

KLEI EN KERAMIEK

MAANDBLAD VAN DE VERENIGING KLEI INDUSTRIE
EN VAN DE NEDERLANDSE KERAMISCHE VERENIGING

Redactiecommissie: Prof. Dr. J. M. Stevels, voorzitter; Dr. Ir. F. W. Hisschemöller, vice-voorzitter; Mr. W. J. Bollen, secretaris; Drs. H. J. van Buren; Drs. P. H. Dal; Dr. Ir. M. E. A. Hermans; Ir. A. J. Rijken; R. Smeets; Ir. A. L. Stuijts; Ir. H. J. Timmers. / Redacteur: Ir. L. L. van Breukelen. Adres voor redactionele aangelegenheden en abonnementen: Postbus 4057, Rijswijk Z.H., tel. (070) 11 85 20. / Voor advertenties: A. T. Verschoor & Zoon N.V., Postbus 27, Culemborg. tel. (03450) 20 45. / Abonnementen voor de Benelux f 20,— per jaar, andere landen f 22,50.

Plaatjes van vroeger

Het zal de meeste lezers niet zijn ontgaan dat Klei en Keramiek deze maand een andere aankleding heeft.

Ingrijpend is de verandering overigens niet. De driekleurige vlakvulling is als uiterlijk hoofdkenmerk van het blad in de oude compositie gehandhaafd. Alleen het pottenbakkersduo dat twee jaar lang een stijlvol element was op het schild van ons tijdschrift, heeft plaats moeten maken voor een eenzame stokersfiguur.

Het is de bedoeling om ook de nieuwe illustratie voor twee jaargangen te gebruiken; de stoere ovenist hoopt bij alle nederlandstalige keramici vier en twintig maal een welkome gast te zijn.

Zoals menigeen nog zal weten, werd het nu afgedankte pottenbakkersplaatje voorafgegaan door de afbeelding van een draaier, vol actie aan zijn schijf. Deze eerste versiering van de huidige omslag was ontleend aan een Korinthische pinax. Het originele, van klei vervaardigde offerplaatje, stammend uit de 6e eeuw vóór Christus, is een waardevol bezit van het Louvre in Parijs.

De beide pottenbakkers die in 1966 en 1967 ons embleem waren zijn veel ouder. Op stuc geschilderd trof men ze aan in het graf van Kenamon, een farao uit het Nieuwe Rijk. Hun ontstaan dient daarom omstreeks 1435 vóór Christus gedateerd te worden.

Van de potten van Egypte zijn we teruggekomen in Europa. Zelfs weer in Korinthe, want ook het kleiplaatje met de stoker stamt uit deze Griekse plaats.

Redactielid René Smeets, die door zijn grote belangstelling voor cultuurgeschiedenis onze bekwaamste speurder naar omslagmotieven is, vond het nieuwe plaatje in de catalogus van een tentoonstelling 'Ton und Töpfer', die in 1942 in Berlijn is gehouden. Later kwam hij het ook tegen in een in 1919 verschenen boek 'Die Technik des Altertums'. De figuur die wij met reden voor de stoker van een pottenbakkersoven aanzien, wordt daar echter voor een metaalsmelter gehouden.

Is deze visie de juiste, dan heeft Klei en Keramiek een wat vreemde greep gedaan, al bestaat natuurlijk de oven zelf uit keramisch materiaal. Wie zal echter nu nog uitmaken welke handwerksman de Griekse artiest voor ogen had?

De twee Egyptische pottenbakkers hebben de Nederlandse keramische industrie helaas geen geluk gebracht. Ze verfraaiden ons blad in een periode van voorraadvorming, produktievermindering, dividendverlaging en zelfs bedrijfs-sluiting en maakten dus een sombere tijd mee met weinig goede kansen.

Laten we in dit eerste nummer van 1968 de wens uiten dat met het plaatje ook de depressie verdwenen is. En dat de nieuw aangenomen Korinthische stoker snel de zo dringend nodige leefwarmte in onze bedrijven zal brengen!

