erstreckt sich daher auf folgende Anlagensysteme oder die Kombination der genannten Systeme:

- Klimaanlage zur Luftaufbereitung mit einem Kälteerzeuger;
- (Split-,) Multi-Split-, VRF-Anlagen;
- Kühldecken oder Betonkernaktivierung mit einem Kälteerzeuger;
- direkte oder indirekte Verdunstungskühlung;
- freie Kühlung über Kühlturm;
- geothermische Kühlung;
- Grund- und Oberflächenwasserkühlung.

Die im Energiesparrecht an Klimaanlage gestellten Anforderungen bzw. Pflichten beziehen sich auf Grundlage der Nennleistungsgrenze auf die einzelne Anlage, nicht auf das Gebäude. Teilanlagen, die wesentliche Komponenten gemeinsam nutzen (z. B. die Kälteerzeugung), sind als eine Anlage anzusehen. Im Falle der Ausstattung eines Gebäudes mit mehreren völlig voneinander unabhängigen Anlagen ist die Leistungsgrenze für jede Anlage einzeln zu bestimmen.

Dabei ist die Nennleistung einer Klimaanlage die vom Hersteller festgelegte und unter Beachtung des vom Hersteller angegebenen Wirkungsgrades als einhaltbar garantierte größte Kälteleistung (sensibel und latent).

4.3 Lüftungsanlagen im Nichtwohnbereich

Die in dieser DIN SPEC beschriebenen Verfahren können auch für Lüftungsanlagen (siehe DIN EN 16798-3:2017-11) 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, und
- die Energieeffizienz der Kälteanlage.

Tabelle 2 gibt eine Übersicht über die durchzuführenden Tätigkeiten. Darin enthalten sind verpflichtende (Stufe A, Stufe 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.

BEISPIELE Split- und Multi-Split-Klimaanlagen, VRF Klimaanlagen, reine Kaltwasseranlagen.

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 technischen Dokumentation	4.5.1	VDMA 24197-1, VDMA 24197-2, VDMA 24197-3		x	x	
1.2	Überprüfung der Wartung	4.5.2	VDI 3810-4 VDMA 24186-1, VDMA 24186-3	sichten der Protokolle	x	x	
1.3	Überprüfen auf Hygieneanforderungen, RLT-Anlage und Rückkühler	4.5.3	VDI 6022-1 VDI 2047-2	sichten der Protokolle	x	x	
1.4	Überprüfung Dichtheit Kältekreis	4.5.4	VDMA 24197-3	sichten der Protokolle gemäß F-Gase VO	x	x	

Nr.	Tätigkeit/Parameter	Abschnitt	Arbeitsliste/ Checkliste siehe	Bemerkungen	Stufe A	Stufe B	Stufe C
2	Gebäude-/Zonenparameter	5		Begehung und Befragung			
2.1	Konditionierte Flächen	5.2	Abschnitt C.3, Abschnitt C.5, Abschnitt C.6	betrifft nur die mit RLT- und Kälteanlagen versorgten Bereiche	x	x	
2.2	Nutzung	5.5	Abschnitt C.3, Abschnitt C.5, Abschnitt C.6	prozentuale Zuordnung der Flächen zu den Nutzungsarten DIN V 18599-10	x	x	
2.3	Verglasung und Sonnenschutz	5.3	Abschnitt C.5, Abschnitt C.6		x	x	
2.4	Beleuchtung	5.4.2	Abschnitt C.5, Abschnitt C.6	stichprobenhafte Überprüfung im Hinblick auf die Raumlasten	x	x	
2.5	Geräte und Maschinen	5.4.3	Abschnitt C.5, Abschnitt C.6	stichprobenhafte Überprüfung und Hinweise im Inspektionsbericht	x	x	
2.6	Personen	5.4.4	Abschnitt C.3, Abschnitt C.6	Feststellung und Befragung	x	x	
2.7	Benchmark Kühllasten	5.6	Abschnitt C.5		x	x	
2.8	Abschätzung der Kühllast	5.6.2.2	Anhang D	VDI 2078, Abschätzverfahren	x	x	
2.9	Kühllastrechnung	5.6.1		VDI 2078, Simulation			x
2.10	Vergleich der Kälteleistung mit der Gebäudekühllast	5.6.3		für jede Kälteversorgungseinheit	x	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	Abschnitt A.1	Vergleich Soll – Ist Keine Langzeitmessungen, Verwendung von vorhandenen Daten oder Befragungen	x	x	
3.3	Raumluftfeuchtigkeit	6.2.3 6.3.3	Abschnitt A.1	Vergleich Soll – Ist (Wenn Befeuchtung vorhanden)		x	

