

# I

## Voorwoord

Gips kom je overal tegen, in allerlei verschijningsvormen. Het is een bekend bouw materiaal dat in de afbouw op alle mogelijke manieren wordt toegepast.

Dit boekje informeert ontwerpers, bouwers, uitvoerders en gebruikers over feiten en achtergronden - kortom, vertelt 'alles over gips'. Het is een Nederlandse bewerking van het op de Duitstalige markt al langer bekende 'Gipsdatenbuch'.

'Alles over gips' is een uitgave van de Nederlandse Branche Vereniging Gips (NBVG). De NBVG vertegenwoordigt sinds 1995 de fabrikanten van gipsproducten in Nederland. Op de website van de NBVG, [www.gips.nl](http://www.gips.nl), is nog meer informatie beschikbaar over de vele mogelijkheden die gips biedt.

Dit boekje en de website dragen dus samen bij aan een optimale toepassing van gips in Nederland. Maak er gebruik van!

J.Th.A. Dubbers  
Voorzitter NBVG

mei 2006

I.	Voorwoord	1
II.	Gips - Grondstoffen, Verwerking en Calcinerings	3
III.	Gebrand gips en Stukadoorsgips	17
IV.	Gipskartonplaten	34
V.	Gipsvezelplaten	44
VI.	Gipsblokken	55
VII.	Calciumsulfaatgebonden dekvloeren	60
VIII.	Modelgips en vormgips	67
IX.	Hygiëne, gezondheid en het milieu	71

Voor de literatuurlijst, de laatste normeringen en publicaties over gipsproducten gaat u naar

[www.gips.nl](http://www.gips.nl)

## II

# Gips

## Grondstoffen, Verwerking en Calcinerings

### 1 Inleiding

De chemische benaming voor gips is calciumsulfaat, dat in verschillende niveaus van hydratatie, gebonden met of zonder kristalwater kan voorkomen. Het in de natuur voorkomend gipsgesteente is calciumsulfaat-dihydraat ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ). Het in de natuur voorkomend calciumsulfaat zonder kristalwater wordt anhydriet genoemd ( $\text{CaSO}_4$ ). Beide mineralen zijn over de hele wereld en in grote hoeveelheden ontstaan tijdens langdurige geologische processen. Wereldwijd worden deze gewonnen en in technische toepassingen gebruikt. Tevens ontstaat gips of anhydriet in grote hoeveelheden in de industrie als bijproduct.

In de Nederlandse taal wordt het woord "gips" gebruikt voor het uit de natuur afkomstige gipsgesteente, het daarmee overeenkomende gips als bijproduct uit de procesindustrie en voor producten die tijdens het branden van deze basisgrondstoffen ontstaan. In andere talen worden er veelal verschillende woorden voor gebruikt (b.v. Frans: gypse - plâtre).

Gips wordt van oudsher gebruikt als bouw materiaal en als grondstof. De toepassing wordt mogelijk gemaakt door het gemak waarmee het water uit het calciumsulfaat-dihydraat (bijvoorbeeld uit gipsgesteente) verwijderd kan worden (dehydratatie). Hierbij wordt het in het calciumsulfaat chemisch gebonden water geheel of gedeeltelijk verwijderd (dehydratatie, formule 1). Door het omkeerbare proces van de binding van het water kan het gebrande gips door het ontstaan van een kristallijne structuur een meer of minder hoge sterkte bereiken (rehydratatie, formule 2).



Zowel voor als na het branden is gips een niet-giftig materiaal.

## 2 De grondstof

### 2.1 Natuurgips en natuuranhydriet

Natuurgips hoort tot de sedimentgesteenten en is ontstaan door de verdamping van zeewater in binnenzeeën. Het in het zeewater opgeloste gips vormt bij de verdamping van het water kleine kristallen die bezinken (sedimenteren). Dit proces gaat tot op de huidige dag door, natuurgips is daarmee als een regeneratieve grondstof te beschouwen. De kristalletjes vormen lagen, die door hun eigen gewicht en de er op uitgeoefende druk tot een vast rotsachtig gesteente worden gevormd. Het proces verloopt dermate langzaam dat voor de vorming een zeer grote geologische tijdsperiode vereist is. Door geologen werden tijdschalen ontwikkeld die de gehele historie van de aarde karakteriseren. Daarbij is een miljoen jaren te vergelijken met een millimeter op een rolmaat. De tijd vanaf het begin van de aardgeschiedenis tot de periode dat er leven op aarde geweest moet zijn, wordt wel met Azoïcum aangeduid en omspannt het tijdsverloop van het begin van de aardgeschiedenis tot 2,5 miljard jaar geleden. Van omstreeks die tijd dateren de oudste fossielen en begint de tijdsindeling in eonen. Deze zijn weer onderverdeeld in era's en die op hun beurt weer in perioden. De indeling is te vinden in de International Stratigraphic Chart en is hieronder vereenvoudigd weergegeven. De tabel werkt van onder naar boven, wij leven derhalve in het "Neogeen".

<b>Eon: Phanerozoicum</b>		
<b>Era</b>	<b>Periode</b>	<b>Begin (miljoen jaar geleden)</b>
Cenozoïcum	Neogeen	23
	Paleogeen	66
Mesozoïcum	Krijt	146
	Jura	200
	Trias	251
Paleozoïcum	Perm	299
	Carboon	359
	Devoon	416
	Siluur	444
	Ordovicium	488
	Cambrium	542
<b>PRECAMBRIUM</b>		
<b>Eon:</b>		
<b>Proterozoïcum</b>		2500
<b>Archaicum</b>		> 2500

In Europa laten zich verder onderscheiden het Zechstein en de Keuper-tijdsperiodes. Het Zechstein is een jongere onderperiode in het Perm, terwijl het Keuper een tijdsverloop had in het Trias en dus "jonger" is, maar nog altijd 200 miljoen jaar oud!

Gips is een in de natuur veel voorkomend mineraal en wordt gevonden over de hele wereld. Ook anhydriet komt, al of niet samen met gips, voor. Enkele van de belangrijkste Europese vindplaatsen zijn:

### **Duitsland:**

Natuurgips is te vinden in het Harzgebied. De vorming van het gips vond plaats in de Zechstein periode. Het gips is van goede kwaliteit. Verder komt er o.a. in Beieren, Hessen, Thüringen en Saksen gips voor.

### **Engeland:**

Met name in Cumberland, Westmoreland en Lancashire in het noord-westen is gips te vinden. In het noord-oosten komt vooral anhydriet voor. In Midden-Engeland is het de streek rond Nottingham, waar een goede kwaliteit gips gevonden wordt die gevormd werd in de Keuper periode.

### **Frankrijk:**

De belangrijkste en bekendste vindplaats van gips is in en rond Parijs, het Parijse bekken. Het gips heeft een hoge zuiverheid en is van goede kwaliteit. De vorming vond plaats tijdens het Eoceen, een onderperiode in het paleogeen. Verder is in Frankrijk gips te vinden o.a. in Lotharingen, de Provence en de Pyreneeën.

### **Nederland:**

Zelfs in Nederland komen anhydriet en gips voor, diep verborgen in de grond bij Winterswijk, Schoonlo en Twekkelo. Van winning van dit gips kan uiteraard geen sprake zijn.

### **Polen:**

Langs de rivier de Nido zijn grote hoeveelheden gips van goede kwaliteit te vinden.

Door de geologische voorgeschiedenis verschillen de gipsgesteenten in zuiverheid, kleur en structuur.

Tot de natuurlijke verontreinigingen behoren de sedimenten die zich tijdens het afscheiden van het gips uit voormalige zeegebieden afgezet hebben, zoals bijvoorbeeld kalksteen, mergel, klei en soms ook zand, bitumen of verschillende zouten.

Gips- en anhydrietgesteenten hebben een sterk verschillende structuur. Er bestaat een gipssoort met een fijnkorrelige structuur en een andere gipssoort bestaande uit vierkante meters grote platen. Het gemakkelijk splijtende, mica-achtige gips wordt "marienglas" genoemd, met name als de stukken meer of minder transparant zijn. Het zogenoemde vezelgips bestaat uit compacte vezelachtige korrels, die meestal tussen klei- en mergellagen ingesloten zijn. Doorschijnende, compacte gipssoorten worden "albast" genoemd (de naam is afkomstig van het gebied Alabastron in Opper Egypte waar dit gips gevonden werd). Naast deze vormen bestaan er nog verschillende varianten die wegens hun uiterlijk in de volksmond gipsrots of porphyrgips worden genoemd. Ook anhydriet kan in dichte, stengelvormige, korrelachtige of splijtbare massa's voorkomen.

De kleur van het gipsgesteente is wit maar wordt door natuurlijke verontreinigingen beïnvloed, b.v. door klei, mergel of ijzeroxide.

### 2.1.1 Gips afkomstig uit de procesindustrie

In bepaalde technische processen ontstaat calciumsulfaat als bijproduct. Dit ontstaat vaak bij het omzetten van calciumverbindingen, meestal calciumcarbonaat of calciumhydroxide, met zwavelzuur of met zwaveldioxide uit rookgassen bij de rookgasontzwaveling.

### 2.1.2 Rookgasgips of Rookgasontzwavelingsgips (rogips)

Rookgasontzwavelingsgips (rogips) ontstaat bij de ontzwaveling van de rookgassen van krachtcentrales, die gestookt worden met fossiele brandstoffen (steen- of bruinkolen). Rogips wordt geproduceerd tijdens de natte rookgasontzwaveling in het kalk(steen)wasproces waarbij, na oxidatie door de lucht, de gipskristallen worden afgescheiden, gewassen en gefiltreerd.

Gips afkomstig van de rookgasontzwaveling (rogips) is het vochtige fijnkristallijne calciumsulfaat-dihydraat -  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  - met een hoge zuiverheid. Rogips is een direct te verwerken grondstof.

### 2.1.3 Fosfogips

Fosfogips ontstaat bij de fosforzuurbereiding in een nat proces door de reactie van fosfaatertsen met zwavelzuur. Fosfogips heeft een hoge zuiverheid van max. 95%.

### 2.1.4 Fluoroanhydriet

Fluoroanhydriet ontstaat bij de bereiding van fluorwaterstofzuur door de reactie van vloeispaat met geconcentreerd zwavelzuur. Fluoroanhydriet wordt ook synthetisch anhydriet genoemd.

### 2.1.5 Overige op technische wijze ontstane gipsoorten

Ook bij veel andere chemische processen ontstaan bepaalde hoeveelheden gips zoals bijvoorbeeld bij de caprolactam-, wijnsteenzuur-, citroenzuur- en oxaalzuur-fabricage of bij de opwerking van dunzuur uit de titaanoxide-fabricage.

## 3 Het systeem $\text{CaSO}_4 - \text{H}_2\text{O}$

### 3.1 De fasen van het systeem $\text{CaSO}_4 - \text{H}_2\text{O}$

In tabel 1 zijn de fasen van het systeem  $\text{CaSO}_4 - \text{H}_2\text{O}$  en hun eigenschappen weergegeven. Met uitzondering van calciumsulfaat-dihydraat, calciumsulfaat-halfhydraat, anhydriet-III en anhydriet-II bestaat er als vijfde fase nog anhydriet-I, dat echter slechts bij een temperatuur boven  $1180^\circ\text{C}$  bestaat.

**Tabel 1.** Fasen van het systeem  $\text{CaSO}_4 - \text{H}_2\text{O}$  en hun eigenschappen

Rij	Chemische formule van de fase	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	$\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$	$\text{CaSO}_4$ III	$\text{CaSO}_4$ II
1	Benaming	calciumsulfaat-dihydraat	calciumsulfaat-halfhydraat	anhydriet III	anhydriet II
2	Verdere benamingen	natuurgips roggips gipsgesteente techn. gips afgebonden gips	$\beta$ -halfhydraat $\beta$ -gips stucgips $\alpha$ -halfhydraat $\alpha$ -gips autoclaafgips	oplosbaar anhydriet	natuuranhydriet ro-anhydriet anhydrietgesteente synthetisch anhydriet gebrand anhydriet
3	Vormen		$\alpha$ -vorm $\beta$ -vorm	$\alpha$ -A III $\beta$ -A III	A-II-s (moeilijk oplosbaar) A-II-u (onoplosbaar) A II E (estrichgips)
4	Kristalwater (% m/m)	20.92	6.21	0	0
5	Dichtheid ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	2.31	2.757 $\alpha$ $\beta$	2.580	2.93 - 2.97
6	Molgewicht	172.17	145.15	136.14	136.14
7	Kristalklasse / ruimtgroep	monoklien I 1 $\bar{2}$ /a1	monoklien I 121	orthorhombisch c 222	orthorhombisch Amma
8	Hardheid van Mohs	2			3 ½
9	Oplosbaarheid in $\text{H}_2\text{O}$ bij 20°C (g $\text{CaSO}_4$ /l)	2.05	8.8    6.7 $\alpha$ $\beta$	8.8    6.7 $\alpha$ $\beta$	2.7
10	Stabiliteit	< 40°C	metastabiel	metastabiel	40 - 1180°C
11	Vormingstemperatuur in het laboratorium		$\beta$ : 45 - 200°C in droge lucht $\alpha$ : > 45°C i. $\text{H}_2\text{O}$	50°C vacuüm 100°C lucht	200 - 1180°C
12	Vormingstemperatuur in techn. processen		$\beta$ : 120 - 180°C droog $\alpha$ : 80 - 180°C nat	$\beta$ : 290°C droog $\alpha$ : 110°C nat	300 - 900°C All-s: 300 - 500°C All-u: 500 - 700°C All-E: > 700°C

Calciumsulfaat-dihydraat is het begin- en eindproduct van de reacties die in de formules (1) en (2) in paragraaf 1 weergegeven zijn. Van calciumsulfaat-halfhydraat zijn twee verschillende vormen bekend,  $\alpha$ -halfhydraat en  $\beta$ -halfhydraat. Deze ontstaan bij verschillende omstandigheden tijdens het branden en verschillen in fysische eigenschappen. Onder een microscoop zijn bij het  $\beta$ -halfhydraat gekloofde deeltjes van de voormalige dihydraat-korreltjes of -kristallen te zien;  $\alpha$ -halfhydraat toont goed gevormde kristallen (figuur 7 en 8 zie pagina 16).

Anhydriet III, ook oplosbaar anhydriet genoemd, bestaat eveneens in twee vormen,  $\beta$ - en  $\alpha$ -anhydriet III.

Anhydriet II komt volgens zijn chemische structuur overeen met het natuurlijk voorkomend anhydriet. Het ontstaat bij volledige ontwatering van natuurlijk of technisch dihydraat, halfhydraat of anhydriet III.

### **3.2 Thermodynamische ontwikkelingscondities van de fasen van het systeem $CaSO_4 - H_2O$**

Zoals uit tabel 1 rij 10 blijkt, is alleen calciumsulfaat-dihydraat beneden 40°C stabiel. Tussen 40°C en 1180°C is slechts anhydriet II stabiel. Halfhydraat en anhydriet III gaan bij een temperatuur lager dan 40°C en bij aanwezigheid van water snel over in calciumsulfaat-dihydraat via de opgeloste fase. Bij anhydriet II gebeurt hetzelfde, maar veel langzamer.

Bij temperaturen hoger dan 40°C wordt het calciumsulfaat-dihydraat omgezet in  $\beta$ -halfhydraat. Dit proces is bij enkele graden boven 40°C zo traag dat het technisch gezien niet van belang is. Pas bij verhitten tot temperaturen van ca. 180°C ontstaat halfhydraat, vanaf ongeveer 100°C ontstaat anhydriet III en bij een temperatuur van hoger dan 200°C ontstaat anhydriet II.

Gips in water wordt bij een temperatuur hoger dan 97,2°C bij atmosferische druk en hoger in  $\alpha$ -halfhydraat omgezet. Indien zuren en zouten aanwezig zijn, wordt het  $\alpha$ -halfhydraat reeds bij een temperatuur hoger dan 40°C gevormd. Bij voortgezette ontwatering ontstaat hieruit  $\alpha$ -anhydriet III.

Anhydriet I wordt pas gevormd bij een temperatuur hoger dan 1180°C. Indien de temperatuur daalt (lager dan 1180°C) wordt anhydriet I weer omgezet in anhydriet II.

Het stabiliseren van  $\alpha$ - en  $\beta$ -anhydriet III levert problemen op omdat beide materialen hygroscopisch zijn en deze bij een hoge luchtvochtigheid na korte tijd weer in halfhydraat overgaan.

### **3.3 Het ontwateren van gips in de praktijk**

Bij productie in de fabriek wordt de ontwatering (calcinerings) van gips bij hogere temperaturen uitgevoerd dan in het laboratorium. Dit om de verblijftijd van het gips in de installatie zo kort mogelijk te laten houden. Het nadeel hiervan is dat het gips dat in de fabriek geproduceerd



wordt, geen tijd krijgt om het evenwicht van de chemische reactie te bereiken.

Hierdoor ontstaat een mengsel van verschillende fasen.

Van het gebrande anhydriet II - hooggebrand gips - bestaan er drie verschillende soorten.

Het verschil tussen deze drie soorten bestaat in het reactievermogen met water. Anhydriet II-u reageert trager dan anhydriet II-s en anhydriet II-E. Anhydriet II-s (moeilijk oplosbaar) ontstaat bij een temperatuur van 500°C, terwijl anhydriet II-u (onoplosbaar) tussen een temperatuur van 500°C en 700°C ontstaat. Anhydriet II-E (estrichgips) ontstaat bij een temperatuur hoger dan 700°C.

De oplosbaarheid van calciumsulfaat-dihydraat in schoon water bedraagt bij een temperatuur van 23°C 2,05 g CaSO<sub>4</sub> per liter of 2,6 g CaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O per liter. In verdund zoutzuur is de oplosbaarheid groter en in zwavelzuur is die kleiner. In oplossingen met calcium- of sulfaationen is, zoals bij bijna alle stoffen, de oplosbaarheid kleiner. In vloeistoffen met organische verbindingen, bijvoorbeeld meerwaardige alcoholen en aanverwante verbindingen, lost gips vaak heel goed op.

Halfhydraat heeft in schoon water een oplosbaarheid die ca. viermaal zo groot is als die van dihydraat. De oplosbaarheid van anhydriet is 2,7 g/l.

#### **4 De productie van calciumsulfaten met bindmideleigenschappen**

De basisgrondstof voor bindend en daardoor verder verwerkbaar gecalcineerd gips is in de natuur voorkomend gipsgesteente en gips afkomstig vanuit de procesindustrie.

##### **4.1 In de natuur voorkomend gipsgesteente**

Het gesteente wordt zowel in mijnbouw (ondergrondse groeven) als ook in dagbouw gewonnen. Het uit de groeve gewonnen materiaal wordt in een van de verschillende typen molens of brekers verkleind. Dit is afhankelijk van de gekozen methode voor het branden, omdat voor de verschillende methoden verschillende korrelgrootten van het gips noodzakelijk zijn. Roterende ovens en rooster-bandovens vereisen grof materiaal met een korrelgrootte tot 60 mm. In ketels wordt een veel fijner materiaal, korrelgrootte tot maximaal 2 mm, gebruikt. In de gipsindustrie worden voor het calcineren in het bijzonder de onderstaande brandinstallaties toegepast. Voor het vervaardigen van stucgips (lage brandtemperatuur) wordt het gips in de meeste gevallen gebrand in draaiovens (figuur 1 pag. 13). Hierin kan tot 600 ton stucgips (overwegend β-halfhydraat) binnen 24 uur vervaardigd worden met de methode van gelijkstroom bij een temperatuur van 120°C tot 180°C. Een andere vaak toegepaste methode voor het branden van stucgips is met de zogeheten ketel (figuur 2 pag. 13). Voor het vervaardigen van stucgips komt verder de maalbrander in aanmerking. Hierin wordt de grondstof gips (calciumsulfaat-dihydraat) gemalen, gedroogd en tot stucgips gebrand (figuur 3 pag. 14).

In een wervelbedbrander kunnen naar behoefte stucgips en meergegips worden gebrand. Bij het meergegips wordt het lage-temperatuur-gips in de eerste brandfase gebrand bij een temperatuur van ca. 250°C. Het hoge-temperatuur-gips wordt gebrand in de tweede brandfase bij een temperatuur van ca. 500°C. Indien slechts het lage-temperatuur-gips (stucgips) vervaardigd moet worden, loopt het materiaal alleen de lage temperatuur brandfase door. Er zijn ook wervelbedbranders die zuiver anhydriet II vervaardigen.

