

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 86 (1968)  
**Heft:** 49: Eduard Amstutz zum 65. Geburtstag, 2. Sonderheft

**Artikel:** Zur Frage der Wasserdampfdiffusion durch angestrichene Wände  
**Autor:** Hochweber, M.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-70196>

#### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 31.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

bare klopfbegrenzte Leistung, ausgedrückt in Prozenten jener von Isooktan.

Die verschiedenen im Handel üblichen Flugbenzine unterscheiden sich in der Klopffestigkeit. Neben einem ungebleiten OZ-80-Benzin sind in unserm Land vor allem die Sorten 100/130, 108/135 und 115/145 gebräuchlich. Die erste Zahl bedeutet jeweils die Leistungszahl mager, die zweite fett.

**Brennverhalten:** Wenn Flugturbinen auch keine klopfesten Treibstoffe benötigen wie die Ottomotoren, so muss dem Brennverhalten des Treibstoffs doch auch Aufmerksamkeit geschenkt werden. Die Probleme liegen hier bei einer möglichst raucharmen Verbrennung und einer nicht zu grossen Wärmestrahlung, letzteres zum Schutze der Brennkammern vor Überhitzung. Es kommt dabei, wie bereits erwähnt, vor allem auf die chemische Natur der Kohlenwasserstoffe des Treibstoffs an, über die andere Prüfmethoden Aussagen machen.

Wichtig ist dann aber auch die Bestimmung des *Russpunktes*, d.h. der in einem genormten Lämpchen bei russfreier Verbrennung zu erzielenden maximalen Flammenhöhe. Diese soll beim Flugpetrol mindestens 20 mm betragen. Beim Wide-Cute-Gasoline

bringt man den Russpunkt noch mit der Flüchtigkeit in Beziehung und ermittelt den sog. *Russpunkt-Flüchtigkeits-Index*.

Über die von einem Treibstoff im Vergleich zu Bezugstreibstoffen abgegebene Strahlungswärme gibt die *Luminometerzahl* Auskunft, Bild 6.

**Heizwert:** Die mit dem Treibstoff «getankten Kalorien» begrenzen die Nutzlast, bzw. den Aktionsradius des Flugzeugs. Je nachdem sollte der Heizwert, ausgedrückt in kcal/kg oder kcal/l, möglichst hoch sein. Obwohl die Kohlenwasserstoffe verschiedener Familien etwas unterschiedliche Heizwerte aufweisen, verbietet sich in der Praxis die Auswahl des Treibstoffs nach Heizwert, weil man damit das Angebot zu sehr einschränken und den Preis in die Höhe treiben würde.

Dennoch ist die Kenntnis des Heizwertes für den Flugbetrieb wichtig. Er wird allerdings selten wirklich bestimmt, sondern in der Regel aus der *Anilin-Gravity-Konstanten* abgeleitet. Für Flugbenzin OZ 80 und 100/130 muss sie mindestens 7500, für die Sorte 115/145 mindestens 10 000, und für Wide-Cut-Gasoline und Flugpetrol schliesslich mindestens 5250 betragen. Dies entspricht einem untern Heizwert von 10 400, bzw. 10 500, bzw. 10 220 kcal/kg.

## Zur Frage der Wasserdampfdiffusion durch angestrichene Wände

DK 667.613 : 546.212 : 533.15

Von Dr. M. Hochweber, Vorstand der Abt. Farben und Lacke der EMPA, Dübendorf-Zürich

### 1. Allgemeines

Die meisten Schäden an gestrichenen Außenfassaden und Innenwänden hängen mit Diffusionserscheinungen und Kondensationsvorgängen von Wasserdampf in den Wandkonstruktionen zusammen. Während die rechnerische Behandlung des Wärmedurchgangs durch Wandkonstruktionen längst Allgemeingut geworden ist und die dazu benötigten Zahlenwerte in weitem Umfang bekannt sind, trifft dies für den Durchgang von Wasserdampf nur in geringerem Masse zu, obwohl die Grundlagen dafür schon lange vorhanden sind. Im Literaturverzeichnis sind einige Arbeiten über Diffusionsvorgänge in Wänden aus den letzten Jahren angeführt, die zum Teil umfangreiche Literaturhinweise auf frühere Arbeiten enthalten [2], [3], [6].

