SCIENCE.RESEARCH.PANNONIA.

Department Energie- und Umweltmanagement (Hg.)

Nachhaltige Gebäude

Versorgung – Speicherung – Optimierung

Leykam

e-nova® Internationaler KONGRESS 2015

Nachhaltige Gebäude

Versorgung – Speicherung – Optimierung

26. und 27. November 2015
BAND 19

gefördert durch:
Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umweltschutz und Wasserwirtschaft
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

MINISTERIUM FÜR EIN LEBENSWERTES ÖSTERREICH

klimaaktiv

bmvit Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

FFG

Leykam

Herausgeber und Verleger: Fachhochschule Burgenland GmbH
Forschungs- und Studienzentrum Pinkafeld
Department Energie-Umweltmanagement
Steinamangerstraße 21
A-7423 Pinkafeld
www.fh-burgenland.at

Organisationskomitee: Markus Puchegger
Ernst Blümel
Christian Heschl
Marcus Keding
Werner Stutterecker
Christian Wartha
Robert Kranner

Redaktion Tagungsband: Hildegard Gremmel-Simon

© by Leykam Buchverlagsgesellschaft m.b.H. Nfg. & Co KG, Graz 2015
Kein Titel des Werkes darf in irgendeiner Form (durch Fotografie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung des Verlages reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Die Beiträge der Autoren wurden unverändert in der zur Verfügung gestellten Fassung veröffentlicht.

Der internationale Kongress e-nova 2015 wurde aus Mitteln folgender Stellen gefördert:
- Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umweltschutz und Wasserwirtschaft
- Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

Konzeption und Redaktion der Reihe: Petra Hauptfeld
Covergestaltung: Unique
ISBN: 978-3-7011-0350-8
www.leykamverlag.at

Wissenschaftlicher Beirat
Gernot Hanreich (Vorsitz), Fachhochschule Burgenland GmbH, Department Energie-Umweltmanagement, Österreich
Karel Kabele, CSc., President of REHVA (Federation of European HVAC associations), Tschechien
Helmuth Kreiner, TU Graz, Institut für Materialprüfung und Baustofftechnologie, Österreich
Zoltan Magyar, Institut für Heizung, Lüftung und Kühlung, University of Pécs, Ungarn
Hildegund Mötzl, IBO – Österreichisches Institut für Baubiologie und –ökologie, Österreich
Michael Paula, Bundesministerium für Verkehr, Innovation & Technologie, Österreich
Dušan Petráš, Slovak University of Technology, Bratislava, Slowakei
Arne Ragoßnig, UTC Projekt- und Förderungsmanagement e.U., Wien, Österreich
Wolfgang Streicher, Universität Innsbruck – Institut für Konstruktion und Materialwissenschaften, Österreich
Günter Wind, TB Wind, Ingenieurbüro für Physik, Präsident des Vereins pansol, Österreich
Hubert Fechner, FH Technikum Wien – Institut für Erneuerbare Energie, Österreich
Peter Tappler, IBO Innenraumanalytik OG, Österreich

Der Mensch im Mittelpunkt: Wohlbefinden in Räumen

Ch. HAX-NOSKE, A. REDLEIN
TU Wien, IFM Immobilien und Facility Management, Österreich

ABSTRACT: PROBLEM DEFINITION: Indoor environments influence human health and wellbeing. Many environmental factors are defined in laws and standards. As these specifications are based on results of research and the expertise of experts, they can be rated as 'state of the art', concerning wellbeing in indoor environments. Due to the complexity of the topic, the most different kind of laws and standards are involved. By analysing these laws and standards parameters can be evaluated, which has an influence on human health and wellbeing. So the scientific question is: Which specifications on room parameters, concerning wellbeing in indoor environments, are defined in laws and standards? Is it possible, to define a 'state of the art'-catalogue of criteria for wellbeing, health and comfort?

