

INNENRAUMLUFTQUALITÄT, WÄRMEKOMFORT UND TAGESLICHT

**ANALYSE DER GESETZLICHEN VORSCHRIFTEN FÜR WOHNGEBÄUDE
IN ACHT EU-MITGLIEDSTAATEN**

ZUSAMMENFASSUNG

Hintergrund

Luftqualität – sei es im Innen- oder Außenbereich – ist eines der Hauptprobleme im Bereich der Umweltgesundheit in Europa¹. Aus diesem Grund, und da Menschen 60-90%² ihres Lebens in geschlossenen Räumen (Wohnungen, Büros, Schulen etc.) verbringen, spielt Luftqualität in Innenräumen eine sehr wichtige Rolle für die Gesundheit der Bevölkerung, insbesondere für gefährdete Gruppen wie Säuglinge, Kinder und Senioren. Die Weltgesundheitsorganisation³ führt für das Jahr 2012 99.000 Todesfälle in Europa und 19.000 in nicht-europäischen einkommensstarken Ländern auf verunreinigte Innenraumluft in Haushalten zurück.

Innenraumlufqualität bezieht sich auf die Qualität der Luft in Gebäuden und wirkt sich auf Gesundheit, Komfort und Arbeitsfähigkeit von Menschen aus. Um Innenraumlufqualität näher zu bestimmen, sollten Parameter wie Belüftungsrate und Schimmel- oder Chemikalien-Exposition einbezogen werden⁴. Schadstoffe mit negativen Auswirkungen auf die Innenraumluf werden von Quellen innerhalb des Gebäudes emittiert, können aber auch von außen kommen. Beispielsweise werden Schadstoffe beim Putzen oder beim Verbrennen von Brennstoffen für Kochen und Heizen freigesetzt. Sogar Möbel und Baustoffe, ebenso wie Feuchtigkeit, fehlende oder unsachgemäße Belüftung oder verunreinigte Außenluft können für eine schlechte Qualität der Innenraumluf verantwortlich sein⁵.

Wärmekomfort wird beschrieben als “der Umstand, der Zufriedenheit mit der thermischen Umgebung zum Ausdruck bringt”⁶. Er ist eng mit Umweltfaktoren wie Lufttemperatur und – feuchtigkeit sowie mit persönlichen Umständen (Wärmewirkung der Kleidung, Erwärmung durch Stoffwechsel) verbunden⁷. Wärmekomfort spielt eine wichtige Rolle für Gesundheit und Wohnbefinden von Menschen, da es ein Gefühl von Müdigkeit hervorrufen kann, wenn es Bewohnern eines Gebäudes zu warm ist, wohingegen sie ruhelos und abgelenkt sein können, wenn ihnen zu kalt ist⁸.

Ein gutes Maß an Tageslicht ist ebenso ein wesentlicher Bestandteil einer angemessenen Innenraumumgebung. Die Vorteile von Tageslicht werden in zahlreichen Studien hervorgehoben, wobei eine der jüngsten⁹ diese Vorteile wie folgt zusammenfasst:

- Wirtschaftliche und ökologische, aufgrund einer Verringerung von Energieverbrauch und CO₂-Emissionen;

¹ Generaldirektion Umwelt und Verbraucherschutz, “Opinion on risk assessment on indoor air quality”, 2007. Zu konsultieren unter: http://ec.europa.eu/health/ph_risk/committees/04_scher/docs/scher_o_055.pdf

² Generaldirektion Umwelt und Verbraucherschutz, “Promoting actions for healthy indoor air (IAIAQ)”, 2011. Zu konsultieren unter: http://ec.europa.eu/health/healthy_environments/docs/env_iaiaq.pdf

³ WHO, “Burden of disease from Household Air Pollution for 2012”. Zu konsultieren unter:

http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/databases/HAP_BoD_results_March2014.pdf?ua=1

⁴ Occupational Safety & Health Administration: <https://www.osha.gov/SLTC/indoorairquality/fags.html>

⁵ Generaldirektion Umwelt und Verbraucherschutz, “Indoor Air Quality”, 2008. Zu konsultieren unter:

http://ec.europa.eu/health/scientific_committees/opinions_layman/en/indoor-air-pollution/index.htm

⁶ Britische Norm BS EN ISO 7730.

