

WÄRMESCHUTZ

08

8.1

EINLEITUNG

SEITE 100

8.2

WÄRMESCHUTZ

SEITE 101

8.3

GESETZLICHE VORGABEN

SEITE 102

8.3.1

DIN 4108 „WÄRMESCHUTZ UND ENERGIE-EINSPARUNG IN GEBÄUDEN“

SEITE 102

8.3.2

DIE ENEC

SEITE 100

8.4

KENNZEICHNUNG UND VERWENDBARKEIT VON AUSSENTÜREN

SEITE 105

8.5

ANFORDERUNGEN AN AUSSENTÜREN

SEITE 105

8.5.1

DIE THERMISCHE ISOLIERUNG: WÄRMEDURCH- LÄSSIGKEIT UND WÄRME- DURCHGANGSKOEFFIZIENT

SEITE 105

8.5.2

VERMEIDUNG VON SCHIMMEL

SEITE 107

8.5.3

LUFTDURCHLÄSSIGKEIT

SEITE 107

8.5.4

SCHLAGREGENDICHTHEIT

SEITE 108

8.5.5

WIDERSTANDSFÄHIGKEIT GEGEN WINDLAST

SEITE 108

8.6

TAUWASSER

SEITE 110

8.6.1

TAUWASSER UND BAUTEILE

SEITE 110

8.6.2

SCHÄDEN DURCH TAUWASSER

SEITE 110

8.6.3

WAS BEGÜNSTIGT DIE TAUWASSERBILDUNG?


SEITE 110

8.6.4

TAUWASSER VERHINDERN

SEITE 111

WÄRMESCHUTZ



Alle baulichen Maßnahmen, die ein ausgeglichenes Raumklima – nicht zu heiß und nicht zu kalt – sicherstellen sollen, lassen sich unter dem Oberbegriff „Wärmeschutz von Gebäuden“ zusammenfassen. Dabei geht es neben dem Wohlbefinden der Bewohner vor allem darum, einen wirkungsvollen Beitrag zum Umweltschutz zu leisten, denn gerade in (Wohn-) Gebäuden wird sehr viel Energie verbraucht und verschwendet: Rund 40 % des gesamten Energieverbrauchs ebenso wie ein Drittel der CO₂-Emissionen entfallen auf die Gebäudenutzung. Besonders Heizungen verschlingen viel Strom oder Gas, nämlich bis zu 90 % der gesamten in Privathaushalten genutzten Energie. Hier liegen enorme Einsparpotenziale. Diese auszuschöpfen, würde den Umwelt- und Klimaschutz erheblich voranbringen.

Abhilfe schaffen soll die Energieeinsparverordnung, kurz EnEV, welche entsprechende Anforderungen an Häuser und Objekte definiert. In erster Linie bezieht sich diese Verordnung auf die Wärmedämmung eines Gebäudes. Außerdem existieren viele Fördertöpfe und Maßnahmen zur energetischen Sanierung oder Optimierung von Gebäuden. Häufig liegt der Fokus dabei auf der Heizung und Wärmedämmung, da hier sehr viel Energie verloren geht.

Um den Energieverbrauch wirklich effektiv und nachhaltig zu senken, muss man alle Variablen im System betrachten. Dazu gehören auch Türen. Obwohl bekannt ist, dass Wärme sich immer den Weg des geringsten Widerstandes sucht und undichte Türen schnell zur Schwachstelle werden können, wird dieser Faktor noch immer unterschätzt. Durch nicht oder nur unzureichend abgedichtete Ritzen kann die Wärme entweichen. Aber auch das Material entscheidet darüber, wie viel oder wenig eine Tür zur Wärmedämmung beitragen kann. Holz und Kunststoff erweisen sich in dieser Hinsicht als eher ungeeignet. Aluminium und Stahl hingegen halten die Wärme besser im Gebäude.

8.2 WÄRMESCHUTZ

Wärmeschutz ist ein Teilbereich der Bauphysik, dessen wichtigstes Ziel darin besteht, für einen ausgeglichenen Wärmehaushalt innerhalb von Gebäuden zu sorgen. Dazu muss die Wärmeübertragung über die Umfassungsflächen des Gebäudes so weit wie möglich reduziert werden. Effektive Wärmeschutzmaßnahmen sorgen für ein angenehmes Raumklima, senken den Energieverbrauch und bewahren Gebäude vor Feuchtigkeit und den daraus resultierenden Schäden.

Raumklima

Bis zur 90 % unserer Zeit verbringen wir innerhalb von Räumen, sei es in der eigenen Wohnung oder am Arbeitsplatz. Diese Zahl unterstreicht die Bedeutung eines behaglichen und gesunden Raumklimas. Die Temperatur darf weder zu stark sinken noch zu stark ansteigen und das bei wechselnden Außentemperaturen. Darum unterscheidet man zwischen winterlichem und sommerlichem Wärmeschutz. Im Winter soll so wenig Wärme wie möglich verloren gehen. Geeignete Dämmstoffe und eine Konstruktion, die Wärmebrücken vermeidet, halten die Wärme im Haus. „Wärmebrücke“ meint eine Schwachstelle in der Gebäudehülle, über die die Heizungswärme entweicht.

Der sommerliche Wärmeschutz will genau das Gegenteil erreichen: Es soll so wenig Wärme wie möglich von außen in das Gebäude eindringen. Verschattungselemente und Sonnenschutzgläser leisten dazu einen Beitrag.

Energieeinsparung

Eine gute Dämmung senkt den Energiebedarf. Bewohner müssen nicht mehr so viel heizen oder die Klimaanlage so oft anschalten. Das Thema „Energiesparen“ gewinnt zunehmend an Bedeutung. Das spiegelt sich u.a. in den gesetzlichen Vorgaben. 1994 wurde die erste Wärmeschutzverordnung (WSchV) veröffentlicht, mittlerweile ersetzt die Energieeinsparverordnung (EnEV) diese Richtlinie, wobei von der EnEV bereits mehrere, stets strengere Neufassungen existieren.

Schutz vor Feuchtigkeit

Feuchtigkeit (» Kap. 8.5.2 und 8.6) kann zu schweren Gebäudeschäden führen, zumal sich diese Schäden oft lange im Verborgenen entwickeln. Im schlimmsten Fall können Feuchteschäden sogar die Stabilität des gesamten Gebäudes bedrohen. Zu den weiteren Folgen zählen Schimmelbefall, Stockflecken oder Verfärbungen. Verursacht werden solche Feuchteschäden entweder durch die Witterung, und dabei ist besonders der Schlagregen zu nennen, oder durch Kondensation der Luftfeuchtigkeit. Auch hier entpuppen sich Wärmebrücken als kritischer Faktor, denn wenn warme Raumluft von innen nach außen entweicht, kondensiert sie an der kühleren Außenoberfläche des Bauteils.



8.3 GESETZLICHE VORGABEN

Wer für den Wärmeschutz in einem Gebäude verantwortlich ist, muss die DIN 4108 „Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden“ und die Energieeinsparverordnung EnEV kennen. Die DIN 4108 ist als Technische Baubestimmung in allen Bundesländern eingeführt und zählt somit zum geltenden Baurecht. Die EnEV setzt die EU-Richtlinie über die „Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden“ um. In der Praxis gelten meist die Forderungen der EnEV, da diese die Bestimmungen der DIN 4108 übertreffen. Sind die Vorgaben der EnEV erfüllt, sind es die der DIN 4108 automatisch auch. Die DIN 4108 erweist sich dennoch als relevant, besonders wenn es um die Dämmung von Wärmebrücken, kleinen Bauteilen sowie um Gebäude geht, die von der EnEV ausgenommen sind.

8.3.1 DIN 4108 „WÄRMESCHUTZ UND ENERGIE-EINSPARUNG IN GEBÄUDEN“

Die aktuelle Fassung der DIN 4108 erschien 2013. Diese Norm legt die Mindestanforderungen an den Wärmeschutz fest und gilt für Aufenthaltsräume in Hochbauten.

Ziele und Anforderungen

Hauptsächlich beschreibt die DIN 4108 die notwendigen Mindeststandards, damit die bereits erwähnten Ziele des Wärmeschutzes erreicht werden. Zu diesen Schutzzielen gehört die Schaffung und Aufrechterhaltung eines gesunden, angenehmen und baulich-hygienischen Klimas, Schutz vor Schimmel und Feuchte sowie energiesparendes Bauen, das sowohl die Besonderheiten des winterlichen als auch des sommerlichen Wärmeschutzes berücksichtigt. Um diese Ansprüche zu erfüllen, müssen Architekten während der Planung und des Baus eines Gebäudes für einen ausreichenden Mindestwärmeschutz von flächigen Bauteilen sorgen und Wärmebrücken verhindern. Weiterhin entscheidet die Wahl der Bausubstanz sowie das Heiz- und Lüftungsverhalten darüber, ob die Vorgaben des Mindestwärmeschutzes dauerhaft erfüllt werden.

Zusammengefasst gehört also Folgendes zur DIN 4108: Mit den Mindestanforderungen an den Wärmeschutz befördert die Norm Energieeinsparung in Gebäuden. Sie regelt den klimabedingten Feuchteschutz, die Luftdichtheit von Gebäuden und stellt Anforderungen an die Schimmelvermeidung in Wohngebäuden sowie an Wärmedämmstoffe. Außerdem gibt sie die Grundlagen für die Berechnung des Jahresheizwärme- und des Jahresheizenergiebedarfs und für die wärme- und feuchteschutztechnische Bemessungswertung.

Anwendungsbereich

Beim Wärmeschutz steht die Frage im Mittelpunkt, ob die Wärme eines beheizten Raums an einen angrenzenden kühleren Raum oder Bereich verloren gehen kann. Ein Bauteil, das zwei Bereiche trennt, die gleichermaßen beheizt werden, muss nicht wärmedämmend sein. Die Mindestanforderungen an die Wärmedämmung gelten darum für Bauteile, die beheizte Räume gegen „Außenluft, niedrig beheizte Bereiche, Bereiche mit wesentlich niedrigeren Innentemperaturen, unbeheizte und nicht beheizte Bereiche abtrennen und für Bauteile, die niedrig beheizte Räume gegen Außenluft, Bereiche mit wesentlich niedrigeren Innentemperaturen, unbeheizte oder nicht beheizte Bereiche abtrennen.“¹

Generell bezieht sich die DIN 4108 auf Aufenthaltsräume, die auf eine normale Innentemperatur von mindestens 19°C beheizt werden. Im Gegensatz zu diesen beheizten Räumen kennt die Norm aber auch niedrig beheizte Räume, die auf 12°C bis 19°C beheizt werden. Ein Raum gilt schon dann als beheizt oder niedrig beheizt, sobald der Raum über eine Heizung verfügt, unabhängig ob diese tatsächlich benutzt wird, oder sobald der Raum durch einen offenen Raumverbund mit einem beheizbaren Raum verbunden ist. Eine Tür gilt im Sinne dieser Norm nicht als offener Raumverbund.

