

*Stuor*<sup>4</sup>

INSTITUUT VOOR TUINBOUWTECHNIEK --- WAGENINGEN

# DAMPREMMENDE 'AFWERKING VAN CHAMPIGNONCELLEN

door J.C. Spek, arch.



intern verslag 35

5766  
48b

# Dampremmende afwerking

Overdruk uit „de Champignoncultuur”  
vijftiende jaargang no. 8 / oktober 1971

2789409

## De dampdichte afwerking van champignoncellen

De laatste jaren hebben ons zowel van telerszijde als van de zijde van de industrie (asfalt-bitumen- en verffabrikanten) verscheidene vragen over dit onderwerp bereikt.

De dampremmende werking van verscheidene produkten liet - bij onderzoek en nadere berekening - (veel) te wensen over. Voor de champignonteler was dit echter moeilijk vast te stellen; in sommige gevallen werkten verhandelaren met gegevens uit T.N.O.-rapporten, die op een voor de champignonteler moeilijk te begrijpen wijze werden geïnterpreteerd. Hierdoor ontstond een onoverzichtelijke situatie, die zowel voor de telers als ook voor de bedrijfsvoorlichters bijzonder onbevredigend was.

In onderstaand artikel van de heer J.C. Spek, arch., verbonden aan het I.T.T., wordt uiteengezet op welke waarden bij de keuze van een goede dampremmende laag moet worden gelet.

Van grote betekenis is het zogenaamde diffusieweerstandsgetal  $\mu$  (mu). Dit bepaalt met

de laagdikte de laagkarakteristiek. Deze laatste moet aan een bepaald minimum voldoen, namelijk  $r = 15$  m.

Telers, die hun cellen dampdicht willen (laten) afwerken doen er verstandig aan om aan de betreffende verfleverancier de volgende gegevens te vragen: het getal  $\mu$ , vermeld in een afschrift van een gedateerd T.N.O.-rapport, alsmede de vereiste en toe te passen droge laagdikte. Rijzen er vervolgens nog vragen, dan kan men hierover contact opnemen met de heren bedrijfsvoorlichters.

De fabrikanten en handelaren, die met hun produkten in „De Champignoncultuur” willen adverteren, worden verzocht aan de redactie dezelfde gegevens als bovenvermeld te verstrekken. Op grond hiervan zal over het opnemen van advertenties worden beslist.

Hoewel het onderwerp „dampremmende lagen” moeilijk is en aan de toepassing van formules niet is te ontkomen, zijn wij er van overtuigd dat het volgende artikel meer inzicht in dit onderwerp zal geven.

P.H. van de Pol

# Dampremmende afwerking

## Getalmatige interpretatie van eigenschappen van applicatie-lagen op celwanden

In champignoncellen worden eisen gesteld aan temperatuur en luchtvochtigheid die bij het eenzônesysteem een redelijke isolatie en een dampremmende afwerking gewenst maken (figuur 1).

De isolatie is gewenst om het warmteverlies door de muren te beperken terwijl deze factor meespeelt bij het handhaven van de luchtvochtigheid en het voorkomen of beperken van condensatie aan wanden en plafonds,

Primair voor het handhaven van die luchtvochtigheid is echter een voldoende dampremmende afwerking aan de warme zijde.

Deze „damprem” heeft tot taak de dampdoorgang te beperken. Dampdoorgang ontstaat ten gevolge van een dampdrukverschil aan weerskanten van een wand. In champignoncellen komen regelmatig hoge temperaturen en hoge R.V.'s voor. Bij hoge temperaturen neemt de waterdampspanning snel toe (tabel 1).

Is het bijvoorbeeld in een cel 45° C met 95% R.V. en in de spouw 20° C met 50% R.V. dan is uit de tabel het volgende dampdrukverschil te berekenen:

dampdruk in de cel	
(45° C en 95% R.V.):	68,3 mm Hg
dampdruk in de spouw	
(20° C en 50% R.V.):	8,8 mm Hg
dampdrukverschil:	59,5 mm Hg

Om een dampremmende laag te kunnen kiezen is het noodzakelijk de betreffende eigenschappen te kennen. Voor een aantal materiaaleigenschappen bestaan gegevens, zoals voor:

- het soortelijk gewicht;
- de soortelijke warmte;
- de warmtegeleidingscoëfficiënt  $\lambda$  (lambda);
- het diffusieweerstandsgetal  $\mu$  (mu).