⁷ “Thermal Comfort, The six basic factors”, Health and Safety Executive. Zu konsultieren unter:

<http://www.hse.gov.uk/temperature/thermal/factors.htm>

⁸ “Thermal Comfort”, Green Education Foundation: <http://www.greeneducationfoundation.org/green-building-program-sub/learn-about-green-building/1239-thermal-comfort.html>

⁹ Rosin Paul, Adamatzky Andrew, Sun Xianfang, “Cellular Automata in Image Processing and Geometry”, Springer International Publishing Switzerland, 2014.

- Psychologische, da Tageslicht Sehvermögen und Tagesrhythmus von Menschen wirksam anregt;
- Wohlbefinden, da es Bewohner in die Lage versetzt, zwei wesentliche menschliche Bedürfnisse zu befriedigen. Sich auf Aufgaben zu konzentrieren und den Raum gut wahrzunehmen sowie Umweltreize aufzunehmen.

Auf der Grundlage der oben genannten Erwägungen ist es offensichtlich, dass Innenraumluftqualität, angemessene thermische Behaglichkeit und ausreichend Tageslicht eine bedeutende Rolle im Leben der Bewohner spielen. Gebäude sollten deshalb so gestaltet werden, dass diese Bedingungen sichergestellt sind.

Die Notwendigkeit, den Klimawandel zu begrenzen und die Abhängigkeit von Energieimporten zu reduzieren, stellt die Gestaltung und den Betrieb von Gebäuden vor weitere Herausforderungen und verlangt eine drastische Senkung von gebäudebezogenem Energieverbrauch und Emissionen. Der Gebäudesektor in der EU ist für mehr als ein Drittel des Energieverbrauchs und einen ebensolchen Anteil der CO₂-Emissionen verantwortlich. Gebäudepolitik wird daher anspruchsvoller hinsichtlich der Verbesserung der Energieeffizienz und der Senkung von CO₂-Emissionen. Folglich werden Gebäude besser gedämmt und luftdichter gemacht, um Wärmeverluste aufgrund von Durchlässigkeit und unkontrolliertem Luftzug zu vermeiden. Die Verbesserung der Luftdichtheit von Gebäuden sollte auch Umstände mildern, die einen negativen Einfluss auf die Innenraumumgebung haben, wie etwa Schimmel und verunreinigte Außenluft. Um ein gutes Innenraumklima und Luftaustausch in Gebäuden sicherzustellen, ist ein Belüftungskontrollsystem notwendig (wofür sowohl natürliche als auch mechanische Lösungen existieren). Deshalb muss, neben Energieeffizienzkriterien, in Bauvorschriften auf alle Faktoren des Innenraumkomforts geachtet werden. Mit anderen Worten sollte die Entwicklung hin zur Erfüllung von Energieeffizienzanforderungen im Gebäudebestand geeignete Mindestanforderungen zur Sicherstellung guter Innenraumluftqualität für die Bewohner mit sich bringen.

Die EU-Gebäuderichtlinie (2010/31/EU) legt klar fest, dass Mindestanforderungen an Energieeffizienz „den allgemeinen Innenraumklimabedingungen Rechnung [tragen], um mögliche negative Auswirkungen, wie unzureichende Belüftung, zu vermeiden“¹⁰. Folglich sind ganzheitliche Planung und gute Baugesetze nötig, um diesen Herausforderungen angemessen zu begegnen. Best-practice-Projekte und freiwillige Normen für Niedrigenergiehäuser beweisen bereits, dass Gebäude energieeffizient und nachhaltig sein und gleichzeitig zu herausragender Innenraumluftqualität, Tageslicht und Wärmekomfort beitragen können. Aber wie behandeln die heutigen Bauvorschriften diese Fragestellungen? Welches sind Best-practice-Ansätze und wo müssen bestehende Gesetze verbessert werden?

