

TOEPASSING VAN GROFKORRELIGE
TOESLAGSTOFFEN EN AGENTIA BIJ DE
FABRICAGE VAN VORMBAKSTENEN

door

Jan H. van der Velden



postbus 342
7300 AH Apeldoorn

bezoekadres
laan van Westenenk 501

telefax 363985 tnoap
telefoon 050-77 3344

Ref.nr. : 85-016706

Dossiernr.: 8725-14122

Datum : 6 december 1985

P

Trefwoorden:

- vormbakstenen
- toeslagstoffen
- agentia

„Niets uit deze uitgave mag worden
vermenigvuldigd, en/of openbaar
gemaakt door middel van druk, foto-
copie, microfilm of op welke andere
wijze dan ook, zonder voorafgaande
toestemming van TNO.”

Indien dit rapport in opdracht werd
uitgebracht, wordt voor de rechten
en verplichtingen van opdracht-
gever en opdrachtnemer verwezen
naar de „Algemene Voorwaarden
voor Onderzoek en ontwikke-
lingsopdrachten aan TNO, 1979”
dan wel de desbetreffende zaken
tussen partijen gesloten overeen-
komst.

Bestemd voor:

De Nederlandse Grofkeramische
Industrie

INHOUDSOPGAVE	Pag.
SAMENVATTING	3
1. INLEIDING	4
2. VERKENNING VAN DE INVLOED VAN GROFKORRELIGE TOESLAGSTOFFEN OP HET TECHNOLOGISCH GEDRAG VAN VORMBAKSTENEN	6
2.1 Methode van onderzoek	6
2.2 Het kleimonster	6
2.3 De toeslagstoffen	7
2.4 De massabereiding, vormgeving en droging	8
2.5 Waarnemingsresultaten met betrekking tot vorm- en drooggedrag	9
2.6 Het bakken van de proefsteentjes	10
2.7 Waarnemingsresultaten met betrekking tot het bakgedrag	10
3. VERKENNING VAN DE INVLOED VAN AGENTIA OP HET VORMGEVINGSWATER- GEHALTE VAN VORMBAKSTENEN	12
3.1 Methode van onderzoek	12
3.2 De kleimonsters	12
3.3 De agentia	14
3.4 Uitvoering van de proeven	15
3.5 Resultaten inzake het effect van agentia	15
4. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	17
5. PUBLICATIES EN RAPPORTEN VAN TNO MET BETREKKING TOT HET ONDERWERP	18

SAMENVATTING

In het kader van het collectieve speurwerk ten behoeve van de Nederlandse Grofkeramische Industrie wordt rapport uitgebracht over een oriënterend onderzoek naar de mogelijkheden tot verlaging van het energiegebruik en bekorting van de tijdsduur nodig voor het drogen van vormbakstenen.

Aansluitend bij eerder verricht TNO-speurwerk inzake de energie-efficiëntie bij het droogproces worden in het bijzonder de effecten nagegaan van een toepassing van grofkorrelige steenachtige toeslagstoffen en enkele agentia op het vormgevingswatergehalte en de droogrkimp van baksteenvormelingen.

1. INLEIDING

De hoeveelheid water, die bij het droogproces van baksteenvormelingen moet worden verdampt, varieert in Nederland thans van circa 300 tot 220 kg per ton gebakken produkt, hetgeen een verschil in warmteverbruik veroorzaakt van globaal 335 MJ per ton gebakken produkt, overeenkomende met 10,6 m³ (i.m.) Gronings aardgas.

Een verlaging van het vormgevingswatergehalte met slechts 1% (m/m_d) levert per ton gebakken produkt reeds een energiebesparing op, die overeenkomt met ongeveer 1,4 m³ aardgas.

Naast andere manieren ter besparing op het energiegebruik bij het drogen zijn maatregelen ter verlaging van het vormgevingswatergehalte derhalve zinvol.

Een relatief gering vormgevingswatergehalte maakt in principe bovendien de toepassing van korte droogtijden mogelijk en kan voorts, op grond van de relatie tussen watergehalte en droogkrimp, ten goede komen aan de maatvastheid van het produkt.

Ons beperkend tot vormbakstenen komen de navolgende maatregelen ter verlaging van het watergehalte van de verse vormelingen in aanmerking:

- het vervangen of zodanig aanpassen van de bestaande vormbakpersen, dat een stijvere en drogere vormmassa verwerkt kan worden;
- het gebruik van kleisoorten met een relatief laag totaal specifiek oppervlak. Thans varieert dit bij de fabricage van vormbakstenen globaal tussen 35 en 85 m²/g;
- het verschrallen van de beschikbare kleien met vulstoffen;
- het toepassen van agentia met een vormwaterverlagend effect (weekmakers);

Gezien het grote belang van de zaak werd het zinvol geacht de in de loop der jaren door TNO verrichte onderzoeken over de twee laatst-

genoemde onderwerpen ([1] tot en met [13]) door verkennende proeven verder aan te vullen.

In hoofdstuk 2 van dit rapport wordt daartoe verslag uitgebracht van een oriënterend onderzoek naar het effect van grofkorrelige steenachtige toeslagstoffen op vormgevingswatergehalte, drooggedrag en bakgedrag, terwijl in hoofdstuk 3 over enkele proeven inzake de invloed van een aantal agentia op het vormgevingswatergehalte wordt gerapporteerd.

2. VERKENNING VAN DE INVLOED VAN GROFKORRELIGE TOESLAGSTOFFEN OP HET TECHNOLOGISCH GEDRAG VAN VORMBAKSTENEN

2.1 Methode van onderzoek

Van een baksteenfabriek in midden Nederland werd een monster geheel toebeide vormmassa betrokken. Op het laboratorium werd het verdeeld in negen gelijke porties, waarvan er acht in een gelijk gekozen dosering met onderling verschillende grofkorrelige toeslagstoffen werden gemengd. Eén portie werd gereserveerd voor vergelijkingsdoeleinden.

De negen massa's werden aangemaakt op een onderling gelijk gekozen vormbakconsistentie en tot kleine bezande vormbaksteentjes verwerkt, die aansluitend werden gedroogd en vervolgens bij twee temperaturen werden gebakken.