Zo kan de lambda-waarde van kalkzandsteen als 1,3 kcal/mh° C en die van gasbeton als 0,45 kcal/mh° C aangenomen worden. Een

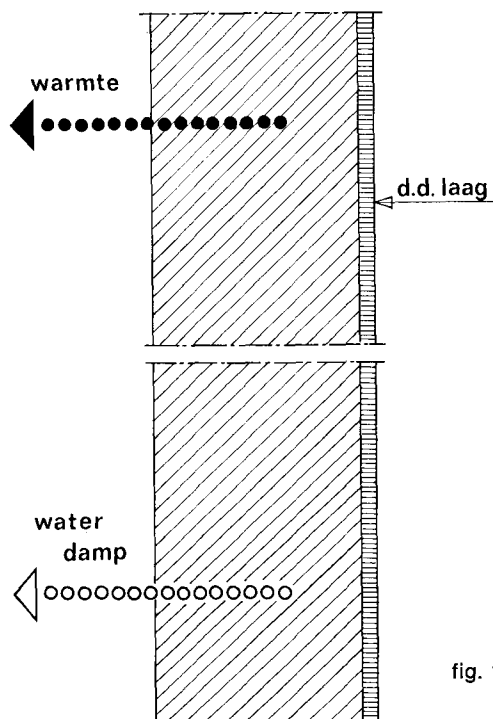


fig. 1

spouwmuur van 2 x 10 cm kalkzandsteen heeft dan een warmteweerstand van:

$$R = \frac{d_1}{\lambda_1} + r_{\text{spouw}} + \frac{d_2}{\lambda_2} = 2 \times \frac{0,1}{1,3} + 0,2 = 0,35 \text{ m}^2\text{h}^\circ\text{C/kcal.}$$

(de K-waarde is 1,55 kcal/m<sup>2</sup>h° C).

Een spouwmuur van 2 x 14 cm gasbeton heeft een warmteweerstand van

$$R = 2 \times \frac{0,14}{0,45} + 0,2 = 0,82 \text{ m}^2\text{h}^\circ\text{C/kcal.}$$

(K = 0,9).

Voor weinig meer geld per m<sup>2</sup> (ca. f 4,— aan materiaal) wordt een belangrijke hogere isolatiewaarde, lees: warmteweerstand, verkregen.

In het navolgende gaat het niet over de warmteweerstand maar wel over het feit dat materiaalconstanten alleen in relatie tot een andere grootte, bijvoorbeeld dikte, tot hanteerbare begrippen zijn om te vormen.

Tabel 1. De vochthoeveelheid en de dampdruk bij verschillende temperaturen.

1	2	3	1	2	3
Tem- peratuur ° C	Vochthoeveel- heid in 1 m <sup>3</sup> verzadigde lucht g/m <sup>3</sup>	Dampdruk in verzadigde lucht mm Hg	Tem- peratuur ° C	Vochthoeveel- heid in 1 m <sup>3</sup> verzadigde lucht g/m <sup>3</sup>	Dampdruk in verzadigde lucht mm Hg
-20	0,89	0,77	+20	17,3	17,53
-19	0,97	0,85	+21	18,3	18,65
-18	1,06	0,93	+22	19,4	19,83
-17	1,16	1,03	+23	20,6	21,07
-16	1,27	1,13	+24	21,8	22,38
-15	1,39	1,24	+25	23,0	23,76
-14	1,52	1,36	+26	24,4	25,21
-13	1,66	1,49	+27	25,8	26,74
-12	1,81	1,63	+28	27,2	28,35
-11	1,97	1,78	+29	28,7	30,04
-10	2,15	1,95	+30	30,4	31,82
- 9	2,34	2,12	+31	32,0	33,70
- 8	2,54	2,32	+32	33,8	35,66
- 7	2,76	2,53	+33	35,7	37,73
- 6	3,00	2,76	+34	37,6	39,90
- 5	3,26	3,01	+35	39,6	42,18
- 4	3,53	3,28	+36	41,8	44,56
- 3	3,83	3,57	+37	44,0	47,07
- 2	4,15	3,88	+38	46,3	49,69
- 1	4,50	4,22	+39	48,8	52,44
- 0	4,86	4,58	+40	51,2	55,32
+ 1	5,18	4,93	+41	53,8	58,34
+ 2	5,57	5,29	+42	56,5	61,50
+ 3	5,96	5,69	+43	59,5	64,80
+ 4	6,37	6,10	+44	62,5	68,26
+ 5	6,79	6,54	+45	65,4	71,88
+ 6	7,26	7,01	+46	68,5	75,65
+ 7	7,74	7,51	+47	71,9	79,60
+ 8	8,27	8,05	+48	75,8	83,71
+ 9	8,83	8,61	+49	79,4	88,02
+10	9,40	9,21	+50	83,2	92,51
+11	10,03	9,84			
+12	10,67	10,52			
+13	11,38	11,23			
+14	12,05	11,99			
+15	12,83	12,79			
+16	13,66	13,63			
+17	14,49	14,53			
+18	15,36	15,48			
+19	16,29	16,48			