DEC 17

Verschralen van vette klei*

door L. J. A. R. VAN DER KLUGT

Keramisch Instituut TNO**

Magere kleien zijn gemakkelijker te drogen dan vette. Om die reden worden vette kleien gemengd met van nature magere klei of zelfs met zand.

Daarbij veranderen echter ook de eigenschappen van het gebakken produkt. Bovendien zal de koelscheurgevoeligheid toenemen.

Gebruikt men gekalcineerde klei als verschralingsmiddel, dan zullen de droogeigenschappen en ook het gedrag bij opwarmen in de oven zodanig zijn alsof het mengsel minder kleimineraal bevatte, terwijl de gevoeligheid voor koelscheuren en de eigenschappen van het gereede produkt zodanig zullen zijn alsof de oorspronkelijke vette klei werd gebruikt.

Enige aspecten van het verschralen van vette klei met betrekking tot vormgeving, droog- en bakgedrag en de eigenschappen van het gereede produkt werden onderzocht. Dit artikel behandelt het vormgevings- en drooggedrag. Een artikel over het bakgedrag en de eigenschappen van het gereede produkt zal nog volgen.

Shortening of fat clays

It is well known that lean clays are easier to dry than fat clays. For this reason fat clays are mixed with natural lean clays or even with sand. In doing so, however, one is altering the properties of the burned product too. Moreover the sensitivity for cooling cracks will increase.

Using calcined (dead burned) clays as a shortening material the drying properties and also the warming up behaviour in the kiln will be as if the mix were containing less clay mineral, whereas the sensitivity for cooling cracks and the properties of the finished brick might be the same as if the original fat clay were used.

The Ceramics Research Institute TNO investigated some aspects of the shortening of fat clays in respect to shaping, drying and burning behaviour and the properties of the finished brick. This paper deals with the shaping and drying behaviour.

Inleiding

De eigenschappen van een kleisoort worden in hoofdzaak bepaald door de aard en de hoeveelheden van de samenstellende delen en in zekere zin ook door de granulometrie van het geheel.

Uitgaande van een bepaalde kleisoort bestaat een zekere methode om de eigenschappen van die kleisoort te beïnvloeden dus in het wijzigen van de relatieve hoeveelheid waarin een bepaalde component voorkomt. Verreweg de eenvoudigste methode om de concentratie van een component te verlagen is menging met een stof die de betreffende component niet of in geringe mate bevat. Dit is het principe van wat in de wandeling 'verschralen' of 'vermageren' van klei heet.

Met betrekking tot de rheologische, de droog- en de bakeigenschappen zijn voornamelijk de hoeveelheid kleimineralen en de aard daarvan (in de praktijk samengevat onder het begrip 'vetheid') van belang. Is de ene eigenschap gebaat met veel mineraal, de andere is dat juist met weinig. Er zijn dus tegenstrijdige eisen, zodat steeds naar een kompromis moet worden gezocht.

De middelen die in de grofkeramiek voor verschralingsdoeleinden ter beschikking staan zijn:

- zand, met als belangrijkste aspekt de granulometrie;
- magere klei, waarbij — voor zover de klei niet slechts een magere versie is

* Voordracht gehouden voor de Nederlandse Keramische Vereniging te Arnhem op 10 februari 1967.

** Thans: Sectie Grofkeramiek van het Centraal Technisch Instituut TNO.

van de te verschralen klei — de mineralogie zowel als de granulometrie van belang zijn;

- gekalcineerde klei: voorgebrande, maar niet gesinterde klei die dus poreus is en het eindprodukt zoveel mogelijk de eigenschappen van de oorspronkelijke vette klei geeft;

De factoren die bij verschralen van belang zijn, zijn dus de granulometrie, de hoeveelheid toe te voegen materiaal en — bij gekalcineerde klei — de calcineertemperatuur.

Teneinde een indruk te verkrijgen van de invloed van deze factoren op de diverse onderdelen van de grofkeramische technologie, werd door het Keramisch Instituut TNO experimenteel droog- en bakonderzoek uitgevoerd. Dit artikel heeft betrekking op het droogonderzoek.

