

DIN EN 4666

ICS 49.095

Einsprüche bis 2013-06-30

Entwurf

**Luft- und Raumfahrt –
Integrierte Qualitätsstandards für Kabinenluft und -druck, Kriterien und
Messverfahren;
Deutsche und Englische Fassung prEN 4666:2013**

Aerospace series –

Aircraft integrated air quality and pressure standards, criteria and determination methods;
German and English version prEN 4666:2013

Série aérospatiale –

Normes intégrées de qualité d'air intérieur et de pression pour les cabines d'avion, critères
et méthodes d'évaluation;

Version allemande et anglaise prEN 4666:2013

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2013-04-29 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und
Stellungnahme vorgelegt.

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

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de 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 nl@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann
im Internet unter www.din.de/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter
www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den Normenausschuss Luft- und Raumfahrt (NL) im DIN, 10772 Berlin
(Hausanschrift: Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin).

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 64 Seiten

Normenausschuss Luft- und Raumfahrt (NL) im DIN

Nationales Vorwort

Der Verband der Europäischen Luft-, Raumfahrt- und Verteidigungsindustrie Normung (ASD-STAN) ist vom Europäischen Komitee für Normung (CEN) für zuständig erklärt worden, Europäische Normen (EN) für das Gebiet der Luft- und Raumfahrt auszuarbeiten. Durch die Vereinbarung vom 3. Oktober 1986 wurde ASD Assoziierte Organisation (ASB) des CEN.

Das vorliegende Dokument (prEN 4666:2013) wurde von ASD-STAN D1/ S3 „ICE Ideal Cabin Environment“, unter Mitwirkung deutscher Experten des Normenausschusses Luft- und Raumfahrt erarbeitet.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 131-09-06 AA „Kabinenumgebung - ICE“ im DIN Normenausschuss Luft- und Raumfahrt.

Entsprechend Beschluss 57/9 des Technischen Ausschusses des Beirats des Normenausschusses Luft- und Raumfahrt (NL) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V. sind die europäischen Luft- und Raumfahrt-Normungsergebnisse zweisprachig, in Deutsch und Englisch, in das Deutsche Normenwerk zu überführen. Aus diesem Grund wurde der Deutschen Fassung dieses Dokuments die Englische Fassung hinzugefügt.

Für die in diesem Dokument zitierten Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

ISO 5129	siehe	DIN ISO 5129
ISO 11079	siehe	DIN EN ISO 11079
ISO 13732-1	siehe	DIN EN ISO 13732-1
ISO 13732-3	siehe	DIN EN ISO 13732-3
ISO 7726	siehe	DIN EN ISO 7726
ISO 7730	siehe	DIN EN ISO 7730

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN ISO 5129, *Akustik — Messung des Schalldruckpegels in Luftfahrzeugen während des Fluges*

DIN EN ISO 11079, *Ergonomie der thermischen Umgebung — Bestimmung und Interpretation der Kältebelastung bei Verwendung der erforderlichen Isolation der Bekleidung (IREQ) und lokalen Kühlwirkungen*

DIN EN ISO 13732-1, *Ergonomie der thermischen Umgebung — Bewertungsverfahren für menschliche Reaktionen bei Kontakt mit Oberflächen — Teil 1: Heiße Oberflächen*

DIN EN ISO 13732-3, *Ergonomie der thermischen Umgebung — Bewertungsmethoden für Reaktionen des Menschen bei Kontakt mit Oberflächen — Teil 3: Kalte Oberflächen*

DIN EN ISO 7726, *Umgebungsklima — Instrumente zur Messung physikalischer Größen*

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*

— Leerseite —

ICS

Deutsche Fassung

Luft- und Raumfahrt - Integrierte Qualitätsstandards für Kabinenluft und -druck, Kriterien und Messverfahren

Aerospace series - Aircraft integrated air quality and
pressure standards, criteria and determination methods

Série aéronautique - Normes intégrées de qualité d'air
intérieur et de pression pour les cabines d'avion, critères et
méthodes d'évaluation

Dieser Europäische Norm-Entwurf wird den CEN-Mitgliedern zur Umfrage vorgelegt. Er wurde vom Technischen Komitee ASD-STAN erstellt.

Wenn aus diesem Norm-Entwurf eine Europäische Norm wird, sind die CEN-Mitglieder gehalten, die CEN-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

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

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

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

Warnvermerk : Dieses Schriftstück hat noch nicht den Status einer Europäischen Norm. Es wird zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt. Es kann sich noch ohne Ankündigung ändern und darf nicht als Europäischen Norm in Bezug genommen werden.



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

Management-Zentrum: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort	4
Einleitung.....	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	7
4 Abkürzungen	9
5 Druckbedingungen	9
5.1 Allgemeines	9
5.2 Druckwechselgeschwindigkeit der Kabinenluft	10
5.3 Absoluter Kabinenluftdruck	10
5.3.1 Allgemeines	10
5.3.2 Physiologische Höhengrenzwerte	10
5.3.3 DVT-bezogene Empfehlungen	11
6 Lüftung.....	12
7 Thermische Bedingungen.....	12
7.1 Kabinenlufttemperatur	12
7.1.1 Allgemeines	12
7.1.2 Anforderungen und Begründung.....	12
7.2 Oberflächentemperatur	13
7.2.1 Allgemeines	13
7.2.2 Anforderungen und Begründung.....	14
7.3 Lokale Luftströmung	14
7.3.1 Allgemeines	14
7.3.2 Anforderungen und Begründung.....	15
8 Luftfeuchtebedingungen.....	15
8.1 Relative Luftfeuchte.....	15
8.1.1 Anforderungen und Begründung.....	15
8.1.2 Messverfahren.....	16
9 Geräusche und Schwingungen	16
9.1 Geräusche	16
9.2 Schwingungen	17
9.3 Anforderungen an Schwingungen und Begründung	17
10 Kombinierte Auswirkungen	18
10.1 Allgemeines	18
10.2 Temperatur und Luftfeuchte.....	18
10.3 Temperatur und Geräusche.....	19
10.4 Luftfeuchte und Geräusche	19
10.5 Wahrgenommene Luftqualität und Enthalpie	19
10.6 Generische Analyse der kombinierten Auswirkungen	19
Anhang A (informativ) Der Dezitherm-Ansatz	20
A.1 Allgemeines	20
A.2 Skale der Wärmeniveaus für die operative Temperatur	20
A.2.1 Allgemeines	20
A.2.2 Optimale operative Temperaturen	21