Geschikte apparatuur voor het vervaardigen van hoge-temperatuur-gips is de roosterbandoven (figuur 4 pag. 14). Het ruwe gips wordt in verschillende groepen afhankelijk van de korrelgrootte gesorteerd. Deze worden met oplopende korrelgrootte op het transportrooster geplaatst. De bovenste gipslaag wordt tot een temperatuur van 700°C verhit en de onderste laag tot ca. 300°C.

Vaak worden de verschillende gebrande gipssoorten zoals stucgips en meergegips in de fabriek gemengd samen met hulpstoffen en/of vulstoffen. Hierdoor ontstaan de bouwproducten zoals machinepleistergips, hechtpleistergips of kant-en-klaar pleistergips.

Op een heel andere manier wordt  $\alpha$ -halfhydraatgips vervaardigd. Deze vorm van calciumsulfaat-halfhydraat ontstaat onder verhoogde druk in een autoclaaf bij temperaturen van 100°C tot 150°C. Een deel van de autoclaven werkt discontinu, in andere installaties wordt een continue werkwijze toegepast (figuur 5 pag. 15). Het  $\alpha$ -halfhydraat wordt gebruikt voor de vervaardiging van model- of vormgips, gipsbouwmaterialen en speciale gipssoorten die aan bijzondere eisen moeten voldoen.

**Tabel 2.** Eigenschappen van gebrand gips

Rij	Brander	Gipstype	Zeeffrest > 0,2 mm (%)	Kristalwater (%)	Normaal-consistentie (g/100g H <sub>2</sub> O)	w/g-factor
1	Roterende oven	$\beta$ - gips (stucgips)	1	4,1	137	0,73
2	Ketel	$\beta$ - gips (stucgips)	3	5,6	156	0,64
3	Roosterbandoven	Meergegips (pleistergips)	36	0,8	167	0,60
4	Wervelbedbrander	Meergegips	35	2,0	190	0,51
5	Autoclaaf	$\alpha$ - gips (vormgips)	0	6,2	263	0,38

In tabel 2 zijn de belangrijkste eigenschappen van de gebrande gipssoorten weergegeven. De fasensamenstelling van gebrande gipssoorten kan binnen brede grenzen variëren. Stucgips bestaat in hoofdzaak uit  $\beta$ -halfhydraat en in geringe hoeveelheden uit  $\beta$ -anhydriet III. Pleistergips bestaat grotendeels uit anhydriet II en daarnaast uit verschillende hoeveelheden anhydriet III en  $\beta$ -halfhydraat. De energie-kengetallen zijn uit tabel 3 af te lezen.

## 4.2 Rogips

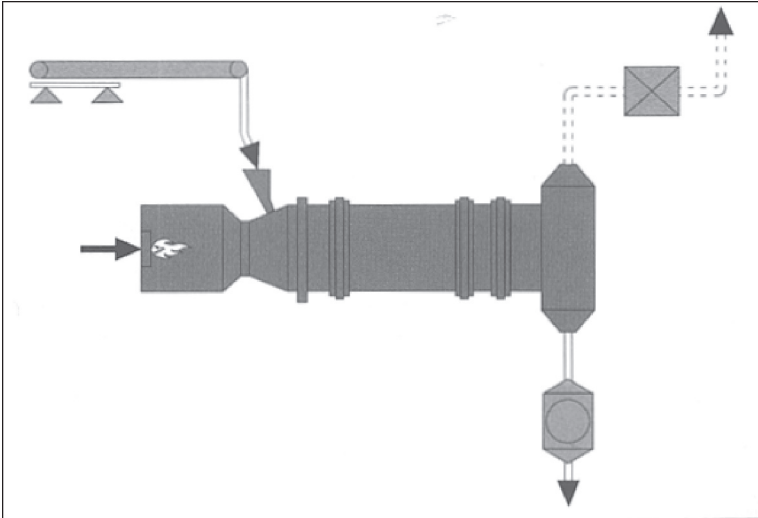
Rogips speelt tegenwoordig een belangrijke rol in de gipsindustrie. Het in krachtcentrales vervaardigde vochtige en fijne rogips moet worden gedroogd. Afhankelijk van de productiemethode wordt het gips voor verdere verwerking in de bestaande vorm gehandhaafd of gebriketteerd. Het briketteren is voor bepaalde brandinstallaties noodzakelijk.

In het algemeen is bewezen dat rogips voorzover overeenkomend met paragraaf 2.1.1 net als natuurgips kan worden gebruikt voor het maken van verschillende gipsproducten. In het verleden werd door grootschalige onderzoeken vastgesteld dat natuurgips en rogips nauwelijks in chemische samenstelling en in gehalte van sporenelementen verschillen. Uit resultaten van analyses door onafhankelijke instituten kan worden geconcludeerd dat natuurgips en rogips zonder gezondheidsrisico kunnen worden verwerkt in gipsproducten. De onderzoeken werden uitgevoerd in instituten zoals het "Institut für Hygiene" van de medische universiteit van Lübeck, het "Institut für Hygiene und Arbeitsmedizin" van de RWTH te Aken en het "Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene des Bundesgesundheitsamtes" te Berlijn.

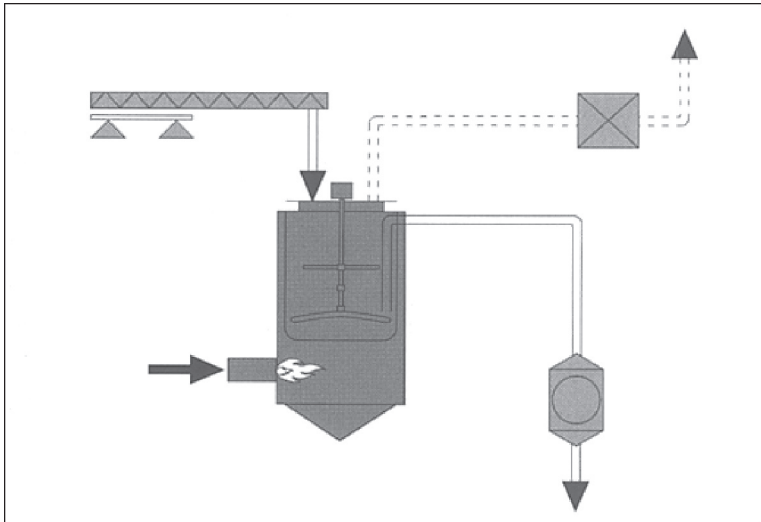
Aanvang afbindtijd (min)	Einde afbindtijd (min)	Buigtreksterkte (N/mm <sup>2</sup> )	Druksterkte (N/mm <sup>2</sup> )	Hardheid (N/mm <sup>2</sup> )	Volumieke massa (kg/m <sup>3</sup> )	Gebruiksdoeleinden
13	28	5	11	19	1070	Gipsplaten, -blokken, gebrand gips
9	22	5	14	27	1133	Gipsplaten, -blokken, gebrand gips
6	35	5	15	26	1225	Machinepleis tergips, pleistergips
6	27	4	12	20	1300	Machinepleis tergips, Gipsplaten, -blokken
10	22	12	40	92	1602	Hardvormen vormgips

**Tabel 3.** Voorbeelden van energie-kengetallen van installaties voor het branden van gips.

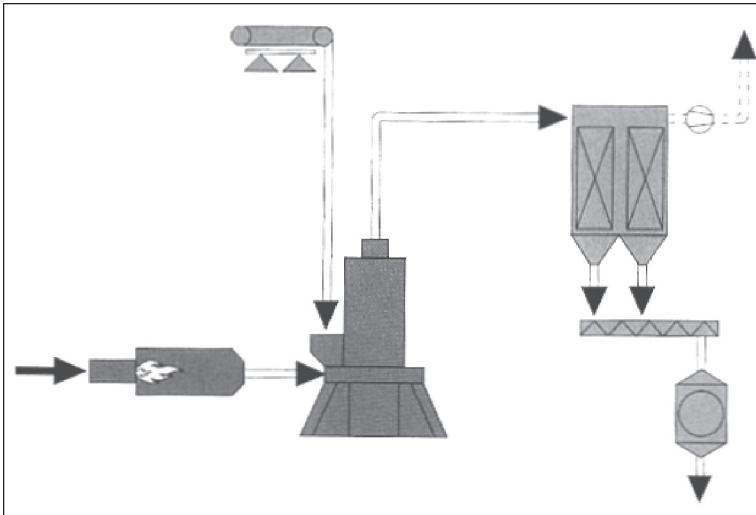
Energie-kerngetallen Eenheid	Gebrand product uit		
	Roterende oven	Ketel	Rooster-bandooven
Ovengegevens, brandenergie, gipskwaliteit	Stucgips ( $\beta$ -halfhydraat)	Stucgips ( $\beta$ -halfhydraat)	Hoge- temperatuur gips
Capaciteit gebrand gips	t/d	600	760
Theoretisch thermisch energieverbruik	kJ/t	598600	584000
Praktisch thermisch energieverbruik	kJ/t	945000	808000
Thermisch rendement	%	63	72
Vochtgehalte ruw gipsgesteente	%	1,5	1,5
Zuiverheid ruw gipsgesteente	%	90	90
Kristalwatergehalte in ruw gipsgesteente	%	18,8	18,8
Kristalwatergehalte in het gebrande gips	%	3,0	5,5
			1200
			770400
			1118000
			69
			1,6
			94
			19,7
			1,0



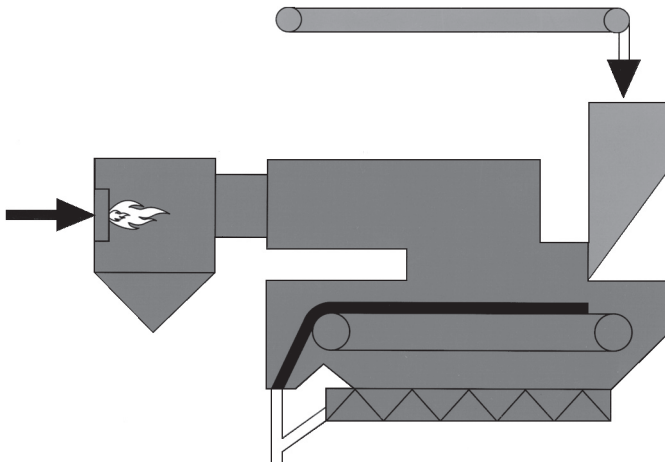
Figuur 1. Roterende oven voor het branden van calciumsulfaat-dihydraat tot calciumsulfaat-halfhydraat



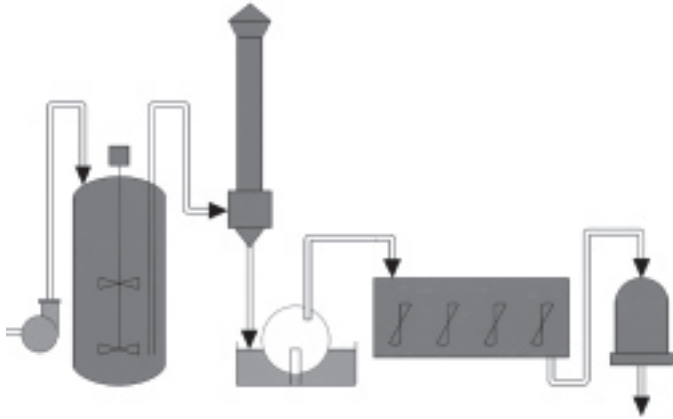
Figuur 2. Gipsketel voor het branden van calciumsulfaat-dihydraat tot calciumsulfaat-halfhydraat



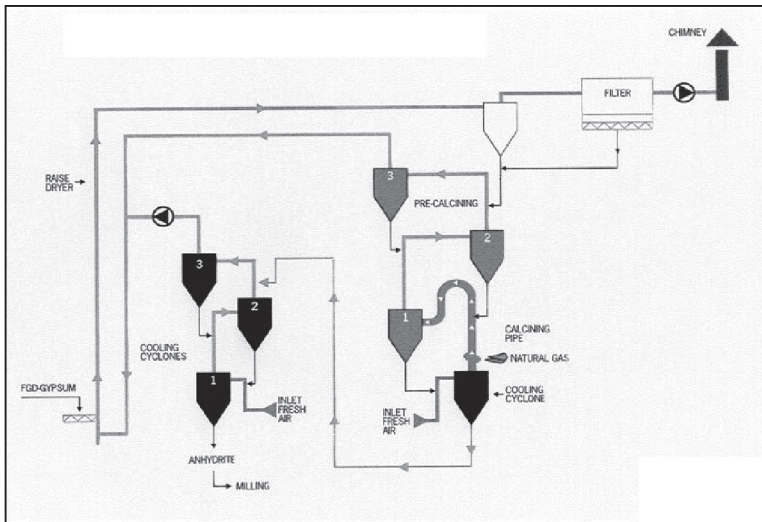
Figuur 3. Maalbrandinstallatie voor het branden van calciumsulfaat-dihydraat tot calciumsulfaat-halfhydraat



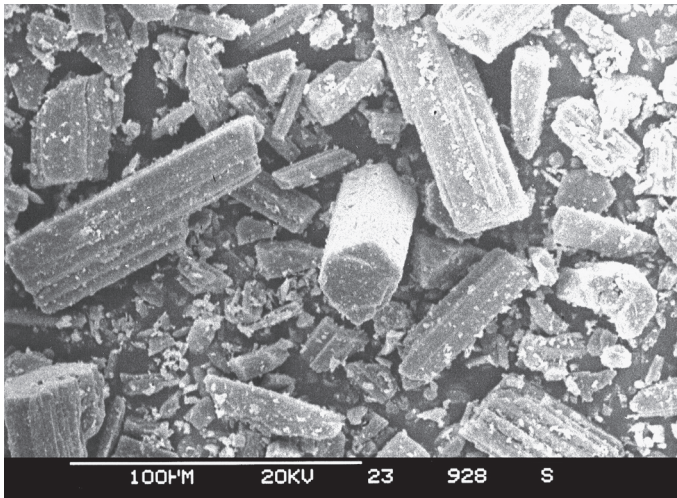
Figuur 4. Rooster-bandooven voor het branden van stukadoorsgips



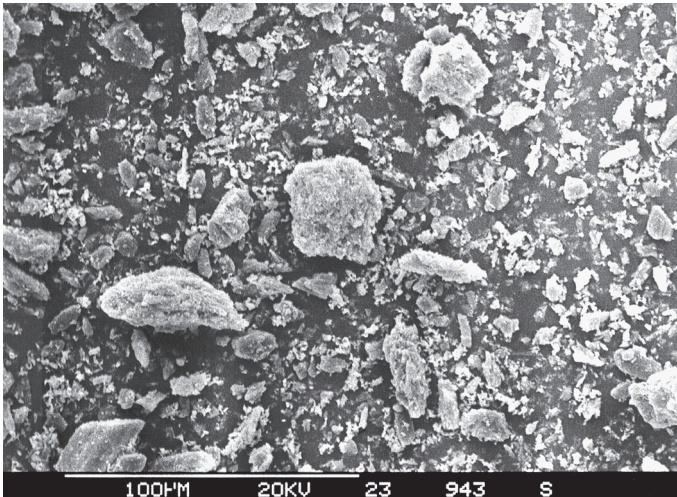
Figuur 5. Autoclaaf voor de productie van  $\alpha$ -calciumsulfaat-halfhydraat



Figuur 6. Flashcalciner voor de productie van anhydriet



Figuur 7. SEM-opname van  $\alpha$ -calciumsulfaat-halfhydraat



Figuur 8. SEM-opname van  $\beta$ -calciumsulfaat-halfhydraat



### III

## Gebrand gips en Stukadoorsgips

### 1 Soorten van gebrand gips en hun toepassingsgebieden

Gebrand gips is genormeerd in de Duitse Industrienorm, DIN 1168, waarin de verschillende materialen beschreven worden. Daarnaast zijn de gestelde eisen aan de soorten gebrand gips, zonder en met fabrieksmatige toevoegingen, en de bepalende beproevingsmethoden genoemd. De navolgende soorten gebrand gips kunnen worden onderscheiden.

#### 1.1 Gebrand gips zonder fabrieksmatige toevoegingen

**Stucgips ( $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ )** is een bij lage temperaturen gebrand gips. Het bestaat voornamelijk uit  $\beta$ -halfhydraat (afhankelijk van de vindplaats en de brandtemperatuur kan het anhydriet II bevatten).

Het stucgips is het basismateriaal voor de industriële vervaardiging van: gipskartonplaten, gipsvezelplaten, gipsblokken, andere voorwerpen van gips en stukadoorsgipsen (zoals gipsmortel, gipskalkmortel en kalkgipsmortel).

**Pleistergips ( $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ )** is evenals het stucgips een gebrand gips, echter dit pleistergips is zowel bij lage als bij hoge temperaturen gebrand. Het bestaat voornamelijk uit anhydriet II en  $\beta$ -halfhydraat.

Het pleistergips is het basismateriaal voor de industriële vervaardiging van: stukadoorsgipsen (zoals gipsmortel, gipskalkmortel en kalkgipsmortel).

Het grote verschil van pleistergips ten opzichte van stucgips is het gegeven dat een pleistergips sneller begint met afbinden, maar toch langer te verwerken is dan het stucgips.

#### 1.2 Gebrand gips met fabrieksmatige toevoegingen (= Stukadoorsgips)

Stukadoorsgipssoorten (gebrand gips met fabrieksmatig gedoseerde toevoegingen) bestaan hoofdzakelijk uit stucgips en/of pleistergips waaraan fabrieksmatig hulpstoffen (zoals cellulosederivaten en vertragers) zijn toegevoegd teneinde bepaalde wenselijke eigenschappen te bereiken. Al naar gelang de soort stukadoorsgips die verkregen dient te worden, kunnen in de fabriek ook vulstoffen worden bijgemengd. Als vulstoffen worden met name perliet, kwartszand, kalksteenmeel en kalkzand gebruikt.

Onder de hierna genoemde soorten stukadoorsgips wordt machinepleistergips altijd machinaal verwerkt. De andere genoemde stukadoorsgipsen met toevoegingen worden handmatig verwerkt.

**Machinepleistergips** wordt gebruikt voor het maken van binnenstucwerk tegen de wand of aan het plafond. Afhankelijk van de gewenste dikte wordt de pleister in één of meerdere lagen aangebracht waarbij gebruikgemaakt wordt van (gips)sputmachines. Dankzij de toegevoegde hulpstoffen kan dit machinepleistergips continu met de machine worden verwerkt.

**Hechtpleistergips** is een gipspleister voor handmatige verwerking tegen de wand of aan het plafond. Het hechtpleistergips wordt gebruikt voor pleisterwerk dat in één laag wordt aangebracht op een moeilijke ondergrond (b.v. beton). Aan het hechtpleistergips zijn specifieke hulp- en vulstoffen toegevoegd, zoals hechtmiddelen.

**Kant-en-klaar pleistergips** wordt eveneens met de hand verwerkt. Dit pleistergips wordt toegepast voor binnenpleisterwerk op wand of plafond, in één laag op verschillende soorten metselwerk en pleisterdragers. Ook aan dit product zijn hulp- en vulstoffen toegevoegd.

**Gipslijm voor gipskarton- en gipsvezelplaten** wordt gebruikt voor het aanbrengen/lijmen van gipskarton- en gipsvezelplaten tegen bestaande steenachtige wanden. Ook deze gipslijm is voorzien van specifieke hulpstoffen, o.a. om een snelle en hoge hechting te verkrijgen.

**Gipslijm voor gipsblokken** wordt toegepast voor het onderling verlijmen van gipsblokken. Ook aan dit product zijn specifieke hulp- en vulstoffen toegevoegd voor een versnelde en hoge hechting.

**Voegengips** wordt gebruikt voor het afvoegen van de naden van gipskarton- en gipsvezelplaten. Deze producten bevatten specifieke hulpstoffen, zoals voor een hoge hechting.

**Dunpleistergips** dient in het bijzonder voor het in een dunne laag, glad afwerken van steenachtige ondergronden (bijvoorbeeld beton, cellenbeton) en gipskartonplaten. Aan deze dunpleisters zijn hulpstoffen toegevoegd, o.a. cellulose.

**Hechtschuurgips** is voor handmatige verwerking tegen de wand of aan het plafond. Dit hechtschuurgips wordt, vanwege de korreleigenschappen, gebruikt voor schuurwerk dat in één laag wordt aangebracht op een moeilijke ondergrond (bijv. beton). Aan het hechtschuurgips zijn specifieke hulp- en vulstoffen toegevoegd, zoals hechtmiddelen.

**Kant-en-klaar schuurgips** wordt met de hand verwerkt op alle steenachtige ondergronden, waarmee dankzij de korreleigenschappen van de toeslagmaterialen de bijzondere schuurtextuur wordt verkregen. Ook aan dit product zijn hulpstoffen toegevoegd.