Nr.	Tätigkeit/Parameter	Abschnitt	Arbeitsliste/ Checkliste siehe	Bemerkungen	Stufe A	Stufe B	Stufe C
4	Betriebszeiten und Regelung	7		Vergleich Ist und Bedarf, Feststellung Funktion			
4.1	Betriebszeiten	7.2	Abschnitt C.5		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	Luftvolumenstrom- regelung	7.4	VDMA 24197-1			x	
4.5	Betriebsmodi	7.5		Vergleich Soll – Ist		x	
5	Inspektion Luftleitungsnetz	8					
5.1	Dichtigkeit Luftleitungs- netz und Geräte	8.1	VDMA 24197-1	visuelle Inspektion auf offensichtliche Leckagen		x	
5.2	Dichtigkeitsmessungen	8.1					x
5.3	Wärmedämmung RLT-Gerät	8.2.1		visuelle Inspektion		x	
5.4	Wärmedämmung Luftleitungsnetz	8.2.2	VDMA 24197-1	visuelle Inspektion		x	
5.5	Feststellung des Hygienezustands			bei wesentlichen Auffälligkeiten am Netz: Hinweispflicht		x	
6	Inspektion RLT-Gerät	9					
6.1	Ermittlung Luftvolumenströme	9.1	VDMA 24197-1	Zu- und Abluft		x	
6.2	Ermittlung Wirkleistung Ventilatoren	9.2.8, 9.2.9	VDMA 24197-1	Zu- und Abluft		x	
6.3	Statische Druckerhöhung	9.2.8, 9.2.9	VDMA 24197-1	Zu- und Abluft		x	
6.4	Feststellung Effizienz Luftförderung	9.2.8, 9.2.9		Zu- und Abluft		x	
6.5	Druckverteilung im RLT-Gerät			Zu- und Abluft			x
6.6	Abschätzung WRG	9.2.10	DIN V 18599-7: 2018-09, Anhang F	Datenblätter, Typ- schild DIN V 18599-7		x	
6.7	Messung Effizienz WRG	9.2.10	VDMA 24197-1	hoher Aufwand, nur bei passender Witterung			x

Nr.	Tätigkeit/Parameter	Abschnitt	Arbeitsliste/ Checkliste siehe	Bemerkungen	Stufe A	Stufe B	Stufe C
6.8	Feststellung Nebenantriebe WRG	9.2.11	VDMA 24197-1	Datenblätter, Typschild		x	
6.9	Messung Nebenantriebe WRG	9.2.11	VDMA 24197-1				x
6.10	Feststellung Umluftanteile	9.2.4		Datenblätter, Typschild		x	
6.11	Messung Umluftanteile	9.2.4	VDMA 24197-1				x
6.12	Feststellung Dampfbefeuchtung	9.2.12		Datenblätter, Typschild		x	
6.13	Feststellung Wasserbefeuchtung	9.2.13		Datenblätter, Typschild		x	
6.14	Messung Befeuchtung	9.2.13	VDMA 24197-1				x
6.15	Feststellung des Hygienezustands			bei wesentlichen Auffälligkeiten am Gerät: Hinweispflicht		x	
7	Effizienzkennwerte RLT	9					
7.1	Berechnung Effizienzkennwert und Referenzkennwert	9.2	Abschnitt A.2	für jedes RLT-Gerät		x	
7.2	Berechnung SFP, Systemwirkungsgrad	9.2.8, 9.2.9	Abschnitt A.2	Für jeden Ventilator		x	
7.3	Berechnung Systemkennwert RLT	9.3		für jedes RLT-Gerät, gesamtes System		x	
8	Inspektion Kälteerzeuger	10					
8.1	Ermittlung der Nennkälteleistung	10.4		für jeden Kälteerzeuger	x	x	
8.2	Feststellung Rückkühlventilatoren	10.5	VDMA 24197-3 DIN V 18599-7: 2018-09, 7.1	Datenblätter, Typschild	x	x	
8.3	Messung Rückkühlung	10.5	VDMA 24197-3				x
8.4	Feststellung des Hygienezustands			bei wesentlichen Auffälligkeiten am Gerät: Hinweispflicht	x	x	
9	Inspektion Kalt- und Kühlwasserhydraulik	11					
9.1	Feststellung Pumpen	11.2	VDMA 24197-3	Datenblätter	x	x	
9.2	Berechnung elektrischer Aufwand der Verteilung	11.2			x	x	

