

DIN EN 14750



ICS 13.040.20; 45.140

Entwurf

Einsprüche bis 2022-11-30
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 14750-1:2006-08 und
DIN EN 14750-2:2006-08

**Bahnanwendungen –
Luftbehandlung in Schienenfahrzeugen des städtischen, Vorort- und
Regionalverkehrs –
Behaglichkeitsparameter und Typprüfungen;
Deutsche und Englische Fassung prEN 14750:2022**

Railway applications –
Air conditioning for urban, suburban and regional rolling stock –
Comfort parameters and type tests;
German and English version prEN 14750:2022

Applications ferroviaires –
Conditionnement de l'air pour matériel roulant urbain, banlieue et régionaux –
Paramètres de bien-être et essais de type;
Version allemande et anglaise prEN 14750:2022

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2022-09-30 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an fsf@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF), Rolandstr. 4, 34131 Kassel.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 240 Seiten

DIN-Normenausschuss Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 14750:2022) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 256 „Eisenbahnwesen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

Für die deutsche Mitarbeit ist der Arbeitsausschuss NA 087-00-07 AA „Heizung, Lüftung, Klima“ im DIN-Normenausschuss Fahrweg und Schienenfahrzeuge (FSF) verantwortlich.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 14750-1:2006-08 und DIN EN 14750-2:2006-08 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Schaffung von 3 Fahrzeugkategorien (Stadt-, Vorstadt- und Regionalverkehr), um die entsprechenden Leistungen zu definieren;
- b) Definition des normalen und extremen Bereichs der Außentemperatur mit den entsprechenden Leistungen;
- c) Verwendung eines Indexes (Behaglichkeitsstufe), um einen globalen Überblick über die klimatische Behaglichkeit zu geben;
- d) Verbesserung des Validierungsprozesses durch neue Regelversuche. Der Zweck ist die Überprüfung der Regulierung des Systems;
- e) Einführung des Prozesses der Validierung der Klimabehaglichkeitsparameter mit Hilfe Simulationen.

<i>Titel de:</i>	Bahnanwendungen — Luftbehandlung in Schienenfahrzeugen des städtischen-, Vorort- und Regionalverkehrs — Behaglichkeitsparameter und Typprüfungen
<i>Titel en:</i>	Railway applications — Air conditioning for urban, suburban and regional rolling stock — Comfort parameters and type tests
<i>Titel fr:</i>	Applications ferroviaires — Conditionnement de l'air pour matériel roulant urbain, banlieue et régionaux — Paramètres de bien-être et essais de type

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	7
4 Parameterauswahl	11
5 Fahrzeugkategorien	11
6 Behaglichkeitsparameter	13
7 Qualitätsstufen	13
8 Außenbedingungen	14
8.1 Allgemeines	14
8.2 Mittelwert der Außentemperatur mit Behaglichkeitskriterien	14
8.3 Mittelwert der Außentemperatur mit Funktionskriterien	15
9 Leistungsfähigkeit der Heiz- und Kühleinrichtungen	16
9.1 Bemessungsfahrgastlast	16
9.2 Heizung	16
9.3 Vorheizen	16
9.4 Kühlung	16
9.5 Vorkühlen	17
9.6 Stand-by-Betrieb	17
10 Regelung	17
10.1 Allgemeines	17
10.2 Sollwert der Raumtemperatur (T_{ic})	18
10.3 Sollwert der Raumtemperatur (T_{ic}) für Fahrzeuge ohne Kühlung	18
11 Einzuhaltende Behaglichkeitsbedingungen	18
11.1 Anforderungen für die Behaglichkeitszone	18
11.1.1 Regelqualität für Prüfungen im Beharrungszustand	18
11.1.2 Qualität der Regelung für Regelversuche	22
11.1.3 Horizontaler Bereich der Extremwerte der Raumlufthtemperaturen (ΔT_H)	24
11.1.4 Vertikaler Bereich der Extremwerte der Raumlufthtemperaturen (ΔT_V)	25
11.1.5 Temperaturen der Oberflächen in der Umgebung der Behaglichkeitszone	25
11.1.6 Relative Feuchte für Fahrzeuge mit klimatechnischen Einrichtungen (RH_{im})	27
11.1.7 Luftgeschwindigkeit (AS)	27
11.2 Anforderungen für Nebenräume ($T_{Position}$)	27
11.3 Luftmenge und -qualität	28
11.3.1 Außen- oder Frischluft	28
11.3.2 Fahrzeuge mit Raucherbereichen	28
11.3.3 Toilette	28
11.3.4 Luftfilter für Partikel	28
12 Zusätzliche Anforderungen	28
12.1 Wärmedurchgangskoeffizient (k)	28
12.1.1 Allgemeines	28

12.1.2	Stillstandskoeffizient k des Fahrzeugs	28
12.2	Kondensation	29
12.3	Türöffnungs-/ -schließsequenzen	29
12.4	Solarfaktor (g) der Fenster	30
12.5	Abdichtung gegen Wasser und Schnee	30
13	Validation	30
13.1	Allgemeines	30
13.2	Versuchsreihen	30
13.3	Auswahl der zu prüfenden Wagen	31
13.4	Bewertung von Behaglichkeitskriterien auf Grundlage von Simulationen	31
13.4.1	Einleitung	31
13.4.2	Vergleich zwischen Prüfung und Simulation des Referenzfalls	32
13.4.3	Durch Simulation validierter Triebzug	33
14	Vorversuche	33
15	Lufttechnische Versuche	33
15.1	Allgemeines	33
15.2	Luftvolumenstrom	34
15.3	Darstellung der Richtung des Luftvolumenstroms	34
15.4	Luftgeschwindigkeitsversuche	34
15.4.1	Kritische Luftgeschwindigkeit	34
15.4.2	Messen der Luftgeschwindigkeit	34
16	Klimatechnische Versuche	35
16.1	Allgemeines	35
16.2	Vorheizversuch	35
16.2.1	Versuchsreihe TL1	35
16.2.2	Versuchsreihen TL2 und TL3	35
16.3	Vorkühlversuch - Versuchsreihe TL1	36
16.4	Regelversuch	36
16.5	Versuch im Beharrungszustand	36
16.6	Funktionsversuche bei extremen Außenbedingungen	37
16.7	Ergänzende Versuche	37
16.7.1	Bestimmen des k -Werts	37
16.7.2	Thermographie	41
17	Messverfahren - Messgeräte	41
17.1	Allgemeines	41
17.2	Temperaturen	41
17.2.1	Lufttemperatur	41
17.2.2	Oberflächentemperaturen	42
17.3	Relative Luftfeuchte	42
17.4	Luftgeschwindigkeit	42
17.5	Luftvolumenstrom	42
17.6	Simulierte Fahrzeuggeschwindigkeit	42
17.7	Gleichwertige Leistung der Sonnenstrahlung	42
17.8	Energieverbrauch und elektrische Leistung	42
18	Eigenschaften der Versuchseinrichtungen	42
18.1	Allgemeines	42
18.2	Besetzung	42
18.3	Temperatur und Gleichmäßigkeit der Klimakammer und des Klima-Windkanals	43
18.4	Relative Außenfeuchte	43
18.5	Simulation der Außenluftgeschwindigkeit	43
18.5.1	Stillstandsversuche	43
18.5.2	Dynamische Versuche	44

18.6	Gleichwertige Leistung der Sonnenstrahlung.....	44
18.6.1	Allgemein.....	44
18.6.2	Berechnung der Strahlungsleistung der Sonne.....	44
18.6.3	Fensteranteil	45
18.6.4	Seitenwandanteil.....	45
18.6.5	Dachanteil	45
19	Verteilung der Messpunkte.....	46
19.1	Allgemeines	46
19.2	Messpunkte für Temperaturen im Behaglichkeitsbereich	46
Anhang A (normativ)	Parameterauswahl.....	47
Anhang B (normativ)	Regelkurven für den Sollwert der Raumtemperatur.....	51
Anhang C (normativ)	Zulässige Luftgeschwindigkeit.....	53
Anhang D (normativ)	Maximale relative Raumfeuchte im Behaglichkeitsbereich.....	55
Anhang E (normativ)	Wärmeabgabe eines Menschen	57
Anhang F (normativ)	Außenbedingungen für Klimazonen	60
Anhang G (normativ)	Frischlufstrom	62
G.1	Allgemeines	62
G.2	Fahrzeuge mit klimatechnischer Einrichtung.....	62
G.2.1	Auslegung des Frischlufstroms.....	62
G.2.2	Regelung des Frischlufstroms	62
G.2.3	Freikühlung	63
G.3	Fahrzeuge mit ausschließlich Luftheizung	63
Anhang H (normativ)	Versuchsreihe TL1.....	64
Anhang I (normativ)	Versuchsreihe TL2 und TL3.....	66
Anhang J (normativ)	Gleichwertige Strahlungsleistung der Sonne (Simulation der Sonnenstrahlung)	76
Anhang K (normativ)	Position der Messpunkte zur Bestimmung der mittleren Raumtemperatur im Behaglichkeitsbereich (T_{im}), des horizontalen (ΔT_H) und vertikalen (ΔT_V) Bereichs der extremen Raumlufttemperaturen, der Fußbodenoberflächentemperatur (T_{S_Fl}), der relativen Raumfeuchte (RH_{im}), der CO ₂ - Konzentration im Raum (C_{im}) im Behaglichkeitsbereich und Nebenräumen	77
Anhang L (normativ)	Anordnung der Messpunkte zur Bestimmung der Oberflächentemperaturen	81
L.1	Fußboden (Messung von T_{S_Fl}).....	81
L.2	Fensterscheibe (Messung von $T_{S_Win_Pa}$).....	81
L.3	Seitenwand (Messung von T_{S_Wal}).....	81
L.4	Tür (Messung von T_{S_Do})	81
L.5	Sitz (Messung von T_{S_Seat})	81
Anhang M (normativ)	Position der Sensoren in der Klimakammer.....	84
Anhang N (informativ)	Koeffizient k	88
Anhang O (normativ)	Verfahren zur Berechnung des Behaglichkeitsniveaus CL	89
Anhang P (informativ)	Titel von Anhang A, z. B. Beispiel von einer Tabelle, einem Bild und einer Gleichung	103
Anhang Q (normativ)	Aufbau der Simulation	109

AVA Documents
Document Sharing Hub

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 14750:2022) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 256 „Bahnanwendungen“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN 14750-1:2006 und EN 14750-2:2006 ersetzen.

Im Vergleich zur Vorgängerausgabe wurden folgende technische Änderungen vorgenommen:

- Schaffung von 3 Fahrzeugkategorien (Stadt-, Vorstadt- und Regionalverkehr), um die entsprechenden Leistungen zu definieren.
- Definition des normalen und extremen Bereichs der Außentemperatur mit den entsprechenden Leistungen.
- Verwendung eines Indexes (Behaglichkeitsstufe), um einen globalen Überblick über die klimatische Behaglichkeit zu geben.
- Verbesserung des Validierungsprozesses durch neue Regelversuche. Der Zweck ist die Überprüfung der Regulierung des Systems.
- Einführung des Prozesses der Validierung der Klimabehaglichkeitsparameter mit Hilfe Simulationen.

Dieses Dokument wurde im Rahmen eines Normungsauftrags erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelsassoziation CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EU-Richtlinie(n)/Verordnung(en).

Zum Zusammenhang mit EU-Richtlinie(n)/Verordnung(en) siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieses Dokuments ist.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt thermische Behaglichkeitsparameter für Abteile und Großräume von Schienenfahrzeugen fest. Diese Behaglichkeitsparameter gelten sinngemäß für Räume, die für das Zugbegleitpersonal bestimmt sind.

Dieses Dokument legt zudem Bedingungen, Leistungswerte und Verfahren zur Validierung von Behaglichkeitsparametern für Abteile oder Großräume fest.

Dieses Dokument gilt für städtische Bahnen (U-Bahnen und Straßenbahnen), Vorort- und/oder Regionalbahnen, die mit einer Kühlanlage oder Heizungs-/Lüftungsanlage ausgerüstet sind. Davon ausgenommen sind Fahrzeuge des Fernverkehrs und Führerräume, die Gegenstand besonderer Europäischer Normen sind.

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).

EN ISO 7726:2001, *Umgebungsklima — Instrumente zur Messung physikalischer Größen (ISO 7726:1998)*

ISO 19659-1:2017, *Railway applications — Heating, ventilation and air conditioning systems for rolling stock — Part 1: Terms and definitions*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 19659-1:2017 und die folgenden Begriffe.

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

- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: verfügbar unter <https://www.electropedia.org/>

ANMERKUNG Zu den Abkürzungen siehe den informativen Anhang R.

3.1

klimatechnische Einrichtung

alle Anlagen des HLK-Systems, die zum Erreichen der thermischen Behaglichkeit beitragen

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe ISO 19659-1:2017.

3.2

Sollwert der Raumtemperatur

T_{ic}

Zielwert für die Temperatur der Raumluft

3.3 normaler Sollwert der Raumtemperatur

$T_{ic,0}$

Zielwert für die Temperatur der Raumluft entsprechend der Regelkurve

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe 10.2 und normativer Anhang B.

3.4 Offset zum Sollwert der Raumtemperatur

$T_{ic,Off}$

Anpassung des Sollwerts der Raumtemperatur

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe 10.2.

3.5 mittlere Raumtemperatur

T_{im}

arithmetisches Mittel der Raumtemperaturen einer Behaglichkeitszone, gemessen in 1,10 m Höhe über dem Fußboden, wie im Verfahren im normativen Anhang K festgelegt

3.6 Mittelwert der Außentemperatur

T_{em}

arithmetisches Mittel der Außentemperatur entsprechend dem im normativen Anhang M beschriebenen Messverfahren

3.7 Behaglichkeitsbereich

Bereiche, in denen sich Fahrgäste aufhalten. Nebenräume sind vom Behaglichkeitsbereich ausgeschlossen

Anmerkung 1 zum Begriff: Wenn ein Durchgang dafür ausgelegt ist, dass sich Fahrgäste darin aufhalten können, ist er Teil des Behaglichkeitsbereichs.

3.8 Behaglichkeitszone

Teilmenge des Behaglichkeitsbereichs eines Wagens, die durch eine Trennwand, einen Vorraum, eine Innentür, eine Treppe oder einen Durchgang begrenzt ist, mit einer Gesamthöhendifferenz von mindestens 0,3 m.

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine Straßenbahn gilt als eine Behaglichkeitszone.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Behaglichkeitszone wird in Unterzonen unterteilt, um die Lage der Messpunkte festzulegen (siehe normativen Anhang K).

3.9 Nebenräume

Bereiche, in denen sich Fahrgäste kurz aufhalten oder durch die sie sich bewegen

Anmerkung 1 zum Begriff: Wenn ein Durchgang durch zwei Türen geschlossen ist, gilt er nicht als Nebenraum und es wird kein Behaglichkeitskriterium angewendet.

Anmerkung 2 zum Begriff: Beispiele für Nebenräume: Toilettenraum (WC), Wickelraum, Gänge, Vorraum.

Anmerkung 3 zum Begriff: Für Mehrzweckbereiche muss die Einstufung als Behaglichkeitszone oder Nebenraum vereinbart werden.

3.10

Wärmedurchgangskoeffizient

k

Quotient aus dem Wärmestrom je Flächeneinheit und der Differenz der Bezugstemperaturen (T_{im}) und (T_{em}) jener Bereiche der Fahrzeuge, die durch die betreffenden Wandflächen getrennt sind

Anmerkung 1 zum Begriff: Der k -Wert berücksichtigt die Wirksamkeit der Wärmedämmung der Außenflächen und den Einfluss des Eindringens von Luft infolge von Undichtigkeiten des Fahrzeugs bei Fahrt (Türen, Fenster, verschiedene Öffnungen) und bezieht sich auf das gesamte Fahrzeug oder auf Teile eines solchen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Dieser Wert wird in $W/(m^2K)$ ausgedrückt.

