

„Atmende Wände“,
Sorption, Diffusion

Ein Atmen der raumumschließenden Bauteile im Sinne eines Luftaustauschs zwischen Raum- und Außenluft findet nicht statt. Ein solches Verhalten der Bauteile wäre auch unerwünscht, da hierdurch ein unkontrollierter Wärmeverlust eintreten würde und die Luftschalldämmung unzureichend wäre. Trotzdem wird immer wieder von „Atmungsaktivität“ oder „Atmungsfähigkeit“ gesprochen, als einer besonders günstigen Eigenschaft von Bauteilen im Hinblick auf die Verbesserung der Luftqualität im Raum. Wenn damit aber Diffusionsvorgänge gemeint sein sollten, so sind diese vernachlässigbar gering gegenüber dem Luftaustausch durch Lüftung. Poröse dampfdurchlässige Baustoffe erfordern im Querschnitt mehrschichtiger Konstruktionen besondere konstruktive Maßnahmen, um Tauwasserniederschlag und eine Durchfeuchtung der Bauteile zu vermeiden sowie ein hygienisch unbedenkliches Bewohnen zu ermöglichen.

Künzel [2.3] stellt folgenden Vergleich an:

„Die Entfeuchtungswirkung sowohl durch Dampfdiffusion als auch infolge des Luftwechsels nimmt mit sinkender Außenlufttemperatur zu.

Ein Vergleich über die Wirksamkeit der beiden Effekte (Dampfdiffusion und Luftwechsel) wird unter folgenden Annahmen durchgeführt:

Raum (4 m · 6 m · 2,6 m) mit zwei Außenwänden, bestehend aus 24 cm Hochlochziegelmauerwerk (Diffusionswiderstandszahl $\mu = 10$) mit Außen- und Innenputz.

Fensterfläche: 6 m²
 Luftwechsel: einfach
 Raumlufttemperatur: 22 °C
 Raumluftfeuchte: 40 % r. F.
 Außenluftfeuchte: 80 % r. F.

Unter diesen Gegebenheiten werden - abhängig von der Außenlufttemperatur - folgende Feuchtigkeitsmengen aus dem Raum abgeführt:

Außenlufttemperatur °C	Aus dem Raum abgeführte Feuchtigkeitsmenge [g/h]	
	infolge Dampfdiffusion durch die Außenwand	infolge einfachem Luftwechsel (n =1)
-20	5,5	436
-10	4,8	378
0	3,2	242
+10	0,4	15

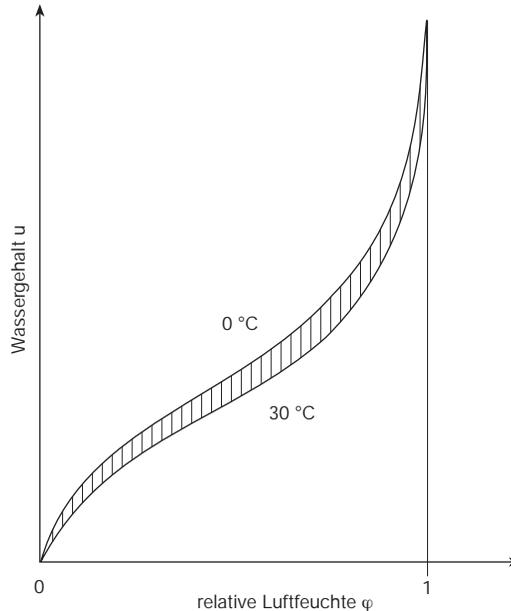
Tafel 2.7: Vergleich des Feuchtetransports infolge Wasserdampfdiffusion und Luftwechsel

