

Bauplattform Denkmalpflege 2023

Dünne Schicht mit grossem Einfluss: Die bauphysikalischen Eigenschaften von Beschichtungen

Ritterhaus Bubikon, 21.09.2023, Thomas Stahl



Themen des Vortrags

Aufgaben einer Beschichtung

Beschichtungen im Laufe der Zeit

Worin sich Beschichtungen unterscheiden

Bauphysikalische Angaben und deren Bedeutung

Verhältnis von Feuchteaufnahme und Feuchteabgabe

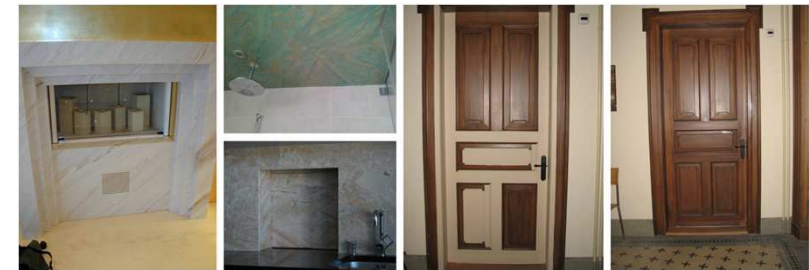
Fazit

Aufgaben einer Beschichtung

1. Die Welt ohne Farben wäre langweilig!



2. Imitation teurer Materialien und Oberflächen

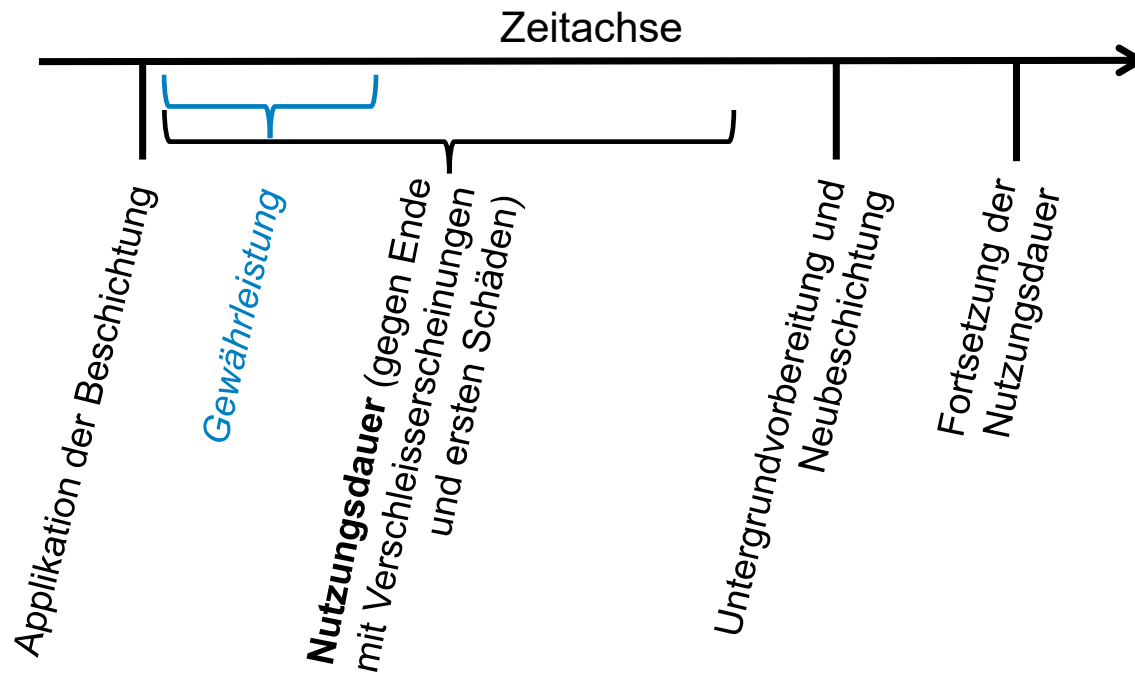


3. Schutzfunktion



Aufgaben einer Beschichtung

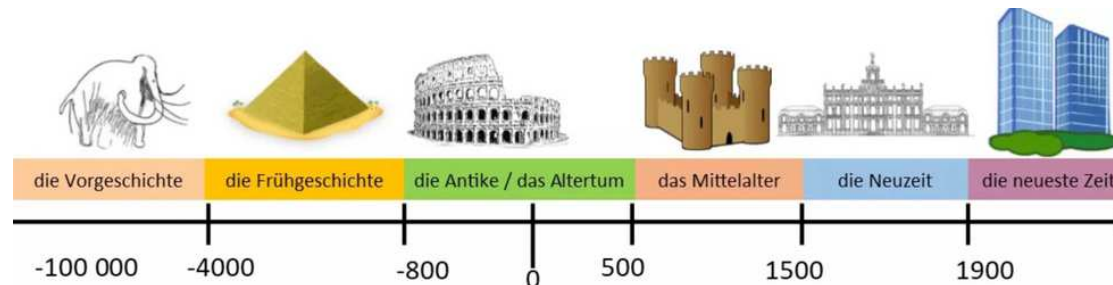
Zyklus einer Beschichtungsmassnahme:



Die Nutzungsdauer ist unter anderem abhängig von den bauphysikalischen Eigenschaften der Beschichtung!

Beschichtungsstoffe verhalten sich unterschiedlich!

Beschichtungen im Laufe der Zeit



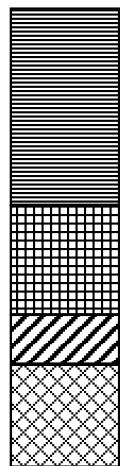
- Kalkfarben (Fresko, Secco)
- Kalk-Kasein Farben