Opzet van het onderzoek

Het onderzoek werd uitgevoerd aan strengpers- en vormbakprodukten. Helaas moest het strengpersgedeelte beperkt blijven tot kleine vormlingen. Hieraan werd oriënterend onderzoek verricht met betrekking tot de calcineertemperatuur, de korrelgrootte en de toe te passen hoeveelheden. Daarbij werden de maximaal toelaatbare droogsnelheden bepaald onder konstante droogkracht van de lucht. Op grond van de opgedane ervaringen werd het droogonderzoek afgesloten met de bepaling van een kritisch regiem en de kortste droogtijd aan vette klei en aan mengsels daarvan met bij bepaalde temperatuur gekalcineerde klei in een bepaalde korrelgrootte en hoeveelheid.

Hetzelfde onderzoek werd uitgevoerd met gebruikmaking van zand als toeslagstof.

Op het gebied van het vormbakprocédé werd gewerkt met een klein formaat en met Waalformaat. Het klein formaat kreeg verschillende toeslagen en korrelgrootten. Er werd slechts bij één temperatuur gekalcineerd. Het afsluitend onderzoek werd met de Wf-vormlingen uitgevoerd teneinde cijfers te verkrijgen die direct bruikbaar zijn om de mogelijkheden voor de praktijk te illustreren.

Tevens werd hierbij gestoomd teneinde het mogelijke effect van warm toegevoegde gekalcineerde klei of een combinatie van vermageren en stomen na te kunnen gaan.

De keuze van de onderzochte calcineertemperaturen geschiedde op grond van de volgende overwegingen:

- tussen 300 en 400°C treedt ontleding van de humus op terwijl tevens de fijne deeltjes blijken te verdwijnen;
- bij circa 600°C treedt ontleding van het kleimineraal op waarbij kristalwater ontwijkt;
- bij circa 800°C wordt een maximale poreusheid verkregen;
- als eerste opzet voor een semi-technische proef zou men allicht gemalen puin willen gebruiken; het is dus belangrijk na te gaan of de opgetreden sintering geen speciale effecten veroorzaakt die tot een verkeerd oordeel zouden kunnen leiden. Bij de onderzochte kleisoort geeft 1000°C al voldoende sintering om niet meer van gekalcineerd materiaal te kunnen spreken.

Bij de keuze van de toe te passen korrelgrootte werd ervan uitgegaan dat men in de praktijk in het algemeen genoeg moet nemen met een korrelgrootteverdeling zoals die in een bepaald uitgangsmateriaal is gegeven (zand, klei) of zoals een bepaald maalapparaat oplevert (gekalcineerd materiaal). Hoogstens kan men door afzeven invloed uitoefenen op de grofste korrel die nog wordt toegelaten. Tevens werd rekening gehouden met de 'normale' korrelgrootteverdeling van klei waarbij $> 200 \mu$ (0,2 mm) doorgaans al als ongewenst wordt beschouwd.

Gekozen werd voor fijn (kruisslagmolen, zeef 0,2 mm), grof (kruisslagmolen, zeef 2 mm) en zeer grof (gebroken op wals, zeef 4,8 mm).

De percentages toeslag werden zo hoog opgevoerd als nodig was om voldoende effect te verkrijgen, of als mogelijk was gezien de vormgeving en het produkt.

De gebruikte kleisoorten waren:

- Groningse klei (draineerbuizen) voor het oriënterend strengpersonderzoek; specifiek oppervlak (glycol) = $128 \text{ m}^2/\text{gram}$, $< 10 \mu = 56\%$.
- Maasklei (metselsteen) voor het oriënterend vormbakonderzoek; s.o. = $110 \text{ m}^2/\text{gram}$, $< 10 \mu = 44\%$.
- klei van de Oude Rijn (dakpannen) voor het afsluitend onderzoek aan de strengpers- en aan de vormbakprodukten; s.o. = $128 \text{ m}^2/\text{gram}$, $< 10 \mu = 62\%$.