A.2.3	Langzeitig erträgliche operative Temperaturen	21
A.2.4	Kurzzeitig erträgliche operative Temperaturen.....	21
A.2.5	Unerträgliche operative Temperaturen	22
A.3	Anwendung auf optimale operative Temperaturen in der Kabine eines Passagierflugzeugs	22
Anhang B (informativ)	Beispiel eines komplexen Modells für generische Analysen der kombinierten Auswirkungen	25
B.1	Allgemeines	25
B.2	Bedingung mit niedrigem Druck und hoher Luftgeschwindigkeit	25
B.3	Bedingung mit niedrigem Druck und niedriger Temperatur	25
B.4	Schlussfolgerungen für kombinierte Auswirkungen.....	26
Anhang C (informativ)	Beispiel des Zusammenwirkens der Behaglichkeitsparameter	28
Literaturhinweise		30

Vorwort

Dieses Dokument (prEN 4666:2013) wurde vom Verband der Europäischen Luft-, Raumfahrt- und Verteidigungsindustrie – Normung (ASD-STAN) erstellt.

Nachdem Umfragen und Abstimmungen entsprechend den Regeln dieses Verbandes durchgeführt wurden, hat diese Norm die Zustimmung der nationalen Verbände und offiziellen Behörden der Mitgliedsländer der ASD erhalten, bevor sie CEN vorgelegt wurde.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Diese Norm wurde vom Domain Technical Coordinator der Engineering Procedures Domain des ASD-STAN überprüft.

Nachdem Umfragen und Abstimmungen entsprechend den Regeln von ASD-STAN durchgeführt wurden, die im General Process Manual von ASD-STAN festgelegt wurden, hat diese Norm die Zustimmung zur Veröffentlichung erhalten.

Diese Europäische Norm wurde von einer ICE-Arbeitsgruppe erarbeitet. ICE ist ein Projekt innerhalb des sechsten Rahmenprogramms der EU innerhalb des Programms „Wettbewerbsorientiertes und nachhaltiges Wachstum“, Leitaktion: „Neue Perspektiven für die Luftfahrt“. Das Sekretariat der Arbeitsgruppe wird vom BRE (British Research Establishment, Britische Forschungsanstalt), Vereinigtes Königreich, in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer-Institut für Bauphysik, Deutschland, gehalten. Die Arbeitsgruppe wurde gemeinsam mit dem ASD-STAN aufgestellt. Der ASD-STAN ist eine dem CEN assoziierte Organisation, die Normen im Bereich Luftfahrt und Verteidigung erarbeitet. Beim Entwurf dieser Norm wurden ASD-STAN-Regeln befolgt und bei der Zulassung der Norm kamen CEN-Verfahrensweisen zum Einsatz.

2004 veröffentlichte AECMA-STAN die erste Vornorm (prEN 4618), die sowohl Schwellengrenzwerte für Verunreinigungen als auch Klimakriterien für Kabinen von Luftfahrzeugen enthielt. Dieses Dokument ist jetzt eine Vollnorm (EN 4618). 2007 veröffentlichte die American Society of Heating, Refrigerating, and Air Conditioning Engineers (ASHRAE) eine umfassende Norm zur Luftqualität in Luftfahrzeugen: Norm 161-2007 „Air quality within commercial aircraft“. Diese Norm behandelte jedoch nicht den Kabinendruck (ASHRAE-Norm, 5.1.1). PrEN 4666 ist die erste Norm, die den Kabinendruck abdeckt.

Die vorliegende prEN 4666 ist jedoch eine eigenständige Norm, unabhängig von der EN 4618 oder einem beliebigen anderen vergleichbaren Dokument zum Thema.

Haftungsausschluss:

Alle hier aufgeführten Empfehlungen beruhen auf der Europäischen Studie „ICE — Ideal Cabin Environment“ (Europäische Vertragsnummer AST4-CT-2005-516131) und auf zugehörigen Erkenntnissen. Die gesamte endgültige Verantwortlichkeit für die Durchführung der Flüge und die Handhabung der Luftfahrzeuge liegen bei den Fluggesellschaften, den Herstellern und deren Angestellten sowie bei den entsprechenden Behörden.

Einleitung

Diese Europäische Norm wurde erarbeitet, um Anforderungen und Messverfahren für neu zugelassene Programme für zivile Verkehrspassagierflugzeuge festzulegen. Sie darf auch auf Flugzeuge aus der aktuellen Produktion angewendet werden, sofern dies technisch möglich und wirtschaftlich vertretbar ist. In der Norm wird zwischen Sicherheits-, Gesundheits- und Behaglichkeitsbedingungen für Passagiere und Flugzeugpersonal während einer Auswahl von Flugphasen einschließlich des Ein- und Aussteigens unterschieden.

Die Norm ist zur Anwendung bei der Konstruktion, der Herstellung, der Wartung und dem gewöhnlichen Betrieb von Verkehrsflugzeugen vorgesehen. Der Normenausschuss hat sich bemüht, die Norm auf der Grundlage von Leistungsmerkmalen aufzubauen. Das bedeutet, dass nur die Parameter berücksichtigt werden, die sich direkt auf die Sicherheit, Gesundheit und Behaglichkeit der Flugzeuginsassen auswirken. Dieser Ansatz ermöglicht zukünftige Nachweisprüfungen der Auslegung und die Entwicklung innovativer Lösungen sowie auch die Anwendung bestehender Technologien. Dennoch dürfen in Ausnahmefällen gegenwärtige Technologien in Anmerkungen, Anhängen und/oder Empfehlungen verwendet werden, um verfügbare Lösungen zu beschreiben, die den Zielen und den einzelnen Anforderungen der Norm entsprechen könnten.