Vor etwa zwölf Jahren wurde die sogenannte Gemeinschaftsgleichung zur Berechnung des Wasserdampfdurchgangs durch Wandkonstruktionen von verschiedenen deutschen Forschern aufgestellt. Sie lehnt sich an die für den Wärmedurchgang gültige Grundgleichung an, ein Gedankengang, der schon früher geäusserzt wurde [4], [5]).

$$(1) \quad g = \frac{\Delta P}{\frac{1}{\beta'_1} + \frac{s_1}{\delta'_1} + \frac{s_2}{\delta'_2} + \dots + \frac{1}{\beta'_2}}$$

$g$  = stündlich durch  $1 \text{ m}^2$  Wand diffundierende Wassermenge in  $\text{kg}/\text{m}^2 \text{ h}$

$\Delta P$  = Differenz der Wasserdampf-Partialdrücke in der Luft an beiden Wandseiten in  $\text{kPa}/\text{m}^2$

$\beta'_1, \beta'_2$  = Wasserdampfübergangszahl Luft-Wand bzw. Wand-Luft in  $1/\text{h}$

$s_1, s_2$  = Dicken der aufeinander folgenden Wandschichten in  $\text{m}$

$\delta'_1, \delta'_2$  = Dampfleitzahlen der aufeinander folgenden Wandschichten in  $\text{m}/\text{h}$

$\beta^*$  und  $\delta^*$  sind abgeleitete Grössen:

$$(2) \quad \beta' = \frac{\beta}{R_D T} \quad \delta' = \frac{D}{\mu R_D T}$$

$R_D$  = Gaskonstante für Wasserdampf ( $47,1 \text{ mKp}/\text{kg}^\circ\text{K}$ )

$T$  = abs. Temp. in  $^\circ\text{K}$

$\beta$  = Stoffübergangszahl in  $\text{m}/\text{h}$

$D$  = Wasserdampf-Diffusionszahl in Luft in  $\text{m}^2/\text{h}$

$\mu$  = Diffusionswiderstandsfaktor der Stoffe der einzelnen Schichten

Für die praktischen Berechnungen können die Übergangszahlen  $\beta'$  vernachlässigt werden, wodurch sich die Grundgleichung (1) ver-

einfacht. Die Werte für  $D/R_D T$  sind tabelliert, sodass die Berechnungen stark vereinfacht werden.

Die Dampfleitzahl  $\delta$  wird in der Regel gravimetrisch durch Wägung des Wasserdampfdurchgangs durch eine geeignete Probe bestimmt, wenn beidseit der Probe verschiedene, bekannte Partialdrücke herrschen. Man beschränkt sich meist auf versuchstechnisch einfache isotherme Bedingungen und benützt zur Einstellung der verschiedenen Luftfeuchtigkeiten Trocknungsmittel und geeignete Salzlösungen<sup>2)</sup>.

Die Dampfleitzahl  $\delta$  ist dann

$$(3) \quad \delta = \frac{G s}{\Delta P}$$

$G$  = Gewicht des durch die Probe hindurchdiffundierenden Wasserdampfes in  $\text{kg}/\text{m}^2 \text{ h}$ .

$s$  = Dicke der Probe.

der gesuchte Diffusionswiderstandsfaktor  $\mu$  wird

$$\mu = \frac{\Delta P}{G s} \frac{D}{R_D T}$$

Der Diffusionswiderstandsfaktor gibt an, wieviel mal grösser der Diffusionswiderstand eines Stoffes im Vergleich zu einer ruhenden Luftsicht gleicher Abmessung und unter gleichen Bedingungen ist.

Aus den Gleichungen (1) und (2) ergibt sich die Beziehung

$$(4) \quad \mu s = \mu_1 s_1 + \mu_2 s_2 + \dots + \mu_n s_n$$

$\mu$  = Diffusionswiderstandsfaktor einer Schichtenkombination

$s$  = Gesamtdicke der Schichtenkombination

$\mu_1, \mu_2$  = Diffusionswiderstandsfaktoren der einzelnen Schichtstoffe

$s_1, s_2$  = Dicken der einzelnen Schichten

Mit Hilfe der Beziehung (4) lassen sich Diffusionswiderstandsfaktoren einzelner Schichten indirekt bestimmen, also etwa den eines Anstriches auf seiner Unterlage, indem zuerst das Trägermaterial allein und dann in angestrichenem Zustand geprüft und daraus der Wert für den aufgetragenen Anstrich allein berechnet wird.

