

WUFI® Basis-Seminar 2013

熱と湿気に関する物性データ

Hygrothermische Materialkennwerte

基本的なデータ Grundkennwerte

熱と湿気に関する関数 Hygrothermische Funktionen

基本的なデータ Grundkennwerte

WUFI® Pro 5.2 C:\Program Files (x86)\WUFI\WUFI5\Projects\Example_Japan.w5p

Project Inputs Run Outputs Options Database Result Analysis ?

Project

- Case: 1 Lightweight timber fr
 - Component
 - Assembly/Monitor Position
 - Orientation
 - Surface Transfer Coeff.
 - Initial Conditions
 - Control
 - Climate
- Case: 2 Lightweight timber frame
 - Component
 - Control
 - Climate

Case: Lightweight timber framed wall; traditional

Assembly/Monitor Positions Orientation/Inclination/Height Surface Transfer Coeff. Initial Conditions

Layer Name Thickn. [m]

Softwood 0,015

Exterior (Left Side) 0,015 0,019 0,1 Interior (Right Side) 0,015 0,015

Material Data

Sources, Sinks

New Layer

Duplicate

Delete

Edit Assembly by:
 Graph
 Table

Assign from
Material Database
Example Cases

Grid
Automatic (I)
70 Medium
Copy Auto. Grid Def. for Manual Editing

Total Thickness Thickness: 0,15 m
Total Thermal Performance R-Value: 2,85 m²K/W
U-Value: 0,33 W/m²K

Units: SI No calculation results available.

Layer/Material Data

Layer/Material Name: Softwood

Material Data | Info

Basic Values

Bulk density [kg/m ³]	400,0
Porosity [m ³ /m ³]	0,73
Specific Heat Capacity, Dry [J/kgK]	1500,0
Thermal Conductivity, Dry, 10°C [W/mK]	0,09
Water Vapour Diffusion Resistance Factor [-]	200,0

Approximation Parameters

Moisture-dep. Thermal Cond. Supplement [%/M.-%] 1,3

Typical Built-In Moisture [kg/m³] 60,0

Layer thickness [m] 0,015

Hygrothermal Functions

Moisture Storage Function

Liquid Transport Coefficient, Suction

Liquid Transport Coefficient, Redistribution

Water Vapour Diffusion Resistance Factor, moisture-depend

Thermal Conductivity, moisture-dependent

Thermal Conductivity, temperature-dependent

Enthalpy, temperature-dependent

Graph | Edit Table | from File...

Approximate

No.	RH [-]	Water Content [kg/m ³]
1	0,0	0,0
2	0,5	32,0
3	0,8	60,0
4	0,9	88,0
5	0,97	116,0
6	1,0	575,0

New

Delete

Copy

Paste into Material Database

Import...

Export...

OK

Abort

Help

熱と湿気のシミュレーションのためには最低限必要な物性値
Mindestens erforderlich für hygrothermische Berechnungen!

密度 Rohdichte „ ρ “

材料の重さを空隙も含む体積で
割ったもの

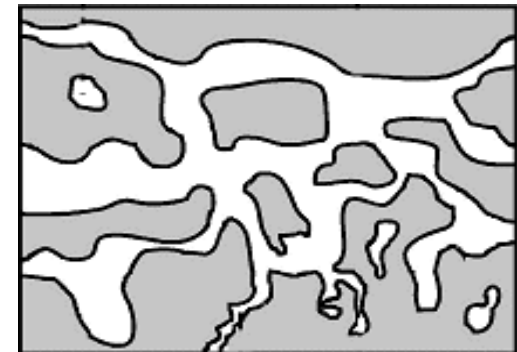
Gewicht des Materials bezogen auf dessen
Volumen inklusive Porenanteil

Basic Values

Bulk density [kg/m ³]	400,0
Porosity [m ³ /m ³]	0,73
Specific Heat Capacity, Dry [J/kgK]	1500,0
Thermal Conductivity, Dry, 10°C [W/mK]	0,09
Water Vapour Diffusion Resistance Factor [-]	200,0