Diese Norm ist eine Leistungsnorm, deren Fokus auf den Ergebnissen liegt, und keine vorschreibende Norm, die spezifische technische Lösungen vorantreibt.

Genehmigungsbehörden dürfen diese Europäische Norm oder Teile davon anwenden.

Die Studie, auf der diese Europäische Norm beruht, wurde in Übereinstimmung mit Folgendem ausgeführt:

- International Conference on Harmonisation of Technical Requirements for Registration of Pharmaceuticals for Human Use (Internationale Konferenz zur Harmonisierung technischer Anforderungen an die Zulassung von Humanarzneimitteln) (1996), Leitlinien zur Guten Klinischen Praxis E6 (R1);
- Richtlinie 91/507/EWG der Kommission vom 19. Juli 1991 zur Änderung des Anhangs der Richtlinie des Rates 75/318/EWG zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedstaaten über die analytischen, toxikologisch-pharmakologischen und ärztlichen oder klinischen Vorschriften und Nachweise über Versuche mit Arzneimitteln;
- Richtlinie 2001/20/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 4. April 2001 zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedstaaten über die Anwendung der guten klinischen Praxis bei der Durchführung von klinischen Prüfungen mit Humanarzneimitteln;
- Richtlinie 2003/10/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 6. Februar 2003 über Mindestvorschriften zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch physikalische Einwirkungen (Lärm);
- WHO (1999) Guidelines for Community Noise (WHO-Leitlinien für Umgebungslärm);
- WHO (2001) Occupational and Community Noise (Lärm am Arbeitsplatz und Umweltlärm). Informationsblatt Nr 258.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm legt Anforderungen und Messverfahren für neu zugelassene Programme für zivile Verkehrspassagierflugzeuge in Bezug auf integrierte Qualitätsparameter für Kabinenluft und -druck fest.

Diese Europäische Norm ist für neu zugelassene Programme für zivile Verkehrspassagierflugzeuge vorgesehen. Sie darf auch bei Flugzeugen aus der aktuellen Produktion angewendet werden, wenn dies keine signifikanten Belastungen mit sich bringt, d. h. wenn es nachgewiesenermaßen technisch möglich und wirtschaftlich vertretbar ist.

Diese Europäische Norm behandelt den Zeitraum eines Fluges vom Einsteigen des ersten Mitglieds des Flugzeugpersonals bis zum Aussteigen des letzten Mitglieds dieses Personals.

ANMERKUNG 1 Beim Ein- und Aussteigen können aufgrund der erhöhten Stoffwechseltätigkeit der Flugzeuginsassen geringere Temperaturen in der Kabine wünschenswert sein. In einigen Anwendungsfällen am Boden ist das Umweltkontrollsystem (ECS) des Flugzeugs möglicherweise nicht in der Lage, die äußeren Bedingungen zu kompensieren, die die Behaglichkeitsbedingungen in der Kabine beeinflussen, z. B. bei offenen Türen, außerordentlich hohen/niedrigen Boden-/Lufttemperaturen oder Strahlungswärme. In derartigen Fällen dürfen ergänzend zum ECS des Flugzeugs externe Klimaanlage, zum Beispiel unter Zufuhr klimatisierter Niederdruck-Bodenluft oder Hochdruck-Luft eingesetzt werden. Wenn der in dieser Europäischen Norm angegebene Temperaturbereich regelmäßig über- oder unterschritten wird, sollten die Abläufe bei der Fluglinie und/oder am Flughafen geändert und/oder Veränderungen bei der Flugzeugkonstruktion vorgenommen werden.

ANMERKUNG 2 Bei der Durchführung von Bodenprozessen kann die Qualität der Außenluft die Luftqualität innerhalb der Flugzeugkabine negativ beeinflussen. Durch Versorgungsmaßnahmen oder durch am Boden durchgeführte Tätigkeiten verunreinigte Luft kann direkt in das Flugzeug gelangen, z. B. durch offene Türen, und das ECS ist möglicherweise nicht in der Lage, die Schadstoffpegel in der Kabine wirksam zu regeln. Die Abläufe bei der Fluggesellschaft und am Flughafen sollten so organisiert sein, dass eine direkte Verunreinigung der Kabinenluft durch diese Schadstoffquellen vermieden wird. Wenn die in dieser Europäischen Norm angegebenen Schadstoffbereiche regelmäßig überschritten werden, sollten die Abläufe bei der Fluglinie und/oder am Flughafen geändert und/oder Veränderungen bei der Flugzeugkonstruktion vorgenommen werden.

Das Qualitätsniveau für die Außenluft wird üblicherweise durch nationale Behörden geregelt.

Die vorgeschlagenen Werte und Grenzwerte können durch individuelle Prädispositionen beeinflusst sein.

prEN 4666 ist eine eigenständige Norm, unabhängig von der EN 4618 oder einem beliebigen anderen vergleichbaren Dokument zum Thema.

Diese Europäische Norm deckt Daten zu Folgendem ab:

- Druckbedingungen (Druckwechselgeschwindigkeit der Luft, absoluter Kabinenluftdruck);
- thermische Bedingungen (Lufttemperatur, Oberflächentemperatur, Zugluft);
- Luftfeuchtebedingungen;
- Geräusche (Lärm) und Schwingungen;
- kombinierte Auswirkungen,

wie vor kurzem auf der Grundlage der Europäischen Studie „ICE — Ideal Cabin Environment“ (Europäische Vertragsnummer AST4-CT-2005-516131) und der zugehörigen Erkenntnisse entwickelt.