3.11

gleichwertige Strahlungsleistung der Sonne

gesamte Strahlungsleistung, bezogen auf eine normal zur Einstrahlungsrichtung liegende Fläche von 1 m^2 . Die Strahlung wird von einer Lichtquelle (gleichwertig der natürlichen Sonnenstrahlung) in einem Winkel von 30° zur Horizontalen abgegeben

3.12

Stand-by-Betrieb

Betriebsart, unter der ein vorher festgesetzter Raumtemperaturbereich während nicht-betrieblicher Aktivität des Fahrzeugs aufrechterhalten wird

3.13

maximale Fahrgastbesetzung

Anzahl der Fahrgäste, die zur Auslegung der klimatechnischen Einrichtung herangezogen wird

3.14

Freikühlung

Bereitstellung von Kühlung durch Frischluft

3.15

Vorraum

Bereich mit mindestens einer Außentür, der vom Behaglichkeitsbereich durch Innentür(en), volle Trennwand(en), Stufe(n) oder eine Rampe mit einem Gesamthöhenunterschied von mindestens $0,3\text{ m}$ und ohne fest eingebaute Sitzplätze getrennt ist.

3.16

Fahrzeug- CO_2 -Konzentration

C_{im}

arithmetischer Mittelwert der CO_2 -Konzentration in einem Raum, der in der Mitte jeder Unterzone jeder Behaglichkeitszone und in einer Höhe von $1,7\text{ m}$ gemessen wird.

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe normativer Anhang K.

3.17

Klimazone

klimatische Bedingungen, die für die Auslegung des HLK-Systems verwendet werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe 8.1, 8.2 und 8.3 für die Definition der Konstruktion und der extremen Bedingungen.

3.18

absolute Raumfeuchte

x_{im}
arithmetischer Mittelwert der absoluten Feuchte, berechnet mit der lokalen relativen Feuchte und der entsprechenden Temperatur der Behaglichkeitszone, gemessen in 1,10 m über dem Fußboden, wie im normativen Anhang K festgelegt

3.19

relative Raumfeuchte

RH_{im}
relative Raumfeuchte, berechnet mit der mittleren Raumtemperatur (T_{im}) und der absoluten Raumfeuchte (x_{im}) je Behaglichkeitszone

3.20

absolute Außenfeuchte

x_{em}
arithmetischer Mittelwert der absoluten Feuchte, berechnet mit der lokalen relativen Feuchte und der entsprechenden Temperatur, wie im normativen Anhang M festgelegt

3.21

relative Außenfeuchte

RH_{em}
relative Außenfeuchte, berechnet mit der mittleren Außentemperatur (T_{em}) und der absoluten Außenfeuchte (x_{em})

3.22

Unterzone

Teil der Behaglichkeitszone, in der die Prüfsensoren angebracht werden

3.23

mittlere Luftgeschwindigkeit der Fahrzeugumströmung

arithmetischer Mittelwert der an sechs Punkten (siehe normativer Anhang M) außerhalb des Fahrzeugs in einem Abstand von 0,1 m von der Wand des Fahrzeugs gemessenen Luftgeschwindigkeit. Die mittlere Luftgeschwindigkeit der Fahrzeugumströmung wird für Messungen im Stillstand verwendet.

3.24

mittlere Luftgeschwindigkeit der Raumluchtströmung

arithmetischer Mittelwert der an sechs Punkten im Inneren des Fahrzeugs in einem Abstand von 0,1 m von der Wand des Fahrzeugs gemessenen Luftgeschwindigkeit

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe normativer Anhang M.

3.25

mittlere Raumtemperatur im Fahrzeug

T_{iv}
arithmetischer Mittelwert aller Raumtemperaturen der verschiedenen Behaglichkeitszonen des Fahrzeugs, gemessen in 1,10 m Höhe über dem Fußboden, wie im Verfahren im normativen Anhang K festgelegt

3.26

absolute Raumfeuchte im Fahrzeug

x_{iv}
arithmetischer Mittelwert der absoluten Feuchte, berechnet mit der lokalen relativen Feuchte in allen verschiedenen Behaglichkeitszonen des Fahrzeugs und der entsprechenden Temperatur, gemessen in 1,10 m Höhe über dem Fußboden, wie im normativen Anhang K festgelegt

3.27

relative Raumfeuchte im Fahrzeug

RH_{iv}

relative Raumfeuchte, berechnet mit der mittleren Raumtemperatur (T_{iv}) und der absoluten Raumfeuchte (x_{iv})

3.28

Einschwingzeit

t_{cs}

maximal erlaubte Zeit bis zum Erreichen des stabilen Zustands nach Änderung der Sollwerttemperatur T_{ic}

4 Parameterauswahl

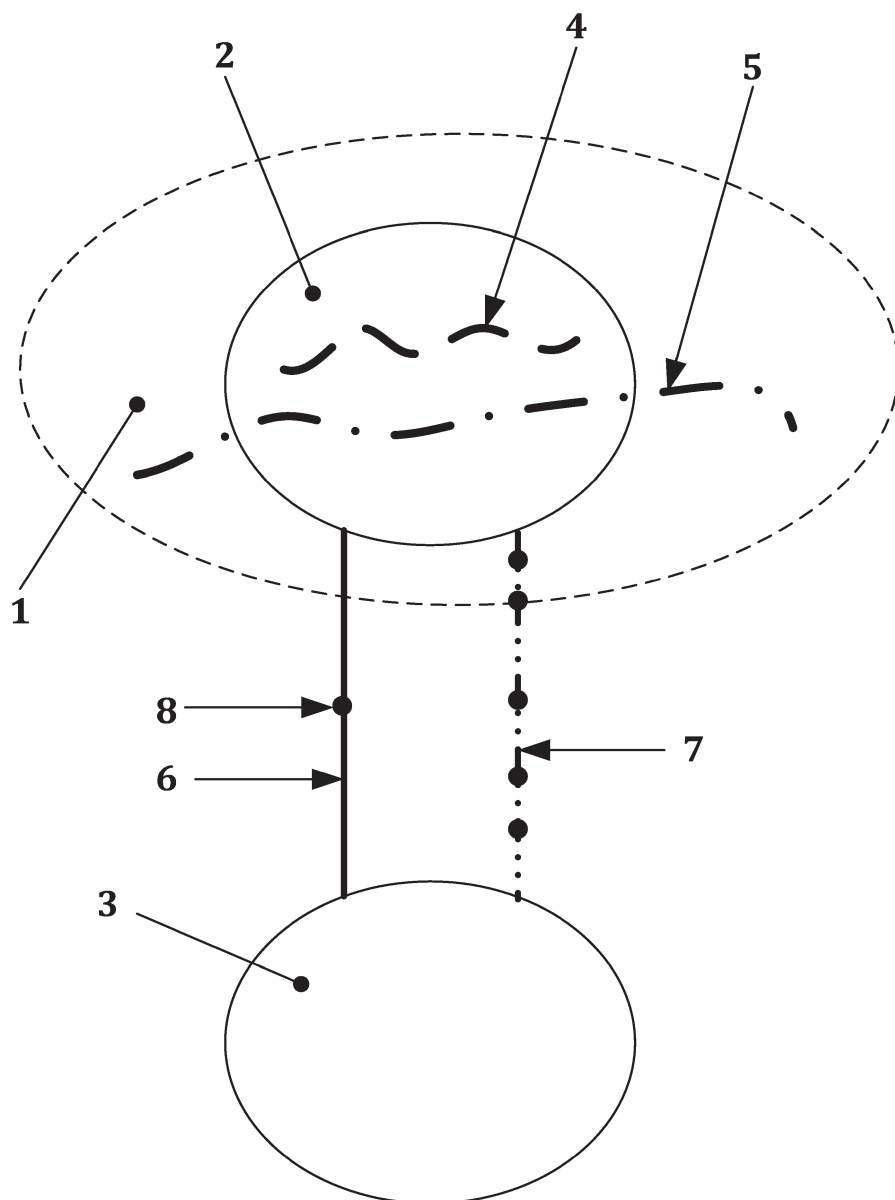
Tabelle A.1 muss ausgefüllt werden, um alle für die Anwendung dieses Dokuments erforderlichen Parameter festzulegen.

5 Fahrzeugkategorien

In der vertraglichen Spezifikation müssen das Betriebsszenario und die Fahrzeugkategorie angegeben werden (siehe normativen Anhang A).

Die Kriterien für die Klassifizierung eines Fahrzeugs hinsichtlich der thermischen Behaglichkeit sind in Bild 1 und in Tabelle 1 dargestellt. Die Grenzwerte der relevanten Behaglichkeitsparameter sind je nach Fahrzeugkategorie unterschiedlich.

- Innenstadt (Kategorie U): Züge, die innerhalb der Stadt verkehren (z. B. Straßenbahn, U-Bahn).
- Vorstadt (Kategorie S): Züge, die innerhalb und in der Umgebung der Stadt verkehren.
- Regional (Kategorie R): Züge, die zwischen Städten mit Zwischenhaltestellen verkehren.
- Hauptstrecke/Fernverkehr: Züge, die üblicherweise ohne Zwischenhaltestellen zwischen Städten verkehren.



Legende

- 1 Vorstädte
- 2 Stadt 1
- 3 Stadt 2
- 4 Innenstadt
- 5 Vorstadt
- 6 Regional
- 7 Fernverkehr
- 8 Haltestellen

Bild 1 — Typische Betriebsbereiche von Zügen

Tabelle 1 — Fahrzeugkategorien für den Fahrgastbereich

Durchschnittliche oder typische Werte	Innenstadt	Vorstadt	Regional	Fernverkehr
Standard	EN 14750 Kategorie U	EN 14750 Kategorie S	EN 14750 Kategorie R	EN 13129
Typische Zeit zwischen den Halten	< 3 min	< 10 min	5–30 min	> 30 min
Typische maximale Fahrgastbesetzung	Sitzend + 2 F/m ²	Sitzend + 2 F/m ²	Sitzend	Sitzend
Typische Wahrscheinlichkeit des Entfernens der Bekleidung zur Anpassung an die thermischen Bedingungen	Niedrig	Niedrig	Mittel	Hoch

Wenn der Betrieb des Fahrzeugs in mehr als einer Kategorie vorgesehen ist, wird empfohlen, die am besten geeignete Kategorie der thermischen Behaglichkeit zu wählen.

Die Fähigkeit, thermische Behaglichkeit zu erreichen, hängt von der Art des Zuges ab. Es sollte berücksichtigt werden, dass es unter Umständen nicht praktikabel ist, einen Wert für die thermische Behaglichkeit einer Fahrzeugkategorie auf eine andere Fahrzeugkategorie zu übertragen. So wäre es zum Beispiel eher unpraktisch, in einem U-Bahn-Zug thermische Behaglichkeit auf dem Niveau eines Fernverkehrszugs sicherzustellen.

6 Behaglichkeitsparameter

Im gewöhnlichen Fahrgastbetrieb wird die Behaglichkeit anhand der folgenden Raumklimaparameter bewertet:

- Lufttemperatur;
- Luftgeschwindigkeit;
- relative Luftfeuchte;
- Oberflächentemperatur.

als Funktion des Wärmeaustauschs zwischen dem Raumklima und einer sitzenden oder stehenden Person, die im Normalfall nach Bild E.1 gekleidet ist, als Funktion der klimatischen Bedingungen außerhalb des Fahrzeugs, die einen indirekten Einfluss haben.

Das minimale Behaglichkeitsniveau für jede einzelne Prüfung und für jeden anzuwendenden Wagen sollte in der vertraglichen Spezifikation festgelegt werden. Liegt eine solche Definition nicht vor, müssen mindestens 85 % erreicht werden.

7 Qualitätsstufen

Die Bewertung der Behaglichkeitsparameter erfolgt anhand der Qualitätsstufen q_1 und q_2 .

ANMERKUNG Diese Qualitätsstufen sind für die normalen und erweiterten Bereiche auf Grundlage des Mittelwerts der Außentemperatur definiert.

Die Qualitätsstufen (normal oder erweitert) sind in Abhängigkeit vom Mittelwert der Außentemperatur (T_{em}) nach Tabelle 2 und Tabelle 3 definiert.

8 Außenbedingungen

8.1 Allgemeines

Es muss eine Klimazone für den Winter und eine Klimazone für den Sommer aus Tabelle F.1 und Tabelle F.3 ausgewählt werden. Die Auswahl sollte auf Grundlage der lokalen klimatischen Bedingungen erfolgen, in denen das System betrieben werden sollte, und in der vertraglichen Spezifikation angegeben werden.

ANMERKUNG Um die geeignete Klimazone auszuwählen, können auch lokale Klimadatenbanken wie z. B. ASHRAE herangezogen werden.

Die am besten geeignete Klimazone sollte ausgewählt werden, um eine Übergröße des HLK-Systems zu vermeiden.

Für den Tunnelbetrieb (keine Sonneneinstrahlung) müssen der Mittelwert der Außentemperatur und die entsprechende relative Außenfeuchte in der vertraglichen Spezifikation angegeben werden.

Die extremen Außenbedingungen für den Winter (Tabelle F.2) müssen mit der aus Tabelle F.1 ausgewählten Klimazone übereinstimmen.

Die extremen Außenbedingungen für den Sommer (Tabelle F.4) und die Betriebsgrenzen für den Sommer (Tabelle F.5) müssen mit der aus Tabelle F.3 ausgewählten Klimazone übereinstimmen.

Die thermischen Auswirkungen des Zuges oder/und der Infrastrukturen auf das HLK-System müssen berücksichtigt werden.

Die thermischen Auswirkungen des HLK-Systems auf andere Einrichtungen des Zuges müssen berücksichtigt werden.

8.2 Mittelwert der Außentemperatur mit Behaglichkeitskriterien

Die Behaglichkeitsparameter müssen innerhalb des Bereichs der Außenbedingungen der ausgewählten Klimazonen unter Berücksichtigung der in Abschnitt 9 definierten Leistungsgrenzen erfüllt werden.

Der normale Bereich stellt den am häufigsten vorkommenden Bereich des Mittelwerts der Außentemperatur dar und ist daher von großer Bedeutung für die Behaglichkeitsqualität.

Der erweiterte Bereich gilt für extremere Außenbedingungen, die nicht so häufig auftreten und bei denen eine leichte Abnahme der thermischen Behaglichkeit hinnehmbar ist.

Tabelle 2 — Mittelwert der Außentemperatur für den Winter

Zone (Winter)	Normaler Bereich °C	Erweiterter Bereich °C
LW.1	$T_{em} \geq 5$	$0 \leq T_{em} < 5$
LW.2	$T_{em} \geq 0$	$-10 \leq T_{em} < 0$
LW.3	$T_{em} \geq -10$	$-20 \leq T_{em} < -10$
LW.4	$T_{em} \geq -15$	$-30 \leq T_{em} < -15$
LW.5	$T_{em} \geq -20$	$-40 \leq T_{em} < -20$

Tabelle 3 — Mittelwert der Außentemperatur für den Sommer

Zone (Sommer)	Normaler Bereich °C	Erweiterter Bereich °C
LS.1	$T_{em} \leq 35$	$35 < T_{em} \leq 40$
LS.2	$T_{em} \leq 28$	$28 < T_{em} \leq 35$
LS.3	$T_{em} \leq 26$	$26 < T_{em} \leq 32$
LS.4	$T_{em} \leq 22$	$22 < T_{em} \leq 28$

8.3 Mittelwert der Außentemperatur mit Funktionskriterien

Bis zu der in Tabelle F.2 angegebenen Temperatur muss das HLK-System in der Lage sein, im gleichen Funktionszustand ohne aktive Leistungsreduzierung wie für den Auslegungspunkt im Heizbetrieb zu arbeiten oder die gleiche Heizleistung zu erbringen, wie sie für den Auslegungspunkt im Heizbetrieb erforderlich ist.

ANMERKUNG 1 Die in Abschnitt 11 definierten Raumbedingungen müssen unter diesen extremen Bedingungen nicht eingehalten werden.

Das HLK-System muss in der Lage sein, bis zu den in Tabelle F.4 angegebenen Bedingungen mindestens im gleichen Funktionszustand ohne aktive Leistungsreduzierung wie für den Auslegungspunkt im Kühlbetrieb weiter zu arbeiten.