Van alle proefsteentjes werden vastgesteld en onderling vergeleken:

- het vormgevingswatergehalte;
- de lineaire droogkrimp;
- de massa van de geheel droge vormelingen;
- de lineaire bakrimp van de proefsteentjes;
- de massadichtheid van de gebakken proefsteentjes;
- de voortplantingsnelheid van geluid in de gebakken proefsteentjes;
- de bakkleur;
- de neiging tot uitslagvorming;
- de dilatometercurve.

2.2 Het kleimonster

Het onderzoek werd uitgevoerd met een jonge rivierklei uit midden Nederland, die, in bewerkte en gestoomde toestand, door een baksteenfabriek ter beschikking werd gesteld en in deze toestand ook werd gebruikt. De klei (gemarkt KOR) is in tabel 1 gekarakteriseerd.

Tabel 1: Karakteristiek van het kleimonster, KOR.

Korrelgrootteverdeling, % (m/m _d)			
fractie > 250 µm	5	fractie < 20 µm	56
fractie > 125 µm	13	fractie < 10 µm	42
fractie > 63 µ	23	fractie < 2 µm	26
Chemische analyses, % m/m _d			
Fe ₂ O ₃	3,3	humus	0,7
Ca O (uit carb.)	5,8	gloeiverlies	8,5
Totaal spec.opp. (m ² /g)	74	Spec.opp./< 10 µm	1,75

2.3 De toeslagstoffen

Als toeslagstoffen werden steenachtige materialen gekozen met een relatief laag gehalte aan vrije kwarts, teneinde een verslechtering van het koelgedrag van het produkt zoveel mogelijk te vermijden.

De toeslagstoffen zijn in tabel 2 aangegeven.

Voor zover nodig werden de materialen op het laboratorium gemalen. Uitsluitend de droge grove fractie tussen 1 en 4 mm werd als toeslagstof gebruikt. Zowel het in tabel 2 vermelde gloeiverlies als de volumieke massa hebben op deze fractie betrekking. De volumieke massa geldt voor droog los gestort materiaal.

Tabel 2: Algemene gegevens van de toeslagstoffen.

benaming	merk	oorspr. water- gehalte % (m/m _d)	korrelgrootteverdeling van het gemalen monster			vol. massa kg/m ³	gloeï- verlies %
			> 4 mm %	4-1 mm %	< 1 mm %		
kleischalie	KLE	2,8	0	97	3	1260	3,1
gravel	GRL	4,8	7	67	26	1040	0,1
Lava	LAA	7,5	0	47	53	1160	0,2
bims	BIS	14,9	0	44	56	1030	1,7
basalt	BAT	5,1	0	90	10	1440	1,1
vuurv.chamotte	CHE	0,0	3	79	18	1360	0,0
portanit	ANT	3,6	14	85	1	1305	1,8
bodemas	BOS	0,0	0	47	53	1305	0,0

De kleischalie (KLE) is afkomstig uit de omgeving van Osnabrück en bestond uit bruinzwarte harde schollen, die op het laboratorium tot een korrelgrootte ≤ 4 mm werden vermalen.

De keuze van deze steenachtige klei als grove toeslag stelde op het idee, dat de waterabsorptie door de grove harde korrels tijdens de massabereiding wellicht voldoende traag zou verlopen, waardoor bij een relatief gering watergehalte een toch geheel uit klei bestaande vormmassa van vormbakconsistentie zou kunnen worden verkregen.

"Gravel" is de handelsnaam voor gegloeide mijnsteen.

Portanit is een handelsaanduiding voor anorthosit (52% SiO₂, 28% Al₂O₃, 11% CaO).

De bodemas is afkomstig van een met kolen gestookte elektrische centrale. De as was kalkvrij.

2.4 De massabereiding, vormgeving en droging

2.4.1 Keuze van de mengverhouding

Voor alle acht toeslagstoffen gold een mengverhouding van vier massadelen droge toeslagstof (1 - 4 mm) op zes massadelen droge klei.

2.4.2 Bereiding van de vormmassa's

De droge toeslagstoffen werden in een Hobart-kleikneder met natte porties pure klei (KOR) van 20 °C gemengd. Door toevoeging van water werden de massa's op een vormbakconsistentie gebracht, overeenkomende met een Pfefferkornresthoogte van 5,5 à 6,0 mm.

Vanwege de grofkorreligheid van de toeslagstoffen kon de controle op de gewenste consistentie niet plaatsvinden bij de internationaal gestandaardiseerde Pfefferkornvalhoogte van 186 mm en werd een valhoogte van 100 mm gekozen. De relatie tussen de Pfefferkornresthoogte en de resthoogte bij een val van 100 mm werd door ijking vastgesteld. Ze is in bijlage 01 weergegeven.

In de menger werd ook de portie pure klei gehomogeniseerd.

2.4.3 Vormgeving en droging

Uit elk van de negen massa's werden vier kleine bezande vormbaksteentjes vervaardigd. Er werd roodbakkend vormzand gebruikt. De afmetingen van de proefsteentjes waren in natte toestand 113 x 54 x 27 mm. Ze werden bij kamertemperatuur te drogen gezet en bij 40 °C nagedroogd.

2.5 Waarnemingsresultaten met betrekking tot vorm- en drooggedrag

Zowel de vormgeving als de droging leverde bij geen der massa's problemen op.

In tabel 3 zijn de gemiddelde waarden van het vormgevingswatergehalte, de Pfefferkornresthoogte en de lineaire droogkrimp weergegeven. Het blijkt, dat alle toeslagstoffen in de toegepaste mengverhouding tot een aanzienlijke vermindering van zowel het vormgevingswatergehalte als de droogkrimp aanleiding geven.

De waterabsorptie van de harde kleischalie bleek inderdaad voldoende traag te verlopen. Een groot deel van de korrels verweekten tijdens de massabereiding en vormgeving niet.