METHOD: In order to give an overview of this 'state of the art' about 100 laws, guidelines and standards from Austria, Germany, Switzerland, WHO and EU were evaluated. Based on the results the parameters for indoor environmental conditions were defined. Only parameters for room conditions were evaluated, component properties were dropped out. The parameters were classified with the following topics: Thermal comfort, indoor air quality, daylight and artificial lighting and acoustics with noise prevention and speech intelligibility. In addition a structure for a database for the evaluation of laws and standards future applications of the database was set up and implemented. The development of comparative studies based on this database is intended, i.e. by comparing standards in different countries.

RESULT: The result of this study is a ‚state of the art'-catalogue of criteria for health, wellbeing and comfort on the basis of specifications, given in laws and standards. This database makes parameters comparable and allows further comparative studies.

1. PROBLEMSTELLUNG

Wenn man wissen möchte, was den Aufenthalt in Räumen gesund und angenehm macht, dann muss man in verschiedenen Fachdisziplinen Ausschau halten: Die Bedingungen in Gebäuden werden von Architekten, Facility Managern, Bauphysikern, Klimatechnikern, Baubiologen, Akustikern, Lichtfachplanern etc. definiert. Um die Auswirkungen unserer Umgebung auf den Menschen zu beurteilen, benötigt man medizinisches und psychologisches Fachwissen. Gesetze und Normen definieren den Stand der Technik. Bei der Erstellung von Gesetzen und Normen haben im Idealfall Fachleute aus verschiedenen Disziplinen mitgearbeitet und der Stand der Forschung wurde berücksichtigt, d.h. es handelt sich um wissenschaftlich abgesicherte Vorgaben. Aufgrund der Komplexität des Themas gibt es keinen einheitlichen Standard mit dem Oberbegriff ‚Wohlbefinden in Räumen'. Ziel war, auf der Basis einer Auswertung gültiger Gesetze und Normen eine Datenbank mit Anforderungen für das Wohlbefinden in Räumen zu erstellen, die den aktuellen Stand der Technik abbildet. Diese Studie soll einen kurzen aber möglichst umfassenden Überblick über diesen ‚Stand der Technik' zum Thema Wohlbefinden in Räumen ermöglichen.

2. METHODIK

Ziel war, den ‚Stand der Technik' in Bezug auf Wohlbefinden darzustellen, wie er in Gesetzen und Normen definiert ist. Diese Datensammlung ist die Basis für spätere Vergleichsstudien. In einem ersten Schritt wurde definiert, nach welchen Parametern in Gesetzen und Normen gesucht werden muss, um Faktoren für das Wohlbefinden zu finden. Danach wurde festgelegt, welche Informationen in einer Datenbank erfasst werden sollen und wie diese gegliedert sein soll, um in weiterer Folge mit dieser Datenbank weiterzuarbeiten. Im Anschluss wurde eine systematische Eingrenzung für die Recherchequellen vorgenommen. Ca. 100 Gesetze, Richtlinien und Normen aus Österreich, Deutschland und der Schweiz, sowie EU-Normen wurden systematisch ausgewertet und in die Datenbank eingegeben. Als erste Auswertung der Datenbank wird ein kurzer Überblick über die wesentlichen räumlichen Faktoren für das Wohlbefinden gegeben, die in Gesetzen und Normen festgelegt sind.

2.1 DEFINITION DER PARAMETER

Über umfangreiche Literaturrecherche wurden zunächst Parameter definiert, die Angaben über die Bedingungen in einem Raum festlegen.

