

FACHHOCHSCHULE

HILDESHEIM/HOLZMINDEN/GÖTTINGEN

Hochschule für angewandte Wissenschaft und Kunst

Prof. Dr.-Ing. Hans-Peter Leimer

Baukonstruktion und Bauphysik in der Fakultät Bauwesen

**Vorlesungsskripte zur Vertiefung Bauphysik
der
Fachhochschule Hildesheim**

Bauphysikalische Bauaufnahme

Baustoffkatalog

Die Skripte für die Vertiefung in der Bauphysik entstanden unter Leitung von:

Prof. Dr.-Ing. Dipl. Arch. Hans Peter Leimer, FH Hildesheim/Holzminden/Göttingen

- © Alle Rechte der Veröffentlichung liegen bei dem Verfasser.
Nur für Lehr- und Ausbildungszwecke.
Auszüge aus dem Skript sind mit Genehmigung zulässig.

1	Baustoffkatalog	2
1.1	Aufgenommene Kenngrößen der Baustoffe	2
1.1.1	Rohdichte ρ	2
1.1.2	Porosität (Porenanteil) n	2
1.1.3	Spezifische Wärme c	3
1.1.4	Wärmeleitfähigkeit λ	3
1.1.5	Transportmechanismen.....	6
1.1.5.1	Diffusion.....	7
1.1.5.2	Kapillarität.....	8
1.1.6	Kennwerte des Feuchtetransports	8
1.1.6.1	Wasserdampf-Diffusionswiderstandszahl μ	8
1.1.6.2	Diffusionsäquivalente Luftschichtdicke s_d (*).....	13
1.1.6.3	w - Wert.....	14
1.1.6.4	w' - Wert.....	14
1.1.6.5	Wassereindringkoeffizient b	15
1.1.6.6	Wasseraufnahme.....	15
1.1.6.7	Sättigungswert Φ_K	15
1.1.6.8	Wasserkapazität Φ_K	15
1.1.6.9	w'' - Wert.....	16
1.1.7	Sorption.....	16
1.1.7.1	Bestimmung und Vergleich verschiedener Sorptionsisothermen.....	18
1.2	Anwendung des Baustoffkatalogs.....	19
1.3	Baustoffkatalog Teil 1.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
1.4	Baustoffkatalog Teil 2.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.

Anschriften

Internet / e-mail

FH Hildesheim

Prof. Dr.-Ing. Hans-Peter Leimer

Hohnsen 2

Am Forst 27

31134 Hildesheim

38302 Wolfenbüttel

Telefon 05121-881-251

Telefon 05331-9717-30

www.bauphysik.fh-hildesheim.de

Telefax 05121-881-253

Telefax 05331-9717-31

fh-hildesheim@building-physics.net

© 2003 H.-P. Leimer Wolfenbüttel

Gebrauch nur für Lehrzwecke

1 Baustoffkatalog

Um unterschiedliche Fachwerkaußenwände bewerten zu können, sind für Baustoffe genaue Angaben ihrer baustoffspezifischen Kenngrößen erforderlich.

Da diese Werte selbst für moderne Baustoffe kaum bestimmt sind, wurden Baustoffe anhand einer umfassenden Literaturrecherche zusammengefasst.

Ergänzend zu den völlig fehlenden Untersuchungen für historische Baustoffe wurden diese Kennwerte durch labortechnische Verfahren bestimmt.

Der Baustoffkatalog fasst für die gebräuchlichsten Baustoffe die erforderlichen Kennwerte zusammen, die eine Rechner-simulation und eine Bewertung auch regionaler Baustoffe ermöglicht. Hierbei besteht die Möglichkeit, mit Bestimmung der Rohdichten andere Baustoffparameter zu extrapolieren.

1.1 Aufgenommene Kenngrößen der Baustoffe

Nicht alle erläuterten Kennwerte sind im Baustoffkatalog **Kap. 1.3 und 1.4** enthalten.

Die nicht aufgenommenen Kenngrößen sind mit (*) besonders gekennzeichnet.

1.1.1 Rohdichte r

Die Rohdichte eines Stoffes entspricht gemäß DIN 18125 dem Gewicht der Volumeneinheit des Baustoffes einschließlich des Porenvolumens. Die Rohdichte ist feuchteabhängig ($\rho = f(u)$); aus diesem Grund wird in Trockenroh-dichte $\rho (u=0)$ und Feuchterohdichte $\rho (u>0)$ unterschieden. Die im Baustoffkatalog enthaltenen Werte geben die Rohdichte bei praktischem Feuchtegehalt an (siehe auch DIN 4108 Teil 4).

1.1.2 Porosität (Porenanteil) n

Die Porosität ist das Verhältnis des Porenvolumens zum Gesamtvolumen des Baustoffelements und ist direkt abhängig von der Rohdichte [Bild 120]. Unter Aufnahme einer mittleren Feststoffroh-dichte $\rho_s = 1.5 \text{ [kg/m}^3\text{]}$ für Holz und einer mittleren Kornroh-dichte $\rho_s = 2.65 \text{ [kg/m}^3\text{]}$ für mineralische Baustoffe lässt sich die Porosität nach Gleichung (5) hinreichend genau bestimmen:

$$N = 1 - \rho / \rho_s$$

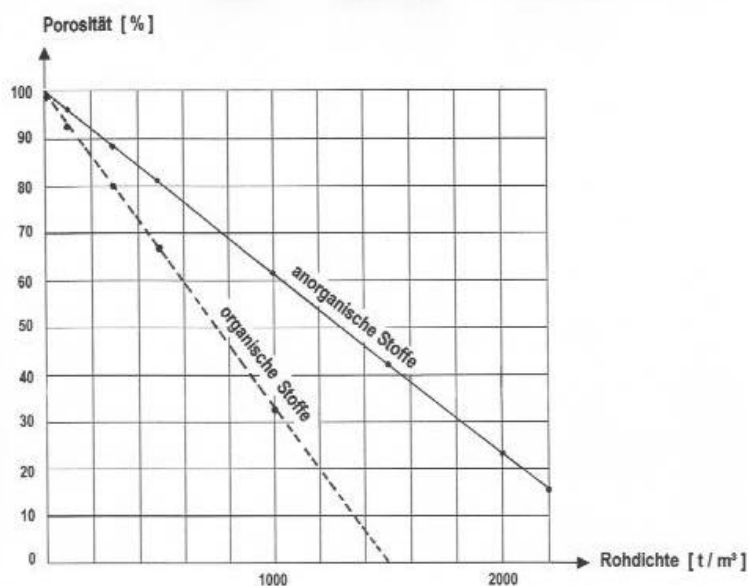


Bild 120 Abhängigkeit der Porosität von der Rohdichte

1.1.3 Spezifische Wärme c

Die spezifische Wärme ist die Wärmemenge, die notwendig ist, um 1 kg eines Stoffes um 1 K zu erwärmen. Sie ist temperatur- und feuchteabhängig. Für den baupraktischen Bereich sind beide Einflüsse praktisch ohne Auswirkung.

1.1.4 Wärmeleitfähigkeit λ

Die Wärmeleitfähigkeit kennzeichnet die spezifische Stoffeigenschaft für molekulare Wärmeleitung. Dieser Wert wird nach DIN 52612 und DIN 52616 bestimmt und gibt den Wärmestrom an, der bei einer Temperaturdifferenz von 1 K durch eine 1 m dicke Stoffschicht auftritt.

Die Wärmeleitfähigkeit ist abhängig von der Struktur, der Rohdichte (Porosität), der Temperatur und der Feuchtigkeit.

a) Struktur

Kristalline Stoffe haben allgemein eine höhere Leitfähigkeit als amorphe. Im Bereich hoher Temperaturen ($\theta > 50\text{ °C}$) nimmt die Leitfähigkeit kristalliner Stoffe – im Gegensatz zu amorphen – stark ab [Bild 120]. Bei mehrdimensionaler Rechnung ist die Richtungsabhängigkeit für Holz und Holzwerkstoffe parallel zur Faserichtung bis zu 2.3-mal so groß wie senkrecht dazu.