Die Kenntnis des Verhaltens der Stoffe in Kombinationen ist insbesondere bei Anstrichstoffen wichtig, da in der Praxis auf den hier interessierenden Unterlagen nie gleichmässig dicke Schichten vorliegen, sondern sich durch Unterschiede im Aufsaugvermögen, in der Arbeitsweise usw. eine sehr breite Streuung der Schichtdicken ergibt. Bei stark saugenden Unterlagen haben Schichtdickenangaben überhaupt nur noch rechnerische Bedeutung.

<sup>2)</sup> Vgl. hierzu den Aufsatz von R. Sagelsdorff: Die neue k-Wert-Kammer an der EMPA, in diesem Heft.

Im folgenden werden einzelne dieser für Anstrichstoffe typischen Fragen etwas näher untersucht.

## 2. Die Abhängigkeit des Diffusionswiderstandsfaktors vom Partialdruckbereich

Es ist schon lange bekannt, dass die Dampfleitzahlen und die damit zusammenhängenden Größen von den Versuchsbedingungen abhängen, das heißt dass sich beispielsweise bei gleicher Partialdruckdifferenz von 40 kp/m<sup>2</sup> verschiedene Dampfleitzahlen ergeben, wenn einmal zwischen Partialdrücken von 200 und 160 kp/m<sup>2</sup> und dann zwischen 60 und 20 kp/m<sup>2</sup> gemessen wird. Dampfleitzahlen und Diffusionswiderstandsfaktoren sind somit keine Stoffkonstanten, sondern Funktionen der Partialdrücke. Ursache dieser Abhängigkeit ist wohl in erster Linie das mit höheren Partialdrücken zunehmende Mitspielen anderer Vorgänge wie Adsorption, Quellung und Kapillarkondensation am Stofftransport.

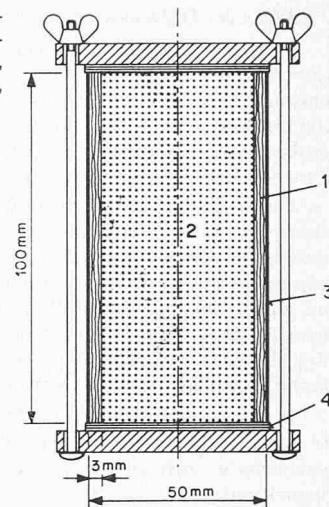
Für einige Anstrichstoffe auf Buchenholz wurde diese Abhängigkeit wie folgt näher untersucht. Aus Buchenholz gedrehte Rohrschnitte nach Bild 1 von der Länge 100 mm, Aussendurchmesser 50 mm, Wandstärke 3 mm erhielten auf der äusseren Mantelfläche je einen zweifachen Anstrich und wurden dann mit Silikagel oder Schälchen mit gesättigter Kochsalz- bzw. Chlorkalziumlösung beschickt und oben und unten abgedeckt. Die Rohrform der Prüflinge wurde gewählt, um alle möglichen Schnitttrichtungen im Holz integral einzubeziehen.

Durch periodisches Wägen der in üblicher Weise bei 20 °C über Wasser bzw. den vorgenannten Agentien gelagerten Proben wurde die Gewichtsveränderung ermittelt und nach Einstellung des Diffusionsgleichgewichtes die Dampfleitzahl und der Diffusionswiderstandsfaktor der Kombination Buchenholz + Anstrich berechnet. Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 zusammengestellt.

Im Bereich hoher Feuchtigkeit, zwischen 238 und 183 kp/m<sup>2</sup> Dampfpartialdruck, entsprechend 100% und 77% relativer Luftfeuchtigkeit, sind die Diffusionswiderstandsfaktoren durchwegs wesentlich geringer als in den Bereichen geringerer Feuchtigkeit. Sie sind am höchsten zwischen 71 und 0 kp/m<sup>2</sup> Dampfdruck, entsprechend 30 und 0% relativer Luftfeuchtigkeit. Der Wert für die ganze Luftfeuchtigkeitsspanne zwischen 238 und 0 kp/m<sup>2</sup> Dampfdruck (100% und 0% rel. Luftfeuchtigkeit) liegt etwa in der Mitte.