ANMERKUNG 2 Aktive Leistungsreduzierung könnte zum Beispiel die Verwendung eines Heißgas-Bypasses, die Reduzierung der Netzfrequenz oder die Reduzierung des Zuluftvolumenstroms sein.

ANMERKUNG 3 Es ist zulässig, den Zuluftvolumenstrom oder den Luftstrom des Kondensators zu erhöhen.

Das HLK-System muss auch weiterhin mindestens im reduzierten Kühlbetrieb bis zu den in Tabelle F.5 angegebenen Bedingungen arbeiten.

ANMERKUNG 4 Der reduzierte Kühlbetrieb ist z. B. ein Betrieb mit Heißgas-Bypass, Reduzierung der Netzfrequenz, Reduzierung des Zuluftvolumenstroms.

9 Leistungsfähigkeit der Heiz- und Kühleinrichtungen

9.1 Bemessungsfahrgastlast

Für die Kategorie R (siehe Abschnitt 5) entspricht diese Fahrgastlast einer Situation, bei der alle Sitze besetzt sind, einschließlich Klappsitze und Rollstühle.

Für die Kategorie S und U (siehe Abschnitt 5) entspricht diese Fahrgastlast einer Situation, bei der alle Sitze besetzt sind (ausgenommen Klappsitze und Rollstühle) sowie 2 Fahrgästen/m² in den Stehplatzflächen.

9.2 Heizung

Beim Mittelwert der Außentemperatur für die Klimazone (Tabelle F.1), bei der maximalen Betriebsgeschwindigkeit des Fahrzeugs, ohne Sonneneinstrahlung und mit der anspruchsvollsten Kombination von Besetzung und entsprechendem Frischluftstrom (siehe normativen Anhang G) für die Heizleistung muss die mittlere Raumtemperatur (T_{iv}) im Behaglichkeitsbereich mindestens +18 °C für Fahrzeuge der Kategorie R, +15 °C für Fahrzeuge der Kategorie S und +10 °C für Fahrzeuge der Kategorie U betragen.

Wenn im normativen Anhang A andere Bedingungen angegeben sind (z. B. Tunnel), müssen diese auch bei der Auslegung und Prüfung der climatechnischen Einrichtung berücksichtigt werden.

9.3 Vorheizen

Die Bedingungen für das Vorheizen und die Leistung sollten in der vertraglichen Spezifikation festgelegt werden.

Die Bedingungen und Leistungen für das Vorheizen sind: maximale verfügbare elektrische Leistung bei Nennspannung, Mittelwert der Außentemperatur, mittlere Raumtemperatur beim Start, mittlere Raumtemperatur, die innerhalb der maximalen Vorheizzeit erreicht werden muss (die Zeit beginnt, wenn der Zug eingeschaltet wird). Es wird empfohlen, die in 9.2 festgelegte Heizleistung nicht zu überschreiten.

ANMERKUNG Fehlt eine der oben genannten Spezifikationen, richtet sich die Vorheizzeit nach der in 9.2 festgelegten Leistung. In diesem Fall wird empfohlen, einen Wert T_{im} von $T_{ic} - 2$ K zu verwenden, um die Vorheizung zu stoppen. Wenn das System nicht in der Lage ist, diese Raumtemperatur zu erreichen, wird die Prüfung der Vorheizung abgebrochen, wenn die mittlere Raumtemperatur innerhalb von 30 min nicht um mehr als 0,5 K ansteigt.

9.4 Kühlung

Beim Mittelwert der Außentemperatur für die Klimazone (Tabelle F.3), einschließlich Sonneneinstrahlung, bei stillstehendem Fahrzeug, bei geschlossenen Türen und Fenstern, bei maximaler Fahrgastbesetzung (siehe Begriff 3.13 und 9.1) und minimalem Frischluftstrom nach Tabelle G.1, muss die mittlere Raumtemperatur (T_{iv}) des Fahrzeugs kleiner oder gleich den Werten in Tabelle 4 sein.

Die relative Raumfeuchte des Fahrzeugs (RH_{iv}), die der Temperatur T_{iv} entspricht, muss kleiner oder gleich dem entsprechenden Wert der in Bild D.1 definierten Kurve q_1 sein.

Tabelle 4 — Höchste mittlere Raumtemperatur im Fahrzeug unter Auslegungsbedingungen

Zone (Sommer)	Kategorie R	Kategorie S	Kategorie U
LS.1	+27 °C	+30 °C	+32 °C
LS.2	+27 °C	+30 °C	+32 °C
LS.3	+26 °C	+28 °C	+31 °C
LS.4	+25 °C	+26 °C	+29 °C

Wenn im normativen Anhang A andere Bedingungen angegeben sind (z. B. Tunnel), müssen diese auch bei der Auslegung und Prüfung der climatechnischen Einrichtung berücksichtigt werden.

9.5 Vorkühlen

Die Vorkühlbedingungen und Leistung sollten in der vertraglichen Spezifikation festgelegt werden.

Die Vorkühlbedingungen und Leistung sind: Verfahren zum Starten der Vorkühlung, maximal verfügbare elektrische Leistung bei Nennspannung, mittlere Außentemperatur und mittlere Raumtemperatur, die innerhalb der maximalen Vorkühlzeit (die Zeit beginnt mit dem Einschalten des Zuges) erreicht werden soll. Es wird empfohlen, die in 9.4 definierte Kühlleistung nicht zu überschreiten.

Liegt keine der oben genannten Spezifikationen vor, hängt die Vorkühlzeit von der in 9.4 definierten Leistung ab. In diesem Fall wird empfohlen, einen Wert T_{im} von $T_{ic} + 2$ K verwenden, um die Vorkühlung zu stoppen. Wenn das System nicht in der Lage ist, diese Raumtemperatur zu erreichen, wird die Prüfung der Vorkühlung abgebrochen, wenn die mittlere Raumtemperatur innerhalb von 30 min nicht um mehr als 0,5 K sinkt.

9.6 Stand-by-Betrieb

Falls ein Stand-by-Betrieb gefordert wird, müssen die Anforderungen und der dies in den vertraglichen Vereinbarungen aufgeführt werden.

Wenn in der vertraglichen Spezifikation keine Angaben zum Stand-by-Betrieb und zur Leistung gemacht werden, muss das System einen Wert T_{im} über +3 °C halten.

Unter Sommerbedingungen wird empfohlen, die Freikühlung anstelle des Kältemittelkreislaufs zu verwenden.

Als Empfehlung für die Kategorie R sollte das System in der Lage sein, T_{im} bei Auslegungsbedingungen im Sommer unter 30 °C aufrechtzuerhalten.

10 Regelung

10.1 Allgemeines

Jedes Fahrzeug ist mit einer Einrichtung zum Regeln auszustatten, die das Einhalten der in dieser Europäischen Norm festgelegten Behaglichkeitsbedingungen erlaubt.

10.2 Sollwert der Raumtemperatur (T_{ic})

Die vertragliche Spezifikation sollte eine Regelkurve für den Sollwert der Raumtemperatur ($T_{ic,0}$), den maximalen Bereich des Offsets von T_{ic} ($T_{ic,Off}$) und dessen Schrittgröße festlegen.

$$T_{ic} = T_{ic,0} + T_{ic,Off} \quad (1)$$

ANMERKUNG 1 Zum Beispiel könnte $T_{ic,Off} \pm 2$ K und die Schrittgröße 0,5 K betragen.

Liegt eine solche Regulierungskurve nicht vor, muss die in Bild B.1 dargestellte Kurve verwendet werden.

Der Kurvenverlauf der Regelung muss den in Abschnitt 9 definierten Leistungsgrenzen folgen. Außerhalb dieser Grenzen sind Temperaturabweichungen erlaubt.

ANMERKUNG 2 Mit der nach diesem Dokument ermittelten Leistung ist das HLK-System nicht immer in der Lage, eine mittlere Raumtemperatur (T_{im}) zu erreichen, die der mittleren Raumtemperatur (T_{ic}) entspricht.

10.3 Sollwert der Raumtemperatur (T_{ic}) für Fahrzeuge ohne Kühlung

Diese Fahrzeuge müssen die Bedingungen nach 10.2 nur soweit erfüllen, wie die Außentemperatur und/oder die inneren Wärmelasten das Einhalten dieser Raumtemperatur zulassen.

11 Einzuhaltende Behaglichkeitsbedingungen

11.1 Anforderungen für die Behaglichkeitszone

11.1.1 Regelqualität für Prüfungen im Beharrungszustand

11.1.1.1 Bereich der mittleren Raumtemperatur (T_{im}) in Bezug auf den Sollwert der Raumtemperatur (T_{ic}) für Prüfungen im Beharrungszustand (ΔT_i)

Innerhalb der in 9.2 und 9.4 definierten Leistungsgrenzen muss die Differenz ΔT_i zwischen der mittleren Raumtemperatur (T_{im}) und dem Sollwert der Raumtemperatur (T_{ic}) innerhalb des Bereichs $\pm q_i$ bleiben. Die Werte von q_i sind in Tabelle 5 festgelegt.

Falls T_{ic} aufgrund der in 9.2 und 9.4 definierten Leistungsgrenzen nicht erreicht wird, wird der für diesen Behaglichkeitsparameter verwendete Gewichtungsfaktor bei der Berechnung des Behaglichkeitsniveaus auf 0 (null) gesetzt (siehe normativer Anhang O).

Tabelle 5 — Qualitätsstufen für den Bereich der mittleren Raumtemperatur unter Berücksichtigung des Sollwerts der Raumtemperatur bei Prüfungen im Beharrungszustand

Parameter	Qualitätsstufen	Kategorie R		Kategorie S		Kategorie U	
		Normaler Bereich	Erweiterter Bereich	Normaler Bereich	Erweiterter Bereich	Normaler Bereich	Erweiterter Bereich
ΔT_i [K]	q_1	1,3	1,3	1,7	1,7	1,7	1,7
	q_2	1,7	1,9	2,2	2,6	2,2	2,6

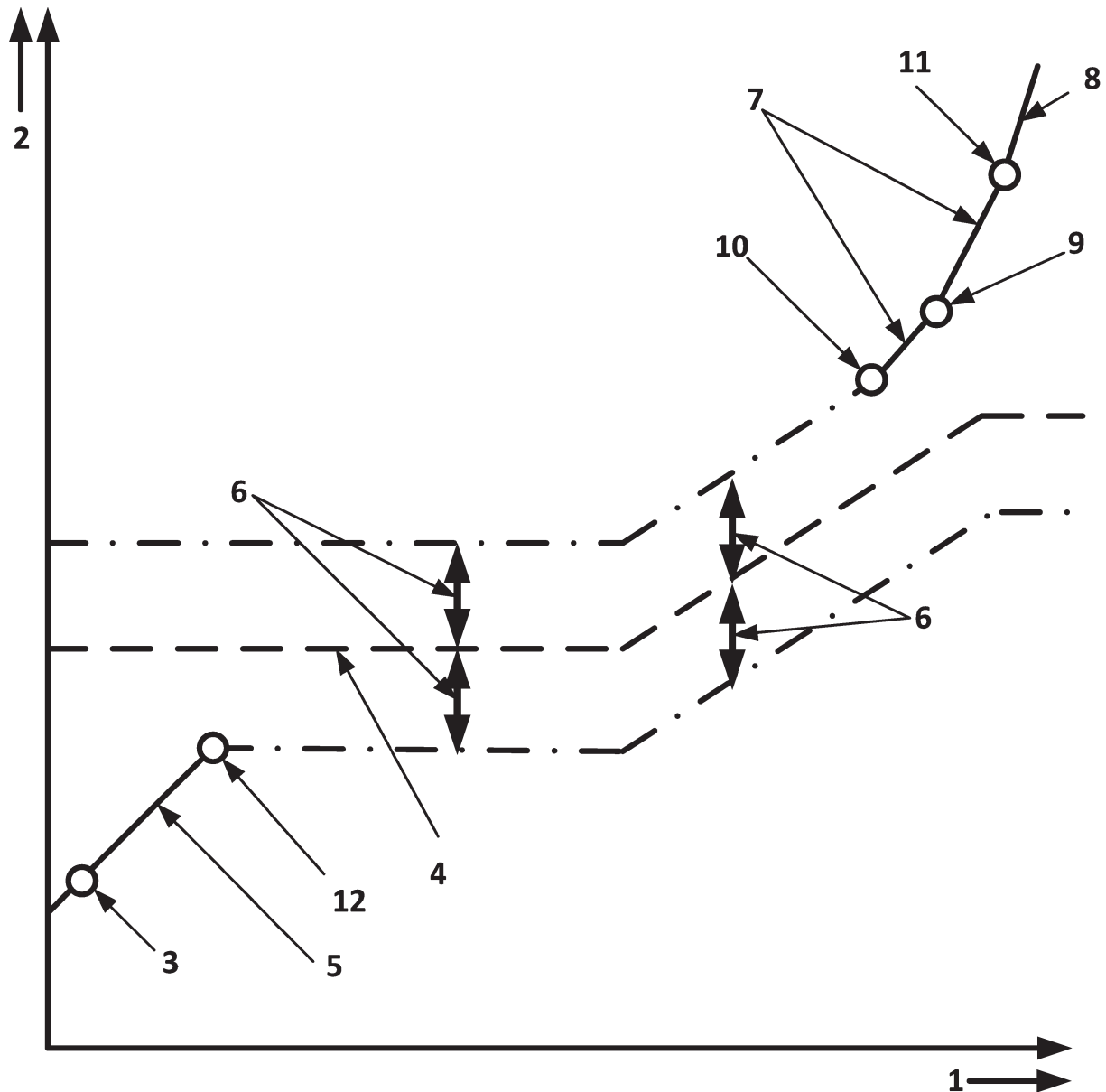
ANMERKUNG Der Sollwert der Raumtemperatur legt nur die Raumtemperatur fest, die das System zu erreichen versucht, jedoch nicht die Heiz- oder Kühlleistung. Die Leistung wird auf Grundlage der Auslegungspunkte in 9.2 für Heizung und in 9.4 Kühlung bestimmt. Die Differenz zwischen der mittleren Raumtemperatur und dem Sollwert der Raumtemperatur darf größer sein als der in 11.1.1.1 festgelegte Wert. Dies wird durch die Begrenzung der Heiz- oder Kühlleistung verursacht. Wenn die Bedingungen (z. B. Sonneneinstrahlung, Anzahl der Fahrgäste, Feuchte, Zuggeschwindigkeit...) weniger anspruchsvoll sind als die Auslegungsbedingungen, entsprechen die Raumtemperaturen besser der Regelkurve. Im Heizbetrieb ist dies zum Beispiel der Fall, wenn die Sonne scheint oder wenn sich Fahrgäste im Fahrzeug befinden; im Kühlbetrieb ist dies der Fall, wenn die Sonneneinstrahlung gering ist oder wenn das Fahrzeug nicht voll besetzt ist.

Bild 2 zeigt den erwarteten Bereich der Raumtemperatur, der erreicht werden kann.

Bei einer Änderung von T_{ic} [Offset von T_{ic} ($T_{ic,Off}$)] ändern sich die Punkte 3 und 9, die Kurven 5 und 7 aus Bild 2 hingegen nicht. Die anderen Zeilen entsprechen der konstanten Abweichung von T_{ic} .

Kurve 7 stellt die maximale Raumtemperatur dar, die bei voller Kühlleistung des HLK-Systems erreicht wird.

Kurve 8 stellt die maximale Raumtemperatur dar, die mit dem HLK-System bei reduzierter Kühlleistung erreicht wird.