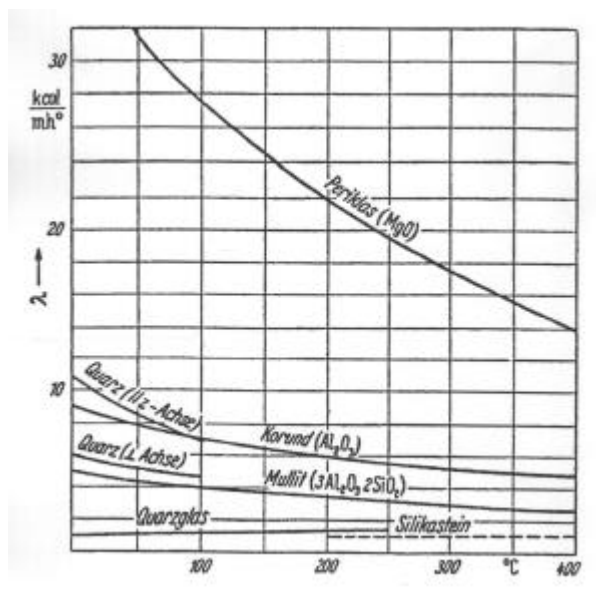


Bild 121 Temperaturabhängigkeit der Wärmeleitfähigkeit kristalliner und amorpher Stoffe [113]

b) Rohdichte

Mit sinkender Rohdichte bzw. steigender Porosität nimmt die Wärmeleitfähigkeit ab (Bild [122]). Dieses beruht auf der geringen Leitfähigkeit von Luft ($\lambda \sim 0.025$ W/mK) im Vergleich zum Feststoff [3]. Bei sehr leichten Wärmedämmstoffen wächst ab einer bestimmten Porengröße der Anteil der Wärmeübertragung durch Konvektion und Strahlung in den Luftporen, so dass die Wärmeleitfähigkeit wieder leicht ansteigt (siehe Bild [123]).

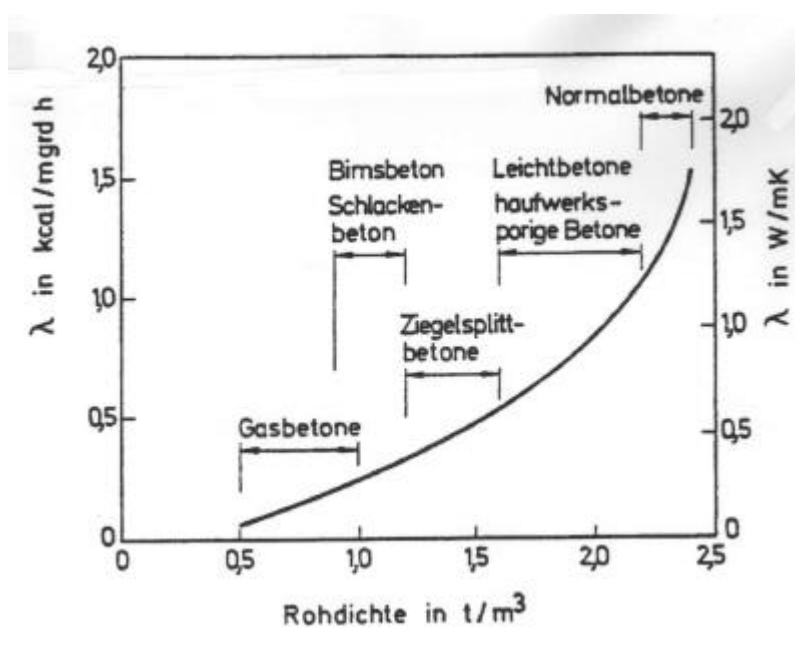


Bild 122 Wärmeleitfähigkeit verschiedener Betone [143]

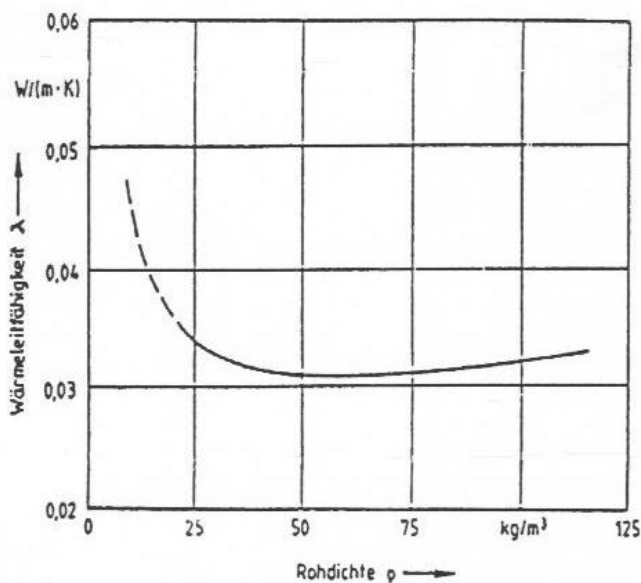


Bild 123 Wärmeleitfähigkeit von Faserdämmstoffen in Abhängigkeit von der Rohdichte

c) Temperatur

Die Wärmeleitfähigkeit steigt mit zunehmender Temperatur an. Dieser Einfluss ist jedoch im Vergleich zu Rohdichte und Feuchtigkeit vernachlässigbar klein.

d) Feuchtigkeit

Die ungefähr 25-mal höhere Leitfähigkeit von Wasser bewirkt bei Anlagerung von Wasser in den Poren eine Vergrößerung der Wärmeleitfähigkeit [124]. Der aus der DIN 4108 entnommene Rechenwert der Wärmeleitfähigkeit λ_R berücksichtigt einen praktischen Feuchtegehalt, d.h. einen Feuchtegehalt, der bei Untersuchung genügend ausgetrockneter Bauten in 90% der Fälle nicht überschritten wurde.

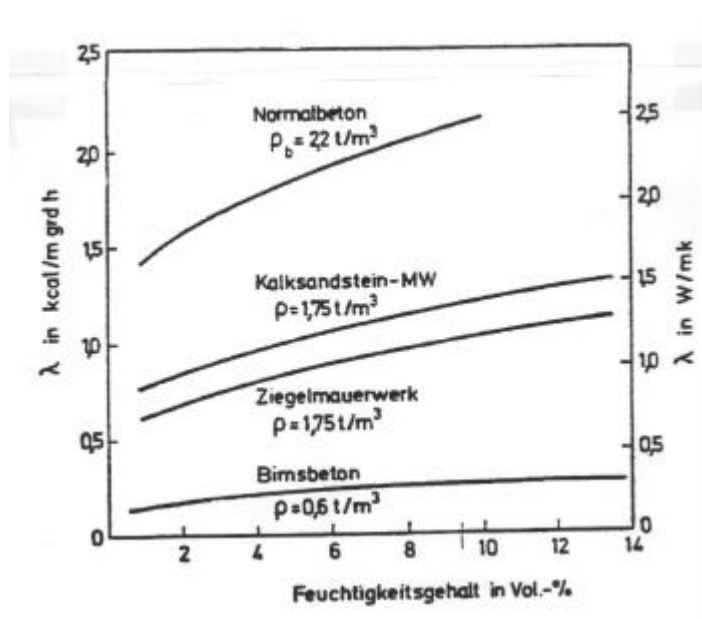


Bild 124 Abhängigkeit der Wärmeleitfähigkeit von der Stofffeuchte [143]

Mit dem Ansatz der Wärmeleitfähigkeit λ_R nach DIN 4108 Teil 4 wird der Wert über dem gesamten hygroskopischen Bereich als konstant angesehen ($\Delta\lambda / \Delta u = 0$). Der Winkel $\Delta\lambda / \Delta u$ kennzeichnet die Steigung der Funktion $\lambda = f(u)$ [Bild 125].

Die Größe eines Stoffes mit λ_0 entspricht der Wärmeleitfähigkeit bei einer Stofffeuchte $u = 0$ [M-%].

Bei der Ermittlung einer Feuchteabhängigkeit ist ein linearer Ansatz mit den Werten der Wärmeleitfähigkeit λ_0 und dem Winkel $\Delta\lambda/\Delta u$ möglich. Diese Näherung ist für eine rechnerische Lösung als hinreichend genau zu betrachten.

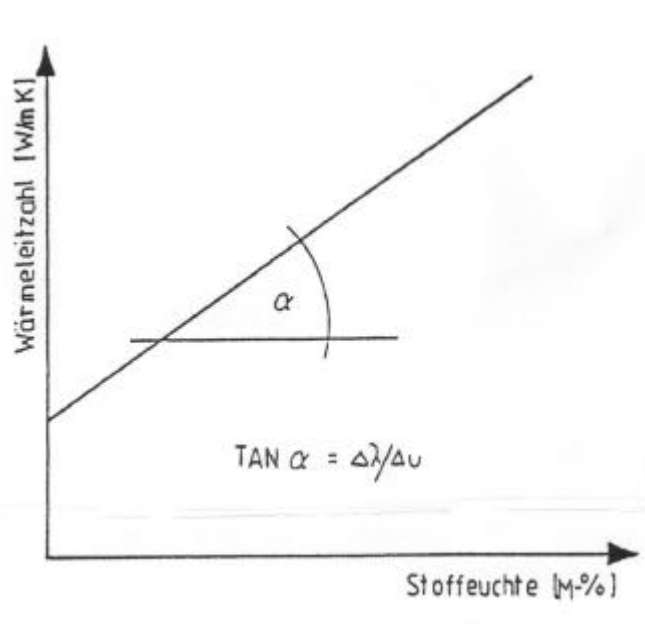


Bild 125 Abhängigkeit der Wärmeleitfähigkeit von der Feuchte

1.1.5 Transportmechanismen

In Abhängigkeit vom Feuchtegehalt des umgebenden Mediums neigt jeder poröse Baustoff dazu Feuchtigkeit in seinen Poren aufzunehmen bzw. durch die Poren zu transportieren. Der Wasser- bzw. Feuchtetransport ist abhängig von den Feuchte- und Wärmedifferenzen zwischen zwei Werkstoffen sowie vom Wassergehalt des Baustoffes. Dabei wird die Feuchte vom Niveau höherer Feuchte zum Niveau geringerer Feuchte transportiert.