Es sind hier die theoretischen Sättigungsdrücke und Luftfeuchtigkeiten über den genannten Agentien angegeben und in den Rechnungen verwendet worden. Im praktischen Versuch ist ihre Verwirklichung sehr schwierig, und die Versuchsbedingungen weichen meist um wenige

Bild 1. Prüfvorrichtung zur Bestimmung des Diffusionswiderstandsfaktors. 1 Prüfkörper aus Buchenholz, 2 Silikagel-Füllung, 3 Prüfanstrich, 4 elastische Dichtung



Prozente vom theoretischen Wert ab. Für die Berechnung an den hier interessierenden Systemen genügt jedoch diese Grundlage, da die durch die Natur der Prüflinge bedingten Schwankungen bedeutend grösser sind und sich die Unterschiede in den Diffusionswiderstandsfaktoren der verschiedenen Stoffe in Grössenordnungen auswirken.

Mit der empirischen Annäherungsformel

$$(5) \quad \mu_{Pi} = \frac{125 \mu_{P238-0}}{P_i}$$

$\mu_{Pi}$  = Diffusionswiderstandsfaktor im Bereich  $i$  mit dem mittleren Dampfpartialdruck  $P_i$ .

$\mu_{P238-0}$  = Diffusionswiderstandsfaktor, gemessen zwischen 238 und 0 kp/m<sup>2</sup> Dampfdruckgefälle.

können die Diffusionswiderstandsfaktoren in den verschiedenen Feuchtbereichen aus den wie meist üblich zwischen dampfgesättigter und trockener Atmosphäre ermittelten Werten abgeschätzt werden. Die so berechneten Werte sind in der 5. Kolonne der Tabelle 1 enthalten.

Tabelle 1. Abhängigkeit des Diffusionswiderstandsfaktors  $\mu$  vom Partialdruckgefälle bei 20 °C, gemessen an Buchenholz von 3 mm Dicke

| Probe                                | Partialdruck<br>aussen<br>kp/m <sup>2</sup> | Partialdruck<br>innen<br>kp/m <sup>2</sup> | Anstrich-<br>stoffmenge<br>kg/m <sup>2</sup> <sup>1)</sup> | Faktor $\mu$<br>gemessen | Faktor $\mu$<br>berechnet <sup>2)</sup> |
|--------------------------------------|---|--|--|--------------------------|---|
| ohne Anstrich                        | 71  | 0  | —  | 230                      | 210                                     |
|                                      | 183   | 71   | —  | 103                      | 59                                      |
|                                      | 238   | 183  | —  | 36                       | 35                                      |
|                                      | 238   | 0  | —  | 60                       | —                                       |
| zweimal<br>Dispersionsfarbe          | 71  | 0  | 0,165  | 580                      | 550                                     |
|                                      | 183   | 71   | bis  | 210                      | 156                                     |
|                                      | 238   | 183  | 0,190  | 73                       | 94                                      |
|                                      | 238   | 0  | —  | 160                      | —                                       |
| zweimal<br>Ölfarbe                   | 71  | 0  | 0,165  | 1170                     | 1920                                    |
|                                      | 183   | 71   | bis  | 450                      | 540                                     |
|                                      | 238   | 183  | 0,190  | 250                      | 320                                     |
|                                      | 238   | 0  | —  | 550                      | —                                       |
| zweimal<br>Kunstharzfarbe<br>(Alkyd) | 71  | 0  | —  | 2200                     | 3840                                    |
|                                      | 183   | 71   | —  | 1050                     | 1070                                    |
|                                      | 238   | 183  | —  | 410                      | 650                                     |
|                                      | 238   | 0  | —  | 1100                     | —                                       |
| zweimal<br>Chlorkautschukfarbe       | 71  | 0  | —  | 5840                     | 9200                                    |
|                                      | 183   | 71   | —  | 3400                     | 2580                                    |
|                                      | 238   | 183  | —  | 1700                     | 1550                                    |
|                                      | 238   | 0  | —  | 2640                     | —                                       |

<sup>1)</sup> trocken

<sup>2)</sup> angenähert nach Gl. (5)