- ほとんどの建材に対して知られている
Werte sind für die meisten Materialien bekannt
- 密度が影響を与えるのは Einfluss auf:
 - 熱容量 Wärmekapazität
 - 質量あたりの含水率 massenbezogene Wassergehalte

$$\rho = \frac{m_{dry}}{V_{total}} \left[\frac{kg}{m^3} \right]$$



空隙率 Porosität „P“

建材の全体の体積あたりの、
空隙が占める割合

Anteil des Porenraumvolumens am
Gesamtvolumen des Materials

- 空隙の中に水または水蒸気を含むような建材には必要

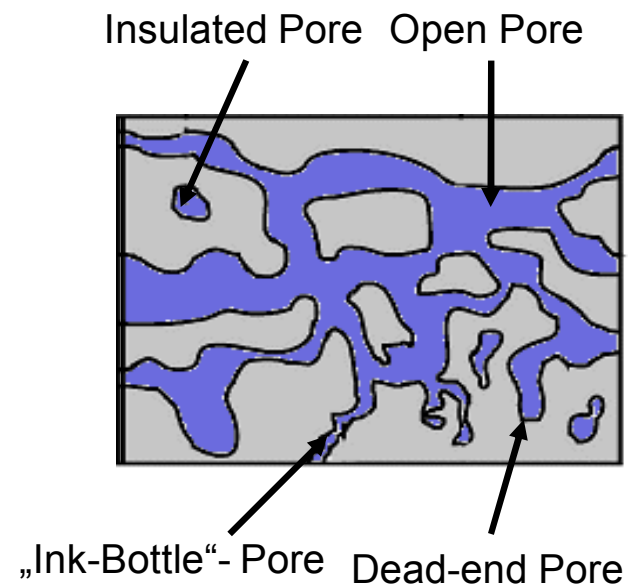
Erforderlich, falls der Baustoff Wasser oder Wasserdampf in das Porengefüge aufnehmen kann

- 最大含水率の算出に使われる
(例:空隙率0.8の建材は、最大で800kg/m³の水を含むことができる)

Definiert den maximalen Wassergehalt

$$P = 1 - \frac{\rho_{dry}}{\rho_{solid}} \left[\frac{m^3}{m^3} \right]$$

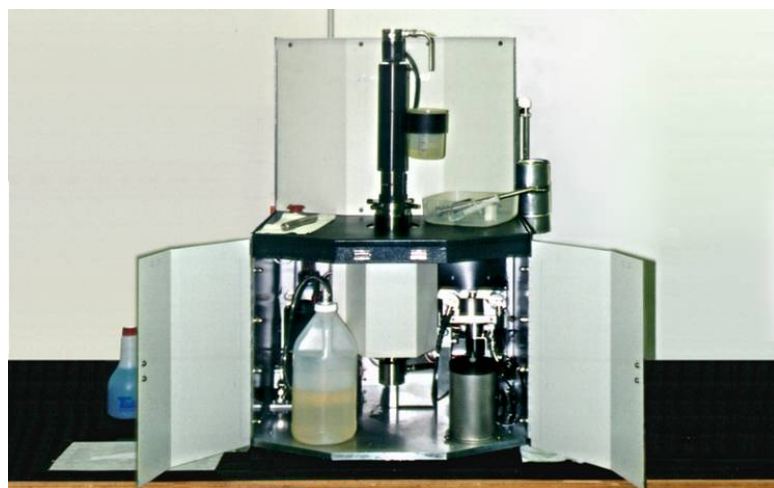
Basic Values	
Bulk density [kg/m ³]	400,0
Porosity [m ³ /m ³]	0,73
Specific Heat Capacity, Dry [J/kgK]	1500,0
Thermal Conductivity, Dry, 10°C [W/mK]	0,09
Water Vapour Diffusion Resistance Factor [-]	200,0