Tab. 1: Raumparameter

1 Thermisches Raumklima (thermal conditions)	
1.1 Temperatur	
1.2 Luftfeuchtigkeit	
1.3 Luftgeschwindigkeit	
2 Raumluftqualität (IAQ Indoor Air Quality)	
2.1 Kohlendioxid (als Indikator und Referenzstoff für andere Emissionen)	
2.2 Gasförmigen Inhaltsstoffe	
2.3 Partikeln und Fasern	
2.4 partikelgebunden Inhaltsstoffe (z.B. Dioxine/PCB)	
2.5 Geruch	
2.6 Strahlung	
3 Licht ((lighting conditions)	
3.1 Natürliche Beleuchtung:	3.1.1 Lichteintrittsfläche / Tageslichtquotient
	3.1.2 Sichtverbindung
3.2 Künstliche Beleuchtung:	3.2.1 Beleuchtungsstärke
	3.2.2 Lichtfarbe / Lichttemperatur
	3.2.3 Farbwiedergabeindex
	3.1.4 UGR-Wert (betr. Blendung)
	3.1.5 Beleuchtungsdichte
	3.16 Schatten, Kontraste
4 Akustik (acoustic conditions)	
4.1 A-bewerteter Schalldruckpegel (L Aeq und L Amax)	
4.2 Nachhallzeit	

Parameter zu Bauteileigenschaften oder Geräteeigenschaften wurden ausgeschieden. Zur Erklärung: Für die Wahrnehmung des Menschen ist es entscheidend wie die Bedingungen im Raum – an dem Ort an dem er sich aufhält- tatsächlich sind, z.B. wie warm die Lufttemperatur ist. Dämmwerte zur Wand oder Kennzahlen zur Heizung, also der Weg wie diese Parameter erreicht werden, sind für die Wahrnehmung nicht entscheidend. Stellt man den Menschen in den Mittelpunkt der Betrachtung, zählt nur wie die tatsächlichen Bedingungen im Raum sind und wie sie vom Menschen wahrgenommen werden. Darüber hinaus sind Werte, die direkt das Raumklima betreffen für Nicht-Fachleute besser zu verstehen: Von ‚Temperatur' hat jeder eine Vorstellung, mit Wärmedämmeigenschaften befassen sich Fachleute des jeweiligen Themengebietes. Aufgrund der Interdisziplinarität des Themas, wurde auf diesen Aspekt besonderer Wert gelegt. Ziel war, die zum Teil sehr komplexen bauphysikalischen Zusammenhänge auf einer allgemein verständlichen Ebene darzustellen. In Anlehnung an die EN 15251 wurden die Parameter gegliedert in Themenbereiche. Diese Norm empfiehlt wie Parameter für das Innenraumklima festzulegen sind. Erweitert wurden die Empfehlungen aus der EN 15251 um den für das Wohlbefinden und die Gesundheit sehr wichtigen Bereich der natürlichen Belichtung. Die Wegleitung zum Schweizer Arbeitsgesetz (SECO, 2015) diente hier als Übersichtswerk. Die Gliederung der Parameter erfolgte nach den Themenbereichen Thermisches Raumklima, Raumluftqualität, Licht und Akustik.

2.2 AUFBAU DER DATENBANK

Um den Aufbau der Datenbank festzulegen, war es notwendig, mögliche zukünftige Anwendungen der Datenbank in Betracht zu ziehen. Eine zukünftige Erweiterung der Datenbank in Hinblick auf z.B. amerikanische, britische oder asiatische Standards ist erwünscht. Auch die Erweiterung um Ergebnisse aus evidenzbasierter Forschung ist vorstellbar. In zukünftigen Projekten kann die Datenbank herangezogen werden um z.B. Vergleiche zwischen Standards in verschiedenen Ländern darzustellen oder um Vergleiche mit Anforderungen aus Gebäudezertifizierungssystemen anzustellen. Deshalb war eine Filterungsmöglichkeit z.B. nach Anwendungsbereich oder Herkunftsland erforderlich. Tab. 2 zeigt die Detailstruktur der Datenbank und einen Beispieleintrag.