Onderzoek aan strengpersprodukten

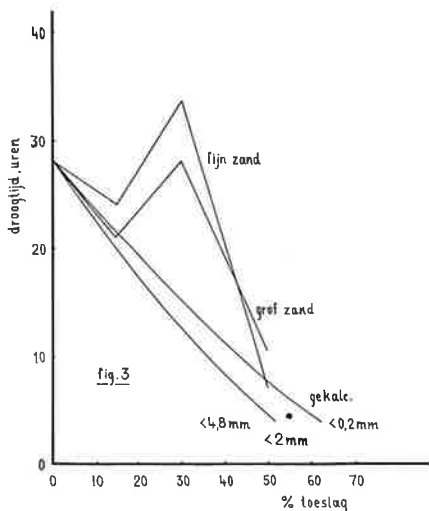
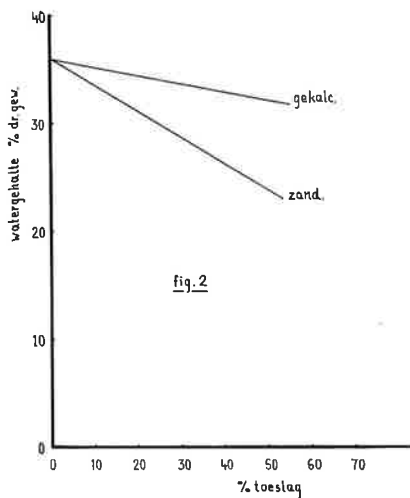
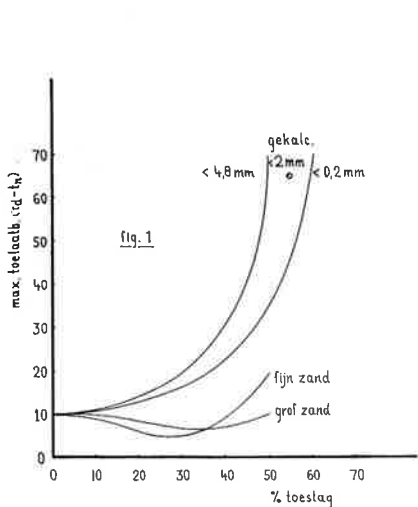
Vormlingen $3 \times 6 \times 12 \text{ cm}$ (grootste maat in de strengrichting) en buisjes $4,5/2,5 \times 12 \text{ cm}$. Het oriënterend onderzoek gaf aanleiding tot het trekken van de volgende konklusies.

1. Toevoeging van op 350°C gekalcineerd materiaal heeft in het geheel geen invloed op de droogeigenschappen.
2. Bij toepassing van op 400°C gekalcineerd materiaal treedt slechts een geringe beïnvloeding van de droogeigenschappen op en dan nog slechts zolang er duidelijke pitjes in de klei voorkomen. Wordt de gekalcineerde klei fijn gemalen of het mengsel gestoomd, dan vertoont het mengsel de eigenschappen van de pure klei.
3. Gloeien op 600°C geeft pas een duidelijke verandering van de klei. De gegloeide klei wordt met water niet meer plastisch. Aanmaakwatergehalte en droogkrimp van het mengsel verminderen, evenals de droogscheur gevoeligheid en de droogtijd.
4. Bij toepassing van een bepaald maalapparaat wordt een duidelijk grover resultaat verkregen wanneer gesinterd materiaal wordt gemalen in plaats van nog zacht materiaal. Hoewel watergehalte en droogkrimp verder afnemen, neemt de droogscheur gevoeligheid minder af wanneer gesinterd materiaal (in dit geval 1000°C) wordt toegevoegd in plaats van nog zacht materiaal (bijvoorbeeld 800°C). Afhankelijk van de hoeveelheid toeslag kan de droogtijd korter of langer zijn, als gesinterd dan wel zacht materiaal wordt gebruikt.
5. Wordt de klei met zand grover dan 60μ gemengd, dan vermindert het aanmaakwatergehalte vrijwel evenredig met de toegevoegde hoeveelheid zand. Dit betekent, dat bij toevoeging van dit materiaal aan reeds plastische klei geen opstijving optreedt. In feite maakt iedere hoeveelheid water het mengsel slapper. Zeer fijn zand (sloef, stuifzand) stijft de klei daarentegen wel iets op. Naarmate de gekalcineerde klei poreuzer is, stijft zij de klei meer op, ofwel is de vermindering van het aanmaakwatergehalte geringer.
6. Uitgaande van vette klei die gevoeliger is voor eindscheuren dan voor beginscheuren, kan bij toeslag van zand of gekalcineerde klei de plasticiteit zodanig verminderen dat het criterium voor de beoordeling van het droogresultaat bestaat in het optreden van beginscheuren.