Legende

- 1 Mittelwert der Außentemperatur (T_{em})
- 2 Temperatur (Grenzwerte für T_{im} , T_{ic} , T_{iv})
- 3 Auslegungspunkt für Heizung (siehe 9.2)
- 4 Sollwert der Temperatur (T_{ic})
- 5 fester unterer Grenzwert für den anerkannten Wert T_{im}
- 6 maximal zulässige Abweichung von T_{im} im Verhältnis zu T_{ic}
- 7 fester oberer Grenzwert für den anerkannten Wert T_{im} mit HLK-System im vollen Kühlbetrieb
- 8 fester oberer Grenzwert für den anerkannten Wert T_{im} mit HLK-System im reduzierten Kühlbetrieb
- 9 Auslegungspunkt für die Kühlung (siehe 9.4)
- 10 maximaler Mittelwert der Außentemperatur, bei dem das HLK-System in der Lage ist, T_{im} innerhalb der maximal zulässigen Abweichung von T_{im} aufrechtzuerhalten
- 11 maximaler Mittelwert der Außentemperatur, bei dem das HLK-System in der Lage ist, im vollen Kühlbetrieb zu arbeiten
- 12 minimaler Mittelwert der Außentemperatur, bei dem das HLK-System in der Lage ist, T_{im} innerhalb der maximal zulässigen Abweichung von T_{im} aufrechtzuerhalten

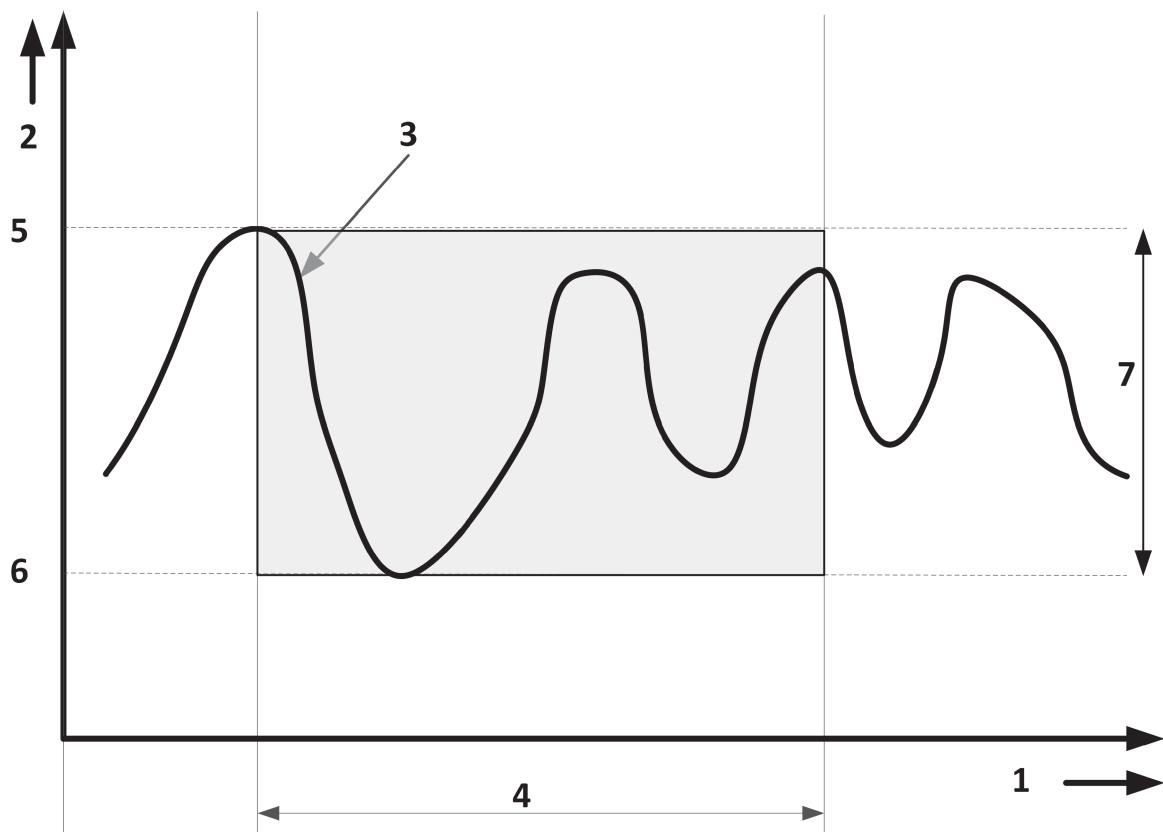
Bild 2 — Erwarteter Bereich der Raumtemperatur

11.1.1.2 Schwankungsbereich der mittleren Raumtemperatur (T_{im}) bei Prüfung im Beharrungszustand (ΔT_{i10})

Innerhalb jedes einzelnen Zeitfensters von 10 min während der 30-minütigen Auswertung der Behaglichkeitsparameter (siehe Bild 7, Legendenpunkt 5) muss die Differenz zwischen dem Höchst- und dem Mindestwert von T_{im} kleiner als oder gleich den in Tabelle 6 definierten Werten q_i sein.

Tabelle 6 — Qualitätsstufen für den Schwankungsbereich der mittleren Raumtemperatur bei Prüfungen im Beharrungszustand

Parameter	Qualitätsstufen	Kategorie R		Kategorie S		Kategorie U	
		Normaler Bereich	Erweiterter Bereich	Normaler Bereich	Erweiterter Bereich	Normaler Bereich	Erweiterter Bereich
ΔT_{i10} [K]	q_1	1,7	1,7	2,6	2,6	2,6	2,6
	q_2	2,2	2,6	3,3	3,8	3,3	3,8



Legende

- 1 Zeit [min]
- 2 Temperatur [°C]
- 3 mittlere Raumtemperatur (T_{im}) [°C]
- 4 Zeitfenster von 10 Minuten [min]
- 5 T_{im} (max) Höchstwert von T_{im} im Zeitfenster (Legendenpunkt 4) [°C]
- 6 T_{im} (min) Mindestwert von T_{im} im Zeitfenster (Legendenpunkt 4) [°C]
- 7 Schwankungsbereich der mittleren Raumtemperatur (T_{im}) (ΔT_{i10}) [K]

Bild 3 — Beharrungszustände

11.1.2 Qualität der Regelung für Regelversuche

11.1.2.1 Türöffnungs-/schließequenz

Während der Türöffnungs-/schließequenz muss die Differenz zwischen der mittleren Raumtemperatur (T_{im}) und dem Sollwert der Raumtemperatur (T_{ic}) den Kriterien von 11.1.1.1 entsprechen.

Die Bewertung ist in 12.3 beschrieben.

11.1.2.2 Änderung des Sollwerts der Raumtemperatur (T_{ic})

Bei einer Änderung des Sollwerts der Raumtemperatur (T_{ic}) durch $T_{ic,Off}$ nach der Einschwingzeit von t_{cs} , muss T_{im} wieder 11.1.1.1 entsprechen.

$$t_{cs} = (T_{ic,Off} \times 15) + 5 \quad (2)$$

Dabei ist

t_{cs} die Einschwingzeit [min];

$T_{ic,Off}$ die Schwankung des Sollwerts der Raumtemperatur [K].

$$|\Delta T_{ic} - (T_{im}(1) - T_{im}(0))| \leq |q_i| \quad (3)$$

Dabei ist

$T_{ic,Off}$ die Schwankung des Sollwerts der Raumtemperatur [K];

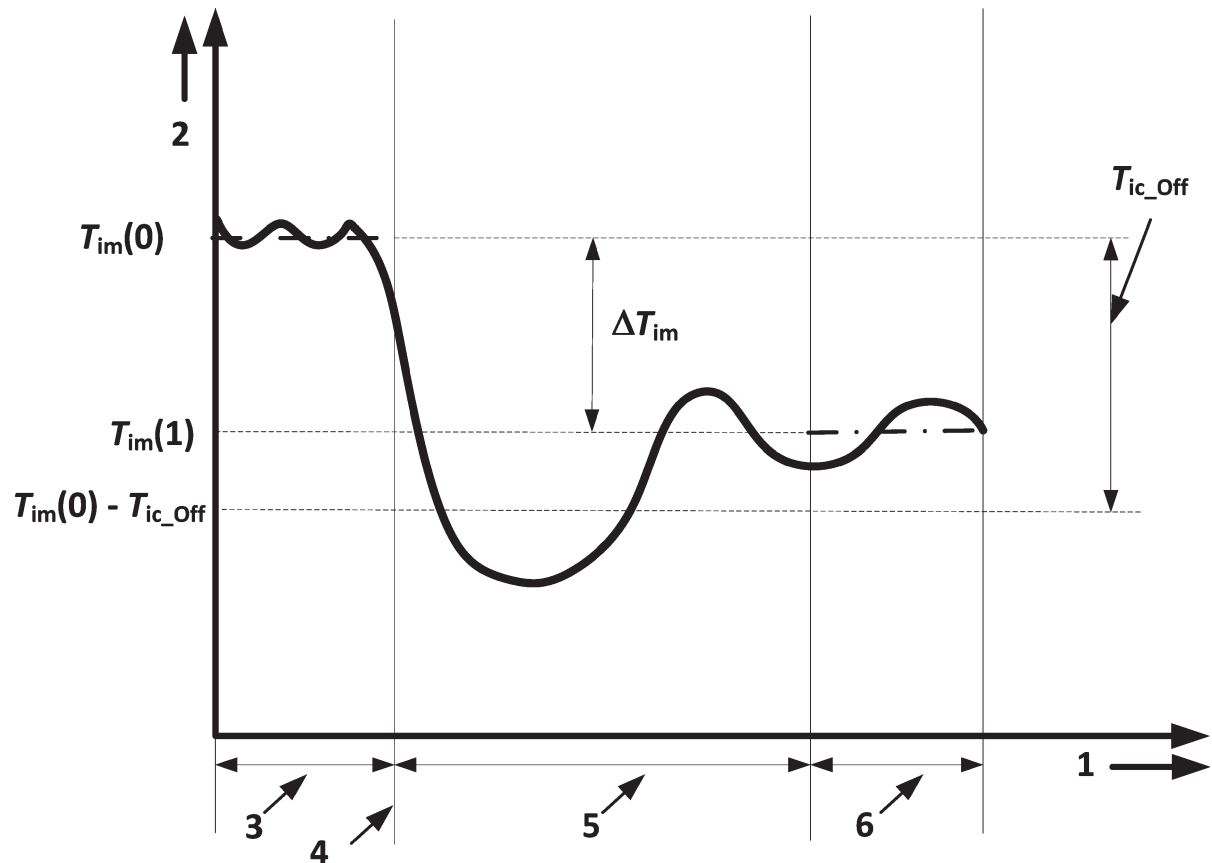
$T_{im}(0)$ der Durchschnitt von T_{im} über die letzten 10 min der vorangegangenen Einzelprüfung;

$T_{im}(1)$ der Durchschnitt von T_{im} sofort nach t_{cs} über 10 min;

q_i die Qualitätsstufe mit den in Tabelle 7 definierten Werten.

Tabelle 7 — Qualitätsstufen für die Änderung des Sollwerts

Parameter	Qualitätsstufen	Kategorie R		Kategorie S		Kategorie U	
		Normaler Bereich	Erweiterter Bereich	Normaler Bereich	Erweiterter Bereich	Normaler Bereich	Erweiterter Bereich
Änderung des Sollwerts	q_1	0,15		0,15		0,15	
	q_2	0,5		0,5		0,5	



Legende

- 1 Zeit
- 2 Temperatur
- 3 10 min
- 4 Änderung von T_{ic}
- 5 t_{cs}
- 6 10 min für die Beurteilung

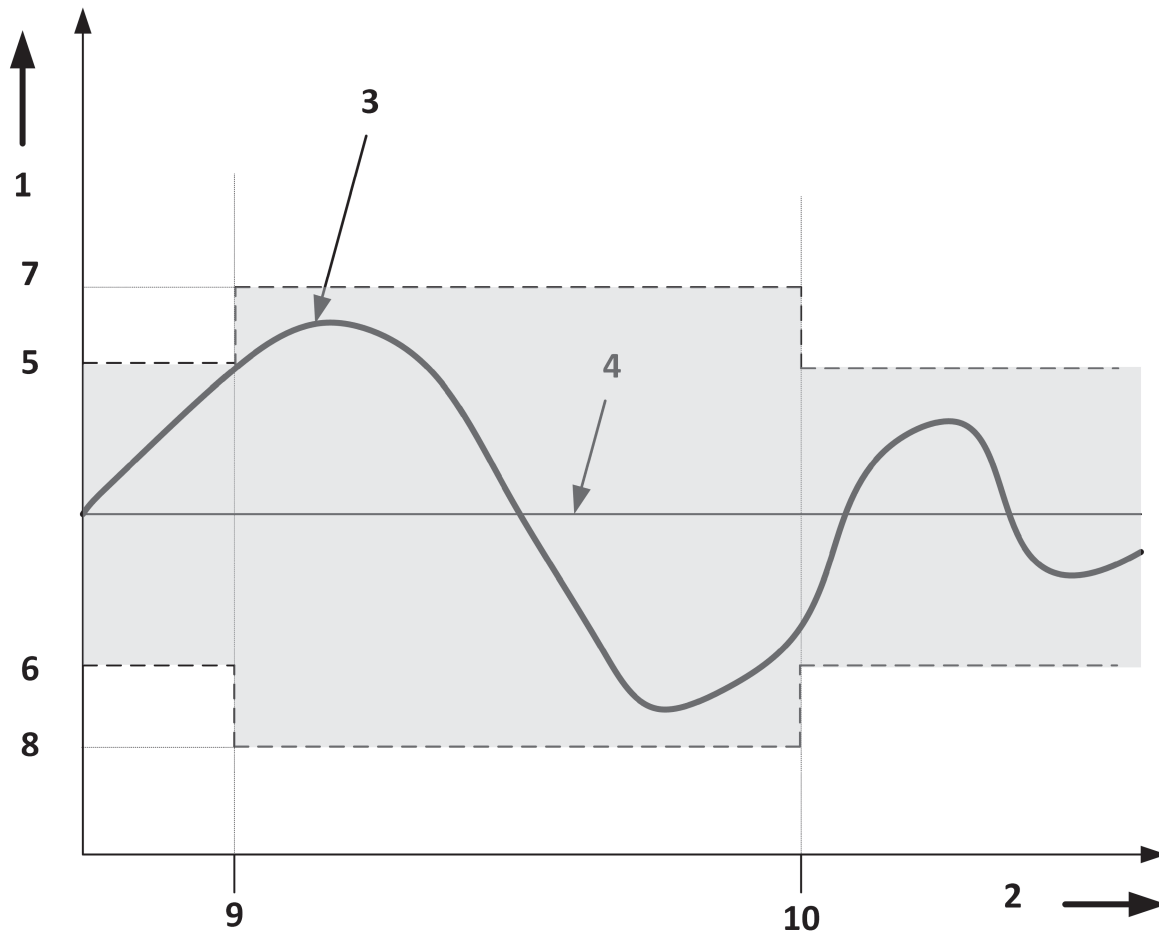
Bild 4 — Änderung des Sollwerts der Raumtemperatur (T_{ic})

11.1.2.3 Änderung der Prüfungsparameter

Während des Regelversuchs muss die Differenz zwischen der mittleren Raumtemperatur (T_{im}) und dem Sollwert der Raumtemperatur (T_{ic}) den Kriterien von 11.1.1.1 (normaler Grenzwert) entsprechen.

ANMERKUNG Die Prüfparameter könnten T_{em} , RH_{em} , Sonneneinstrahlung, Besetzung sein.

Eine zusätzliche Abweichung von 1 K ist für eine Dauer von maximal 10 min erlaubt (erweiterter Grenzwert). Die 10 min beginnen, wenn T_{im} zum ersten Mal den normalen oberen oder unteren Grenzwert überschreitet.



Legende

- 1 Temperatur [°C]
- 2 Zeit
- 3 mittlere Raumtemperatur (T_{im})
- 4 Sollwert der Raumtemperatur (T_{ic})
- 5 normaler oberer Grenzwert für T_{im}
- 6 normaler unterer Grenzwert für T_{im}
- 7 erweiterter oberer Grenzwert für T_{im}
- 8 erweiterter unterer Grenzwert für T_{im}
- 9 Überschreitung des normalen Grenzwerts. Beginn der 10 min
- 10 Ende der 10 min

Bild 5 — Zulässige Temperatur bei wechselnden Prüfparametern

Während der letzten 10 min eines Prüfschritts des Regelversuchs muss die mittlere Raumtemperatur (T_{im}) in Bezug auf den Sollwert der Raumtemperatur (T_{ic}) den Kriterien von 11.1.1.1 entsprechen.