2 Normative Verweisungen

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

ASHRAE-Norm 62.2 (2007), *Ventilation and Acceptable Indoor Air Quality in Low-Rise Residential Buildings*

ASHRAE-Norm 161 (2007), *Air Quality within Commercial Aircraft*

CFR 14, Part 25.831 (1997) *Ventilation and Heating*

EN 4618:2009, *Luft- und Raumfahrt — Qualitätsstandards für Kabinenluft, Kriterien und Messverfahren*

ISO 2631-1:1997, *Mechanical Vibration and Shock — Evaluation of Human Exposure to Whole-Body Vibration — Part 1: General Requirements*

ISO 5129:2001, *Acoustics — Measurement of sound pressure levels in the interior of aircraft during flight*

ISO 11079:2007, *Ergonomics of the thermal environment — Determination and interpretation of cold stress when using required clothing insulation (IREQ) and local cooling effects*

ISO 13732-1:2006, *Ergonomics of the thermal environment — Methods for the assessment of human responses to contact with surfaces — Part 1: Hot surfaces*

ISO/TS 13732-2:2001, *Ergonomics of the thermal environment — Methods for the assessment of human responses to contact with surfaces — Part 2: Human contact with surfaces at moderate temperature*

ISO 13732-3:2005, *Ergonomics of the thermal environment — Methods for the assessment of human responses to contact with surfaces — Part 3: Cold surfaces*

ISO 7726:1998, *Ergonomics of the thermal environment — Instruments for measuring physical quantities*

ISO 7730:2005, *Ergonomics of the thermal environment — Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria*

SAE AIR1609A (2005), *Aircraft Humidification*

SAE ARP1270 (2006), *Aircraft Cabin Pressurization Control Criteria*

UK-CAA-Spezifikation Nr 15 (1989), *Public Address Systems*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1

Sicherheitsgrenzen

Grenzwerte für Kabinenklimaparameter, die bei einer Überschreitung den sicheren Betrieb des Luftfahrzeugs verhindern würden. Falls angebracht, werden Grenzwerte, wie z. B. maximale Arbeitsplatzkonzentration und gesetzliche Grenzwerte, von den zuständigen Stellen übernommen

[QUELLE: EN 4618:2009]

3.2
gesundheitliche Grenzen
Grenzwerte für Kabinenklimaparameter, die bei einer Überschreitung bei den Flugzeuginsassen zu vorübergehenden oder dauerhaften pathologischen Effekten führen würden. Falls angebracht, werden Grenzwerte, wie z. B. maximale Arbeitsplatzkonzentration und gesetzliche Grenzwerte, von den zuständigen Stellen übernommen

[QUELLE: EN 4618:2009]

3.3
Behaglichkeitsgrenzen
Grenzwerte für Kabinenklimaparameter, die bei einer Überschreitung dazu führen würden, dass in der Kabine kein annehmbares Raumklima erreicht wird. Ein annehmbares Raumklima in der Kabine ist festgelegt als Umgebung, in der eine beträchtliche Mehrheit der diesem Klima ausgesetzten Menschen voraussichtlich nicht angibt, dass sie mit den Schadstoffen in der Luft und/oder mit Umgebungskriterien unzufrieden ist. Falls angebracht, werden Behaglichkeitsgrenzen von den zuständigen Stellen festgelegt, die Normen und Richtlinien zum Raumklima erstellen

[QUELLE: EN 4618:2009]

3.4
Druckaufbau in der Kabine
aktives Pumpen von Luft in eine Luftfahrzeugkabine, um den Luftdruck in der Kabine zu erhöhen. Dies ist erforderlich, wenn das Luftfahrzeug große Höhen erreicht, da der natürliche Atmosphärendruck (und kurz darauf der Sauerstoffpartialdruck) zu gering wird, damit die an Bord befindlichen Personen ausreichend Sauerstoff aufnehmen können, was zu Höhenkrankheit und schließlich Hypoxie führt

3.5
Kabinenlüftung
Prozess der Zuführung von Luft in die Kabine oder des Abzugs von Luft aus dieser zum Zwecke der Regelung der Luft-Schadstoffpegel, des Kabinenluftdrucks, der Luftfeuchte, der Luftströmungsmuster und der Temperatur in der Kabine

3.6
annehmbare Raumluftqualität
Luft, bei der eine beträchtliche Mehrheit der Insassen keine Unzufriedenheit hinsichtlich Gerüchen und sensorischer Irritation äußert und bei der wahrscheinlich keine Schadstoffkonzentrationen auftreten, die bekanntermaßen ein Gesundheitsrisiko darstellen

[QUELLE: ASHRAE 62.2 (2007)]

4 Abkürzungen

ICE	Ideale Kabinenumgebung (en: Ideal Cabin Environment)
ECS	Umweltkontrollsystem (en: Environmental Control System)
CFR	Code der Bundesrichtlinien (en: Code of Federal Regulations)
ASHRAE	Berufsverband der im Heizungs-, Kühlungs-, Lüftungs- und Klimaanlagenbau Tätigen (en: American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers)
SAE	Verband der Automobilingenieure (en: Society of Automotive Engineers)
CAA	Britische Zivilluftfahrtbehörde (en: Civil Aviation Authority)
WHO	Weltgesundheitsorganisation (en: World Health Organization)
DVT	tiefe Venenthrombose (en: deep venous thrombosis)
PM	Schwebstoffteilchen (en: particulate matter)
PAO	persönlicher Luftauslass (en: Personal Air Outlet)
BF	Blinzelfrequenz (en: Blink Frequency)
RH	relative Luftfeuchte (en: Relative Humidity)
FACE	angenehmes Klima in der Luftfahrzeugkabine (en: Friendly Aircraft Cabin Environment)
HEACE	gesundheitliche Auswirkungen in der Luftfahrzeugkabine (en: Health Effects in Aircraft Cabin Environment)
SpO ₂	Sauerstoffsättigung in der peripheren Blutströmung (en: oxygen saturation in peripheral blood flow)

5 Druckbedingungen

5.1 Allgemeines

Dieser Abschnitt behandelt nicht die folgenden Aspekte:

- jegliche Ausfälle, wie das unwahrscheinliche Auftreten eines Verlusts des Kabinenluftdrucks;
- verschiedene Sauerstoffatemsysteme und Sauerstoffgeräte;
- die technischen Lösungen für Druckaufbau und Unversehrtheit von Druckbehältern;
- jegliche Prüfverfahren für den Druckaufbau.