Vasthoudend aan een bepaalde verwerkingsconsistentie bereikt men bij toenemende hoeveelheid verschrallingsmiddel een punt waarbij — bij dezelfde

hoeveelheid toeslag — zowel begin- als eindscheuren ontstaan.

Men heeft dan de optimale verschraling bereikt, omdat bij nog grotere toeslag weer voorzichtiger gedroogd moet worden om (dan) beginscheuren te vermijden. De optimale hoeveelheid toeslag is geringer naarmate deze toeslag grover is; de maximaal te bereiken vermindering van de scheurgevoeligheid is bij grove toeslag echter kleiner dan wanneer een fijnere toeslag wordt verwerkt. Grove toeslag geeft daarbij eerder resultaat, maar als de dan te



bereiken winst onvoldoende is, dan moet men het met meer toeslag van fijnere korrel proberen. Het optimum is echter ten zeerste gebonden aan de konsi-

tentie. Gaat men slapper werken, dan kunnen de optimale hoeveelheid en de te behalen vermindering van de scheurgevoeligheid wat groter worden.

7. Naarmate de vormling minder scherpe vormen heeft, wordt een grovere toeslag verdragen. De rechthoekige vormlingen $3 \times 6 \times 12$ cm konden bijvoorbeeld wel met $30\% < 0,2$ mm worden vervaardigd, maar niet met dezelfde hoeveelheid < 2 mm. Met het laatste materiaal konden echter wel goede buizen $2,5/4,5 \times 12$ cm worden geperst.
8. Met een toeslag van $30\% < 1,2$ mm van 1000°C , of $30\% < 2$ mm van 800°C en 30% fijn zand ($60-200 \mu$) kon de droogtijd van de buisjes tot de helft worden gereduceerd. Dit resultaat kon niet worden behaald met dezelfde hoeveelheid van $1000^\circ\text{C} < 0,2$ mm, $800^\circ\text{C} < 0,2$ mm of stuifzand ($< 60 \mu$).

Onderzoek aan vormbakprodukten

Kleinformat 15 x 6 x 4,5 cm (0,4 Wf). Verwacht werd, dat bij het vormbak-procédé met grovere toeslag gewerkt zou kunnen worden dan bij het strengpersprocédé en dat men hogere percentages zou kunnen toepassen. Dit is inderdaad het geval. Gegaan werd tot korrels $< 4,8$ mm en tot 60% toeslag.

De toelaatbare droogkracht van de lucht, uitgedrukt in psychrometrisch temperatuurverschil Δt , kon van 10 tot 65°C worden opgevoerd (fig. 1) en de droogtijd van 28 tot $4,5$ uur worden verkort (fig. 3). Dit werd bereikt met $50\% < 4,8$ mm, $55\% < 2$ mm of $60\% < 0,2$ mm.

De verschillen in effect tussen de diverse maalfijnheden zijn niet zo groot. Wat het uiterlijk betreft zou men voorkeur kunnen hebben voor de fijne toeslag. Bij de grove toeslag wordt het afstrijkvlak namelijk nogal ruw.