Tabel 3: Vorm- en drooggedrag van vormbaksteentjes met toeslagstoffen.

massa met:	merk	mengverhouding		vormgevings-		droog- krimp % (L/L)
		% (m/m _d)		water	consis- tentie	
		klei	toeslag	% (m/m _d)	mm	
pure klei	KOR	100	0	32,6	5,4	9,8
kleischalie	KLE	60	40	25,2	5,4	6,8
gravel	GRL	60	40	24,8	5,8	5,4
lava	LAA	60	40	22,5	6,0	4,6
bims	BIS	60	40	25,8	5,9	5,0
basalt	BAT	60	40	21,3	5,9	5,8
vuurv.chamotte	CHE	60	40	22,0	5,4	5,0
portanit	ANT	60	40	21,6	6,0	4,6
bodemas	BOS	60	40	21,5	6,0	5,0

2.6 Het bakken van de proefsteentjes

Van elk mengsel werden na de droging, twee steentjes bij 1080 °C en twee steentjes bij 1100 °C, in twee charges, in een oxiderende atmosfeer en in open stapeling gebakken in een gasgestookte oven. De opwarmsnelheid bedroeg voor beide charges 40 °C/h, de aanhoudtijd bij de baktemperatuur 6 uren en de koelsnelheid 80 °C/h.

2.7 Waarnemingsresultaten met betrekking tot het bakgedrag

Alle gebakken proefsteentjes bleken gaaf te zijn. De bij 1080 °C gebakken exemplaren waren roodbruin, die bij 1100 °C donkerbruin. In tabel 4 zijn voor beide baktemperatuurniveaus de gemiddelde waarden aangegeven van de lineaire bakkrimp, de massadichtheid en de voorplantingssnelheid van geluid van de proefsteentjes. De geluidssnelheid werd in de breedterichting van de steentjes gemeten. Een negatieve bakkrimp betekent, dat het proefsteentje bij het bakken groter is geworden.

Tabel 4: Bakgedrag van proefsteentjes.

massa met:	merk	baktemperatuur 1080 °C			baktemperatuur 1100 °C		
		bakkrimp	dichtheid	geluids- snelh.	bakkrimp	dichtheid	geluids- snelh.
		% (L/L)	kg/m ³	km/s	% (L/L)	kg/m ³	km/s
pure klei	KOR	+ 0,8	1770	2,24	+ 5,3	1954	2,64
kleischalie	KLE	+ 0,6	1895	1,90	+ 2,6	2026	2,29
gravel	GRL	+ 1,3	1790	1,65	+ 2,0	1864	2,02
lava	LAA	+ 0,4	1865	1,75	+ 1,2	1912	2,02
bims	BIS	+ 0,5	1670	1,30	+ 2,5	1766	1,50
basalt	BAT	- 0,4	1963	1,73	+ 3,0	2040	2,16
vuurv.chamotte	CHE	+ 0,0	1900	1,65	+ 1,5	1952	1,94
portanit	ANT	- 0,2	1836	1,07	- 0,1	1866	1,28
bodemas	BOS	+ 0,2	1875	1,30	+ 1,8	1953	2,20

De bij 1080 °C gebakken proefsteentjes, waarin kleischalie was verwerkt, bleken na bevochtiging en daaropvolgende droging een sterke witte uitslag te vertonen, die aan het relatief hoge zwavelgehalte van de betreffende kleischalie moet worden toegeschreven. De bij 1100 °C gebakken proefsteentjes vertoonden dit euvel niet.

De aan zaagvlakken geïnspecteerde scherfstructuur bleek bij alle steentjes gezond te zijn. De grofkorrelige toeslagstoffen lagen goed ingebed en regelmatig verdeeld in de scherfmassa.

De uit de negen massa's vervaardigde dilatometerblokjes leverden dilatometercurven op, die in het bijzonder in het temperatuurtraject van 800 °C tot 1050 °C onderling sterk verschillend blijken (bijlage 02). Opvallend is de grote dilatatie (1,5%) van het mengsel met portanit ANT voordat de sintering inzet.

3. VERKENNING VAN DE INVLOED VAN AGENTIA OP HET VORMGEVINGSWATERGEHALTE VAN VORMBAKSTENEN

3.1 Methode van onderzoek

Ter verkenning van het effect van de bijmenging van geringe hoeveelheden van een aantal betrekkelijk willekeurig gekozen agentia aan Nederlandse rivierklei op het watergehalte bij een gegeven consistentie, werden van monsters met agentia behandelde klei de relaties tussen watergehalte en Pfefferkornreesthoogte vastgesteld in een consistentiegebied van 5 tot 20 mm.

3.2 De kleimonsters

In tabel 5 zijn een aantal analyseresultaten opgenomen van monsters van drie onderling sterk verschillende Nederlandse kleien.

De klei (BOD) uit de Bommelerwaard is een extreem vette rivierklei, die, in deze toestand, totaal ongeschikt is voor de vervaardiging van vormbakstenen of strengpersprodukten. Zowel de droogkrimp als het vormgevingswatergehalte zijn voor beide vormgevingstechnieken veel te hoog.

Het kleimonster (MAN) is een typische Maasklei uit midden Nederland. De betreffende klei wordt gebruikt voor de fabricage van donkerrode vormbakstenen. Het watergehalte bij een vormbakconsistentie van 5 mm Pfefferkornreesthoogte bedraagt 32,6% (m/m_d). Het quotiënt van het totaal specifiek oppervlak en de korrelfractie $< 10 \mu m$ is 2,3 hetgeen wijst op relatief slechte droogeigenschappen.

Het onderzoek werd voornamelijk met deze klei (MAN) uitgevoerd.

Ter vergelijking zijn in tabel 5 tevens de analysegegevens van een sterk zandige Brabantse leem (AGT) opgenomen, die eveneens voor de fabricage van vormbakstenen wordt gebruikt. Opvallend zijn vooral het lage vormgevingswatergehalte bij de vormbakconsistentie, de geringe lineaire droogkrimp en de lage waarde van het totaal specifiek oppervlak van de klei.

De bijlage 03, waarin de relaties tussen watergehalte en consistentie van de drie natuurlijke grondstoffen zijn weergegeven, demonstreert op overtuigende wijze de grote verschillen in eigenschappen.

