

WDVS Feuchteschutz

Begriffe und Maßeinheiten für den Feuchteschutz, „Wasserdampfdiffusionswiderstandszahlen μ “ für ausgewählte Baustoffe

Feuchte in und an Bauteilen tritt infolge von Wohn- und Bau-feuchte, Tauwasserbildung, Regen und Grund- bzw. Sickerwasser auf. Wird ein Bauteil zu

feucht, führt dies zu Schäden, verschlechtert sich der Wärmeschutz, kommt es zur Schimmelpilzbildung. Daher gilt es, Maßnahmen zu ergreifen,

sodass es nicht zu schädlicher Feuchte kommt. Der klimabedingte Feuchteschutz ist in der DIN 4108-3 geregelt.

Relevante Begriffe und Maßeinheiten für den Feuchteschutz

| Bedeutung | Formelzeichen (früher) | Formelzeichen (heute) | Einheiten |
|--|------------------------|-----------------------|---------------------------------------|
| Relative Luftfeuchte | φ | Φ | % |
| Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl | μ | μ | – |
| Diffusionsäquivalente Luftschichtdicke | s_d | s_d | m |
| Wasseraufnahmekoeffizient | w | w | kg/(m ² h ^{0,5}) |

Luftfeuchtigkeit Φ (Phi)

Das Gasgemisch Luft ist in der Lage, Wasser in Form von Wasserdampf aufzunehmen. Die maximal aufnehmbare Menge hängt von der Temperatur der Luft ab und wird Sättigungsfeuchte (= 100 % relative Luftfeuchtigkeit) genannt. Die absolute Luftfeuchtigkeit und die Sättigungsfeuchte werden entweder in Wassergewicht pro Luftvolumen in g/m³ oder als Wasserdampfpartialdruck in Pa angegeben. In der Regel ist die Luft nicht vollständig mit Wasser

gesättigt. Das Verhältnis – tatsächlicher Wassergehalt (absolute Luft-feuchtigkeit) zur Sättigungsfeuchte – wird als relative Luftfeuchtigkeit Φ bezeichnet.

Beispiel

In einem mit 20 °C beheizten Raum befinden sich 8 g Wasserdampf pro m³. Da 20 °C warme Luft maximal 17,29 g/m³ Wasserdampf aufnehmen kann, beträgt die relative Luftfeuchte:

$$\Phi = \frac{8 \text{ g}}{17,29 \text{ g}} \cdot 100 \% = 46,3 \%$$

Tauwasserbildung und Taupunkttemperatur

Übersteigt der Wassergehalt der Luft den Sättigungsgehalt, fällt Wasser in Form von

- Nebel in der Luft
- Tauwasser an Bauteiloberflächen oder
- Tauwasser in Bauteilen an.

Die Grenztemperatur, bei der Tauwasser entsteht, wird als Taupunkttemperatur bezeichnet. Diese hängt von der Raumlufttemperatur und der relativen Raumluftfeuchte ab.

Max. Feuchtegehalt der Luft in Abhängigkeit von der Temperatur

| | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|
| Temperatur °C | -20 | -15 | -10 | -5 | 0 | +5 | +10 | +15 | +20 | +25 |
| Feuchtegehalt g/m ³ | 0,88 | 1,39 | 2,14 | 3,24 | 4,85 | 6,82 | 9,40 | 12,90 | 17,29 | 23,00 |

Taupunkt-Tabelle

Zur Ausführung von Arbeiten, insbesondere bei hohen Temperaturen und/oder hoher Luftfeuchtigkeit immer die Taupunkt-Temperatur beachten. Die Untergrundtemperatur sollte während der Ausführung und Trocknungsphase mindestens 3 °C über der Taupunkt-Temperatur liegen.