5.2 Druckwechselgeschwindigkeit der Kabinenluft

Während im Flugzeug der Druck zu- und abnimmt, empfinden einige Passagiere möglicherweise Unbehagen, da sich die in den Körperhöhlen eingeschlossenen Gase als Reaktion auf die Änderung des Kabinenluftdrucks ausdehnen oder zusammenziehen. Am häufigsten treten Probleme mit den im Magen-Darm-Trakt, im Mittelohr und in den Nasennebenhöhlen eingeschlossenen Gasen auf. Es ist zu beachten, dass in einem unter Druck stehenden Luftfahrzeug diese Auswirkungen nicht direkt durch das Aufsteigen und Absinken bedingt sind, sondern durch Änderungen des Luftdrucks innerhalb des Luftfahrzeugs.

Die Wechselgeschwindigkeit der Kabinen(druck-)höhe sollte auf folgende Werte begrenzt sein:

2,5 m/s (500 ft/min) [auf Meereshöhe bezogene Werte] für abnehmenden Luftdruck (zunehmende Höhe);

1,5 m/s (300 ft/min) [auf Meereshöhe bezogene Werte] für zunehmenden Luftdruck (abnehmende Höhe).

[SAE ARP1270 (2001), ASHRAE-Norm 161 (2007)]. Diese Leitlinien beruhen auf der Mittelohrventilation und wurden bei der Durchführung der ICE-Studie befolgt.

Die Druckwechselgeschwindigkeit der Kabinenluft sollte wie folgt sein:

- so gering wie möglich;
- beim Steig- oder Sinkflug so konstant wie möglich.

5.3 Absoluter Kabinenluftdruck

5.3.1 Allgemeines

Unter Druck stehende Kabinen und Abteile, die jeweils zur Belegung vorgesehen sind, müssen so ausgestattet sein, dass unter normalen Betriebsbedingungen und bei der maximalen Betriebshöhe des Flugzeugs eine Höhe des Kabinenluftdrucks von nicht mehr als 2 438 m (8 000 ft, 10,9 psi, 75 kPa) vorliegt.

5.3.2 Physiologische Höhengrenzwerte

Bei der Betrachtung der angemessenen Kabinenhöhe für Verkehrspassagierflugzeuge müssen die Bedürfnisse von drei verschiedenen Gruppen berücksichtigt werden:

1. Die Sicherheit, Gesundheit und Behaglichkeit der Passagiere:
 - a) jung, in gutem körperlichen Zustand und gesund;
 - b) älter, jedoch ohne bekannte medizinische Zustände;
 - c) mit bekannten medizinischen Zuständen.
2. Die Fähigkeit der Piloten, sowohl übliche als auch unübliche Arbeitsvorgänge durchzuführen, einschließlich auf Langstreckenflügen;
3. Die Fähigkeit des Flugbegleitpersonals, normale Aufgaben, einschließlich mäßiger körperlicher Anstrengungen, und Notfallverfahren, einschließlich signifikanter körperlicher Anstrengungen, durchzuführen.

In größeren Höhen ist der Sauerstoffpartialdruck im Vergleich zu dem am Boden vorliegenden verringert. Dies führt mit zunehmender Höhe zu einer Verringerung der Sauerstoffsättigung im Hämoglobin des Blutes. Die Struktur des Hämoglobinmoleküls ergibt die S-Form der Oxyhämoglobin-Dissoziationskurve, die angibt, dass die Sauerstoffsättigung nicht unter 90 % fällt, solange die Höhe nicht 10 000 ft überschreitet. Um eine ausreichende Sauerstoffversorgung des Gewebes sicherzustellen, reagiert der menschliche Körper mit einer leichten Erhöhung der Pulsfrequenz und einer geringen Zunahme der Atemfrequenz; bei einer gesunden Person tritt dies jedoch erst ab einer Höhe von 8 000 ft auf. Unterhalb dieser Höhe tritt keine wahrnehmbare Veränderung auf.

Die Fähigkeit des Herz-Kreislauf-Systems, die Auswirkungen einer geringfügig hypoxischen Umgebung zu kompensieren, kann durch Alter und Erkrankungen beeinträchtigt werden. Die arterielle Sauerstoffspannung liegt unterhalb der in den Lungenbläschen, wobei der Gradient bei jungen gesunden Personen bei etwa 8 mmHg liegt und mit dem Alter allmählich ansteigt sowie bei Herz-Lungen-Erkrankungen deutlich erhöht ist. Die im Zusammenhang mit Alter und Erkrankungen auftretenden Änderungen in der Atemmechanik können eine verstärkte Fehlanpassung zwischen Ventilation und Perfusion verursachen; die homöostatischen Mechanismen des Körpers führen jedoch zu einer kompensatorischen Erhöhung der Puls- und Atemfrequenz, sodass die Personen nicht mit merkbarem Unbehagen oder nachteiligen gesundheitlichen Auswirkungen reagieren.

Die [British Thoracic Society (Britische Thorax-Gesellschaft (2002))] und die [Aerospace Medical Association (Vereinigung der Luft- und Raumfahrtmediziner) (2003)] veröffentlichen Leitlinien für die Verwendung von zusätzlichem Sauerstoff bei Flugreisenden mit Herz-Atem-Problemen, was in jeder Höhe oberhalb des mittleren Meeresspiegels erforderlich sein kann. Für jeden Fall ist eine individuelle Beurteilung erforderlich, und es ist nicht möglich, eine sichere maximale Kabinenhöhe zu definieren, die auf alle oder die meisten älteren oder unter Herz-Atem-Problemen leidenden Passagiere anwendbar wäre.

Studien an Piloten [Cottrell et al. (1995)] zeigen breite individuelle Schwankungen im arteriellen Sauerstoffsättigungsgrad, der während des Fluges in einer Höhe von bis zu 8 000 ft zwischen 88,6 % und 97,0 % liegt und erhebliche individuelle Unterschiede aufweist. Es wurde gezeigt, dass eine geringgradige Hypoxie die Ausführung komplexer Aufgaben während des Lernprozesses der Aufgaben beeinträchtigt, jedoch einen geringeren Einfluss hat, wenn die Aufgabe ausreichend gelernt oder eingeübt wurde [Denison et al. (1996)].