Nr.	Tätigkeit/Parameter	Abschnitt	Arbeitsliste/ Checkliste siehe	Bemerkungen	Stufe A	Stufe B	Stufe C
9.3	Detaillierte Berechnung der Hydraulik	11.3		DIN V 18599-7			x
9.4	Feststellung der Wärmedämmung des Leitungsnetzes	11.4	VDMA 24197-3	visuelle Inspektion auf offensichtliche Mängel; Einhaltung energiesparrechtlicher Anforderungen an die Anlage		x	
10	Effizienzkennwert Klimakälte	12					
10.1	Feststellung <i>EER</i>	12.2.1	DIN V 18599-7: 2018-09, 7.1	aus Dokumentation, Herstellerunterlagen, Standarddaten DIN V 18599-7	x	x	
10.2	Messung <i>EER</i>	12.2.2					x
10.3	Messung Wärmeübertrager-Grädigkeiten	12.2.3	VDMA 24247-8	Verdampfer und Kondensator			x
10.4	Feststellung <i>PLV</i>	12.3	DIN V 18599-7: 2018-09, Anhang A	DIN V 18599-7	x	x	
10.5	Berechnung Effizienzkennwert	12.3	Abschnitt A.3	für jede Kältemaschine	x	x	
10.6	Berechnung Referenzkennwert	12.3	Abschnitt 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
11.4	Feststellung des Hygienezustands			bei wesentlichen Auffälligkeiten am Gerät: Hinweispflicht		x	
12	Beurteilung Klimakonzept						
12.1	Systembetrachtung	14.2		kurz gefasste Bewertung		x	
12.2	Energetisches Gesamtkonzept	14.3		kurz gefasste Empfehlungen	x	x	

Nr.	Tätigkeit/Parameter	Abschnitt	Arbeitsliste/ Checkliste siehe	Bemerkungen	Stufe A	Stufe B	Stufe C
12.3	Auswertung von Energieverbrauchsdaten	14.4					x
12.4	Beurteilung Gesamtsystem	15			x	x	
13	Wirtschaftlichkeits- bewertung						
13.1	Beurteilung der Kosteneffizienz	16.2			x	x	
13.2	Berechnung der Wirtschaftlichkeit (Amortisationsrechnung)	16.2	VDI 2067				x
14	Erstellung Inspektionsbericht	16.1			x	x	

4.5 Inspektionsvorbereitung

4.5.1 Prüfung der Dokumentation

Vor der Inspektion müssen alle verfügbaren das Gebäude und die installierten Anlagen betreffenden Originaldokumente zusammengestellt und überprüft werden. Sofern eine ergänzende Dokumentation vorhanden ist, die auf Veränderungen am Gebäude, an den Anlagen oder der Nutzung gegenüber den Originaldokumenten hinweist, muss diese ebenfalls hinzugezogen und bewertet werden.

Hierbei sind vorrangige Inspektionsbereiche zu bestimmen, bei denen Auslegung, Installation oder Betrieb der Anlage sich wahrscheinlich auf den Energieverbrauch der Anlage auswirken.

Die Dokumentation muss Angaben zur technischen und nutzungsbedingten Auslegung der Anlage enthalten und eine Überprüfung der Anlagendimensionierung durch den Inspizierenden ermöglichen. Fehlende Unterlagen sind im Inspektionsbericht aufzuführen.

4.5.2 Überprüfung der Wartung

Eine sachgerechte Instandhaltung ist Voraussetzung für eine Energetische Inspektion. Dies setzt eine periodische Wartung voraus. Komponenten mit wesentlichem Einfluss auf den energetischen Wirkungsgrad solcher Anlagen sind vom Betreiber regelmäßig zu warten und instand zu halten. Bei der Energetischen Inspektion sind dem Inspektor die Wartungsprotokolle vorzulegen. Es ist zu prüfen, ob eine periodische Wartung, beispielsweise nach VDMA 24186-1 und VDMA 24186-3, von qualifiziertem Personal durchgeführt wurde. Besonderes Augenmerk liegt hier auf den energierelevanten Komponenten. Eine Wartung sollte mindestens einmal jährlich durchgeführt werden. Es ist im Inspektionsbericht anzugeben, ob und wie häufig eine Wartung durchgeführt wurde. Der Zustand der Anlage im Hinblick auf die durchgeführte Wartung ist zu dokumentieren.