Die durch die Diffusion transportierte Feuchtigkeitsmenge beträgt somit bei winterlichen Außentemperaturen nur 1 - 3 % der durch Luftwechsel abgeführten Menge. Dabei wurden bei der Berechnung für den Diffusionseffekt günstige Verhältnisse zugrunde gelegt, nämlich zwei Außenwände und relativ dampfdurchlässiges Mauerwerk. In anderen Fällen kann der Diffusionsanteil noch geringer sein. Die Folgerung aus dieser Betrachtung ist, dass hinsichtlich einer Feuchtigkeitsabfuhr aus Räumen auf die Wirkung der Dampfdiffusion durch Außenbauteile hindurch völlig verzichtet werden kann. Die Verhältnisse der Raumluftfeuchtigkeit werden durch die Dampfdurchlässigkeit der Außenwände nicht merklich beeinflusst.“

In bestimmten Fällen spielt jedoch die Fähigkeit der raumbegrenzenden Oberflächen, temporär Feuchtigkeit aufzunehmen, eine Rolle. Man spricht auch von Sorption, wobei die Feuchtigkeitsaufnahme durch poröse Materialien als Adsorption und die Feuchtigkeitsabgabe an die Raumluft als Desorption bezeichnet werden.

Sorptionsvorgänge sorgen dafür, dass sich in den Baustoffen eine bestimmte relative Feuchte – die so genannte Gleichgewichtsfeuchte – einstellt, die von der relativen Luftfeuchte und – bei mineralischen Baustoffen allerdings nur in sehr geringem Maße – von der Temperatur abhängig ist. Bei allen mineralischen Baustoffen beruhen die Sorptionsvorgänge im Wesentlichen auf Kondensation bzw. Verdunstung von Wasser auf den inneren Oberflächen kapillarporöser Baustoffe. Dementsprechend steigt die Sorptionsfähigkeit von Baustoffen mit ihrer Porosität.

Bild 2.11: Typischer Verlauf der Sorptionsisothermen mineralischer Baustoffe



In Bild 2.11 ist der qualitative Verlauf der Sorptionsisothermen mineralischer Baustoffe für 0 °C und 30 °C dargestellt. Sie geben die sich bei bestimmter relativer Luftfeuchte im Baustoff einstellende Gleichgewichtsfeuchte an. Es zeigt sich, dass im baupraktisch interessanten Temperaturbereich das Sorptionsverhalten eines bestimmten Baustoffs mit hinreichender Genauigkeit durch Angabe einer Sorptionsisotherme beschrieben werden kann.

In Bild 2.12 sind unter anderem die Sorptionsisothermen für Normalbeton, Ziegel ($\rho = 1200\text{ kg/m}^3$), Porenbeton und Kalk-Zement-Putz dargestellt.

Die Sorptionsfähigkeit von Baustoffen macht sich insbesondere dann bemerkbar, wenn die Raumboberflächentemperaturen die Taupunkttemperatur unterschreiten und auf den Raumboberflächen Tauwasser anfällt. Bei hoher Sorptionsfähigkeit der Baustoffe wird dieses Tauwasser absorbiert und erhöht die Baustofffeuchte. Dieser Vorgang darf jedoch nur temporär auftreten, z. B. wenn die relative Luftfeuchte von Küchen oder Bädern durch die Nutzung kurzzeitig erhöht wird (bei nahezu konstanter Lufttemperatur erhöht sich in diesen Fällen der Taupunkt). Nach Ende der Nutzung muss durch Lüften die relative Luftfeuchte verringert werden, damit die Gleichgewichtsfeuchte der Baustoffe durch Desorption wieder verringert wird. Andernfalls führt die Adsorption zu Feuchtigkeitsschäden! Man erkennt, dass die Feuchtigkeitsaufnahme durch Baustoffe an den Raumboberflächen ein