Hetzelfde onderzoek werd uitgevoerd met fijnzand ($60-200 \mu$) en grofzand ($20\% 200-300 \mu$ en $80\% 0,3-1,2$ mm).

De mengsels met fijn en grof zand gedroegen zich eender en nogal merkwaardig. Na een aanvankelijke toeneming van de gevoeligheid bij toeslag van 15 en 30% , treedt bij 50% grofzand dezelfde gevoeligheid op als bij het pure materiaal, terwijl bij 50% fijn zand de gevoeligheid tot de helft vermindert (fig. 1). De hoeveelheid aanmaakwater vermindert wel regelmatig (fig. 2). Daardoor kan de droogtijd tot 15% toeslag eerst afnemen, vervolgens toenemen bij circa 30% toevoeging en uiteindelijk bij 50% toevoeging aanzienlijk gedrukt worden (fig. 3). Deze resultaten illustreren duidelijk dat behalve de vetheid ook de totale granulometrie van belang is. Speciaal het feit dat bepaalde frakties relatief sterker toenemen zal in dit geval van belang zijn. Helaas is zelden zand verkrijgbaar dat niet te grof is en ook nog een goede korrelverdeling heeft. In ieder geval zal aan dit aspect b. de beoordeling van zand voor verschalingsdoeleinden de nodige aandacht moeten worden besteed.

Afsluitend onderzoek

Bij het oriënterend onderzoek werd steeds met konstante kondities gewerkt. Speciaal bij lage Δt (dus hoge relatieve vochtigheid) heeft dit het bezwaar, dat de tweede droogperiode langzaam verloopt en een bepaald restwatergehalte soms nauwelijks gehaald kan worden. Bij het afsluitend onderzoek werd ter benadering van de praktijk tussentijdse wijziging van de droogkondities toegepast.

Strengpers

Dakpannenklei Oude Rijn, vormlingen $3 \times 6 \times 12$ cm op houten latjes 2×2 cm. 30% gekalcineerd 800°C , $< 0,2$ mm. 30% zand, $97\% 60-200 \mu$.

Klei	$W_{i,d}$ % bij Pf = 24 mm	Δt max. toel. b. °C		Droogtijd tot $W_R = 7\%$ in uren	
		bij $W_{i,d}$	bij $W_R = 18\%$	bij Δt konstant	bij Δt gevarieerd
gecalc.	29	8	25	18	12
zand	23	5	10	23	13

Konklusies

1. Zand geeft geen verbetering van de initiale gevoeligheid, wel een aanzienlijke vermindering van de hoeveelheid te verdampen water. Gekalcineerde klei geeft wel een geringere initiale gevoeligheid, maar de hoeveelheid water neemt minder sterk af.
2. Bij konstante kondities geeft slechts gekalcineerde klei droogtijdverkorting en wel tot circa 80% van de oorspronkelijke droogtijd.
3. Duidelijk resultaat geeft de toegepaste vermagering pas wanneer een kritisch regiem wordt gevolgd. Bij de vette klei kan de droogkracht van de lucht maar weinig worden verhoogd. Bij vermagering met zand neemt de gevoeligheid bij uitdroging meer af. Bij toevoeging van gekalcineerde klei vermindert de gevoeligheid bij uitdroging zeer sterk. In totaal kan de droogtijd zowel bij toevoeging van zand als van gekalcineerde klei tot circa de helft gereduceerd worden. Het effect is bij zand echter hoofdzakelijk te danken aan de vermindering van de hoeveelheid water, bij gekalcineerde klei hoofdzakelijk aan de geringere gevoeligheid.

Vormbak

Dezelfde klei als voor de strengpers werd ook volgens het vormbakprocédé verwerkt. Ook werd het stomen bij dit onderzoek betrokken.

Dakpannenklei Oude Rijn, Wf op multiplex.

30% gekalcineerd 800°C < 2 mm.

30% zand 97% 60—200 μ .