Tab. 2: Struktur der Datenbank

Parameter	Einheit	Anwendungsbereich	Werte	Arbeitsrecht	Quelle	Land	Rechtsverbindlich
z.B. Temperatur	°C	Arbeitsräume	zwischen 19 und 25°, wenn in dem Raum Arbeiten mit geringer körperlicher Belastung durchgeführt werden.	ja	Arbeitsstättenverordnung, §28	AUT	ja

2.3 EINGRENZUNG DER RECHERCHEQUELLEN

Um österreichische Gesetze, Richtlinien und Normen möglichst vollständig abzudecken wurden als Quellen der RIS-Server, also das österreichische Rechtsinformationssystem des Bundes und die Normen-Datenbank von Austrian Standards herangezogen. Die Literaturverzeichnisse der gefundenen Dokumente lieferten Hinweise auf weitere Literatur. Im nächsten Schritt wurden Datenbanken von übergeordneten Institutionen, wie der WHO, der EU oder der ISO herangezogen. Die Recherche wurde ergänzt mit Ergebnissen aus deutschen und Schweizer Gesetzen, um Vergleiche innerhalb des deutschen Sprachraumes anstellen zu können. Die Auswertung fand im Zeitraum von März 2015 bis Mai 2015 statt. Es wurden mehr als 100 Gesetze und Normen ausgewertet.

3. AUSWERTUNG

Eine erste Auswertung der Datenbank stellt der folgende Überblick über die in Gesetzen und Normen formulierten Anforderungen an das Raumklima, das Licht und die Akustik. Auffallend ist, dass viele Vorschriften und Empfehlung aus dem Arbeitsrecht kommen.

3.1 THERMISCHES RAUMKLIMA

3.1.1 Temperatur

Ob eine bestimmte Temperatur als angenehm empfunden wird, hängt auch von persönlichen Faktoren, wie der Kleidung, dem Aktivitätsgrad, dem Gesundheitszustand, der Jahreszeit und von kulturellen Unterschieden ab. (Fanger, 1970) Die empfundene Raumtemperatur ist zusätzlich abhängig von der Oberflächentemperatur der umgebenden Flächen und deren Wärmestrahlung. Auch der vertikale Temperaturgradient beeinflusst die Behaglichkeit. Solange keine extremen Unterschiede zwischen Wärmestrahlung und Lufttemperatur bestehen, ist die Lufttemperatur als erster Indikator für die Beurteilung der Behaglichkeit ausreichend; darüber hinaus ist sie leicht messbar. In der Österreichischen Arbeitsstättenverordnung wird für Arbeiten mit geringer körperlicher Belastung, wie z.B. Büroarbeit, ein Richtwert von 18-25 °C vorgegeben. Die sommerliche Überhitzung ist in der Praxis ein wichtiges Thema. Hierzu gibt die Arbeitsstättenverordnung keine rechtsverbindliche Festlegung, sondern schreibt nur vor, dass 25 °C möglichst nicht überschritten werden sollen. Die deutschen technischen Regeln für Arbeitsstätten (ASR A3.5 Raumtemperatur) gehen hier weiter: Ab 26 °C werden verschiedene Maßnahmen vorgeschrieben, ab 35 °C ist ein Raum nicht mehr als Arbeitsraum geeignet. Die wichtigste Norm zum Thema thermisches Raumklima ist die im Wesentlichen auf den Forschungen von Fanger (1970) basierende ISO EN 7730, die Kategorien für das thermische Raumklima vorgibt. Auch Luftgeschwindigkeit und die oben erwähnten Parameter wie Oberflächenstrahlung und vertikale Temperaturdifferenzen sind hier berücksichtigt. In Räumen der Kategorie A, das ist die beste Kategorie, muss im Sommer eine Temperatur von 23,5-25,5 °C eingehalten werden.