Tabelle 2. Einfluss der Diffusionsrichtung auf den Diffusionswiderstandsfaktor  $\mu$ , gemessen an Buchenholz von 3 mm Dicke bei 20 °C und einem Partialdruckgefälle von 155—0 kp/m<sup>2</sup>

| Grundierung | Auftrag-<br>menge <sup>1)</sup><br>kg/m <sup>2</sup> | Auftrag-<br>dicke <sup>2)</sup><br>mm | Faktor $\mu$ |
|-------------|--|---------------------------------------|--------------|
|             | Holz →<br>Anstr.                                     | Anstr. →<br>Holz                      |              |
| Kunstharz A | 0,075  | 0,038                                 | 145          |
| Kunstharz B | 0,10   | 0,044                                 | 213          |
| Bleidioxid  | 0,12   | 0,060                                 | 313          |
| Kunstharz C | 0,08   | 0,045                                 | 315          |
|             |  |                                       | 500          |

<sup>1)</sup> trocken <sup>2)</sup> berechneter Mittelwert

Tabelle 3. Diffusionswiderstandsfaktor  $\mu$ . Vergleich von gemessenen und nach Gl. (4) berechneten Werten, t = 20 °C

| Anstrich              | Holz<br>ohne<br>Anstrich | freier<br>Farbfilm | freier<br>Farbfilm | Holz mit<br>Anstrich<br>zweifach | Holz mit<br>Anstrich<br>vierfach |
|-----------------------|--------------------------|--------------------|--------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Dispersions-<br>farbe | gemessen<br>berechnet    | 72<br>—            | 6000<br>—          | 5000<br>—                        | 200<br>180                       |
| Ölfarbe               | gemessen<br>berechnet    | 80<br>—            | 18000<br>—         | 20000<br>—                       | 450<br>390                       |
| Kunstharzfarbe        | gemessen<br>berechnet    | 77<br>—            | 41000<br>—         | 27000<br>—                       | 700<br>780                       |
|                       |                          |                    |                    |                                  | 1400<br>960                      |

Für den Wert  $\mu_2$  in Gl. (4) wurden die am freien Farbfilm gemessenen Werte verwendet.

### 3. Einfluss der Diffusionsrichtung

Es ist zu erwarten, dass der Diffusionswiderstandsfaktor einer Kombination von der Diffusionsrichtung abhängt. Die einzelnen Schichten sind in dem sich bildenden Feuchtigkeitsgefälle in der Kombination je nach der Diffusionsrichtung verschiedenen Feuchtigkeitsbereichen ausgesetzt, was, wie der vorstehende Abschnitt zeigt, zu merkbaren Unterschieden führen kann.

Dieser Einfluss zeigt sich an den in Tabelle 2 zusammengestellten Messwerten. Die Werte wurden an Buchenholzröhren der vorbeschriebenen Ausmasse ermittelt, die in einer Serie aussen und einer anderen Serie innen mit vier verschiedenen Grundierungen gestrichen und einem Dampfdruckgefälle von  $155 \text{ kp/m}^2$  aussen und  $0 \text{ kp/m}^2$  innen ausgesetzt waren. Die angeführten Diffusionswiderstandsfaktoren beruhen auf dem Mittelwert aus Doppelbestimmungen der Dampfleitzahlen, die jeweils weniger als  $\pm 10\%$  vom Mittel abweichen.

In allen untersuchten Proben diffundierte der Wasserdampf leichter in Richtung Holz → Anstrich als umgekehrt. Ähnliche Ergebnisse lieferte auch eine mit unglasierten Tonröhren durchgeführte Versuchsreihe.

### 4. Vergleich zwischen freien und aufgestrichenen Filmen

In diffusionsfähigen Systemen mit Anstrichen liegt der Anstrichfilm wohl selten als eine beidseitig scharf begrenzte Schicht vor. In der Regel wird er mehr oder weniger stark in die Trägerschicht eingedrungen sein und dabei oft eine gewisse Trennung erfahren haben. Es ist deshalb nicht ohne weiteres anzunehmen, dass die Beziehung (4) erfüllt wird, wenn die an freien Filmen ermittelten Werte zur Berechnung der Kombinationen eingesetzt werden.