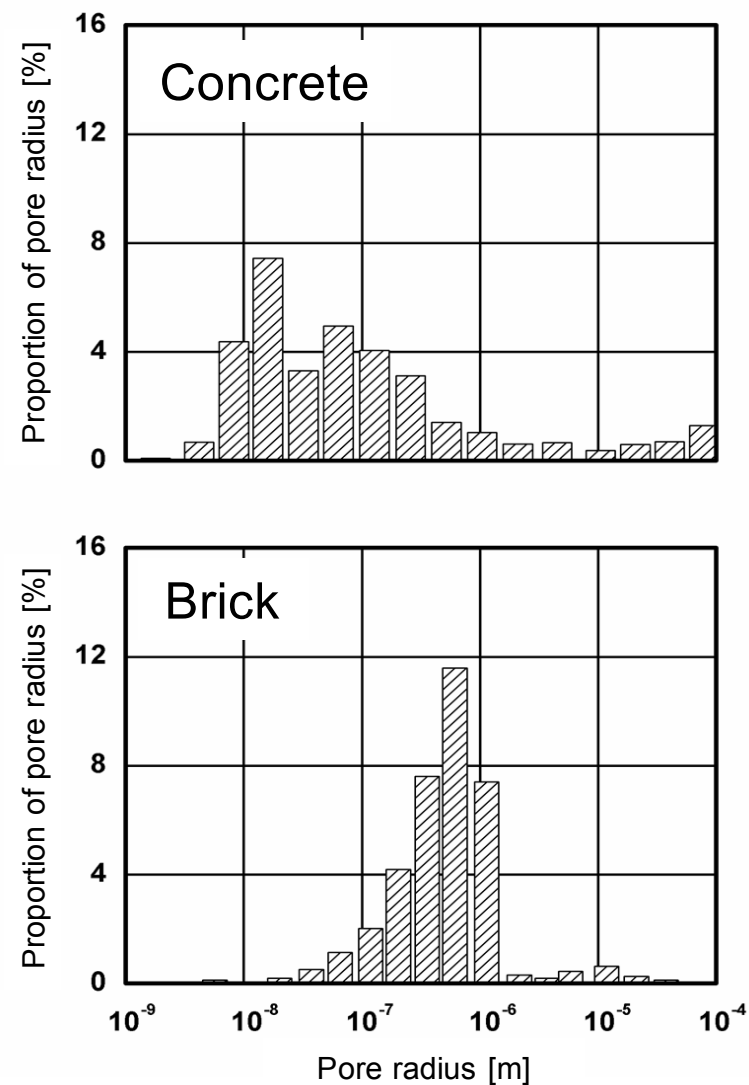
空隙率 Porosität „P“

測定方法 Measurement technique:

- 加圧式含水量測定 water saturation under pressure
- ヘリウムピクノメーター Helium pycnometry
- 水銀圧入式ポロシメーター (写真)
Quecksilberdruckporosimetrie(Foto)



MIP pore-size distribution



熱容量 Wärmekapazität „C“

1kgの建材の温度を1K上げるために必要な熱量

Wärmemenge, die einem Kilo des trockenen Baustoffs zugeführt werden muss, um diesen um ein Kelvin zu erwärmen

- 蓄熱量は、「乾燥した建材」と「建材に含まれる水分」の熱容量によって決まる

Wärmespeicherung ist die Summe aus der Wärmekapazität des

- trockenen Baustoffes
- darin enthaltenen Wassers

- 測定方法: カロリーメーター

Bestimmungsmethode: Kalorimeter

- ほとんどの建材について、熱容量は知られている

Werte sind für die meisten Materialien bekannt

Basic Values	
Bulk density [kg/m ³]	400,0
Porosity [m ³ /m ³]	0,73
Specific Heat Capacity, Dry [J/kgK]	1500,0
Thermal Conductivity, Dry, 10°C [W/mK]	0,09
Water Vapour Diffusion Resistance Factor [-]	200,0

Material	Heat capacity [J/kgK]
Aluminium	900
Iron / Steel	450
Lime or cement based materials, brick, etc.	850
Foam insulation (EPS, XPS, PU)	1500
Cork	1700
Wood	2100
Air	1000
Water	4200