### *1.3 Indeling van de soorten bouwgips volgens Stabu Standaardbepalingen 1995*

Voor de samenstelling van pleistermortel met het gebrande gips die op de bouwplaats gemengd worden en het gebrande gips met fabrieksmatige toevoegingen, wordt verwezen naar de tabel Stukadoorswerk, bijlage B Speciegroepen ([www.stabu.nl](http://www.stabu.nl)). Deze tabel geeft de stukadoorspecie volgens Stabu Standaardbepalingen 1995. In de Mortelgroepen IV, V en VI

in deze tabel staan de diverse soorten mortels. Deze zijn gedeeltelijk omschreven met een receptuur, voor het op de bouwplaats te mengen, gebrande gips.

## 2 Gegevens van gebrande gipsoorten

### 2.1 Stortgewicht

Tabel 1 toont de verschillende stortgewichten van enkele soorten gebrand gips.

**Tabel 1.** Stortgewicht

soorten gebrand gips	stortgewicht in kg/dm <sup>3</sup>	
	gemiddeld	minimaal - maximaal *
Stucgips	0,8	0,7 - 1,0
Pleistergips	0,9	0,8 - 1,1
Machinepleistergips	1,0	0,7 - 1,2
Hechtpleistergips	0,7	0,6 - 0,9
Kant-en-klaar pleistergips	0,7	0,6 - 0,9
Hechtschuurgips	0,9	0,8 - 1,0
Kant-en-klaar schuurgips	0,9	0,8 - 1,0
Voegengips	1,0	0,8 - 1,2

\* afhankelijk van grondstof en productie

### 2.2 Korrelverdeling

Tabel 2 bevat informatie over de korrelverdeling van stucgips en pleistergips. Over de andere materialen met fabrieksmatig toegevoegde hulp- en vulstoffen kunnen door de vele verschillen daarin geen algemene uitspraak over de korrelverdeling worden gedaan.

**Tabel 2.** Korrelverdeling

gebrand gips	zeefrest		
	> 0,2 mm	> 1,25 mm	> 3,15 mm
Stucgips	≤ 10%	0%	0%
Pleistergips	≤ 40%	≤ 10%	0%

### 2.3 Chemische hoofdbestanddelen

Gipsgrondstoffen verschillen door hun herkomst in chemische hoofdbestanddelen. Gemiddelde kenmerken van calciumsulfaat-dihydraat zijn:

CaSO <sub>4</sub> ·2 H <sub>2</sub> O	81,2%	(71,7 - 100,0%)
kristalwater	17,0%	(15,0 - 20,9%)
CaO	26,5%	(23,4 - 32,5%)
SO <sub>3</sub>	37,8%	(33,3 - 46,4%)

De volgende begeleidende mineralen kunnen aanwezig zijn:

Anhydriet	CaSO <sub>4</sub>
Calciumcarbonaat	CaCO <sub>3</sub>
Dolomiet	CaCO <sub>3</sub> ·MgCO <sub>3</sub>
Klei-mineralen (bijvoorbeeld muscoviet)	

Als deze gipsgrondstoffen tot stucgips en pleistergips worden verwerkt, zijn de gipsfasen halfhydraat, anhydriet II en anhydriet III.

Gebrand gips zoals machinepleistergips, hechtpleistergips, kant-en-klaar pleistergips, hechtschuurgips en kant-en-klaar schuurgips kunnen vulstoffen (kalksteenmeel, perliet, zilverzand e.d.) en hulpstoffen (vertragers, cellulosederivaten e.d.) bevatten.

### 2.4 Transport en opslag

Soorten gebrand gips dienen tijdens het transport en de opslag te worden beschermd tegen vochtinwerking.

De in silo's en containers geleverde materialen moeten zo spoedig mogelijk worden verwerkt. De in zakken geleverde materialen moeten in gesloten ruimten worden opgeslagen, indien mogelijk op pallets. Bij een juiste opslag zijn de gebrande gipssoorten drie tot zes maanden houdbaar.

## 3 Kenmerken van de specie

Specie is de verwerkbare en met water aangemaakte gipsbouwstof.

Mortel is een samenstelling van verschillende droge grondstoffen, in poedervorm, in een zak, silo of big bag.

De term mortel wordt echter ook gebruikt voor verharde (afgebonden) specie die van de mortel gemaakt wordt.

### 3.1 Water/gips-factor

De water/gips-factor van het gebrande gips zonder de in de fabriek bijgemengde hulpstoffen, is de verhouding  $w=100/E$ , waarbij E de hoeveelheid gebrand gips in gram is, die bij het instrooien in 100 ml water bevochtigd wordt.

Bij gebrand gips met fabrieksmatige toevoegingen is de water/gips-factor de verhouding  $w = A/G$ . Hierbij is A de hoeveelheid aanmaakwater in gram en G is de hoeveelheid gebrand gips in gram, die men nodig heeft voor het maken van een water/gips-mengsel met een vloeimaat van  $165 \pm 5$  mm (maat voor de normale consistentie).

De verhouding tussen het aanmaakwater en het gebrande gips is bepalend voor de verwerkbaarheid en verwerkingstijden van de specie en de mechanische eigenschappen van de mortel. Om deze reden moeten de verwerkingsvoorschriften van de fabrikant over de te gebruiken hoeveelheden water opgevolgd worden.

### **3.2 Verhardings- en verwerkingstijden**

De aanvang afbinding geeft het begin van de verharding aan. Bij de keuring van stucgips moet deze, bij de beproeving volgens DIN 1168 deel 1, tussen 8 en 25 min. liggen. Bij pleistergipsen moet de aanvang afbinding minimaal 3 min. zijn. Bij machinepleistergips, hechtpleistergips en kant-en-klaar pleistergips moet de aanvang afbinding minimaal 25 min. zijn. In de genoemde norm worden geen eisen gesteld aan het einde van de afbinding.

Onder de juiste praktijkcondities kunnen machinepleistergipsen circa twee tot vier uur verwerkt worden, hechtpleisters/schuurgipsen en kant-en-klaar pleisters/schuurgipsen circa één tot twee uur. Door de omstandigheden op de bouwplaats kunnen de verwerkingstijden beïnvloed worden, daarom moet rekening worden gehouden met o.a.:

- teveel aanmaakwater...
- te oud gips...
- te lage temperatuur...
- te hoge vochtigheid...
- ...deze verlengen de afbindtijden.

- Verhoogde temperatuur (b.v. van ondergrond, aanmaakwater, lucht) ...
- oplopend capillair zuigvermogen van de ondergrond ...
- resten van gips aan gereedschappen en in het aanmaakwater ...
- ...verkorten de afbindtijden.

### **3.3 Materiaalverbruik, opbrengst en natte volumieke massa**

In de volgende tabel zijn richtgetallen voor de benodigde hoeveelheden materiaal, de opbrengst en de natte volumieke massa van de verschillende soorten gebrand gips weergegeven. Deze getallen zijn gebaseerd op een 10 mm dikke stuclaag op een ondergrond met een normaal capillair zuigvermogen en een oppervlak waarvan de voegen volledig zijn gevuld.

**Tabel 3.** Materiaalverbruik, opbrengst en natte volumieke massa

Soort	Verbruik kg/m <sup>2</sup>	Opbrengst m <sup>2</sup> /1000 kg	Vol. massa nat kg/dm <sup>3</sup>
Machinepleistergips	< 15	> 60	1,50 - 1,6
Hechtpleistergips	< 7,5	> 120	1,20 - 1,3
Kant-en-klaar pleistergips	< 8,0	> 110	1,30 - 1,4
Hechtschuurgips	< 11,0	> 75	0,80 - 0,9
Kant-en-klaar schuurgips	< 12,0	> 70	0,75 - 0,85

### 3.4 Droogproces

Afhankelijk van de samenstelling van de specie bindt deze af binnen enkele uren of hooguit dagen. De afgebonden (verharde) mortel is een door en door samenhangende en draagkrachtige stuclaag. Het overtollige water is bij gunstige omstandigheden na enkele dagen verdampt waarna de pleister droog is en de volledige gebruikseigenschappen aanwezig zijn. Op het oppervlak van de gedroogde stuclaag kan de eindafwerking, zoals behang, verf, sierpleister, worden aangebracht.

Voor een goede en snelle droging is het belangrijk dat de binnenruimten geventileerd worden.

### 3.5 Het zuigvermogen van de ondergrond voor de stuclaag

Door het zuigvermogen van de ondergrond voor de stuclaag worden de verwerkings- en verhardingstijden en de mechanische eigenschappen beïnvloed; de hechting van de stuclaag aan de ondergrond wordt zelfs sterk beïnvloed. Een sterk zuigende ondergrond zoals wanden van cellenbeton, kalkzandsteen, sterk poreuze baksteen of metselwerk bestaande uit verschillende materialen moet voorafgaand aan het aanbrengen van de stuclaag worden voorbehandeld met een grondeermiddel om het zuigvermogen te reguleren dan wel te nivelleren. Ondergronden met een zwak zuigvermogen of geen zuigvermogen, bijvoorbeeld gladde betonoppervlakken, moeten worden voorbehandeld met hechtmiddelen (primer, hechtbrug). In het algemeen geldt dat een te natte ondergrond negatief werkt op de hechting van de stuclaag.

### 3.6 De invloed van vorst

Op een bevroren ondergrond en/of bij een temperatuur van de omgeving  $\leq 0^{\circ}\text{C}$  mag geen stuclaag worden aangebracht. Ruimten met wanden met een verse stuclaag moeten worden beschermd tegen vorst.

In de praktijk wordt een minimale waarde van  $+ 5^{\circ}\text{C}$  aangehouden voor de omgevings- en ondergrondtemperatuur.

### 3.7 Stuclagen

Gipsmortels worden normaal in één laag aangebracht met een laagdikte van minimaal 1 cm. Bij grotere laagdikten wordt de mortel vers in vers aangebracht. D.w.z. dat de volgende laag wordt aangebracht voordat de eerste laag is afgebonden.

Indien de mortel in meerdere lagen moet worden aangebracht, moet de nog zachte onderlaag in de vorm van zwaluwstaarten, horizontaal worden opgeruwd. De volgende laag wordt in de richting van de gevormde groeven aangebracht nadat de onderlaag verhard en droog is.

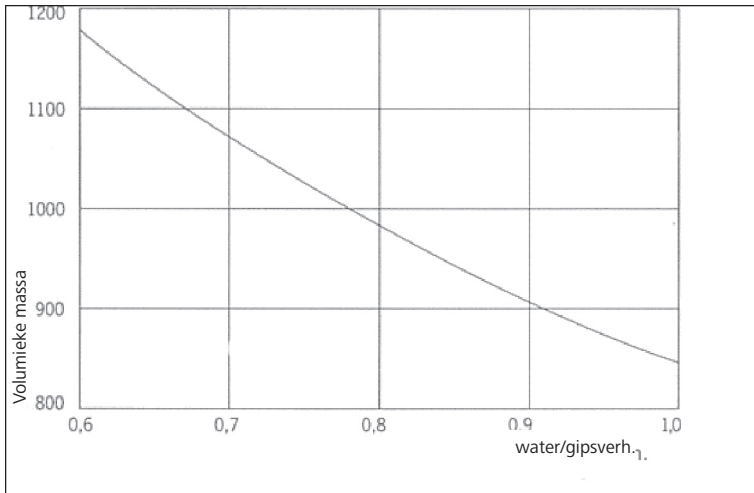
## 4 Kenmerken van de verharde stuclaag

### 4.1 Volumieke massa

De uitgeharde stuclaag van elk bouwgips bestaat uit calciumsulfaat-dihydraat. Door het verdampen van het overtollige aanmaakwater ontstaan poriën in de uitgeharde stuclaag.

Afhankelijk van de gebruikte hoeveelheid aanmaakwater verschilt de volumieke massa.

Om deze reden kan de volumieke massa, afhankelijk van de soort bouwgips en de samenstelling ervan en de voorgeschreven hoeveelheid aanmaakwater variëren van 800 tot 1200 kg/m<sup>3</sup>.



Figuur 1: Volumieke massa van afgebonden stucgips afhankelijk van de water/gips-factor.

### 4.2 Sterkte

De eisen aan de buigtreksterkte, druksterkte of hardheid van bouwgipsen die in de Duitse norm DIN 1168 deel 2 worden gesteld, zijn in tabel 4 genoemd.

**Tabel 4.** Eisen volgens DIN 1168 deel 2

Bouwgipssoorten	Buigtreksterkte N/mm <sup>2</sup>	Druksterkte N/mm <sup>2</sup>	“Vastheid” N/mm <sup>2</sup>
Stucgips	≥ 2,5	-	≥ 10
Pleistergips	≥ 2,5	-	≥ 10
Machinepleistergips	≥ 1,0	≥ 2,5	-
Hechtpleistergips	≥ 1,0	≥ 2,5	-
Kant-en-klaar pleistergips	≥ 1,0	≥ 2,5	-
Gipslijm voor gipskarton- en gipsvezelplaten	≥ 2,5	≥ 6,0	-
Voegengips	≥ 1,5	≥ 3,0	-
Dunpleistergips	≥ 1,0	≥ 2,5	-

### 4.3 Gebruikseigenschappen

Voorbeelden van de gebruikseigenschappen van machinepleistergips, hechtpleistergips, kant-en-klaar pleistergips, hechtschuurgips en kant-en-klaar schuurgips zijn in tabel 5 weergegeven.

**Tabel 5.** Gebruikseigenschappen van bouwgipssoorten met toevoegingen in fabriek

Bouwgipssoorten	Water/gips-factor	Begin binding	Einde binding	Vol. massa droog kg/m <sup>3</sup>	Buigtreksterkte*	Druksterkte*
		Min	Min		N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>
Machinepleistergips	0,45 - 0,65	60 - 120	120 - 240	1000 - 1200	1 - 2	2,5 - 5
Hechtpleistergips	0,60 - 0,80	40 - 90	60 - 120	850 - 1000	1 - 2	2,5 - 4
Kant-en-klaar pleistergips	0,55 - 0,75	40 - 90	60 - 120	900 - 1100	1 - 2	2,5 - 4
Hechtschuurgips	0,25 - 0,45	40 - 90	60 - 120	900 - 1100	1 - 2	2,5 - 4
Kant-en-klaar schuurgips	0,30 - 0,50	40 - 90	60 - 120	900 - 1100	1 - 2	2,5 - 4

\* afhankelijk van water/gips-factor

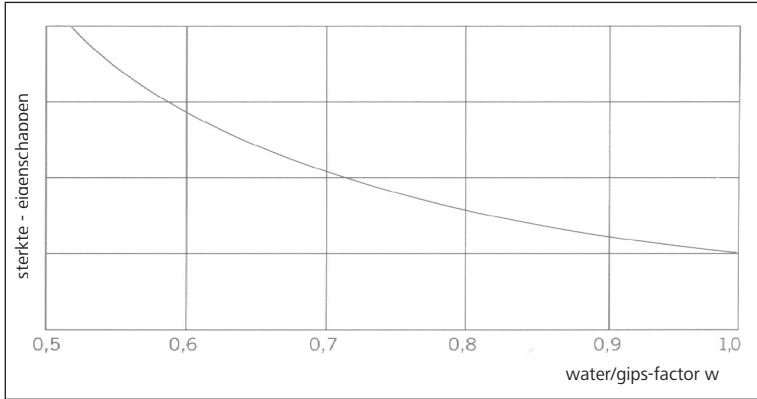
Naast de genoemde eigenschappen in tabel 5 is de hechtteksterkte van het bouwgips op de ondergrond van belang. De hechtteksterkte van bouwgips bedraagt gemiddeld 0,5 N/mm<sup>2</sup> (50 t/m<sup>2</sup>).

De oppervlakken van metselwerk zijn in het algemeen ruw waardoor alle bouwgipsen duurzaam op deze ondergronden hechten.

Glade tot ruwe betonoppervlakken worden voorzien van speciaal vervaardigd machinepleistergips, hechtpleistergips of hechtschuurgips dat, zoals altijd, overeenkomstig

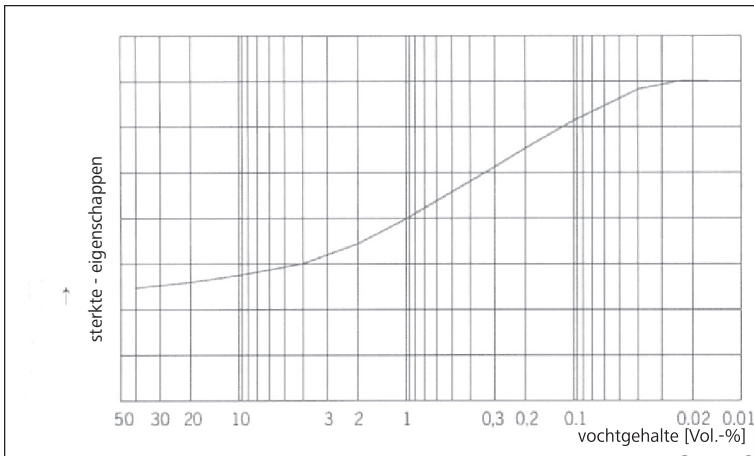


de verwerkingsvoorschriften aangebracht moet worden. In bepaalde gevallen is een speciale voorbehandeling van de ondergrond met hechtingsmiddelen noodzakelijk.



*Figuur 2. Samenhang tussen de sterkte-eigenschappen en de water/gips-factor*

De buigtreksterkte en de druksterkte nemen met het drogen (zie figuur 2) toe. Indien de stuclaag in een later stadium tijdelijk nat wordt, nemen deze sterkten af, maar nadat de stuclaag gedroogd is, bereiken de sterkte-eigenschappen weer hun oorspronkelijke waarden. (zie figuur 3). Indien de stuclaag te lang vochtig blijft, leidt dit tot het ontstaan van schimmelplekken, schade in de stuclagen en kan de stuclaag en/of de afwerking los komen (zie ook par. 4.16).



*Figuur 3. Verhouding tussen de sterkte-eigenschappen en het vochtgehalte van bouwgijs*

#### 4.4 Elasticiteitsmodulus

De kengetallen van de E-modulus van enkele bouwgijssoorten zijn in tabel 6 weergegeven.

**Tabel 6.** Elasticiteitsmoduli

<b>Monster bestand uit:</b>	<b>E-modulus N/mm<sup>2</sup></b>
Stucgips	ca. 4800
Pleistergips	ca. 5200
Machinepleistergips	ca. 2800

#### 4.5 Eigenschappen van het oppervlak

Uit onderzoek is bekend dat het tegenwoordig vervaardigde machinepleistergips, hechtpleistergips, kant-en-klaar pleistergips, hechtschuurgips, kant-en-klaar schuurgips en dunpleistergips een hoge sterkte hebben. Bij de juiste verwerking en het drogen van de stuclagen is de draagkracht voor alle gangbare afwerkingen, zoals verfsystemen, behang en tegelwerk, voldoende.

Het onthechten van afwerkklagen op de stuclaag wordt in de meeste gevallen veroorzaakt

- door een onjuiste verwerking (zoals een te grote hoeveelheid aanmaakwater, te laat begonnen of te lang doorgaan met doorschuren of pleisteren),
- door invloeden vanuit de ondergrond,
- of door bijvoorbeeld een te hoge luchtvochtigheid tijdens het uithardingsproces.

Een onvoldoende draagkrachtig pleisteroppervlak, met een dicht en relatief weinig zuigend oppervlak (de zogenaamde sinterhuid of korst) kan daarvan het gevolg zijn.

Door het plakken en trekken van tapes (bijv. Tesaband 651) kan men zich ervan overtuigen of het oppervlak van de stuclaag vrij is van lagen die gemakkelijk tot onthechting kunnen worden gebracht.

De eisen voor de vlakheid van het pleisteroppervlak worden in de tabel Oppervlaktebeoordeling stukadoorwerk binnen weergegeven (zie tabel 12 op pagina 32 en 33). Deze tabel is opgesteld door het Hoofdbedrijfschap Afbouw en Onderhoud, hierin worden de advieswaarden voor de vlakheid aangegeven. Stuclagen kunnen aan zeer hoge oppervlakte-eisen met spiegelgladde oppervlakken voldoen (Marmerstuc, Scagliola).

#### 4.6 Porositeit

Het volume van de poriën van stuclagen is in het algemeen tussen 50 en 65 vol.%. Stuclagen hebben een open poriestructuur met relatief grote capillaire poriën.

Door deze poriën wordt het water zeer snel getransporteerd. Daardoor kunnen stuclagen snel drogen tot het evenwichtsvochtgehalte bereikt is. Een stuclaag is daarom bij gewone omgevingscondities droog.

In tabel 7 zijn de meetwaarden van de porositeit van stuclagen weergegeven.