Die Rolle des Flugbegleitpersonals unterscheidet sich signifikant von der der Flugbesatzung und ist mit verstärkter körperlicher Aktivität verbunden. Die Forschung hat gezeigt, dass viele der spezifischen Aufgaben relativ kurz andauernd sind und anstelle eines gesunden Herz-Kreislauf-Systems Kraft erfordern. Während des Fluges durchgeführte Messungen haben ergeben, dass routinemäßig durchgeführte Aufgaben keine übermäßigen kardiovaskulären Belastungen verursachen [Wilson et al. (2005)]. Während Notfallsituationen, wie z. B. dem Öffnen der Kabinentüren, der Anbringung der Notrutschen und der Ermöglichung der Kabinen-evakuierung, wurden keine Messungen vorgenommen. Definitionsgemäß würden diese Notfalltätigkeiten jedoch auf Bodenniveau erfolgen.

Die Konzepte der Behaglichkeit und des Wohlbefindens haben für verschiedene Menschen unterschiedliche Bedeutungen. Wohlbefinden bezieht sich auf die Wechselwirkung zwischen physischen, psychologischen und emotionalen Faktoren und stellt einen Zustand der Zufriedenheit dar. Psychosoziale und umgebungs-bezogene Determinanten des menschlichen Verhaltens können variable Auswirkungen auf das Wohlbefinden haben. Die Aerospace Medical Association [Thibeault (1997)] hat gezeigt, dass der Grad des Wohlbefindens während eines Fluges das Ergebnis einer großen Bandbreite von physikalischen Auswirkungen, einschließlich Geräuschen, Schwingungen, Beschleunigung, Bewegung, Heizung, Beleuchtung, Sitzkomfort usw. sowie der hypobaren Umgebung, ist. Die Wechselbeziehung zwischen diesen Faktoren kann komplex sein und die Faktoren müssen in Kombination betrachtet werden.

Das Aviation Safety Committee (Ausschuss für Flugsicherheit) der Aerospace Medical Association schlussfolgerte 2008 [Aerospace Medical Association (2008)], dass unzureichende Nachweise vorliegen, um eine Änderung der bestehenden Regeln oder Praktiken hinsichtlich der maximalen Auslegungs- bzw. Betriebskabinenhöhe zu empfehlen, was den Daten der ICE-Studie [ICE-Konsortium (2009)] entspricht.

5.3.3 DVT-bezogene Empfehlungen

Es liegen Nachweise dafür vor, dass die mit der während des Fluges eingenommenen sitzenden Körperhaltung im Zusammenhang stehende Immobilität die Entwicklung der tiefen Venenthrombose (DVT) und die potentiell tödlichen Folgen (Lungenembolie) fördern kann [Cannegieter et al. (2006)].

Diese Europäische Norm empfiehlt daher die Befolgung der aktuellen medizinischen Fachgutachten. Personen, bei denen ein besonderes Risiko für Venenthrombosen besteht, sollten entsprechend dem medizinischen Rat Vorsichtsmaßnahmen treffen. Flüssigkeitseinlagerungen in den Beinen können durch Aktivierung der Beinmuskelpumpen durch die angemessenen Beinübungen verhindert werden. Personen, die unter die Beine beeinträchtigender venöser Inkompetenz leiden, kann durch ordnungsgemäß angepasste elastische Kompressionsstrümpfe geholfen werden.

Flüssigkeitsaufnahme, Alkoholkonsum und Rauchen werden bereits in allgemeinen Hinweisen zur Gesundheit behandelt.

Für die üblichen Flugreisenden sind keine spezifischen DVT-bezogenen Hinweise erforderlich.

6 Lüftung

Um Sauerstoff zum Atmen bereitzustellen und eine angemessene Luftqualität durch entsprechende Verdünnung der Verunreinigungen zu erreichen, muss die Kabinenlüftung ausreichend sein.

7 Thermische Bedingungen

7.1 Kabinenlufttemperatur

7.1.1 Allgemeines

Die Kabinenlufttemperatur ist die Temperatur, der die Kabineninsassen während des Fluges ausgesetzt sind.

7.1.2 Anforderungen und Begründung

Pegel	Grenzwerte	Begründung
Sicherheit	Obergrenzen nach [CFR 14, Kap. I, §25.831 (1996)]: $t_a < 60\text{ °C}$ zu jeder Zeit $t_a = 60\text{ °C}$ für max. 10 min $60\text{ °C} > t_a > 38\text{ °C}$, siehe Liniendiagramm in [CFR 14, Kap. I, §25.831g (1996)] $t_a = 38\text{ °C}$ für max. 90 min Untere Sicherheitsgrenzen werden nicht definiert.	1
Gesundheit	$19\text{ °C} < t_a < 34\text{ °C}$	2
Behaglichkeit	$21\text{ °C} < t_a < 25\text{ °C}$ während $20\text{ °C} < t_{a,01} < 25\text{ °C}$ $\Delta t_a = t_{a,11} - t_{a,01} < 3\text{ K}$	3
t_a Umgebungstemperatur $t_{a,01}$ Umgebungstemperatur in Knöchelhöhe (0,1 m) $t_{a,11}$ Umgebungstemperatur in Kopfhöhe (1,1 m)		

Begründung:

- 1) Grenzwerte nach [CFR 14, Kap. I, §25.831 (1996)].
- 2) Temperaturgrenzwerte von $19\text{ °C} < t_a < 34\text{ °C}$ entsprechen $-45\text{ dTh} < L_{th} < 90\text{ dTh}$.
- 3) Temperaturgrenzwerte von $21\text{ °C} < t_a < 25\text{ °C}$ entsprechen $-20\text{ dTh} < L_{th} < 20\text{ dTh}$. Sofern die Lufttemperaturen in Knöchelhöhe unter 20 °C fallen oder die Differenz zu den Lufttemperaturen in Kopfhöhe mehr als 3 K beträgt, dominiert die lokale thermische Unbehaglichkeit die thermische Gesamtbehaglichkeit.