Die EU-Gebäuderichtlinie verlangt von den EU-Mitgliedstaaten (MS), ihre gesetzlichen und politischen Rahmenbedingungen maßgeblich zu verbessern, um sicherzustellen, dass Energieeffizienzanforderungen erfüllt und die Niedrigstenergiegebäudeziele erreicht werden. Zusätzlich besagt die Richtlinie, dass den Innenraumklimabedingungen Rechnung zu tragen ist, wenn Mindestanforderungen an Energieeffizienz eingeführt werden. Allerdings gibt es in der EU-Gesetzgebung derzeit keine klaren Anforderungen zur Erreichung dieses Ziels. Daher ist es wichtig, ein besseres Verständnis von der Rolle von Innenraumklimaanforderungen in nationaler

¹⁰ Art. 4 der Gebäuderichtlinie, zu konsultieren unter:
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:153:0013:0035:DE:PDF>

Gesetzgebung zu haben, um sie mit technischen Normen auf EU-Ebene zu vergleichen und um Anhaltspunkte für zukünftige Verbesserungen zu erhalten.

Wenn man sicherstellt, dass Innenraumluftqualität und andere Gesichtspunkte des Innenraumklimas mit der gleichen Relevanz behandelt werden wie Energieeffizienz, kann man dafür sorgen, dass sich energetische Sanierung und Komfortverbesserung gegenseitig verstärken.

Ziel der Studie

Diese Studie über Innenraumluftqualität, thermischen Komfort und Tageslichtanforderungen in ausgewählten MS geht auf eine Reihe von Themen ein, die für europäische Gebäude und deren Bewohner zunehmend an Bedeutung gewinnen. Die Studie soll einen Überblick über die gesetzlichen Rahmenbedingungen für Innenraumluftqualität, thermischen Komfort und Tageslicht geben und herausstellen, wie wichtig geeignete Anforderungen an thermischen Komfort, Belüftung und Tageslicht sind. Die Studie schließt mit Empfehlungen für die Fortentwicklung der für das Innenraumklima relevanten Politiken. Die Bewertung konzentriert sich auf die entsprechenden Bauvorschriften für neue und bestehende Gebäude in ausgewählten MS: Belgien (Region Brüssel), Dänemark, Deutschland, Frankreich, Italien, Polen, Schweden und das Vereinigte Königreich (England und Wales). Unter Hervorhebung beispielhafter Ansätze wird eine kritische und vergleichende Einschätzung vorgenommen.

WICHTIGSTE ERKENNTNISSE

Nachstehend finden Sie die Darstellung der wichtigsten Erkenntnisse der Studie.

Neue Wohngebäude

Innenraumluftqualität wird in allen Fokusländern dieser Untersuchung als wichtiger Aspekt der Bauordnungen anerkannt. Die Vorteile der Sicherstellung angemessener Innenraumluftqualität, entweder für das Wohlbefinden von Bewohnern oder für die Sicherheit und Gesundheit des Gebäudes und seiner Substanz, werden ebenfalls in verschiedener Form in den Bauordnungen der untersuchten Länder unterstrichen.

Lüftung ist Bestandteil der Bauordnungen aller untersuchten MS. In Dänemark, Frankreich, Schweden und der Hauptstadt-Region Brüssel (Belgien) gelten klare Mindestanforderungen, wohingegen Deutschland, Italien, Polen und das VK nur eine Empfehlung für Mindestlüftungsraten geben. Die gewählten Kennziffern für Mindestlüftungsraten unterscheiden sich von Land zu Land sowie von den europäischen Normen (z.B. EN 13779 und EN 15251).