De kleien, die in luchtdroge toestand en gemalen tot korrels kleiner dan 4 mm op het laboratorium ter beschikking stonden, werden ter

vaststelling van de bedoelde relatie in een Hobart-kleikneder met water plastisch gemaakt en zo twee etmalen bewaard. Vervolgens werden afzonderlijke porties van de massa's onder toevoeging van water, in de Hobart-kleikneder op consistenties van globaal 20, 15, 10 en 5 mm Pfefferkornresthoogte gebracht en nog eens zeven dagen bewaard. Na deze periode werden de porties even gekneet en in onderzoek genomen.

Tabel 5: Karakteristiek van enkele Nederlandse kleien.

soort klei	jonge rivierklei	jonge rivierklei	sterk zandige leem
vindplaats	Bommelerwaard	Maas, noord van den Bosch	noord van Eindhoven
merk	BOD	MAN	AGT
<u>chemische analyses, % (m/m_d)</u>			
AL ₂ O ₃	17,1	9,0	8,0
Fe ₂ O ₃	6,1	4,9	2,5
Ca O (uit carbonaat)	0,63	0,44	1,10
humus	5,7	1,1	0,7
gloeiverlies	13,9	5,0	3,2
<u>korrelgrootte verdeling, % (m/m_d)</u>			
fractie > 250 µm	1,0	1,5	3,0
fractie > 125 µm	1,5	11,5	13,0
fractie > 63 µm	2,0	18,0	21,0
fractie < 20 µm	97	56	36
fractie < 10 µm	92	42	23
fractie < 2 µm	66	25	14
totaal specifiek oppervlak, m ² /g	205	96	45
specifiek oppervlak/f. < 10 µm	2,2	2,3	2,0
vocht, luchtdroog (ψ = 60%, % (m/m _d))	5,3	2,8	1,0
uitrolgrens, % (m/m _d)	26	16	14,5
<u>consistentie-watergehalterelatie</u>			
Pfefferkornresthoogte 5 mm, % (m/m _d)	66,0	32,6	24,0
Pr = 10 mm, % (m/m _d)	59,2	29,0	21,8
Pr = 15 mm, % (m/m _d)	54,3	26,5	20,1
Pr = 20 mm, % (m/m _d)	50,3	24,6	19,0
droogkrimp bij Pr = 15 mm, % (L/L)	12,3	7,4	2,9

3.3 De agentia

Tabel 6 geeft een overzicht van de gebruikte agentia met hun doseringen.

Tabel 6: Agentia

Nr.	triviale naam	omschrijving	dosering per ton droge klei
1	Zoutzuur	oplossing van chloor- waterstof in water	130 g HCL
2	Kaliloog	oplossing van kalium- hydroxide in water	200 g KOH
3	Potas	kaliumcarbonaat	200 g K_2CO_3
4	Gebluste kalk	calciumhydroxide	4000 g $CA(OH)_2$
5	Waterglas (Brocacef)	natron-waterglas oplos- sing, Na_2O : 9%; SiO_2 : 27% (m/m), neutraal	1000 g watergl.
6	Wafex (Holmen)	calcium-ligniensusul- fonaat in poedervorm	2500 g wafex
7	additive A, No 2, clay conditioner (Holmen)	oplossing van lignien- sulfonaat in water	2500 g Add.A
8	T-pol (Shell Nederland Chemie)	20%-oplossing van secundair alkylsulfaat in water, alkalivrij	100 g T-pol
9	Calgon (Benckiser)	natrium-metafosfaat ($NaPO_3$)	1000 g $NaPO_3$
10	"Verflüssiger" BR IV Brüggemann, Neckar	niet bekend	500 g Verfl.

De gebluste kalk (Nr.4) werd als droog poeder gedoseerd, alle andere stoffen werden in oplossing met de klei vermengd.

3.4 Uitvoering van de proeven

De luchtdroge gemalen monsters van klei MAN en klei BOD werden in een Hobart-kleikneder met water plastisch gemaakt en in deze toestand gedurende twee etmalen bewaard. Vervolgens werden aan afzonderlijke porties van de kleien, in de Hobart-kleikneder, de verschillende agentia bijgemengd en massa's vervaardigd met consistenties van globaal 20, 15, 10 en 5 mm Pfefferkornresthoogte. Na een bewaarperiode van zeven etmalen werden de monsters nog eens doorkneed en werden zowel de watergehalten als de Pfefferkornresthoogten telkens in triplo vastgesteld.

Aan de klei MAN werden alle in tabel 6 vermelde stoffen toegevoegd.

Aan de klei BOD alleen de agentia 1, 2 en 3.

De klei AGT bleef onbehandeld.

3.5 Resultaten

Bijlage 04 laat de invloed zien, die de verschillende genummerde agentia op de stijfheid van de kalkhoudende klei MAN bij een gegeven watergehalte hebben. De met stippen gemarkeerde curve geeft de relatie tussen watergehalte en consistentie aan van de pure klei MAN.

Het bleek, dat een toevoeging van zoutzuur (1), potas (3) en wafex (6) in de in tabel 6 aangegeven doseringen geen meetbare invloed had op de watergehalte-consistentierelatie.

De addities van kaliloog (2), gebluste kalk (4) en waterglas (5) hadden een opstijvend effect.

Additive A (7), T-pol (8), calgon (9) en de Verflüssiger (10) bleken zich in de toegepaste concentraties als weekmakers te gedragen.

Bij een vormbakconsistentie rond 5 mm Pfefferkornresthoogte bedraagt de watergehaltereductie maximaal ongeveer 1%. Zoals de grafiek laat zien, blijft het onderscheid tussen de schrale klei AGT en de klei MAN ook bij behandeling met de hier toegepaste weekmakers aanzienlijk.

Bijlage 05 toont de invloed van zoutzuur (1), kaliloog (2) en potas (3) op de uiterst vette kalkarme klei BOD. De genoemde agentia hebben alle drie een opstijvend effect, waarvan dat van zoutzuur het meest opvalt. De ervaring bij de kalkhoudende klei MAN was wat het effect van zoutzuur betreft tegengesteld.

4. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

Het onderzoek toont aan, dat, met name bij de vervaardiging van vormbakstenen, ook grofkorrelige relatief weinig vrij kwarts bevattende toeslagstoffen in aanmerking komen voor het verminderen van het energieverbruik bij het drogen en het bekorten van de droogtijd. De toepassing van korrelgrootten tot 4 mm leverde bij de proeven op laboratoriumschaal goede resultaten op. Verwacht mag worden, dat dit ook bij toepassingen op industriële schaal het geval zal zijn.

De bij de proeven gekozen dosering behoeft in de praktijk uiteraard niet te worden aangehouden. Ook lagere toeslagpercentages zullen reeds een gunstig effect opleveren.

Het verdient aanbeveling, dat bedrijven, die vormbakstenen vervaardigen, onderzoeken in hoeverre een correctie van hun grondstofsamenstelling door toepassing van toeslagstoffen in technisch en economisch opzicht aantrekkelijk is.

Het verkennend onderzoek naar het effect van een aantal willekeurig gekozen agentia op het vormgevingswatergehalte bij het vormbakproces leidt tot de conclusie dat sommige agentia, zoals onder andere T-pol en calgon, inderdaad een vormwaterverlagende invloed kunnen hebben. De gevonden effecten zijn echter gering. Ze zijn bovendien, naar verwacht mag worden, sterk afhankelijk van de samenstelling van de oorspronkelijke grondstof, de gedoseerde hoeveelheid van een agens en de tijdsduur van inwerking.

Voortgezet onderzoek naar de gebruiksmogelijkheid van bijvoorbeeld het relatief goedkope T-pol, waarbij de invloed van vorenstaande parameters nader wordt verkend, is wellicht zinvol.

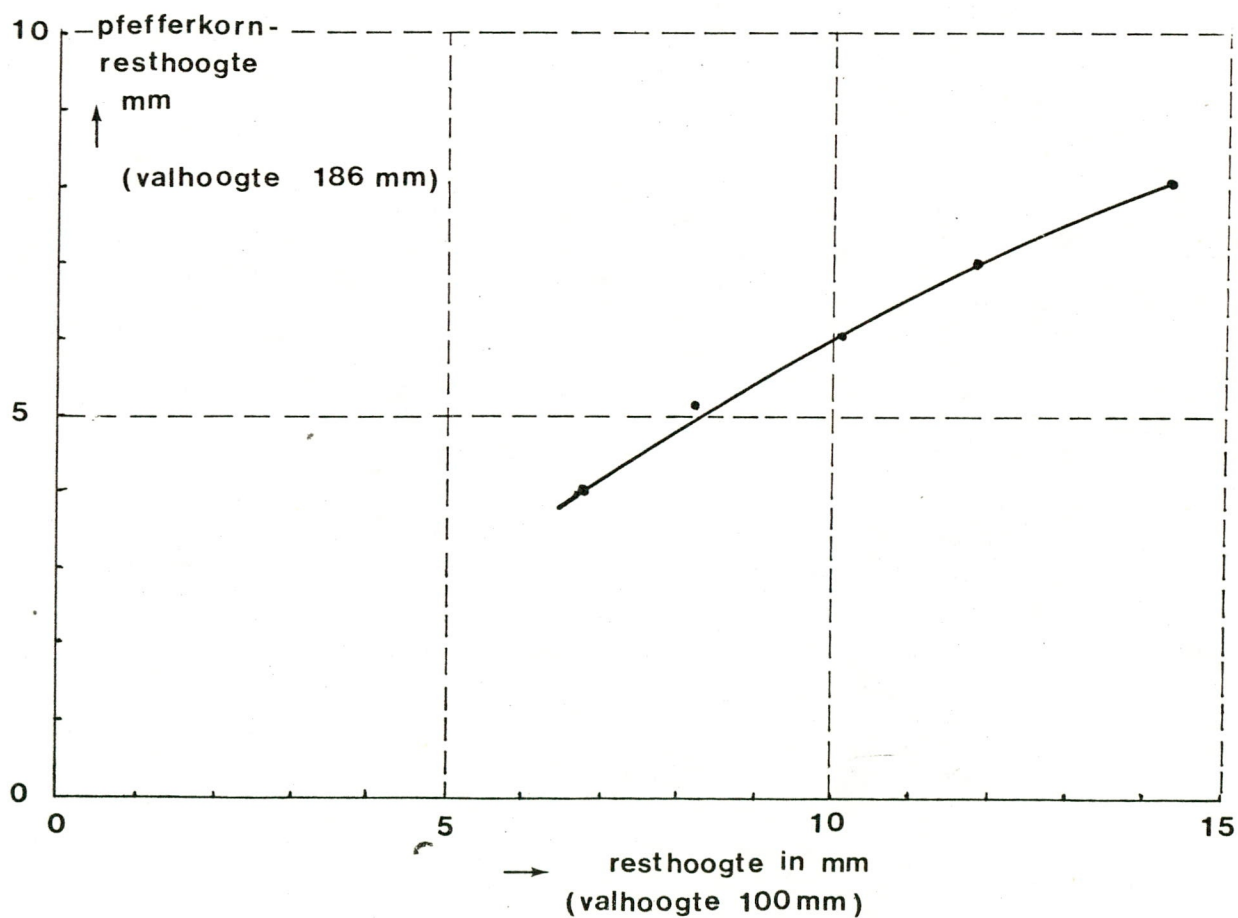
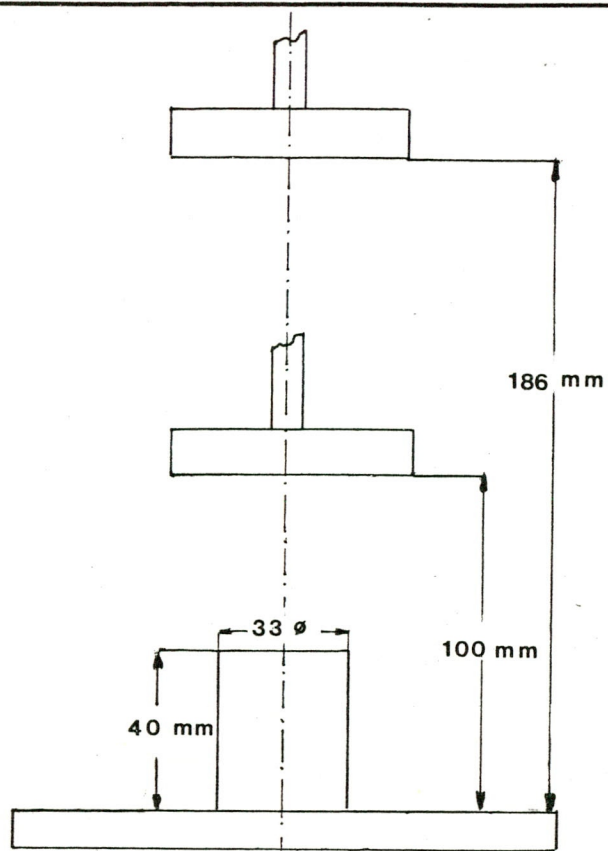
5. PUBLICATIES EN RAPPORTEN VAN TNO MET BETREKKING TOT HET ONDERZOEK