Mindestwerte: Wärmedurchlasswiderstand

Damit die Mindestanforderungen an den Wärmeschutz eingehalten werden können, stellt die DIN 4108 bestimmte Anforderungen an den Wärmedurchlasswiderstand. Bei dieser Größe handelt es sich um den Widerstand, den ein homogenes Bauteil dem Wärmestrom entgegensetzt. Dieser Kennwert sagt aus, wie effektiv ein Bauteil, zum Beispiel eine geschlossene Außentür, die Wärme im Haus hält.

Ermittelt wird der Wärmedurchlasswiderstand (R) mit folgender Formel:
 $R = d/\Lambda$

Dabei steht d für die Dicke des Bauteils und Λ für die genau definierte Wärmeleitfähigkeit des Materials. Die Einheit für R ist m^2K/W . Bei mehrschichtigen Bauteilen muss der Wärmedurchlasswiderstand für jede Schicht einzeln berechnet werden.

Direkte Anforderungen an Türen werden nicht gestellt. Aber da eine Tür zu den Eigenschaften der Wand passen muss, ist hier vor allem die Mindestanforderung an die Außenwand wichtig. Diese liegt bei $R = 1,2 m^2K/W$.

Vermeidung von Tauwasser und Schimmel

Wenn der Mindestwärmeschutz so wie in der Norm gefordert umgesetzt wird, soll das die Tauwasser- und Schimmelbildung verhindern. Komplett vermeiden lassen sich diese beiden Probleme in der Realität allerdings nicht. Stattdessen geht es darum, dass anfallende Tauwasser zu verringern und das Schimmelrisiko so weit wie möglich zu senken. Fenster und Türen nehmen in diesem Zusammenhang eine Sonderstellung ein. In ihren Funktionsfugen kann Tauwasser technisch nicht zuverlässig vermieden werden. Sofern sich das Tauwasser aber nur vorübergehend und in kleinen Mengen niederschlägt, wird es darum geduldet.

8.3.2 DIE ENEV

Die Energieeinsparverordnung EnEV zielt auf die Reduzierung des Energieverbrauchs ab. Dazu gibt sie Grenzwerte für den maximal zulässigen Energiebedarf eines Gebäudes vor und definiert die Verfahren zur Berechnung des Bedarfs. Im Mittelpunkt stehen dabei neben der Anlagentechnik vor allem der Wärmeschutz, wobei angestrebt wird, mithilfe guter Dämmung und effizienter Technik so viel Energie wie möglich einzusparen.

EnEV und Wärmeschutz

Die EnEV stellt Anforderungen an den Wärmeschutz unter Berücksichtigung der Temperaturen vor Ort. Sie gilt für alle Gebäude mit normalen Innentemperaturen (ca. $19^\circ C$), wozu Wohnungen, Schulen, Krankenhäuser, Gaststätten, Büro- und Verwaltungsgebäude, Waren- und Geschäftshäuser sowie viele Betriebsgebäude gehören. Werkstätten, Lager oder Produktionshallen betrifft die EnEV in der Regel nicht. Da diese meist offen stehen müssen, machen dort Vorgaben zum Wärmeschutz wenig Sinn.

Außerdem unterscheidet die EnEV zwischen Neubauten und Altbauten, für die teils unterschiedliche Regelungen gelten. Was Bauherren oder Besitzer genau beachten müssen, ist der jeweils gültigen Fassung der EnEV zu entnehmen, wobei diese Vorgaben regelmäßig verschärft werden. So wurden etwa die Vorgaben für den baulichen Wärmeschutz zum 1. Januar 2016 um 20 % verschärft verglichen mit der vorherigen Fassung der EnEV. Ein Beispiel für Anforderungen in Altbauten betrifft die Heizanlagen: Öl- und Gaskessel mit Einbaujahr bis 1985 und mehr als 30 Nutzungsjahren mussten durch sparsamere Modelle ausgetauscht werden. Generell müssen Heizanlagen, die nach 1985 eingebaut wurden nach 30 Jahren ersetzt werden.



Der Energieausweis

Der Energieausweis weist nach, dass ein Gebäude den energetischen Anforderungen entspricht. Für Wohnungen muss der Energieausweis über die folgenden Punkte Auskunft geben:

- Art des Energieausweises: Handelt es sich um einen Energiebedarfsausweis oder einen Energieverbrauchsausweis? Beim Energiebedarfsausweis wird der theoretische Energiebedarf des Gebäudes ermittelt. Dieses Verfahren erlaubt einen Einblick in das Einsparpotenzial und gibt Werte, die unabhängig von individuellen Heizverhalten gelten. Der Energieverbrauchsweis basiert auf der tatsächlich genutzten Energiemenge.
- Energiebedarfs- oder verbrauchs-wert für das Gebäude
- Energieträger für die Heizung des Gebäudes
- Baujahr
- Energie-Effizienzklasse

Verkäufer oder Vermieter müssen den Ausweis bei der Besichtigung vorlegen. Die wichtigsten Kennwerte werden bereits in der Immobilienanzeige genannt. Bei Verstößen gegen die EnEV drohen Bußgelder.

Die Entwicklung der EnEV

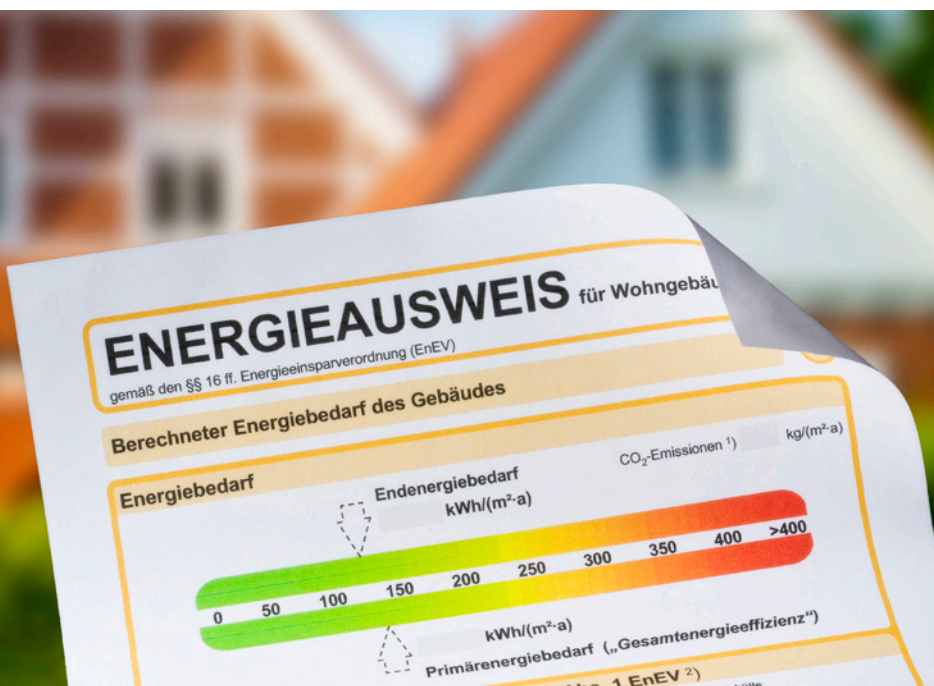
Die europäische Gebäuderichtlinie gab den Impuls zur Energieeinsparverordnung. Erstmals erschien die EnEV im Jahr 2001, seitdem wurde sie immer wieder novelliert und verschärft. In ihrer ersten Fassung führte die EnEV die Wärmeschutzverordnung (WSchV) und die Heizanlagenverordnung (HeizAnlV) zusammen. Auch diese beiden älteren Verordnungen wollten eine Reduzierung des Energieverbrauchs bewirken. Was die EnEV von ihren Vorläufern unterscheidet, ist ihr wesentlich umfassenderes Verständnis von Energieverbrauch. Sie betrifft den Energiebedarf für Heizung, Anlagentechnik sowie Warmwasser und bezieht sich auf den Primärenergiebedarf. Als Primärenergie wird die Energie, die in den Energiequellen gespeichert ist – die „Rohenergie“ – bezeichnet. Daraus werden Energieträger wie Gas oder elektrische Energie hergestellt, die der Endverbraucher nutzen kann. Bis dahin geht jedoch zwangsläufig ein Teil der Energie verloren, sodass der Primärenergiebedarf immer über dem Bedarf an Endenergie liegt. Aktuell stehen weitere Änderungen zur EnEV an, diese sind allerdings noch nicht final.

Tatsache ist aber, dass die EnEV in ihrer jetzigen Form die EU-Gebäuderichtlinie trotz mehrfacher Überarbeitung nicht komplett umsetzt.

Außerdem müssen zurzeit neben der EnEV auch das „Energieeinsparungsgesetz“ (EnEG) und das „Erneuerbare Energien Wärmegesetz“ (EEWärmeG) berücksichtigt werden. Das EnEG bildet die Grundlage, auf der die Bundesregierung konkrete Richtlinien zu Wärmeschutz und Energieeinsparung durchsetzen kann. Das EEWärmeG fordert, dass bis 2020 erneuerbare Energien mindestens 14% der gesamten Heiz- und Kühlenergie ausmachen müssen.

Es existieren also mehrere Regelwerke parallel und die europäischen Forderungen sind nicht vollständig erfüllt. Generell ist das Einsparpotenzial noch nicht optimal ausgeschöpft. Deswegen plant die Bundesregierung das neue Gebäudeenergiegesetz (GEG). Dieses Gesetz sollte eigentlich bereits 2017 verabschiedet werden und am 01. April 2018 in Kraft treten. Es verschiebt sich aber, weil noch keine Einigkeit darüber herrscht, wie die Ziele konkret erreicht werden sollen und weil ein Anstieg der Baukosten befürchtet wird. Nun soll das Gesetz im Frühjahr oder Sommer 2019 in Kraft treten, ein definitives Datum lag bei Redaktionsschluss allerdings noch nicht vor.

Das Gebäudeenergiegesetz soll die verschiedenen Regelwerke zusammenführen und so das Energiesparrecht vereinheitlichen, wodurch auch die teils vorhandenen Widersprüche zwischen EnEV und EEWärmeG geglättet würden. Hinzu kommt die Forderung der EU-Gebäuderichtlinie nach



energetischen Standards eines Niedrigstenergiegebäudes. Diese sollen in privaten Neubauten bis 2021 und in öffentlichen Neubauten bis 2019 implementiert werden. Bei der Definition eines Niedrigstenergiegebäudes bleibt die EU-Gebäuderichtlinie recht vage. Hauptsächlich verlangt sie eine „sehr hohe Gesamtenergieeffizienz“. Der Energiebedarf sollte also (fast) bei Null liegen und aus erneuerbaren Energien, die vorzugsweise direkt am Gebäude oder in der Nähe erzeugt werden, gedeckt werden.



8.4 KENNZEICHNUNG UND VERWENDBARKEIT VON AUSSENTÜREN

Abhängig von Einsatzbereich und Art der Tür unterliegen Türelemente der Kennzeichnungspflicht. Dazu wird meist im Falzbereich ein Schild mit den notwendigen Informationen angebracht. Welche das sind, legen die jeweiligen Normen fest. Normalerweise gehören die Klassifizierung für relevante Leistungseigenschaften, die Produktbezeichnung des Herstellers, der Hersteller, das Herstellungsjahr, die Prüfstelle und die Nummer des Prüfberichts oder des Prüfzeugnisses mit Datum dazu.