**Tabel 7.** Het porievolume van gipspleisters

Gipspleister bestaande uit	Water/gips-factor	Volumieke massa droog kg/m <sup>3</sup>	Porievolume % V/V
Stucgips	ca. 0,75	ca. 1000	57
Pleistergips	ca. 0,80	ca. 1050	54
Machinepleistergips	ca. 0,48	ca. 1110	52
Hechtpleistergips	ca. 0,62	ca. 900	61
Kant-en-klaar pleistergips	ca. 0,62	ca. 950	58

#### 4.7 Wateropnamecapaciteit

Een karakteristiek voor de wateropnamecapaciteit is het waterindringingsgetal. Deze getallen zijn in tabel 8 weergegeven.

**Tabel 8.** Waterindringingsgetal van gipspleisters

Gipspleister bestaande uit	Volumieke massa droog kg/m <sup>3</sup>	Waterindringingsgetal kg/m <sup>2</sup> · h <sup>0,5</sup>
Pleistergips	ca. 1050	ca. 46 - 53
Machinepleistergips	ca. 1110	ca. 5 - 12
Hechtpleistergips	ca. 900	ca. 18
Kant-en-klaar pleistergips	ca. 950	ca. 15

#### 4.8 Evenwichtsvochtgehalte

De relatie tussen het evenwichtsvochtgehalte en de omgevingscondities valt af te leiden uit tabel 9.

**Tabel 9.** Evenwichtsvochtgehalte van gipspleisters bij verschillende condities

Gipspleister bestaande uit	Omgevingscondities		
	20°C / 45% RV Vol.-%	20°C / 70% RV Vol.-%	20°C / 95% RV Vol.-%
Pleistergips	0,1	0,1	0,4
Machinepleistergips	0,1	0,2	1,0
Hechtpleistergips	0,1	0,2	0,6
Kant-en-klaar pleistergips	0,1	0,2	0,7
Hechtschuurgips	0,1	0,2	0,5
Kant-en-klaar schuurgips	0,1	0,2	0,5

#### 4.9 Dampdiffusieweerstand ( $\mu$ )

Tabel 10 geeft de waarde van de dampdiffusieweerstand ( $\mu$ ) en de dikte van een luchtlaag met gelijke dampdiffusieweerstand.

**Tabel 10.** Dampdiffusieweerstand en de diffusie-equivalente luchtpouwdikte

Rekenwaarde voor de dampdiffusieweerstand $\mu$ van een gips-, gipskalk- en kalkmortel	10
Gemiddelde meetwaarde van de dampdiffusieweerstand $\mu$ van een machinepleistergips	25
Diffusie-equivalente luchtpouwdikte $s_d$ van machinepleistergips in m	0,25

#### 4.10 Warmtegeleidingscoëfficiënt ( $\lambda$ )

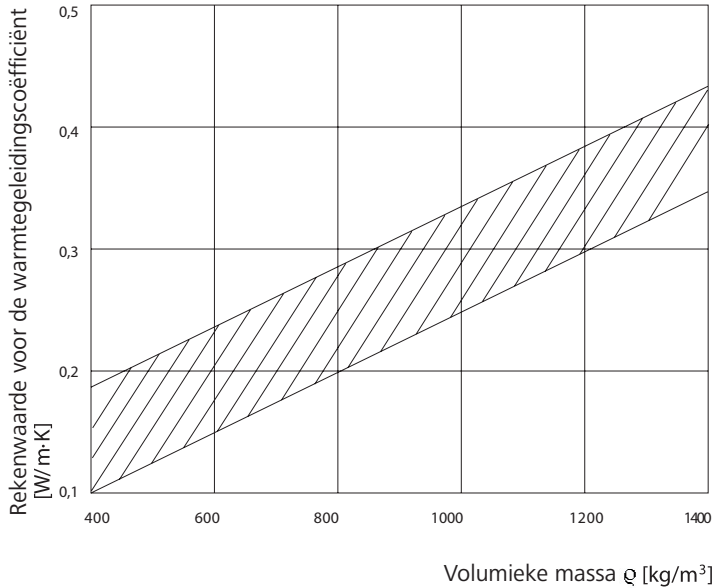
De warmtegeleidingscoëfficiënt ( $\lambda$ ) van bouwmaterialen is vooral afhankelijk van de volumieke massa en van het vochtgehalte en wordt uitgedrukt in de eenheid van  $W/(m \cdot K)$ .

Bij de berekening van warmteweerstand van een constructie, worden voor de warmtegeleidingscoëfficiënt ( $\lambda_R$ ) de volgende rekenwaarden voor stuclagen bestaande uit gips gehanteerd:

Gipsmortel zonder toeslagmateriaal	$\lambda_R = 0,35 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$
Kalkgipsmortel	$\lambda_R = 0,70 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$

### 4.11 Specifieke warmtecapaciteit

Bij een evenwichtsvochtgehalte tot circa 1 vol.-% en bij een volumieke massa van 900 kg/m<sup>3</sup> heeft gipsmortel een specifieke warmtecapaciteit (c) van circa 900 J/(kg·K).



Figuur 6. Rekenwaarden voor de warmtegeleidingscoëfficiënt in afhankelijkheid van de volumieke massa

### 4.12 Warmte-indringingscoëfficiënt (b)

De warmte-indringingscoëfficiënt (b) wordt als volgt berekend:

$$b = \lambda \cdot c \cdot \rho \quad [J / (s^{0.5} \cdot m^2 \cdot K)]$$

waarin:

λ ...	warmtegeleidingscoëfficiënt	[ W/(m·K) ]
c ...	specifieke warmtecapaciteit	[ J/(kg·K) ]
ρ...	volumieke massa	[ kg/m <sup>3</sup> ]

Voor een machinepleistergips zijn de waarden berekend zoals weergegeven in tabel 11.

**Tabel 11.** Equivalente warmte-indringingscoëfficiënt van machinepleistergips

Gemeten tijd [h]	Equivalente warmte-indringingscoëfficiënt (b) [J / (s <sup>0.5</sup> ·m <sup>2</sup> ·K)]
0,5	1.200
2	1.400

#### 4.13 Thermische uitzetting

Temperatuurwisselingen hebben een volumeverandering van alle bouwmaterialen tot gevolg. Deze is afhankelijk van de grootte van de temperatuurwisseling en van het materiaal. Voor gipsmortels kan met een warmte-uitzettingcoëfficiënt van gemiddeld  $20 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$  worden gerekend. Ter vergelijking de warmte-uitzettingcoëfficiënt van beton, varieert van  $5 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$  tot  $14 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$ . Gerekend wordt in het algemeen met  $10 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$ . De praktijk heeft bewezen dat ondanks de tweemaal zo grote uitzetting van gipsmortels t.o.v. beton er geen risico voor de hechting bestaat. Wel moeten temperatuurschokken worden voorkomen.

#### 4.14 Hoogst toelaatbare temperatuur van gipspleister

Indien gips langdurig aan hoge temperaturen wordt blootgesteld, wordt de sterkte van het gips negatief beïnvloed. Om deze reden moet worden voorkomen om gips langdurig aan temperaturen van hoger dan 50°C bloot te stellen.

#### 4.15 Brandgedrag, brandwerende eigenschappen

Gipsmortels hebben goede brandwerende eigenschappen. De oorzaak hiervan is het gebonden kristalwater van het dihydraat dat tijdens de brand verdampt. Door de verdamping wordt op de brandbelaste zijde een beschermende damp huid gecreëerd waardoor de temperatuur van de gipslaag aan de van de brand afgekeerde zijde slechts langzaam stijgt. Met betrekking tot het brandgedrag zijn de brandklassen in de Europese norm EN 13501 - deel 1 vastgelegd. Gipspleisters vallen in de brandklasse (materiaalklasse) A1 - niet brandbaar. Afhankelijk van de constructie kan een brandwerendheid van 30/60/90/120 minuten of hoger worden gehaald.

#### 4.16 Gedrag bij langdurig inwerkend vocht of herhaalde vochtinwerking, condensvorming

Een langdurig hoog vochtgehalte van stuclagen moet worden voorkomen, omdat gips in water enigszins oplosbaar is. Door het oplossen van het gips verandert de kristalstructuur en vindt een rekristallisatie plaats. Nadat het gips weer gedroogd is, worden in het algemeen de oorspronkelijke mechanische eigenschappen weer hersteld (indien het gips niet weggespoeld werd). Kortdurende en soms ook herhaalde belastingen door waterdamp zijn niet schadelijk als het gips zijn evenwichtsvochtgehalte weer kan bereiken.

#### 4.17 Volumeveranderingen van stuclagen

Gipsmortel vertoont vanaf het begin van het aanmaken een aantal volume-veranderingen, zoals krimp, uitzetting en kruip.

**Krimp** - Afgezien van de voor de praktijk niet van belang zijnde krimp tijdens de oplossings- en de bindingsperiode van de vers aangemaakte gipsmortel - dus in de beginfase van het verharden van de stuclaag - moet men met krimp rekening houden tijdens het droogproces. De verdamping van het overtollige aanmaakwater na de hydratatie tot het evenwichtsvochtgehalte bereikt is, gaat gepaard met een krimp van ca. 0,3 mm/m en is voor de praktijk niet van belang.

**Uitzetting** - De krimp in de allereerste fase tijdens het afbinden (dihydraat- vorming) van de stuclaag wordt kort daarna overheerst door de niet geringe uitzetting ten gevolge van de daarna beginnende kristalgroei. Door de overlapping van de twee gelijktijdig verlopende processen is het moeilijk de twee volumeveranderingen precies te kwantificeren. Afhankelijk van de gebruikte gipssoort en onder bepaalde omstandigheden kan bij een onbelemmerde uitzetting een lengtetoeename van circa 1 mm/m optreden. De uitzetting ten gevolge van de kristallisatie heeft, evenals de primaire krimp, voor het zich vormende gips geen nadelige invloed, omdat deze in de plastische fase plaatsvindt en na de relatief snelle verharding afgelopen is.

**Kruip** - Is het verschijnsel waarbij een (bouw)materiaal blijvend vervormt onder invloed van een aanhoudende spanning. Gewoonlijk neemt een materiaal na het wegnemen van een spanning de oorspronkelijke vorm weer aan. In dat geval spreekt men van elastische vervorming en van elastisch gedrag. In het geval van kruipvervorming is deze er nog als de spanning wordt weggenomen. Kruip heeft ook tot gevolg, dat wanneer een spanning wordt aangebracht, deze wordt afgebroken.

Gips heeft de eigenschap een aanzienlijk kruipgedrag te vertonen. Daarbij spelen kleine hoeveelheden water een grote rol. In absoluut droge toestand, die alleen in het laboratorium kan worden gecreëerd, vertoont gips geen kruip, maar onder invloed van kleine hoeveelheden vocht die altijd in de omgevingslucht aanwezig zijn, vertoont gips kruip. In natte toestand is bij gips zelfs sprake van een aanzienlijke kruip. Dit is de reden, waarom gipsplaten in niet-gemonteerde toestand deugdelijk dienen te worden ondersteund. Een gipsplaat, gedurende een nacht te schuin tegen een wand geplaatst, is krom tengevolge van de kruip. Een anhydrietvloer, die ten gevolge van de krimp van de draagconstructie aanvankelijk onder spanning komt te staan, zal na verloop van tijd alle spanningen hebben afgebouwd. Een wand van gipsblokken zal de spanningen ten gevolge van het doorbuigen van de draagvloer, voor een groot deel omzetten in vervorming. Behalve kleine hoeveelheden vocht is kruip ook verbonden met tijd. Treden de vervormingen relatief langzaam op dan zal gips niet bezwijken, wordt plotseling een (te) grote kracht uitgeoefend dan kan ook de kruip het niet bijhouden en zal het gips bezwijken. Een gipsmortel wordt aangebracht op een ondergrond en wordt, normaal gesproken, niet belast. Door de afwezigheid van belasting speelt kruip in het geval van gipsmortels geen rol.

Tabel 12. Oppervlaktebeoordeling stukadoorwerk

Oppervlaktebeoordelingscriteria binnen			
Criteria		Groep 1	Groep 2
Toepassing:		Glad oppervlak waaraan hoge visuele en functionele eisen worden gesteld en dat naderhand kan worden voorzien van een verflaag.	Glad oppervlak dat naderhand wordt voorzien van een afwerklaag zoals dikker behang, sierpleister en dergelijke.
Plaatselijke onregelmatigheden: <sup>(1)</sup>		Toegestaan volgens proefvlak.	Tot max. 1mm toegestaan. <sup>(2)</sup>
Kleurverschillen:		Toegestaan.	Toegestaan.
Vlakheidstolerantie in mm bij een onderlinge afstand tussen de meetpunten van: <sup>(3)</sup>	0,4 m	1	1,5
	1 m	2	3
	2 m	5	5
	4 m	8	8
	10 m	12	12
	15 m	15	15
	<b>Toelichting</b>		
	(1)	Ter voorkoming van conflictsituaties over welke esthetische eisen de opdrachtgever aan het werk kan stellen, is het raadzaam een proefvlak te benoemen als referentie voor de overeengekomen werkzaamheden.	
	(2)	Oneffenheden in de vorm van gaatjes, bultjes en/of spaanslagen kleiner dan of gelijk aan 1mm zijn toegestaan.	
	(3)	Deze tabel dient ook ter bepaling van de vlakheid van profielen.	



<b>Groep 3</b>	<b>Groep 4</b>	<b>Groep 5</b>
Glad oppervlak, uitgevoerd als plaatselijk reparatie- of filmwerk en afgewerkt met dikker behang, sierpleister en dergelijke.	Gelijkmatig gestructureerd of geschuurd oppervlak met een maximale korreldikte van 3 mm.	Grof gestructureerd of geschuurd oppervlak met een korreldikte groter dan 3 mm.
Tot max. 1mm toegestaan. <sup>(2)</sup>	Toegestaan volgens proefvlak.	Toegestaan volgens proefvlak.
Toegestaan.	Niet toegestaan.	Niet toegestaan.
Geen eisen, volgt oppervlak ondergrond	1,5	2
	3	3
	5	5
	9	10
	15	15
	20	20
<b>Meetapparatuur</b> Een vlakheidsmeting dient te worden uitgevoerd met een precisie van waarvan de lengte overeenkomt met de gekozen afstand tussen de meetpunten. Bij een afstand tussen de meetpunten groter dan vier meter, dient een vlakheidsmeting niet te worden uitgevoerd met behulp van een rei, maar met behulp van lasermeetapparatuur waarvan de nauwkeurigheid bekend is.	<b>Visuele beoordeling</b> Tijdens een beoordeling mag er geen strijklicht op het te beoordelen oppervlak vallen.	

## IV Gipskartonplaten

### 1 Soorten en gebruik van gipskartonplaat

Gipskartonplaten zijn in een fabriek vervaardigde, hoofdzakelijk uit gips bestaande bouwplaten. De vlakken en de lange zijanten zijn afgewerkt met goed hechtend karton van een soort, die afhankelijk is van de toepassing.

De door karton omgeven gipskern kan enigszins opgeschuimd zijn en kan toeslagstoffen bevatten om bepaalde eigenschappen te kunnen bereiken. De belangrijkste eigenschappen van de platen worden door de samenwerking van de gipskern met de kartonnen bekleding bereikt. Het karton werkt als een wapening voor trekspanningen en samen met de kern van gips krijgen gipskartonplaten de vereiste samenhang en buigstijfheid.

Gipskartonplaten zijn gestandaardiseerd in de Europese norm NEN-EN 520. Gipskartonplaten worden vooral gebruikt als wand- en plafondbekledingen, voor montagewanden en voor het maken van geprefabriceerde bouwelementen, ten behoeve van wanden, plafonds en vloeren.

#### 1.1 Op de lopende band vervaardigde gipskartonplaten

Plaatsort		Kleur van het karton	Kleur van de opdruk
Naam	Kenmerk		
Gipskartonplaat	A	Voor kant: Voorkleurig of wit Achter kant: Grijs	Blauw
Brandwerende gipskartonplaat	F		Rood
Gipskartonplaat - geïmpregneerd	H1, H2 of H3	Groenachtig	Blauw
Brandwerende gipskartonplaat - geïmpregneerd	FH		Rood
Gipskarton Stucplaat	P	Grijs/bruin	Blauw

**Gipskartonplaten (A)** zijn standaardplaten die gebruikt worden om op een frame te worden bevestigd, voor de 'droge' stucmethode waartoe deze worden verlijmd en voor het maken van samengestelde platen (b.v. geïsoleerde platen).

Vanaf een dikte van 12,5 mm zijn de platen geschikt voor gebruik op wanden en vanaf een dikte van 9,5 mm voor plafonds.

**Extra brandwerende gipskartonplaten** (F) worden met name gebruikt voor bouwdelen, die moeten voldoen aan strengere eisen met betrekking tot de brandwerendheid. Deze platen bevatten toeslagstoffen in de gipskern, die in geval van brand de structurele samenhang van de gipskern verbeteren.

**Gipskartonplaten - geïmpregneerd** (H1, H2 of H3) en **brandwerende gipskartonplaten - geïmpregneerd** (FH) hebben een vertraagde wateropname dankzij het gebruik van daarvoor geschikte hulpstoffen. Deze platen worden gebruikt in situaties waar deze eigenschap vereist wordt, zoals in badkamers.

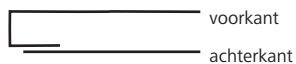
**Gipskarton Stucplaten** (P) worden vooral als ondergrond voor stuc- en pleisterwerk tegen plafonds gebruikt.

De op de lopende band vervaardigde gipskartonplaten zijn aan de lange kanten voorzien van karton. De doorsneden 1 tot en met 6 op de volgende pagina zijn voorbeelden van de verschillende uitvoeringen van de langskanten.

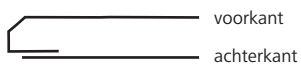
De kopse kanten zijn niet van karton voorzien.

### *1.2 In de fabriek bewerkte soorten van gipskartonplaten (voorbeelden)*

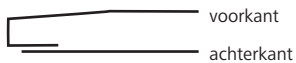
- **Op maat gezaagde gipskartonplaten** hebben aan de langskanten en/of aan de kopse kanten fabrieksmatig gezaagde kanten. Deze kunnen verschillende vormen hebben zoals een rechte kant of een facetkant. De platen zijn in het algemeen rechthoekig. Vierkant gezaagde gipskartonplaten worden ook wel gipskarton-cassetteplaten genoemd.
- **Geperforeerde gipskartonplaten** zijn gipskartonplaten met perforaties in verschillende vormen (b.v. ronde of vierkante gaten, sleuven) en afmetingen. De perforaties kunnen in vlakken of in een patroon aangebracht zijn. Vierkante geperforeerde gipskartonplaten worden ook wel geperforeerde gipskarton-cassetteplaten genoemd. Geperforeerde gipskartonplaten die aan de achterkant van een akoestisch vlies kunnen zijn voorzien en al of niet ook nog van een isolatiemateriaal, worden toegepast voor de beheersing van de akoestische eigenschappen van ruimten (voor de geluidsabsorptie) en worden akoestische platen genoemd.
- **Overige uitvoeringsvormen** van fabrieksmatig vervaardigde gipskartonplaten kunnen bijvoorbeeld van een afwerk- of cacheerlaag voorzien zijn. De afwerklaag kan bestaan uit vliezen en/of folies. De gebruikte laag is afhankelijk van de toepassing van de platen. Een alu-folie wordt bijvoorbeeld gebruikt voor dampdichte of reflecterende doeleinden, loodfolie wordt gebruikt voor de afscherming van röntgenstraling en veelkleurige en/of van een patroon voorziene zachte of harde folies worden voor decoratieve doeleinden gebruikt. Er bestaan ook gipskartonplaten in combinatie met isolatieplaten uit kunststofschuim of minerale wol.