| | Lufttemperatur (°C) | Taupunkt-Temperaturen in °C bei einer relativen Luftfeuchte von | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|---------------------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | 20% | 25% | 30% | 35% | 40% | 45% | 50% | 55% | 60% | 65% | 70% | 75% | 80% | 85% | 90% | 95% |
| übliche Verarbeitungstemperaturen | 2 | | | | | | | | | | | | | | | 0,5 | 1,3 |
| | 4 | | | | | | | | | | | | 0 | 0,9 | 1,7 | 2,5 | 3,3 |
| | 6 | | | | | | | | | | | 1 | 1,9 | 2,8 | 3,7 | 4,5 | 5,3 |
| | 8 | | | | | | | | | 0,7 | 1,9 | 2,9 | 3,9 | 4,8 | 5,6 | 6,5 | 7,3 |
| | 10 | | | -6 | -4,2 | -2,6 | -1,2 | 0,1 | 1,4 | 2,6 | 3,7 | 4,8 | 5,8 | 6,7 | 7,6 | 8,4 | 9,2 |
| | 12 | | | -4,5 | -2,6 | -1 | 0,4 | 1,9 | 3,2 | 4,5 | 5,7 | 6,7 | 7,7 | 8,7 | 9,6 | 10,4 | 11,2 |
| | 14 | | | -2,9 | -1 | 0,6 | 2,3 | 3,7 | 5,1 | 6,4 | 7,5 | 8,6 | 9,6 | 10,6 | 11,5 | 12,4 | 13,2 |
| | 15 | | | -2,2 | -0,3 | 1,5 | 3,2 | 4,7 | 6,1 | 7,3 | 8,5 | 9,6 | 10,6 | 11,6 | 12,5 | 13,4 | 14,2 |
| | 16 | | | -1,4 | 0,5 | 2,4 | 4,1 | 5,6 | 7 | 8,2 | 9,4 | 10,5 | 11,6 | 12,6 | 13,5 | 14,4 | 15,2 |
| | 17 | | | -0,6 | 1,4 | 3,3 | 5 | 6,5 | 7,9 | 9,2 | 10,4 | 11,5 | 12,5 | 13,5 | 14,5 | 15,3 | 16,2 |
| | 18 | | | 0,2 | 2,3 | 4,2 | 5,9 | 7,4 | 8,8 | 10,1 | 11,3 | 12,5 | 13,5 | 14,5 | 15,4 | 16,3 | 17,2 |
| | 19 | | | 1,1 | 3,2 | 5,1 | 6,8 | 8,3 | 9,8 | 11,1 | 12,3 | 13,4 | 14,5 | 15,5 | 16,4 | 17,3 | 18,2 |
| | 20 | | | 1,9 | 4,1 | 6 | 7,7 | 9,3 | 10,7 | 12 | 13,2 | 14,4 | 15,4 | 16,4 | 17,4 | 18,3 | 19,2 |
| | 21 | | 0,3 | 2,8 | 5 | 6,9 | 8,6 | 10,2 | 11,6 | 12,9 | 14,2 | 15,3 | 16,4 | 17,4 | 18,4 | 19,3 | 20,2 |
| | 22 | | 1,1 | 3,7 | 5,9 | 7,8 | 9,5 | 11,1 | 12,5 | 13,9 | 15,1 | 16,3 | 17,4 | 18,4 | 19,4 | 20,3 | 21,2 |
| | 23 | | 1,9 | 4,5 | 6,7 | 8,7 | 10,4 | 12 | 13,5 | 14,8 | 16,1 | 17,2 | 18,3 | 19,4 | 20,3 | 21,3 | 22,2 |
| | 24 | | 2,8 | 5,4 | 7,6 | 9,6 | 11,3 | 12,9 | 14,4 | 15,8 | 17 | 18,2 | 19,3 | 20,3 | 21,3 | 22,3 | 23,1 |
| | 25 | 0,5 | 3,6 | 6,2 | 8,5 | 10,5 | 12,2 | 13,9 | 15,3 | 16,7 | 18 | 19,1 | 20,3 | 21,3 | 22,3 | 23,2 | 24,1 |
| | 26 | 1,3 | 4,5 | 7,1 | 9,4 | 11,4 | 13,2 | 14,8 | 16,3 | 17,6 | 18,9 | 20,1 | 21,2 | 22,3 | 23,3 | 24,2 | 25,1 |
| | 28 | 3 | 6,1 | 8,8 | 11,1 | 13,1 | 15 | 16,6 | 18,1 | 19,5 | 20,8 | 22 | 23,2 | 24,2 | 25,2 | 26,2 | 27,1 |
| 30 | 4,6 | 7,8 | 10,5 | 12,9 | 14,9 | 16,8 | 18,4 | 20 | 21,4 | 22,7 | 23,9 | 25,1 | 26,2 | 27,2 | 28,2 | 29,1 | |
| 32 | 6,2 | 9,5 | 12,2 | 14,6 | 16,7 | 18,6 | 20,3 | 21,8 | 23,3 | 24,6 | 25,8 | 27 | 28,1 | 29,2 | 30,2 | 31,1 | |
| 35 | 8,7 | 12 | 14,8 | 17,2 | 19,4 | 21,3 | 23 | 24,6 | 26,1 | 27,4 | 28,7 | 29,9 | 31 | 32,1 | 33,1 | 34,1 | |
| 40 | 12,8 | 16,2 | 19,1 | 21,6 | 23,8 | 25,8 | 27,6 | 29,2 | 30,7 | 32,1 | 33,5 | 34,7 | 35,9 | 37 | 38 | 39 | |