Mengsel	$W_{i,d}$ % dr. gew.	Krimp % n.l.	Δt maximaal toelaatbaar			
			koud		50°C	
			$W_{i,d}$	$W_R = 18\%$	$W_{i,d}$	$W_R = 18\%$
puur	43	12,5	5°C	10°C	7°C	7°C
gecalc.	36	8,5	8°C	25°C	15°C	25°C
zand	28	9,5	6°C	13°C	9°C	13°C

Konklusies

1. Zand geeft een aanzienlijk sterkere vermindering van het benodigde watergehalte dan gekalcineerde klei. Bij menging met zand treedt echter een grotere droogkrimp op. Dit komt doordat bij toevoeging van zand een lager kritisch watergehalte ontstaat dan bij toevoeging van gekalcineerde klei.

Bij droging tot $W_R = 6\%$ vastgestelde droogtijden in uren (zonder toeslag):

Klei	koud		warm	
	Δt konstant	Δt gevarieerd	Δt konstant	Δt gevarieerd
puur	105	80	65	65
gecalc.	55	40	35	28
zand	65	45	41	36

2. De begingevoeligheid wordt bij vermagering met zand nauwelijks verbeterd, wel bij vermagering met gekalcineerde klei.
3. De gevoeligheid bij 18% restwater wordt circa 2 maal zo klein bij puur en zand; echter 3 maal bij gekalcineerd.
4. Stomen verbetert uitsluitend de begingevoeligheid en wel met circa 50% bij puur en zand en 75% bij gekalcineerd. Bij gekalcineerd en zand blijft de gevoeligheid bij 18% restwater gelijk, bij puur kan Δt echter niet opgevoerd worden als men al met de kritische Δt begint.
5. Bij verhoging van Δt van de kritische beginwaarde tot de kritische waarde bij $W_{R,d} = 18\%$ wordt de droogtijd tot 70% à 75% gereduceerd.
6. Bij stomen en werkend met konstante kondities die kritisch zijn bij het begin van de droging, wordt de droogtijd in alle gevallen tot 60—65% gereduceerd.
7. Ten opzichte van de droogtijd bij koude vormgeving en werkend met konditieverhoging bij $W_{R,d} = 18\%$ wordt de droogtijd bij warme vormgeving tot circa 80% gereduceerd bij puur en zand en tot 70% bij gekalcineerde klei.

Samenvatting

Bij de opzet van het onderzoek werd er min of meer van uitgegaan, dat gekalcineerde klei slechts dan als verschrallingsmiddel zou worden gebruikt, als het gebruik van zand de koelscheurvoeligheid of de eigenschappen van het eindprodukt nadelig zou beïnvloeden, of ook wanneer zand in het geheel niet verkrijgbaar zou zijn.

De doodgebrande klei zou wat het drogen betreft verder normaal het zand kunnen vervangen.

Het onderzoek heeft echter geleerd, dat het gebruik van gekalcineerde klei ten opzichte van het gebruik van zand, het mengsel geheel andere eigenschappen kan verlenen. Belangrijk is dat de toevoeging van het poreuze gekalcineerde materiaal de klei opstijft, terwijl zand dit niet of nauwelijks doet. In het eerste geval moet dus meer water verdampt worden. Daar staat echter tegenover, dat bij toevoeging van zand de droogscheurvoeligheid ten opzichte van de pure klei nauwelijks beïnvloed wordt, terwijl bij het gebruik van gekalcineerde klei een aanzienlijk geringere gevoeligheid verkregen wordt. Als gevolg hiervan kan bij het gebruik van gekalcineerde klei de droogtijd toch korter zijn. De toe te voegen hoeveelheid en de gewenste korrelfijnheid van het vermageringsmiddel hangen geheel af van het betreffende materiaal, de aard van het produkt, het gestelde doel en de economie van het geheel. Deze factoren moeten vanzelfsprekend van geval tot geval opnieuw worden onderzocht. De resultaten van het onderzoek kunnen daarbij dienst doen als illustratie van de mogelijke effecten en zodoende als uitgangspunt voor de planning van een proefopzet.