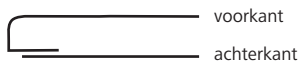
*Figuur 1 volle kant (VK)*



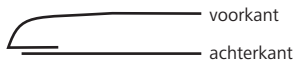
*Figuur 2 - facet langskant (FK)*



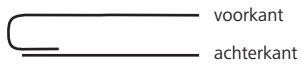
*Figuur 3 - afgeschuinde kant (AK)*



*Figuur 4 - halfronde kant (HRK)*



*Figuur 5 - halfronde afgeschuinde kant (HRAK)*



*Figuur 6 - ronde kant (RK)*

## 2 Eigenschappen van gipskartonplaten

### 2.1 Afmetingen en toleranties van op de lopende band vervaardigde gipskartonplaten volgens NEN-EN 520

**Tabel 1a.** Gipskartonplaten types A, D, E, F, H, I, R of een combinatie van deze typen

Dikte mm	Tolerantie mm	Breedte mm	Tolerantie mm	Lengte mm	Tolerantie mm
6,0	± 0,5	600 900 1.200	0 tot -4	3.000	0 tot -5
9,5	± 0,5	600 1.200	0 tot -4	2.000 2.400 2.500 2.600 2.800 3.000 3.600 4.200 4.800	0 tot -5
12,5	± 0,5	600 1.200	0 tot -4	2.400 2.500 2.600 2.800 3.000 3.200 3.600	0 tot -5
15,0	± 0,5	1.200	0 tot -4	2.600 3.000	0 tot -5
18,0	0,04 x d	1.200	0 tot -4	2.000 2.500	0 tot -5

Voor platen > 18 mm diktetolerantie 0,04 x d

**Tabel 1b.** Gipskartonplaat type P, plaat geschikt om te worden afgewerkt met pleistergipsen

Dikte mm	Tolerantie mm	Breedte mm	Tolerantie mm	Lengte mm	Tolerantie mm
9,5	± 0,6	400 600	0 tot -8	1.600 2.000	0 tot -6
12,5	± 0,6	400 600	0 tot -8	1.600 2.000	0 tot -6

## 2.2 Breuklast en doorbuiging

Het karton rond de gipskern speelt met betrekking tot sterkte en samenhang van de gipskartonplaten een belangrijke rol. De buigtreksterkte en de elasticiteit zijn afhankelijk van de richting. De in hoofdzaak in de lengterichting lopende kartonvezels (gelijklopend met de richting van de opdruk op de achterzijde) hebben een hogere sterkte in de lengterichting van de platen dan in de dwarsrichting tot gevolg. Dit is bijvoorbeeld belangrijk plafondafwerkingen in de gebruikssituatie waar de doorbuiging van belang is. Daarom zijn volgens NEN-EN 520 de breuklast en de doorbuiging met betrekking tot de richting belangrijke kwaliteitskenmerken van de verschillende gipskartonplaten.

**Tabel 2a.** Breuklast van gipskartonplaten (types A, D, E, F, H, I)

Nominale plaatdikte in mm	Breuklast in N	
	Monster 400 x 300, loodrecht op de vezelrichting Getest evenwijdig aan de vezelrichting <sup>1)</sup>	Monster 300 x 400, even- wijdig aan de vezelrichting Getest loodrecht op de vezelrichting <sup>2)</sup>
9,5	160	400
12,5	210	550
15,0	250	650
Andere diktes x d	16,8 x d	43 x d
<sup>1)</sup> getest met achterkantkarton in trekzone		
<sup>2)</sup> getest met voorkantkarton in trekzone		

**Tabel 2b.** Breuklast van gipskartonplaten (type R of combinaties)

Nominale plaatdikte in mm	Breuklast in N	
	Monster 400 x 300, loodrecht op de vezelrichting Getest evenwijdig aan de vezelrichting <sup>1)</sup>	Monster 300 x 400, even- wijdig aan de vezelrichting Getest loodrecht op de vezelrichting <sup>2)</sup>
12,5	300	725
15,0	360	870
Andere diktes x d	24 x d	58 x d
<sup>1)</sup> getest met achterkantkarton in trekzone		
<sup>2)</sup> getest met voorkantkarton in trekzone		

**Tabel 2c.** Breuklast van gipskartonplaten (type P)

Nominale plaatdikte in mm	Breuklast in N	
	Monster 400 x 300, loodrecht op de vezelrichting Getest evenwijdig aan de vezelrichting <sup>1)</sup>	Monster 300 x 400, even- wijdig aan de vezelrichting Getest loodrecht op de vezelrichting <sup>2)</sup>
9,5	125	180
12,5	165	235

<sup>1)</sup> getest met achterkantkarton in trekzone  
<sup>2)</sup> getest met voorkantkarton in trekzone

### 2.3 Buigtreksterkte

De buigtreksterkte  $\sigma_b$  van gipskartonplaten wordt berekend met de volgende formule:

$$\sigma_b = \frac{3 \cdot F \cdot \ell}{2 \cdot b \cdot d^2} \quad [\text{N/mm}^2]$$

F = breuklast [N]

$\ell$  = opleglengte [mm]

b = plaatbreedte [mm]

d = plaatdikte [mm]

**Tabel 3.** Buigtreksterkte afhankelijk van de plaatdikte en vezelrichting

Dikte d mm	Buigtreksterkte [N/mm <sup>2</sup> ]	
	Loodrecht op vezelrichting	Evenwijdig aan vezelrichting
9,5	7,8	3,1
12,5	6,2	2,4
15	5,0	1,9

### 2.4 Karakteristieke waarden voor druksterkte, treksterkte en weerstand tegen afschuiving

Druksterkte

a) Loodrecht op het oppervlak

5 - 10 N/mm<sup>2</sup>

b) Evenwijdig aan het oppervlak

5 - 10 N/mm<sup>2</sup>

**Treksterkte**

- |   |                             |
|---|-----------------------------|
| a) Loodrecht op de vezelrichting<br>(in dwarsrichting van de plaat)       | 1,0 - 1,2 N/mm              |
| b) Evenwijdig aan de vezelrichting<br>(in de lengterichting van de plaat) | 1,8 - 2,5 N/mm <sup>2</sup> |

**Weerstand tegen afschuiving**

- |                                 |                             |
|---------------------------------|-----------------------------|
| a) Loodrecht op het oppervlak   | 3,0 - 4,5 N/mm <sup>2</sup> |
| b) Evenwijdig aan het oppervlak | 2,5 - 4,0 N/mm <sup>2</sup> |

**2.5 Hechttreksterkte**

De hechting van het karton aan de gipskern is belangrijk voor het voegen van de naden tussen gipskartonplaten evenals bij het lijmen van gipskartonplaten op een ondergrond bij het gebruik als droogpleistersysteem. De hechttreksterkte van voeg- en gipslijm op gipskartonplaten bedraagt bij een omgevingstemperatuur van 20°C en een relatief luchtvochtgehalte (RV) van 65% ca. 0,3 N/mm<sup>2</sup> (30 t/m<sup>2</sup>).

**2.6 Oppervlaktehardheid (type I)**

Aan gipskartonplaten type I wordt qua hardheid van het oppervlak een eis gesteld. De diameter van de indringing volgens de bepalingsmethode NEN-EN 520 paragraaf 5.12 zal niet groter zijn dan 15 mm. Aan de overige typen gipskartonplaten worden qua oppervlaktehardheid geen eisen gesteld.

**2.7 Uitzetting onder invloed van vocht**

Luchtdroge gipskartonplaten hebben, bij een aan waterdamp verzadigde lucht (20°C, 95% RV) en een waterdampopname van 1,0 - 2,0% m/m, een lengteverandering door uitzetting van ca. 0,35 mm/m.

**2.8 Wateropname**

Bij beproeving volgens NEN-EN 520 paragraaf 5.9 zijn de volgende waarden van kracht:

**Tabel 4.** Waterabsorptieklassen

Klasse	Totale waterabsorptie %
H1	≤ 5
H2	≤ 10
H3	≤ 25



## 2.9 Overige vochttechnische eigenschappen

### 2.9.1 Capillaire stijghoogte van water in gipskartonplaten

**Tabel 5.** Capillaire stijghoogte van water in gipskartonplaten

Dompeltijd	Capillaire stijghoogte (cm)	
	A, F	H, FH
30 min	3 - 4	0
2 uur	7 - 8	0,5
24 uur	20 - 22	1,5 - 2,0

### 2.9.2 Vochtopname van gipskartonplaten bij een omgevingstemperatuur van 20°C

**Tabel 6.** Vochtopname van gipskartonplaten bij een omgevingstemperatuur van 20°C

Rel. luchtvochtgehalte	40%	60%	80%
Vochtopname (% m/m)	0,3 - 0,6	0,6 - 1,0	1,0 - 2,0

In het geval dat een kortstondige inwerking van vocht de sterkte-eigenschappen van gipskartonplaten heeft verminderd, ontwikkelen deze bij droging de oorspronkelijke waarden.

### 2.9.3 Waterdampdiffusieweerstand

De waterdampdiffusieweerstand van gipskartonplaten ligt in het gebied van 6 tot 10.

## 2.10 Thermische eigenschappen van gipskartonplaten

**Tabel 7.** Thermische eigenschappen van gipskartonplaten

Warmtegeleidingscoëfficiënt ( $\lambda$ )	0,25 W / mK
Thermische uitzettingscoëfficiënt bij 50 - 60% RV	0,013 - 0,020 mm / mK (afhankelijk van de plaatdikte)
Hoogst toelaatbare temperatuur	50°C
Soortelijke warmte C	0,96 kJ / kgK bij 20°C

### 2.11 Elektrische weerstandsgetallen van gipskartonplaten

De bepaling van de statische elektriciteit wordt uitgevoerd conform DIN 53486 bij 100 Volt, 20°C en 65% RV. Voor gipskartonplaten zijn de volgende waarden bepaald:

- a. soortelijke oppervlakteweerstand
  - voorkant (zichtzijde)  $3,5 \cdot 10^8$  -  $5 \cdot 10^8 \Omega$
  - achterkant  $6,5 \cdot 10^8$  -  $10 \cdot 10^8 \Omega$
- b. soortelijke doorslagweerstand  $2 \cdot 10^9 \Omega$

Op basis van deze getallen vormen gipskartonplaten volgens de "Richtlinie Nr. 4 der Berufsgenossenschaft der Chemischen Industrie" geen risico voor gevaarlijke statische elektriciteit.

### 2.12 Brandgedrag van gipskartonplaten

Gipskartonplaten bieden, gezien hun geringe dikte, een uitstekende brandwerendheid. Ze zijn volgens NEN-EN 13501-1 als een niet brandbaar materiaal ingedeeld, brandklasse A2-s1d0. De oorzaak hiervan is het in de kern aanwezige kristalwater (ongeveer 20%), dat tijdens de brandbelasting verdampt en voor de omzetting energie nodig heeft. De temperatuur van de van de brand afgekeerde zijde blijft een langere tijdsperiode, afhankelijk van de plaatdikte, met ca. 110°C constant. Tijdens de brand ontwikkelt zich een laag van gebrand gips, die een hogere warmte-isolatie heeft. De glasvezels in de brandwerende gipskartonplaten werken als wapening van de gipskern, zodat de structurele samenhang tijdens de brandbelasting lange tijd verbeterd wordt.

Gipskartonplaten conform NEN-EN 520, met een gesloten oppervlak, worden geclassificeerd als niet brandbaar, klasse A2.

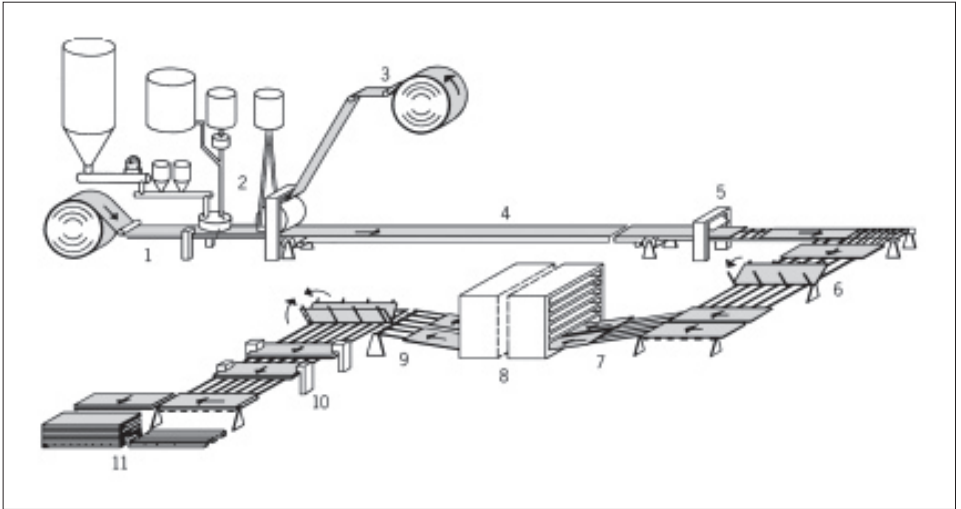
De brandwerendheid van de gipskartonplaat is net zoals andere bouwmaterialen afhankelijk van de gehele constructie waarin deze is toegepast. Zodoende kan ook alleen aan de totale constructie een brandwerendheid worden toegekend.

## 3 Vervaardiging van gipskartonplaten

De gipskern van gipskartonplaten wordt vervaardigd uit stukadoorsgips en toeslagstoffen. Het papier is een hoogwaardig gerecycled karton. De platen worden op een lopende band in een continu proces gemaakt. Figuur 7 toont het schema van een installatie. De belangrijkste delen zijn:

- 1 Aanvoer van het onderliggende karton. Dit wordt de voor- of zichtzijde van de plaat. Aan de zijkanten wordt het voor de vorm van de zijkant licht aangesneden.
- 2 - 3 Aanvoer en verdeling van de gipsspecie door het vormstation onder gelijktijdige aanvoer van het bovenliggende karton
- 4 - 5 Verhardingslijn met schaar als snijvoorziening
- 6 - 8 Kantelafel met invoer in een etage droogoven
- 9 - 11 Uitgang van de oven met het exact op maat zagen van de kopse kanten en het stapelen van de gipskartonplaten

Het gedrag van de afbinding van de gipskern en lengte en snelheid van de lopende band van de verhardingslijn zijn op elkaar afgestemd. Bij moderne installaties met een hoge snelheid van de lopende band kan de verhardingslijn een lengte van meer dan 200 meter hebben.



Figuur 7. Schema van de fabricage van gipskartonplaten

## V Gipsvezelplaten

### **1 Soorten en gebruik gipsvezelplaten**

Gipsvezelplaten worden voornamelijk toegepast als afbouwplaat in binnensituaties waar brandwerendheid, stootvastheid en/of geluidisolatie worden verlangd. Ook is deze plaat als constructief verstijvende beplating in te zetten, ten behoeve van het doorgeven van windstabiliteitsbelastingen. De platen worden met name bij wandtoepassingen en plafondtoepassingen ingezet. Tevens worden gipsvezelplaten samengesteld of geproduceerd voor het gebruik als vloerelement. Zodoende wordt een zwevende dekvloer gemaakt voor brandwerendheid, geluidisolatie, egalisatie en afwerking van onderliggende vloerconstructies.

Er wordt onderscheid gemaakt op basis van productiewijze van de gipsvezelplaten. De productiewijze bepaalt voor een groot gedeelte de eigenschappen van de plaat. Genoemd kunnen worden:

- De éénlaagse homogene gipsvezelplaat,
- De drielaagse homogene gipsvezelplaat,
- De drielaagse sandwich gipsvezelplaat.

Algemeen geldt dat de platen zijn opgebouwd uit gips, water en cellulosevezels. Bij de drielaagse sandwich plaat worden nog perliet korrels toegevoegd voor het verkrijgen van een lager gewicht met behoud van de brandwerendheid. Alle soorten worden tijdens de productie met behulp van een drukpers tot de gewenste dikte geperst.

### **2 Soorten en eigenschappen van de éénlaagse homogene gipsvezelplaten**

De éénlaagse homogene gipsvezelplaten moeten volgens de ETA - 03/0050 voldoen aan een aantal productgerichte eisen om te worden voorzien van een CE-markering. De nationale beoordelingsrichtlijn BRL 1102 geeft extra criteria voor de gipsvezelplaten. Als aan deze eisen wordt voldaan, wordt het KOMO-productcertificaat behaald. De éénlaagse homogene gipsvezelplaten moeten in de toekomst voldoen aan de norm NEN-EN 15283-2 (met vezel versterkte gipsplaten - Definities, eisen en beproevingsmethoden Deel 2: Versterkte gipsplaten).

#### **2.1 Plaatafmetingen**

De éénlaagse homogene gipsvezelplaten worden over het algemeen in vier verschillende diktes geproduceerd, namelijk 10 mm, 12,5 mm, 15 mm en 18 mm. De breedte x lengte kan variëren van 500 x 500 mm tot 2.540 x 6.000 mm. De gangbare standaardafmetingen

voor de Nederlandse markt staan in tabel 1 vermeld. In de ons omringende landen kunnen standaardafmetingen afwijken.

**Tabel 1.** Standaardafmetingen homogene éénlaagse gipsvezelplaten

Dikte	10 mm	12,5 mm	15 mm	18 mm
<b>Gewicht per m<sup>2</sup></b>	<b>11,5 kg</b>	<b>15 kg</b>	<b>18 kg</b>	<b>21 kg</b>
<b>Afmetingen</b>				
1200 x 600 mm	•	-	-	-
1500 x 1000 mm	•	•	•	•
2400 x 1200 mm	•	•	•	•
2500 x 1200 mm	•	•	-	-
2600 x 600 mm	•	•	-	-
2600 x 1200 mm	•	•	•	•
2800 x 1200 mm	•	•	-	-
3000 x 1200 mm	•	•	•	•
Andere afmetingen	Op aanvraag			

De éénlaagse homogene gipsvezelplaten zijn in deze standaardafmetingen ook leverbaar met dubbelzijdig afgeschuinde langskanten. Ook platen met vierzijdig afgeschuinde langskanten zijn leverbaar.

**Eenmansplaat:** Door zijn formaat van 1500 x 1000 mm is deze plaat eenvoudig door één persoon te tillen.

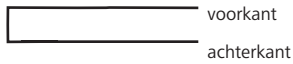
**Verdiepingshoge panelen:** Voor de grotere projecten worden over het algemeen platen van 1.200 mm breedte toegepast. De hoogte kan worden aangepast aan de verdiepingshoogte of aan een hoogte net boven het systeemplafond.

**Maatpanelen:** Bij systeemoplossingen, zoals houtskeletbouw en wandsystemen, kunnen afwijkende maten voor een efficiëntere productie zorgen. De breedte x lengte kan in overleg variëren van 500 x 500 mm tot 2.540 x 6.000 mm.

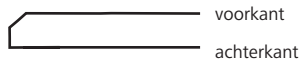
## 2.2 Soorten geprofileerde kanten

De éénlaagse homogene gipsvezelplaten worden standaard geproduceerd met een rechte beëindiging van de plaat, de zogenaamde rechte kant. Door de homogene doorsnede van de plaat is het op eenvoudige wijze mogelijk om de zijkanten van de plaat een profilering te geven. Ronde kanten, schuine kanten en schaduwvoegen zijn eenvoudig met vijlen, zagen of frezen te maken. De meest voorkomende profileringen zijn de afgeschuinde kant voor het inbedden van een wapeningsband t.p.v. plaatverbindingen en de facetkant/visbek t.b.v. bevestiging zonder voegverbinding.

*Figuur 1 t/m 6. Enkele voorbeelden van de éénlaagse homogene gipsvezelplaten met geprofileerde kanten*



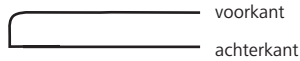
*Figuur 1 rechte kant*



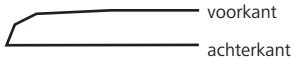
*Figuur 2 - facetkant*



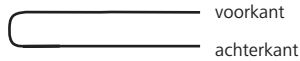
*Figuur 3 - afgevlakte kant*



*Figuur 4 - halfronde kant*



*Figuur 5 - afgeschuinde kant*



*Figuur 6 - ronde kant*

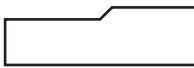
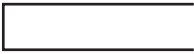
### **3 Soorten en eigenschappen van de drielaagse sandwich gipsvezelplaten**

De drielaagse sandwich gipsvezelplaten zijn te herkennen aan de drielaagse opbouw van gips, vermengd met cellulosevezels, waarbij de kern met perliet is verrijkt voor een lager gewicht en een optimale brandwerendheid. De nationale beoordelingsrichtlijn BRL 1102 geeft de beoordelingscriteria voor gipsvezelplaten. Als aan deze eisen wordt voldaan, wordt het KOMO-productcertificaat behaald. De drielaagse sandwich gipsvezelplaten moeten in de toekomst voldoen aan NEN-EN 15283-2 (met vezel versterkte gipsplaten- Definities, eisen en beproevingsmethoden Deel 2: Versterkte gipsplaten).

#### **3.1 Plaatafmetingen en kantvormen**

De drielaagse sandwich gipsvezelplaten worden over het algemeen in drie verschillende diktes geproduceerd, namelijk 10 mm, 12,5 mm en 15 mm. De breedte x lengte kan variëren. De gangbare standaardafmetingen voor de Nederlandse markt staan in tabel 2 vermeld. De drielaagse sandwich gipsvezelplaten zijn in deze standaardafmetingen met afgevlakte langskanten en volle kanten (VK) leverbaar.