- Leimfarben
- 2K-Silikatfarben
- Öllackfarben
- Lehmfarben
- Zementfarben
- Tempera Farben
- usw.

- Kunststoff-Dispersionsfarben
- Silikonharzfarben
- Dispersionssilikatfarben
- 2K-Epoxidharzfarben
- 2K-Polyurethanharzfarben
- Alkydharzfarben
- Dispersionslacke
- Chlorkautschukfarben
- Bitumenlackfarben
- usw.

Worin sich Beschichtungen unterscheiden

Physikalische und Chemische Eigenschaften:

Beschichtungen bestehen aus:



Lösemittel / Wasser

Bindemittel

Pigmente

Füllstoffe / Hilfsstoffe

in unterschiedlichem
Verhältnis zueinander

- Geruch
- Eigenfarbe der Bindemittel
- Trocknungszeit
- Viskosität
- Fähigkeit, Pigmente zu binden
- Diffusionsfähigkeit
- Schwund und Spannung
- Elastizität
- Wasseraufnahme
- Witterungsbeständigkeit
- Beständigkeit gegenüber chemischen Einflüssen
- usw.

Bauphysikalische Angaben und deren Bedeutung

Wasserdampfdiffusion (Diffusionswiderstandszahl μ)

Es gilt für eine Luftschicht $\rightarrow \mu = 1$
 und entsprechend für Baustoffe $\rightarrow \mu$ grösser 1