Sofern in den Herstellerunterlagen der energierelevanten Komponenten Anweisungen zur Wartung vorhanden sind, sollten diese in den Wartungsplan aufgenommen sein. Bei der Inspektion sollten diese stichprobenhaft überprüft werden.

4.5.3 Überprüfung auf Hygieneanforderungen

Bei der Energetischen Inspektion sind vom Betreiber Protokolle zur hygienischen Überprüfung der Anlage nach VDI 6022-1 und bei Rückkühlwerken von VDI 2047-2 vorzulegen. Es ist im Inspektionsbericht zu protokollieren, ob eine hygienische Inspektion der Anlagen durchgeführt wurde.

Im Rahmen der Begehung ist der hygienische Zustand der Anlage qualitativ zu prüfen (Sichtprüfung). Es ist zu prüfen, ob die energierelevanten Komponenten zu Reinigungszwecken zugänglich sind. Falls Teile der Anlage nicht zugänglich sind, ist dies im Inspektionsbericht anzugeben.

Auf Verbesserungsmöglichkeiten im Bereich der Sauberkeit und Reinigung von Komponenten, die Einfluss auf den Energieverbrauch haben können, ist im Inspektionsbericht hinzuweisen.

4.5.4 Überprüfung der Dichtheit des Kältekreis

Kälteanlagen müssen gemäß Europäischer Verordnung EU 517/2014 und ergänzend ChemKlimaschutzV abhängig von Art und Füllmenge des Kältemittels einer periodischen Dichtheitsprüfung unterzogen werden. Darüber hinaus müssen bei wesentlichen Änderungen an der Kälteanlage vor der Wiederinbetriebnahme Abnahmeprüfungen gem. § 15 Betriebssicherheitsverordnung durchgeführt werden.

Es ist im Inspektionsbericht zu protokollieren, ob regelmäßige Dichtheitsprüfungen der Kälteanlage durchgeführt wurden. Falls das nicht der Fall ist, sind alle die Kälteanlage betreffenden Berechnungsergebnisse unter Vorbehalt zu stellen.

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 Klimaanlage.

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 Nutzungsparameter

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 einer energiesparrechtlich vorgeschriebenen Energetischen Inspektion.

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 ist vorzugsweise das Abschätzverfahren nach VDI 2078 zu verwenden. Für die Nutzung im Sinne dieser Vornorm kann das Verfahren weiter vereinfacht werden (Details siehe Anhang D). Andere Berechnungsverfahren zur Kühllastabschätzung sind zulässig.

Das Benchmarkverfahren (Werte nach Tabelle 3) ist zur Bildung von Vergleichswerten geeignet.

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.

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

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 Kältefaktor zur Berücksichtigung der Verluste nach Tabelle 14.

5.6.2.2 Raumkühllast

Die spezifische Kühllast der Nutzungszonen ist mit einem geeigneten Verfahren überschlägig zu ermitteln. Vergleichskennwerte (Benchmarks) für die Nutzungen nach DIN V 18599-10:2018-09 zeigt Tabelle 3.

Tabelle 3 — Vergleichskennwerte für die spezifische Raumkühllast verschiedener Nutzungsarten

Nutzung	Zuordnung zu DIN V 18599-10:2018-09, Anhang A	niedrig W/m ²	mittel W/m ²	hoch W/m ²
Büro	A1, A2, A3	25	40	55
Hotel	A11	10	25	35
Bettenzimmer	A10	20	35	45
Schule	A8	25	45	70
Einzelhandel	A7	35	40	45
Hörsaal	A9	70	95	120
Küche	A14	280	305	330
Kantine	A12	85	110	140
Werkstatt	A22	55	85	115
Sporthalle	A31	20	28	35
Ausstellung	A27	15	45	80

Nutzung	Zuordnung zu DIN V 18599-10:2018-09, Anhang A	niedrig W/m ²	mittel W/m ²	hoch W/m ²
Theater	A21	55	95	135
Bühne	A25	40	75	110
Serverraum	A21	100	215	330
Fitnessraum	A35	40	70	100
Labor	A36	55	85	110
Intensivstation	A37	60	85	110
Logistikhalle	A41	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.