**Tabel 2.** Standaardafmetingen drielaagse sandwich gipsvezelplaten

	Dikte in mm	Breedte in mm	Standaard lengte in mm	Gewicht in kg/m <sup>2</sup>
Afgevlakte kant 	12,5	1200	2500-2750-3000	ca. 12.5
Volle kant 	10	595	2600	ca. 10
		600	1200	
		1000	1500	
		1195	2500-2750-3000	
	12,5	595	2600	ca. 12,5
		1000	1500	
		1195	2500-2750-3000	

**Eenmansplaat:** Door zijn formaat van 1500 x 1000 mm is deze plaat eenvoudig door één persoon te tillen.

**Verdiepingshoge panelen:** Voor de grotere projecten worden over het algemeen platen van 1.200 mm breedte toegepast. De hoogte kan worden aangepast aan de verdiepingshoogte of aan een hoogte net boven het systeemplafond.



#### 4 Soorten en eigenschappen van de drielaagse homogene gipsvezelplaten

De drielaagse homogene gipsvezelplaten zijn te herkennen aan de drielaagse opbouw van gips, vermengd met cellulosevezels. De nationale beoordelingsrichtlijn BRL 1102 geeft de beoordelingscriteria voor de gipsvezelplaten. Als aan deze eisen wordt voldaan, wordt het KOMO-productcertificaat behaald. De drielaagse homogene gipsvezelplaten moeten in de toekomst voldoen aan NEN-EN 15283-2 (met vezel versterkte gipsplaten- Definities, eisen en beproevingsmethoden Deel 2: Versterkte gipsplaten).

##### 4.1 Plaatafmetingen en kantvormen

De drielaagse homogene gipsvezelplaten worden over het algemeen in drie verschillende diktes geproduceerd, namelijk 10 mm, 12,5 mm en 15 mm. De breedte x lengte kan variëren. De gangbare standaardafmetingen voor de Nederlandse markt staan in tabel 3 vermeld. Bij grotere partijen is het mogelijk afwijkende maten te leveren. Deze soort gipsvezelplaten is speciaal bedoeld voor de prefab-industrie, de timmerindustrie en de houtskeletbouw. De drielaagse homogene gipsvezelplaten zijn leverbaar met volle kanten (VK) en afgevlakte kanten (AK).

**Tabel 3.** Standaardafmetingen homogene drielaagse gipsvezelplaten

	Dikte in mm	Breedte in mm	Standaard- lengte in mm	Gewicht in kg/m <sup>2</sup>
Volle kant 	10	1.195	2.750	Ca. 12
	12,5			Ca. 15
	15			Ca. 18
Afgevlakte kant 	12,5	Op aanvraag	Op aanvraag	Ca. 15

### 5 Technische gegevens van de verschillende soorten gipsvezelplaten

Tabel 4 geeft de voornaamste technische specificaties weer van de drie verschillende soorten gipsvezelplaten.

#### Verklaring bij tabel 4:

**Buigtreksterkte:** De buigtreksterkte bij belasting loodrecht op het plaatoppervlak is getest volgens EN 310. De aangegeven waarden worden vastgelegd bij 40°C. Van de 100 proeven mogen niet meer dan vijf testen onder de aangehouden waarde liggen. Daarnaast mag de laagste waarde niet meer dan 10% onder de aangehouden waarde liggen.

**Oppervlaktehardheid:** van toepassing is de EN 1128.

**Uitzetting en krimp:** de waarden zijn gegeven voor de verandering van de relatieve luchtvochtigheid met 30% bij een continue temperatuur van 20 graden Celsius.

**Zwelling bij onderdompeling:** de zwelling van de platen wordt gemeten na 24 uur onderdompeling.

**Waterdampdiffusieweerstand:** Van toepassing is de EN-ISO 12572



Tabel 4. Overzichtstabel

	éénlaags	drielaags	
	homogeen	homogeen	sandwich
Gewicht	1.000 – 1.250 kg/m <sup>3</sup>	1.150 – 1.350 kg/m <sup>3</sup>	890 – 1.090 kg/m <sup>3</sup>
Nominaal gewicht	1.150 kg/m <sup>3</sup>	1.200 kg/m <sup>3</sup>	990 kg/m <sup>3</sup>
Maattoleranties: Dikte	± 0,3 mm	± 0,3 mm	± 0,3 mm
Lengte	± 1 mm/m <sup>1</sup>	-1 / +0 mm	-1 / +0 mm
Breedte	± 1 mm/m <sup>1</sup>	-1 / +0 mm	-1 / +0 mm
Buigtreksterkte	≥ 5,8 N/mm <sup>2</sup>	≥ 6,7 N/mm <sup>2</sup>	≥ 6,2 N/mm <sup>2</sup>
Oppervlaktehardheid (Brinell)	30 N/mm <sup>2</sup>	> 35 N/mm <sup>2</sup>	> 35 N/mm <sup>2</sup>
Stootweerstand	11 mm/mm	-	-
Thermische uitzettingscoëfficiënt	0,01 m/mK	0,015 mm/mK	0,015 mm/mK
Uitzetting / krimp	0,25 mm/m	0,25 mm/m	0,25 mm/m
Zwelling bij onderdempeling	2%	2%	2%
Vochtgehalte RV 65% en 20°C	1%	1%	1%
Waterdampdiffusie weerstandsgetal	$\mu = 13$	$\mu = 20$	$\mu = 20$
Warmtegeleidings- coëfficiënt	0,32 W/mK	0,35 W/mK	0,2 W/mK
Max. toelaatbare temperatuur	50°C	50°C	50°C
Soortgelijke warmte C bij 20°C	1,1 KJ/kgK	1,1 KJ/kgK	1,1 KJ/kgK
Rookdichtheid	< 0,1 m <sup>-1</sup>	≤ 0 m <sup>-1</sup>	≤ 0 m <sup>-1</sup>
Brandklasse	A2-s1d0	A2-s1d0	A2-s1d0
Verbrandingswaarde	1,70 MJ/kg	1,70 MJ/kg	1,70 MJ/kg

### 5.1 Karakteristieke waarden voor druksterkte, treksterkte, afschuiving en elasticiteitsmodulus

Voor berekeningen en dimensioneringen gelden ENV 1995-1-1, ENV 1993-1-1 en landelijke normen. EN-normen moeten aangehouden worden i.p.v. ENV (voornorm) wanneer deze aanwezig zijn.

**Tabel 5.** Karakteristieke waarden voor homogene gipsvezelplaten: sterktewaarden

		Karakteristieke waarden in N/mm <sup>2</sup>					
		Sterktewaarden					
		éénlaags homogeen				drielaags homogeen	
Soort belasting \ Plaatdikte		10 mm	12,5 mm	15 mm	18 mm	12,5 mm	15 mm
Buiging loodrecht op het plaatoppervlak		4,6	4,3	4,0	3,6	5,5	5,0
Trek evenwijdig aan het plaatoppervlak		2,5	2,4	2,4	2,3	2,2	2,0
Druk evenwijdig aan het plaatoppervlak		8,5	8,5	8,5	8,5	9,0	7,2
Afschuiven bij belasting loodrecht op het plaatoppervlak		1,9	1,8	1,7	1,6	-	-
Afschuiven bij belasting evenwijdig aan het plaatoppervlak		3,7	3,6	3,4	3,4	2,3	2,3

**Tabel 6.** Karakteristieke waarden voor homogene gipsvezelplaten: stijfheidswaarden

		Karakteristieke waarden in N/mm <sup>2</sup>					
		éénlaags homogeen			drielaags homogeen		
Soort belasting	Plaatdikte	10 mm	12,5 mm	15 mm	18 mm	12,5 mm	15 mm
	<b>Stijfheidswaarden</b>						
Buiging loodrecht op het plaatvlak		3800			4500	4500	
Trek evenwijdig aan het plaatvlak		3800			4500	2500	
Druk evenwijdig aan het plaatvlak		3800			4500	3500	
Buiging evenwijdig aan het plaatvlak		3800			3500	3500	
Afschuiven bij belasting loodrecht op het plaatvlak		1600			-	-	
Afschuiven bij belasting evenwijdig aan het plaatvlak		1600			-	-	

## 6 Brandgedrag van gipsvezelplaten

De gipsvezelplaten worden ingedeeld in de brandklasse: A2-s1d0 volgens EN 13501-1 als een niet-brandbaar materiaal.

De verbrandingswaarde van de éénlaagse homogene gipsvezelplaat volgens ISO 1716 is getest op  $Q_{gr} = 1,70$  MJ/kg.

Gipsvezelplaten behoren tot de klasse 1 van de bijdrage tot brandvoortplanting volgens NEN 6065. Dit houdt in dat de platen mogen worden toegepast ter plaatse van vluchtwegen, brandwerende compartimenteringswanden en dergelijke.

De rookdichtheid van de homogene gipsvezelplaten is  $< 0,1$  m<sup>-1</sup>; voor de drielaagse homogene en sandwich gipsvezelplaten  $\leq 0$  m<sup>-1</sup> volgens NEN 6066. Dit houdt in dat de platen mogen worden toegepast ter plaatse van vluchtwegen, brandwerende compartimenteringswanden en dergelijke.

De gipsvezelplaten verkrijgen de brandwerendheid door het kristalgebonden water dat in de plaat aanwezig is. Ongeveer 20% van het gipsaandeel bestaat uit chemisch gebonden water. Dit betekent dat een 12,5 mm dikke plaat per m<sup>2</sup> ruim 2,3 liter chemisch gebonden water bevat. Daarnaast zal er afhankelijk van de relatieve vochtigheid in de ruimte nog vrij vocht in de plaat aanwezig zijn. Dit vocht zorgt voor een koeling van de gehele constructie.

De brandwerendheid van de gipsvezelplaat is net zoals andere bouwmaterialen afhankelijk van de gehele constructie waarin deze is toegepast. Zodoende kan ook alleen aan de totale constructie een brandwerendheid worden toegekend.

## **7 Vervaardiging van gipsvezelplaten**

Het gehele productieproces is geautomatiseerd. In de controlekamers kunnen de fijnafstemmingen gedaan worden.

Gipsvezelplaten zijn samengesteld uit gips en cellulosevezels. Ongeveer 80% van het uiteindelijke product wordt gevormd door het gips en ongeveer 20% door de cellulosevezels. Het gips dat wordt gebruikt, bestaat uit rookgasontzwelingsgips (rogips) of een combinatie van rogips en natuurgips. Het rogips is een restproduct dat ontstaat tijdens de ontzwaveling van rookgassen van kolengestookte elektriciteitscentrales. Tijdens dit proces wordt kalk en water toegevoegd aan de rookgassen. Het restproduct dat neerslaat, heeft de chemische samenstelling:  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , oftewel gips. Het resultaat van dit ontzwavelingsproces is een zuiver gips dat goed is te gebruiken voor de productie van gipsvezelplaten.

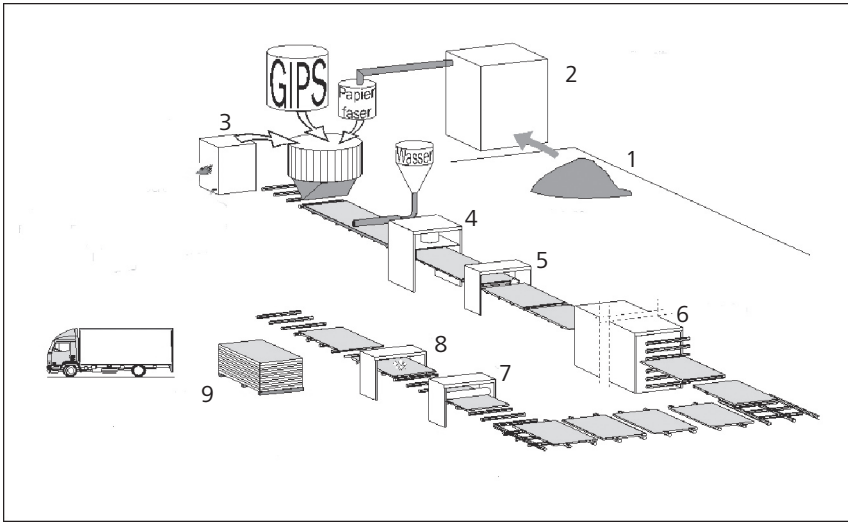
Het gips wordt eerst in een calcineerinrichting ontdaan van het vrije vocht en een deel van het kristalgebonden water ( $\text{H}_2\text{O}$ ). Dit is noodzakelijk om later in het productieproces weer een reactie tussen het gips en water op gang te kunnen brengen. Het water wordt eerst uit de grondstof gehaald (calcineren) en vervolgens weer toegevoegd om er onder beheersbare en gecontroleerde omstandigheden een plaatmateriaal van te maken. Dit calcineren kan op de fabrieklocatie of elders geschieden.

De cellulosevezels in de platen worden verkregen door het hergebruiken van geselecteerd oud (kranten)papier (1). Deze grondstof wordt eerst gemalen tot postzegelformaten en wordt vervolgens vervezeld (2) tot een basismateriaal dat nog het meest op een soort wol lijkt.

### **7.1 Eenlaagse homogene gipsvezelplaten**

De grondstoffen gips en cellulosevezels worden in droge vorm in de goede verhouding volledig door elkaar gemengd tot een homogeen mengsel.

Onder toevoeging van een overmaat aan water wordt de reactie tussen het gips en het water op gang gebracht. Direct hierna wordt het natte mengsel onder zeer hoge druk geperst (4). Na het afkorten (5) van deze oneindig lange plaat ontstaan er platen met de afmeting van ca. 2,54 x 6,00 meter. Vervolgens kan de reactie tussen water en gips ongestoord plaatsvinden op een uithardingsband. Om dit proces een handje te helpen, worden de platen door een droogoven (6) gevoerd om de reactie te versnellen. Vervolgens worden de platen op dikte geschuurd (7) en voorbehandeld (8) met een waterafstotend middel. Hierna worden de platen in de gewenste afmetingen gezaagd (9). Al het zaagafval wordt teruggevoerd, vermalen, gecalcineerd (3) en opnieuw toegevoegd aan het homogene mengsel dat wederom de grondstof is voor gipsvezelplaten.



Figuur 7. Schema van de fabricage van gipsvezelplaten

### 7.2 Drielaagse gipsvezelplaten

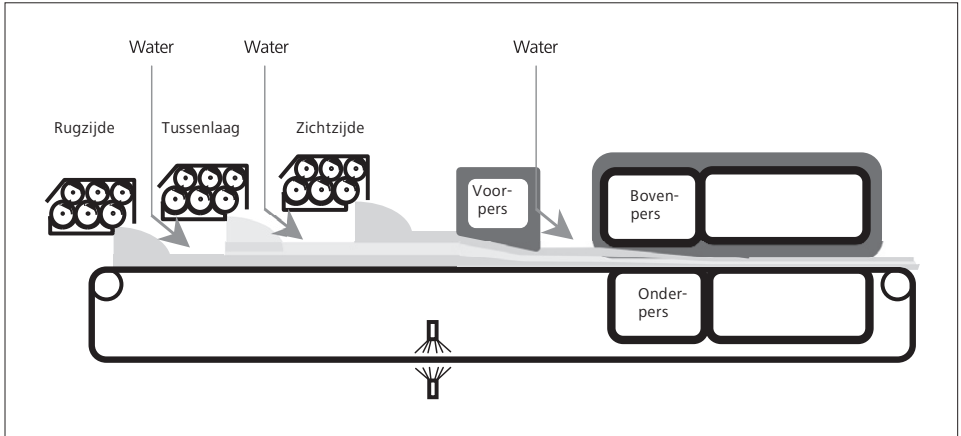
De grondstoffen gips en cellulosevezels worden in droge vorm in de goede verhouding volledig door elkaar gemengd tot een homogeen mengsel.

Voor de middelste laag wordt perliet bij de sandwich gipsvezelplaten vermengd met cellulosevezels. De stappen, waaruit het productieproces van drielaagse gipsvezelplaten bestaan, zijn schematisch weergegeven in onderstaande figuur.

Materiaalvoorbereiding		
Gips	Papier	(Perliet)
	Strooien	
	Persen en snijden	
	Drogen	
	Impregneren en drogen	
	Zagen en palletteren	

Na de materiaalvoorbereiding vindt het "strooien" van de verschillende grondstoffen en de menging met water plaats. Direct hierna wordt het natte mengsel onder zeer hoge druk geperst. Na het afkorten van deze oneindig lange plaat ontstaan er platen met de afmeting van ca 2,55 x 6 meter. Vervolgens kan de reactie tussen water en gips ongestoord plaatsvinden op een uithardingsband. Om dit proces een handje te helpen worden de platen door een droogoven gevoerd om de reactie te versnellen. Vervolgens worden de platen voorbehandeld

met een waterafstotend middel en nogmaals gedroogd. Hierna worden de platen gezaagd in stapels van 10 à 18 platen tegelijk in de gewenste afmetingen.



Figuur 8 Persen en snijden van drielaagse platen

## VI Gipsblokken

### 1 Soorten gipsblokken

Gipsblokken worden in een fabriek vervaardigd van pleister (calciumsulfaat- halfhydraat-  $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ ) en water en zijn bestemd voor niet-dragende wanden. Gipsblokken kunnen vezels, vul- en toeslagstoffen en andere hulpstoffen bevatten en voor de optische herkenbaarheid van pigmenten worden voorzien. Zij hebben vlakke oppervlakten. Aan de zijkanten zijn de blokken voorzien van messing en groef. De blokken worden geproduceerd in diverse dikten; 50, 60, 70, 80 en 100 mm. De afmetingen van gipsblokken zijn sinds 1 april 2003 Europees vastgelegd in de norm NEN-EN 12859. BRL 1014, versie 2004 is gerelateerd aan deze Europese norm. Echter mede onder invloed van de Arbowedgeving zijn hierop afwijkingen van kracht. Al naar gelang de diverse eisen voor de toepassingsgebieden worden verschillende soorten gipsblokken vervaardigd: blokken met een normaal gewicht, lichte blokken, zware blokken en gehydrofobeerde blokken, die eveneens in de verschillende densiteiten worden geproduceerd.

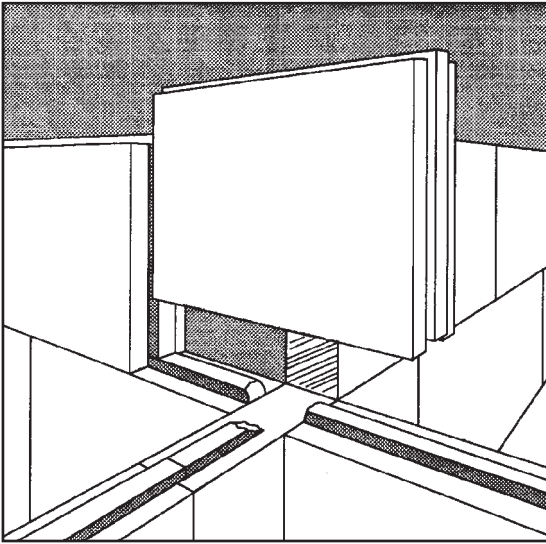
### 2 Toepassing

Gipsblokken kunnen in de woning- en de utiliteitsbouw worden toegepast voor alle niet-dragende scheidingswanden, alsook voor de bekleding van kolommen en als voorzetwanden. Gipsblokkenwanden worden gebouwd in de afbouwfase. Door het messing en groefstelsel rondom kunnen gipsblokken gemakkelijk en snel met een hoge maatnauwkeurigheid worden geplaatst. De blokken worden verlijmd met gipslijm. Voor binnenwanden is de Nederlandse Praktijkrichtlijn NPR 7052 van kracht. De geplaatste wanden hebben een grote vlakheid, die na het dichtzetten en affilmen van de naden en sleuven, meteen met behang, tegelwerk of pleisterwerk kunnen worden afgewerkt.

Van gipsblokken kunnen wanden met goede eigenschappen zoals sterkte, brandwerendheid en geluidisolatie gerealiseerd worden.

Voor natte ruimtes (b.v. badkamers) worden in het algemeen gehydrofobeerde blokken gebruikt, die een sterk gereduceerde wateropname hebben. Ook deze wanden leveren een bijdrage aan een goed binnenklimaat.

De gipsblokken zijn met eenvoudige gereedschappen te zagen, te boren en te frezen zodat ook leidingen en installaties gemakkelijk en snel kunnen worden opgenomen.



*Figuur 1. Gipsblok conform NEN-EN 12859*

### **3 Vervaardigen van gipsblokken**

Het vervaardigen van gipsblokken geschiedt in geautomatiseerde fabrieken. In de doseer- en mengapparatuur wordt uit pleisters en water, en vaak ook andere toeslagstoffen, een homogene massa gevormd. Deze massa wordt vervolgens in de vormmallen van de blokkenmachine gestort. Nadat de massa voldoende verhard is, worden de blokken hydraulisch uit de mallen gestoten en naar de droogtunnel getransporteerd, waarin het droogproces plaatsvindt. Na het verlaten van de droogtunnel worden de blokken samengevoegd tot pakketten of op pallets verpakt en, naar behoefte, met een singel gebundeld of ingepakt in herbruikbare krimpfolie (zie figuur 2 pag.59).