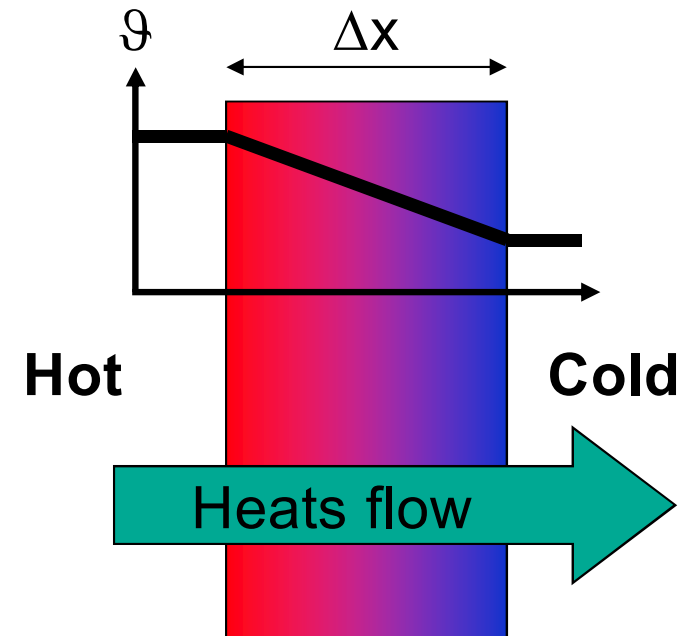
熱伝導率 Wärmeleitfähigkeit „ λ “

建材の両側に1Kの温度差があり、
1mの厚みの建材を通る熱の量

Wärmemenge, die pro Kelvin
Temperaturunterschied und Meter Materialstärke
durch das Material transportiert wird

測定法: ガーデット・ホット・プレート法

Bestimmungsmethode: Guardet Hot Plate



$$\lambda = -q \cdot \frac{\Delta x}{\Delta T} \left[\frac{W}{mK} \right]$$

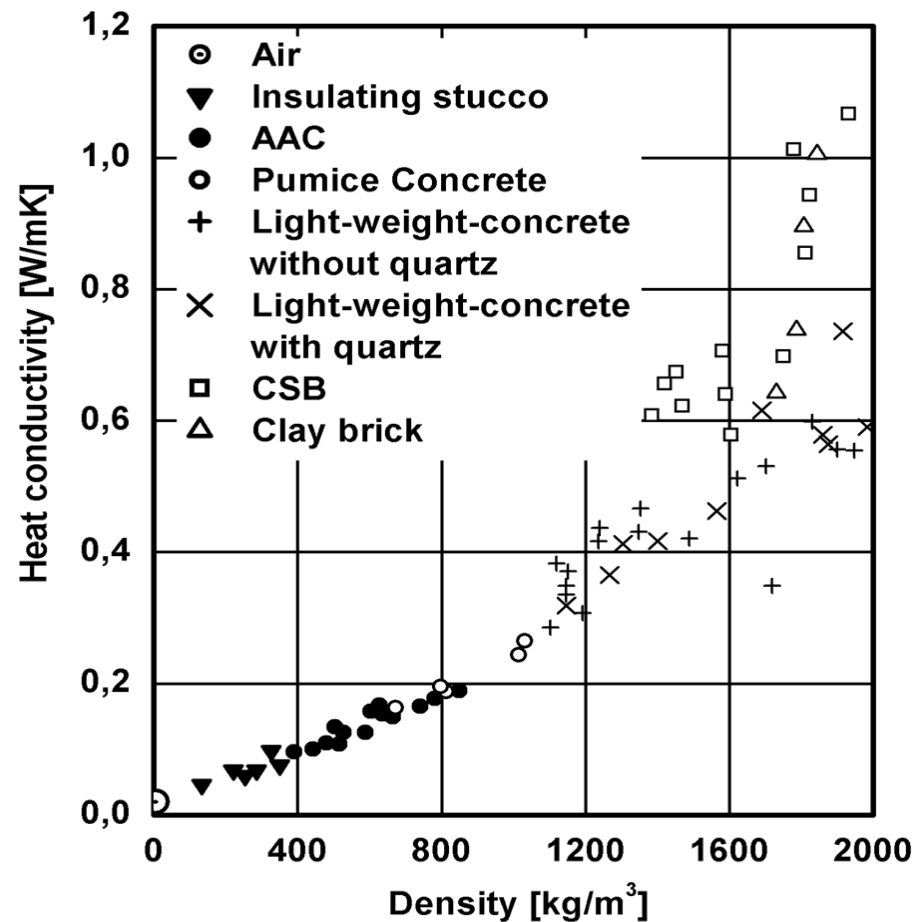


熱伝導率 Wärmeleitfähigkeit „ λ “

影響を与えるもの Abhängig von:

- 密度 Rohdichte

Basic Values	
Bulk density [kg/m ³]	400,0
Porosity [m ³ /m ³]	0,73
Specific Heat Capacity, Dry [J/kgK]	1500,0
Thermal Conductivity, Dry, 10°C [W/mK]	0,09
Water Vapour Diffusion Resistance Factor [-]	200,0



水蒸気拡散抵抗係数 Dampfdiffusionswiderstandszahl „ μ “

建材の透湿抵抗が、静止空気層の透湿抵抗の何倍であるかを表す数

Faktor, um den ein Material undurchlässiger für Dampftransport ist als eine gleich dicke, ruhende Luftschicht

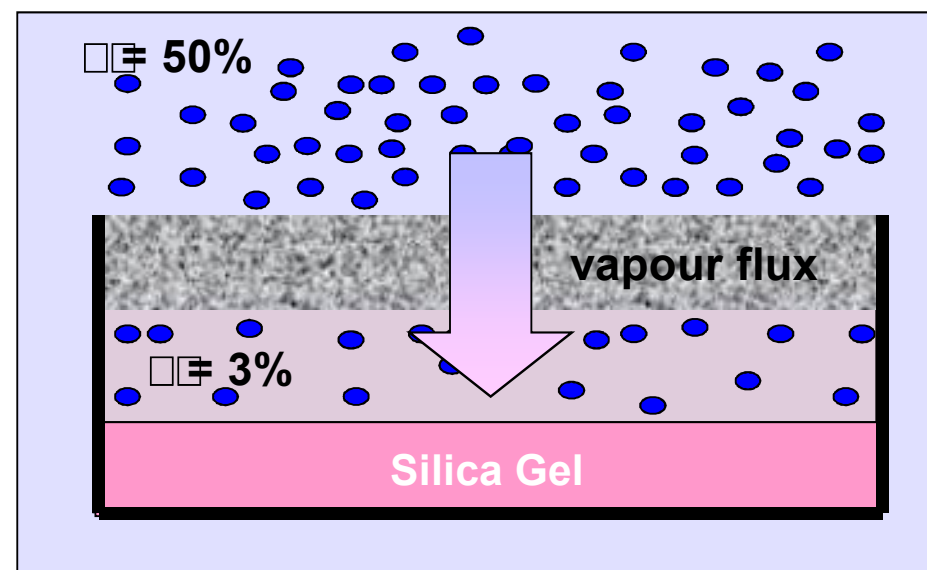
Basic Values	
Bulk density [kg/m ³]	400,0
Porosity [m ³ /m ³]	0,73
Specific Heat Capacity, Dry [J/kgK]	1500,0
Thermal Conductivity, Dry, 10°C [W/mK]	0,09
Water Vapour Diffusion Resistance Factor [-]	200,0

- 測定法: EN ISO 12572 の透湿測定

Bestimmungsmethode:

Diffusionsmessung gem. EN ISO 12572

- Dry-Cup



水蒸気拡散抵抗係数 Dampfdiffusionswiderstandszahl „ μ “

建材の透湿抵抗が、静止空気層の透湿抵抗の何倍であるかを表す数

Faktor, um den ein Material undurchlässiger für Dampftransport ist als eine gleich dicke, ruhende Luftschicht