Der Wassertransport wurde von Kiebl [104] in Bild [126] dargestellt.

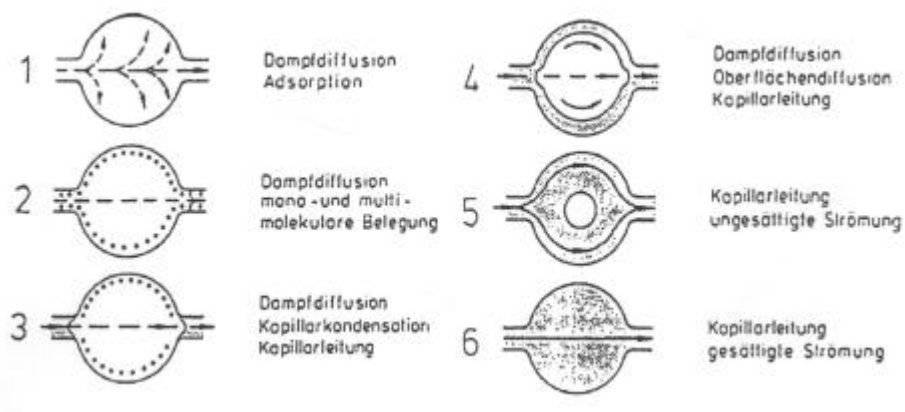


Bild 126 Sorptionsstadien und Transporteffekte

1.1.5.1 Diffusion

Hiermit wird der Ausgleich der Konzentrationsunterschiede infolge unterschiedlicher Dampfdrücke verstanden. In Bezug auf den Phasenzustand der Wassermoleküle wird in drei Diffusionsarten unterschieden [Bild 127]:

Wasserdampfdiffusion

Die Wassermoleküle befinden sich im Gaszustand. Die Diffusion durch einen Baustoff geschieht hierbei in den mit feuchter Luft gefüllten Poren.

Lösungsdiffusion

Dieser Vorgang beschreibt die Bewegung gelöster Teilchen in einem flüssigem Medium. Dieser Transport ist bei reinen Polymeren und polymergebundenen Stoffen - also nicht porösen Feststoffen - von großer Bedeutung.

Oberflächendiffusion

Diese stellt einen Sonderfall der Wasserdampfdiffusion dar. Es wird dabei die Bewegung der Wassermoleküle betrachtet, die an den Porenwänden auch eines relativ trockenen porösen Baustoffes in einem verhältnismäßig dünnen Wasserfilm gebunden sind. Zur Zeit fehlen jedoch genauere Erkenntnisse über diesen Vorgang.

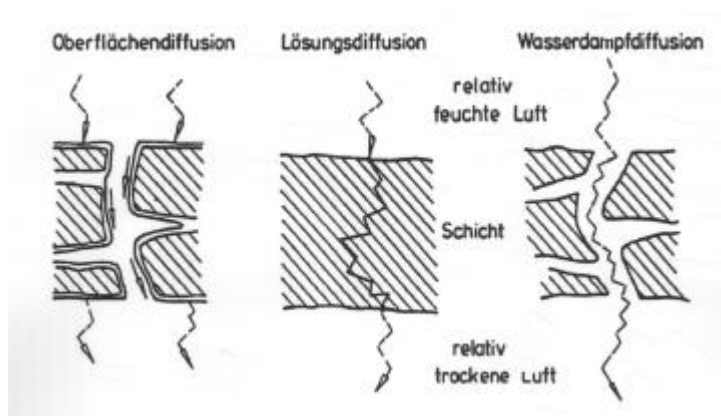


Bild 127 Phasenzustände bei der Durchdringung einer Bauschicht infolge Diffusion

1.1.5.2 Kapillarität

Diese Art des Feuchtetransports bedingt den direkten Kontakt des Baustoffes mit dem Wasser. Entscheidend bestimmt wird dieser Vorgang durch die Oberflächenspannung des Wassers und der Benetzbarkeit [Bild 128] der Stoffe.

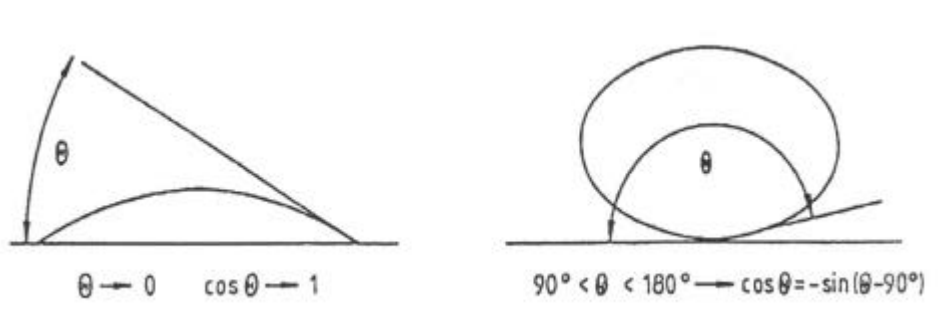


Bild 128 Benetzungswinkel

Im Allgemeinen kann gesagt werden, dass die Vorgänge der kapillaren Feuchteleitung, auch bedingt durch einen umfangreichen Versuchsaufwand, nicht ausreichend untersucht sind.

Ansätze für die Erfassung der kapillaren Leitvorgänge liefern [104] und Krischer [113].

1.1.6 Kennwerte des Feuchtetransports

1.1.6.1 Wasserdampf-Diffusionswiderstandszahl μ

Der μ -Wert ist ein dimensionsloser Verhältniszah, der die Wasserdampfdiffusionsstromdichte eines Baustoffes mit der einer gleich dicken Luftschicht gleicher Temperatur vergleicht. Die μ -Werte werden nach DIN 52615 ermittelt. In Anlehnung an die Norm kann die Ermittlung im Trockenbereich (dry-Cup Methode: rel. Luftfeuchte innen-außen 0%-50%) bzw. im Feuchtbereich (Wet-Cup Methode: 100%-50% [Bild 129]) bei konstanter Temperatur von ca. 20 °C durchgeführt werden.

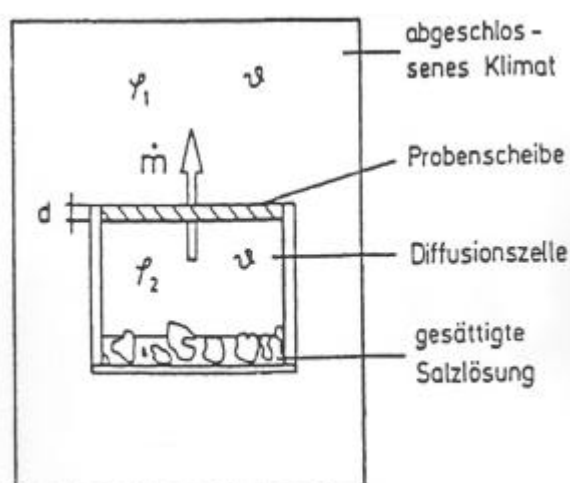


Bild 129 Versuchsanordnung

Im Trockenbereich überwiegt die Wasserdampfdiffusion, im Nassbereich überwiegen die kapillaren Leitvorgänge. Die Untersuchungen (siehe auch [94], [139], [179]) zeigen, dass mit zunehmendem Wassergehalt die Dampfdurchlässigkeit steigt [Bild 130].