**Tabel 1.** Soorten en volumieke massa van gipsblokken conform NEN-EN 12859

Soorten en benoeming	Volumieke massa kg/m <sup>3</sup>	Kleur van het blok
Lichte gipsblokken (lage densiteit)	$600 \leq \rho < 800$	Geel
Gewone gipsblokken (medium densiteit)	$800 \leq \rho < 1100$	Naturel
Zware gipsblokken (hoge densiteit)	$1100 \leq \rho < 1500$	Roze
Gehydrofobeerde gipsblokken	$800 \leq \rho < 1100$	Groen/blauw

**Tabel 2.** Thermische eigenschappen van gipsblokken

Volumieke massa	kg/m <sup>3</sup>	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500
Dampdiffusie-weerstand	-	5 - 10									
Warmtegeleidings-coëfficiënt	W / mK	0,18	0,22	0,26	0,30	0,34	0,39	0,43	0,47	0,51	0,56

Wanddikte	mm	50									
Warmteweerstand	m <sup>2</sup> K/W	0,28	0,23	0,19	0,17	0,15	0,13	0,12	0,11	0,10	0,09

Wanddikte	mm	60									
Warmteweerstand	m <sup>2</sup> K/W	0,33	0,27	0,23	0,20	0,18	0,15	0,14	0,13	0,12	0,11

Wanddikte	mm	70									
Warmteweerstand	m <sup>2</sup> K/W	0,39	0,32	0,27	0,23	0,21	0,18	0,16	0,15	0,14	0,13

Wanddikte	mm	80									
Warmteweerstand	m <sup>2</sup> K/W	0,44	0,36	0,31	0,27	0,24	0,21	0,19	0,17	0,16	0,14

Wanddikte	mm	100									
Warmteweerstand	m <sup>2</sup> K/W	0,56	0,45	0,38	0,33	0,29	0,26	0,23	0,21	0,20	0,18

De CAO Afbouw bepaalt dat lijmblokken, waarvan gipsblokken deel uitmaken, een maximaal gewicht van 18 kg mogen hebben.

Standaard worden in Nederland blokken geleverd van 70 en 100 mm, in normale (800 kg/m<sup>3</sup>) en zware (1200 kg/m<sup>3</sup>) densiteit, al dan niet gehydrofobeerd (zie tabel 3).

**Tabel 3.** Volumieke massa, afmetingen, massa, sterkte, druksterkte, luchtgeluidisolatie, brandklasse

Naam	Tolerantie mm volgens BRL 1014	Eenheid	Normale of medium densiteit	Normale of medium densiteit	Zware of hoge densiteit	Zware of hoge densiteit
Volumieke massa		kg/m <sup>3</sup>	800	800	1200	1200
Dikte	± 0,5	mm	70	100	70	100
Lengte	± 2	mm	640	450	450	450
Hoogte	± 1	mm	501	501	501	501
Max. gewicht per blok		kg	18	18	19,0	27,0
Sterkte/minimum bezwijklast		kN	≥ 2,3	≥ 4,0	≥ 2,3	≥ 4,0
Druksterkte		N/mm <sup>2</sup>	≥ 5	≥ 5	≥ 5	≥ 5
Luchtgeluidisolatie		IRw	33 dB	34 dB	35 dB	40 dB
Brandklasse vlg. NEN-EN			A1			

**Tabel 4.** Richtwaarden wateropname na 2 uur dompelen in water

<b>Gipsblokken licht-medium-zwaar Niet-gehydrofobeerd</b>	≥ 50% m/m
<b>Gipsblokken licht-medium-zwaar Gehydrofobeerd</b>	≤ 5% m/m

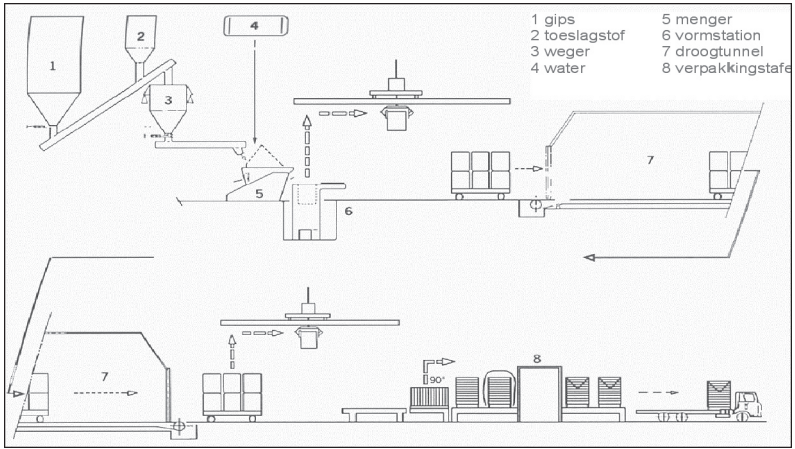
## 4 Creatief bouwen

Gipsblokken bieden de architect of ontwerper eveneens de mogelijkheid om creatief om te gaan met wanden.

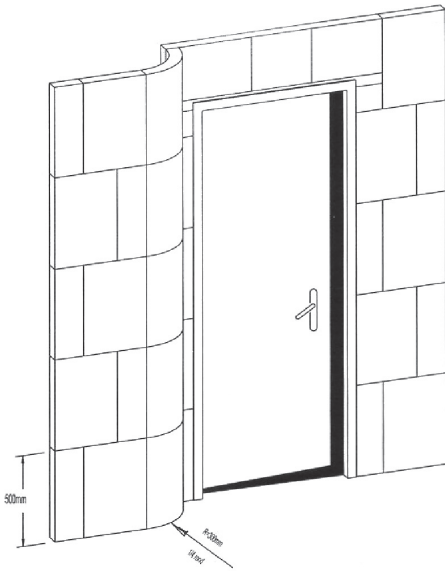
Naast de rechthoekige blokken worden ook ronde blokken gefabriceerd.

Ze zijn verkrijgbaar in de vorm van kwartronde blokken voor het louter afronden van hoeken of bekleden van kolommen en als behuizing van spiltrappen (zie figuur 3 en 4).

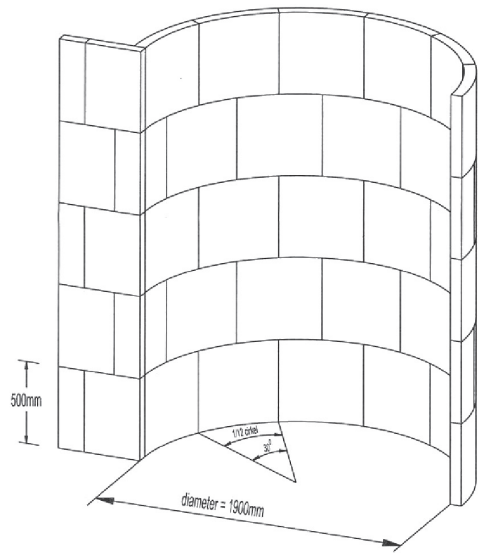
Ook ter versteviging van deuropeningen zijn er lateien beschikbaar, geproduceerd uit versterkt  $\alpha$ -gips.



Figuur 2. Schema van een installatie voor gipsblokken



Figuur 3. Kwartronde gipsblokken



Figuur 4. Spiltrapblokken

## VII

# Calciumsulfaatgebonden dekvloeren

### 1 Algemeen

#### 1.1 Definitie, toepassing en soorten

Een dekvloer is volgens NEN-EN 13813 een bouwdeel dat vervaardigd wordt op een dragende constructie of op een daarop liggende scheidings- of isolatielaag. De dekvloer kan direct worden (niet aan te raden i.v.m. stofvorming) gebruikt dan wel worden afgewerkt met een vloerbedekking. Een dergelijke dekvloer kan als calciumsulfaatgebonden gietvloer volgens CUR-Aanbeveling 62\* vervaardigd worden. Gietvloeren met calciumsulfaat als bindmiddel worden veelal aangeduid als anhydriet gietvloer. Tevens kan de vloer gemaakt worden als gipsestrichvloer met  $\alpha$ -halfhydraat ( $\alpha$ -gips) of met een mengsel van verschillende waterbindende  $\text{CaSO}_4$ -fasen als bindmiddel.

Calciumsulfaatgebonden dekvloeren worden in de woningbouw en utiliteitsbouw zowel in nieuwbouw als in de renovatie toegepast, altijd in de binnentoepassing. Voor ontwerp en uitvoering zijn van kracht CUR-Aanbeveling 62, alsmede de aanvullende beoordelingsrichtlijnen BRL 4305, 4308 en 4309, de normen NEN 2741, 2742 en 2747 en diverse brochures van SBR.

De verwerking van calciumsulfaatgebonden dekvloeren kan traditioneel geschieden door verdichting en vlakstrijken van een aardvochtige specie. In toenemende mate echter worden deze dekvloeren als zogeheten gietvloeren aangebracht. Volgens deze werkwijze wordt de specie in zelfverdichtende consistentie in het bouwwerk gepompt; na een doelmatig uitgevoerd "dobberen" van de specie wordt een vlak oppervlak verkregen zonder dat verdichten nodig is. Dekvloeren van anhydriet of calciumsulfaat ondergaan bij het verharden en drogen nagenoeg geen lengteveranderingen, waardoor deze in grote oppervlakken en vrij van voegen kunnen worden aangebracht.

\*NB: CUR-Aanbeveling 62 wordt in de loop van 2006 vervangen door CUR-Aanbeveling 84, deze is afgestemd op NEN-EN 13813.

#### 1.2 Uitvoeringsmogelijkheden

Calciumsulfaatgebonden dekvloeren kunnen in de volgende varianten worden aangebracht:

- **GD-D, als hechtende dekvloer:** De dekvloer is hechtend verbonden met de draagvloer.
- **GD-T, als dekvloer op scheidingslaag:** De dekvloer is door een dunne tussenlaag (bijvoorbeeld een dampremmend folie) gescheiden van de draagvloer.
- **GD-Z, als dekvloer op isolatielaag (zgn. verend ondersteunde of "zwevende" dekvloer):** De dekvloer wordt aangebracht op een isolatielaag voor thermische isolatie of voor isolatie van contactgeluid.

- **GD-V, als dekvloer met vloerverwarming:** De dekvloer ligt op een isolatielaag en wordt door verwarmingselementen verwarmd. De verwarmingselementen kunnen onder de dekvloer liggen (droog systeem) of in de dekvloer worden ingegoten (nat systeem). Lengteveranderingen van de dekvloer ten gevolge van temperatuurverschillen kunnen het nodig maken dat voegen worden aangebracht.
- **GD-H, als holtevloer:** De dekvloer wordt aangebracht op een constructie waaronder ruimte is voor kabels en leidingen.
- **GD-F, als dekvloer direct op een funderingslaag**

## 2 Samenstelling calciumsulfaatgebonden dekvloeren

### 2.1 Bindmiddelen en hun eigenschappen

Het **bindmiddel** voor calciumsulfaatgebonden dekvloeren bestaat hoofdzakelijk uit reactieve fasen van  $\text{CaSO}_4$  in de vorm van natuuranhydriet of uit chemische processen ("synthetisch anhydriet"), dan wel is het beschikbaar in de vorm van  $\alpha\text{-CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$  of van mengsels van enkele  $\text{CaSO}_4$ -fasen. Aan dit bindmiddel, dat ten minste 85%  $\text{CaSO}_4$  dient te bevatten, kunnen hulpstoffen zoals starterverbindingen, vertragende of plastificerende hulpstoffen toegevoegd worden.

**Mengbindmiddelen** bestaan uit de hierboven beschreven  $\text{CaSO}_4$ -bindmiddelen met toeslagstoffen zoals die met puzzolane werking, kunsthars of cement. Het gehalte aan  $\text{CaSO}_4$  van de mengbindmiddelen bedraagt ten minste 50%.

Het begin binding van bindmiddel en mengbindmiddel moet ten minste 30 minuten zijn en het einde binding moet worden bereikt binnen twaalf uur.

Eisen aan de buigtreksterkte en de druksterkte van bindmiddel en mengbindmiddel worden gesteld in CUR-Aanbeveling 62. Voor sterkteklasse 20 moet worden voldaan aan de eisen in tabel 1.

**Tabel 1.** Normsterkte van het bindmiddel

Sterkte klasse	Karakteristieke sterkte in N/mm <sup>2</sup> bij een ouderdom van;			
	3 dagen		7 dagen + droogtijd	
	Buigtreksterkte	Druksterkte	Buigtreksterkte	Druksterkte
GD 20	≥ 1,5	≥ 8,0	≥ 4,0	≥ 20
GD 30	≥ 2,0	≥ 12,0	≥ 5,0	≥ 30
GD 40	≥ 2,5	≥ 16,0	≥ 6,0	≥ 40

## 2.2 Toeslagmaterialen

Als toeslagmateriaal worden minerale stoffen zoals zand, kalksteen of natuuranhydriet gebruikt. Afhankelijk van de toepassing zijn daarvoor de korrelgrootten 0/2 mm, 0/4 mm, 0/6 mm en 0/8 mm geschikt gebleken.

## 3 Mortels voor calciumsulfaatgebonden dekvloeren

### 3.1 Definities

De mortels worden toegepast als “op het werk gemengde mortel”, “prefab droge mortel”, “meerkamer-silo-mortel” of “prefab natte mortel (specie)”.

Met het oog op de verwerkingstoestand wordt het volgende onderscheid gemaakt:

- **Droge mortels:**  
Bind- of mengbindmiddel al of niet met toeslagmateriaal, zonder aanmaakwater.
- **Specie:**  
Droge mortel en de hoeveelheid water die voor een optimale verwerking nodig is. De water/vaste stof verhouding ( $w$ ) is het quotiënt van de benodigde hoeveelheid water  $W$  (in gram) en de hoeveelheid vaste stof  $V$  (in gram):  
 $w = W/V$
- **Verharde mortel:**  
De verwerkte specie die zijn gebruikseigenschappen ontwikkeld heeft.  
Met betrekking tot de twee verwerkingwijzen zijn bovendien te onderscheiden:
  - Traditionele specie
  - Specie voor gietvloeren

### 3.2 Traditionele specie

Traditionele specie wordt als aardvochtig mengsel met anhydriet als bindmiddel en zand als toeslagmateriaal vervaardigd en verwerkt tot dekvloeren. De mengverhouding voor anhydriet en zand bedraagt 1:3.

Aan de mortel kan bovendien een hulpstof met plastificerende werking of een luchtbelvormer worden toegevoegd.

De water/bindmiddel-verhouding van de specie ligt tussen 0,35 en 0,40.

Tenminste drie dagen na de verwerking moet de dekvloer worden beschermd tegen overmatige ventilatie.

### 3.3 Gietspecie

Omdat de mengselsamenstellingen van de mortels van de individuele fabrikanten verschillen moet hier worden volstaan met de opgave van slechts enkele algemene richtgetallen voor de droge mortels en de speciesoorten.

De stortmassa van de droge mortel bedraagt:

los	1,4 tot 1,8 kg/dm <sup>3</sup>
aangestampt	1,7 tot 2,1 kg/dm <sup>3</sup>

Het verbruik aan droge mortel voor 1 m<sup>2</sup> dekvloer bedraagt per cm dikte 16 - 20 kg.

De water/vaste stof verhouding **w** van de specie varieert in de praktijk van 0,15 tot 0,23.

Indien de juiste **w** is ingesteld, bezit de specie een goede vloeimaat en vormt de dekvloer een vlak oppervlak met goede samenhang.

De open tijd (verwerkingstijd) van de specie moet door de leverancier worden bepaald en opgegeven; dit is van belang voor de afmetingen van het vloeroppervlak dat in één arbeidsgang kan worden vervaardigd. De open tijd moet zodanig zijn dat de specie binnen deze tijd gemengd, getransporteerd en verwerkt kan worden.

De dekvloerdikte heeft een grote invloed op de droogtijd van de verharde specie; een tweemaal zo dikke vloer kan een viermaal zo lange droogtijd hebben. Een 35 mm dikke gietvloer heeft al naar gelang de klimaatomstandigheden ongeveer twee tot vijf weken nodig alvorens hij voor het aanbrengen van de vloerafwerking voldoende droog is.

De dekvloer moet altijd één tot drie dagen na aanbrengen beschermd worden tegen overmatige ventilatie.

Specie voor gietvloeren kan ook bij temperaturen beneden 0°C verwerkt worden, maar het maken van een hechtende dekvloer op een bevroren ondergrond is niet toegestaan.

## **4 Eigenschappen van de dekvloermortel**

### **4.1 Buigtreksterkte en druksterkte**

De eigenschappen met betrekking tot de sterkte die calciumsulfaatgebonden dekvloeren kunnen bereiken, worden bepaald door de soort, de kwaliteit en de hoeveelheid van het toegepaste bindmiddel en door het per geval gedoseerde toeslagmateriaal en door de toegepaste water/vaste stof verhouding. De voor de praktijk vereiste sterkteklassen zijn in CUR-Aanbeveling 62 vastgelegd en in tabel 2 weergegeven.

**Tabel 2.** Sterkteklassen volgens CUR-Aanbeveling 62

Sterkteklasse	Karakteristieke buigtreksterkte N/mm <sup>2</sup>	Karakteristieke druksterkte N/mm <sup>2</sup>
GD 12	≥ 3	≥ 12
GD 20	≥ 4	≥ 20
GD 30	≥ 5	≥ 30
GD 40	≥ 6	≥ 40

Bovenstaande tabel wordt in de loop van 2006 vervangen door nieuwe aanduidingen volgens CUR-Aanbeveling 84 (gebaseerd op NEN-EN 13813).

**Tabel 3.** Druksterkten volgens CUR-Aanbeveling 84

C5	C7	C12	C16	C20	C25	C30	C35	C40	C50	C60	C70	C80
5	7	12	16	20	25	30	35	40	50	60	70	80

De druksterkte wordt uitgedrukt in N/mm<sup>2</sup>.

**Tabel 4.** Buigtreksterkten volgens CUR-Aanbeveling 84

F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
1	2	3	4	5	6	7

De buigtreksterkte wordt uitgedrukt in N/mm<sup>2</sup>.

Deze buigtreksterkte is met name van belang bij zwevende dekvloeren.

#### 4.2 Dikte van de dekvloer

De dikte van de dekvloer is afhankelijk van de te verwachten belasting, de soort dekvloer (zie paragraaf 1.2) en van de sterkte van de gebruikte mortel. Omdat gietdekvloeren in de regel hogere sterkten ontwikkelen dan aardvochtig verwerkte dekvloeren, kunnen die in het algemeen in geringere laagdikten worden aangebracht.

**Tabel 5.** Relatie tussen typeaanduiding, sterkteklasse en dekvloerdikte

Dikte in mm	GD 12	GD 20	GD 30	GD 40
10				D*
15			D*	D*
20		D*	D	D
25	D*	D	D	D,T
30	D	D	D,T,H	D,T,H
35	D,T	D,T,H	D,T,Z,H	D,T,Z,H
40	D,T,Z	D,T,Z,H	D,T,Z,H	D,T,Z,H,F
45	D,T,Z	D,T,Z,H	D,T,Z,H	D,T,Z,V,H,F
50	D,T,Z	D,T,Z,H	D,T,Z,V,H	D,T,Z,V,H,F
60	D,T,Z	D,T,Z,V,H	D,T,Z,V,H	D,T,Z,V,H,F
70	D,T,Z	D,T,Z,V,H	D,T,Z,V,H	D,T,Z,V,H,F
80	D,T,Z	D,T,Z,V,H	D,T,Z,V,H	D,T,Z,V,H,F

D\* Hechtprimer aanbrengen tussen de draagvloer en de dekvloer.