Da Außentüren einer europäischen Norm unterliegen, brauchen sie die CE-Kennzeichnung, damit sie verwendet werden dürfen. Die wichtigste normative Basis für Außentüren ist die Produktnorm DIN EN 14351 „Fenster und Türen - Produktnorm, Leistungseigenschaften - Teil 1: Fenster und Außentüren.“ Laut Bauregelliste B, Teil 1 unterliegen alle Außentüren ohne Anforderungen an den Feuer- oder Rauchschutz dieser Norm.

Mit der CE-Kennzeichnung werden die mandatierten Eigenschaften nachgewiesen. Darüber hinaus können weitere Merkmale verlangt werden. Grundsätzlich gibt es für alle erforderlichen Eigenschaften eine Prüfnorm, die festlegt, wie kontrolliert wird, ob die Tür tatsächlich die erwarteten Leistungen bringt, und dann eine Klassifizierungsnorm zur Bewertung der Leistung. Außentüren können im Hinblick auf verschiedene Eigenschaften überprüft werden. Wichtig für den Wärmeschutz sind vor allem die Qualität der thermischen Isolierung, die Luftdurchlässigkeit, die Schlagregendichtheit und der Widerstand gegen Windlast.

8.5 ANFORDERUNGEN AN AUSSENTÜREN

Außentüren müssen teils andere, oft höhere Anforderungen erfüllen als Innentüren. Das gilt ganz besonders im Hinblick auf den Wärmeschutz. In diesem Zusammenhang kann eine Außentür als eine Tür betrachtet werden, die „das Innen- vom Außenklima abschließt, mit einer Bauart, die dem vorgesehenem Hauptzweck, nämlich dem sicheren Passieren von Personen, entspricht.“² Damit eine Außentür Innen- und Außenklima effektiv voneinander trennen kann, darf sie nicht zu viel Wärme oder Luft durchlassen, muss Feuchtigkeit verhindern und vor Witterungsbelastungen (Schlagregen, Wind) schützen.

8.5.1 DIE THERMISCHE ISOLIERUNG: WÄRMEDURCHLÄSSIGKEIT UND WÄRMEDURCHGANGSKOEFFIZIENT

Der Wärmedurchgangskoeffizient, der U-Wert, zeigt an, wie effektiv der Wärmeschutz funktioniert. Anhand dieses Wertes erkennen Fachleute, wie wärmedurchlässig ein bestimmtes Bauteil ist. Die Wärmedurchlässigkeit des jeweiligen Elements hängt von seiner Wärmeleitfähigkeit ab, also davon wie gut oder schlecht die Wärme durch einen Körper von Bereichen höherer Temperatur zu Bereichen niedriger Temperatur gleitet wird. Die Wärmeleitfähigkeit variiert je nach Material.

Angegeben wird der U-Wert in $W/(m^2K)$, also in Watt pro Quadratmeter und Kelvin. Ein U-Wert von 1 bedeutet, dass bei einem gleichbleibenden Temperaturunterschied von 1 Kelvin 1 Watt Wärmeleistung pro Quadratmeter durch das Bauteil fließt. Für den Wärmeschutz folgt daraus, dass ein niedriger U-Wert erstrebenswert ist.

Je weniger Wärme durch ein Bauteil verlorengeht, umso geringer fällt der U-Wert aus. Ein niedriger U-Wert lässt auf eine gute Wärmedämmung schließen.

Man unterscheidet zwischen längen- und punktbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten. Wichtig für Türen sind Erstere (ψ -Wert). Der ψ -Wert gibt an, welcher zusätzliche Wärmeverlust durch linienförmige Wärmebrücken pro laufendem Meter entsteht. Konstruktionsqualität, Abmessungen und U-Werte der anschließenden Bauteile entscheiden darüber, welchen konkreten Wert der längenbezogene Wärmedurchgangskoeffizient letztendlich annimmt.

Ein Problem bei der Feststellung des Wärmedurchgangskoeffizienten stellen Undichtigkeiten dar. Ein aussagekräftiger Wert lässt sich nur für dichte Konstruktionen ermitteln, da der Wärmedurchgangskoeffizient nur den Wärmeverlust, der durch die Wärmeleitung entsteht, beziffern kann. Darum müssen Türen und Fenster dicht schließen.

U-Wert für Außentüren

Um einen guten Wärmeschutz zu bieten, sollten Türen maximal einen U-Wert von 1,8 W/m²K aufweisen. Diesen Grenzwert legt die EnEV für die Erneuerung von Außentüren und für Außentüren im Neubau fest. Genau genommen handelt es sich hier um den U_D-Wert, wobei das „D“ für Door (Tür) steht und anzeigt, dass der Wert für das gesamte Türelement gilt.

Berechnung U_D-Wert

Es existieren verschiedene Verfahren, die auf unterschiedlichen Normen basieren, um den U_D-Wert zu berechnen. Für die Berechnung des U_D-Wertes ist in diesem Zusammenhang das Berechnungsverfahren nach DIN EN ISO 10077-1 am wichtigsten, dieses wird auch in der Bauregelliste angeführt.

DIN EN ISO 10077-1

Mit vollem Namen heißt diese Norm „Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen - Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten - Teil 1: Allgemeines“. Dieser Teil beinhaltet das vereinfachte Verfahren, mit dem sich der Wärmedurchgangskoeffizient von kompletten Türen oder Fenstern berechnen lässt. Das dort beschriebene Verfahren gilt für Türen, die aus einer Verglasung und/ oder opaken Füllung in einem Rahmen bestehen. Dabei geht die Norm auf unterschiedliche Verglasungsarten ein (einfach oder mehrfach, Glas oder Kunststoff, Zwischenräume mit Gasfüllung, mit oder ohne Beschichtung) sowie auf unterschiedliche Füllungsmaterialien (Holz, Kunststoff, Metall mit und ohne Wärmedämmung, Metallrahmen mit metallischen Verbindungen und sonstige Werkstoffkombinationen).

Formel zur Berechnung des U_D-wertes von Außentüren

Um den U_D-Wert zu berechnen gibt es zwei Formeln, je nach Konstruktion:

Türen mit Isolierverglasung

$$U_D = \frac{\sum A_g \times U_g + \sum A_f \times U_f + \sum l_g \times \Psi_g}{\sum A_g + \sum A_f}$$

Türen mit Isolierverglasung und opaken Füllungen

$$U_D = \frac{\sum A_g \times U_g + \sum A_p \times U_p + \sum A_f \times U_f + \sum l_g \times \Psi_g + \sum l_p \times \Psi_p}{\sum A_g + \sum A_f + \sum A_p}$$

Eingangsparameter

- U_g = Wärmedurchgangskoeffizient der Verglasung (glas) in W/(m²K)
- U_f = Wärmedurchgangskoeffizient des Rahmens (frame) in W/(m²K)
- U_p = Wärmedurchgangskoeffizient der Füllung (panel) in W/(m²K)

- A_g = Fläche der Verglasung in m²
- A_f = Fläche des Rahmens in m²
- A_p = Fläche der Füllung in m²

- l_g = Länge der Verglasung in m
- l_p = Länge der Füllung in m

- Ψ_g = längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient der Verglasung in W/(mK)
- Ψ_p = längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient der Füllung in W/(mK)

Die Werte, die zur Berechnung des U_D -Wertes nötig sind, können entweder durch Messung, durch Berechnung nach Formeln aus Teil 2 der DIN EN ISO 10077 oder aus den Tabellen in den Anhängen der DIN EN ISO 10077-1 ermittelt werden. Welche Flächen benötigt werden (Fläche des Rahmens, der Füllung etc.) ist genau definiert. Damit der berechnete Wärmedurchgangskoeffizient den tatsächlichen Sachverhalt möglichst genau widerspiegelt, gibt es Korrekturfaktoren, welche die Rahmenbedingungen, z.B. den Einflussbereich des Randbereichs von Verglasungen, berücksichtigen. Arbeitet der Planer mit diesen Korrekturfaktoren, führt das zu höheren Wärmedurchgangskoeffizienten, also zu schlechteren Werten. Das bedeutet, dass man nicht Gefahr läuft, in der Praxis eine unangenehme Überraschung zu erleben, da das Wärmeschutzverhalten des Bauteils bereits nach strengen Kriterien ermittelt wurde.

8.5.2 VERMEIDUNG VON SCHIMMEL

Schimmelpilze entwickeln sich besonders gut in feuchter Umgebung. Hohe Luftfeuchtigkeit und Tauwasser (> 8.6) können an und in Gebäuden zu erhöhter Feuchtigkeit führen. Darum zielt der Wärmeschutz auch darauf ab, die Feuchtigkeit auf ein akzeptables Maß zu begrenzen. Ein geeignetes rechnerisches Maß dafür bietet der Temperaturfaktor F_{RSI} . Diese Größe beschreibt die Wärmedämmung eines Bauteils und gibt einen Kennwert, anhand dessen man die Schimmelgefahr einschätzen kann.

Temperaturfaktor F_{RSI}

Der Temperaturfaktor gibt die Temperaturdifferenz zwischen raumseitiger Oberflächentemperatur und Außenlufttemperatur an. Der Unterschied zwischen diesen beiden Werten muss in Abhängigkeit von der Temperaturdifferenz zwischen Innen- und Außenluft verstanden werden. Die raumseitige Oberflächentemperatur beschreibt die Wärmeleitfähigkeit eines Bauteils. Eine niedrige Oberflächentemperatur bei hoher Innenraumtemperatur tritt auf, wenn das Bauteil viel Energie nach außen leitet. Eine niedrige raumseitige Oberflächentemperatur ist ein Indikator für eine schlechte Wärmedämmung des Bauteils und begünstigt die Bildung von Tauwasser sowie Schimmel.

Um das zu vermeiden, legt die DIN 4108 bestimmte Mindestanforderungen an den Temperaturfaktor fest. Der Mindestwärmeschutz zwischen Außentür und Baukörper ist sichergestellt, wenn F_{RSI} an der ungünstigsten Stelle einen Wert von 0,7 nicht unterschreitet.

8.5.3 LUFTDURCHLÄSSIGKEIT

„Luftdurchlässigkeit“ meint den Luftaustausch zwischen Innen und Außen bei einer verschlossenen Tür. Wie viel Luft gelangt in das Gebäude bzw. aus dem Gebäude? Auch wenn die Tür geschlossen ist, kann die Luft durch die Fuge zwischen Türflügel und Zarge oder Glasfalz entweichen. Ursache dafür ist der Druckunterschied zwischen Innenraum und Außenbereich.