Metalle und Gläser \rightarrow **undurchlässig**

Stahlbeton \rightarrow **ca. 130**

Polystyrolämmung (EPS) \rightarrow **ca. 60 – 80**

Mineralwollämmung \rightarrow **ca. 2 – 3**

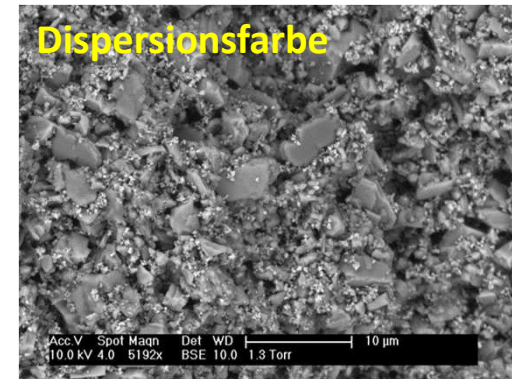
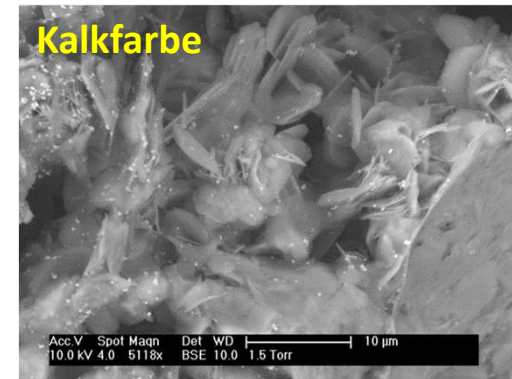
Acryllackfarbe (1 Anstrich) \rightarrow **ca. 3000 – 4000**

Öllackfarbe (1 Anstrich) \rightarrow **ca. 8000 – 10000**

Dispersionsfarbe (1 Anstrich) \rightarrow **ca. 900**

Dispersionssilikatfarbe (1 Anstrich) \rightarrow **ca. 350**

Kalkfarbe (1 Anstrich) \rightarrow **kleiner 100**



Bauphysikalische Angaben und deren Bedeutung

Wasserdampfdiffusion (diffusionsäquivalente Luftschichtdicke s_d)

Nun ist es so, dass die Dicke einer Materialschicht für den Diffusionswiderstand von entscheidender Bedeutung ist!

Es braucht also eine zusätzliche Grösse: den **s_d -Wert** (diffusionsäquivalente Luftschichtdicke)

$$s_d = \mu \cdot d \quad [\text{m}]$$

Je kleiner der s_d -Wert, desto diffusionsoffener ist die Schicht!

Bauphysikalische Angaben und deren Bedeutung

Wasserdampfdiffusion (diffusionsäquivalente Luftschichtdicke s_d)

Beispiel für folgenden Wandaufbau:

Innenputz 1,5cm (0,015m); $\mu = 10 \rightarrow s_d = 10 \cdot 0.015m = 0,15m$

Backstein 36 cm; $\mu = 6 \rightarrow s_d = 6 \cdot 0.36m = 2,16m$

Aussenputz 2cm; $\mu = 25 \rightarrow s_d = 25 \cdot 0.02m = 0,5m$

Gesamtwiderstand der Wand ohne Beschichtung = (0,15+2,16+0,5) = 2,81m

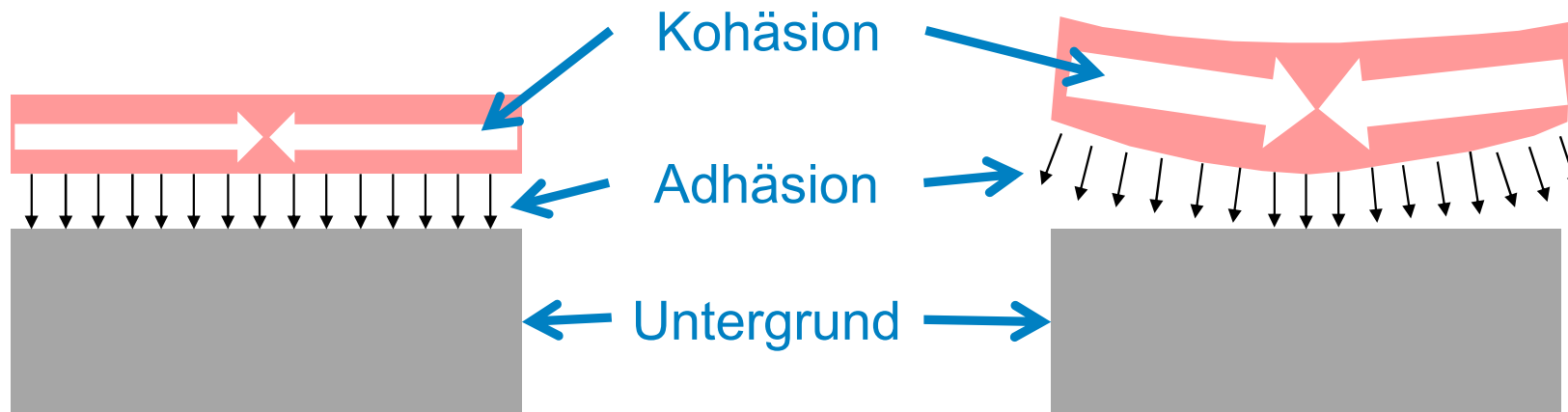
Variante A: 2x Beschichtung (gesamt 200 μm); $\mu = 5000 \rightarrow s_d = 5000 \cdot 0.0002m = 1m$