Zo is het ook met het diffusieweerstandsgetal. Ook dit getal is van de meeste materialen bekend. Van gasbeton is het 5,4 en van kalkzandsteen 15,7. Het is een verhoudingsgetal, aangevende hoeveel maal minder waterdamp door de betreffende stof diffundeert dan door lucht, bij eenzelfde laagdikte. Hierdoor kunnen we de waarden van beide reeds genoemde typen wanden vergelijken in hun laagdikte-karakteristiek, zijnde  $\mu \times d$  (diffusieweerstandsgetal  $\times$  laagdikte). De laagdikte wordt hierbij uitgedrukt in meters.

De laagdikte-karakteristieken van een wand van 14 cm gasbeton en van een wand van 10 cm kalkzandsteen zijn respectievelijk:  
 gasbeton:  $\mu \times d = 5,4 \times 0,14 \text{ m} = 0,75 \text{ m}$   
 kalkzandsteen:  $\mu \times d = 15,7 \times 0,10 \text{ m} = 1,57 \text{ m}$ .

In de „Beknopte technische omschrijving Standaardplan Champignonkwekerij 1969” staat als diffusieremmende laag vermeld de waarde van 1,4 mm „Hydrasfalt - N”.

De  $\mu$ -waarde van dit materiaal is uit metingen bekend en bedraagt 18.000, met een fouten marge van  $\pm 10\%$ . De aangegeven laagdikte is 1,4 mm =  $1,4 \times 10^{-3} \text{ m}$ . De laagdikte-karakteristiek, die we  $r$  noemen, is:  $r = \mu \times d = (18 \times 10^3) \times (1,4 \times 10^{-3}) = 25 \text{ m}$ .

Nu wordt in de nederlandse bouwtechnische vakliteratuur voor dampremmende lagen de waarde  $r = 30 \text{ m}$  aangegeven om boven een warme, vochtige ruimte vochtindringing in het isolatiemateriaal te voorkomen (zie Ratio-bouw kenmerkbladen dakisolaties).

De in het „bestek” gedane keuze van  $r = 25 \text{ m}$  is derhalve een compromis, ingegeven door verschillende eisen zoals:

lage prijs, minimale voorbehandeling, direct hechtende volglagen, reparatiemogelijkheden en thermische resistentie, maar vooral door de overweging dat in de bouwpraktijk een laag van gemiddeld 1,4 mm minder kritisch is op een niet geheel vlakke ondergrond dan een laag van 0,2 - 0,5 mm.

Andere afwerk-lagen zijn uiteraard ook toegestaan. Er moet echter thermische resistentie zijn en de dampdichtheid moet minstens gelijk zijn aan de reeds genoemde waarde van  $r = 25 \text{ m}$ .

Als in principe geschikt kunnen worden aangemerkt:

- bepaalde typen verven,
- kunststofcoatings met inlage,
- kunststofcoatings zonder inlage.