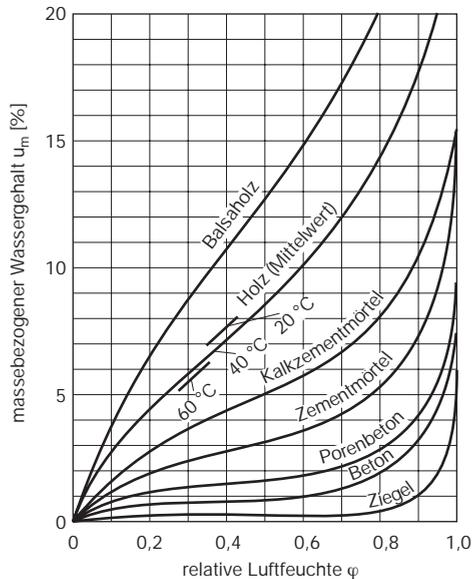


Bild 2.12:
Sorptionsisothermen
einiger feinporiger
Baustoffe [2.2]

periodischer Vorgang ist, bei dem nur geringe Wassermengen ad- und desorbiert werden. Die Sorption spielt sich nur in oberflächennahen Bereichen ab. Bei verputzten Oberflächen besteht unabhängig vom tragenden Baustoff daher kein Unterschied im Sorptionsverhalten der Bauteile. Auch Wandbeläge, z.B. Tapeten oder Fliesen, beeinflussen die Sorptionsfähigkeit von Bauteilen in größerem Maße als die Baustoffe der tragenden Bauteile.

Bei der Nutzung von Räumen reichern sich zwangsläufig unerwünschte Substanzen in der Raumluft an. Quellen für diese unerwünschten Stoffe sind:

- Ausscheidungen des Menschen, vor allem Wasserdampf, Kohlendioxid, Gerüche, Krankheitskeime
- Wasserdampf und Gerüche durch Waschen, Baden, Kochen, Zimmerpflanzen
- Inhaltsstoffe von Putz-, Wasch- und Reinigungsmitteln
- Gase von Feuerstellen, wie Öfen, Herde und offene Kamine
- Gase von Inneneinrichtungen, wie Holzschutzmittel oder Formaldehyd

Je nach Nutzung der Räume und der Belegungsdichte bestimmt auch der Wasserdampfanfall den Mindestluftwechsel, um Tauwasserniederschlag an den Bauteiloberflächen zu vermeiden. Dieser sowohl hygienisch als auch bauphysikalisch begründete Mindestluftwechsel ist abhängig von Temperatur, Feuchte und Schadstoffgehalt der Außenluft, das heißt, von der Differenz der absoluten Werte zwischen Zuluft und Abluft. Tafel 2.8 zeigt, dass zur Abführung der gleichen Menge Wasserdampf die Luftwechselzahl mit steigenden Außentemperaturen zunimmt. Sie erreicht in der Übergangszeit (+10 °C) etwa das 2,5-fache des Winterwerts.

Für alle Schadstoffe gibt es Grenz- bzw. Schwellenwerte, die nicht überschritten werden dürfen, um gesundheitliche Risiken zu minimieren. In der Arbeitsmedizin gelten die sogenannten MAK-Werte (MAK = Maximale-Arbeitsplatz-Konzentration) bzw. die TRK-Werte (TRK = Technische-Richt-Konzentration).

In der Wohnhygiene interessieren besonders die MIK-Werte (MIK = Maximale-Immissions-Konzentration). Diese sind natürlich immer

Tafel 2.8: Luftwechselraten nach dem Wasserdampfmaßstab bei unterschiedlicher absoluter Feuchte h der Außenluft

	Außenluft			Raumluft			Differenz	Luftwechselrate
	θ_a	φ	h	θ_i	φ	h	Δh	n
	°C	%	g/m ³	°C	%	g/m ³	g/m ³	h ⁻¹
1	-10	80	1,64	+22	50	9,26	7,62	0,5
2	±0	80	3,70	+22	50	9,26	5,56	0,7
3	+10	70	6,27	+22	50	9,26	2,99	1,3

niedriger als die MAK-Werte, da ihre Einwirkungszeit täglich mit 24 Stunden anzunehmen ist (Tafel 2.9).

Stoff	Arbeitsplatz (MAK,TRK) ppm	Wohnung ppm
Kohlendioxid	5000	1000
Formaldehyd	1	0,1
Pentachlorphenol	0,5	0
Tetrachlorkohlenstoff	10	–
Nikotin	0,07	–

Tafel 2.9: Schwellenwerte für einige Schadstoffe