Für ausreichenden Wärmeschutz legt die EnEV bestimmte Grenzwerte für die Luftdurchlässigkeit fest und zwar bezogen auf den Volumenstrom. Unter Volumenstrom versteht man das Volumen einer Flüssigkeit (hier eines Gases), das innerhalb einer bestimmten Zeit durch die vorher definierte Fläche strömt. Bei einer Druckdifferenz von 50 PA darf der Volumenstrom bestimmte Grenzwerte nicht überschreiten. Geiger (in Müller, 2017) gibt einen Überblick:

Gebäude	Volumenstrom
Ohne raumluftechnische Anlagen	3,0 l/h
Mit raumluftechnischen Anlagen	1,5 l/h
Ohne raumluftechnische Anlagen + Luftvolumen > 1500 m ³	4,5 m/h
Mit raumluftechnischen Anlagen + Luftvolumen > 1500 m ³	2,5 m/h

Tab. 8.1 Maximalwerte Volumenstrom nach EnEV 2015/2016.

Die Luftdurchlässigkeit einer Tür wird anhand von DIN EN 1206 geprüft und nach DIN EN 12207 klassifiziert. Danach ergeben sich 5 verschiedene Klassen:

	Referenzdurchlässigkeit bei 100 Pa (m³/hm²)	Referenzdurchlässigkeit bei 100 Pa (m³/hm)	Maximaler Prüfdruck (Pa)
0	Nicht geprüft	Nicht geprüft	Nicht geprüft
1	50	12,5	150
2	27	6,75	300
3	9	2,25	600
4	3	0,75	600

Tab. 8.2 Klassifizierung der Luftdurchlässigkeit von Türen nach DIN EN 12207³.

8.5.4 SCHLAGREGENDICHTHEIT

Fällt fester Regen, während gleichzeitig starker Wind weht, entsteht Schlagregen. Damit Außentüren auch unter hoher Witterungsbelastung nicht undicht werden, müssen sie die Anforderungen der DIN EN 12208 erfüllen. Diese Norm definiert Schlagregendichtheit und Klassifizierung. Die DIN EN 1027 beschreibt das Prüfverfahren. Dabei unterscheidet sie Prüfverfahren A für Türen ohne Vordach oder anderen baulichen Schutz und Prüfverfahren B für geschützte Türen. In beiden Fällen wird überprüft, ob Wasser über die Funktionsfuge zwischen Rahmen und Türblatt eindringen kann. Dazu besprühen die Prüfer die Außenseite der Tür unter genau vorgegebenen Druckverhältnissen, die eine bestimmte Windlast simulieren, mit einer definierten Wassermenge. Nach 15 Minuten wird der Prüfdruck zum ersten Mal erhöht, dann regelmäßig alle 5 Minuten.

In Hinblick auf ihre Schlagregendichte können Türen in eine von zehn Klassen eingeteilt werden:

Klasse nach Verfahren A	Klasse nach Verfahren B	Prüfdruck (Pa)	Dauer (Min)
Ungeschützt	Geschützt		
1A	1B	0	15
2A	2B	50	20
3A	3B	100	25
4A	4B	150	30
5A	5B	200	35
6A	6B	250	40
7A	7B	300	45
8A	-	450	50
9A	-	600	55
Exxxx	-		Über 600 Pa in Stufen von 150 Pa muss die Dauer jeder Stufe 5 Min betragen.

Tab. 8.3 Klassifizierung der Schlagregendichtheit von Türen nach DIN EN 12208.

8.5.5 WIDERSTANDSFÄHIGKEIT GEGEN WINDLAST

Luftdurchlässigkeit, Schlagregen und Windlast sind drei Variablen, die eng miteinander und eng mit dem Wärmeschutz zusammenhängen. Eine hohe Windlast kann die Luftdurchlässigkeit erhöhen und verursacht den Schlagregen.

Den Begriff „Windlast“ kann man in etwa als „Intensität des Windes“ verstehen. Dabei spielen die Windgeschwindigkeit und die Hauptwetterrichtung eine wichtige Rolle. Eine hohe Windlast führt zu Druck-, Sog- und unter Umständen sogar zu Reibungskräften. Außentüren müssen darum so konstruiert werden, dass sie solchen Kräften standhalten. Anforderungen, Prüfung und Klassifizierung regeln die DIN EN 12211 und die DIN EN 12210. Dazu werden die zu prüfenden Türelemente bestimmten Druck- und Sogbelastungen ausgesetzt. Anschließend können die Prüfer messen, wie stark sich zum Beispiel Pfosten von Seitenteilen oder die Kämpfer von Oberlichtern verformt haben. Abhängig von ihrem Verhalten unter Belastung werden die Türen in eine von drei Klassen, die den Grad der Verformung bezeichnen, und in eine von fünf Klassen für die allgemeine Widerstandsfähigkeit gegen Windlast eingeteilt.

Zuerst wird der Grad der relativen frontalen Durchbiegung gemessen, wobei in Deutschland die Klassen B oder C erreicht werden sollten:

Klasse	Relative frontale Durchbiegung
A	< l/150
B	< l/200
C	< l/300

Tab. 8.4 Klassifizierung der relativen frontalen Durchbiegung nach DIN EN 12210.

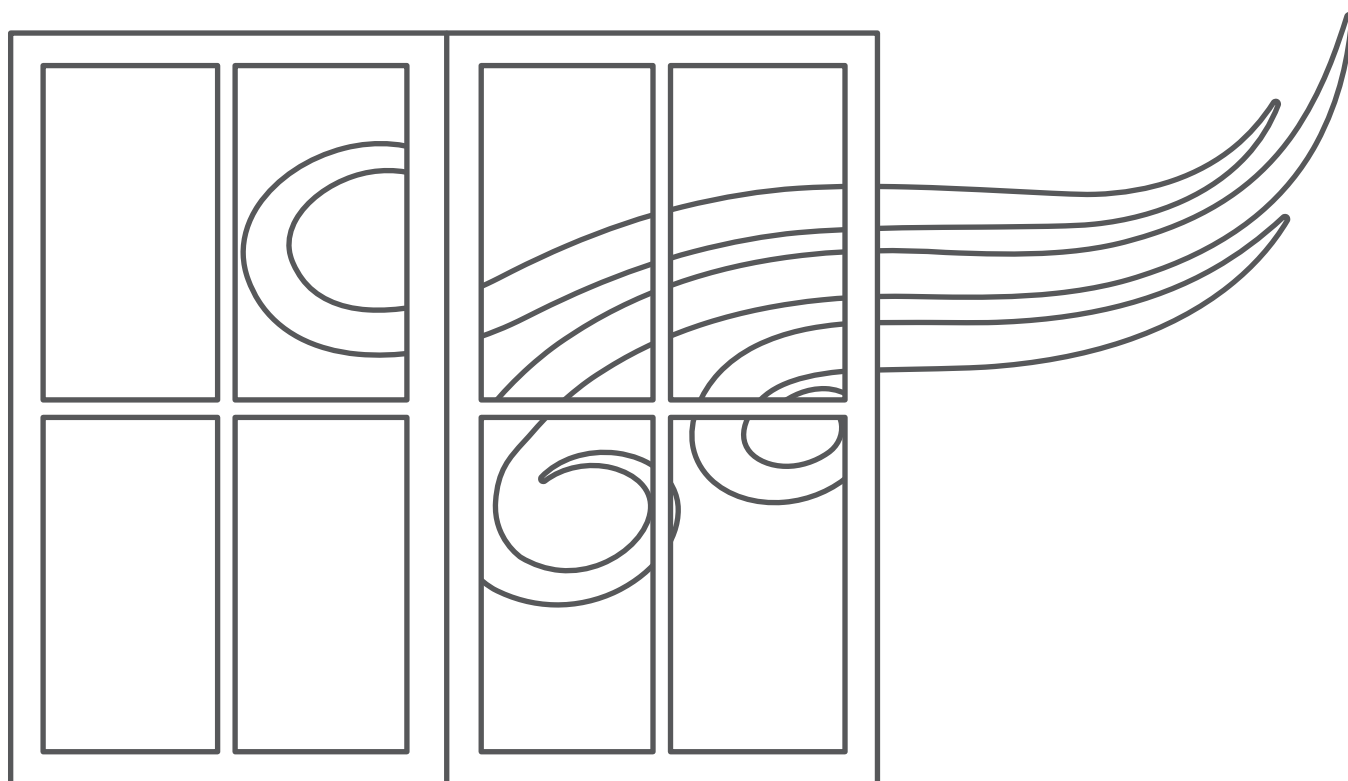
Danach wird die zu prüfende Tür mehreren Wechseln von Unter- und Überdruck ausgesetzt, um zu testen, ob sie auch unter diesen Bedingungen ihre sichere Funktionsfähigkeit beibehält.

Klasse	P1 (Pa) ^a	P2 (Pa) ^b	P3 (Pa) ^c
1	400	200	600
2	800	400	1.200
3	1.200	600	1.800
4	1.600	800	2.400
5	2.000	1.000	3.000
Exxxx ^c	-	-	-

Das PfB Rosenheim gibt zum Verständnis der Tabelle folgende Hinweise:

- ^a Unter dieser Beanspruchung dürfen keine Funktionsbeeinträchtigungen, bleibende Verformungen oder Beschädigungen auftreten.
- ^b Dieser Druck wird 50 Mal wiederholt.
- ^c Prüfkörper mit Beanspruchung oberhalb Klasse 5 werden mit Exxxx klassifiziert, wobei ->xxxx der tatsächliche Prüfdruck P1 ist.

Tab. 8.5 Klassifizierung der Widerstandsfähigkeit gegen Windlast nach DIN EN 12210.



8.6 TAUWASSER

Luft nimmt Feuchtigkeit auf, warme Luft mehr als kalte. Ist der Sättigungspunkt erreicht, ab dem die Luft keine weitere Feuchtigkeit mehr aufnehmen kann (die Luftfeuchtigkeit beträgt dann 100 %), kondensiert die Feuchtigkeit und wird zu Tauwasser. Der Sättigungspunkt sinkt mit der Temperatur. Je kälter es ist, umso schneller ist er erreicht. Kühlt also warme Luft ab und erreicht dabei den Sättigungspunkt, schlägt sich der nun überschüssige Wasserdampf an kalten Oberflächen als Tauwasser nieder. Sinkt die Oberflächentemperatur auf die des Sättigungspunktes, ist mit Tauwasser zu rechnen. Wenn von der relativen Luftfeuchtigkeit die Rede ist, geht es um das Verhältnis der in der Luft vorhandenen Wasserdampfmenge zur maximal möglichen, der sogenannten Sättigungsmenge.

8.6.1 TAUWASSER UND BAUTEILE

Tauwasser kann sowohl an der Oberfläche von Bauteilen als auch in ihrem Inneren entstehen. An der Oberfläche kondensiert die Luftfeuchtigkeit, wenn die Temperatur der Bauteiloberfläche unter die Taupunkttemperatur der umgebenden Luft sinkt. Das kann bei hoher Raumluftfeuchte, unzureichendem Heizen und schlecht ausgeführter Wärmedämmung passieren. Wenn sich Tauwasser innerhalb von Bauteilen bildet, liegt das meist an dem Temperaturgefälle zwischen beheizter (innen) und unbeheizter (draußen) Luft. Unter diesen Bedingungen kann es zur Wasserdampfdiffusion von außen nach innen kommen, die sich bei starker Abkühlung innerhalb des Bauteils in Tauwasser verwandelt. Bei Außentüren wird das Phänomen Tauwasser im

Bereich der Ecken von Isolierverglasungen sichtbar, aber auch am Profilzylinder oder am Schutzbeschlag. Dies sind alle Stellen, die nicht bzw. schlechter gedämmt sind als etwa das Türblatt.