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);
- 4) Sollwerte (Temperatur, Feuchte, Toleranzband).

Anhand dieser 4 Indikatoren kann eine Einordnung der spezifischen Kühllast in eine Kategorie nach Tabelle 3 erfolgen, wobei zu beachten ist, dass diese Werte unter der Annahme ermittelt wurden, dass die Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz erfüllt sind. Sind bei der Begehung diesbezüglich offensichtliche Mängel zu erkennen, können auf diese Werte angemessene Zuschläge gegeben werden.

Für eine bessere Einordnung in den Wertebereich (Hoch-Mittel-Niedrig) kann die Hilfsmatrix nach Tabelle 4 verwendet werden. Gegebenenfalls kann optional eine gebäudespezifische Wichtung der einzelnen Indikatoren erfolgen.

Tabelle 4 — Hilfsmatrix zur Bestimmung der spezifischen Kühllast

Kühllast		Hoch	Mittel	Niedrig	Wichtung
Indikator	Innere Last	Glühlampen, hohe Belegungsdichte, hoher Ausstattungsgrad mit Arbeitshilfen, Maschinen	Nieder- und Hochdruckdampfleuchten, mittlere Belegungsdichte, mittlerer Ausstattungsgrad nach DIN V 18599-10	LED, Tageslichtsteuerung, geringe Belegungsdichte, geringer Ausstattungsgrad	25 %
	Äußere Last	Besonnte Fassaden mit Einfach- oder Isolierverglasung, keine Verschattung (insbesondere Südost/Südwestorientierung)	Wärmeschutzverglasung, ausreichend verschattet	Sonnenschutzverglasung, äußere Verschattung, keine direkte besonnte Fassade (insbesondere Nordorientierung)	25 %
	Speicherfähigkeit (Klassifizierung des Raumtypes nach Abschnitt D.2)	Geringe Bauschwere (Raumtyp XL, L) oder raumseitige Abtrennungen (Akustikdecke, Doppelboden, abgehängte Decke)	Mittlere Bauschwere (Raumtyp M)	Hohe Bauschwere (Raumtyp S, XS) ohne raumseitige Abtrennungen oder innenliegende Dämmschichten	25 %
	Sollwert Raumlufttemperatur	$\leq 24\text{ °C}$	25 °C bis 27 °C	$\geq 28\text{ °C}$, Sommerkompensation	25 %

5.6.2.3 Kühlleistung der thermischen Luftaufbereitung

Die spezifische Kühlleistung zur Luftaufbereitung, $\dot{Q}_{C,RLT,j}$, kann nach Gleichung (2) ermittelt werden. Für den Luftvolumenstrom ist der gemessene oder berechnete Wert des Außenluftvolumenstromes einzusetzen. Bei Lüftungsanlagen mit Zonenkühlern kann der gebäudeabhängige und personenabhängige Außenluftvolumenstrom nach DIN EN 15251:2012-12, Abschnitt B.1, verwendet werden.

$$\dot{Q}_{C,RLT,j} = \dot{V}_{ODA,Nenn,j} \cdot \rho_L \cdot c_{p,L} \cdot (\vartheta_{ODA,max} - \vartheta_{IDA}) + \dot{Q}_{C,Dehum,j} \quad (2)$$

Dabei ist

- ρ_L die Dichte der Luft [kg/m³];
- $c_{p,L}$ die spez. Wärmekapazität [J/(kg·K)];
- $\dot{V}_{ODA,Nenn,j}$ der Außenluftvolumenstrom des RLT-Gerätes j [m³/h];
- $\vartheta_{ODA,max}$ die maximale Außenlufttemperatur am Gebäudestandort [°C];
- ϑ_{IDA} der Raumlufttemperatursollwert (ggf. Mittelwert der Zonen) [°C];
- $\dot{Q}_{C,Dehum,j}$ die Entfeuchtungsleistung des RLT-Gerätes j (nur bei geregelter Entfeuchtung) [W].

ACHTUNG — Bei Anlagen mit Wärmerückgewinnung kann die Außenluft durch das Potential der kühleren Abluft vorgekühlt werden. Für die Berechnung kann dann statt der maximalen Außenlufttemperatur $\vartheta_{AU,max}$ die maximale Kühlereintrittstemperatur verwendet werden.