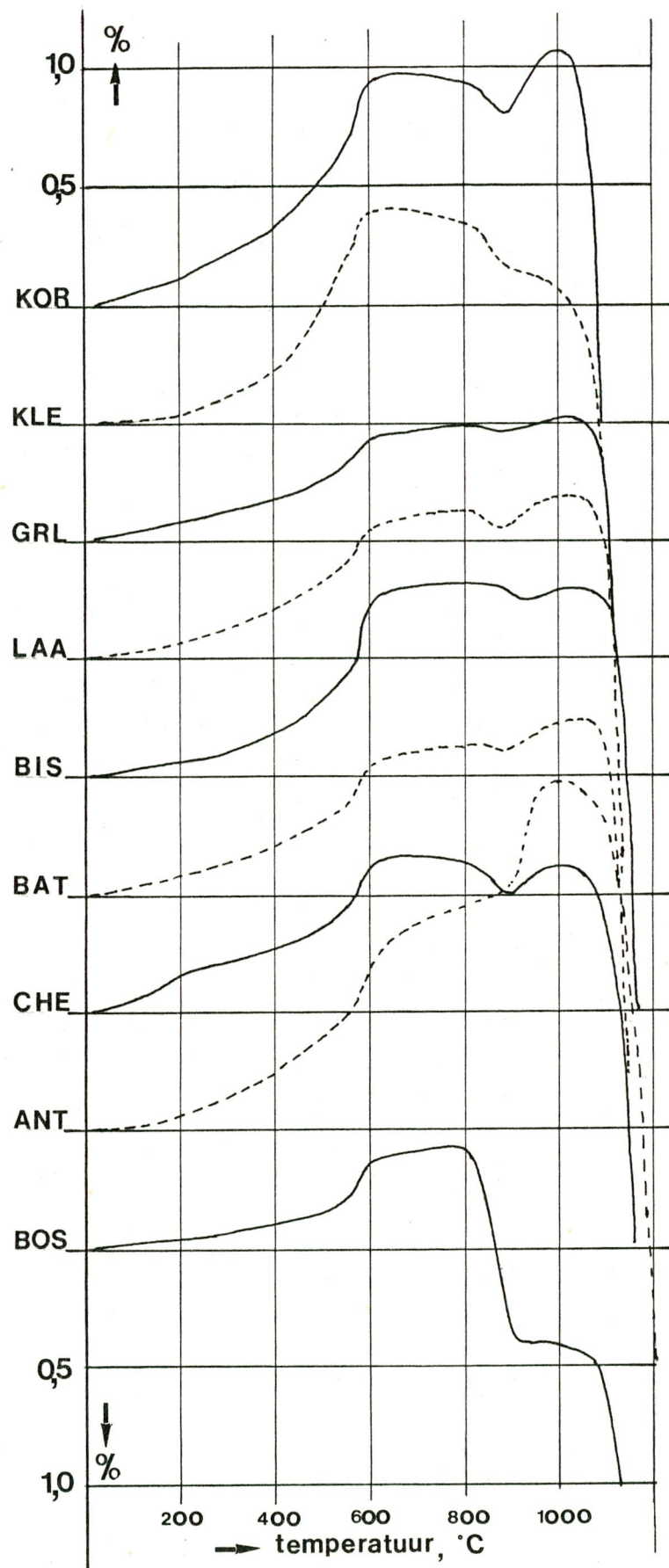
- [1] "Onderzoek naar het effect van toevoeging van een vloeistof
"X" aan een klei"
Klei, 4 (1954), 7, p.203.
- [2] "Calcineren van klei"
Klei, 5 (1955), 1, p.13.
- [3] "De inwerking van soda op klei"
Klei, 7 (1957), 3, 4 en 5, p.91, 143 en 183.
- [4] "Vergelijking van een Zuid-Franse klei met drie Nederlandse
kleisoorten"
Klei, 11, (1961), 4, p.67.
- [5] "De invloed van enkele toeslagstoffen op de deformatie van klei
tijdens het bakken"
Klei en Keramiek, 13 (1963), 11, p.327.
- [6] "De invloed van bauxiettoevoeging op de deformatie tijdens het
bakken"
Klei en Keramiek, 13 (1963), 12, p.372.
- [7] "Verschralen van vette klei"
Klei en Keramiek, 18 (1968), 1, p.2.
- [8] "Vermageren van vette klei met gecalcineerde klei of zand"
Klei en Keramiek, 18 (1968), 2, p.30.
- [9] "Terugwinning en hergebruik van bestanddelen van huisvuil"
Klei en Keramiek, 26 (1976), 2, p.31.
- [10] "Vormbakstenen en vette klei en zand"
Klei Glas Keramiek, 1 (1980), 7, p.10.