11.1.3 Horizontaler Bereich der Extremwerte der Raumlufthtemperaturen (ΔT_H)

Dieser Bereich darf nicht größer sein als die in Tabelle 8 definierten Werte.

Tabelle 8 — Qualitätsstufen für den horizontalen Bereich der Extremwerte der Raumlufttemperaturen

Parameter	Qualitätsstufen	Kategorie R		Kategorie S		Kategorie U	
		Normaler Bereich	Erweiterter Bereich	Normaler Bereich	Erweiterter Bereich	Normaler Bereich	Erweiterter Bereich
ΔT_H [K]	q_1	3,0	3,0	3,4	3,4	6,8	6,8
	q_2	3,9	4,5	4,4	5,1	8,8	10,2

11.1.4 Vertikaler Bereich der Extremwerte der Raumlufttemperaturen (ΔT_V)

Dieser Bereich darf nicht größer sein als die in Tabelle 9 definierten Werte.

Tabelle 9 — Qualitätsstufen für den vertikalen Bereich der Extremwerte der Raumlufttemperaturen

Parameter	Qualitätsstufen	Kategorie R		Kategorie S		Kategorie U	
		Normaler Bereich	Erweiterter Bereich	Normaler Bereich	Erweiterter Bereich	Normaler Bereich	Erweiterter Bereich
ΔT_V [K]	q_1	3,4	3,4	5,1	5,1	6,8	6,8
	q_2	4,4	6,0	5,1	8,0	6,6	8,0

ANMERKUNG Unter winterlichen Bedingungen wird q_2 für die Kategorie R auf 6 K für den normalen Bereich und 8 K für den erweiterten Bereich erweitert, wenn die Fußmessenstelle der wärmste Punkt ist.

11.1.5 Temperaturen der Oberflächen in der Umgebung der Behaglichkeitszone

Die Temperaturen der Oberflächen müssen den Angaben in Tabelle 10 entsprechen.

Tabelle 10 — Grenzwerte für die Oberflächentemperatur (T_S)

Parameter	Qualitätsstufen	Kategorie R		Kategorie S		Kategorie U	
		Normaler Bereich	Erweiterter Bereich	Normaler Bereich	Erweiterter Bereich	Normaler Bereich	Erweiterter Bereich
Minimale Wandoberflächentemperatur $T_{im} - T_{s_Wal} \leq q_i$	q_1	9	9	9	9	9	9
	q_2	11	13	11	13	11	13
Maximale Wandoberflächentemperatur $T_{s_Wal} - T_{im} \leq q_i$	q_1	7	7	7	7	10	10
	q_2	9	10	9	10	13	15

Parameter	Qualitätsstufen	Kategorie R		Kategorie S		Kategorie U	
		Nor-maler Bereich	Er-weiteter Bereich	Nor-maler Bereich	Er-weiteter Bereich	Nor-maler Bereich	Er-weiteter Bereich
Minimale Fußbodenoberflächen-temperatur $T_{im} - T_{S_Fl} \leq q_i$	q_1	9	9	9	9	10	k. A.
	q_2	11	13	11	13	13	k. A.
Maximale Temperatur der beheizten Fußbodenoberfläche $T_{S_Fl} - T_{ic} \leq q_i$ (a)	q_1	7	7	8	8	10	10
	q_2	9	10	10	11	13	15
Minimale innere Oberflächen-temperatur der Fensterscheiben $T_{im} - T_{S_Win_pa} < q_i$ (b)	q_1	10	10	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
	q_2	13	15	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
Maximale innere Oberflächen-temperatur der Fensterscheiben $T_{S_Win_pa} - T_{im} \leq q_i$ (b)	q_1	13	13	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
	q_2	18	20	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
Maximale innere Oberflächen-temperatur der Türen $T_{S_Do} - T_{im} \leq q_i$ (c)	q_1	13	13	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
	q_2	18	20	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
Maximale Sitzoberflächen-temperatur $T_{S_Seat} - T_{ic} \leq q_i$ (d)	q_1	10	10	11	11	12	12
	q_2	13	15	14	16	15	18

(a) Die Referenz ist T_{ic} , um das maximale Potenzial des Heizfußbodens auch am Auslegungspunkt zu nutzen, an dem es T_{im} erlaubt ist, T_{ic} nicht zu erreichen.

(b) Für die Kategorien S und U gibt es keine Anforderungen, da üblicherweise Einfachglasscheiben verwendet werden.

- (c) Für die Kategorien S und U gibt es keine Anforderungen, da üblicherweise Türen ohne Isolierung verwendet werden.
- (d) Eine repräsentative Sitztemperatur wird nur im Heizbetrieb gemessen, wenn eine Heizung in der Nähe des Sitzes vorhanden ist.

ANMERKUNG 1 Der in der vorstehenden Tabelle für T_{im} verwendete Wert bezieht sich auf die Behaglichkeitszone oder den Nebenraum, in dem der Messpunkt platziert ist.

ANMERKUNG 2 Diese Norm deckt nicht die Anforderungen in Bezug auf die Oberflächentemperatur des für Fahrgäste zugänglichen Heizgeräts ab. In diesem Fall siehe EN ISO 13732-1:2008.

Die Anforderungen an die Fenster der Türen sind in Tabelle 10 angegeben.

ANMERKUNG 3 Die Anforderungen für die Fensterscheiben gelten nicht für die Fenster der Türen.

11.1.6 Relative Feuchte für Fahrzeuge mit klimatechnischen Einrichtungen (RH_{im})

Nur wenn eine Feuchteregelung gewünscht wird und diese innerhalb der in Abschnitt 9 definierten Leistungsgrenzen der Einrichtungen liegt, muss die maximale relative Raumfeuchte in der Behaglichkeitszone Bild D.1 entsprechen.

11.1.7 Luftgeschwindigkeit (AS)

Die Luftgeschwindigkeit in der Behaglichkeitszone muss gleich oder kleiner sein als die im normativen Anhang C angegebenen Werte. Die Bewertung muss in Abhängigkeit von der entsprechenden lokalen Temperatur erfolgen.

ANMERKUNG Die lokale Temperatur ist die Temperatur, die an der gleichen Stelle wie die Luftgeschwindigkeit gemessen wird.

11.2 Anforderungen für Nebenräume ($T_{Position}$)

Die Temperatur im Vorraum (T_{Ves}) und die Temperatur im Gang ohne fest eingebaute Sitze (T_{Ais}) müssen in einer Höhe von 1,70 m über dem geometrischen Mittelpunkt des Fußbodens gemessen werden.

Die Temperatur im Toilettenraum (WC) (T_{WC}), im Wickelraum (T_{Baby}) und in anderen Nebenräumen (T_{LA}) muss in einer Höhe von 1,10 m über dem geometrischen Mittelpunkt des Fußbodens gemessen werden.

Die Temperatur für den Mehrzweckbereich (T_{MPA}) muss in den Höhen von 1,10 m und 1,70 m über dem geometrischen Mittelpunkt des Fußbodens gemessen werden.

Die Temperaturen in den Nebenräumen müssen innerhalb der in Tabelle 11 festgelegten Grenzwerte liegen.

Tabelle 11 — Temperaturen in den Nebenräumen

Parameter	Zulässige Temperatur °C	
	Normaler Bereich	Erweiterter Bereich
$T_{\text{Ves}}, T_{\text{WC}}, T_{\text{Ais}}, T_{\text{LA}}, T_{\text{MPA}}, T_{\text{Baby}}$	$T_{\text{iv}} \pm 5$	$T_{\text{iv}} \pm 6$

11.3 Luftmenge und -qualität

11.3.1 Außen- oder Frischluft

Die gesamte Frischluftmenge, die durch die Zwangsbelüftung dem Behaglichkeitsbereich zugeführt wird, muss den im normativen Anhang G angegebenen Werten entsprechen.

11.3.2 Fahrzeuge mit Raucherbereichen

Bei Fahrzeugen mit gemischten Bereichen (Raucher, Nichtraucher) muss das HLK-System so gestaltet sein, dass kein Rauch aus dem Raucherbereich in den Nichtraucherbereich gelangt.

11.3.3 Toilette

Das HLK-System des Fahrzeugs muss so gestaltet sein, dass keine Gerüche aus den Toilettenräumen (WC) oder anderen Nebenräumen in die angrenzenden Zonen gelangen.

11.3.4 Luftfilter für Partikel

Die Mischluft muss gefiltert werden. Wenn in der Spezifikation keine Filterklasse angegeben ist, ist die empfohlene Filterklasse nach ISO 16890-1:2016 ungefähr 60 % für die Kategorie R und ungefähr 40 % für die Kategorien S und U.

ANMERKUNG Wenn das System die Außen- und Rückluft, die Außen- und Mischluft oder nur die Mischluft filtert, entspricht es den Anforderungen.

12 Zusätzliche Anforderungen

12.1 Wärmedurchgangskoeffizient (k)

12.1.1 Allgemeines

Es wird empfohlen, den Koeffizienten k während der climatechnischen Prüfungen zu messen.

12.1.2 Stillstandskoeffizient k des Fahrzeugs

Der Stillstandskoeffizient k des Fahrzeugs muss bei einer Geschwindigkeit von 5 km/h (durchschnittliche Luftgeschwindigkeit, gemessen an den in Bild M.3 definierten äußeren Stellen) berücksichtigt werden. Der Stillstandskoeffizient k muss kleiner als oder mindestens gleich dem entsprechenden Wert aus Tabelle 12 sein.

Tabelle 12 — Stillstandskoeffizient k für das Fahrzeug bei 5 km/h

Zone (Winter)	Kategorie R – einstöckig W/m ² K	Kategorie R – doppelstöckig W/m ² K	Kategorie S – einstöckig W/m ² K	Kategorie S – doppelstöckig W/m ² K	Kategorie U W/m ² K
LW.1	2,2	2,5	2,5	2,8	3,5
LW.2	2,2	2,5	2,5	2,8	3,5
LW.3	1,8	2,2	2,2	2,6	3,0
LW.4	1,6	2,0	2,0	2,3	2,5
LW.5	1,6	2,0	2,0	2,3	2,5

12.2 Kondensation

An den Decken im Behaglichkeitsbereich und in den Nebenräumen darf kein Wasser durch Kondensation auftreten. Zur Beurteilung dieser Anforderung muss eine Sichtprüfung durchgeführt werden.

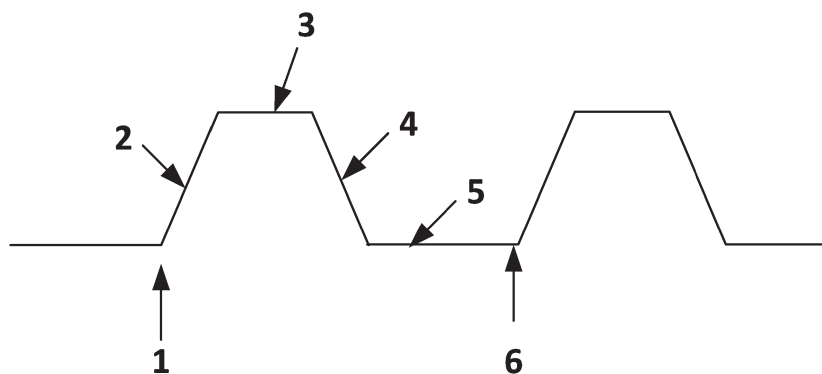
Es wird empfohlen, an den Luftverteilungsauslässen eine minimale Zulufttemperatur von 12 °C sicherzustellen.

12.3 Türöffnungs-/ -schließsequenzen

Während den Türöffnungs- und -schließsequenzen muss die Anlage am Ende jeder Sequenz die in Abschnitt 9 und Abschnitt 10 definierten Werte innerhalb der in 11.1.2.1 festgelegten Abweichungen erreichen. Das Ergebnis wird am Ende jeder Sequenz separat ausgewertet. Wenn keine anderen Sequenzen vertraglich vereinbart wurden, müssen die in Tabelle 13 angegebenen 10 Sequenzen herangezogen werden. Siehe Bild 6 für die Definition der Türsequenzen.

Tabelle 13 — Türöffnungs-/ -schließsequenzen

	Kategorie R	Kategorie S	Kategorie U
Türen geschlossen und verriegelt	10 min	5 min	2 min
Türen vollständig geöffnet	40 s	30 s	20 s



Legende

- 1 Beginn der Sequenz
- 2 Dauer zum Öffnen der Türen
- 3 Dauer bis zu vollständig geöffneten Türen
- 4 Dauer zum Schließen der Türen
- 5 Dauer bis zu geschlossenen und verriegelten Türen
- 6 Bewertungspunkt – Ende der Sequenz

Bild 6 — Türsequenz

Vor der Prüfung der Türsequenz muss die Zeitdauer 2 und 4 aus Bild 6 gemessen werden.

12.4 Solarfaktor (g) der Fenster

Für Fahrzeuge, die vorwiegend an der Oberfläche verkehren, wird empfohlen, Fenster mit einem niedrigen Solarfaktor (wie in EN 410:2011 definiert) zu verwenden, um die Kühlleistung zu minimieren, die Energieaufnahme zu reduzieren und die Behaglichkeit für die Fahrgäste zu verbessern.

12.5 Abdichtung gegen Wasser und Schnee

Es sollten für das HLK-System Vorkehrungen getroffen werden, um das Eindringen und das Ansammeln von Kondens-, Regen- und Waschwasser oder von Schnee zu vermeiden. Dieser Wasserabfluss muss auf dezente Weise erfolgen, ohne die Fahrgäste zu beeinträchtigen.

13 Validation

13.1 Allgemeines

Die Behaglichkeitskriterien sind für den normalen Fahrgastbetrieb relevant. Da es schwierig ist, die Einhaltung aller Behaglichkeitskriterien im Fahrbetrieb nachzuweisen, decken die in diesem Dokument beschriebenen Prüfbedingungen typische Situationen ab.

13.2 Versuchsreihen

In diesem Dokument sind drei Versuchsreihen beschrieben.

TL1 ist die vereinfachte Versuchsreihe, die grundlegende Informationen über die Funktionalität des Systems und über die Erfüllung der Behaglichkeitsparameter bei einer begrenzten Anzahl von Außenbedingungen liefert. Dieser Versuch ist kein Mittel zum unmittelbaren Nachweis der in 9.2 und 9.4 definierten Heiz- und Kühlleistungen. Die Ergebnisse der Versuche könnten zur Extrapolation auf die Auslegungspunkte verwendet werden.

Diese Versuche können in einem (Hersteller-)Werk oder an einem externen Ort erfolgen.

TL2 ist die Versuchsreihe zur Überprüfung der Behaglichkeitsparameter und der Leistungsmerkmale des Systems ohne den Einfluss der Zuggeschwindigkeit. Diese Versuche müssen in einer Klimakammer durchgeführt werden.

TL3 ist eine vollständige Versuchsreihe zum Überprüfen der Behaglichkeitsparameter und der Leistungsfähigkeit des Systems. Diese Versuche müssen in einem Klima-Windkanal durchgeführt werden.

Wenn keine externen Vorrichtungen zur Simulation der Sonne vorhanden sind, kann diese durch interne Vorrichtungen simuliert werden.

Der Betreiber muss die Versuchsklassifizierung in den vertraglichen Vereinbarungen festlegen.

Sollten diese Angaben fehlen, gilt TL2. Falls nichts anderes angegeben wird, gelten die folgenden Versuchsanforderungen sowohl für TL1, TL2 als auch TL3.

Es wird empfohlen, zusätzliche dynamische Versuche im Fahrbetrieb während verschiedener Jahreszeiten durchzuführen, um das Verhalten des HLK-Systems zu verifizieren.