Bei Anlagen mit geregelter Luftentfeuchtung durch Kondensation am Kühlregister kann die latente Kälteleistung separat nach Gleichung (3) ermittelt werden.

$$\dot{Q}_{C,Dehum,j} = \dot{V}_{ODA,Nenn,j} \cdot \rho_L \cdot r_0 \cdot (x_{ODA} - x_{SUP}) \quad (3)$$

Dabei ist

r_0 die Kondensationsenthalpie [Wh/kg_w];

x_{ODA} der maximale Außenluftwassergehalt am Gebäudestandort [kg_w/kg_L];

x_{SUP} der Zuluftwassergehalt der Zone n [kg_w/kg_L].

Ein zusätzlicher Leistungsbedarf der Kältemaschine für Sonderkühlzwecke (z. B. für technologischer Kühlwasserbedarf) ist mit einem geeigneten Berechnungsverfahren zu ermitteln und separat zu berücksichtigen.

5.6.3 Bewertung des Handlungsbedarfs

Dieser Abschnitt ist nur bei einer Überprüfung der Kälteanlage bzw. einem System mit Kühlregister zutreffend.

Zur Einschätzung einer Über- oder Unterversorgung einer Kälteversorgungseinheit ist wie folgt vorzugehen:

- 1) Messung der Außenluftvolumenströme in jeder Versorgungseinheit;
- 2) Berechnung der Gesamtkühllast $\dot{Q}_{C,Ges}$ jedes Kälteversorgungsgebietes;
- 3) Berechnung der Kälteleistung $\dot{Q}_{C,outg}$ nach 10.4 (bei luftbasierten Systemen mit den gemessenen Außenluftvolumenströmen) und Feststellung der installierten Leistung der zugehörigen Kälteversorgungseinheit.

Weitere Hinweise zur Bewertung der Unter- oder Überdimensionierung der Kälteerzeugung siehe Anhang E.

Vergleich der Kälteleistung mit der Gebäudekühllast (Tabelle 5).

Tabelle 5 — Bewertung der Gesamtkühllast in Relation zur installierten Kälteleistung

Klasse	Kriterium	Bewertung
K1	$\dot{Q}_{C,outg} < \dot{Q}_{C,Ges}$	weitere Untersuchungen im Hinblick auf Einhaltung der Raumklimaparameter empfohlen
K2	$\dot{Q}_{C,outg} \cong \dot{Q}_{C,Ges}$	keine weiteren Empfehlungen für Maßnahmen
K3	$\dot{Q}_{C,outg} > \dot{Q}_{C,Ges}$	weitere detailliertere Untersuchungen dringend empfohlen (z. B. Kühllastrechnungen, detaillierte Lasterhebungen)

6 Klima- und Behaglichkeitsparameter

6.1 Allgemeines

DIN EN 15251 gibt Empfehlungen, wie die Parameter des Innenraumklimas im Zusammenhang mit energetischen Aspekten dargestellt werden können.

Der Energieverbrauch von Gebäuden hängt in erheblichem Maße von den Anforderungen an das Innenraumklima (Temperatur, Lüftung und Beleuchtung) und den für den Betrieb des Gebäudes geltenden Kriterien ab.

Die DIN EN 15251 legt fest, wie diese Kriterien für die Anlagendimensionierung erstellt und verwendet werden können (ebenso können verwendet werden: DIN EN 16798-3 und bei Bestandsanlagen DIN EN 13779 oder DIN 1946-2). Des Weiteren legt DIN EN 15251 die Hauptparameter fest, die als Eingangswerte für die Gebäudeenergieberechnung und die Langzeitbewertung des Innenraumklimas verwendet werden können und benennt Parameter, die zur Überwachung des Innenraumklimas entsprechend der europäischen Gebäudeenergieeffizienzrichtlinie zu verwenden sind.

Wichtig ist in diesem Zusammenhang, dass DIN EN 15251 hierzu keine verbindlichen Aussagen trifft, da die einzuhaltenden Randbedingungen lediglich beispielhaft dargestellt sind. Nationale Normen und Vorschriften haben Vorrang. Sie entbinden den Inspekteur jedoch nicht von der Pflicht, diese Randbedingungen zu definieren.

Im Rahmen der Energetischen Inspektion muss das Innenraum Soll-Klima (siehe 6.2) festgestellt werden und mit dem tatsächlich erreichten oder eingestellten Ist-Klima (siehe 6.3) verglichen werden. Aus den festgestellten Unterschieden kann ein Handlungsbedarf oder Verbesserungsbedarf abgeleitet werden.