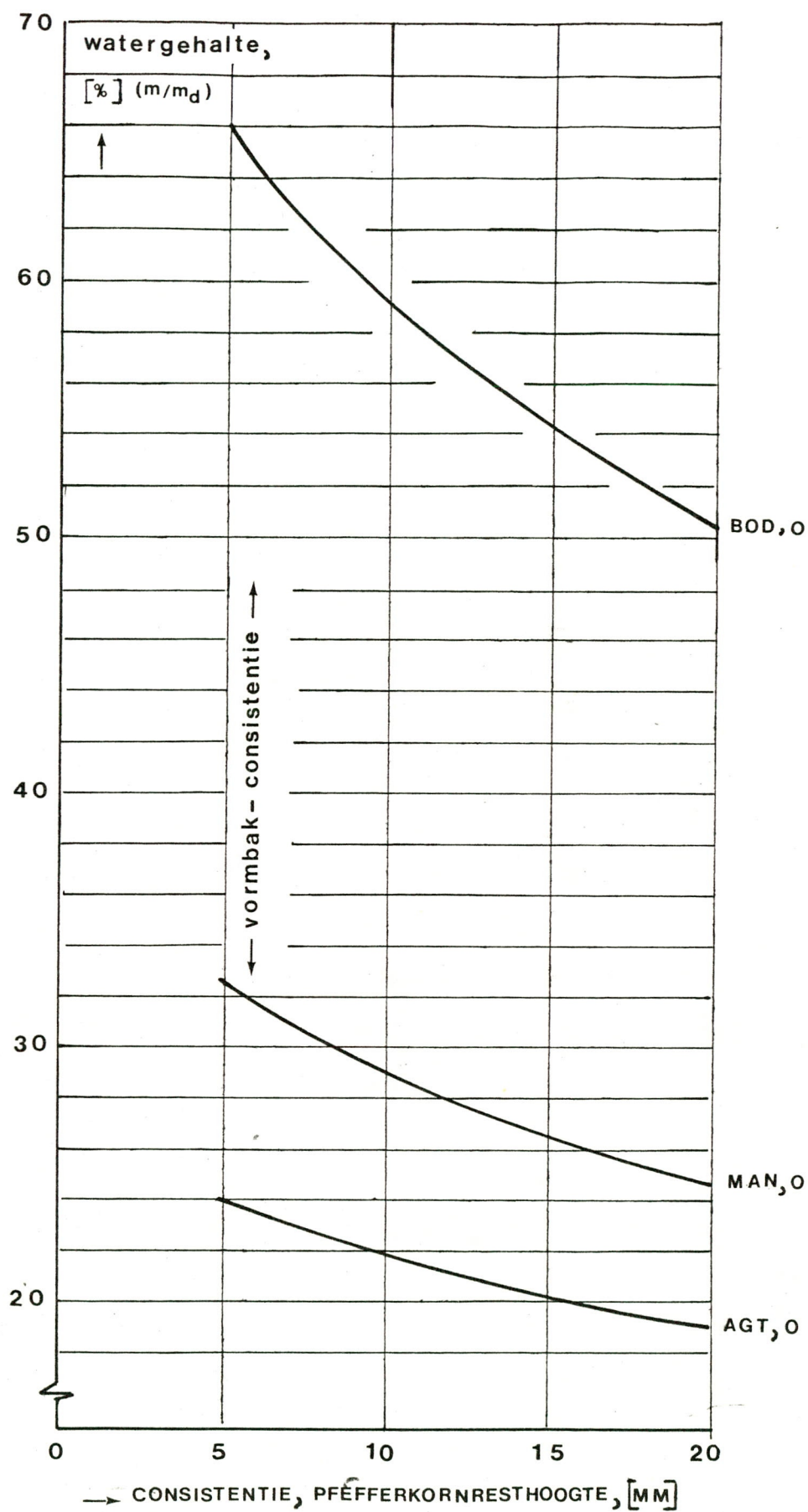
- [11] "Voorstudie naar de energetische consequenties van het gebruik van gecalcineerde klei in de baksteen-industrie"
Rapport MT-TNO (1980), nr. 80-04263.

- [12] "Vette kleikorrels als verschrallingsmiddel"
Rapport MT-TNO (1980), nr. 80-4269.

- [13] "Energiebesparing in andere sectoren van de baksteenfabricage, dan het bakproces"
Klei Glas Keramiek 6 (1985), 1, p.6.