13.3 Auswahl der zu prüfenden Wagen

Die Konfiguration der Züge für die Kategorien Regional, Vorstadt und Innenstadt sind relativ unterschiedlich, so dass diese Norm nicht alle diese Fälle abdecken kann. Für die Versuche müssen repräsentative Wagen ausgewählt werden. Bei der Auswahl der zu prüfenden Wagen müssen verschiedene Parameter wie Anordnung, Kanäle und Aufbau der Klimaanlage berücksichtigt werden. Die Anzahl der zu prüfenden Wagen ist im normativen Anhang A angegeben.

13.4 Bewertung von Behaglichkeitskriterien auf Grundlage von Simulationen

13.4.1 Einleitung

Zur Validierung der thermischen Behaglichkeit eines Triebzugs könnten in einigen Fällen die Simulationen verwendet werden.

Die Simulation wird zum Beispiel verwendet, wenn:

- es in einem bestimmten Projekt mehr Fahrzeugtypen gibt als die Anzahl der in der Klimakammer geprüften Fahrzeuge. die thermische Behaglichkeit des nicht geprüften Fahrzeugtyps durch die Simulation validiert werden könnte, wenn die Unterschiede zwischen den beiden Fahrzeugtypen als geringfügig eingestuft werden (siehe informativen Anhang P für Beispiele von geringfügigen/großen Unterschieden).
- ein Triebzug nach dem TL2-/TL3-Programm validiert wird und die Validierung eines zweiten Projekts, das mit derselben Plattform verbunden ist, dank der Simulation durchgeführt werden könnte.
- ein Fahrzeug in einer Klimakammer mit bestimmten Nichtkonformitäten geprüft wird. Die geringfügigen Änderungen dank der Simulation validiert werden könnten.
- bereits validierte Fahrzeuge modernisiert oder überholt werden.

Wenn die thermische Behaglichkeit eines Triebzuges mit Hilfe der Simulation validiert werden soll, muss das folgende Verfahren angewendet werden:

- Es muss eine erste vergleichende Simulation zwischen den beiden Konfigurationen (vor und nach der Änderung) durchgeführt werden.

- Es muss eine Einigung zwischen den verschiedenen Stakeholdern gefunden werden, um die Änderungen (unbedeutend, geringfügig oder groß) und die Grenzwerte für die Simulationen festzulegen. Die Folgen dieser Klassifizierung sind:
 - Bei unbedeutenden Änderungen reicht die vorläufige Simulation aus, um die Änderung zu validieren.
 - Bei geringfügigen Änderungen muss eine detaillierte Simulation durchgeführt werden.
 - Bei größeren Veränderungen muss die Validierung der thermischen Behaglichkeit in einer Klimakammer erfolgen.

ANMERKUNG Die Tabelle im informativen Anhang P könnte bei der Klassifizierung der Änderungen hilfreich sein.

- Es muss eine Einigung zwischen den verschiedenen Stakeholdern gefunden werden, um die notwendigen simulierten Fälle, die im normativen Anhang H ausgewählt wurden, und das Hilfsmittel zur Durchführung dieser Simulationen zu definieren.

Wenn eine Simulation verwendet wird, muss das folgende Verfahren angewendet werden.

- Ein ähnlicher Triebzug (Referenzfall) wurde zuvor nach den Versuchsreihen TL2 oder TL3 geprüft.
- Die ausgewählten Versuche an den verschiedenen Fahrzeugtypen dieses Triebzugs werden simuliert.
- Der Vergleich zwischen den Versuchen und der Simulation ermöglicht die Berechnung eines Korrekturwertes (siehe normativen Anhang Q).
- Dieser Korrekturwert wird für die Bewertung der Behaglichkeit im Triebzug verwendet, die durch Simulation validiert wird. Die Simulationsmodelle, die für den Referenzfall und die Simulation des Triebzugs zur Validierung verwendet werden, müssen gleichwertig sein. Zur Validierung aller Behaglichkeitskriterien könnten verschiedene Hilfsmittel und Verfahren eingesetzt werden.
- Das Hilfsmittel und die Verfahren, die für die beiden Simulationen (Referenzfall und durch Simulation validierter Triebzug) verwendet werden, müssen identisch sein.

Falls ein Referenzfall entsprechend der Vorgängerausgabe von EN 14750-2 validiert wird, muss die Simulation dieses Referenzfalls entsprechend durchgeführt werden, um die Korrekturwerte zu berechnen. Diese müssen für die Simulationen des Triebzugs verwendet werden, der auf Grundlage dieser Ausgabe von EN 14750 durch Simulation validiert wurde.

13.4.2 Vergleich zwischen Prüfung und Simulation des Referenzfalls

Der Bericht zum Vergleich zwischen der Prüfung und der Simulation des Referenzfalls muss mindestens die folgenden Angaben enthalten:

- Simulationssoftware: Beschreibung des numerischen Verfahrens, verwendete Software, Beschreibung des numerischen Netzes;
- Eine Analyse, die zeigt, dass das Simulationsmodell mit den physikalischen Eigenschaften des Schienenfahrzeugs (Beschreibung, Modellvereinfachungen) und dem Versuchsaufbau (z. B. Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Sonneneinstrahlung, Luftgeschwindigkeit, Fahrgastlast, innere Wärmelast...) übereinstimmt.

- Eine Analyse der Positionen der Prüfgeräte (Sensoren, Teppiche, Heizkessel, Heizungen...) und Simulation. Es muss eine Beschreibung der Mittel zur Simulation der von den Fahrgästen ausgestoßenen sensiblen und latenten Wärmelast hinzugefügt werden. In den Prüf- und Simulationsberichten müssen das Volumen und die Leistung (sensible und latente Wärme) der Einrichtungen, die während der Messung zur Simulation der von den Fahrgästen ausgestoßenen Wärme verwendet werden, dokumentiert werden.

Für jeden Nachbearbeitungspunkt ist es möglich, ein lokales Volumen oder eine Oberfläche um den Referenzpunkt herum einzuführen, um den Gradienten um diesen Wert herum zu begrenzen. Die Referenzpunkte werden an der gleichen Stelle wie die Messpunkte definiert (siehe Anhang K und Anhang L). Es wird empfohlen, für Luftmessungen eine Kugel und für Oberflächenmessungen einen Kreis mit einem maximalen Durchmesser von 50 Millimetern zu verwenden.

- Eine Analyse der Geometrie und der thermischen Hypothese der Simulation muss durchgeführt werden und beinhaltet Folgendes:
 - detaillierter Vergleich von realer Geometrie und Simulationsmodell;
 - ein besonderer Fokus auf die Details des Kanalsystems, der Lufrückführung, der Teile des Luftauslasses und -einlasses;
 - Beschreibung der Wärmetransporteigenschaften des Wagenkastens des Fahrzeugs (insbesondere nach außen, d. h. Dämmung, Fenster, externe Leckagen...).

ANMERKUNG Es gibt verschiedene Verfahren zur Bewertung der externen Leckagen, wie z. B. die Verwendung eines Rauchgenerators, die Erzeugung eines internen Überdrucks oder die Messung der CO₂-Konzentration im Fahrzeug.

- Vergleichstabelle zwischen Prüfung und Simulation des Referenzfalls (siehe normativen Anhang Q).

13.4.3 Durch Simulation validierter Triebzug

Der Simulationsbericht des validierten Fahrzeugs muss mindestens die folgenden Angaben enthalten:

- Beschreibung und Klassifizierung der Änderungen oder Modifikationen zwischen den Referenzfällen und dem durch Simulation validierten Triebzug;
- die ausgefüllten Tabellen des normativen Anhangs Q;
- Beschreibung des Simulationsmodells.

14 Vorversuche

Um das Risiko eines Fehlschlagens der Versuche zu reduzieren, wird empfohlen, Vorversuche durchzuführen, um die elektrischen und elektronischen Einrichtungen, die funktionelle Logik der Regelung, die Luftdichtheit des Kanalsystems, die Wasserdichtheit des Fahrzeugs und die thermische Leistungsfähigkeit der klimatechnischen Einrichtungen nachzuweisen. Es wird darüber hinaus empfohlen, die Versuche in der Klimakammer oder im Windkanal durchzuführen, bevor mit den normativen Versuchen fortgefahren wird.

15 Lufttechnische Versuche

15.1 Allgemeines

Die Versuche müssen unter folgenden Bedingungen durchgeführt werden:

- Fahrzeug im Stillstand und gegen Witterungseinflüsse geschützt;

- Seehöhe < 1 000 m über NN;
- Geschwindigkeit der Außenluft (Wind) zwischen 0 km/h und 5 km/h;
- Umgebungstemperatur zwischen +15 °C und +30 °C.

15.2 Luftvolumenstrom

Die Luftvolumenströme der Außenluft (oder Frischluft) müssen nach 17.5 ermittelt werden.

15.3 Darstellung der Richtung des Luftvolumenstroms

Die Differenzdrücke zwischen zwei definierten Räumen kann bei Bedarf mittels strömenden Rauchs sichtbar gemacht werden.

Diese Messungen müssen speziell in gemischten Fahrzeugen (Raucher- und Nichtraucherfahrzeugen) und im Toilettenraum (WC) durchgeführt werden, um nachzuweisen, dass das HLK-System richtig konzipiert ist, um die Ausbreitung von Gerüchen zu verhindern.

15.4 Luftgeschwindigkeitsversuche

15.4.1 Kritische Luftgeschwindigkeit

Eine erste Messung der Luftgeschwindigkeit muss an den Positionen der Temperatursensoren erfolgen, die im normativen Anhang K definiert sind, mit Ausnahme der Höhe von 0,1 m für die Kategorie U.

Diese Messung muss im Heizbetrieb durchgeführt werden, wobei die Heizfunktion mit dem höchsten Zuluftvolumenstrom dieser Betriebsart erzwungen wird.

Die Messung muss auch im Kühlbetrieb durchgeführt werden, wobei die Kühlfunktion mit dem höchsten Zuluftvolumenstrom dieser Betriebsart erzwungen wird.

ANMERKUNG Falls erforderlich, könnte die Heiz- und Kühlleistung während dieses Versuchs reduziert werden.

Der Lüftungsmodus wird bei dieser ersten Messung nicht berücksichtigt.

Auf Grundlage der ersten Messung muss für jede Betriebsart und jede Behaglichkeitszone ein Ort ermittelt werden, der die höchste Luftgeschwindigkeit aufweist. Diese Orte müssen für die detaillierten Messungen verwendet werden.

15.4.2 Messen der Luftgeschwindigkeit

Während der klimatischen Versuche müssen die Messungen der Luftgeschwindigkeit dauerhaft an den nach 15.4.1 festgelegten Positionen aufgezeichnet werden. Die Grenzwerte für die Luftgeschwindigkeit gelten jedoch nur für Versuche ohne thermische Simulation der Besetzung.

ANMERKUNG Die Heizelemente und Befeuchtungseinrichtungen können die Messungen im Inneren des Fahrgastraums beeinflussen. Die Messungen der Luftgeschwindigkeit während den climatechnischen Versuchen mit thermischer Simulation der Besetzung entsprechend 18.2 dienen nur zu Informationszwecken.

16 Klimatechnische Versuche

16.1 Allgemeines

Der normative Anhang H definiert das Versuchsprogramm für die Versuchsreihe TL1. Die Versuche werden ausschließlich an einem stillstehenden Fahrzeug bei der im normativen Anhang H definierten Luftgeschwindigkeit durchgeführt.

Der normative Anhang I definiert das Versuchsprogramm für die Versuchsreihen TL2 und TL3. Diese Versuche ermöglichen die Verifizierung der in dieser Norm definierten Behaglichkeitsparameter. Die Reihenfolge dieser Versuche ist nicht bindend, muss aber den physikalischen Gegebenheiten der Versuche und der Messeinrichtungen angepasst werden.

Wird eine Wärmepumpe verwendet, müssen Versuche durchgeführt werden, um die Grenzwerte des Systems zu ermitteln (Betriebsgrenzen, Enteisungswirkung, Wechsel zwischen Heiz- und Kühlbetrieb, Teillast der Wärmepumpe, ...). Wenn diese Auswirkungen nicht durch die im Versuchsprogramm festgelegten Versuche abgedeckt werden, müssen zusätzliche Versuche vorgesehen werden.

Während der Versuche müssen alle Messwerte der Messpunkte nach dem normativen Anhang K, normativen Anhang L und normativen Anhang M sowie der Energieverbrauch und die aufgenommene Leistung des HLK-Systems allein sowie des gesamten Fahrzeugs kontinuierlich erfasst werden.

Sollten auch andere Baugruppen wie z. B. Türen, sanitäre Einrichtungen, Energieversorgungseinrichtungen, Beleuchtung usw. geprüft werden müssen, so dürfen diese Versuche in keiner Weise die Versuche am HLK-System beeinträchtigen.

Während dieser Prüfungen müssen das HLK-System und andere geprüfte Einrichtungen mit Nennspannung versorgt werden.

Wenn andere Einrichtungen, die einen Einfluss auf die thermische Behaglichkeit haben, während dieser Prüfungen nicht installiert oder nicht in Betrieb sind, muss der Einfluss dieser Komponenten simuliert werden.

Wenn das Fahrzeug mit Sonnenblenden ausgerüstet ist, müssen diese während aller Versuche in geöffneter Position bleiben.

16.2 Vorheizversuch

16.2.1 Versuchsreihe TL1

Die Versuchsbedingungen des Vorheizversuchs sind im normativen Anhang H definiert.

Das Fahrzeug muss mindestens 8 h vor Beginn des Versuchs mit abgeschalteter Heizeinrichtung im Prüffeld abgestellt werden.

Vor dem Beginn des Vorheizversuchs müssen sich die Raumluft- und die Oberflächentemperaturen über einen Zeitraum von mindestens 15 min mit ± 2 K zulässiger Abweichung an die mittlere Außenlufttemperatur (T_{em}) angeglichen haben.

Es wird empfohlen, den Vorheizversuch ab Beginn des Stand-by-Betriebs durchzuführen. In diesem Fall müssen die Versuchsbedingungen vor dem Versuch festgelegt werden.

16.2.2 Versuchsreihen TL2 und TL3

Die Versuchsbedingungen des Vorheizversuchs sind im normativen Anhang I definiert.

Vor dem Beginn des Vorheizversuchs müssen sich die Raumluft- und die Oberflächentemperaturen über einen Zeitraum von mindestens 1 h mit ± 1 K zulässiger Abweichung an die mittlere Außenlufttemperatur (T_{em}) angeglichen haben.

Es wird empfohlen, den Vorheizversuch ab Beginn des Stand-by-Betriebs durchzuführen. In diesem Fall müssen die Versuchsbedingungen vor dem Versuch festgelegt werden.

16.3 Vorkühlversuch - Versuchsreihe TL1

Die Versuchsbedingungen des Vorkühlversuchs sind im normativen Anhang H definiert.

Vor dem Beginn des Vorheizversuchs müssen sich die Raumluft- und Oberflächentemperaturen über einen Zeitraum von mindestens 15 min mit ± 2 K zulässiger Abweichung stabilisieren. Zu diesem Zeitpunkt, vor Beginn des Vorheizversuchs, muss die Einrichtung für künstliches Sonnenlicht oder eine gleichwertige Heizleistung für 2 h eingeschaltet sein, entsprechend den in Tabelle F.3 angegebenen Werten, wobei alle Türen und Fenster geschlossen sein müssen.

Es wird empfohlen, den Vorkühlversuch ab Beginn des Stand-by-Betriebs durchzuführen. In diesem Fall müssen die Versuchsbedingungen vor dem Versuch festgelegt werden.

16.4 Regelversuch

Die Versuchsbedingungen sind im normativen Anhang I definiert.

Der Versuchsablauf muss der Tabelle im normativen Anhang I entsprechen.

Die Prüfungen der Türöffnungs-/ -schließsequenzen müssen nach 12.3 erfolgen.

Während dieses Regelversuchs muss das HLK-System störungsfrei funktionieren.

Während dieses Regelversuchs muss die Abweichung von der mittleren Raumtemperatur (T_{im}) zum Sollwert der Raumtemperatur (T_{ic}) zur Bewertung der Behaglichkeit nach 11.1.2.1 herangezogen werden.