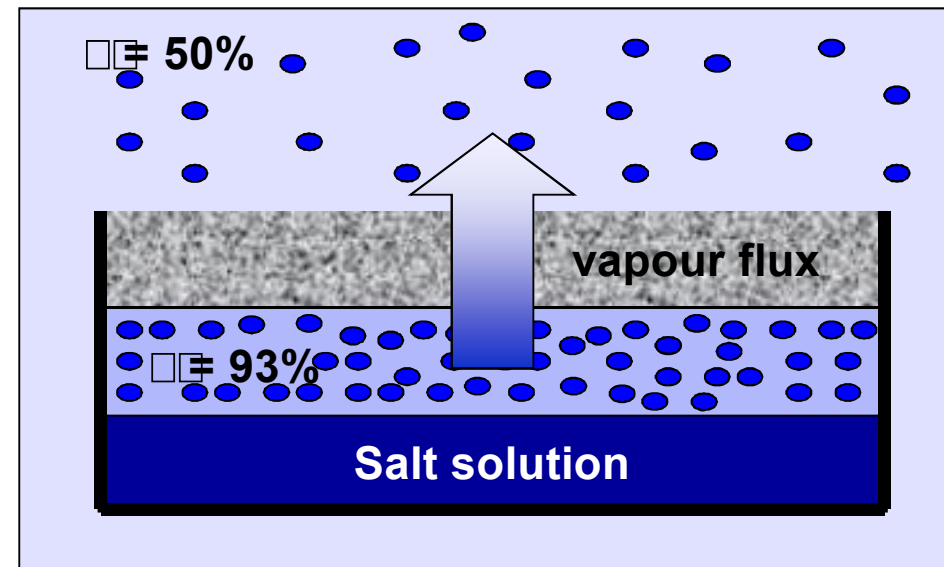
- 測定法: EN ISO 12572 の透湿測定

Bestimmungsmethode:

Diffusionsmessung gem. EN ISO 12572

- Dry-Cup (3-50%RH)

- Wet-Cup (50-93%RH)



水蒸気拡散抵抗係数 Dampfdiffusionswiderstandszahl „ μ “

日本でよく使用される物性値 ζ (ゼータ)

in Japan usually used property

名称 Name: 「透湿比抵抗」

単位 Unit: [msPa/kg] または [mhmmHg/kg]

定義 Definition:

材料の透湿抵抗そのものを表す

The vapor diffusion resistance itself of the material

$$\zeta = \mu \cdot 1/\delta \quad (\text{温度 } T, \text{ 大気圧 } P \text{ に依存})$$

(depend on the temperatur and air pressur)

$$\delta = 2.0 \times 10^{-7} \times T^{0.81} / P \quad [\text{kg/msPa}]$$

δ : 静止空気層の透湿率 moisture permeability of the air layer

ヨーロッパで一般的に使用される物性値 μ

(ミュー) In Europa usually used property

名称 Name: 「水蒸気拡散抵抗係数」

単位 Unit: [-]

定義 Definition:

材料の透湿抵抗が、同じ厚みの空気層の透湿抵抗 ($1/\delta$) に比べてどの程度大きいかを表す

how many times larger is the vapor diffusion resistance of a material than that of the same thick air layer ($1/\delta$)

$\mu = 1$: 空気、繊維材料 Luft, Faserdämmstoffe

$\mu = 10$: 石、左官 Mauersteine, Putze

$\mu = 100$: 硬質断熱材、コンクリート

Hartschaumdämmung, Beton

$\mu > 1000$: 防湿シート Abdichtungen, Dampfbremsen

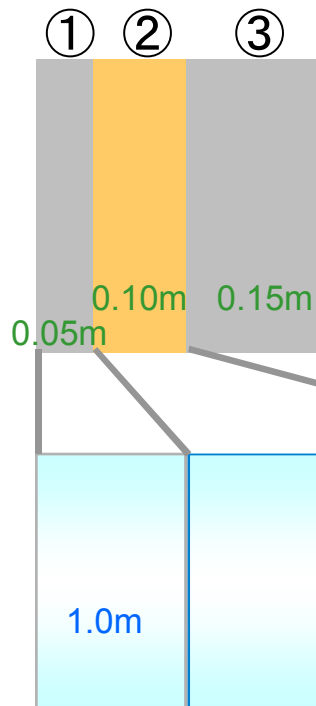
水蒸気拡散抵抗係数 Dampfdiffusionswiderstandszahl „ μ “

S_d 値 s_d -Wert

材料の透湿抵抗を、等価の透湿抵抗をもつ空気層の厚さで表現したもの。単位は[m]

Eine fiktive Länge, um den Wasserdampfdiffusionswiderstand eines Materials als eine Luftschichtdicke mit gleichem Widerstand zu zeigen.

$$s_d(m) = \mu(-) \times \text{材料の厚さ}(m)$$



- ① モルタル, $\mu=20$, $d=0.05m$, $S_d=20 \times 0.05= 1.0 m$
- ② PUR, $\mu=50$, $d=0.10m$, $S_d=50 \times 0.10= 5.0 m$
- ③ コンクリート, $\mu=100$, $d=0.15m$, $S_d=100 \times 0.15= 15.0 m$

S_d 値の合計 21.0 m

この壁構造の透湿抵抗は、空気層19m分の透湿抵抗と等価

Diffusionswiderstand dieser Konstruktion ist gleich wie der einer 19m dicken Luftschicht