3.1.2 Luftfeuchtigkeit

Zur Luftfeuchtigkeit gibt es in der EN 7730 keine Festlegungen. Die Österreichische Arbeitsstättenverordnung schreibt nur für Gebäude mit Klimaanlage einen Bereich von 40-70 % vor, unabhängig von der Temperatur, die im Raum herrscht. Der Behaglichkeitsbereich der relativen Luftfeuchte ist aber abhängig von der Temperatur. Eine Luftfeuchtigkeit von 60 % wird bei einer Temperatur von 20 °C als sehr behaglich empfunden, bei einer Temperatur von 26 °C als unbehaglich feucht (Teerhag, 1986). In der deutschen ASR A3.6 wird daher die Temperatur in Beziehung gesetzt zu einer maximalen relativen Luftfeuchtigkeit, das sind bei 24 °C beispielsweise maximal 62 %. Nicht berücksichtigt ist hierbei, dass auch eine zu geringe Luftfeuchtigkeit als unangenehm empfunden wird: Sie führt zu trockenen Augen bzw. allgemein zu trockenen Schleimhäuten (Teerhag, 1986). In der Wegleitung zum Schweizer Arbeitsgesetz (SECO, 2014) ist auch dieser Umstand eingeflossen. Ein Diagramm von Teerhag, in dem relative Luftfeuchte und Lufttemperatur in Beziehung gesetzt werden und der Behaglichkeitsbereich definiert wird, dient hier als Empfehlung.

3.2 RAUMLUFTQUALITÄT

3.2.1 Raumluftqualität allgemein

Kriterien, nach denen Raumluftqualität beurteilt werden kann, zeigt in einer sehr systematischen Übersicht die VDI-Richtlinie 4706 auf. In Österreich liefert für Arbeitsstätten die Grenzwerteverordnung verbindliche Festlegung. Die Richtlinie zur Bewertung der Innenraumluft wird laufend erweitert und enthält über die eigenen Festlegungen hinaus eine detaillierte Übersicht und einen Vergleich von Grenzwerten von verschiedenen Kommissionen und Ländern, sowie die Empfehlungen der WHO.

3.2.2 CO_2

Der CO_2-Wert der Luft beeinflusst die Konzentrationsfähigkeit. Deshalb gibt die Richtlinie zur Bewertung der Innenraumluft hier Vorgaben, je nachdem ob ein Raum natürlich oder künstlich belüftet ist. In Räumen mit Klimaanlage sollte dieser Wert bei ca. 1000 ppm als stündlicher Mittelwert liegen, maximale Werte sollten 1400ppm nicht überschreiten. Im Vergleich sieht die ÖNORM EN 13779: 2007 diesen Wert zwar noch als akzeptabel, die Raumluftqualität wird aber als ‚niedrig' eingestuft. CO_2 ist einfach zu messen. Er ist ein guter Indikator für andere Emissionen. Liegt der CO_2-Wert in einem akzeptablen Bereich, so ist im Allgemeinen davon auszugehen, dass andere Emissionen und auch Gerüche in einem guten Bereich liegen, wenn nicht eine extreme Emissionsquelle im Raum vorhanden ist. Wenn Baustoffe und Materialien verwendet werden, die den österreichischen Produktvorschriften entsprechen, dann sollte der CO_2-Wert ein ausreichender Referenzwert sein.

3.3 LICHT

Das natürliche Licht liefert uns eine Messlatte für alle Werte, die mit Beleuchtung zusammenhängen. Für den menschlichen Organismus ist eine ausreichende Versorgung mit Tageslicht notwendig. Der Zirkadiane Rhythmus des Menschen wird maßgeblich gesteuert über die Variation des Tagelichtes im Tages- und Jahresverlauf. Das Licht beeinflusst mit der Lichtintensität und mit der Farbtemperatur physiologische Vorgänge: Stoffwechsel, Kreislauf, Hormonhaushalt, Immunsystem und Psyche. Bei Lichtmangel sind auch Qualität und Dauer des Schlafes verändert. (SECO, 2014). Angaben zu Licht- und Beleuchtungswerten sind für nicht-Fachleute schwer einzuordnen. Deshalb dient die folgende Tabelle (Tab. 3) dem Verständnis und der besseren Einordnung, indem Lichtwerte mit dem Tageslicht in Beziehung gesetzt werden:

Tab. 3: Tageslicht als Messlatte für Beleuchtungswerte

	Tageslicht[1]	Künstliche Beleuchtung
Beleuchtungsstärke	Bedeckter Himmel 10 000 lux	[2]Büro 500 lux
Lichttemperatur	5000-6000 Kelvin	[1]Glühbirne 2700-2900 Kelvin
Farbwiedergabefaktor	Ra=100	[3]OP-Saal 90 Ra