Zur Überprüfung dieser Frage wurden die Diffusionswiderstandsfaktoren von  $3 \times 3$  Buchenholzzyllindern nach Bild 1 zwischen 183 und  $0 \text{ kp/m}^2$  Dampfpartialdruck ermittelt und die Bestimmung nach 2 und 4 Anstrichen mit je 3 verschiedenen Anstrichstoffen wiederholt. Unter dem gleichen Partialdruckgefälle wurden schliesslich freie, durch 2- und 4fachen Anstrich in vergleichbarer Dicke auf Teflon hergestellte, plane Anstrichfilme untersucht. Tabelle 3 enthält die aus der dreifachen Bestimmung berechneten Mittelwerte der Diffusionswiderstandsfaktoren. Für die auf Holz aufgetragenen Anstriche wurde die rechnerische, der Auftragsmenge entsprechende Dicke eingesetzt.

Tabelle 4. Veränderung des Diffusionswiderstandsfaktors  $\mu$  mit dem Alter bei Anstrichen auf unglasiertem Ton von 4 mm Dicke,  $t = 20^\circ \text{C}$ , Dampfdruckgefälle  $238 - 0 \text{ kp/m}^2$

| Farbe                            | Ver-  | Frist    | Dampf-                | Faktor $\mu$ |                      |
|----------------------------------|-------|----------|-----------------------|--------------|----------------------|
|                                  | sueh- |          | leitzahl              | Ton und      | Anstrich             |
|                                  |       |          | m/h                   | Anstrich     | allein <sup>1)</sup> |
| Dispersion<br>0,053 mm           | 1     | 4 Wochen | $6,52 \cdot 10^{-8}$  | 105          | 4700                 |
|                                  |       | 3 Jahre  | $7,69 \cdot 10^{-8}$  | 89           | 3500                 |
|                                  | 2     | 4 Wochen | $6,97 \cdot 10^{-8}$  | 98           | 4200                 |
|                                  |       | 3 Jahre  | $11,10 \cdot 10^{-8}$ | 62           | 1400                 |
| Öl<br>0,092 mm                   | 1     | 4 Wochen | $0,47 \cdot 10^{-8}$  | 1450         | 61000                |
|                                  |       | 3 Jahre  | $0,65 \cdot 10^{-8}$  | 1050         | 46000                |
|                                  | 2     | 4 Wochen | $0,44 \cdot 10^{-8}$  | 1550         | 65000                |
|                                  |       | 3 Jahre  | $0,49 \cdot 10^{-8}$  | 1390         | 59000                |
| Kunstharz<br>(Alkyd)<br>0,068 mm | 1     | 4 Wochen | $0,49 \cdot 10^{-8}$  | 1400         | 80000                |
|                                  |       | 3 Jahre  | $0,45 \cdot 10^{-8}$  | 1520         | 87000                |
|                                  | 2     | 4 Wochen | $0,59 \cdot 10^{-8}$  | 1160         | 66000                |
|                                  |       | 3 Jahre  | $0,53 \cdot 10^{-8}$  | 1250         | 71000                |
| Chorkautschuk<br>0,061 mm        | 1     | 4 Wochen | $0,109 \cdot 10^{-8}$ | 6270         | 410000               |
|                                  |       | 3 Jahre  | $0,200 \cdot 10^{-8}$ | 3420         | 220000               |
|                                  | 2     | 4 Wochen | $0,162 \cdot 10^{-8}$ | 4220         | 274000               |
|                                  |       | 3 Jahre  | $0,190 \cdot 10^{-8}$ | 3600         | 234000               |

1) berechnet nach Gl. (4)

Tabelle 5. Ungefährre Diffusionswiderstandsfaktoren  $\mu$  der Anstriche

|                   | aus Tab. 3<br>(Buchenholz) | aus Tab. 4<br>(Ton) |
|-------------------|----------------------------|---------------------|
| Dispersionsfarben | 5500                       | 4500                |
| Ölsfarben         | 20000                      | 65000               |
| Kunstharzfarben   | 30000                      | 70000               |

Im Hinblick auf den Unterschied zwischen den freien und den auf das Buchenholz aufgetragenen und teils eingedrungenen Anstrichfilmen kann die Übereinstimmung zwischen den an den Kombinationen ermittelten und den aus den freien Komponenten für die Kombination berechneten Werten als recht befriedigend bezeichnet werden.