6.2 Festlegung der Raumklimaparameter (Soll-Klima)

6.2.1 Außenluftvolumenstrom

Die für die jeweilige Nutzung notwendigen Außenluftvolumenströme sind nach den anzuwendenden Rechtsvorschriften, Normen und Richtlinien (z. B. Arbeitsstätten, DIN EN 15251 und DIN EN 16798-3) festzulegen. Soweit keine speziellen Anforderungen gestellt werden ist die Klasse II nach DIN EN 15251 anzusetzen.

6.2.2 Raumtemperatur

Der Nutzer erwartet, dass die Raumtemperaturen in der Heiz- und Kühlperiode innerhalb bestimmter Grenzwerte bleiben. Für die Bewertung wird die operative Raumtemperatur (gefühlte Temperatur) verwendet, die sich aus der Raumlufthtemperatur und der Temperatur der Umschließungsflächen zusammensetzt. Abweichungen sind in DIN EN 15251 definiert. Es ist jedoch auch möglich, sich auf die Raumlufthtemperatur zu beziehen.

Nicht alle Nutzer fühlen sich bei den gleichen Raumtemperaturen behaglich. Individuelle Eigenschaften, Bekleidung und die Aktivität haben einen wesentlichen Einfluss auf die bevorzugte Raumtemperatur. Raumkonditionierungssysteme können in Abhängigkeit von der Anlagentechnik und der Raumgestaltung eine individuelle Raumtemperaturregelung innerhalb gewisser Grenzen sicherstellen. Dies gilt jedoch nur sehr begrenzt für Nutzungseinheiten, in denen sich mehrere Personen gleichzeitig aufhalten, die unterschiedliche Temperaturanforderungen stellen.

6.2.3 Raumlufthfeuchte

Die Raumlufthfeuchte ist als Behaglichkeitsparameter derzeit noch nicht so exakt definiert wie die Raumtemperatur. Trotzdem erwarten die Nutzer, dass sich die Raumlufthfeuchtigkeit innerhalb gewisser Grenzen einstellt.

6.3 Festlegung der Raumklimaparameter (Ist-Klima)

6.3.1 Außenluftvolumenstrom

Der Außenluftvolumenstrom am RLT-Zentralgerät (9.1) ist in Bezug zur jeweilig versorgten Fläche, zur Nutzungsart und zur Personenanzahl zu setzen. Diese sind aus den Gebäudedaten und aus Befragungen des Betriebspersonals zu erheben und auf Plausibilität zu prüfen. Bestehende allgemein anerkannte Regeln der Technik sind zu beachten (z. B.: Küchenlüftung, Laborlüftung).

6.3.2 Raumtemperatur

Die vorherrschenden Raumtemperaturen in ausgewählten Räumen sind anhand von Aufzeichnungen der Gebäudeleittechnik oder durch Befragungen auszuwerten. Wenn Messungen vorliegen, können diese verwendet werden.

Es ist normalerweise nicht notwendig im Rahmen der Energetischen Inspektion Messungen durchzuführen, da die klimatischen Randbedingungen nicht entsprechend planbar sind und derartige Messungen zeitlich aufwändig sind. Im konkreten Fall können Messungen als ergänzende Leistung zielführend sein.

6.3.3 Raumluftheuchte

Analog zur Verfahrensweise in 6.3.2.

7 Betriebszeiten und Regelung

7.1 Allgemeines

Die Funktion der Regelung hat einen wesentlichen Einfluss auf die Energieeffizienz der Klimaanlage. Im Rahmen der Energetischen Inspektion muss festgestellt werden, ob die Regel- und Stellglieder sowie die Sensoren gewartet werden. Ergänzend müssen durch Plausibilitätsprüfungen insbesondere die Funktion der in Abschnitt 6 beschriebenen Parameter überprüft und ggf. Verbesserungspotentiale aufgezeigt werden.

7.2 Betriebszeiten

Stichprobenhaft sind die eingestellten Betriebszeiten der RLT-Anlagen und der Klimakälteerzeugung zu überprüfen und mit dem notwendigen Bedarf bzw. den Bedarfszeiten abzugleichen. Hierzu sind ggf. Befragungen des zuständigen Betreiberpersonals mit Zugriffsrechten auf die Gebäudeautomation durchzuführen und die Aussagen auf Plausibilität zu prüfen.