8.6.2 SCHÄDEN DURCH TAUWASSER

Tauwasser erhöht das Schimmelrisiko und kann die Stabilität des Gebäudes bedrohen. Darum definiert die DIN 4108-2 bestimmte Mindestanforderungen an den Temperaturfaktor F_{RSI} (> 8.5.2), deren Einhaltung Feuchtigkeit und Schimmel weitgehend verhindert. Werden die Anforderungen eingehalten, ist für eine ausreichende Oberflächentemperatur gesorgt, um die Tauwasserbildung bei der gesetzten Klimabedingung von außen -5°C und innen 20°C sowie eine relativen Luftfeuchte von 50 % zu vermeiden.

Feuchte – die auch bei Regen ins Bauwerk gelangen kann – beeinträchtigt unter Umständen die Bausubstanz, verschlechtert den Wärmeschutz und kann im schlimmsten Falle sogar die Stabilität eines Gebäudes mindern. Außerdem kann Tauwasser bei Beschlägen, Versiegelungen oder Dichtungen zur Korrosion führen.

8.6.3 WAS BEGÜNSTIGT DIE TAUWASSERBILDUNG?

Tauwasser lässt sich oft auf bauphysikalische oder konstruktive Fehler wie Wärmebrücken oder eine unzureichende Dämmung zurückführen. Aber auch das Verhalten der Nutzer oder Bewohner eines Gebäudes spielt eine Rolle. Lüften sie nicht richtig, wird die überschüssige Feuchtigkeit nicht abgeführt. Auch Gegenstände, die direkt an der Außenwand abgestellt werden, verhindern ein vollständiges Verdunsten.

Ausgerechnet moderne, hochwirksame Dämmungen führen neuerdings zu einer Verschärfung der Tauwasserproblematik. In solchen Fällen schlägt sich das Tauwasser zunehmend auf der Außenseite von Verglasungen nieder – etwas, das früher kaum vorkam. Verursacht wird dieses Phänomen durch die hohen Temperaturunterschiede auf der Innen- und Außenseite. Bei älteren, weniger gut isolierten Verglasungen heizt der Wärmestrom von innen auch die äußere Scheibe über den Taupunkt auf, sodass sich kein Tauwasser bildet. Auf ähnliche Weise kann auch der Austausch von Außentüren in Bestandsbauten mehr Tauwasser entstehen lassen. Neue, hervorragend gedämmte Türen können die Oberflächentemperatur der umgebenden Wände verändern, sodass sich mehr Tauwasser bildet und gegebenenfalls in die umgebenden Wände eindringt.

Neben zu dichten Türen (und Fenstern) fördern aber auch andere Faktoren die Tauwasserbildung an Außentüren:

- **Konstruktive Probleme**

Wärmebrücken, zum Beispiel Türblattarmierungen, Randverbund bei Isoliergläsern, Beschläge im Falzbereich, Metallschwellen etc. sowie Metallzargen, die nicht wärmegeklämt sind und der Verzicht auf thermisch getrennte Bodenschwellen.

- **Probleme mit der Dichtung**

Bei unzureichender Dichtung kann warme Luft in den Falzraum gelangen und dort kondensieren. Iegen die Dichtungsebenen zu weit außen, kann die warme Luft an die außenliegende Dichtungsebene gelangen.

- **Umgebungstemperatur**

Wenn im Gebäude Klima- oder Lüftungsanlagen mit Überdruck arbeiten, kann feuchte, warme Luft in den Falzraum gelangen und dort kondensieren. Generell führen sehr niedrige Außentemperaturen eher zu Tauwasser.

8.6.4 TAUWASSER VERHINDERN

Wird im Rahmen des Wärmeschutzes der Mindest-Wärmedurchlasswiderstand eingehalten, lassen sich Schäden weitestgehend verhindern. In allen Stufen von der Gebäudeplanung über die Herstellung bzw. Auswahl der richtigen Außentür bis hin zur tatsächlichen Nutzung können Maßnahmen ergriffen werden, um die Tauwasserbildung von vornherein zu begrenzen.

Planung

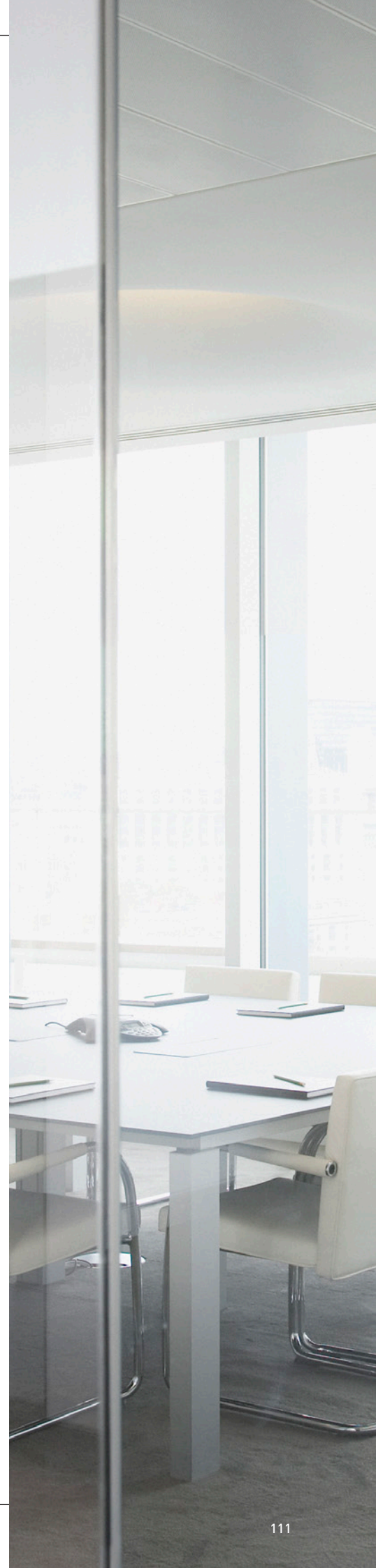
Gebäude werden im Namen der Energieeinsparung immer besser abgedichtet, was die Tauwasserproblematik verschärfen kann. Darum sollten Wärmeschutz und Dämmkonzept gut aufeinander abgestimmt werden, damit sich die Feuchte noch abführen lässt.

Konstruktion

Tauwasserbildung an Außentüren lässt sich mit den richtigen Präventionsmaßnahmen vermeiden. Wichtig sind dabei vor allem eine Konstruktion ohne Wärmebrücken, die Reduzierung des Luftspaltes über dem Boden und die Verwendung einer thermisch getrennten Bodenschwelle. Eine solche Schwelle meint eine thermisch isolierende Barriere zwischen wärmeleitenden Materialien.

Nutzung

Um auch bei sehr gut abgedichteten Gebäuden Tauwasser zu vermeiden, muss man öfter lüften. Im Winter empfehlen sich 10 Minuten, im Sommer 20 Minuten Stoßlüften. Dabei werden die Fenster an den gegenüberliegenden Gebäudeseiten geöffnet. Auf diese Weise entsteht Durchzug und damit ein schneller Luftaustausch, sodass die vorhandene aufgewärmte und damit feuchtere Luft durch kühlere und trockenere Luft ersetzt wird. Ist bereits Tauwasser aufgetreten, sollte es aufgewischt werden. Regelmäßige Pflege und Wartung der Türen garantieren eine lange Funktionalität bei angenehmen Innenklima.



QUELLEN

KAPITEL 1

Endnoten

¹ Tabelle 1.3 basiert auf Müller (2017).

Literatur

- BauNetz Media GmbH (o. J.): Baunetz Wissen, URL: <https://www.baunetzwissen.de/>
- DIN 18101:2014-08: Türen – Türen für den Wohnungsbau – Türblattgrößen, Bandsitz und Schlosssitz – Gegenseitige Abhängigkeit der Maße.
- Dipl.-Ing. FH, Hägele, Volker (o. J.): Einbau von Innentüren, URL: http://www.schreiner-bw.de/wp-content/uploads/2015/10/Einbau-von-T%C3%BCren-Schreiner_Ansicht_04.pdf (zuletzt abgerufen am 11. März 2018)
- Heinze GmbH (o. J.): Bauemotion, URL: <https://www.bauemotion.de/>
- Matschi, Andreas Dipl.-Ing. (o. J.): Feuer- und Rauchschutztüren – Konstruktionsmerkmale und Regelungen, URL: <https://www.ift-rosenheim.de/documents/10180/167230/2002-05+Fachartikel+Feuer-+und+Rauchschutzt%C3%BCren.pdf/440e8af0-e50c-44b7-a01f-63f7c5cbd455?version=1.1> (zuletzt abgerufen am 26. April 2018).
- Mink, Hans-Paul (2017): Brandschutz im Detail. Türen, Tore, Fenster. Planung – Montage – Abnahme – Wartung, Köln.
- Müller, Rüdiger (2017): Das Türenbuch. Fachwissen für Planung und Konstruktion, Stuttgart.
- Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN (2014): DIN 18101. Türen – Türen für den Wohnungsbau – Türblattgrößen, Bandsitz und Schlosssitz – Gegenseitige Abhängigkeit der Maße.
- Spiegel Online (2010): Archäologen entdecken Tür zur Steinzeit, URL: <http://www.spiegel.de/wissenschaft/technik/zuerrich-archaeologen-entdecken-tuer-zur-steinzeit-a-724224.html> (zuletzt abgerufen am 04. März 2018).

KAPITEL 2

Endnoten

- ¹ Deutsches Institut für Bautechnik (o. J.): Was ist ein Bauprodukt?, URL: <https://www.dibt.de/de/Zulassungen/abZ-FAQ-Frage-2.html> (zuletzt abgerufen am 04. Mai 2018).
- ² Deutsches Institut für Bautechnik (o. J.): Was ist eine Bauart?, URL: <https://www.dibt.de/de/Zulassungen/abZ-FAQ-Frage-2.html> (zuletzt abgerufen am 04. Mai 2018).
- ³ DIN (2018): DIN – kurz erklärt, URL: <https://www.din.de/de/ueber-normen-und-standards/basiswissen> (zuletzt abgerufen am 7. Mai 2018).