Wenn die Entfeuchtungsfunktion festgelegt ist, muss die relative Raumfeuchte während der Regelversuche nach dem normativen Anhang I bewertet werden.

ANMERKUNG 1 Die relative Außenfeuchte für diesen Regelversuch wird für die Bedingungen über 15 °C festgelegt. Bei einem Mittelwert der Außentemperatur von 15 °C könnte die relative Feuchte durch eine lokale Simulation angepasst werden, wenn dies für den Versuch erforderlich ist (beispielsweise für eine Wärmepumpe).

ANMERKUNG 2 Die optionalen Versuchsschritte werden nur durchgeführt, wenn sie festgelegt sind.

16.5 Versuch im Beharrungszustand

Die Versuchsbedingungen sind im normativen Anhang H und normativen Anhang I definiert.

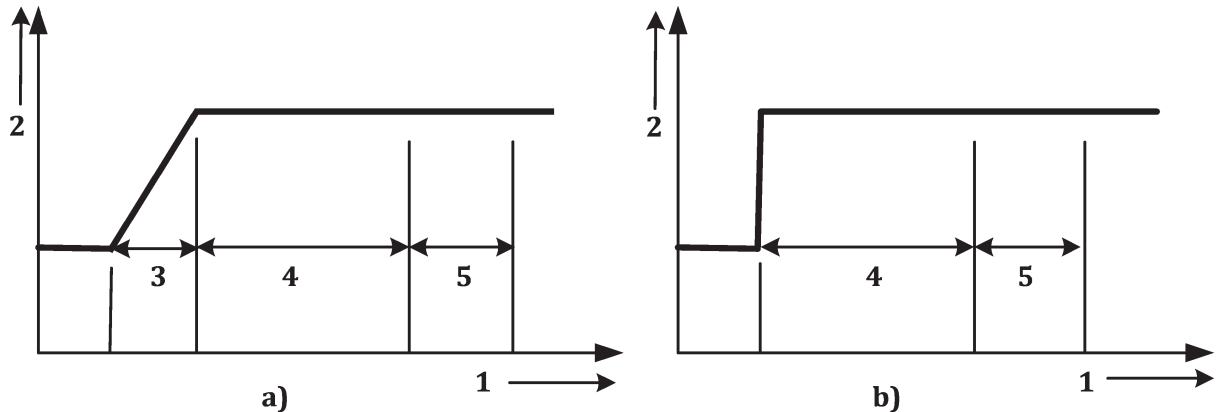
ANMERKUNG 1 Die relative Außenfeuchte für diese Versuche wird für die Bedingungen über 15 °C festgelegt. Bei einem Mittelwert der Außentemperatur von 15 °C könnte die relative Feuchte durch eine lokale Simulation angepasst werden, wenn dies für den Versuch erforderlich ist (beispielsweise für eine Wärmepumpe).

Bei diesen Versuchen im Beharrungszustand muss das HLK-System störungsfrei arbeiten.

Die Bewertung der Behaglichkeitsparameter beginnt 60 min nach Abschluss der Änderung der Versuchsparameter (innen oder außen) (Ende von Zeitraum 3 in Bild 7) innerhalb eines Zeitraums von 30 min.

Während des Bewertungszeitraums müssen die Parameter dauerhaft innerhalb der für die Behaglichkeitsparameter festgelegten Grenzwerte bleiben.

ANMERKUNG 2 Wenn die Behaglichkeitsparameter vor Ablauf des Zeitraums von 60 min stabil sind, könnte dieser Zeitraum auf eine Mindestzeit von 30 min verkürzt werden.



Legende

- 1 Zeit [min]
- 2 Änderungsparameter
- 3 Übergangszeitraum
- 4 Zeit von 60 min vor der Bewertung
- 5 Zeit von 30 min für die Bewertung der Behaglichkeitsparameter

Bild 7 — Versuchphasen während der Prüfung im Beharrungszustand bei dauerhafter (a) und diskreter (b) Änderung der Parameter

ANMERKUNG 3 Der Übergangszeitraum (Legendenpunkt 3 in Bild 7) ist beendet, wenn alle Versuchsparameter (T_{em} , RH_{em} , Fahrgastlast...) stabil sind.

16.6 Funktionsversuche bei extremen Außenbedingungen

Die Funktion des HLK-Systems muss bei den in Tabelle F.2 und Tabelle F.4 definierten extremen Betriebstemperaturen überprüft werden.

Der Start und der Betrieb des HLK-Systems müssen bei den in Tabelle F.4 definierten extremen Betriebstemperaturen überprüft werden.

Die Funktion des HLK-Systems muss innerhalb der in Tabelle F.5 definierten Betriebsgrenzen überprüft werden.

In der Versuchsreihe TL1 könnten diese Versuche auch nur am HLK-System durchgeführt werden, bevor es ins Fahrzeug eingebaut wird.

16.7 Ergänzende Versuche

16.7.1 Bestimmen des k -Werts

16.7.1.1 Zweck des Versuchs

Der Koeffizient k charakterisiert die thermische Qualität eines Fahrzeugs (und charakterisiert die thermischen Verluste des Fahrzeugs). Es wird empfohlen, die Prüfung des Koeffizienten k im Stillstand für das Fahrzeug während TL2 und TL3 durchzuführen. Es wird empfohlen, die Prüfung des Koeffizienten k bei

Höchstgeschwindigkeit während TL3 durchzuführen. Die Versuchsbedingungen sind im normativen Anhang I definiert.

16.7.1.2 Definition

Der k -Wert ist durch nachstehende Gleichung (4) definiert:

$$k = \frac{P}{A_e(T_{im} - T_{em})} \quad (4)$$

A_e ist die Außenfläche des Fahrzeugs. Eine Kurzbeschreibung ist im informativen Anhang N enthalten.

P ist die Wärmeleistung, die in das Innere eines Fahrzeugs eingebracht werden muss, um während des Beharrungszustandes die Temperaturdifferenz zwischen der mittleren Raumtemperatur (T_{im}) und der mittleren Außentemperatur (T_{em}) aufrechtzuerhalten; T_{im} wird in 1,10 m Höhe über dem Fußboden des Fahrzeugs oder Teilen davon nach dem informativen Anhang K gemessen.

Die Leistung P muss der Summe der Leistung der Heizungen, Ventilatoren und aller Einrichtungen entsprechen, die im Innenraum des für diesen Versuch verwendeten Fahrzeugs Wärme abstrahlen.

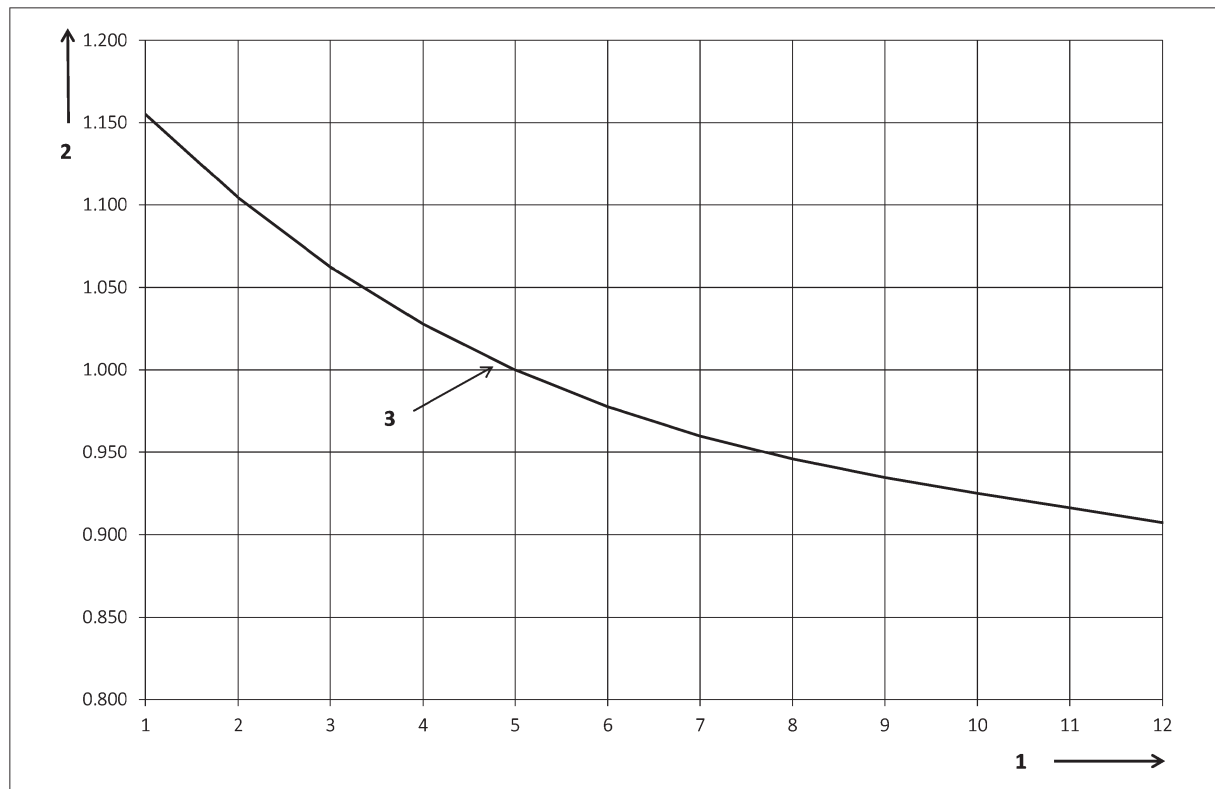
16.7.1.3 Vorgangsweise

Die Innen- und Außenluftgeschwindigkeit muss entsprechend Bild M.3 für die Messung zur Ermittlung des Stillstandskoeffizienten k und entsprechend Bild M.4 für die Messung des dynamischen Koeffizienten k gemessen werden.

Die Messung zur Ermittlung des Stillstandskoeffizienten k muss bei einer durchschnittlichen Außenluftgeschwindigkeit im Abstand von 0,1 m von der Fahrzeugwand zwischen 1 km/h und 12 km/h durchgeführt werden [k_{Measured} in Gleichung (5)].

Wenn die durchschnittliche Außengeschwindigkeit von 5 km/h abweicht, muss die Messung mit einem in Bild 8 oder in Tabelle 14 definierten Korrekturfaktor und nach Gleichung (5) korrigiert werden.

$$k_{\text{Standstill}} = k_{\text{Measured}} \cdot \text{Korrekturfaktor} \quad (5)$$



Legende

- 1 durchschnittliche Außenluftgeschwindigkeit im Abstand von 0,1 m von der Fahrzeugwand [km/h]
- 2 Korrekturfaktor [ohne Einheit]
- 3 Kurve für den Korrekturfaktor

Bild 8 — Korrekturfaktor

Tabelle 14 — Korrekturfaktor

Durchschnittliche Außenluftgeschwindigkeit im Abstand von 0,1 m von der Fahrzeugwand (siehe Bild M.3) km/h	Korrekturfaktor
1	1,155
2	1,105
3	1,062
4	1,028
5	1,000
6	0,978
7	0,960
8	0,946
9	0,935
10	0,925
11	0,916
12	0,907

ANMERKUNG 1 Gleichung für den Korrekturfaktor:

$$\text{Korrekturfaktor} = -0,00016 v^3 + 0,0052 v^2 - 0,065 v + 1,215 \quad (6)$$

Mit v wird die in Bild M.3 definierte Außenluftgeschwindigkeit (ausgedrückt in km/h) zwischen 1 km/h und 12 km/h angegeben.

ANMERKUNG 2 Bei diesem Korrekturfaktor wird nur der Einfluss der externen Konvektion berücksichtigt.

Die Öffnungen für Außenluft und Fortluft müssen ohne Wärmedämmung verschlossen werden.

Die Fenster müssen geschlossen werden. Verschlossene Durchgänge dürfen üblicherweise nur von der Fahrzeugtür blockiert werden. Die Übergänge müssen nur mit ihrer Tür oder bei Fahrzeugen ohne Tür mit einer Füllung, deren Wärmedurchgangskoeffizient $< 0,5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ist, verschlossen werden.

ANMERKUNG 3 Die Oberfläche dieser zusätzlichen Füllen wird bei der Berechnung der Oberfläche A_e nicht berücksichtigt.

Alle gemessenen Parameter müssen mindestens einmal je Minute erfasst werden.

Die Differenz $|T_{\text{im}} - T_{\text{em}}|$ muss $25 \text{ K} \pm 5 \text{ K}$ betragen. Dieser Versuch muss mit T_{em} zwischen -5°C und $+5^\circ\text{C}$ durchgeführt werden.

Die Leistung der Heizung und der Ventilatoren muss konstant gehalten werden. Der k -Wert muss ermittelt werden, nachdem die Temperaturen stabilisiert sind.

Die Werte von T_{em} und $|T_{\text{im}} - T_{\text{em}}|$ müssen über einen Zeitraum von 30 min im Durchschnitt erfasst werden. Die Abweichung dieser durchschnittlichen Werte darf über einen Mindestzeitraum von 3 h 0,4 K nicht überschreiten.

Der k -Wert muss unter Heranziehung der Messwerte der letzten Stunde, während der die stabilisierten Temperaturen eingehalten wurden, errechnet werden.

Es gibt 3 mögliche Verfahren zur Validierung des Koeffizienten k . Die Wahl des zu verwendenden Verfahrens muss vor dem Versuch vereinbart werden.

— Verfahren 1:

Dieses Verfahren konzentriert sich auf die Wärmeübertragung im Betrieb mit dem HLK-System, ohne dass temporäre Ventilatoren und Heizungen installiert werden müssen.

Das HLK-System darf nur mit Rückluft, mit einer festen Ventilatordrehzahl (maximale Drehzahl im Heizbetrieb) und mit fester Leistung der Haupt- und Nachheizkörper betrieben werden.

Der Temperaturunterschied zwischen den verschiedenen Punkten der Außenmessung muss $< 2 \text{ K}$ sein.

Der Temperaturbereich, der sich auf die verschiedenen Messpunkte im Innenraum bezieht, muss mit 11.1.3 übereinstimmen.

Die durchschnittliche Innenluftgeschwindigkeit sollte zwischen 0,5 m/s und 1 m/s liegen.

— Verfahren 2:

Dieses Verfahren konzentriert sich auf die Dämmung des Fahrzeugs und liefert vergleichbare Ergebnisse zu Fahrzeugen, die nach der Vorgängerausgabe dieses Dokuments geprüft wurden.

Das HLK-System muss elektrisch isoliert sein und die Öffnungen für Außenluft und Fortluft müssen geschlossen sein. Im Inneren des Fahrzeugs muss eine von der Fahrzeugheizung unabhängige, temporäre Heizung aus regelbaren, strahlungsarmen Heizkörpern vorgesehen werden, die im Behaglichkeitsbereich und in den Nebenräumen verteilt werden müssen. Eine gleichmäßige Temperaturverteilung im Fahrzeuginnern muss mittels Zusatzventilatoren sichergestellt werden. Der Energieverbrauch der temporären Heizeinrichtung und der Ventilatoren muss getrennt erfasst werden.

Der Temperaturunterschied an den verschiedenen äußeren Messpunkten muss < 2 K sein.

Der Temperaturunterschied an den verschiedenen inneren Messpunkten, die sich 1,1 m über dem Fußboden befinden, muss < 2 K sein.

Die durchschnittliche Innenluftgeschwindigkeit muss zwischen 0,5 m/s und 1 m/s liegen.

— Verfahren 3:

Dieses Verfahren ist eine Erweiterung von Verfahren 2 und berücksichtigt den Einfluss der Konvektion im Zusammenhang mit der Luftverteilung im Betrieb.

Das HLK-System darf nur mit Rückluft und einer festen Ventilatordrehzahl arbeiten (maximale Drehzahl im Heizbetrieb). Es können sowohl Haupt- als auch Nachheizkörper eingesetzt werden.