Die gebräuchlichsten Einheiten sind Liter pro Sekunde und Kubikmeter pro Stunde, wobei die Luftaustauschrate auf Grundlage der angenommenen Anzahl von Nutzern (z.B. Polen: 20 m³/h pro Nutzer), dem Raumtyp (z.B. VK: Küche 13-60 l/s und WC 6 l/s) oder der Nutzfläche (z.B. 0.35 l/s per m²) geregelt ist. Obwohl der Gebrauch derselben Metrik weniger wichtig ist, scheint es einen Bedarf für weitere europäische Harmonisierung zu geben, um einen vernünftigen Vergleich zwischen allen MS und einen einfacheren Transfer von Wissen und Verfahren von Land zu Land zu ermöglichen.

Mechanische Lüftung ist in zwei Fällen vorgeschrieben, nämlich für Mehrfamilien- (Dänemark) und Hochhäuser (Polen). Ansonsten gibt es Empfehlungen für mechanische Lüftung in zwei Ländern (Region Brüssel in Belgien, Deutschland), während in Italien, besonders in wärmeren Gegenden, freie (natürliche) Lüftung unterstützt wird.

Es ist erwähnenswert, dass die dänischen Vorschriften eigens vorschreiben, dass Lüftungssysteme sogar von den Nutzern einfach zu unterhalten sein müssen. Dies sollte als gute Praxis angesehen werden, da Lüftungssysteme regelmäßige Wartung benötigen, um über ihre gesamte Lebensdauer einwandfrei zu funktionieren. Die Wartung von Lüftungssystemen sollte systematisch vorgenommen werden und daher in einem einfachen und bezahlbaren Verfahren erfolgen. Nicht zuletzt scheint es, dass die meisten untersuchten Länder ihre Berechnungsverfahren weiter verbessern müssen, um auf hybride und nachfragegesteuerte Lüftung angemessen einzugehen und somit über umfassende Rechenverfahren zu verfügen, die die Erfüllung von Lüftungserfordernissen garantieren können.

Mindestanforderungen an die Effizienz von **Wärmerückgewinnungsanlagen** kommen in einigen Ländern (Italien, Polen, Schweden) zur Anwendung, wenn neue mechanische Lüftungssysteme eingebaut werden. Die Anforderungen an **Luftdichtheit** weichen EU-weit stark voneinander ab, wobei sechs der untersuchten MS genaue Vorgaben machen. Wie bei der Lüftung unterscheiden sich die Indikatoren für Luftdichtheitsanforderungen europaweit (z.B. Volumen pro Stunde, Liter pro Sekunde pro m²). Stichprobenartige Luftdichtheitstests sind in Dänemark und Frankreich vorgeschrieben, in den übrigen untersuchten Ländern jedoch freiwillig und werden in der Regel nur bei der Beantragung finanzieller Zuschüsse oder für Energieausweise mit hohen Effizienzklassen verlangt. Vorschriften für Wärmerückgewinnung und Luftdichtheit, die hauptsächlich aus Gründen der Energieeffizienz eingeführt wurden, müssen durch entsprechende Lüftungsanforderungen ergänzt werden, um angemessene Wohnverhältnisse zu gewährleisten.

Die **CO₂-Konzentration** in voll belegten Gebäuden – in denen die Einwohner die Hauptverschmutzer darstellen – wird in der Europäischen Norm EN 15251 im Verhältnis zur Außenluftkonzentration dargestellt. In Frankreich existieren CO₂-Grenzwerte für Wohngebäude, während im VK nur Empfehlungen existieren. Grenzwerte für **Stickoxide** gibt es in manchen Ländern (etwa Dänemark) ebenfalls. Die nationale Umsetzung der EU-Bauproduktenverordnung¹¹ sowie weitere nationale Normen adressieren die Verdunstung ungesunder Chemikalien. Allerdings bleibt jenes Gesetz in dieser Analyse unberücksichtigt.