Onder die verftypen komt onder andere de chloorrubberverf voor, als daarvan tenminste de zogenaamde pigmentvolumeconcentratie kleiner is dan 20%.

Uit onderzoek is bijvoorbeeld vastgesteld dat bij dit verftype bij een laagdikte van 0,025 mm aan waterdamp wordt doorgelaten  $g = 20 \text{ g/m}^2/24\text{h}$ .

De waarde voor dampdoorlatendheid, uitgedrukt in  $\text{g/m}^2/24\text{h}$ , is veelal in de betreffende testrapporten weergegeven en kan worden omgerekend in de  $\mu$ -waarde. Wordt de bepaling van de dampdoorlatendheid uitgevoerd bij 20° C en bij R.V.'s van ca. 93% en 3% aan weerskanten van het proefstuk dan geldt:

$$\mu = \frac{0,00148}{g \times d} \quad (\text{Seiffert : Dampdiffusion and Buildings 1970}).$$

Hierin moet  $g$  worden uitgedrukt in  $\text{kg/m}^2/\text{h}$  en  $d$  in meters. In het genoemde voorbeeld was de laagdikte  $d = 0,025 \text{ mm}$  ofwel  $0,025 \times 10^{-3} \text{ m}$ . De dampdoorlatendheid  $g$  was  $20 \text{ g/m}^2/24\text{h}$  ofwel  $0,9 \text{ g/m}^2/\text{h}$  ( $20/24 = \text{ca. } 0,9$ ), ofwel  $0,9 \times 10^{-3} \text{ kg/m}^2/\text{h}$ .

De waarde  $\mu$  is dan:

$$\begin{aligned} & \frac{0,001480}{(0,025 \times 10^{-3}) \times (0,9 \times 10^{-3})} = \frac{1480 \times 10^{-6}}{0,025 \times 0,9 \times 10^{-6}} \\ & = \frac{1480}{0,025 \times 0,9} = 65.000 \pm 10\%. \end{aligned}$$

Nu is de minimaal aan te brengen spuitlaag op gasbeton uit praktische kwaliteitsoverwegingen 0,2 mm ofwel  $0,2 \times 10^{-3} \text{ m}$ . De  $r$  van de genoemde chloorrubberverf, die getest was, is dan:  $r = 0,2 \times 10^{-3} \times 65 \times 10^3 = 13 \text{ m}$ .

Het is duidelijk dat een grotere laagdikte een betere  $r$ -waarde geeft.

Verder is het niet toegestaan uit het bovenstaande te begrijpen dat elke chloorrubberverf dezelfde eigenschappen heeft. De reeds genoemde pigmentvolumeconcentratie, het

Tabel 2. Berekende waarden van  $\mu$ , op basis van bij het I.T.T. bekende officiële metingen inzake dampdoorlatendheid van applicatielagen.