Literatur

- Amtsblatt der Europäischen Union (2016), Download von hier: <http://ec.europa.eu/DocsRoom/documents/18027?locale=de> (zuletzt abgerufen 8. Mai 2018).
- BauNetz Media GmbH (o. J.): Baunetz Wissen, URL: <https://www.baunetzwissen.de/>
- Bauwissen online (o. J.): Bauprodukte, Verwendbarkeitsnachweis und Übereinstimmungsnachweis, URL: <https://www.bauwion.de/begriffe/bauprodukte-verwendbarkeitsnachweis-uebereinstimmungsnachweis> (zuletzt abgerufen am 07. Mai 2018).
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (o. J.): Bauproduktengesetz, URL: <http://www.bmu.de/themen/bauen/bauwesen/gesetzgebung-und-leitfaeden/bauproduktenrecht/bauproduktengesetz/> (zuletzt abgerufen am 8. Mai 2018).
- Bundesverband Baustoffe (o. J.): Die neue Bauproduktenverordnung, URL: https://www.baustoffindustrie.de/fileadmin/user_upload/bbs/Dateien/bauproduktverordnung.pdf (zuletzt abgerufen am 07. Mai 2018) und Mink, S. 19 ff.
- Deutsches Institut für Bautechnik (2015): Bauregelliste A, Bauregelliste B und Liste C, URL: https://www.dibt.de/de/geschaeftsfelder/data/BRL_2015_2.pdf (zuletzt abgerufen am 24. August 2017).
- Deutsches Institut für Bautechnik (o. J.), URL: <https://www.dibt.de/de/>
- Eberl, Elfriede (2004): Was bedeutet das CE-Zeichen?, URL: https://www.ihk-nuernberg.de/de/IHK-Magazin-WiM/WiM_Archiv/WiM-Daten/2004-07/FAQ/Was-bedeutet-das-CE-Zeichen-.jsp (zuletzt abgerufen am 05. Juni 2017)

- Handwerksblatt.de (2014): Bauregellisten sind EU-rechtswidrig, URL: <https://www.handwerksblatt.de/recht-steuern/31-recht/23269-deutsche-anforderungen-an-bauprodukte-sind-eu-rechtswidrig.html> (zuletzt abgerufen am 07. Mai 2018).
- Handwerksblatt.de (2016): Kein Ü-Zeichen für Bauprodukte mehr, URL: <https://www.handwerksblatt.de/recht-steuern/31-recht/5001765-uezeichen-fuer-bauprodukte-faellt-weg.html> (zuletzt abgerufen am 07. Mai 2018).
- Mink, Hans-Paul (2017): Brandschutz im Detail. Türen, Tore, Fenster. Planung – Montage – Abnahme – Wartung, Köln.
- Müller, Rüdiger (2017): Das Türenbuch. Fachwissen für Planung und Konstruktion, Stuttgart.
- Muster-Verwaltungsvorschriften Technische Bestimmungen (Stand: 31.08.2017), URL: https://um.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-um/intern/Dateien/Dokumente/3_Umwelt/Baurechts-_und_Bergbeh%C3%B6rde/170831_MVV_Technische_Baubestimmungen.pdf (zuletzt abgerufen am 07. Mai 2018).

KAPITEL 3

Endnoten

- ¹ Feuerwehrschauch mit Nennggröße C (42 oder 52 mm), für den Einsatz in Gebäuden.
- ² Feuerwehrschauch mit Nennggröße B (75 mm).
- ³ Deutsche Gesellschaft für Verbrennungsmedizin (o. J.): Leitlinien für thermische / chemische Verletzungen, URL: <https://www.verbrennungsmedizin.de/leitlinien-verletzungen.php> (zuletzt abgerufen am 20. Mai 2018).
- ⁴ Musterbauordnung [01.11.2002]: § 14 MBO – Brandschutz, URL: <https://www.jurion.de/gesetze/mbo/14/> (zuletzt abgerufen am 20. Mai 2018).
- ⁵ AVCP = Assessment and Verification of Constancy of Performance, ein harmonisiertes System zur Qualitätskontrolle.

Literatur

- BauNetz Media GmbH (o. J.): Baunetz Wissen, URL: <https://www.baunetzwissen.de/>
- Deutsche Gesellschaft für Verbrennungsmedizin (Daten beziehen sich auf das Jahr 2015): Jahresbericht 2016, URL: <https://www.verbrennungsmedizin.de/pdf/2017/JahresberichtVerbrennungsregister2016.pdf> (zuletzt abgerufen am 20. Mai 2018). Hier sind auch Opfer von Säureverletzungen mitgezählt.
- Deutsche Gesellschaft für Verbrennungsmedizin (o. J.): Leitlinien für thermische / chemische Verletzungen, URL: <https://www.verbrennungsmedizin.de/leitlinien-verletzungen.php> (zuletzt abgerufen am 20. Mai 2018).
- Egense, Jörg (2010): Brandschutztüren richtig montieren, URL: http://www.bauhandwerk.de/artikel/bhw_Brandschutztueren_richtig_montieren_968381.html (zuletzt abgerufen am 26. Mai 2018).
- GDV (2003 – 2018): Beiträge, Leistungen und Schaden-Kosten-Quoten, URL: <https://www.gdv.de/de/zahlen-und-fakten/versicherungsgebiete/wohngebaeude-24080#Schaeden> (zuletzt abgerufen am 20. Mai 2018)
- Matschi, Andreas Dipl.-Ing. und Wackerbauer, Gerhard Dr. (2016): Beschläge für feuerhemmende Bauelemente, URL: https://www.ift-rosenheim.de/documents/10180/1206729/FA_MTH1610_HPS_Wackerbauer_Matschi.pdf/7d51bac7-2d49-463d-88f4-8dcabdbffa24 (zuletzt abgerufen am 23. August 2018).
- Mink, Hans-Paul (2017): Brandschutz im Detail. Türen, Tore, Fenster. Planung – Montage – Abnahme – Wartung, Köln.
- Müller, Rüdiger (2017): Das Türenbuch. Fachwissen für Planung und Konstruktion, Stuttgart.
- Quarks (2017): Brandstatistik: Wie oft brennt es wann, wo und warum? URL: <https://www1.wdr.de/fernsehen/quarks/feuer-brandstatistik-100.html> (zuletzt abgerufen am 20. Mai 2018).

KAPITEL 4

Endnoten

- ¹ Baunetz Wissen (o. J.): Rauchschutzabschlüsse, URL: <https://www.baunetzwissen.de/brandschutz/fachwissen/bauprodukte/rauchschutzabschluesse-3139073> [zuletzt abgerufen am 9. Juni 2018].
- ² MBO zitiert in der Fassung von Juni 1996, in: Müller, S. 297.
- ³ AVCP = Assessment and Verification of Constasy of Performance, ein harmonisiertes System zur Qualitätskontrolle.
- ⁴ Müller, Rüdiger (2017): Das Türenbuch. Fachwissen für Planung und Konstruktion, Stuttgart, S. 301.
- ⁵ Mink, Hans-Paul (2017): Brandschutz im Detail. Türen, Tore, Fenster. Planung – Montage – Abnahme – Wartung, Köln, S. 39.
- ⁶ Ewald, in Müller, S. 165.

Literatur

- Aponet.de (o. J.): Rauchgasvergiftung, URL: <https://www.aponet.de/wissen/gesundheitslexikon/krankheiten-von-a-z/rauchgasvergiftung.html> [zuletzt abgerufen am 9. Juni 2018].
- BauNetz Media GmbH (o. J.): Baunetz Wissen, URL: <https://www.baunetzwissen.de/>
- Burger, Reiner (2016): 20 Jahre Flughafenbrand – per Aufzug ins Inferno, URL: <http://www.faz.net/aktuell/gesellschaft/ungluecke/20-jahre-flughafenbrand-in-duesseldorf-14171031-p2.html> [zuletzt abgerufen am 9. Juni 2018].
- Fachverband Tageslicht und Rauchschutz e. V. (o. J.): Rauchenstehung, URL: http://www.fvlr.de/rau_entstehung.htm [zuletzt abgerufen am 9. Juni 2018].
- Grimm, Roland (2014): Feuer- und Rauchschutztüren unterliegen strengen Anforderungen, URL: <http://www.baustoffwissen.de/wissen-baustoffe/baustoffknowhow/haus-garten-wegebau/tueren-und-tore/gepruefte-sicherheit-feuerschutztueren-rauchschutztueren/> [zuletzt abgerufen am 9. Juni 2018].
- Matschi, Andreas Dipl.-Ing. (FH) (o. J.): Feuer- und Rauchschutztüren – Konstruktionsmerkmale und Regelungen, URL: <https://www.ift-rosenheim.de/documents/10180/167230/2002-05+Fachartikel+Feuer-+und+Rauchschutz%C3%BCner.pdf/440e8af0-e50c-44b7-a01f-63f7c5cbd455?version=1.1> [zuletzt abgerufen am 9. Juni 2018].
- Mink, Hans-Paul (2017): Brandschutz im Detail. Türen, Tore, Fenster. Planung – Montage – Abnahme – Wartung, Köln.
- Müller, Rüdiger (2017): Das Türenbuch. Fachwissen für Planung und Konstruktion, Stuttgart.

KAPITEL 5

Endnoten

- ¹ DIN EN 1627:2011-09, S.5.
- ² DIN EN 1627:2011-09, S.5
- ³ DIN EN 1627:2011-09, S. 5.
- ⁴ DIN EN 1629:2016-03 / EN 1629-2011+A1-2015 (D), S. 5

Literatur

- BauNetz Media GmbH (o. J.): Baunetz Wissen, URL: <https://www.baunetzwissen.de/>
- Europäisches Komitee für Normierung (2011): DIN EN 1627: Türen, Fenster, Vorhangfassaden, Gitterelemente und Abschlüsse – Einbruchhemmung – Anforderungen und Klassifizierung.
- Europäisches Komitee für Normierung (2011): DIN EN 1628: Türen, Fenster, Vorhangfassaden, Gitterelemente und Abschlüsse – Einbruchhemmung – Prüfverfahren für die Ermittlung der Widerstandsfähigkeit unter statischer Belastung; Deutsche Fassung EN 1628:2011+A1:2015.
- Europäisches Komitee für Normierung (2011): DIN EN 1629: Türen, Fenster, Vorhangfassaden, Gitterelemente und Abschlüsse – Einbruchhemmung – Prüfverfahren für die Ermittlung der Widerstandsfähigkeit unter dynamischer Belastung; Deutsche Fassung EN 1629:2011+A1:2015.
- Europäisches Komitee für Normierung (2011): DIN EN 1630: Türen, Fenster, Vorhangfassaden, Gitterelemente und Abschlüsse – Einbruchhemmung – Prüfverfahren für die Ermittlung der Widerstandsfähigkeit gegen manuelle Einbruchversuche; Deutsche Fassung EN 1630:2011+A1:201.