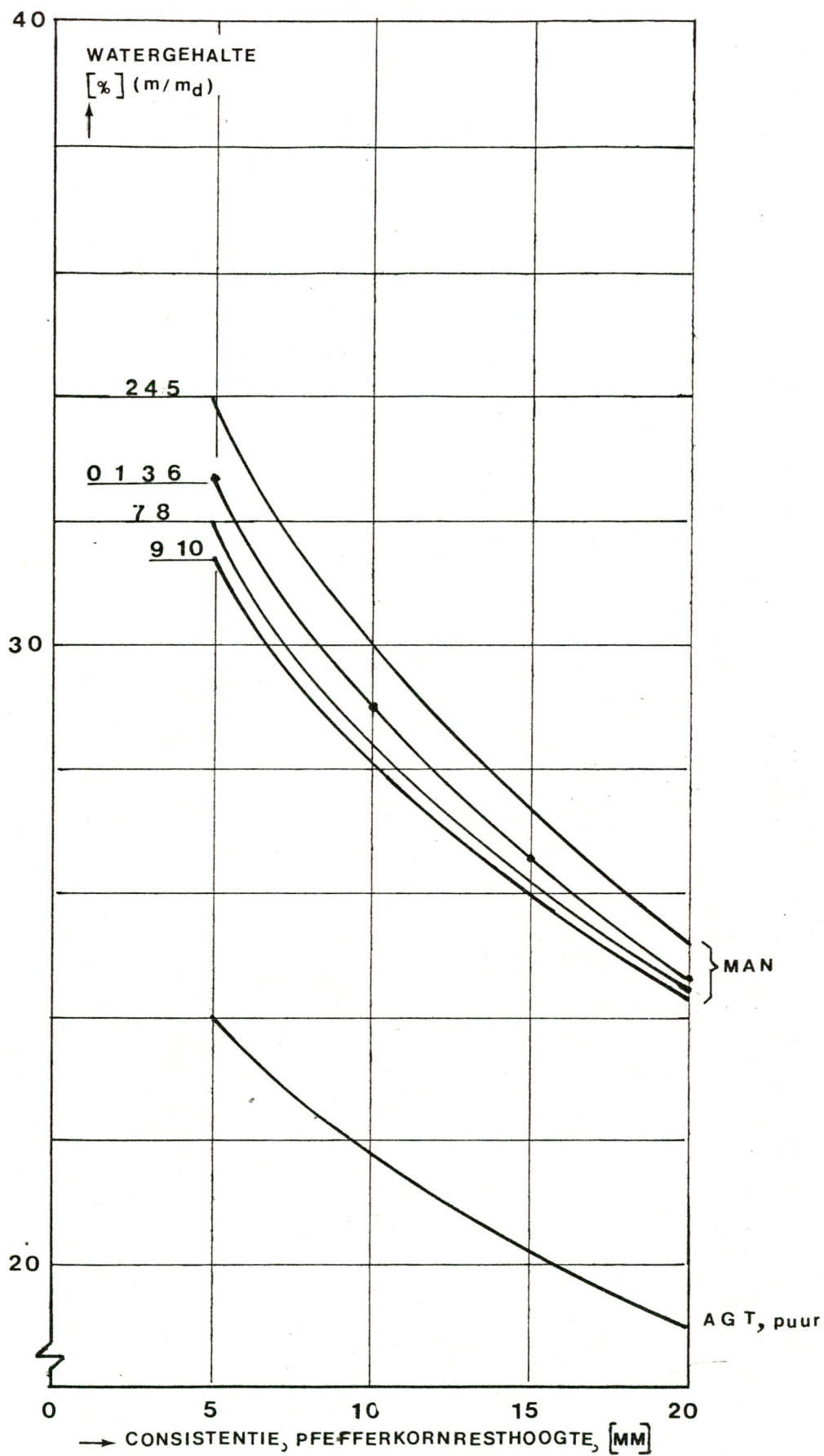






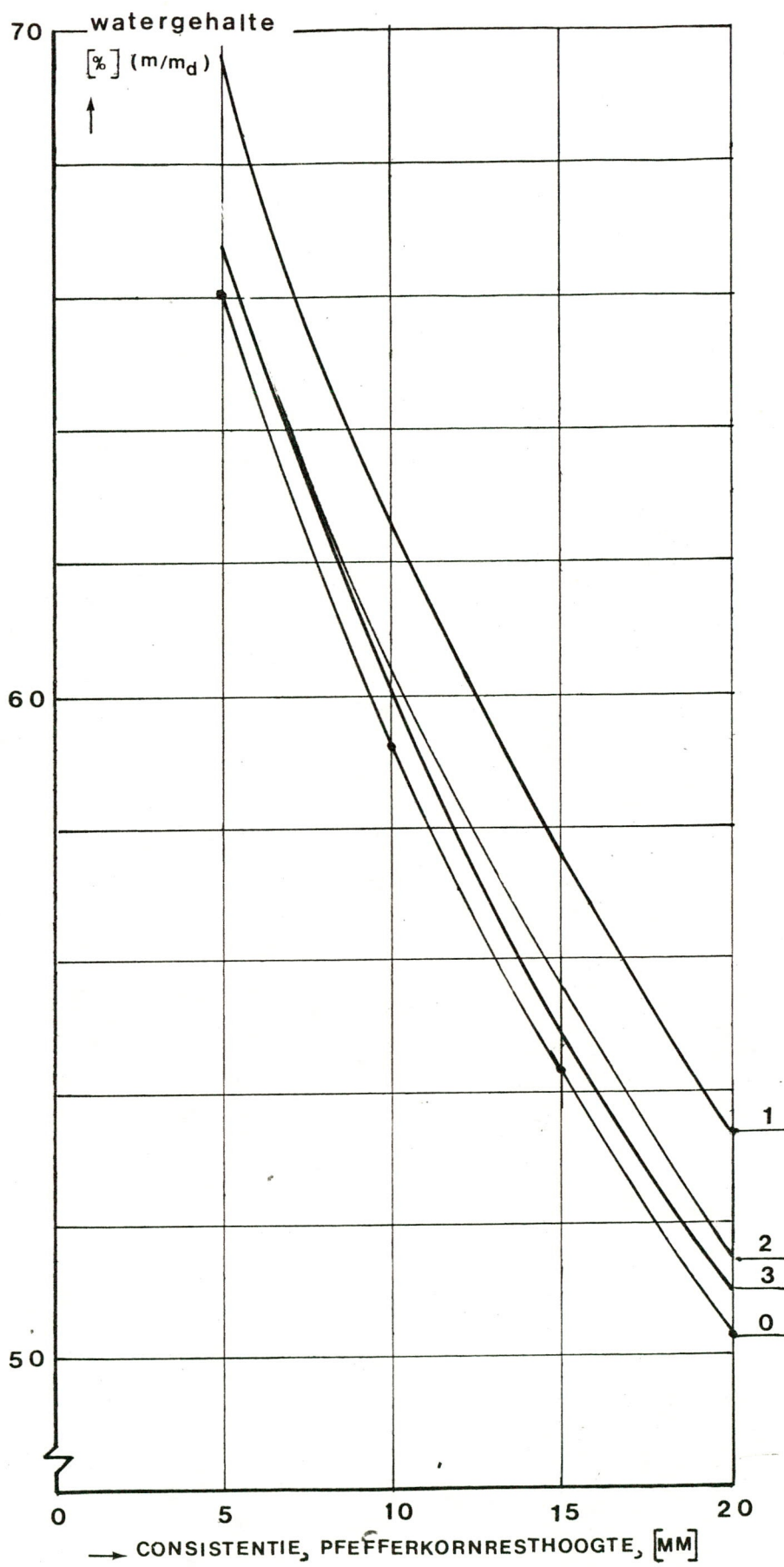
Verloop van het watergehalte met de consistentie van enkele
Nederlandse kleien.

MT-TNO
14122



Effect van agentia op de relatie tussen consistentie
en watergehalte van klei MAN

MT-TNO
14122



Effect van agentia op de relatie tussen consistentie
en watergehalte van klei BOD

MT-TNO
14122