—	laagdikte d		dampdoorlatendheid g		g x d (x10 <sup>-6</sup> )	$\mu$ (= 1480/g x d)	code
	mm <sup>1</sup> )	m	g/m <sup>2</sup> /24h	kg/m <sup>2</sup> /h			
—	—	—	—	—	—	18000	1 <sup>2)</sup>
0.16 - 0.18	0.18 x 10 <sup>-3</sup>	264	11 x 10 <sup>-3</sup>	2,0	740	2	
0.35 - 0.40	0.4 x 10 <sup>-3</sup>	18	0,75 x 10 <sup>-3</sup>	0,3	5000	3	
0.12	0.12 x 10 <sup>-3</sup>	18	0,75 x 10 <sup>-3</sup>	0,09	16000	4	
0.10	0,1 x 10 <sup>-3</sup>	34	1,4 x 10 <sup>-3</sup>	0,14	10000	5	
0.13	0.13 x 10 <sup>-3</sup>	36	1,5 x 10 <sup>-3</sup>	0,19	8000	6	
0.10	0.10 x 10 <sup>-3</sup>	44	1,8 x 10 <sup>-3</sup>	0,18	8000	7	
0.15	0.15 x 10 <sup>-3</sup>	4	0,17 x 10 <sup>-3</sup>	0,025	60000	8 <sup>2)</sup>	
0.10	0.10 x 10 <sup>-3</sup>	88	3,7 x 10 <sup>-3</sup>	0,37	4000	9 <sup>2)</sup>	
0.20	0.20 x 10 <sup>-3</sup>	2	0,085x 10 <sup>-3</sup>	0,017	80000	10 <sup>2)</sup>	
0.46	0.46 x 10 <sup>-3</sup>	14	0,6 x 10 <sup>-3</sup>	0,275	5500	11	
0.055	0.055x 10 <sup>-3</sup>	16	0,7 x 10 <sup>-3</sup>	0,038	40000	12	
0.55	0.55 x 10 <sup>-3</sup>	1,77	0,075x 10 <sup>-3</sup>	0,041	36000	13	
0.55	0.55 x 10 <sup>-3</sup>	1,58	0,07 x 10 <sup>-3</sup>	0,039	38000	14	
0.25	0.25 x 10 <sup>-3</sup>	2	0,085x 10 <sup>-3</sup>	0,022	67000	15 <sup>2)</sup>	
0.25	0.25 x 10 <sup>-3</sup>	4	0,17 x 10 <sup>-3</sup>	0,042	35000	16 <sup>2)</sup>	
0.25	0.25 x 10 <sup>-3</sup>	4	0,17 x 10 <sup>-3</sup>	0,042	35000	17 <sup>2)</sup>	
1.5	1.5 x 10 <sup>-3</sup>	2	0,085x 10 <sup>-3</sup>	0,12	12000	19 <sup>2)</sup>	
1.62	1.62 x 10 <sup>-3</sup>	0*	0,02 x 10 <sup>-3</sup>	0,032	46000	20 <sup>2)</sup>	
1.85	1.85 x 10 <sup>-3</sup>	0*	0,02 x 10 <sup>-3</sup>	0,037	40000	21 <sup>2)</sup>	

<sup>1)</sup> De laagdikten : gemeten door T.N.O. Verfinstituut resp. door firma meegedeeld.

<sup>2)</sup> Gemeten op de drager gasbeton.

\* Om rekentechnische redenen is in plaats van 0 g/m<sup>2</sup>/24h aangenomen 0,5 g/m<sup>2</sup>/24h.

pigment en tal van andere oorzaken kunnen de  $\mu$ -waarde sterk beïnvloeden. Zo kennen we meetresultaten, die een  $\mu$  van 10.000, van 37.000 en van 67.000 aangeven. Verven van een geheel ander type kunnen 60.000 en 80.000 halen.

Om waarde toe te kennen aan een verflaag moet men de  $\mu$ -waarde kennen. Zo werd bij een bepaalde verftype bij een laagdikte van 0,4 mm (= 0,4 x 10<sup>-3</sup> m) een g = 18 g/m<sup>2</sup>/24h (= 0,75 x 10<sup>-3</sup> kg/m<sup>2</sup>/h) gemeten. Hieruit volgt

$$\text{een waarde voor } \mu = \frac{1480}{0,75 \times 0,4} = 5.000.$$

De r-waarde voor een laag van 0,4 mm (een zeer dikke laag!) is bij dit verftype: (5 x 10<sup>3</sup>) x (0,4 x 10<sup>-3</sup>) = 2 m, derhalve erg laag en nauwelijks meer als dampremmend aan te merken.

In principe zijn alle meetresultaten, die zijn verkregen bij 20° C en R.V.'s van 93% en 3%, te interpreteren, want ze kunnen met behulp

van de formule  $\mu = \frac{0,00148}{g \times d}$  in de  $\mu$ -waarde

worden omgezet. In tabel 2 vindt U een aantal berekende waarden.

Met behulp van de door ons gemaakte grafiek (zie figuur 2) kan de laagdikte  $r$  voor een bepaalde  $\mu$  bij een dikte  $d$  worden afgelezen. Wij zijn geneigd om als ondergrens van deze  $r$ -waarde 50% van 30 m = 15 m als compromis-indicatie in overweging te geven.

Van de zijde van het I.T.T. worden pogingen ondernomen om te bewerkstelligen dat de meetresultaten van T.N.O.-Verfinstituut of T.N.O.-I.B.B.C. worden afgerond met de ver-

melding van de  $\mu$ -waarde.