[1] Werte übernommen von (ERCO, 2013)
[2] DIN EN 12464-1: 2011
[3] DIN 5035-3: 2006-07

3.4 AKUSTIK

3.4.1 Lärm

Lärm ist Schall, der als störend empfunden wird. Schall wird definiert durch die Frequenz -umgangssprachlich Tonhöhe- und durch die Lautstärke, sowie durch die Variation dieser beiden Faktoren mit der Zeit (Rhythmus) (Fasold, 2003). Der Mensch nimmt je nach Frequenz die Lautstärke unterschiedlich wahr. Die Skala dbA wurde so entwickelt, dass sie sich der Frequenzempfindlichkeit des menschlichen Hörapparates annähert. (Berglund, Lindvall & Schwela, 1999) Ob Schall als störend empfunden wird, ist subjektiv und situationsabhängig: Hörerlebnisse- Musik, Meeresrauschen, Vogelstimmen- können das Wohlbefinden positiv beeinflussen. Auf der anderen Seite können selbst sehr leise Geräusche als störend empfunden werden. Hier ist keine alleinige Festlegung über die Lautstärke möglich.

Verbindliche Festlegungen zum Lärm, die über die Lautstärke definiert werden, die in einem Raum herrschen darf, gibt es fast ausschließlich im Arbeitsrecht. Ansonsten werden Festlegungen zum Schallschutz überwiegend über Bauteileigenschaften getroffen. Man muss unterscheiden zwischen gehörgefährdendem Lärm und störendem Lärm. Arbeitsrechtliche Vorschriften zum gehörgefährdenden Lärm gibt es EU-weit, der Grenzwert ist mit 85dB festgelegt. (RL 2003/10/EG) Dies entspricht in etwa dem Lärmpegel eines Benzinrasenmähers. (Weblink: LANUF)

Lärm muss aber nicht gehörschädigende Lautstärken haben, um sich trotzdem gesundheitsschädlich oder störend auszuwirken: Die Störung des Schlafes ist eine der Hauptauswirkungen von Lärm. Lärm beeinträchtigt das Konzentrationsvermögen und die Leistungsfähigkeit und hat Auswirkungen auf Blutdruck und den psychischen Zustand (Berglund, Lindvall & Schwela, 1999).

Verbindliche Grenzwerte für störenden Lärm sind in Österreich über die VOLV Verordnung Lärm und Vibrationen nur in Arbeitsstätten festgelegt: In Räumen, in denen überwiegend geistige Tätigkeit ausgeführt wird liegt der Grenzwert beispielsweise bei 50 dBA (VOLV). Die empfohlenen Richtwerte der EN ISO 11690-1: 1996 sind hier mit 30 dBA bis 40 dBA für Büros deutlich strenger.

Wenn wir uns außerhalb von Arbeitsstätten bewegen, gibt die allgemein gültige OIB RL 5, 2015 Dämmeigenschaften von Bauteilen vor und liefert keine verbindlichen Grenzwerte für den tatsächlichen Schallpegel im Raum.

Orientierung geben hier die Richtlinien der WHO ((Berglund, Lindvall & Schwela, 1999). Hier wird etwa für Schlafräume ein äquivalenter Schallpegel von maximal 30dBA empfohlen.

3.4.2 Sprachverständlichkeit

Lärm beeinflusst auch die Sprachverständlichkeit, insbesondere Lärm in den gleichen Frequenzbereichen wie Sprache führt zu Interferenzen. Ein guter Indikator für die Sprachverständlichkeit ist die Nachhallzeit im Innenraum.

4. ERGEBNIS

Diese Studie liefert einen Überblick über den ‚Stand der Technik' zum Thema Wohlbefinden in Räumen. Die Datenbank schafft einen einheitlichen Standard, um Kriterien vergleichbar zu machen. In weiterer Folge soll die Datenbank ergänzt werden und als Basis für vergleichende Studien dienen.