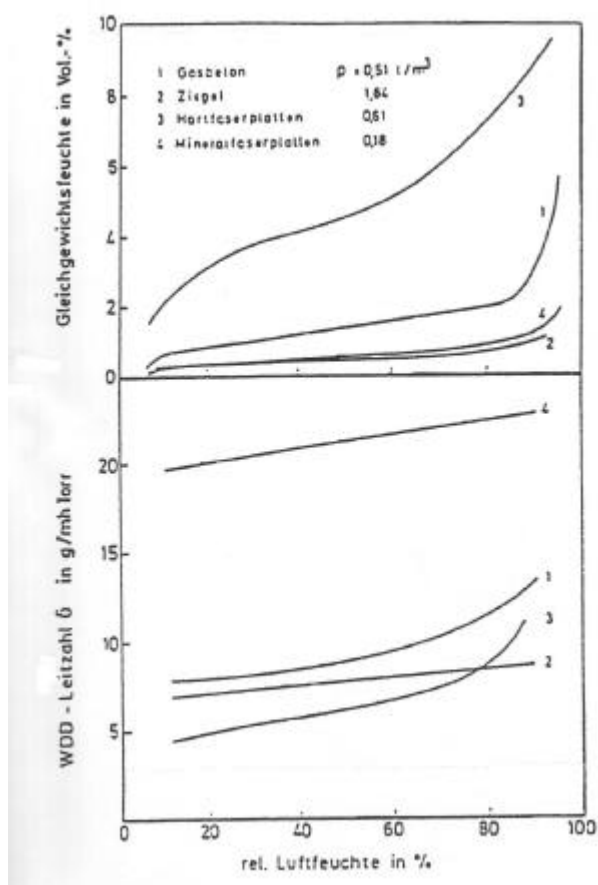


Bild 130 Abhängigkeit der Wasserdampfdurchlässigkeit von der Stofffeuchte [143]

Greubel [194] definiert die Abhängigkeit des μ -Wertes von der Feuchtigkeit in Anlehnung an das Verfahren

von Hussein [101] als Exponentialfunktion

$$\mu = \mu_0 \cdot e^{(-k_\mu \cdot u)} \quad (6)$$

mit

$$u < 22 \%$$

Diese Bedingung gilt, da sich die Exponentialfunktionen (6) für größere Feuchtegehalte dem Wert Null nähern würde. Für den Bereich $u < 22$ [M-%] ist der Einfluss der Oberflächendiffusion und der Kapillarität gegenüber der Wasserdampfdiffusion gering.

Der Wert μ_0 ist die Diffusionswiderstandszahl bei einer Stofffeuchte von $u = 0$ [M-%]. Der Koeffizient k_μ ist ein Formbeiwert zur Beschreibung der Abhängigkeit des μ -Wertes von der Materialfeuchte u .

Aus den Ergebnissen des Trocken- und des Nassbereichsverfahrens liegen die mittleren μ -Werte dieser Bereiche, ca. $\mu_{25\%}$ und $\mu_{75\%}$ vor. Die zugehörigen Stofffeuchten können aus den entsprechenden Sorptionsisothermen entnommen werden (Bild [131 und 132]).

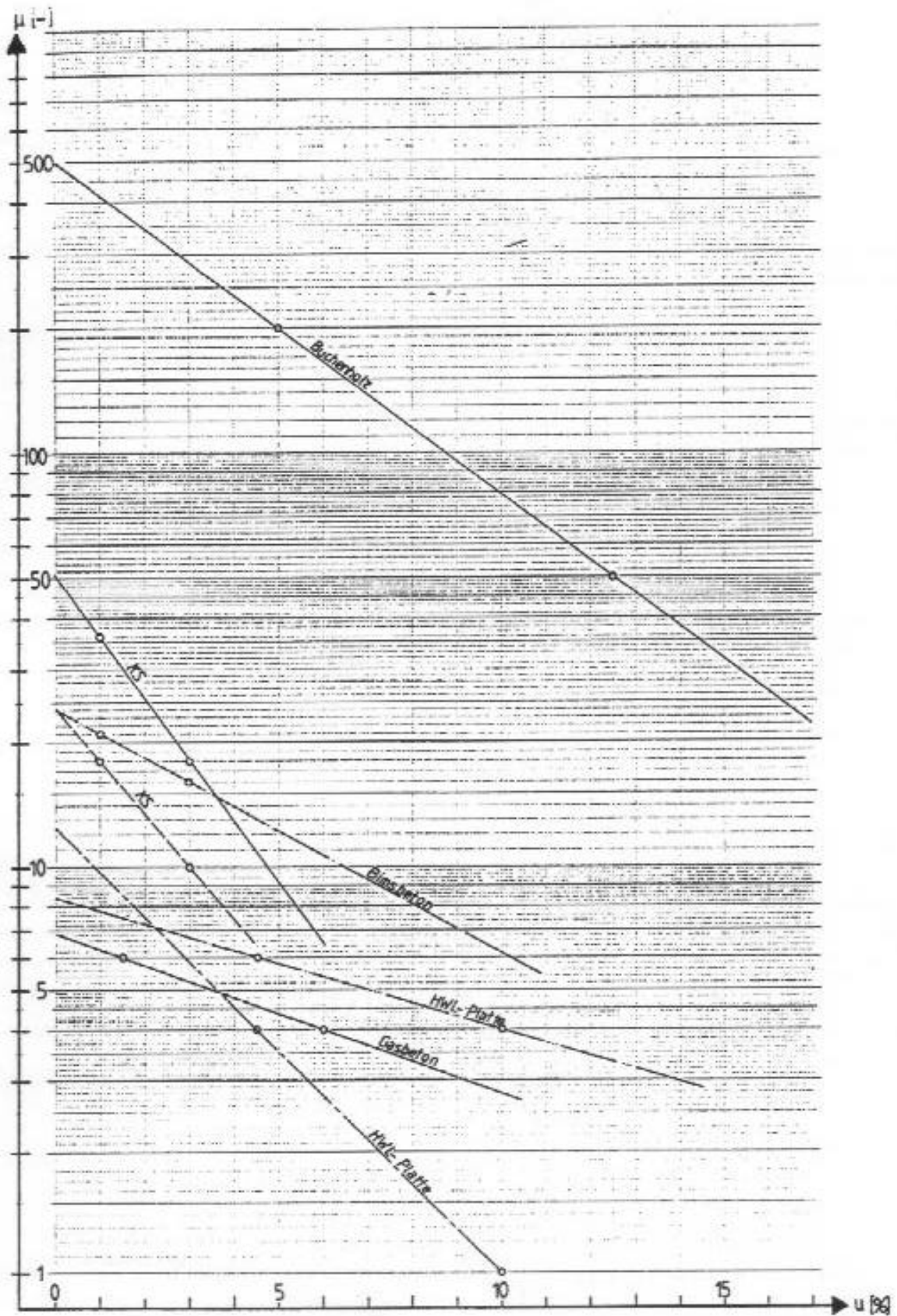


Bild 131 Ermittlung von μ_0 und k_μ

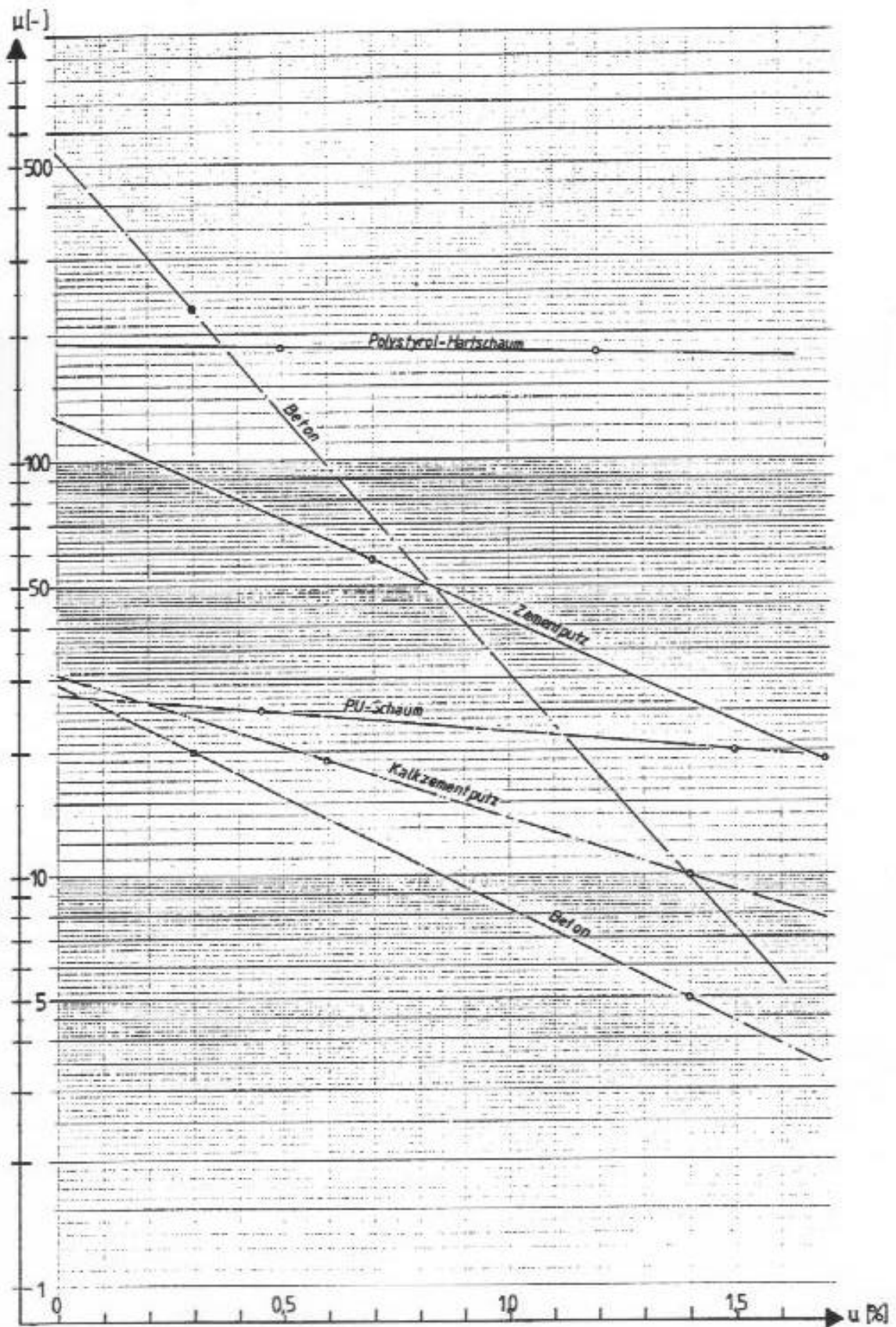


Bild 132 Ermittlung von μ_0 und k_μ

Der Faktor k_{μ} wird mit Hilfe der folgenden Gleichung aus den Diagrammen (Bild [131 und 132]) bestimmt:

$$k_{\mu} = \ln(\mu_{25}/\mu_{75}) \cdot 1/(u_{25}-u_{75}) \quad (8)$$

Weitere Einflüsse auf die Wasserdampfdurchlässigkeit haben Art, Größe und Verteilung der Poren im Baustoff. Beschreibt man die Porosität vereinfachend über die Rohdichte, erkennt man, dass mit zunehmender Rohdichte und damit abnehmender Porosität der μ -Wert zunimmt (Bild [133]). Der Baustoff wird dampfdichter.

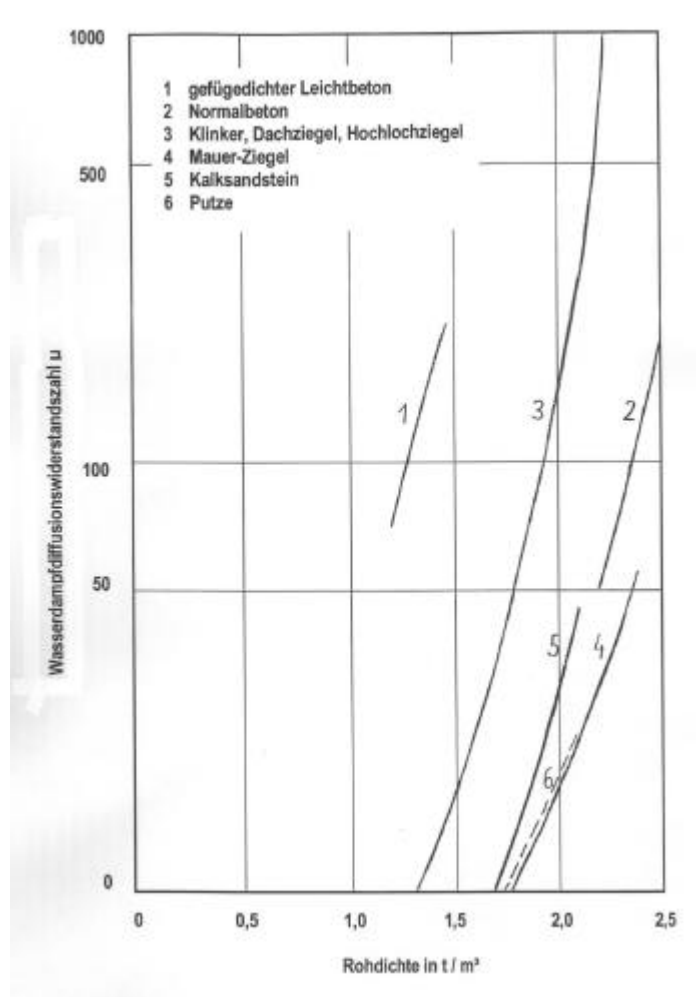


Bild 133 Abhängigkeit des μ - Wertes von der Rohdichte [143]

1.1.6.2 Diffusionsäquivalente Luftschichtdicke s_d

(*)

$$s_d = \mu \cdot s$$

Hiermit wird der Wasserdampf-Diffusionswiderstand einer Baustoffschicht dargestellt. Dieser Wert wird für die praktische Beurteilung häufig herangezogen.

1.1.6.3 w - Wert

Umfangreiche experimentelle Untersuchungen haben ergeben, dass die kapillare Wasseraufnahme eines Stoffes mit dem \sqrt{t} -Gesetz beschrieben werden kann. Hierbei wird die kapillar aufgenommene Wassermenge W flächenbezogen zugrunde gelegt.

$$w = W / \sqrt{t} \quad [\text{kg}/(\text{m}^2\sqrt{\text{h}})]$$

Falls bei einem Baustoff keine lineare Abhängigkeit zu ersehen ist, wird die Wasseraufnahme nach 24 h bestimmt. Es ermittelt sich

$$w_{24} = W_{24} / \sqrt{24} \quad [\text{kg}/(\text{m}^2\sqrt{\text{h}})]$$

Hierbei ist die Annahme des Zeitpunktes oftmals nicht möglich, da sich die Feuchteaufnahme baustoffspezifisch unterschiedlich verhält (siehe: Kap. 6.5 Versuche zur Bestimmung des w -Wertes; auch DIN 52617) (Bild [135]).

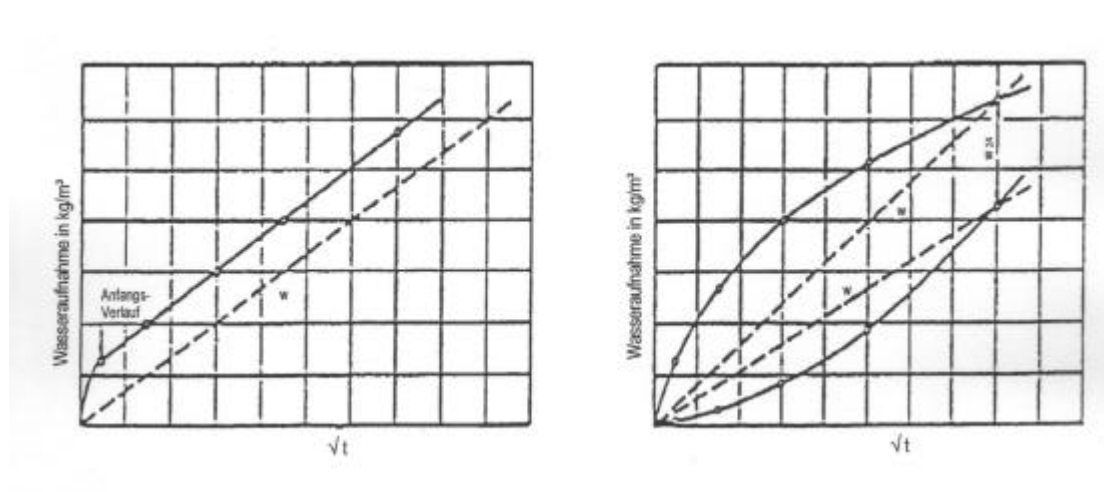


Bild 134 Berechnung des w - Wertes nach DIN 52617

1.1.6.4 w' - Wert

Da für den baupraktischen Bereich eine Aussage der flächenbezogenen Wasseraufnahme in vielen Fällen nicht sinnvoll ist, kann die kapillare Wasseraufnahme auch massenbezogen beschrieben werden

$$w' = (u/100) \cdot \rho_d / \sqrt{t} \quad [\text{kg}/(\text{m}^3\sqrt{\text{h}})]$$

Die Darstellung der kapillaren Wasseraufnahme als w' - Wert ist in Kap. 6.5 dargestellt.

1.1.6.5 Wassereindringkoeffizient b

Der Wassereindringkoeffizient beschreibt die Eindringtiefe h [m] des Wassers in den Baustoff über die Zeit. Hier kann über die Beziehung

$$b = h / \sqrt{t} \quad [\text{m}/\sqrt{\text{s}}]$$

eine Angabe über die Geschwindigkeit gemacht werden, mit dem Wasser in den Baustoff unter Einfluss der kapillaren Saugmechanismen vorangetrieben wird.

1.1.6.6 Wasseraufnahme

Versuchstechnisch wird das Saugverhalten unter Wasser nach DIN 52103 [58] (Verfahren A) bestimmt. Mit der Gleichung

$$W_a = m_{w,a} - m_d$$

kann die Wasseraufnahme ermittelt werden.

1.1.6.7 Sättigungswert F_k

Eine Aussage über die maximale Wasseraufnahme wird versuchstechnisch aufwendig nach DIN 52103 (Verfahren A und D) bestimmt.

$$\Phi_S = W_a / W_d$$

Hierbei wird das Verhältnis der Wasseraufnahme unter atmosphärischem Druck von 150 bar gebildet.