### 4.3 Algemene technische kengetallen

**Tabel 6.** Technische kengetallen calciumsulfaatgebonden dekvloeren

		Gipsestrichvloer	Gietvloer
Volumieke massa	kg/m <sup>3</sup>	1,8 - 2,1	1,8 - 2,1
E-modulus	N/mm <sup>2</sup>	ca. 20.000	15.000 - 20.000
Dampdiffusieweerstand		ca. 10	ca. 10
Warmtegeleidingscoëfficiënt	W/mK	ca. 1,2	1,2 - 1,8
Warmte-uitzettingscoëfficiënt	mm/mK	ca. 0,010	0,010 - 0,016

### 4.4 Evenwichtsvochtgehalte en gereedheid voor verdere afwerking

Het evenwichtsvochtgehalte van calciumsulfaatgebonden dekvloeren ligt, afhankelijk van het binnenklimaat ter plaatse, tussen 0,1 en 0,4% m/m. De dekvloeren zijn gereed om verder te worden afgewerkt als een bepaald vochtgehalte bereikt is of een maximaal toelaatbaar restvochtgehalte onderschreden wordt; de waarde die van toepassing is, hangt af van de soort vloerafwerking; deze bedraagt bijvoorbeeld

- voor waterdampdoorlatende bedekkingen, bijvoorbeeld tapijt,  $\leq 1\%$  m/m en
- voor waterdampdichte bedekkingen, bijvoorbeeld pvc,  $\leq 0,5\%$  m/m.

De bepaling van het restvochtgehalte wordt uitgevoerd met de carbidmethode. Dekvloeren met vloerverwarming moeten voorafgaand aan het aanbrengen van de vloerafwerking een volledige opwarmfase doorlopen en moeten droog zijn.

### 4.5 Oppervlaktebehandeling

Calciumsulfaatgebonden dekvloeren hebben een sterk zuigend vermogen, hun oppervlak moet daarom voorafgaand aan het aanbrengen van de vloerafwerking voorgestreekt worden. Als er aan het oppervlak een laagje calciumcarbonaat is ontstaan, moet dit voorafgaand aan het voorstrijken verwijderd worden (bijvoorbeeld door schuren).

Calciumsulfaatgebonden dekvloeren kunnen, indien nodig, geëgaliseerd worden; ze kunnen worden afgewerkt met alle gebruikelijke soorten vloerbedekking. Bij voorkeur dient dit egaliseren te worden gedaan met een egalisatiemiddel op calciumsulfaatbasis.

### 4.6 Thermische belastbaarheid

De maximale temperatuur waaraan de vloeren langdurig worden blootgesteld, bijvoorbeeld in het geval van vloerverwarming, bedraagt 50°C.

### 4.7 Brandgedrag

Calciumsulfaatgebonden dekvloeren zijn niet brandbaar en komen overeen met klasse A1 van DIN 4102. In het geval van brand bieden ze bovendien dankzij het uittredende kristalwater een extra brandveiligheid.

#### ***4.8 Gedrag bij vochtinwerking***

Calciumsulfaatgebonden dekvloeren moeten worden beschermd tegen indringend vocht. Door een kortstondige inwerking van water, bijvoorbeeld door een lekkage, zullen deze vloeren niet worden beschadigd, mits ze aansluitend weer kunnen drogen. Een wat langer werkende of herhaalde bevochtiging door en door kan loslating van de vloerafwerking tot gevolg hebben. Een zeer lang aanhoudende vochtbelasting tenslotte kan resulteren in verlies van sterkte.

## VIII

# Modelgips en vormgips

### 1 Algemene gegevens

Modelgips en vormgips zijn producten van calciumsulfaat halfhydraat waaraan in de fabriek hulpstoffen kunnen zijn toegevoegd. Voor de vervaardiging wordt zeer zuiver, helder wit natuurgips of synthetisch gips gebruikt. Afhankelijk van het soort calcineerproces ontstaan fysisch verschillende calciumsulfaat-halfhydraten: in de autoclaaf ontstaat  $\alpha$ -halfhydraat, in de ketel of de roterende oven  $\beta$ -halfhydraat. Door combinatie van de calcineerprocessen of door  $\alpha$ - en  $\beta$ -halfhydraat te mengen kan men bewust producten maken met speciaal op het gebruiksdoel afgestemde eigenschappen. Om de bijzondere betekenis voor vormgips wordt hier nader ingegaan op de vervaardiging van  $\alpha$ -calciumsulfaat-halfhydraat. Voor de bereiding van  $\beta$ -calciumsulfaat-halfhydraat verwijzen wij naar hoofdstuk 2: "Gips – Grondstoffen, bereiding en calcineren".

Voor de bereiding van  $\alpha$ -calciumsulfaat-halfhydraat wordt gebruik gemaakt van het continue of het discontinue proces in een autoclaaf. De vormingstemperaturen van  $\alpha$ -halfhydraat in water of in dampvormige omgeving liggen, afhankelijk van de dampdruk, bij het technische proces tussen 100 en 150 °C.

Het discontinue autoclaafproces heeft technisch de meeste betekenis. Voor de fabricage van  $\alpha$ -halfhydraat wordt ruwe gipssteen van bijzondere kwaliteit en van bijzonder hoge zuiverheid geselecteerd. Dit materiaal wordt, al naar gelang er staande of liggende autoclaven worden gebruikt, verkleind tot korrelgrootten van ongeveer 150 tot 300 mm dan wel 30 tot 80 mm diameter en in de autoclaaf gebracht. Daarin wordt het materiaal blootgesteld aan stoom met een temperatuur van ongeveer 150 °C en na  $\leq 8$  uur uit de autoclaaf gelost. Vervolgens wordt het hete  $\alpha$ -halfhydraat met het aanhangend vocht onmiddellijk in droogtoestellen bij ongeveer 100 tot 120 °C gedroogd en aansluitend fijn gemalen. De eigenschappen van dit product kunnen door de procescondities in de autoclaaf en door variaties in het droogproces worden beïnvloed.

Het continue autoclaafproces dient voor de bereiding van  $\alpha$ -halfhydraat uit fijn rogips. Dit wordt met water gemengd en aansluitend in de autoclaaf bij een temperatuur rond 135 °C in  $\alpha$ -halfhydraat gerekristalliseerd. De kristalvorm kan door regeling van de pH en/of door bijmengen van bepaalde zouten worden beheerst, waarmee tal van eigenschappen worden verkregen. Het nog hete  $\alpha$ -halfhydraat wordt dan als suspensie continu uit de autoclaaf afgetapt, in een centrifuge van het meeste water gescheiden en aansluitend gedroogd.

## 2 Soorten en toepassingsgebieden

De soorten model- en vormgips worden onderscheiden naar hun toepassingsgebied:

- 2.1 Modelgips/albastmodelgips
- 2.2 Gietvormgips
- 2.3 Draaivormgips
- 2.4 Hard gips en hardvormgips
- 2.5 Persvormgips
- 2.6 Drukgetgips
- 2.7 Moedervormgips

De keuring van deze gipssoorten geschiedt overeenkomstig DIN 1168 en DIN 51020.

**Tabel 1.** Eigenschappen van vormgipssoorten

Eigenschappen van de uitgeharde, droge vormstukken (gemiddelde waarden)	Massa halfhydraat voor 100 g water		
	1,25	1,67	2,50
	Normaalconsistentie		
	0,80	0,60	0,40
Buigtreksterkte (N/mm <sup>2</sup> )	3	6	10
Druksterkte (N/mm <sup>2</sup> )	18	35	95
Wateropname bij verzadiging (% V/V)	53	40	27

De hoeveelheid halfhydraat die 100 gram water kan bevochtigen – de omgekeerde waarde van de normaalconsistentie, garandeert in elk geval dat de vers gemengde gipsuspensie gietbaar is. De sterkte geeft een indicatie voor het te verwachten aantal afgietsels dat gemaakt kan worden, de wateropname is een maat voor de snelheid van de vorming van het keramische vormstuk.

Na een geschiktheidsproef en afspraken met de leverende fabriek kunnen ook vormgipssoorten met eigenschappen op maat, zoals normaalconsistentie, verhardingstijden en uitzetting worden ingezet. Voor bijzondere doeleinden zijn er ook vormgipssoorten met een normaalconsistentie van 0,30 beschikbaar.

## 2.1 Modelgips en albastmodelgips

Modelgips en albastmodelgips worden vooral voor modelleerwerk en voor vormgevingsdoeleinden gebruikt, maar ook als vulstof voor andere doeleinden. Vooral de volgende toepassingsgebieden komen in aanmerking:

- vervaardiging van modellen, bijvoorbeeld in de keramische industrie
- gips voor afdrukken in de tandheelkunde en de kaakchirurgie
- vervaardiging van gipsverband voor de orthopedische chirurgie
- uitvoering van stucprofielen, modelleer- en plamuurwerk
- vervaardiging van voegengips, plamuur- en vulmassa's alsmede massa's voor koude-isolatie in gebruik in bouw en industrie
- vormgeving in metaalgietereien
- vormgeving van carrosserieën in de auto-industrie
- vulstof in de verf-, leer- en kleefstofindustrie, evenals in de papierindustrie
- vervaardiging van schoolkrijt
- waterbehandeling in bierbrouwerijen
- pershulpmiddel in de suikerindustrie
- toeslagstof bij de vervaardiging van bakhulpmiddelen zoals bijvoorbeeld bakpoeder
- gebruik bij de vervaardiging van cosmetica

Het omvangrijke gamma van toepassingsmogelijkheden van modelgips- en albastmodelgipssoorten brengt met zich mee dat de individuele producten door hun speciale eigenschappen zoals zuiverheid, fijnheid, snelheid van afbinden en het temperatuurverloop daarbij, een gedefinieerde chemische samenstelling enz. moeten hebben, telkens zorgvuldig afgestemd op het gebruiksdoel.

## 2.2 Gietvormgips

Gietvormgips wordt in de industrie voor fijnkeramiek toegepast voor de vervaardiging van vormen voor kannen, vazen en sanitaire artikelen. Het volume en de vorm van de capillaire poriën van de gietvormen onttrekken water uit de gegoten klei, waardoor zich aan het oppervlak van de gipsvorm de ontwikkeling van de keramische scherf voltrekt. Het capillaire systeem van het gips bewerkt daarbij de samenklontering van de fijne bestanddelen uit de klei. Op deze wijze wordt de vorming van de scherf nog extra bevorderd.

## 2.3 Draaivormgips

Draaivormgips wordt in de industrie voor fijnkeramiek toegepast voor de vervaardiging van kopjes, schoteltjes, borden en andere rotatiesymmetrische producten.

Draaivormgips onderscheidt zich in het bijzonder door een verhoogde sterkte en een goed drooggedrag. Deze eigenschappen worden bereikt door het op de juiste wijze mengen van  $\alpha$ - en  $\beta$ -halfhydraat.

## 2.4 Hard gips en hardvormgips

Hardgips is een product dat met zijn scherp bepaalde eigenschappen vooral in tandheelkunde en de geneeskunde wordt gebruikt. EN 26 873 onderscheidt vier verschillende soorten in dit toepassingsgebied.

Hardvormgipssoorten worden vooral in de industrie voor grofkeramiek gebruikt, bijvoorbeeld voor vormen voor tegels met felsrand of voor dakpannen.

Vormen van hardvormgips zijn verder ook geschikt voor het dieptrekken van tal van materialen in modelwerkplaatsen, bijvoorbeeld in de carrosseriebouw.

## 2.5 Persvormgips

Persvormgips vindt zijn toepassing bij het persprocédé van plastische keramische massa's, bijvoorbeeld bij het zogenaamde RAM-persen.

Aan dit gips zijn hulpstoffen toegevoegd, die bij het verhardende gips een bijzondere sterkte ontwikkeling bewerkstelligen. Via in de vorm ingelegde luchtdoorlatende slangen wordt tijdens het verharden lucht onder toenemende druk in het gips geperst. Daardoor wordt een gedefinieerd poriënvolume gerealiseerd met een fijne structuur.

## 2.6 Drukgietsgips

Drukgietsgips dient voor de vervaardiging van drukgietsvormen in de keramische industrie voor sanitaire artikelen en serviezen; met behulp daarvan worden op rationele wijze keramische vormstukken gemaakt van een gegoten klei onder druk.

Drukgietsgipssoorten hebben een hoog gehalte aan  $\alpha$ -halfhydraat; bovendien bevatten zij speciale hulpstoffen, die het beoogde drukgietsprocédé positief beïnvloeden.

Typische eigenschappen van drukgietsgipssoorten zijn een lage normaalconsistentie, een goed gietgedrag en een laat begin binding met een snel daarop volgende ontwikkeling van de sterkte. Tijdens de verharding wordt – zoals bij persvormgips- door in het gips gelegde slangen voor de beluchting en de aangebrachte overdruk een extra capillair systeem in de drukgietsvormen gerealiseerd, zodat de afvoer van water ondersteund wordt.

## 2.7 Moedermodelgips

Moedermodelgips vindt zijn toepassing in de industrie voor fijnkeramiek voor moedermodellen, voor de later daarvan af te gieten gipsvormen.

Moedermodelgips bestaat vooral uit  $\alpha$ -halfhydraat en bereikt daardoor een zeer hoge sterkte bij een tegelijkertijd gedefinieerde geringe uitzetting.

## IX Hygiëne, gezondheid en het milieu

De titel van dit hoofdstuk is gelijk aan één van de vijf essentiële eisen van de Europese Unie. Gips als bouw materiaal scoort hoog op de prestatielijst, met betrekking tot het milieu is een aantal vernieuwingen te verwachten.

Gips is een stof die circuleert in bloed van mens en dier. Het is een belangrijk bestanddeel van het beenderstelsel en van bepaalde organen. Voor het menselijk organisme is gips dan ook geen "lichaamsvreemde stof". Het zal dan ook niet verbazen dat voor dit bouw materiaal geen enkele allergie bekend is.

Bij het inademen van gipsstof wordt dit snel door het bloed opgenomen en het overtollige afgevoerd. Er blijft derhalve niets in de longen achter. Voor het werken met gips wordt dan ook aanbevolen de normale arbeidshygiënische en wettelijke voorschriften in acht te nemen. Talloos zijn de scholen waar kinderen worden geleerd met gips om te gaan, talloos zijn ook de ateliers waarin sierproducten van gips worden gemaakt, of waarin kunstenaars vorm geven aan het kunstbezit of dit restaureren. Gips draagt op deze wijze bij aan het patrimonium.

In woning of kantoor is gips aantrekkelijk omdat het akoestisch "zacht" is en een aangenaam binnenklimaat bevordert. Het draagt bij aan de vochtregulering van het binnenklimaat. Tevens is het een partner die de gebruikers verraadt wanneer er iets mis is met het binnenklimaat. Door bijvoorbeeld koudebruggen of door veel te weinig ventilatie kan er plaatselijk op gevoelige plaatsen condensatie optreden. Wanneer dit langdurig aanhoudt zal het gebrek zich manifesteren door de aangroei van schimmels. Het is dan tijd maatregelen te nemen en de oorzaak van de condensatie weg te nemen. Nadat dit is gebeurd zal het gips weer drogen en zijn in de meeste gevallen de schimmels verdwenen. Wanneer er vlekken zijn achtergebleven kunnen deze meestal met bleekwater worden verwijderd. In het meest ernstige geval kan het gipsoppervlak met een van de vele gipsgebaseerde reparatiemiddelen worden hersteld.

Gips wordt gebruikt als grondverbeteraar doordat het calcium bevat dat voor de plantengroei onmisbaar is. Een uitzonderlijk voorbeeld is wel het plantje "gypsophila" waarvan de bloempjes menig droogboeket sieren. Voor de verzilte grond in de Nederlandse rivierdelta is gips de aangewezen stof om de grond te verbeteren. Het verdrijft daarbij het teveel aan natrium van de grondkorrels dat vervolgens door het regenwater wordt afgevoerd.

De gipsindustrie in Nederland gebruikt voor de productie van de in dit boekje gepresenteerde producten nagenoeg uitsluitend rogips. Hoewel er in de natuur nog voor vele eeuwen natuurgips aanwezig is kan door het gebruik van rogips de verandering van het landschap worden vertraagd. De gipsgroeven voor de winning van natuurgips blijken meestal te liggen, juist in natuurgebieden. Hoewel in nagenoeg geheel Europa de groeven moeten worden heringericht en aantrekkelijk gemaakt voor recreatie en natuur is het zinvol deze gebieden zoveel mogelijk te sparen. Bovendien komt rogips vrij nabij stedelijke gebieden waar de

met kolen gestookte centrales zijn gevestigd. Dank zij het gebruik van rogips wordt ook de milieubelasting door verkeerstransport zoveel mogelijk beperkt.

Bij de fabricage van gipsproducten komt gipsafval vrij in de vorm van misproductie of van vormafval. Reeds sedert jaren is de gipsindustrie in staat om het geheel van de productieverliezen terug te voeren in het primaire proces. In het voorgaande is uitgelegd dat gips kan worden gebrand en vervolgens weer met water kan worden gevormd tot een primair gipsproduct. Het onderscheid tussen hergebruik en recycling komt daarmee in beeld. Gips hoeft niet te worden gerecycled op een lager niveau maar kan hoogwaardig worden hergebruikt op het niveau van het oorspronkelijke product met dezelfde eigenschappen en prestaties.

Dit is voor de NBVG aanleiding geweest om voor het bouwen met blokken en voor de montage van gipskartonplaten systemen te ontwikkelen om de restanten die op de bouwplaats vrijkomen, in te zamelen en weer tot primair product om te vormen. Het succes van deze systemen is in hoofdzaak beperkt door het nog ontbreken van internationale afspraken, waardoor het afvoeren naar het buitenland soms goedkoper is.

Graag zou de industrie ook het gips dat van de sloopplaats vrijkomt weer gebruiken als grondstof voor haar producten. Op wanden, vloeren en plafonds worden de gipsproducten echter vaak gebruikt voor het aanbrengen van kostbare afwerkklagen zoals schilderwerk, tapijt en tegelwerk. Deze moeten rigoureuus worden vrijgemaakt van het gips, daar gebleken is dat kleine hoeveelheden verontreinigingen de processen in de gipsindustrie ernstig kunnen verstoren. Dank zij tal van experimenten, deels mede gefinancierd door de Overheid, is komen vast te staan, dat voor de recycling van sloopafval speciale technieken nodig zijn om een product te krijgen dat door de gipsindustrie als een schone grondstof kan worden geaccepteerd. De industrie is bezig dergelijke technologieën en de bijbehorende logistieke systemen te ontwikkelen en in Nederland een plaats te geven. Van belang is dat de Nederlandse gipsindustrie zich bereid heeft verklaard schoon gips als grondstof te aanvaarden, zelfs als het afkomstig is van sloopprojecten...

## **GEBOUWEN, INDUSTRIE EN PATRIMONIUM SCHOON: GIPS**



**BPB Nederland B.V.**

Postbus 73  
4130 EB VIANEN  
Telefoon: 0347-325100  
Telefax: 0347-325125  
Internet: [www.bpb.nl](http://www.bpb.nl)  
e-mail: [info@bpb.nl](mailto:info@bpb.nl)

**Gipsbouw B.V.**

Postbus 40282  
3504 AB UTRECHT  
Telefoon: 030-2412378  
Telefax: 030-2413954  
Internet: [www.gibo.nl](http://www.gibo.nl)  
e-mail: [pr@gibo.nl](mailto:pr@gibo.nl)

**Gyvlon B.V.**

Postbus 138  
4930 AC GEERTRUIDENBERG  
Telefoon: 0162-520572  
Telefax: 0162-518970  
Internet: [www.gyvlon.nl](http://www.gyvlon.nl)  
e-mail: [gyvlon@gyvlon.nl](mailto:gyvlon@gyvlon.nl)

**Isolava GCV**

Ooigemstraat 12  
B-8710 WIELSBEKE  
België  
Telefoon: 0032 56 674401  
Telefax: 0032 56 674459  
Internet: [www.isolava.be](http://www.isolava.be)  
e-mail: [info@isolava.be](mailto:info@isolava.be)

**Knauf B.V.**

Mesonweg 8-12  
3542 AL UTRECHT  
Telefoon: 030-2473311  
Telefax: 030-2409690  
Internet: [www.knauf.nl](http://www.knauf.nl)  
e-mail: [info@knauf.nl](mailto:info@knauf.nl)

**Lafarge Gips B.V.**

Postbus 45  
9930 AA DELFZIJL  
Telefoon: 0596-649300  
Telefax: 0596-617188  
Internet: [www.lafargegips.nl](http://www.lafargegips.nl)  
e-mail: [gipsinfo@lafargegips.nl](mailto:gipsinfo@lafargegips.nl)

**Promonta NV**

Vaartstraat 6/8  
B-2830 WILLEBROEK  
België  
Telefoon: 0032 38 865825  
Telefax: 0032 38 863847  
Internet: [www.promonta.com](http://www.promonta.com)  
e-mail: [info@promonta.com](mailto:info@promonta.com)

**Xella Droogbouwsystemen B.V.**

Loonse Waard 15/20  
6606 KG Wychen  
Telefoon: 024-6495111  
Telefax: 024-6495126  
Internet: [www.fermacell.nl](http://www.fermacell.nl)  
e-mail: [fermacell-nl@xella.nl](mailto:fermacell-nl@xella.nl)