Decitherm ist das Wärmeniveau, das Informationen zum Einfluss liefert, den die Umgebung bei der angenommenen optimalen Temperatur von 23 °C auf den menschlichen Körper hat. Für eine Tätigkeit von 1,2 met und Bekleidung mit 0,75 clo beträgt das Wärmeniveau $L_{th} = 516,21 \lg(t_a/23)$.

Die folgende Tabelle enthält die entsprechenden Wärmeniveaus für vorgeschriebene Temperaturen in warmen und kalten Umgebungen.

Entsprechende Wärmeniveaus	Temperatur
Sehr angenehm	21 °C < t_a < 25 °C
Angenehm	20 °C < t_a < 26 °C
Annehmbar	19 °C < t_a < 28 °C
Langzeitig erträglich — kalte Bedingungen: $t < 20$ min [ISO 11079 (2007)] — warme Bedingungen: $t < 480$ min [Jokl et al. (1997), Kabele und Dvořáková (2007)]	19 °C < t_a < 34 °C
Kurzzeitig erträglich — kalte Bedingungen: $t < 20$ min [ISO 11079 (2007)] — warme Bedingungen: $t < 50$ min [Jokl et al. (1997)]	13 °C < t_a < 42 °C
Unerträglich	$t_a < 13$ °C oder $t_a > 42$ °C
Für eine Tätigkeit von 1,2 met und Bekleidung mit 0,75 clo. Für eine ausführliche Beschreibung des Decitherm-Ansatzes wird auf Anhang A verwiesen.	

Messverfahren sind in [ISO 7726:1998] beschrieben und sollten einen Temperaturbereich von 0 °C bis 70 °C mit einer Auflösung von 0,1 K, einer Genauigkeit von $\pm 0,2$ K und einer Reaktionszeit von < 10 s abdecken. Die Anforderungen gelten für das Temperaturprofil eines Sitzes in Knöchelhöhe (etwa 0,1 m), Kniehöhe (etwa 0,6 m) und Kopfhöhe (etwa 1,1 m).

7.2 Oberflächentemperatur

7.2.1 Allgemeines

Die Oberflächentemperatur gilt für die Oberflächen, die sich relativ dicht an den sitzenden Passagieren befinden und über längere Zeiträume von diesen berührt werden können: Boden, Seitenwände, Gepäckfächer, Sitzbereich.

7.2.2 Anforderungen und Begründung

Pegel	Grenzwerte	Begründung
Sicherheit	keine spezifischen Sicherheitsgrenzen	1
Gesundheit	Mindestkontakttemperatur t_c nach ISO 13732-3:2006: $t_{c,min} = 7 \text{ °C}$ Maximale Oberflächentemperaturen t_s nach ISO 13732-1:2006: $t_{s,max} = 48 \text{ °C}$ für eine Kontaktdauer von weniger als 10 min $t_{s,max} = 43 \text{ °C}$ für eine Kontaktdauer von weniger als 8 h	2
Behaglichkeit	Mindestkontakttemperatur t_c nach ISO 13732-3:2006: $t_{c,min} = 15 \text{ °C}$ Maximale Oberflächentemperaturen t_s nach ISO/TS 13732-2:2001: $t_{s,max} = 40 \text{ °C}$	3
t_c — Kontakttemperatur t_s — Oberflächentemperatur		

Begründung

- 1) Keine spezifischen Sicherheitsgrenzen definiert.
- 2) Sofern die Kontakttemperatur zwischen der Haut und kalten Oberflächen unter 7 °C fällt, kann ein Taubheitsgefühl auftreten. Diese Kontakttemperaturen sind von den berührten Materialien und der Kontaktdauer abhängig. Leitwerte werden in ISO 13732-3:2006 angegeben, siehe auch Geng et al. (2006). Werden heiße Oberflächen von 48 °C für 10 min berührt, kann es zu Hautverbrennungen kommen, bei einer Kontaktdauer $> 8 \text{ h}$ können Oberflächentemperaturen von 43 °C unabhängig vom Oberflächenmaterial Hautverbrennungen verursachen (ISO 13732-1:2006).
- 3) Kontakttemperaturen unter 15 °C zwischen Materialien und der Haut können als schmerzhaft wahrgenommen werden (ISO 13732-3:2006, siehe auch Geng et al. (2006)). Um Unbehagen durch Strahlungsasymmetrie zu vermeiden, werden mittlere Oberflächentemperaturen von mehr als 18 °C empfohlen. Temperaturen von Oberflächen, die mit der Haut in Berührung kommen, können bei Werten über 40 °C als schmerzhaft empfunden werden und gelten bei Werten unter 40 °C als gemäßigt (ISO/TS 13732-2:2001). Um Unbehagen durch Strahlungsasymmetrie zu vermeiden, werden mittlere Oberflächentemperaturen unter 28 °C empfohlen.

Messverfahren sind in [ISO 7726:1998] beschrieben und sollten einen Temperaturbereich von 0 °C bis 70 °C mit einer Auflösung von $0,1 \text{ K}$, einer Genauigkeit von $\pm 0,2 \text{ K}$ und einer Reaktionszeit von $< 10 \text{ s}$ abdecken. Die Anforderungen gelten für das Temperaturprofil eines Sitzes in Knöchelhöhe (etwa $0,1 \text{ m}$), Kniehöhe (etwa $0,6 \text{ m}$) und Kopfhöhe (etwa $1,1 \text{ m}$).

7.3 Lokale Luftströmung

7.3.1 Allgemeines

Persönliche Luftauslässe (PAO) sind wahlfrei und daher nicht von dieser Norm abgedeckt.