Gesichtspunkte des **Wärmekomforts**¹² im Zusammenhang mit niedrigen Temperaturen oder Zugluft werden oft durch Maßnahmen verbessert, die in erster Linie auf die Verbesserung der Energieeffizienz eines Gebäudes abzielen. Noch heute leiden zwischen 50 und 125 Millionen Europäer unter Kälte im Winter (bpie.eu/fuel_poverty.html). Allerdings steigt das Risiko der Überhitzung, das ebenfalls angegangen werden muss. Wärmekomfort sollte sich daher in Bauvorschriften widerspiegeln und der Einsatz einfacher und wirksamer Maßnahmen, z.B. Sonnenschutzblenden, Sonnenschutzverglasung und Raumkühlung durch freie oder mechanische Lüftungssysteme gefördert werden. In allen untersuchten Ländern sind Vorgaben hinsichtlich der **Wärmeübertragung** von Außenteilen des Gebäudes in Kraft, aber nur einige davon unterstreichen die zusätzlichen Vorteile von Wärmekomfort.

¹¹ http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/construction/index_de.htm

¹² Wärmekomfort wird beschrieben als "der Umstand, der Zufriedenheit mit der thermischen Umgebung zum Ausdruck bringt" (Britische Norm BS EN ISO 7730).

Die **Innenraumtemperatur** dient in allen untersuchten Ländern als Indikator für Wärme komfort und es existieren Anforderungen und Empfehlungen für Unter- und Obergrenzen in Winter und Sommer. In einigen MS wie Frankreich und dem VK wird auch die Betriebstemperatur genutzt, um den Wärme komfort zu bestimmen. Fünf von acht Ländern schreiben Temperaturuntergrenzen für Wohnungen im Winter vor (Deutschland, Frankreich, Polen, Schweden und das VK). Nur Italien fordert eine Untergrenze im Sommer (max. Kühlung) und eine Obergrenze im Winter (max. Erwärmung).

Fünf MS innerhalb dieser Untersuchung (Hauptstadt-Region Brüssel in Belgien, Dänemark, Deutschland, Frankreich und das VK) haben **Überhitzungsgrenzen** (entweder verbindlich oder empfohlen), wobei sich die Indikatoren für Überhitzung nach Temperatur und zeitlichen Grenzen unterscheiden. Die Extreme findet man in Brüssel (> 25°C für 5%/J.) und im VK (> 28°C für 1%/J.), im letzteren Falle allerdings nur als Empfehlung. Passive Systeme zur Vermeidung von Überhitzung sind in südlichen Klimazonen verbreitet, aber die Minimalanforderungen beschränken sich auf Verschattung, wohingegen Raumkühlung durch freie oder mechanische Lüftungssysteme, die Nutzung der Gebäudemasse, natürliche Belüftung und Nachtbelüftung selten betrachtet werden. In Schweden verlangen die Bauvorschriften explizit die Berücksichtigung von passiven Lösungen und in Brüssel ist ein Mindestanteil von 50% passiven Systemen im Neubau empfohlen.

Obergrenzen für die maximale **relative Luftgeschwindigkeit** sind in Europa uneinheitlich; sie reichen von 0.15 bis 0.40 m/s (im Sommer) und von 0.15 bis 0.25 m/s (im Winter). Maximalwerte für Luftgeschwindigkeit zur Vermeidung von Luftzug sind in Schweden vorgeschrieben und in Dänemark, Italien, Polen, dem VK und Brüssel (ab 2015) empfohlen.