Beispiel:

Bei einer Lufttemperatur von 20 °C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 70 % wird bei Oberflächentemperaturen unter 14,4 °C Tauwasser anfallen. Die Untergrundtemperatur sollte deshalb $\geq 17,4$ °C betragen.

Die weiteren Angaben in den Praxismerkblättern der zur Anwendung kommenden Produkte beachten.

Luftfeuchtigkeit und Wohnverhalten

Erhebliche Abweichungen von der relativen Luftfeuchtigkeit 50 % empfinden Mitteleuropäer als unangenehm. Darüber hinaus sind eine hohe relative Luftfeuchtigkeit im Innenraum und eine gleichzeitig niedrige Wandoberflächentemperatur (ungedämmte Wand) für Tauwasserbildung an den Wänden verantwortlich.

Ist Tauwasser (Kondensat) an der Wandoberfläche vorhanden, besteht die Gefahr der Schimmel- und Sporenbildung – die Wände werden schwarz.

Durch Anhebung der inneren Wandoberflächentemperatur wird die Gefahr der Schimmelpilzbildung deutlich gemindert. Ebenfalls Einfluss auf Schimmelpilzbildung hat richtiges Heizen und Lüften.

Die Luftfeuchtigkeit im Gebäudeinneren wird vom Benutzer stark beeinflusst. Durch Atmen, Duschen, Kochen, Pflanzen gießen usw. fällt in Räumen sehr viel Feuchtigkeit an:

| Feuchteverursacher | Feuchteabgabe in Liter pro Tag |
|-----------------------------|--------------------------------|
| Person (Atmen, Schwitzen) | 1,0–1,5 |
| Baden, Duschen pro Person | 0,5–1,0 |
| Kochen | 0,5–1,0 |
| Topfpflanzen, Zimmerbrunnen | 0,5–1,0 |
| Wäsche trocknen | 1,0–3,5 |

Eine vierköpfige Familie z. B. verursacht am Tag ca. 10 l Wasserdampf. Diese Feuchte muss unbedingt zügig abgeführt werden, da die relative Luftfeuchte im Raum sonst weit über 50 % ansteigt und dies zu einer Unbehaglichkeit bzw. zur Schimmelpilzbildung führen kann.