Die maximale Wasseraufnahme kann hinreichend genau auch über den Porengehalt eines Stoffes bestimmt werden.

1.1.6.8 Wasserkapazität F_k

Die Größe der Wasserkapazität beschreibt die maximale Aufnahme von Feuchtigkeit unter dem Einfluss der Kapillarität.

Sie wird durch die Beziehung

$$\Phi_K = W / \rho_d \quad \text{ist das hier ein großes } W \text{ ????$$

bestimmt.

1.1.6.9 w'' - Wert

Bei dieser Kenngröße handelt es sich um die Angabe der Feuchteabgabe eines Baustoffes. Die Trocknung erfolgt nur über Diffusion, sie kann analog der Größe w' definiert werden zu

$$w'' = (u/100) \cdot \rho_d / vt$$

Die Darstellung der kapillaren Wasserabgabe als w'' - Wert ist in Kap. 6.5 dargestellt.

1.1.7 Sorption

Sorption bezeichnet das Vermögen eines Stoffes, Wasser bzw. Wasserdampf in seinen Hohlräumen anzulagern und zu speichern. Im hygroskopischen Bereich lässt sich die Sorption durch eine versuchstechnisch ermittelte Sorptionsisotherme (SI) beschreiben [93]. Diese stellt die Abhängigkeit der Stofffeuchte von der relativen Luftfeuchte dar. Die Form dieser Kurve ist charakteristisch für den Baustoff (Bild[135]).

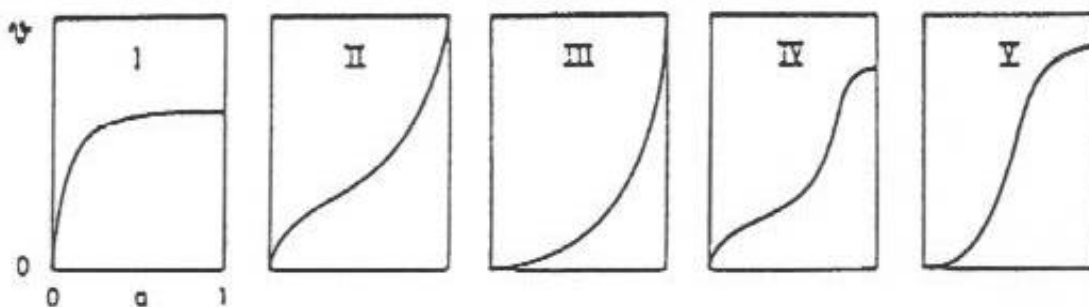


Bild 135 Formen von Sorptionsisothermen [104]

Abhängig vom Wassergehalt treten dabei einzelne Sorptionsstadien mit typischen Transportarten auf. Das Spektrum reicht von Adsorption monomolekularer Schichten bis zur vollständigen Wassersättigung. Dabei überwiegen je nach Sorptionsstadium Diffusion bzw. Kapillarleitvorgänge. Das Auftreten der Transportmechanismen ist abhängig vom Porenradius, wie in Bild [136] ersichtlich ist.

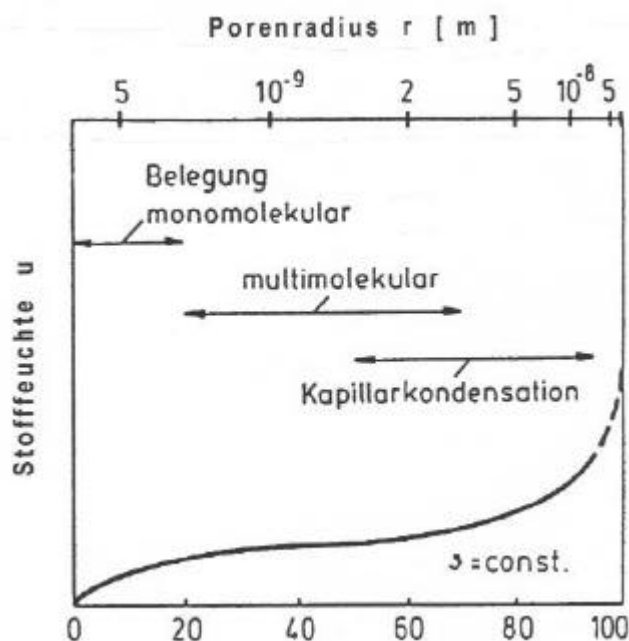


Bild 136 Porenradius und Transportmechanismus [104]

Bei der versuchstechnischen Bestimmung der SI zeigt sich oftmals ein Unterschied in Bereichen der Sorptionsisothermen bei De- und Adsorptionsisothermen. Die Ursachen dieses Effektes sind nicht genau zuzuordnen [Kießl]. Es können hier bauspezifische Eigenarten unter dem Begriff der Hysterese auftreten. Darunter versteht man den Unterschied der sich einstellenden Sorptionsisotherme bei Messungen mit steigenden oder fallenden Dampfdrücken. Bei Messungen in einem kleinen Arbeitsbereich hat die zugehörige Sorptionsisotherme eine flachere Neigung. Andererseits kann es sich auch um Messungenauigkeiten handeln, bei denen der Ausgleichszustand nicht abgewartet wird. Im Allgemeinen werden die Sorptionsisothermen als Mittelwerte aus De- und Adsorptionskurve angegeben. In den Sorptionsisothermen der Baustoffblätter (Kap. 6.4 und Kap. 6.5) sind Adsorption mit (*), Desorption mit (+) dargestellt.

Die Sorption ist temperaturabhängig (siehe Bild [137]). Mit zunehmender Temperatur sinkt die Stofffeuchte bei gleicher relativer Luftfeuchte. Da die Unterschiede zwischen den verschiedenen Isothermen unterschiedlicher Temperatur gering sind, benutzt man die bei 20 °C ermittelte Sorptionsisotherme.

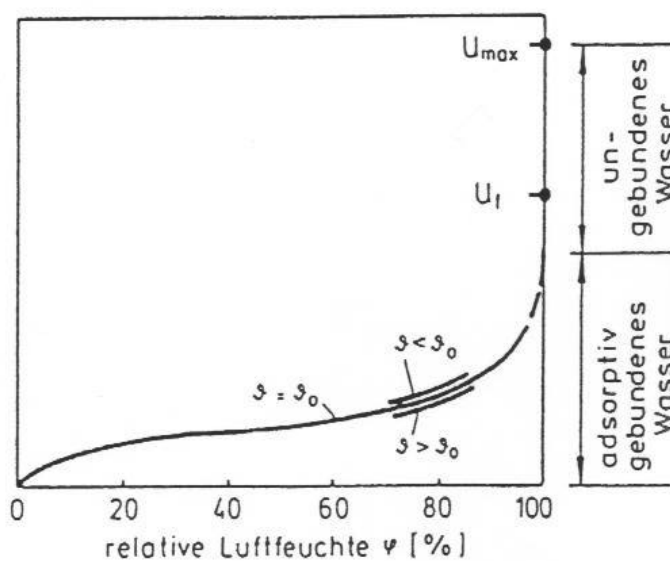


Bild 137 Einfluss der Temperatur auf die Form der Sorptionsisotherme [104]

Bei der Bestimmung des $u_{6,5}$ – Faktors wird die relative Luftfeuchtigkeit im Allgemeinen mittels eines geeigneten Klimaraums eingestellt. Für den $u_{9,5}$ – Faktor wird eine gesättigte NaCO_3 – Lösung verwendet, die die gewünschte Luftfeuchtigkeit erzeugt.

1.1.7.1 Bestimmung und Vergleich verschiedener Sorptionsisothermen

Eine hinreichende Bestimmung und quantitative Einordnung unterschiedlicher SI kann durch Angabe von

- der NUMMER/FORM der Sorptionsisotherme nach Bild [135]
- der $u_{6,5}$ – Faktor
- der $u_{9,5}$ – Faktor

erfolgen.

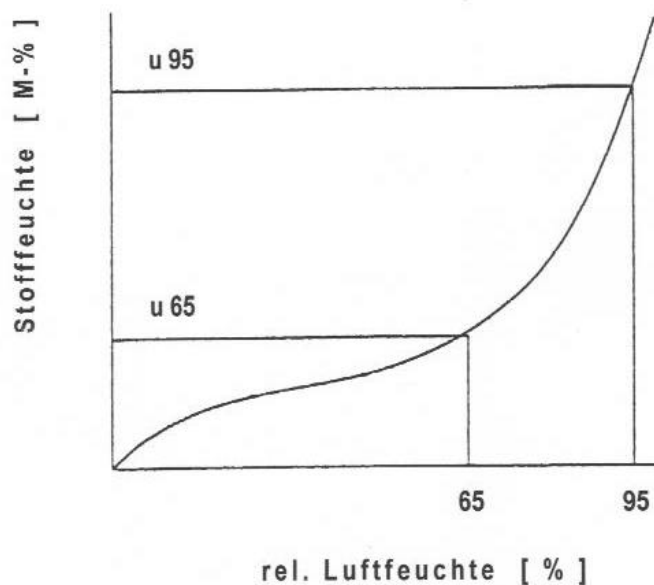


Bild 138 Bestimmung des der u_{65} – und u_{95} – Faktors

Es wurde versucht, die Vielzahl unterschiedlicher SI durch 5 charakteristische SI nach ihrer Form (Bild [135]) zuzuordnen und durch die Angaben der u_{65} – und der u_{95} – Faktoren (Bild [138]) in ihrer Größe festzustellen.