- GDV (2016): Zahl der Einbrüche erreicht Höchststand, URL: <http://www.gdv.de/2016/05/zahl-der-wohnungseinbrueche-erreicht-hoechststand/> [zuletzt abgerufen am 02. Juni 2017].
- Kehrer, Christian (2011): Aus WK wird RC – Die neue Einbruchsnorm EN 1627, ift Rosenheim – Rosenheimer Fenstertage 2011, URL: https://www.iftrosenheim.de/documents/10180/41335/FA_BM1201.pdf/7daebe82-7cff-4f71-9ae9-3cff7d81b063 [zuletzt abgerufen am 30. Juni 2017].
- Müller, Rüdiger (2017): Das Türenbuch. Fachwissen für Planung und Konstruktion, Stuttgart.
- Netzwerk „Zuhause sicher“ – Eine Initiative Ihrer Polizei (o. J.): Einbruchschutz vom Kellerfenster bis zur Terrassentür, URL: <http://www.zuhause-sicher.de/einbruchschutz/sicherheitstechnik/fenster/> [zuletzt abgerufen am 04. Juli 2017].
- Querengässer, Konrad Dipl.-Ing. (2010): CE-Kennzeichnung von Innentüren nach prEN 14351-2 und die neue RAL-GZ 426. Rosenheimer Tür- und Tortage 2010, URL: https://www.iftrosenheim.de/documents/10180/42062/FA_RTT1005_Querengaesser.pdf/c13431c9-5125-4b33-b09e-5cd183de6aaa [zuletzt abgerufen am 06. Juni 2017].
- Truscheit, Karin (2017): Mehr Polizeipräsenz schreckt Einbrecher ab, URL: <http://www.faz.net/aktuell/gesellschaft/kriminalitaet/wieso-sinkt-die-zahl-der-einbruechewieder-14985899.html> [zuletzt abgerufen am 02. Juni 2017].
- VdS (2010): Merkmale einbruchhemmender Türen, URL: <http://www.vdsindustrial.de/security/mechanische-sicherung/tueren/merkmale-einbruchhemmender-tueren/> [zuletzt abgerufen am 10. Juli 2017].
- VdS (2010): Schließbleche, URL: <http://www.vds-industrial.de/security/mechanischesicherung/tueren/schliessbleche/> [zuletzt abgerufen am 11. Juli 2017].
- VdS (2010): Schließzylinder, URL: <http://www.vds-industrial.de/security/mechanischesicherung/tueren/schliesszylinder/> [zuletzt abgerufen am 14. Juli 2017].
- VdS (2010): Schwachstellen, URL: <http://www.vds-industrial.de/security/mechanischesicherung/tueren/schwachstellen/> [zuletzt abgerufen am 14. Juli 2017].
- VdS (2010): Türbänder, URL: <http://www.vds-industrial.de/security/mechanischesicherung/tueren/tuerbaender/> [zuletzt abgerufen am 14. Juli 2017].
- VdS (2010): Türblätter und Zargen, URL: <http://www.vds-industrial.de/security/mechanischesicherung/tueren/tuerblaetter-und-zargen/> [zuletzt abgerufen am 11. Juli 2017].

KAPITEL 6

Endnoten

- ¹ § 33 – Musterbauordnung – MBO (01.11.2002): § 33 MBO – Erster und zweiter Rettungsweg.
- ² Baunetz Wissen (o. J.): Verschlüsse von Fluchttüren, URL: <https://www.baunetzwissen.de/sicherheitstechnik/fachwissen/notausgang-rettungsweg/fluchttueren-164788> [zuletzt abgerufen 23. Juni 2018].
- ³ Faßbender, Josef (2017): Panik- und Notausgangsverschlüsse für Türen.
- ⁴ Ministerium für Stadtentwicklung, Wohnen und Verkehr (1997): Richtlinie über elektrische Verriegelungssysteme von Türen in Rettungswegen (EltVTR), S. 1.

Literatur

- Ausschuss für Arbeitsstätten (2007, letzte Änderung 2017): Technische Regeln für Arbeitsstätten: Fluchtwege und Notausgänge, Flucht- und Rettungsplan (ASR A2.3), URL: https://www.baue.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/ASR/pdf/ASR-A2-3.pdf?__blob=publicationFile [zuletzt abgerufen am 22. Juni 2018].
- BauNetz Media GmbH (o. J.): Baunetz Wissen, URL: <https://www.baunetzwissen.de/> [zuletzt abgerufen 23. Juni 2018].
- Deutsche Städte (o. J.): Vom Geheimgang zum Fluchtweg, URL: <https://www.deutsche-staedte.de/vom-geheimgang-zum-fluchtweg.php> [zuletzt abgerufen am 23. Juni 2018].
- Faßbender, Josef (2017): Panik- und Notausgangsverschlüsse für Türen, URL: <https://www.feuertrutz.de/panik-und-notausgangsverschluesse-fuer-tueren/150/52765/> [zuletzt abgerufen am 23. Juni 2018].

- Grell, Martin (2018): Fluchtwegsicherung nachrüsten, URL: <https://www.feuertrutz.de/fluchtwegsicherungsnachruesten/150/57843/> (zuletzt abgerufen am 23. Juni 2018).
- Ministerium für Stadtentwicklung, Wohnen und Verkehr (1997): Richtlinie über elektrische Verriegelungssysteme von Türen in Rettungswegen (EltVTR), URL: https://mil.brandenburg.de/media_fast/4055/Richtlinie%20Verriegelungssysteme.pdf (zuletzt abgerufen am 23. Juni 2018).
- Müller, Rüdiger (2017): Das Türenbuch. Fachwissen für Planung und Konstruktion, Stuttgart.
- Musterbauordnung – MBO (01.11.2002): § 33 MBO – Erster und zweiter Rettungsweg, URL: <https://www.jurion.de/gesetze/mbo/33/> (zuletzt abgerufen am 22. Juni 2018).
- Schmitt, Andreas (ift Rosenheim) und Woest, Andreas (ift Rosenheim) (2011): Türen in Flucht- und Rettungswegen, Vorwort, URL: https://www.ift-rosenheim.de/documents/10180/40373/ifz_info_TU_06_1_Anforderungen_Fluchttueren.pdf/8f8377cc-e994-430b-8c70-f9ba788b7033 (zuletzt abgerufen am 23. Juni 2018).

KAPITEL 7

Endnoten

- Baunetz Wissen (o. J.): Schalldämmung und Schallschutz, URL: <https://www.baunetzwissen.de/bauphysik/fachwissen/schallschutz/schalldaemung-und-schallschutz-4391693> (zuletzt abgerufen am 05. Juli 2018).
- Müller, Rüdiger (2017): Das Türenbuch. Fachwissen für Planung und Konstruktion, Stuttgart, S. 241.
- Tabelle nach Saß, Bernd Dipl.-Ing. (ift Rosenheim) (2012): Schallschutz von Innentüren: Kompass durch den Dschungel von Normen und Nachweisen, URL: https://www.ift-rosenheim.de/documents/10180/131529/FA_RTT1206_Sass.pdf/e122fd25-57e6-48a3-a54b-4bed8a21e9de (zuletzt abgerufen am 05. Juli 2018).

Literatur

- BauNetz Media GmbH (o. J.): Baunetz Wissen, URL: <https://www.baunetzwissen.de/>
- Grimm, Robert (2013): Durchleuchtet: Schallschutz nach DIN 4109, URL: <http://www.baustoffwissen.de/wissen-baustoffe/baustoffknowhow/grundlagen/baurecht/durchleuchtet-schallschutz-nach-din-4109/> (zuletzt abgerufen am 05. Juli 2018).
- Hessinger, Joachim Dr. und Saß, Bernd Dipl.-Ing. (2018): Neufassung DIN 4109 – Innentüren, URL: https://www.ift-rosenheim.de/documents/10180/1620059/FA_Hessinger_Sass_Neufassung_DIN_4109_Innentueren/bdabac51-d014-676f-f64a-468073ce9198 (zuletzt abgerufen am 05. Juli 2018).
- Müller, Rüdiger (2017): Das Türenbuch. Fachwissen für Planung und Konstruktion, Stuttgart.
- Saß, Bernd Dipl.-Ing. (ift Rosenheim) (2012): Schallschutz von Innentüren: Kompass durch den Dschungel von Normen und Nachweisen, URL: https://www.ift-rosenheim.de/documents/10180/131529/FA_RTT1206_Sass.pdf/e122fd25-57e6-48a3-a54b-4bed8a21e9de (zuletzt abgerufen am 05. Juli 2018).
- SBZ (2013): Schallschutz nach VDI 4100, URL: <https://www.sbz-online.de/Archiv/Heftarchiv/article-565883-101902/schallschutz-nach-vdi-4100-.html> (zuletzt abgerufen am 05. Juli 2018).

KAPITEL 8

Endnoten

- Spitzer, Martin Dr. (2013): Neue DIN 4108 – Mindestanforderungen an den Wärmeschutz, S. 5, URL: https://www.ift-rosenheim.de/documents/10180/131529/FA_WKSB1304_DIN_4108-2/d8a27b5c-f2a2-f659-0a31-c879f8e9d621 (zuletzt abgerufen am 14. Juli 2018).
- ift Rosenheim (2005): Einsatzempfehlungen für Fenster und Außentüren, S.3, URL: http://www.hewe-lahr.de/fileadmin/files/hewe/Hewepedia/Einsatzempfehlung_Schlagregendichtheit_fuer_Fensgter_und_T_ren.pdf (zuletzt abgerufen am 14. Juli 2018).
- Tabelle 8.2, 8.3, 8.4 und 8.5 nach den entsprechenden Publikationen des PfB Rosenheim, s. Literatur Kapitel 8.

Literatur

- BauNetz Media GmbH (o. J.): Baunetz Wissen, URL: <https://www.baunetzwissen.de/>
- Deutsche Handwerkszeitung (2018): Neuer Anlauf für das Gebäudeenergiegesetz, URL: <https://www.deutsche-handwerks-zeitung.de/gebäudeenergiegesetz-einheitliche-vorgaben-fuers-energieeffiziente-bauen/150/3091/347301> (zuletzt abgerufen am 14. Juli 2018).
- Lemaitre, Christine Dr. (2017): Bis zur 90 % unserer Zeit verbringen wir in Räumen, URL: <http://www.inpactmedia.com/nachhaltigkeit/wohnen-der-zukunft/bis-zu-90-prozent-unserer-zeit-verbringen-wir-raeumen> (zuletzt abgerufen am 14. Juli 2018).
- EnEV online (o. J.) Warum ändert sich die EnEV schon wieder?, URL: http://www.enev-online.eu/geg_basis/warum_aendert_sich_die_enev.htm (zuletzt abgerufen am 14. Juli 2018).
- Grimm, Robert (2015): Niedrigstenergiegebäude – der Neubau-Standard ab 2021, URL: <http://www.baustoffwissen.de/wissen-baustoffe/baustoffknowhow/haus-garten-wegebau/energiesparhaeuser/niedrigstenergiegebäude-der-neubau-standard-ab-2021/> (zuletzt abgerufen am 17. Juli 2018).
- Heinze (o. J.): Hygienisch bedingter (winterlicher) Mindestwärmeschutz, URL: <https://www.heinze.de/media/2639955/pdf/15230763px595x842.pdf> (zuletzt abgerufen am 14. Juli 2018).
- ift Rosenheim (2005): Einsatzempfehlungen für Fenster und Außentüren, S.3, URL: http://www.hewe-lahr.de/fileadmin/files/hewe/Hewepedia/Einsatzempfehlung_Schlagregendichtheit_fuer_Fensgter_und_T_ren.pdf (zuletzt abgerufen am 14. Juli 2018).
- Müller, Rüdiger (2017): Das Türenbuch. Fachwissen für Planung und Konstruktion, Stuttgart.
- PfB Rosenheim (o. J.): Luftdurchlässigkeit, URL: <http://www.pfb-rosenheim.de/pruefungen/luftdurchlaessigkeit/> (zuletzt abgerufen am 17. Juli 2018).
- PfB Rosenheim (o. J.): Schlagregendichtheit, URL: <http://www.pfb-rosenheim.de/pruefungen/schlagregendichtheit/> (zuletzt abgerufen am 17. Juli 2018).
- PfB Rosenheim (o. J.): Widerstandskraft gegen Windlast, URL: <http://www.pfb-rosenheim.de/pruefungen/windlast/> (zuletzt abgerufen am 17. Juli 2018).
- Sieberath, Ulrich Prof., Demel, Manuel Dipl.-Ing., Benitz-Wildenburg, Jürgen Dipl. Ing. (2014): Ermittlung des U-Wertes von Fenstern und Außentüren gemäß Produktnorm EN 14351-1, URL: https://www.ift-rosenheim.de/documents/10180/671018/FA_ift1408_Demel_Benitz.pdf/d2777011-547d-4f84-a027-b4399b978043 (zuletzt abgerufen am 14. Juli 2018).
- Spektrum (o. J.): Volumenstrom, URL: <https://www.spektrum.de/lexikon/physik/volumenstrom/15323> (zuletzt abgerufen am 14. Juli 2018).
- Spitzer, Martin Dr. (2013): Neue DIN 4108 – Mindestanforderungen an den Wärmeschutz, URL: https://www.ift-rosenheim.de/documents/10180/131529/FA_WKSB1304_DIN_4108-2/d8a27b5c-f2a2-f659-0a31-c879f8e9d621 (zuletzt abgerufen am 14. Juli 2018).
- Umwelt-Bundesamt (2013): Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz, URL: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/erneuerbare-energien-waermegesetz> (zuletzt abgerufen am 14. Juli 2018).
- Verbraucherzentrale (2017): Energieeinsparverordnung (EnEV), URL: <https://www.verbraucherzentrale.de/wissen/energie/energetische-sanierung/energieeinsparverordnung-enev-13886> (zuletzt abgerufen am 14. Juli 2018).