Diese Feuchte kann nur durch Raumluftanlagen bzw. Lüften abgeführt werden. Die Meinung, dass ein Feuchteausgleich durch sogenannte „atmende“ Wände stattfindet, ist ein Irrglaube. Zwar findet ein gewisser Ausgleich in Form von Wasserdampfdiffusion durch Außenwände tatsächlich statt (siehe Absatz „Wasserdampfdiffusion“), jedoch ist dieser Transportvorgang so gering, dass er nur

1–3 % des täglichen Lüftungsbedarfs ausmacht. Es ist wichtig, richtig zu lüften, dazu kurzes Lüften zur Schimmelpilzbildung führen kann und zu langes Lüften (gekippte Fenster) zu einem erhöhten Wärmeverlust führt. Die optimale Lösung ist die Stoßlüftung, bei der mindestens zwei gegenüberliegende

Fenster vollständig geöffnet werden. Dies sollte immer dann geschehen, wenn Feuchte angefallen ist (z. B. nach dem Duschen, Kochen usw.) und somit 2–3 Mal täglich. Je nach Jahreszeit ergeben sich dabei folgende Richtwerte für die Lüftungszeiten:

| Die für die angegebenen Lüftungszeiten besonders zutreffenden Monate | ca. Lüftungszeit in Minuten |
|--|-----------------------------|
| Dezember, Januar, Februar | 4–6 |
| März, November | 8–10 |
| April, Oktober | 12–15 |
| Mai, September | 16–20 |
| Juni, Juli, August | 25–30 |

Wasserdampfdiffusion

Wasserdampf hat das Bestreben, vorhandene Dampfdruckkonzentrationsunterschiede zwischen innen und außen, hervorgerufen durch die unterschiedlichen Temperaturen und relativen Luftfeuchtigkeiten, auszugleichen. Dieser ausgleichende Dampfstrom findet entsprechend des Wärmestroms von der warmen zur kalten Seite statt. Hierbei ist der Wasserdampf in der Lage, alle Bauteile mit Ausnahme von Dampfsperren mehr oder weniger stark und schnell zu durchdringen. Wie hoch der Widerstand des Bauteils ist, der dem Bestreben des Wasserdampfes, durch diese Bauteile zu diffundieren, entgegengesetzt wird, wird durch den s_d -Wert bestimmt.

Wasserdampf-Diffusionswiderstandszahl μ (My)

Allgemeines

Bauteile setzen dem Wasserdampf einen Widerstand entgegen. Der Widerstand ist je nach Material und seiner Dicke unterschiedlich. Die Diffusionswiderstandszahl μ ist dimensionslos.

Definition

Die Diffusionswiderstandszahl μ gibt an, um wie viel größer der Diffusionswiderstand einer beliebigen Stoffschicht unter gleichen Bedingungen gegenüber einer gleich dicken Luftschicht ist.

Maßeinheit

-

Wasserdampf-Diffusions-äquivalente Luftschichtdicke s_d

Allgemeines

Um Bauteile bzw. Bauteilschichten diffusionstechnisch bewerten zu können, benötigt man den sogenannten s_d -Wert, der von der Bauteildicke d und der Diffusionswiderstandszahl μ abhängt.

Definition

Der s_d -Wert einer Stoffschicht gibt an, wie dick eine Luftschicht ist, die den gleichen Diffusionswiderstand aufweist.

$$s_d = \mu \cdot s$$

Maßeinheit

m

Vergleich des Wasserdampfdiffusionswiderstands einzelner Wandbaustoffe

| Baustoff | μ | Schichtdicke in m | Diffusionsäquivalente Luftschichtdicke s_d in m |
|---------------------------|-------|-------------------|---|
| Kalksandsteinmauerwerk | 15 | 0,24 | 3,6 |
| EPS-Fassaden-Dämmplatte | 50 | 0,1 | 5,0 |
| organisch gebundener Putz | 110 | 0,003 | 0,33 |

Liegt der Taupunkt innerhalb einer Konstruktion, so kann dies zu Bauschäden bzw. zu einer erheblichen Minderung der Wärmedämmung des Bauteils führen.

Tauwasser durch Wasserdampfdiffusion tritt zwangsläufig auf, wenn beim angestrebten Dampfdruckausgleich zwischen Innenraum und Außenluft der Wasserdampfdruck des Diffusionsstroms im Wandquerschnitt den Sättigungsdampfdruck überschreitet.

Nach DIN 4108, Teil 3 ist für Bauteile mit ausreichendem Wärmeschutz nach DIN 4108,

Teil 2 kein rechnerischer Nachweis des Tauwasserausfalls infolge Dampfdiffusion erforderlich.