7.3 Sollwerte RLT

Für jede RLT-Anlage ist die Regelung im Rahmen der Begehung auf mögliche Fehlfunktionen zu überprüfen. Hierzu sind stichprobenhaft im RLT-Gerät die Luftkonditionen festzustellen (vorhandene Anzeigewerte) und mit den Ventil- und Klappenstellungen zu vergleichen. Mögliche Verbesserungspotenziale sind im Inspektionsbericht aufzuzeigen.

Bei RLT-Anlagen, die dazu bestimmt sind, die Raumluftheuchte unmittelbar zu verändern, ist das Vorhandensein selbsttätig wirkender Regeleinrichtungen zu prüfen, welche eine getrennte Vorgabe der Sollwerte für Be- und Entfeuchtung ermöglichen müssen und bei denen als Führungsgröße mindestens die direkt gemessene Zu- oder Abluftheuchte dient. Sind solche Einrichtungen nicht vorhanden, müssen Sie ggf. in den energiesparrechtlich vorgeschriebenen Zeiträumen nachgerüstet werden.

7.4 Luftvolumenstromregelung

Im Zusammenhang mit den Betriebszeiten nach 7.2 und den festgestellten Raumklimaparametern nach Abschnitt 6 ist zu prüfen, ob eine variable (Absenkbetrieb) oder bedarfsgeregelte Luftvolumenstromregelung möglich ist. Entsprechende Empfehlungen sind im Inspektionsbericht festzuhalten.

7.5 Betriebsmodi

Für jede RLT-Anlage sind die existierenden Betriebsmodi (z. B. Normalbetrieb, Nachtkühlbetrieb, Zyklisches Schalten, Gleitendes Schalten, Spülbetrieb, Stützbetrieb, Energierückgewinnung, Gleitende Sollwerte) zu erfassen.

Die Betriebsmodi sind unter Berücksichtigung betrieblicher und sicherheitsrelevanter Aspekte auf Ihre Relevanz zu überprüfen und Empfehlungen für die Optimierung der Einstellparameter zu erstellen. Ggf. ist die Streichung existierender bzw. Einrichtung neuer Betriebsmodi zu empfehlen.

8 Luftleitungsnetz

8.1 Dichtheit des Luftleitungsnetzes

Die Dichtigkeit von Luftleitungsnetzen ist visuell bzw. akustisch im zugänglichen Bereich (Sichtinstallation) zu prüfen.

Sind erhebliche Leckagen (Schmutzfahnen, mechanische Beschädigungen, Strömungsgeräusche, detektierbarer Luftzug, Montagefehler) feststellbar, sind im Rahmen der Inspektion Vorschläge für eine Verbesserung der Dichtigkeit zu machen und im Bericht zu dokumentieren.

Für die Bewertung und Ausarbeitung von Verbesserungsvorschlägen kann auf vorhandene Abnahmeprotokolle von der Inbetriebnahme zurückgegriffen werden, sofern eine Dichtheitsprüfung durchgeführt wurde. Wurden keine Anlagenänderungen vorgenommen, kann für die weitere Bewertung die bei der Anlagenabnahme ermittelte Dichtheitsklasse bzw. die Lecklufrate direkt angesetzt werden.

In Anlehnung an DIN EN 15242 sind folgende Kennwerte (Tabelle 6) bzw. bei unbekannter Dichtheitsklasse der Standardwert anzusetzen.

Tabelle 6 — Leckagefaktor

Klasse		Verlust/Luftvolumenstrom	Faktor c_{leak}
Komponentennormen	EN 16798-3		
Standardwert = $2,5 \times$ Klasse A	$2,5 \times$ ATC 5	0,15	1,15
Klasse A	ATC 4	0,06	1,06
Klasse B	ATC 3	0,02	1,02
Klasse C oder besser	ATC 3 oder besser	0,00	1,00

Zur Ermittlung des Energiekennwertes unter Berücksichtigung der Leckageverluste wird der Energiekennwert E_{RLT} nach 8.2 mit dem Leckagefaktor korrigiert.

$$E_{\text{RLT,leak}} = E_{\text{RLT}} \cdot c_{\text{leak}}$$

Dabei ist

$E_{\text{RLT,leak}}$ der Energiekennwert des RLT-Gerätes mit Leckageverlusten;

c_{leak} der Leckagefaktor.