1.2 Anwendung des Baustoffkataloges

In Bild [139] ist die Anwendung des Baustoffkataloges dargestellt. Im Anhang (Bauphysikalisches Gutachten Rathaus Wolfenbüttel) wird diese Anwendung beispielhaft ausgeführt.

Bei einem nicht definierten Baustoff sind – wie im Ablaufschema dargestellt - die Diagramme I und II sowie die Tabellen I und II hinzu zu ziehen.

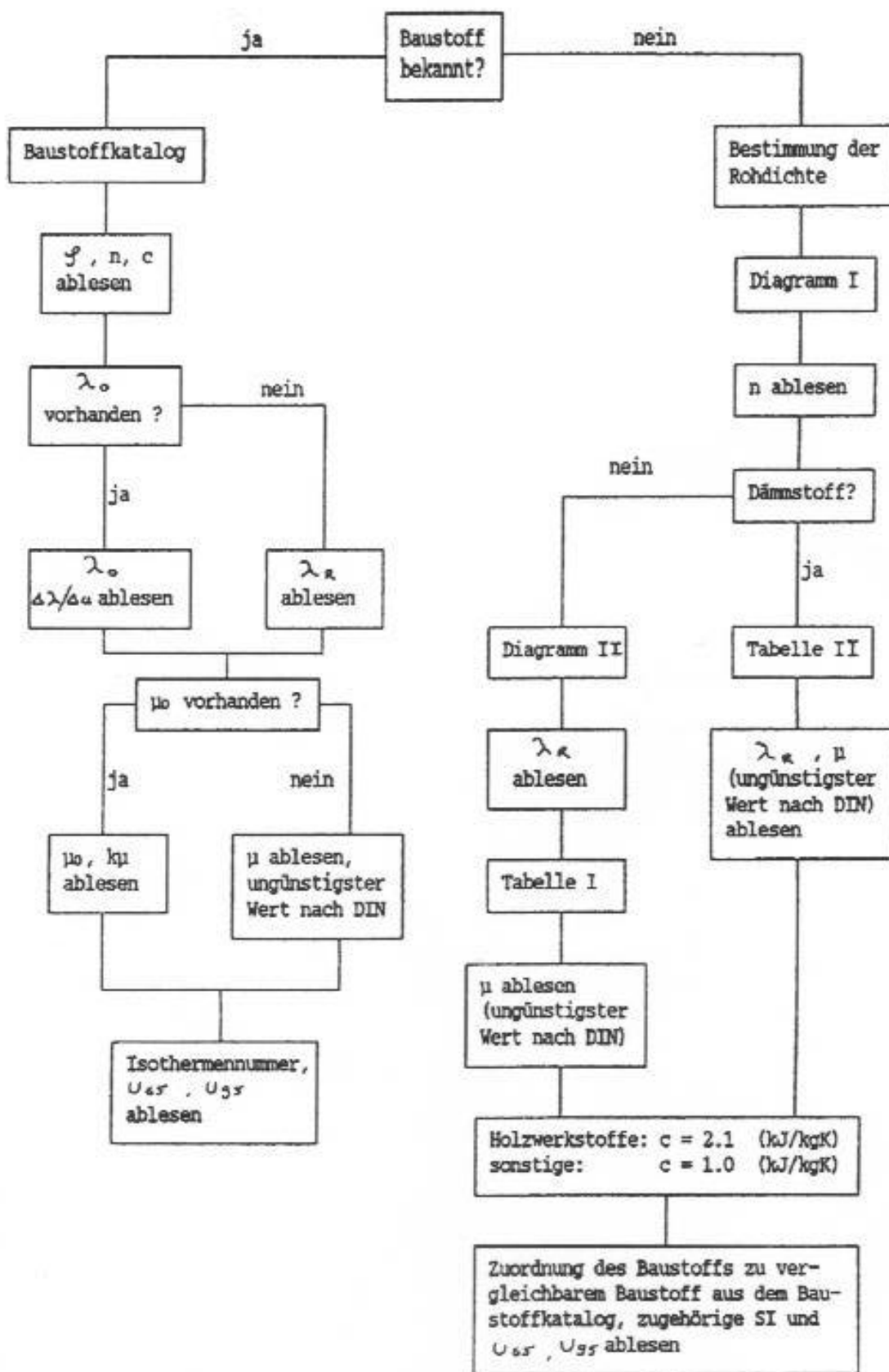


Bild 139 Ablaufdiagramm zum Baustoffkatalog

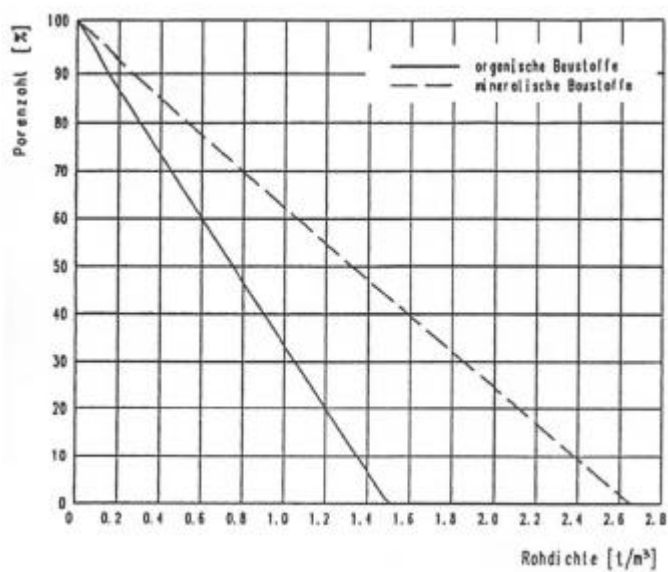


Bild 140 Diagramm I

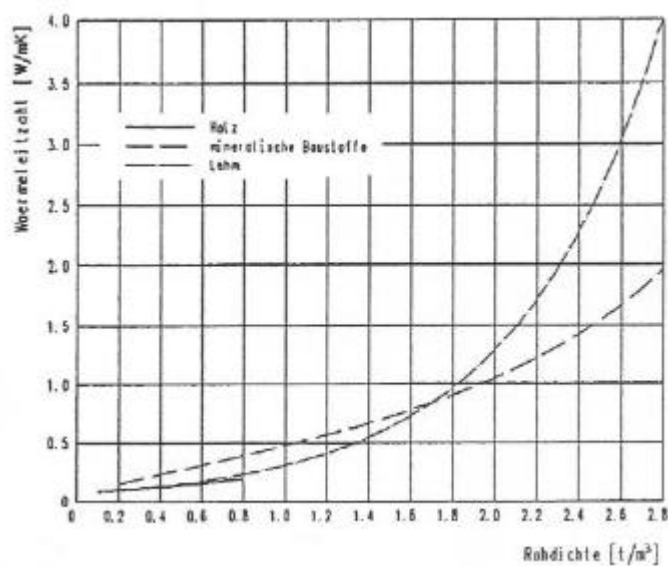


Bild 141 Diagramm II

Tabelle I

Gefachmaterial

	[kg/m ³]	μ [-]
Kalksandstein	600 - 2200	5 - 25
Vollziegel	1550 - 2000	5 - 11
Vollklinker	1800 - 2200	35 - 100
Hochlochziegel	1200 - 1600	5 - 10
Beton	2000 - 2800	30 - 150
Gasbeton	330 - 840	5 - 10
Bimsbeton	500 - 1200	2 - 15
Lehm	400 - 1900	2 - 10

Tabelle II

Wärmedämmstoff

	[kg/m ³]	μ [-]	λ_R [W/mK]
HWL-Platte	200 - 600	2 - 7.5	0.09 - 0.15
Wärmedämmputz	250 - 600	5 - 20	0.12 - 0.20
min. Faserdämmstoff	8 - 500	1	0.035 - 0.05
PU-Schaum	30 - 100	30 - 100	0.02 - 0.035
PS-Schaum	15 - 60	50 - 300	0.3 - 0.045
Kork	50 - 500	10 - 30	0.04 - 0.085