### 5. Der Einfluss der Alterung von Anstrichen auf die Wasserdampfdurchlässigkeit

Von Interesse ist ferner, wieweit die natürliche Alterung das Diffusionsverhalten der Anstriche beeinflusst. Als inertes Trägermaterial für die folgenden Versuche dienten unglasierte Tonröhren von ungefähr gleicher Grösse wie die skizzierten Buchenholzröhren. Die zweifach gestrichenen Doppelproben wurden zuerst nach etwa 4 Wochen Trockenzeit und dann nochmals nach drei Jahren Lagerung im Raum in üblicher Weise geprüft.

Wie die in Tabelle 4 zusammengestellten Ergebnisse erkennen lassen, ändern sich die Diffusionswiderstandsfaktoren der Anstriche im Laufe der natürlichen Alterung, doch ist die Änderung im allgemeinen gering und die Grössenordnung bleibt erhalten.

Die in Tabelle 4 angegebenen Diffusionswiderstandsfaktoren für Öl- und Kunstharzfarbaufträge sind wesentlich höher als die an zwar nicht identischen, aber doch vergleichbaren Produkten ermittelten Werte für die freien Filme (Tabelle 3).

Beim Streichen der Tonzyylinder dringt der erste Anstrich völlig ein und erst beim zweiten Auftrag bildet sich ein geschlossenes Häutchen auf der Aussenfläche. Der Diffusionsweg durch das Anstrichmaterial ist somit grösser als es der in die Rechnung eingesetzten theoretischen, das heisst der Auftragsmenge entsprechenden Filmdicke entspräche, weshalb sich ein im Vergleich zum freien Film höherer Widerstandsfaktor ergibt. Beim Buchenholz schlagen die Öl- und die Kunstharzfarben weniger ein und zudem wirkt sich das Einschlagen beim Holz weniger stark aus, weil das Holzmaterial in der Misch-Schicht ebenfalls und zwar noch besser als der Anstrich dampfleitend ist.

Bezeichnenderweise sind die Werte für die Dispersionsfarbe kaum verschieden. Die Dispersionsfarben schlagen nur wenig in die Unterelage ein und die Trennung der Schichten ist damit schärfer.

### 6. Zusammenfassung

Die Grundgleichung (1) zur Berechnung von Diffusionsvorgängen in Wänden lässt sich auch auf gestrichene Wände anwenden, wobei folgendes zu beachten ist:

- die Abhängigkeit des Diffusionswiderstandsfaktors vom Feuchtebereich,
- die Veränderung des Diffusionswiderstandsfaktors der freien Filme auf stark saugenden Unterlagen,
- für abschätzende Berechnungen kann bei zweifachen Anstrichen mit handelsüblichen Produkten etwa mit folgenden Diffusionswiderstandsfaktoren gerechnet werden:
 

|                         |       |
|-------------------------|-------|
| Dispersionsfarben (PVA) | 10000 |
| Ölfarben                | 20000 |
| Kunstharzfarben (Alkyd) | 40000 |

Die Alterung des Anstrichmaterials hat in der untersuchten Zeitspanne von drei Jahren keinen wesentlichen Einfluss und auch die Richtung der Diffusion fällt nicht ins Gewicht. Die hier untersuchten Beziehungen gelten selbstverständlich nicht mehr, wenn sich Wasser durch Kondensation ansammelt und beim Stofftransport andere Vorgänge als die Diffusion vorherrschen.

### Literatur:

- [1] P. Haller: Physik des Wasserhaushaltes von Wänden und Decken, Wissenschaftliche Grundlagen der Anstrichstoffe und Anstrichtechnik I der Schriftenreihe der Forschungsgemeinschaft Schweiz. Lack- und Farbenfabrikanten. 1960, Heft 4.
- [2] F. Haferland: Vergleichende Untersuchungen über das diffusions-technische Verhalten vorgefertigter Aussenwandelemente, Diss. TH Hannover (1964).
- [3] K. Seiffert: Wasserdampfdiffusion im Bauwesen, Bauverlag GmbH Wiesbaden (1967).
- [4] J. D. Babbitt: Can. J. Research, A 17, (1939).
- [5] P. Haller: EMPA-Diskussionsbericht Nr. 139 (1942).
- [6] A. Ostertag: Über die Dampfdiffusion in Kühlraumwänden, SBZ 82 (1964), H. 17, S. 292-299.