Variante B: 2x Beschichtung (gesamt 200 μm); $\mu = 800 \rightarrow s_d = 800 \cdot 0.0002m = 0,16m$

(Hinweis: 100 μm Schichtdicke sind 0,0001 m)

Bauphysikalische Angaben und deren Bedeutung

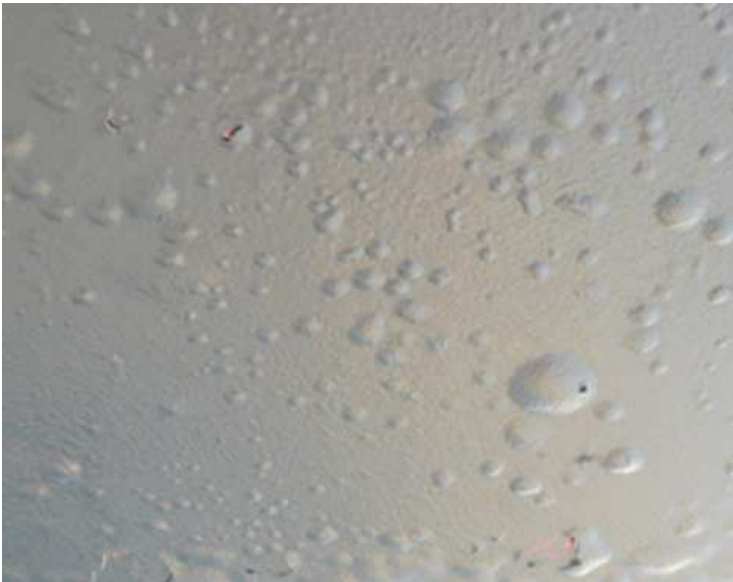
Adhäsion und Kohäsion



Die Adhäsionskraft bleibt mit zunehmender Schichtdicke gleich.
Die Kohäsionskraft nimmt mit der Schichtdicke zu → Abplatzungen

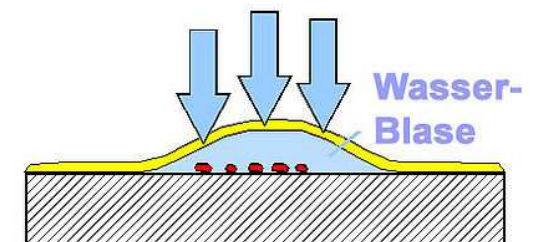
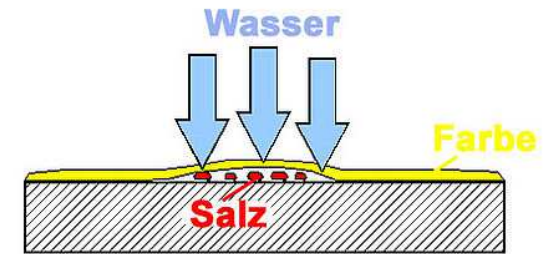
Bauphysikalische Angaben und deren Bedeutung

Osmose als Ursache für Anstrichschäden



Osmotische Blasen als Schadensbild

Salze wirken
hygroscopisch
(wasseranziehend)!