Nach Abschnitt 3.2.3.1.2. gilt dies u. a. für Mauerwerk nach DIN 1053, Teil 1 aus künstlichen Steinen mit außenseitig angebrachter Wärmedämmschicht und einem Außenputz mit mineralischen Bindemitteln nach DIN V18 550 oder einem Kunstharzputz nach DIN 18 558, wobei die diffusionsäquivalente Luftschichtdicke s_d der Putze $\leq 4,0$ m ist. Der in der Tabelle angeführte Brillux organisch gebundene Putz (Kunstharzputz) erfüllt diese Anforderung mit großer Reserve.

Generell ist zum Thema Wasserdampfdiffusion und Kondensation im Bauteil abschließend Folgendes zu sagen: Obwohl es bauphysikalisch relevante und wichtige Vorgänge sind, sollten sie, insbesondere im Wohnungsbau, nicht überbewertet werden. Entsprechend vorliegender Erfahrungen werden 97 Gew.-% der im Raum befindlichen Feuchtigkeitsmenge durch natürliche Luftwechsel, z. B. durch Öffnen und Schließen von Fenstern und Türen, ausgetauscht. Somit stehen für den Austausch durch Diffusion nur max. 3 Gew.-% der Raumfeuchtigkeit zur Verfügung.

Wasseraufnahmekoeffizient w

Allgemeines

Die meisten Stoffe sind in der Lage, flüssiges Wasser, z. B. durch Regenbelastung, aufzunehmen. Die zeitliche Abhängigkeit der Wasseraufnahme pro m^2 Wandfläche folgt näherungsweise einem Wurzel-Zeit-Gesetz, das heißt, dass die Wasseraufnahme pro Stunde bei Feuchtebelastung mit der Zeit abnimmt.

Definition

Der Wasseraufnahmekoeffizient w eines Stoffes gibt die Menge Wasser in kg an, die an dessen Oberfläche pro Quadratmeter und Stunde^{0,5} bei Belastung aufgenommen werden kann.

Maßeinheit

$kg/(m^2h^{0,5})$

Schlagregenschutz von Außenwänden

Wenn das Außenmauerwerk zu viel Wasser aufnimmt, kann es nicht nur zu Schäden kommen, auch der Wärmeschutz nimmt stark ab, so dass oftmals nicht einmal der zur Vermeidung von Schimmelpilzbildung im Inneren notwendige Mindestwärmeschutz erreicht wird.

Um Außenwände vor Schlagregen zu schützen, ist in erster Linie ein konstruktiver Schutz, z. B. ausreichender Dachüberstand, notwendig. Da sich eine Schlagregenbelastung jedoch nie ganz vermeiden lässt, gibt es für Außenputze Anforderungen an den Wasseraufnahmekoeffizienten w in Abhängigkeit der Beanspruchungsgruppen I bis III gemäß der Regenkarte (Anhang C zu DIN 4104-3).

In Anlehnung an die DIN 4108-3 werden unterschieden

- Wasser hemmende Putze:
 $0,5 < w < 2,0 \text{ kg}/(m^2h^{0,5})$
- Wasser abweisende Putze:
 $w \leq 0,5 \text{ kg}/(m^2h^{0,5})$

Anforderungen an Putze gegen Schlagregen:
Alle Schlussbeschichtungen, die in Brillux Wärmedämm-Verbundsystemen zum Einsatz kommen, haben einen w -Wert kleiner als $0,5 \text{ kg}/(m^2h^{0,5})$. Somit gewährleistet ein Brillux WDV-System einen optimalen Schlagregenschutz.

| Beanspruchungsgruppe 1 geringe Schlagregenbeanspruchung | Beanspruchungsgruppe 2 mittlere Schlagregenbeanspruchung | Beanspruchungsgruppe 3 starke Schlagregenbeanspruchung |
|---|--|---|
| keine besonderen Anforderungen an den Außenputz | Wasser hemmender Außenputz nach DIN 18550 | Wasser abweisender Außenputz nach DIN 18550 oder Kunstharzputz nach DIN 18558 |