LITERATUR

Arbeitsstättenverordnung (AStV): Verordnung der Bundesministerin für Arbeit, Gesundheit und Soziales, mit der Anforderungen an Arbeitsstätten und an Gebäuden auf Baustellen festgelegt und die Bauarbeiterschutzverordnung geändert wird. Österreich

ASR A3.5: Technische Regeln für Arbeitsstätten. Deutschland: Bundesministerium für Arbeit und Soziales

Berglund, B., Lindvall & T. Schwela, D. (1999): Guidelines for community noise. Geneva, Switzerland: World Health Organisation.

DIN EN 12464-1 (2011): Licht und Beleuchtung - Beleuchtung von Arbeitsstätten - Teil 1: Arbeitsstätten in Innenräumen

DIN EN 15251 (2007): Eingangsparameter für das Raumklima zur Auslegung und Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden - Raumluftqualität, Temperatur, Licht und Akustik

DIN 5035-3: (2006): Beleuchtung mit künstlichem Licht - Teil 3: Beleuchtung im Gesundheitswesen

EN ISO 7730:2003: Ergonomie des Umgebungsklimas: Analytische Bestimmung und Interpretation der thermischen Behaglichkeit durch Berechnung des PMV- und des PPD -Indexes und der lokalen thermischen Behaglichkeit

Fanger, P.O. (1970): Thermal comfort: analysis and applications in environmental engineering. Copenhagen, Denmark: Danish Technical Press

Fasold, W. & Veres, E. (2003) Schallschutz und Raumakustik in der Praxis. Berlin, Germany: Huss-Medien GmbH

Grenzwerteverordnung (2011). Verordnung des Bundesministers für Arbeit, Soziales und Konsumentenschutz über Grenzwerte für Arbeitsstoffe sowie über krebserzeugende und fortpflanzungsgefährdende (reproduktionstoxische) Arbeitsstoffe. Österreich

ÖNORM EN 13779 (2007). Lüftung von Nichtwohngebäuden - Allgemeine Grundlagen und Anforderungen an Lüftungs- und Klimaanlagen

OIB RL 5: Schallschutz (2015). Österreich: Österreichisches Institut für Bautechnik

Richtlinie 2003/10/EG: Mindestvorschriften zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch physikalische Einwirkungen (Lärm).

Richtlinie zur Bewertung der Luftqualität von Innenräumen: Hrsg. Österreichische Akademie der Wissenschaften – Kommission für Reinhaltung der Luft im Auftrag des BMLFUW, Österreich

SECO – Direktion für Arbeit - Arbeitsbedingungen (Hrsg.) (2015): Wegleitung zu den Verordnungen 3 und 4 zum Arbeitsgesetz. Bern, Schweiz

Terhaag, L.: Thermische Behaglichkeit - Grundlagen. (1986) In: Beckert, J.; Mechel, F.P.; Lamprecht, H.-O.: Gesundes Wohnen: Wechselbeziehungen zwischen Mensch und gebauter Umwelt; ein Kompendium. Düsseldorf, Deutschland: Beton-Verlag

VDI 4706 Kriterien für das Raumklima. Deutschland

VOLV Verordnung über den Schutz der Arbeitnehmer/innen vor der Gefährdung durch Lärm und Vibrationen BGBl. II Nr. 22/2006. Österreich: BMWA

WEBLINKS

(Stand: September 2015)

Austrian Standards: Plattform für nationale und internationale Regelwerke. https://www.austrian-standards.at/home/

Bundeskanzleramt: Österreichisches Rechtsinformationssystem RIS. http://www.ris.bka.gv.at/

LANUV: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz, Nordrheinwestfalen. http://www.lanuv.nrw.de/geraeusche/grundlagen3.htm

Richtlinien des VDI, Verein Deutscher Ingenieure. https://www.vdi.de/technik/richtlinien/

WHO World Health Organisation Guidelines http://www.who.int/publications/guidelines/en/