Bovendien is, via de daartoe geschikte kanalen verzocht, deze proeven steeds volgens dezelfde methode te verrichten, gasbeton als drager te gebruiken, een gemiddelde laagdikte van 0,2 mm te kiezen (of groter) en met vochtomstandigheden te werken die relatie hebben met die welke op het bouwwerk heersen.

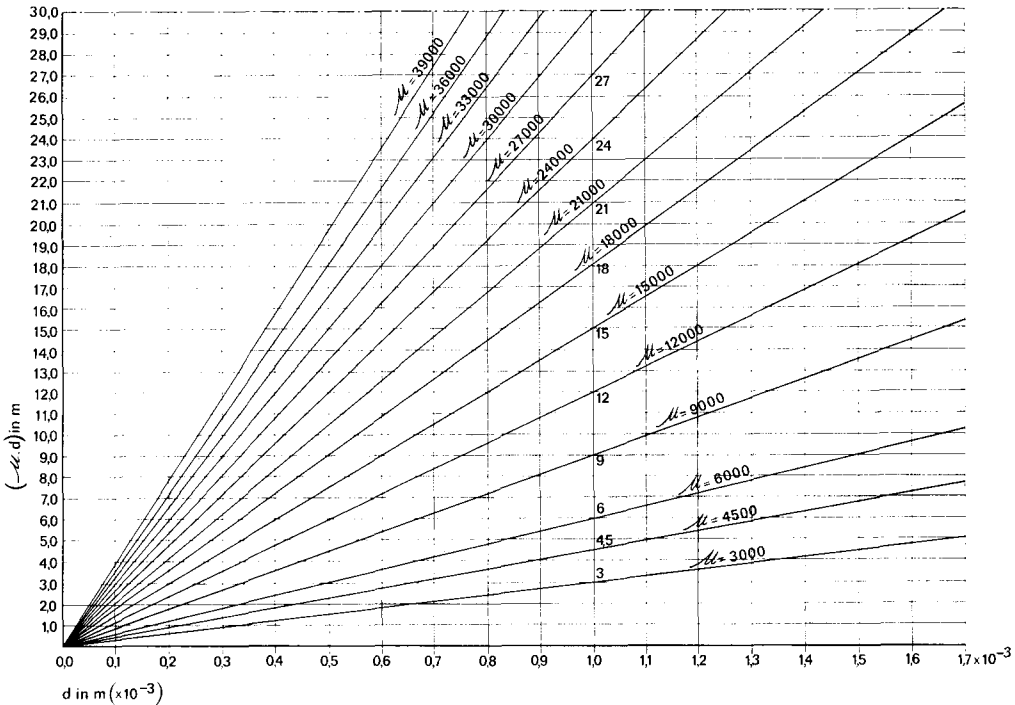


fig. 2

Uiteraard is het probleem van de betrouwbaarheid in de uitvoering even essentieel als de getalmatige vergelijking. Bij spuiten of strijken zal schriftelijk het aantal kg verf per  $m^2$  moeten zijn overeengekomen op basis van de minimaal benodigde droge laagdikte. Per cel zal de daar nodige hoeveelheid in verzegelde en te merken bussen moeten worden opgeslagen. Tijdens het spuiten moet constant toezicht aanwezig zijn om althans een zo groot mogelijke gelijkmatigheid te bereiken, ook op de minder gemakkelijk toegankelijke plaatsen. Op deze wijze zijn minimale voorwaarden

geschapen om de vereiste hoeveelheid zo goed mogelijk op te brengen.

Per cel de gemerkte lege bussen tellen is bepaald onvoldoende. De uitvoering is namelijk doorslaggevend voor het praktische resultaat. Ook al omdat controle en correctie achteraf op de gemiddeld aangebracht laagdikte vrijwel onmogelijk is wegens het ontbreken van niet-destructieve onderzoekmethoden.

J.C. Spek, arch.,  
 Instituut voor Tuinbouwtechniek



（此处为正文内容，因图像模糊，无法准确转录文字。根据上下文推测，可能涉及农村经济、农业政策或农民收入等主题。）