Bauphysikalische Angaben und deren Bedeutung

Kapillarität

Der w – Wert von Fassadenbeschichtungen ist in SN EN 1062 beschrieben.

$w < 0,1 \text{ kg / (m}^2 \cdot \text{h}^{0,5})$ gering wasserdurchlässig
 $w = 0,1 \text{ bis } 0,5 \text{ kg / (m}^2 \cdot \text{h}^{0,5})$ mittel wasserdurchlässig
 $w > 0,5 \text{ kg / (m}^2 \cdot \text{h}^{0,5})$ hoch wasserdurchlässig

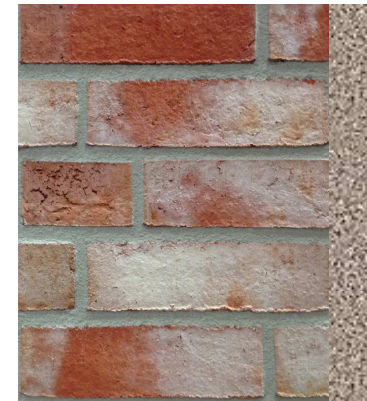


Näherungsweise Messung am Objekt

Beschichtungsstoffe mit einem kleineren w -Wert nehmen bei Berechnung weniger Wasser auf.

Bauphysikalische Angaben und deren Bedeutung

Kapillarität



Bei einer „**wasserabweisenden**“ Beschichtung und hydrophilem Untergrund wird kein/wenig Wasser durchgelassen. Die geringe Menge, die hindurch geht, wird im Untergrund verteilt.
→ Keine Gefahr von Frostschäden

Bei einer „**wasserdurchlässigen**“ Beschichtung und hydrophobem Untergrund wird wenig Wasser vom Untergrund aufgenommen. Bei geringen Aussentemperaturen friert die Beschichtung ab → Gefahr von Frostschäden

Bauphysikalische Angaben und deren Bedeutung

Wasserdampf – Diffusionsstromdichte (V-Wert)

Einheit [g/m² d]

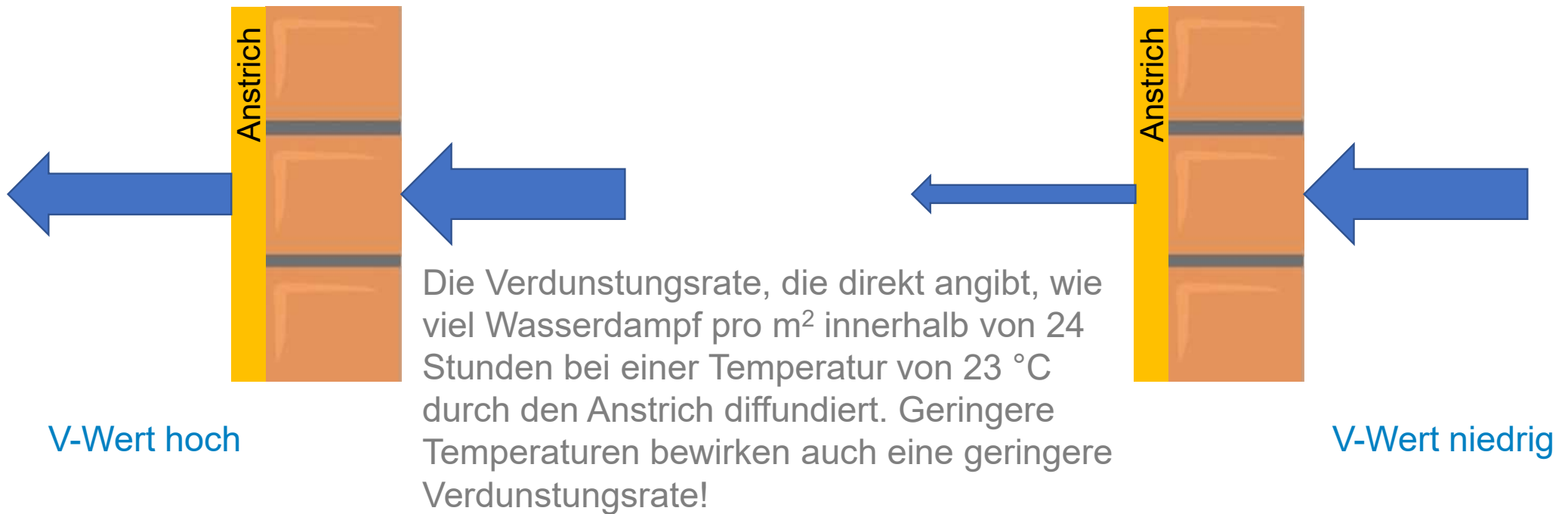
Angaben in einem Technischen Datenblatt:

Wasserdampf-Diffusionsstromdichte V	EN ISO 7783-2 ¹⁾	2100 ³⁾	g/(m ² ·d)
Wasserdampfdiffusion sd-Wert	EN ISO 7783-2 ¹⁾	0,01 ³⁾	m
Wasserdampfdiffusion μ-Wert ²⁾	EN ISO 7783-2 ¹⁾	50 ³⁾	
Wasserdurchlässigkeitsrate w	EN 1062-3	0,05 ⁴⁾	kg/(m ² ·√h)

Was ist das?

Bauphysikalische Angaben und deren Bedeutung

Wasserdampf – Diffusionsstromdichte (V-Wert)



Bauphysikalische Angaben und deren Bedeutung

Wasserdampf – Diffusionsstromdichte (V-Wert)

TIPP:

Den V – Wert kann man auch näherungsweise aus dem s_d – Wert berechnen.

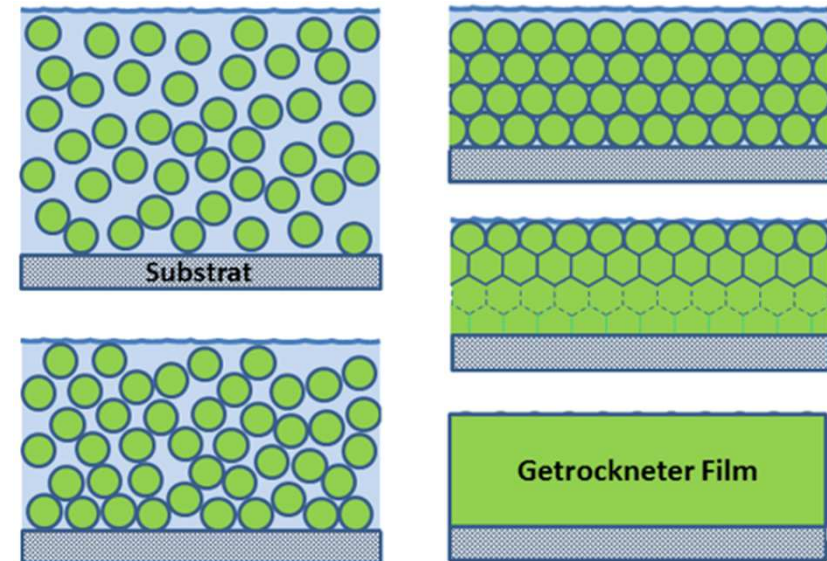
Denn oft wird im Technischen Merkblatt nur der s_d – Wert angegeben.