1.3

Nummer	Baustoff	Rohdichte [kg/m³]		Porosität		spez. Wärme [kg/kgK]	λ_R [V/mK]		λ_0 [V/mK]		$\Delta\lambda / \Delta u^* 10^{-3}$ (W/mK)/(K-%)		μ [-]		μ_0 [-]		k_{μ} [-]	
		min	max	max	min		min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
1	Mauerwerk																	
11	Vollziegel	1550	2000	0.42	0.25	1	0.5	0.96	0.45	0.60	53.5	87.3	5	11	0.15	9.0	0	0.3
12	Vollklinker	1800	2200	0.32	0.17	1	0.96	1.2					35	100				
13	Hochlochziegel	1200	1600	0.55	0.40	1	0.36	0.45	0.33		64		5	10				
14	Leichtlochziegel	700	1000	0.74	0.62	1	0.3	0.45										
15	Kalksandstein	600	2200	0.77	0.17	1	0.5	1.3	0.64	1.0	45.3	55.3	5	25				
16	Naturstein																	
161	-dicht	2600	2900	0.02		1	3.5											
162	-porig	1600	2600	0.40	0.02	1	2.3											
2	Lehm																	
21	Strohlehm	1200	1700	0.54	0.36	1	0.47	0.81					5	10				
22	Leichtlehm	400	1200	0.85	0.55	1	0.12	0.47					2	5				
23	Lehmstein	1550	1900	0.42	0.28	1	0.41	0.97					5	10	6.4		0.04	
3	Putze																	
31	Zementputz	1900	2100	0.24		0.9	1.2	1.4					15	35		105	0.85	
32	Kalkzementputz	1800	1900	0.32	0.26	0.9	0.87		0.8				15	35	30	31	0.8	1.5
33	Kalkputz	1600	1800	0.28		0.9	0.81	0.95					15	35	12.5		0.85	
34	Gipsputz	1200	1400	0.55	0.47	0.84	0.35	0.58					10					
35	Kalkgipsputz	1400	1500			0.87	0.70						10					
36	Kunstharzputz	1100				1.1	0.70				140		35	200				
37	Lehmputz	1400	2000	0.28		1	0.6	0.8					1	15	9.5	20	0.5	1.0
4	Holz und Holzwerkstoffe																	
41	Eiche	650	900	0.57	0.40	2.1	0.13	0.21	0.15	0.19	2		40	60	480	1150	0.13	
42	Buche	700	900	0.53	0.40	2.1	0.16	0.20	0.15	0.19	2		50	70	210	330	0.13	0.15
43	Fichte	410	600	0.73	0.60	2.1	0.10	0.14	0.13		2		20	70	530		0.16	
44	Sperrholz	600	800	0.60	0.47	2.1	0.14						50	400				
45	Spanplatte	550	700	0.63	0.53	2.1	0.13	0.17	0.06	0.12	1		50	100	250	450	0.085	
46	Holzfasерplatte																	
461	-hart	1000		0.33		2.1	0.17						60	70				
462	-weich	200	300	0.87	0.8	2.1	0.05	0.06					4	5				
5	Wärmedämmstoffe																	
51	HVL - Platte	200	600	0.87	0.68	2.1	0.09	0.15	0.06	0.09		1.87	2	7.5	8.4	13		
52	min. Faserdämmstoff	8	500	0.99	0.81	0.88	0.035	0.05	0.03	0.04	0.6			1				
53	PU - Schaum	30	100	0.99	0.96	1	0.02	0.035	0.02	0.03	0.07		30	100		27.5	0.21	
54	PS - Schaum	15	60	0.99	0.97	1.38	0.030	0.045	0.02	0.04	0.02		50	300				
55	WD - Putz	250	600	0.90	0.68	1	0.12	0.20	0.07	0.18	1.5	4.9	5	20	5.3		0.04	
56	Kork	50	500	0.91	0.89	1.88	0.04	0.085	0.04	0.085	0		10	30				
57	Korklehmputz	270	330			1.4	0.05	0.085	0.076				5	15				
58	Schaumglas	100	150			0.84	0.045	0.06	0.035	0.05	0		15000	35000				
6	Bauplatten																	
61	Gipskartonplatte	900					0.21	0.23					8	12				
62	Gipsfaserplatte	1200					0.58						6					
63	Gasbetonplatte	500	800				0.14	0.27					5	10				
7	Beton																	
71	Normalbeton	2000	2800	0.25		1	2.0	2.1	1.25	1.53	50		30	150		540	2.8	
72	Gasbeton	330	840	0.88	0.70	1	0.10	0.29	0.09	0.19	3.2	9.1	5	10				
73	Leichtbeton																	
731	-n. kaufwerkf. Gefüge	600	2000	0.77	0.25	1	0.23	1.4	0.29	0.35	4.1	20.7	3	16				
732	-n. geschl. Gefüge	800	2000	0.70	0.25	1	0.3	1.2	0.37	0.44	8.6	15.7	5	24				
74	Bimsbeton	500	1200	0.71	0.55	1	0.15	0.44	0.15	0.27	4	11.7	2	15				

1.4 Baustoffkatalog Teil 2

Nummer	Baustoff	Rohdichte [kg/m³]		Porosität		Isothermen- nummer	U ₆₅	U ₉₅	W		b		φ _κ		φ _s	
		min	max	max	min				min	max	min	max	min	max	min	max
1	Mauerwerk															
11	Vollziegel	1550	2000	0.42	0.25	3	< 0.5	1.3	1.5	30	0.56	2.24	0.09	0.19	0.13	0.29
12	Vollklinker	1800	2200	0.32	0.17	2		0.4								
13	Hochlochziegel	1200	1600	0.55	0.40	2	1.2	2.7	8.3	8.9	0.73	0.81	0.18	0.19	0.18	0.22
14	Leichtlochlochziegel	700	1000	0.74	0.62											
15	Kalksandstein	600	2200	0.77	0.17	2	2.5		3.2	8	0.26	0.46	0.20	0.27	0.27	0.36
16	Naturstein															
161	-dicht	2600	2900	0.02												
162	-porig	1600	2600	0.40	0.02											
2	Lehm															
21	Strohlehm	1200	1700	0.54	0.36	2	1.1	3.0								
22	Leichtlehm	400	1200	0.85	0.55	2	1.1	3.0								
23	Lehmstein	1550	1900	0.42	0.28	2	1.9	4.2	5	21			0.17	0.42		
3	Putze													0.09		
31	Zementputz	1900	2100	0.24		2	1.5	(4.0)	0.6	3				0.13		
32	Kalkzementputz	1800	1900	0.32	0.26	2	1.1	3.0	1	12				0.12		
33	Kalkputz	1600	1800	0.28		2	0.5	1.1	7	16						
34	Gipsputz	1200	1400	0.55	0.47	2	0.3	1.4								
35	Kalkgipsputz	1400	1500			2	0.9	1.0								
36	Kunstharzputz	1100							0.03	0.3						
37	Lehmputz	1400	2000	0.28		2	0.8	2.0	11.4				0.31	0.32		
4	Holz und Holzwerkstoffe															
41	Eiche	650	900	0.57	0.40	2	13.0									
42	Buche	700	900	0.53	0.40	2	13.0									
43	Fichte	410	600	0.73	0.60	2	12.0	24.0								
44	Sperrholz	600	800	0.60	0.47	2										
45	Spanplatte	550	700	0.63	0.53	2	12.0	19.0								
46	Holzfaserverplatte															
461	-hart	1000		0.33		2										
462	-weich	200	300	0.87	0.8	2										
5	Wärmedämmstoffe															
51	HVL - Platte	200	600	0.87	0.68	2	8.5	17.2								
52	min. Faserdämmstoff	8	500	0.99	0.81	3	0.7	1.3								
53	PU - Schaum	30	100	0.99	0.96	3	1.3	2.4								
54	PS - Schaum	15	60	0.99	0.97	3	1.0									
55	WD - Putz	250	600	0.90	0.68	2	3.5	8.0	1.0			0.48				
56	Kork	50	500	0.91	0.89	3	2.5	(4.6)								
57	Korklehmputz	270	330			2	3.3	8.0	0.88			1.08				
58	Schaumglas	100	150						0	0		0			0	
6	Bauplatten															
61	Gipskartonplatte	900							35	70	1.80	2.36	0.36	0.49		
62	Gipsfaserplatte	1200														
63	Gasbetonplatte	500	800													
7	Beton															
71	Normalbeton	2000	2800	0.25		2	1.4	2.5	1.1	1.8	0.09	0.22	0.14	0.19	0.22	
72	Gasbeton	330	840	0.88	0.70	2	2.5	8	4	8	0.23	0.24	0.28	0.29	0.60	0.74
73	Leichtbeton															
731	-n. kaufwerkf. Gefüge	600	2000	0.77	0.25											
732	-n. geschl. Gefüge	800	2000	0.70	0.25											
74	Bimsbeton	500	1200	0.71	0.55	2	2.0		1.5	2.9					0.40	