Es muss eine von der Fahrzeugheizung unabhängige, temporäre Heizung aus regelbaren Heizkörpern vorgesehen werden, die im Behaglichkeitsbereich und in den Nebenräumen verteilt werden müssen. Eine gleichmäßige Temperaturverteilung im Fahrzeuginnern muss mittels Zusatzventilatoren sichergestellt werden. Der Energieverbrauch der temporären Heizeinrichtungen, der temporären Ventilatoren und der permanenten Einrichtungen (Ventilatoren und Heizungen) muss getrennt erfasst werden.

Der Temperaturunterschied an den verschiedenen äußeren Messpunkten muss < 2 K sein.

Der Temperaturunterschied an den verschiedenen inneren Messpunkten, die sich 1,1 m über dem Fußboden befinden, muss < 2 K sein.

Die durchschnittliche Innenluftgeschwindigkeit sollte zwischen 0,5 m/s und 1 m/s liegen.

16.7.2 Thermographie

Für die Bewertung der Qualität der thermischen Dämmung des Fahrzeugs wird ein thermografischer Versuch empfohlen.

17 Messverfahren – Messgeräte

17.1 Allgemeines

Die Aufzeichnung sollte dauerhaft erfolgen, mit einer Mindestabfragerate von einem Messwert je Minute für alle gemessenen Werte.

17.2 Temperaturen

17.2.1 Lufttemperatur

Die verwendeten Messgeräte müssen der Klasse S nach EN ISO 7726:2001, Tabelle 2 mit einer maximalen Abweichung von $\pm 0,25$ K während der Dauer der Aufzeichnung entsprechen.

17.2.2 Oberflächentemperaturen

Um die realen Oberflächentemperaturen im Betrieb zu messen, muss der Unterschied zwischen dem Einfluss von Strahlung, Konvektion und Wärmeleitung auf die Sensoren und auf die gemessene Oberfläche minimiert werden. Das angewandte Messverfahren muss validiert werden, um eine korrekte Messung sicherzustellen.

Die Klasse der Messgeräte sollte der in 17.2.1 festgelegten Klasse entsprechen.

17.3 Relative Luftfeuchte

Die verwendeten Messgeräte müssen der Klasse C nach EN ISO 7726:2001, Tabelle 2 entsprechen.

17.4 Luftgeschwindigkeit

Für die Bewertung nach dem normativen Anhang C müssen die Werte über einen Zeitraum von einer Minute mit einer Mindestabfragerate von 1 Hz gemittelt werden.

Die verwendeten Messgeräte sollten der Klasse C nach EN ISO 7726:2001, Tabelle 2 entsprechen.

17.5 Luftvolumenstrom

Der Luftvolumenstrom sollte mit einem Messsystem mit einer Genauigkeit von mindestens 10 % bestimmt werden (es ist nicht erforderlich, diese Messwerte stetig aufzuzeichnen). Der Mittelwert der Außentemperatur und der barometrische Luftdruck sollten aufgezeichnet werden. Die Luftvolumenströme dürfen nur im Ventilatorbetrieb gemessen werden.

17.6 Simulierte Fahrzeuggeschwindigkeit

Die Luftgeschwindigkeit um das Fahrzeug ist durch ein kalibriertes Messsystem zu bestimmen, das Messergebnisse von einer Genauigkeit von mindestens ± 1 m/s ermöglicht.

17.7 Gleichwertige Leistung der Sonnenstrahlung

Die gleichwertige Leistung der Sonnenstrahlung muss mit einem kalibrierten Messsystem ermittelt werden. Diese Messung muss nach dem normativen Anhang J durchgeführt werden.

17.8 Energieverbrauch und elektrische Leistung

Die Messungen sollten mit einer Genauigkeit von 2,5 % durchgeführt werden.

18 Eigenschaften der Versuchseinrichtungen

18.1 Allgemeines

Die Klimakammer oder der Windkanal, die für die Versuchsreihen TL2 und TL3 verwendet werden, müssen von einer Zertifizierungsstelle zugelassen sein. Es wird empfohlen, EN ISO IEC 17025 zu verwenden.

Die im normativen Anhang I angeführten Toleranzen des Mittelwerts der Außentemperatur, der äußeren relativen Luftfeuchte und Luftgeschwindigkeiten müssen während der Versuche eingehalten werden.

18.2 Besetzung

Die Simulation der vollen oder teilweisen Besetzung in der Behaglichkeitszone muss entsprechend den thermischen Erfordernissen nach den Kurven im normativen Anhang E ausgeführt werden.

Die Verteilung der Fahrgastlast richtet sich nach der erwarteten Verteilung der Fahrgäste im Fahrzeug.

Es wird empfohlen, die Einrichtungen, die die Fahrgastlast (sensible und latente Wärmelast) simulieren, nicht zu konzentrieren.

Zur Simulation der Fahrgastlast während der Versuche muss T_{im} verwendet werden, um die thermische Fahrgastlast zu berechnen.

Für die sitzenden Fahrgäste muss die Simulation der sensiblen Wärme strahlungsarme Heizgeräte verwenden, deren Oberflächentemperatur kleiner als +40 °C ist.

Für die stehenden Fahrgäste wird dies ebenfalls empfohlen.

Für die Simulation der feuchten (latenten) Wärme muss Wasser verdampft werden. Der von den Befeuchtungsgeräten abgegebene Anteil sensibler Wärme muss in der Gesamtbilanz der sensiblen Wärme berücksichtigt werden.

Wenn eine CO₂-Regelung vorhanden ist, sollte das von den Fahrgästen ausgestoßene CO₂ so eingeleitet werden, dass eine gleichmäßige Verteilung sichergestellt ist, zum Beispiel in der Zuluft.

Wenn der Wert nicht in der vertraglichen Spezifikation angegeben ist, beträgt die von einem Fahrgast ausgelassene CO₂-Menge 17,5 l/h (dies entspricht 32 g/h unter üblichen Bedingungen: +20 °C und 50 % relative Feuchte, normaler atmosphärischer Druck).

18.3 Temperatur und Gleichmäßigkeit der Klimakammer und des Klima-Windkanals

Die Temperatur der Klimakammer und des Klima-Windkanals muss den folgenden Temperaturanforderungen entsprechen:

- Die Schwankungen der Temperatur (T_{em}) während der Versuche unter Beharrungszuständen müssen um die Einstelltemperatur $\pm 0,5$ K liegen.
- Beim Wechsel von T_{em} muss eine Mindestwechselrate von 3 K/h erreicht werden.
- Die Regelgenauigkeit bei wechselnden Temperaturbedingungen muss ± 1 K betragen.
- Ohne Wärmelast (Triebzug ausgeschaltet) muss der Bereich der an den im normativen Anhang M definierten Punkten gemessenen Temperaturen ≤ 2 K sein.

Bei TL1-Versuchen müssen die zur Berechnung von T_{em} verwendeten Sensoren dem normativen Anhang M entsprechen.

18.4 Relative Außenfeuchte

Die Abweichung der relativen Außenfeuchte während des Versuchs muss für Prüfungen der Kühlleistung innerhalb von $\pm 2,5$ %RH und für Prüfungen mit konstanter $T_{em} > 15$ °C innerhalb von ± 5 %RH liegen.

18.5 Simulation der Außenluftgeschwindigkeit

18.5.1 Stillstandsversuche

Bei Versuchen mit Fahrzeugen im Stillstand muss die mittlere Luftgeschwindigkeit der das Fahrzeug umgebenden Strömung zugrunde gelegt werden. Der Wert muss zwischen der Luftgeschwindigkeit, die für die Auslegung der Kühlleistung des HLK-Systems verwendet wird (siehe 9.4), und 15 km/h liegen.

18.5.2 Dynamische Versuche

Geeignete aerodynamische (stromlinienförmige) Verkleidungen vor und hinter dem Fahrzeug sind erforderlich, um die aerodynamischen Bedingungen rund um den Zug oder Wagensatz zu simulieren. Die gemessene Windgeschwindigkeit muss korrigiert werden, um die Auswirkungen der Wände der Klimakammer zu berücksichtigen und einen Wärmestrom zu erhalten, der dem im Fahrbetrieb entspricht.

Bei Windgeschwindigkeitsversuchen müssen die aerodynamischen Auswirkungen des Windkanals auf das Druck- und Geschwindigkeitsfeld um das Fahrzeug berücksichtigt und sollten so weit wie möglich ausgeglichen werden.

18.6 Gleichwertige Leistung der Sonnenstrahlung

18.6.1 Allgemein

Die Einrichtungen zur Simulation der gleichwertigen Leistung der Sonnenstrahlung auf Grundlage des terrestrischen Strahlungsindex „Globalstrahlung“ von 1 120 W/m² nach CIE 85:1989 [1] sollten aus Lampen bestehen, deren Eigenschaften der Tabelle 15 entsprechen.

Tabelle 15 — Eigenschaften der Einrichtungen

Wellenlänge (Nanometer)	Anteile an Gesamtstrahlung zur terrestrischen Strahlung nach CIE 85:1989 %	Zulässige Abweichungen %
280 – 400	6,1	±3
400 – 800	51,8	±5
800 – 3 000	42,1	±5

Wenn Bestrahlungslampen nicht vorhanden sind, muss die erforderliche gleichwertige Leistung der Sonnenstrahlung durch das nachstehende angenäherte Verfahren errechnet und von im Wageninneren montierten Heizelementen simuliert werden. Bei der Verteilung der Heizelemente müssen die Eigenschaften des Triebzugs (Fenster, Türen...) berücksichtigt werden.

Die maximale Heizleistung eines Heizelementes darf 500 W nicht übersteigen.

18.6.2 Berechnung der Strahlungsleistung der Sonne

$$Q_S = Q_{S,F} + Q_{S,W} + Q_{S,D} \quad (7)$$

Dabei ist

- Q_S die Gesamtstrahlungsleistung der Sonne, in W;
- $Q_{S,F}$ der Fensteranteil der Strahlungsleistung der Sonne, in W;
- $Q_{S,W}$ der Seitenwandanteil der Strahlungsleistung der Sonne, in W;
- $Q_{S,D}$ der Dachanteil der Strahlungsleistung der Sonne, in W.

18.6.3 Fensteranteil

$$Q_{S,F} = A_F \cdot g \cdot q_{s,w} = A_F \cdot g \cdot E_n \cdot \cos(30) \quad (8)$$

Dabei ist

A_F der gesamte Fensteranteil auf einer Seite, in m^2 ;

g der Gesamtsolarenergiedurchlassgrad (Solarfaktor);

$q_{s,w}$ der Wärmestrom der Sonneneinstrahlung auf ein Fenster, in W/m^2 ;

ANMERKUNG Für vertikal angeordnete Fenster gilt $q_{s,w} = E_n \cdot \cos(30^\circ)$.

E_n die gleichwertige Strahlungsleistung der Sonne der Zone nach dem normativen Anhang F, in W/m^2 .

18.6.4 Seitenwandanteil

$$Q_{S,W} = \frac{k_w A_W}{\alpha_a} \varepsilon q_{s,w} \quad (9)$$

Dabei ist

k_w der k -Wert der Seitenwand, in $W/(m^2 \cdot K)$;

A_W die Gesamtwandfläche einer Seitenwand ohne Fensterfläche, in m^2 ;

α_a der Außen-Wärmedurchgangskoeffizient im Stillstand, in $W/(m^2 \cdot K)$;

ε der Absorptionsfaktor der Sonne je nach Beschaffenheit und Farbe der Oberfläche; üblicherweise wird ein Wert zwischen 0,5 und 0,8 verwendet;

$q_{s,w}$ der Wärmestrom der Sonneneinstrahlung auf eine senkrechte Seitenwand, in W/m^2 ;

E_n gleichwertige Strahlungsleistung der Sonne der Zone nach dem normativen Anhang F, in W/m^2 .

Wenn die Sonneneinstrahlung durch zusätzliche Heizungen im Fahrzeuginneren simuliert wird, muss der Wärmedurchgangskoeffizient der Außenluft im Stillstand $15 W/(m^2 \cdot K)$ betragen.

18.6.5 Dachanteil

$$Q_{S,D} = \frac{k_d A_D}{\alpha_a} \varepsilon q_{s,d} \quad (10)$$

Dabei ist

k_d der k -Wert des Dachs, in $W/(m^2 \cdot K)$;

A_D die Gesamtwandfläche des Dachs, in m^2 ;

α_a der Außen-Wärmedurchgangskoeffizient im Stillstand, in $W/(m^2 \cdot K)$;

ε der Absorptionsfaktor der Sonne je nach Beschaffenheit und Farbe der Oberfläche; üblicherweise wird ein Wert zwischen 0,5 und 0,8 verwendet;

$q_{s,d}$ der Wärmestrom der Sonneneinstrahlung auf das Dach, in W/m^2 ;

ANMERKUNG Für ein horizontales Dach gilt $q_{s,w} = E_n \cdot \sin(30^\circ)$.

E_n die gleichwertige Strahlungsleistung der Sonne der Zone nach dem normativen Anhang F.

Wenn die Sonneneinstrahlung durch zusätzliche Heizungen im Fahrzeuginneren simuliert wird, muss der Wärmedurchgangskoeffizient der Außenluft im Stillstand $15 W/(m^2 \cdot K)$ betragen.

19 Verteilung der Messpunkte

19.1 Allgemeines

Die Anordnung der Messpunkte ist nachfolgend definiert. Ist es aus physikalischen oder umgebungsbedingten Gründen nicht möglich, an dem festgelegten Punkt zu messen, muss der Messpunkt vertraglich vereinbart werden.

19.2 Messpunkte für Temperaturen im Behaglichkeitsbereich

Diese sind definiert im normativen Anhang K und normativen Anhang L.

Anhang A
(normativ)

Parameterauswahl

Tabelle A.1 — Parameterauswahl für EN 14750

Obligatorische Auswahlmöglichkeiten						
Fahrzeugklasse	Tabelle 1	Innenstadt (U)	Vorstadt (S)	Regional (R)		
<i>Durch ein Kreuz angeben, welche Klasse verwendet werden muss</i>						
Klimazone im Winter	Tabelle F.1	LW.1	LW.2	LW.3	LW.4	LW.5
<i>Durch ein Kreuz angeben, welche Klimazone verwendet werden muss</i>						
Klimazone im Sommer	Tabelle F.3	LS.1	LS.2	LS.3	LS.4	
<i>Durch ein Kreuz angeben, welche Klimazone verwendet werden muss</i>						
Last der stehenden Fahrgäste für die Auslegungspunkte für den Kühl- und Heizbetrieb	[p/m ²]					

Klassifizierung für Mehrzweckbereiche. <i>Die Behaglichkeitskriterien für diese Bereich angeben (Behaglichkeitszonen oder Nebenräume)</i>						
Versuchsreihe	13.2	TL1	TL2	TL3	TLS	
<i>Die Anzahl der geprüften Wagen und die geforderte Versuchsreihe für die unterschiedlichen Wagen angeben</i>						
Behaglichkeitsniveau	Normativer Anhang O und Abschnitt 6	CL [%]				
<i>Das geforderte Behaglichkeitsniveau angeben (Wert in Prozent zwischen 0 und 100 %)</i>						
Optionale Auswahlmöglichkeiten						
		Auslegungspunkt für den Kühlbetrieb		Auslegungspunkt für den Heizbetrieb		
Bedingungen, wenn sich die Auslegungspunkte für den Kühl- und/oder Heizbetrieb in einem Tunnel befinden	8.1	T_{em} [°C] und RH_{em} [%]	T_{iv} [°C] und RH_{iv} [%]	T_{em} [°C] und RH_{em} [%]	T_{iv} [°C] und RH_{iv} [%]	
<i>Die Außen- und Innentemperatur sowie die entsprechende relative Feuchte angeben, die berücksichtigt werden muss, wenn eine Tunnelanwendung vorliegt</i>						
Feuchteregelung	11.1.6	JA / NEIN				
<i>Angeben, ob eine aktive Feuchtregelung berücksichtigt werden muss oder nicht</i>						
Regelkurve	10.2	JA / NEIN	$T_{ic,off}$ [±X K]	Schrittgröße [K]		