KAPITEL 9

Endnoten

- Jurion (Rechtsstand 2012): § 50 MBO Musterbauordnung – MBO, URL: <https://www.jurion.de/gesetze/mbo/50/?from=1%3A144179%2C1%2C20120921> (zuletzt abgerufen am 22. Juli 2018).

Literatur

- BauNetz Media GmbH (o. J.): Baunetz Wissen, URL: <https://www.baunetzwissen.de/>
- Bauwissen Online (o. J.): Freilauftürschließer, URL: <https://www.bauwion.de/begriffe/freilauftuerschliesser> (zuletzt abgerufen am 22. Juli 2018).
- Bayerisches Staatsministerium des Innern, für Bau und Verkehr (o. J.): DIN 18040-1 und DIN 18040-2 – Planungsgrundlagen des barrierefreien Bauens, URL: https://www.stmi.bayern.de/assets/stmi/buw/baurechtundtechnik/planungsgrundlagen_barrierefreies_bauen.pdf (zuletzt abgerufen am 22. Juli 2018).

- Bemmer, Ariane (2017): Zur Behinderung gehören viele, URL: <https://www.tagesspiegel.de/politik/inklusion-in-deutschland-zur-behinderung-gehoren-viele/20338278.html> (zuletzt abgerufen am 19. Juli 2018).
- Bundesinstitut für Bevölkerungsforschung (2016): Ältere Menschen in Deutschland und der EU, URL: https://www.demografie-portal.de/Shared-Docs/Blog/DE/160727_Aeltere_Menschen_Deutschland_EU.html (zuletzt abgerufen am 19. Juli 2018).
- Bundeskompetenzzentrum Barrierefreiheit (o. J.): Barrierefreiheit, URL: http://www.barrierefreiheit.de/bgg_barrierefreiheit.html (zuletzt abgerufen am 19. Juli 2018).
- Deutsche Bahn (2016): Statistiken Barrierefreiheit, URL: https://www.deutschebahn.com/de/geschaeft/infrastruktur/bahnhof/barrierefreiheit/Statistiken_Barrierefreiheit-1192922 (zuletzt abgerufen am 19. Juli 2018).
- Meier, Anke-Sophie (2016): Seniorengerechte Apartments sind noch Mangelware, in: Welt online, URL: <https://www.welt.de/sonderthemen/immobilienwirtschaft/article156068151/Seniorengerechte-Apartments-sind-noch-Mangelware.html> (zuletzt abgerufen am 22. Juli 2018).
- Sächsisches Staatsministerium des Innern (2017): Bedarfsgerecht barrierefreier Wohnraum in Sachsen – Ergebnisbericht, URL: http://www.bauen-wohnen.sachsen.de/download/Bauen_und_Wohnen/Studie_bedarfgerecht_barrierefrei_Wohnen_ENDBERICHT_final.pdf (zuletzt abgerufen am 19. Juli 2018).
- Stiftung Gesundheit Fördergemeinschaft e. V. (o. J.): Gesetzliche Grundlagen, URL: <http://www.praxis-tool-barrierefreiheit.de/barrierefreiheit/gesetzliche-grundlagen.html> (zuletzt abgerufen am 22. Juli 2018).
- UN-Behindertenrechtskonvention (o. J.): Barrierefreiheit, URL: <https://www.behindertenrechtskonvention.info/> (zuletzt abgerufen am 22. Juli 2018).
- VdK (2018): Arztpraxen barrierefrei gestalten - Gesundheitsversorgung für all, URL: https://www.vdk.de/deutschland/pages/themen/75050/arztpraxen_barrierefrei_gestalten_-_gesundheitsversorgung_fuer_alle (zuletzt abgerufen am 19. Juli 2018).
- VdK (2018): Bahnsteige müssen barrierefrei sein, URL: https://www.vdk.de/deutschland/pages/themen/74411/bahnsteige_muessen_barrierefrei_sein (zuletzt abgerufen am 19. Juli 2018).

KAPITEL 10

- Baugewerbe-Verband Niedersachsen (BVN), Hannover (2000): Merkblatt – Toleranzen im Hochbau, S. 2, URL: http://architekt-buxtehude.de/wp-content/uploads/2015/05/8b994dac8078f1db59c7fa58c1ce64d4_merkblatt_toleranzen.pdf (zuletzt abgerufen am 15. August)
- BauNetz Media GmbH (o. J.): Baunetz Wissen, URL: <https://www.baunetzwissen.de/>
- DIN 18101:2014-08: Türen – Türen für den Wohnungsbau – Türblattgrößen, Bandsitz und Schlosssitz – Gegenseitige Abhängigkeit der Maße.
- Müller, Rüdiger (2017): Das Türenbuch. Fachwissen für Planung und Konstruktion, Stuttgart.

KAPITEL 11

Endnoten

- ¹ Mink, Hans-Paul (2017): Brandschutz im Detail. Türen, Tore, Fenster. Planung – Montage – Abnahme – Wartung, Köln, S. 143.
- ² Musterbauordnung § 3, Abs. 2, in: Müller, S. 337.
- ³ Musterbauordnung § 3, Abs. 2, in: Müller, S. 336.
- ⁴ Müller, Rüdiger (2017): Das Türenbuch. Fachwissen für Planung und Konstruktion, Stuttgart, S. 371.

Literatur

- Bauordnung für das Land Nordrhein-Westfalen (Landesbauordnung – BauO NRW) (vom 15. Dezember 2016), URL: http://www.bvs-nrw.de/backstage/bks_vpi/documentpool/bks/vorschriften/landesbauordnung-15-12-2016.pdf (zuletzt abgerufen am 27. Juli 2018).
- Mink, Hans-Paul (2017): Brandschutz im Detail. Türen, Tore, Fenster. Planung – Montage – Abnahme – Wartung, Köln.
- Mink, Hans-Paul Dipl.-Ing. (2017): Wartung von Brandschutztüren, URL: <https://www.feuertrutz.de/wartung-von-brandschutztueren/150/51048/> (zuletzt abgerufen am 27. Juli 2018).
- Müller, Rüdiger (2017): Das Türenbuch. Fachwissen für Planung und Konstruktion, Stuttgart.
- Seifert, Klaus (2011): Die neue DIN 14677 zur Instandhaltung von Feststellanlagen, URL: <https://www.gitsicherheit.de/topstories/brandschutz/die-neue-din-14677-zur-instandhaltung-von-feststellanlagen> (zuletzt abgerufen am 26. Juli 2018).
- Verbraucherzentrale (2018): Gewährleistung des Händlers, URL: <https://www.verbraucherzentrale.de/wissen/vertraegereklation/kundenrechte/gewaehrleistung-des-haendlers-5057> (zuletzt abgerufen am 27. Juli 2018).

Bildnachweise

- Seite 6: Visit Roemvanitch – iStock/ Getty Images Plus
- Seite 13: AndreyPopov – iStock/ Getty Images Plus
- Seite 15: Stahl: FeelPic – iStock/ Getty Images Plus
Aluminium: kokoroyuki – iStock/ Getty Images Plus
Holz: LesyaD – iStock/ Getty Images Plus
Kunststoff: prahprah – iStock/ Getty Images Plus
Glas: Yevhenii Dubinko – iStock / Getty Images Plus
- Seite 20: NiroDesign – iStock / Getty Images Plus
- Seite 23: goir – iStock / Getty Images Plus
- Seite 30: Scharfsinn86 – iStock / Getty Images Plus
- Seite 37: lukesamed – iStock / Getty Images Plus
- Seite 42: didecs – iStock / Getty Images Plus
eyewave – iStock / Getty Images Plus
- Seite 52: BlindTurtle – iStock / Getty Images Plus
rclassenlayouts – iStock / Getty Images Plus
- Seite 62: AndreyPopov – iStock / Getty Images Plus
- Seite 76: odluap – iStock / Getty Images Plus
- Seite 78: marcoscisetti – iStock / Getty Images Plus
- Seite 90: loongar – iStock / Getty Images Plus
- Seite 91: 1133935473 – iStock / Getty Images Plus
- Seite 100: Anastasiia Boriagina – iStock / Getty Images Plus
- Seite 101: nadisja – iStock / Getty Images Plus
- Seite 103: urfinguss – iStock / Getty Images Plus
- Seite 104: gopixa – iStock / Getty Images Plus
- Seite 111: Martin Barraud – OJO Images
- Seite 114: DenBoma – iStock / Getty Images Plus
- Seite 116: 2Mmedia – iStock / Getty Images Plus
- Seite 121: ThamKC – iStock / Getty Images Plus
- Seite 124: Ljupco – iStock / Getty Images Plus
- Seite 127: eccolo74 – iStock / Getty Images Plus
- Seite 135: BrianAJackson – iStock / Getty Images Plus
- Seite 140: Ratchat – iStock / Getty Images Plus
tfexshutter – iStock / Getty Images Plus
- Seite 143: 10255185_880 – iStock / Getty Images Plus
- Seite 144: djedzura – iStock / Getty Images Plus



Intelligent Door Solutions

Novoferm Vertriebs GmbH

Schüttensteiner Straße 26

D-46419 Isselburg

Tel.: (0 28 50) 9 10-700

Fax: (0 28 50) 9 10-646

E-Mail: vertrieb@novoferm.de

www.novoferm.de



www.youtube.com/NovofermVideos