$$\mathbf{V - Wert = \frac{21}{s_d - Wert}}$$

Bauphysikalische Angaben und deren Bedeutung

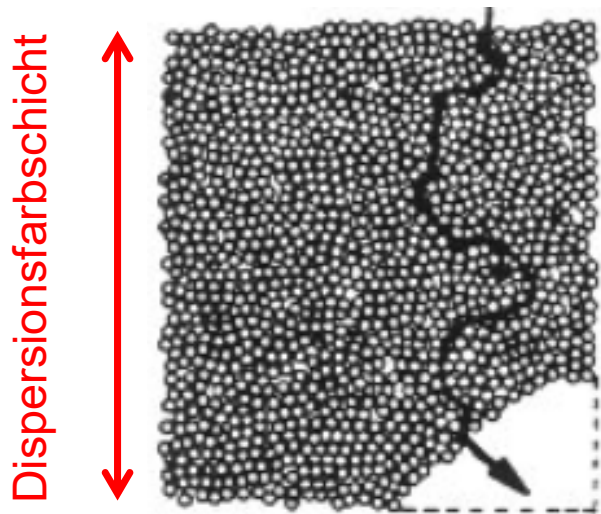
Lösungsdiffusion

Der sogenannte „kalte Fluss“ bezeichnet die physikalische Trocknung einer Kunststoffdispersionsfarbe (umgangssprachlich: Dispersionsfarbe).



Bauphysikalische Angaben und deren Bedeutung

Lösungsdiffusion



z.B. Dispersionsfarbe
 $\mu_{\text{dry}} = 900$; $\mu_{\text{wet}} = 750$

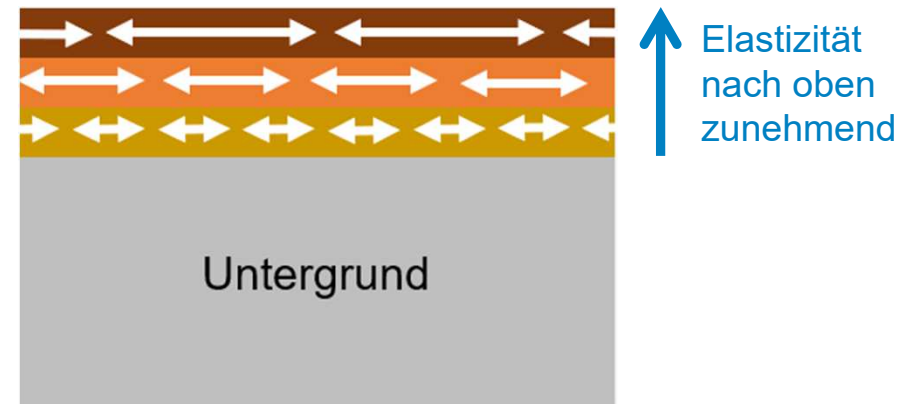
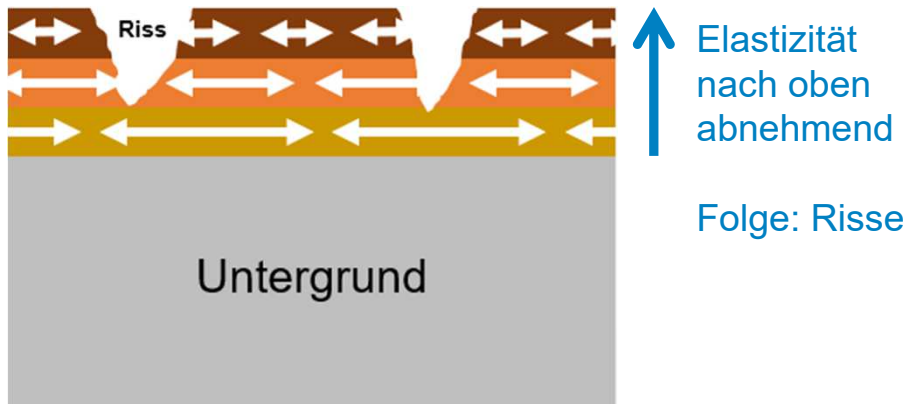
Als Lösungsdiffusion wird die Bewegung von Wassermolekülen innerhalb eines organischen Stoffes (z.B. Kunststoffe) mit eingelagerten Wassermolekülen bezeichnet. Die Löslichkeit erhöht sich mit der Dichte der hydrophilen (wasseranziehenden) Gruppen und mit der Temperatur.