Die Nutzung von **Tageslicht** ist ein wichtiges Element zur Erreichung einer guten Innenraumumgebung in Gebäuden und hat bedeutende Auswirkungen auf die Gesundheit der Bewohner¹³. Weiterhin vermeidet die Maximierung der Nutzung von Tageslicht elektrische Beleuchtung und hat ein entsprechendes Energieeinsparpotential. Indem sie zumindest eine grundsätzliche Bezugnahme in ihre Bauvorschriften aufgenommen haben, erkennen alle untersuchten Länder die Wichtigkeit der Tageslichtnutzung in Gebäuden an. Tageslichtanforderungen oder –empfehlungen in der Gesetzgebung der MS geben überwiegend einen Mindestanteil von Fenstern/ Verglasungsfläche pro Nutzfläche oder ein Mindestniveau für Tageslicht an oder schreiben lediglich die Erfordernis von Sonneneinfall und einer Aussicht nach draußen vor. Als ein Beispiel guter Praxis ist das dänische Baugesetzbuch das einzige, das Mindestsolargewinne im Winter vorschreibt, während das schwedische die Nutzung von Tageslichtmanagementsystem für permanent eingebaute Beleuchtung empfiehlt. Zusätzlich sind in Frankreich Solargewinne seit 2012 durch den vorgeschriebenen bioklimatischen Indikator (Bbio) Teil des Baugesetzbuches ("RT 2012"). Nur einige der untersuchten Bauvorschriften (nämlich diejenigen aus Brüssel, Dänemark und Deutschland) streichen heraus, wie wichtig es ist, als Teil des visuellen Komforts eine Aussicht nach draußen zu haben.

Überprüfungsverfahren in den EU-MS konzentrieren sich hauptsächlich auf die Analyse der Gebäudestruktur sowie die Energieeffizienzaspekte während des Entwurfs und des Baus neuer Gebäude wie U-Werte, die richtige Einrichtung der Heizungsanlage, Luftdichtheit, Vorliegen von

¹³ Lighting Research Center, "Daylighting Resources-Health": http://www.lrc.rpi.edu/programs/daylighting/dr_health.asp#sad

Energieausweisen etc.¹⁴. Die Einhaltung von Anforderungen bezüglich Innenraumluft oder Wärmekomfort wird selten von den ausgewiesenen Kontrollstellen überprüft und, falls doch, dann eher in der Entwurfsphase als durch die Durchführung von Messungen vor Ort.

Wohngebäudebestand

Für den Bestand finden sich kaum Anforderungen an die **Innenraumluftqualität** wie Mindestlüftungsraten, Luftdichtheit oder Schadstoffgrenzwerte in den untersuchten Baugesetzen. In den meisten finden sich lediglich Empfehlungen zu Gesichtspunkten der Innenraumluftqualität. Bestimmungen zu Verbesserungen der Energieeffizienz gelten oft ohne verpflichtende Berücksichtigung des Einflusses auf Bauphysik oder Innenraumluft. Das Fehlen geeigneter Anforderungen an die Innenraumluftqualität zur Begleitung von Wärme- und Energieeffizienzvorgaben zu beheben, sollte weiterhin prioritär behandelt werden. Unter den untersuchten Ländern sticht das schwedische Baugesetz zurzeit insofern als einmalig heraus, als potenzielle Konflikte zwischen Energieeffizienzvorschriften und guter Innenraumluft in Bestandsgebäuden betont werden und es vorsieht, dass in solchen Fällen Letzterem der Vorrang zu geben ist. Im Allgemeinen werden Sanierungsmaßnahmen, die luftdichtere Gebäude zur Folge haben, nicht von einer Verpflichtung zur Prüfung des Belüftungsbedarfs begleitet. Daher wird in solchen Fällen von Luftaustauschraten unterhalb der geforderten Werte berichtet. Dies ist eine ernsthafte Schwäche der baugesetzlichen Vorschriften, die durch eine Verbesserung der gesetzlichen Rahmenbedingungen für Sanierungen behoben werden muss. Gegebenenfalls sollte dieser Aspekt bei der künftigen Neufassung von EU-Gesetzgebung wie der Gebäuderichtlinie berücksichtigt werden.