7.3.2 Anforderungen und Begründung

Pegel	Grenzwerte	Begründung
Sicherheit	keine spezifischen Sicherheitsgrenzen	1
Gesundheit	keine spezifischen gesundheitlichen Grenzen	2
Behaglichkeit	$v_a < 0,2$ m/s an zugluftempfindlichen bloßen Körperteilen: Knöchel (0,1 m) und Hals (1,1 m) $v_a < 0,36$ m/s für die weiteren Fälle entsprechend [ASHRAE-Norm 161 (2007)]	3
v_a — Luftgeschwindigkeit		

Begründung:

- 1) Keine spezifischen Sicherheitsgrenzen für die erwarteten Luftgeschwindigkeiten beim Betrieb des Flugzeugs verfügbar.
- 2) Keine spezifischen gesundheitlichen Grenzen für die erwarteten Luftgeschwindigkeiten beim Betrieb des Flugzeugs verfügbar. Die Erhöhung der Blinzelfrequenz (BF) kann jedoch zu zusätzlichem Unbehagen in Form von Augen- (Lid)ermüdung führen. Sie kann verstärkte Muskel-Skelett-Ermüdung und Überlastung der Augen (d. h. Asthenopie) verursachen. Eine hohe Luftgeschwindigkeit (> 1 m/s) kann zu einer geringfügigen Erhöhung der BF im Ruhezustand führen. Eine hohe horizontale oder abwärts gerichtete Luftgeschwindigkeit entlang der Kopfregion verstärkt die Verdampfung von Wasser durch Auflösen der stillstehenden (Grenz-)schicht im Bereich um die Augen. Dies beschleunigt eine Temperaturabnahme, insbesondere in der Kornea, und die Blinzelfrequenz wird teilweise durch eine Abnahme der Korneatemperatur ausgelöst (z. B. senkt eine höhere Temperatur die BF), siehe Wolkoff (2008).
- 3) Der Höchstwert der über 2 Minuten gemittelten Luftgeschwindigkeit sollte nicht die Grenzwerte nach der [ASHRAE-Norm 161 (2007)] überschreiten. Die Annehmbarkeit einer gegebenen Luftgeschwindigkeit durch die Insassen schwankt mit der Zulufttemperatur.

Messverfahren sind in [ISO 7726 (1998)] beschrieben. Die Anforderungen gelten für das Luftgeschwindigkeitsprofil eines Sitzes in Knöchelhöhe (etwa 0,1 m), Kniehöhe (etwa 0,6 m) und Kopfhöhe (etwa 1,1 m).

8 Luftfeuchtebedingungen

8.1 Relative Luftfeuchte

8.1.1 Anforderungen und Begründung

Pegel	Grenzwerte	Begründung
Sicherheit	keine spezifischen Sicherheitsgrenzen	1
Begründung	keine spezifischen gesundheitlichen Grenzen	2
Behaglichkeit	keine spezifischen Behaglichkeitsgrenzen	3

Begründung:

- 1) Diese Europäische Norm mandatiert aufgrund der potentiellen Auswirkungen auf den sicheren Betrieb der Luftfahrzeuge keine Mindestpegel für die Luftfeuchte [ASHRAE-Norm 161 (2007)]. Die Pegel der relativen Luftfeuchte sollten innerhalb von Grenzen liegen, die den sicheren Betrieb des Luftfahrzeugs und seiner Systeme sicherstellen (keine Kondensation, keine Korrosion, keine mechanischen oder elektrischen Fehlfunktionen).
- 2) Derzeit liegt kein wissenschaftlicher Nachweis für eine Abhängigkeit trockenheitsbezogener Gesundheitsaspekte von den Mindestpegeln der relativen Luftfeuchte vor.
- 3) Die für die Sicherheit während des Fluges festgelegten oberen Grenzwerte der Luftfeuchte liegen unterhalb der für die Behaglichkeit der Insassen erforderlichen unteren Grenzwerte; folglich sind in dieser Europäischen Norm keine Obergrenzen festgelegt [ASHRAE-Norm 161 (2007)]. Innerhalb des Bereichs der behaglichen Kabinenlufttemperatur liegt der ideale Pegel der relativen Luftfeuchte jedoch mindestens zwischen 25 % und 30 %, da geringere Pegel zu Unbehagen führen können (siehe Wyon et al. (2002), Sunwoo et al. (2006)). Dies entspricht dem gewünschten Bereich von 30 % bis 60 % für die Behaglichkeit der Insassen nach SAE AIR1609A (2005). Dennoch haben mehrere Studien gezeigt, dass die bloße Wahrnehmung von Trockenheit in einer bestimmten Umgebung in keinem Zusammenhang mit der physikalischen Messung der relativen Luftfeuchte steht (siehe z. B. Wyon et al. (2002), Sundell und Lindvall (1993)). ICE-Prüfergebnisse weisen darauf hin, dass es bei einer Erhöhung der Kabinenluftfeuchte von 10 % auf 40 % zu einer geringfügigen Verbesserung der trockenheitsbezogenen Symptome, z. B. trockene Augen oder trockene Haut, kommt. Eine Erhöhung von 10 % auf 25 % bestätigt diesen Trend, jedoch sind hier die Unterschiede geringer. Auf der Grundlage dieser Werte kann kein klarer Schwellenwert für behagliche Feuchtepegel in Luftfahrzeugkabinen bestimmt werden.

8.1.2 Messverfahren

Die zur Bestimmung der relativen Luftfeuchte verwendeten Messverfahren und -geräte sollten der Norm [ISO 7726 (1998)] entsprechen. Bezüglich des jeweiligen Klimas der Luftfahrzeugkabine sind spezifische Anforderungen und Messstellen definiert. Der absolute Luftdruck muss angemessen berücksichtigt werden.

Bereich	Auflösung	Genauigkeit	Reaktionszeit	Messstelle
0 % RH bis 99 % RH	0,1 % RH	$\pm 0,1 \text{ \% RH}$ (10 % RH bis 90 % RH) $\pm 0,2 \text{ \% RH}$ (übriger Bereich)	< 20 s	Messungen in einer Höhe von 1,1 m über dem Boden in der Mitte des vorderen, mittleren und hinteren Drittels jeder Zone.

9 Geräusche und Schwingungen

9.1 Geräusche

Pegel	Grenzwerte	Begründung
Sicherheit	entsprechend der UK-CAA-Spezifikation Nr 15 (1989)	1
Gesundheit	entsprechend der Richtlinie 2003/10/EG	2
Behaglichkeit	kein Grenzwert empfohlen	3