**Zusammenstellung einiger wärme- und feuchteschutztechnischer Bemessungswerte gemäß
DIN V 4108-4:2002-02 und DIN EN 12 524**

| Stoff | Rohdichte (kg/m ³) | Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit λ [W/(m · K)] | Richtwert der Wasser- dampf-Diffusionswider- standszahl μ |
|--|-----------------------------------|---|---|
| Kalk-, Kalkzementputz | (1800) | 1,00 | 15/35 |
| Zementputz | (2000) | 1,60 | 15/35 |
| Kalkgips-, Gipsputz | (1400) | 0,70 | 10 |
| Gipsputz ohne Zuschlag | (1200) | 0,51 | 10 |
| Kunstharzputz | (1100) | 0,70 | 50/200 |
| Normalbeton (armiert mit 1 % Stahl) | (2300) | 2,30 | 80/130 |
| Porenbeton-Bauplatten mit normaler Fugendicke | 500 | 0,22 | 5/10 |
| | 800 | 0,29 | 5/10 |
| Porenbeton-Bauplatten dünnfugig verlegt | 500 | 0,16 | 5/10 |
| | 800 | 0,25 | 5/10 |
| Vollklinker, Hochlochklinker | 2000 | 0,96 | 50/100 |
| Vollziegel, Lochziegel | 1200 | 0,50 | 5/10 |
| | 1400 | 0,58 | 5/10 |
| | 1800 | 0,81 | 5/10 |
| Hochlochziegel mit Lochung A und B nach DIN 105 | 600 | 0,33 | 5/10 |
| | 800 | 0,39 | 5/10 |
| | 1000 | 0,45 | 5/10 |
| Kalksandsteine nach DIN 106 | 1600 | 0,79 | 15/25 |
| | 1800 | 0,99 | 15/25 |
| | 2000 | 1,10 | 15/25 |
| Hohlblöcke nach DIN 18151 | 800 | 0,41 | 5/10 |
| | 1000 | 0,52 | 5/10 |
| | 1200 | 0,60 | 5/10 |
| Vollblöcke (Leichtbeton) nach DIN 18152 | 600 | 0,22 | 5/10 |
| | 800 | 0,27 | 5/10 |
| | 1000 | 0,32 | 5/10 |
| Konstruktionsholz | (500) | 0,13 | 20/50 |
| | (700) | 0,18 | 50/200 |
| Sperrholz | (700) | 0,17 | 90/220 |
| Spanplatte | (600) | 0,14 | 15/50 |
| OSB-Platte | (650) | 0,13 | 30/50 |
| Holzfaserverplatte, MDF | (800) | 0,18 | 10/20 |
| Gipskartonplatte nach DIN 18 180 | (900) | 0,25 | 8 |

Die in Klammern gesetzten Zahlenwerte dienen nur zur Abschätzung. Sie besitzen keine wissenschaftlich gesicherte Zuordnung. Sind zwei Richtwerte der Wasserdampf-Diffusionswiderstandszahl μ angegeben, so ist für den jeweiligen Anwendungsfall der ungünstigere Wert zu wählen.

Technische Beratung

Für weitere technische Auskünfte steht Ihnen der Brillux Beratungsdienst zur Verfügung.
Tel. +49 (0)251 7188-158
Tel. +49 (0)251 7188-8627
Fax +49 (0)251 7188-106
tb@brillux.de

Anmerkung

Der Inhalt dieser Technischen Info bekundet kein vertragliches Rechtsverhältnis. Der Verarbeiter/Käufer wird nicht davon entbunden, unsere Produkte auf ihre Eignung für die vorgesehene Anwendung in eigener Verantwortung zu prüfen. Darüber hinaus gelten unsere Allgemeinen Geschäftsbedingungen.

Mit Erscheinen einer Neuauflage dieser Technischen Info mit neuem Stand verlieren die bisherigen Angaben ihre Gültigkeit.

Brillux
Postfach 16 40
48005 Münster
Tel. +49 (0)251 7188-0
Fax +49 (0)251 7188-105
www.brillux.de
info@brillux.de