Die üblichste Vorgabe bei größeren Renovierungen betrifft in den untersuchten Ländern die **Wärmedurchlässigkeit** von Bauteilen (U-Werte), wie sie von der Gebäuderichtlinie vorgeschrieben ist. Von den untersuchten Ländern berücksichtigen nur die südlichen (Frankreich und Italien) bei Sanierungen Verschattungsanforderungen.

Energiebilanzvorgaben, die solare Gewinne bei der Bewertung der Energieeffizienz von Fenstern einbeziehen, finden sich in den dänischen und britischen Baugesetzen. Solare Gewinne gemeinsam mit Wärmeverlusten eines Fensters zu betrachten, liefert eine umfassendere Bewertung seiner Energieeffizienz.

Erhöhter **Wärmekomfort** wird oft als die Hauptmotivation für die Entscheidung eines selbstnutzenden Eigentümers zur Investition in Renovierung angesehen. Indes wird aus verbesserter Energieeffizienz herrührender Wärmekomfort selten von nationaler und/oder europäischer Gesetzgebung erfasst.

Vorschriften zur Nutzung von **Tageslicht** einzuführen kann schwieriger sein, da die Möglichkeit für Eingriffe zur weiteren Erhöhung der Verfügbarkeit von Tageslicht aus strukturellen und ästhetischen Gründen beschränkt sein kann.

Die dänischen Vorschriften machen Vorgaben für minimale solare Gewinne im Winter beim Ersatz von Fenstern. Unter den untersuchten Bauvorschriften wurden keine Anforderungen ermittelt, die den Mindesterhalt von Tageslicht bei der Sanierung eines Gebäudes fordern, außer im VK mit seiner

¹⁴ Für Deutschland muss man hier wohl hinzufügen: Für den Fall, dass überhaupt andere als Sicherheitsaspekte von den zuständigen Behörden überprüft werden, konzentrieren sich diese Überprüfungen auf die Entwurfs- und Bauphase.

„Right to Light“-Verordnung. Diese stellt sicher, dass Veränderungen an Nachbargebäuden die Verfügbarkeit von Tageslicht in bestehenden Gebäuden nicht verringern dürfen.

Wie im Fall der Neubauten werden Konformitätsprüfungen nur zur Analyse der Gebäudestruktur sowie zu Energieeffizienzaspekten durchgeführt, während keine Überprüfungsverfahren zu Innenraumlufthqualität oder Wärmekomfort festgestellt werden konnten.

Innenraumlufthqualität und andere Gesichtspunkte des Wärmekomforts sollten bei der Stärkung der Energieeffizienzanforderungen für Gebäude und Gebäudekomponenten ernsthaft betrachtet werden. Wie bei den acht Fokusländern dieser Studie festgestellt, sind gegenwärtig keine klaren und strengen Vorgaben für Innenraumlufthqualität und Wärmekomfort etabliert. Eine Betonung von Aspekten des Wärmekomforts ist für angemessene Lebens- und Arbeitsbedingungen in Innenräumen unabdingbar.

EMPFEHLUNGEN

Die wesentlichen Erkenntnisse dieser Studie veranlassen verschiedene **Empfehlungen**:

- Gesichtspunkte von Innenraumlufthqualität und Wärmekomfort sollten in größerem Maße als gegenwärtig in europäischen Baugesetzen berücksichtigt werden. Bei der Planung neuer Niedrigstenergiegebäude oder bei Niedrigstenergiesanierungen sollten Vorgaben für eine gesunde und angenehme Innenraumumgebung einbezogen werden. Obwohl das Innenraumklima in der Gebäuderichtlinie erwähnt wird, muss die Wichtigkeit von Innenraumlufthqualität, Wärmekomfort und Tageslicht in einer zukünftigen Neufassung gestärkt werden. Solche Vorgaben sollten sich auch in den nationalen Renovierungsstrategien widerspiegeln, die gemäß der Artikel 4 und 5 der Energieeffizienzrichtlinie erstellt werden.
- In EU- und nationaler Gesetzgebung sollten strengere Energieeffizienzanforderungen durch geeignete Forderungen und Empfehlungen zur Sicherstellung von angemessener Innenraumlufthqualität, Wärmekomfort und Tageslicht vervollständigt werden. So sollten z.B. Vorgaben für strengere Dämmung und Luftdichtheit durch geeignete Mindestanforderungen für Innenraumluftaustausch und Lüftung ergänzt werden. Da es verschiedene Wege gibt, um erhebliche Einsparungen beim Energieverbrauch von Gebäuden bei gleichzeitiger Verbesserung des Innenraumklimas zu erzielen, können klare gesetzliche Bestimmungen zu Zielkonflikten Sicherheit für Planer und Architekten schaffen. Gleichzeitig sollte eine solche Gesetzgebung technologieneutral sein.
- Ungenutzte Potentiale für Energieeinsparungen sollten durch einen System-Ansatz für Gebäude in europäischer und nationaler Gesetzgebung besser ausgeschöpft werden. Das heißt, dass die Gebäudehülle und ihre Dämmung, die Nutzung von Tageslicht, nachfragekontrollierte Lüftung, Wärmerückgewinnung durch mechanische Belüftungssysteme, Anlagen zur Vermeidung von Überhitzung wie Raumkühlung durch freie oder mechanische Lüftungssysteme und Verschattung (z.B. durch Überstände, Jalousien und Vordächer) analysiert und in systematischer Weise optimiert werden sollten, um die höchstmögliche Energieeinsparung zu erreichen.
- Indikatoren zu Innenraumlufthqualität, Wärmekomfort und Tageslicht sollten als wichtige Informationen über die tatsächlichen Lebensbedingungen im Gebäude in die Energieeffizienzertifizierung integriert werden.

- Die Entwicklung eines geeigneten Kostenindikators und einer Berechnungsformel, um die Vorteile einer gesunden Innenraumumgebung abzuschätzen, sollten erwogen und weiter in die europäische Methodologie zur Berechnung kostenoptimaler Niveaus auf makroökonomischer Ebene eingebunden werden.
- Positive Nebeneffekte einer gesunden Innenraumumgebung sollten bei der Bewertung der makroökonomischen Auswirkungen von energetischen Sanierungsmaßnahmen (z.B. der Senkung von Kosten im Gesundheitswesen) berücksichtigt werden.
- Fenster sind Teile der Gebäudehülle und spielen eine wichtige Rolle in der Gesamtenergieeffizienz des Gebäudes. Daher sollten Wärmeübertragung, Tageslichtnutzung und solare Gewinne in die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden einbezogen werden, sowohl für neue wie für Bestandsgebäude, die energetisch saniert werden. Anforderungen an Lüftung und an die Vermeidung von Überhitzung sollten in diesem Zusammenhang ebenfalls berücksichtigt werden.
- Passive Systeme zur Vermeidung von Überhitzung sind in südlichen Klimazonen üblich, aber die Minimalanforderungen beschränken sich hauptsächlich auf Verschattung. Zusätzliche Maßnahmen wie die Beachtung der verglasten Fläche der Gebäudehülle, dynamische externe Verschattung, Berücksichtigung solarer Gewinne und die Nutzung der Gebäudemasse, natürliche und Nachtbelüftungsstrategien etc. sollten in der nationalen und europäischen Gesetzgebung stärker erfasst werden.
- Die verbindlichen Überprüfungsinstrumente zur Bewertung der Energieeffizienz gemäß der nationalen Umsetzung der Gebäuderichtlinie sollten in größerem Maße die Nutzung energieeffizienter Belüftungslösungen und Maßnahmen zum Überhitzungsschutz belohnen und begünstigen.

Den Originaltext dieser und aller anderen BPIE-Publikationen finden Sie zum freien download auf der BPIE-Webseite unter <http://bpie.eu/indoor.html>