Das Polymer quillt dadurch, was die Diffusion der Wassermoleküle erleichtert.

→ Feuchtigkeit hat Einfluss auf den μ - Wert

Bauphysikalische Angaben und deren Bedeutung

Elastizität von Anstrichstoffen



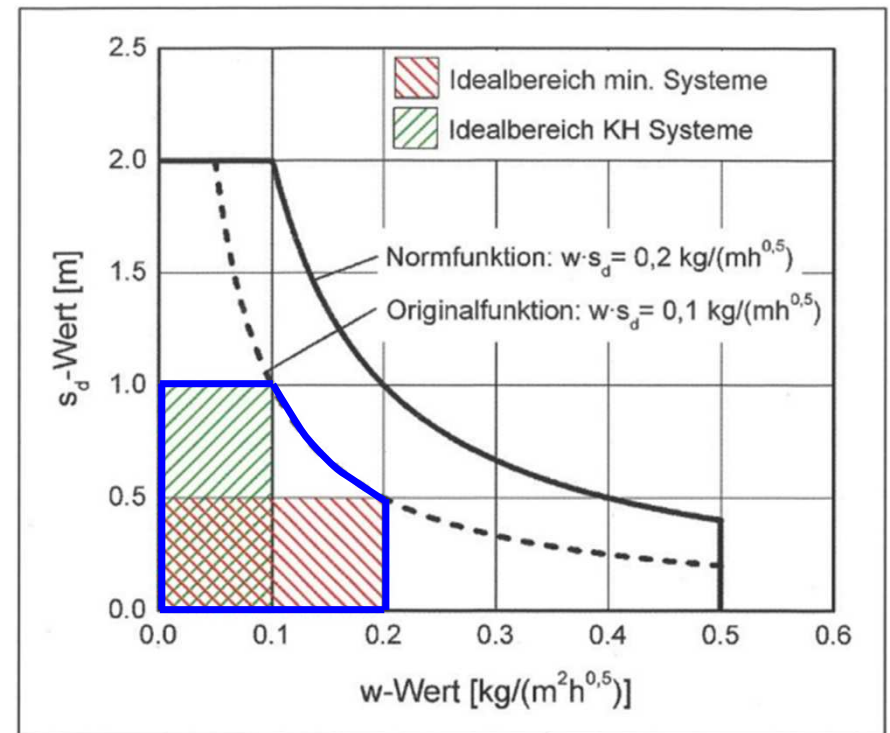
Bei der Reisslack-Technik gewollt

In Anstrichsystemen darf es zwischen den einzelnen Schichten keine hohen Elastizitäts- und Spannungsunterschiede geben. Ansonsten reißt der sprödere Zwischen- und/oder Schlussanstrich auf dem elastischeren Grundanstrich.

Verhältnis von Feuchteaufnahme und Feuchteabgabe

Anforderungen an wasserabweisende Putz- und Anstrichsysteme:

Wichtig ist, dass es ein Gleichgewicht zwischen Wasseraufnahme (w-Wert) und Abtrocknungsverhalten (sd-Wert) gibt.



Fazit

Es ist wichtig, die Technischen Eigenschaften von Beschichtungen mit den Objktanforderungen in Einklang zu bringen. Hierzu braucht es Abklärungen zwischen Fachplanern, Denkmalpflege, Eigentümern und Herstellern. Historisch ausgeführte Handwerkstechniken und Beschichtungsmaterialien haben eine andere Nutzungsdauer als moderne Anstrichsysteme.

Erwartung → Technische Eigenschaften → Nutzungsdauer

