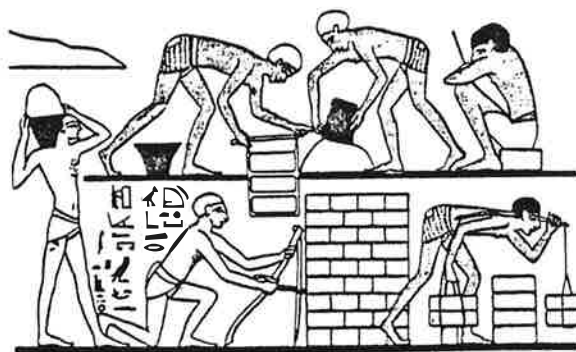


40 jaar keramisch speurwerk

PUBLIKATIES – RAPPORTEN

samengesteld door A.H. de Vries e.a.



WERKGROEP GROFKERAMIEK TNO

Postadres : Hoofdgroep Maatschappelijke
Technologie TNO
Werkgroep Grofkeramiek
Postbus 342
7300 AH Apeldoorn

Bezoekadres : Laan van Westenenk 501
Apeldoorn (Z)

Telefoon : 055 - 773344, tst. 1151

Werkgroepsleider : Ing. J.H. van der Velden

WERKGROEP FIJNKERAMIEK TNO

Postadres : TPD, Afdeling Fijnkeramiek
p.a. Technische Hogeschool
SL 0.24
Postbus 513
5600 MB Eindhoven

Bezoekadres : Technische Hogeschool Eindhoven
Geb. SL 0.24

Telefoon : 040 - 473738/473754

Werkgroepsleider : Dr.Ir. C.A.M. Siskens

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, foto-kopie, microfilm of op welke andere wijze ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van TNO.

TNO aanvaardt geen enkele aansprakelijkheid met betrekking tot de inhoud en/of de vorm van deze uitgave.

VOORWOORD

Het leek ons een gezond idee, ter gelegenheid van de veertigjarige band tussen de Nederlandse keramische industrie en TNO verantwoording af te leggen van althans een deel van het in die periode door TNO in de sector keramiek verrichte werk.

Gekozen werd voor een zakelijke informatie over de in publicaties van de verstreken 40 jaar en in rapporten van de laatste 10 jaar vastgelegde speurwerkresultaten.

Uiteraard wordt daarmee slechts een deel van de TNO-activiteiten belicht. Geheel buiten beschouwing blijft immers de omvangrijke directe mondelinge of schriftelijke advisering van de afzonderlijke bedrijven. Ook bijvoorbeeld de vele in de vijftigerjaren aan de Stichting Produktiviteitscentrum voor de Baksteenindustrie uitgebrachte speurwerkrapporten blijven, voor zover ze niet tevens in het vaktijdschrift "Klei" werden gepubliceerd, onvermeld.

Het samengestelde overzicht heeft, op enkele uitzonderingen na, uitsluitend betrekking op Nederlandstalige publicaties en rapporten en wel naar de stand van 1 september 1981.

Voorts zijn jaarverslagen en werkprogramma's niet in het overzicht opgenomen.

Het rapport verwijst naar resultaten van research-inspanningen, die voor het merendeel ook thans nog van grote waarde zijn voor de Nederlandse keramische industrie.

Moge dit overzicht ertoe bijdragen, dat van de verworven kennis ook in de toekomst een nuttig gebruik kan worden gemaakt.

De totstandkoming en de uitgave van dit rapport werden door TNO Apeldoorn verzorgd.

Dr.Ir. C.A.M. Siskens, Ing. J.H. van der Velden en Ing. J. van der Zwan werkten mede aan de tekst.

De gegevens werden ontleend aan de archieven van de Werkgroepen Grof- en Fijnkeramiek TNO.

Tekenkamer, tekstverwerkingscentrum en reproductie-afdeling verzorgden de uitvoering. Bijzondere dank verdient mevrouw A.Visser-Postma, die het type-werk uitvoerde.

Apeldoorn, augustus 1981

A.H. de Vries

	<u>blz.</u>
INHOUDSOPGAVE	
SAMENVATTING	7
INLEIDING	10
Deel 1 GROFKERAMISCH ONDERZOEK	14
<i>Grondstofonderzoek</i>	16
<i>Onderzoek met betrekking tot voorbereiding en vormgeving</i>	23
<i>Droogonderzoek</i>	28
<i>Bakonderzoek</i>	35
<i>Onderzoek aan gebakken produkten</i>	45
<i>Milieuonderzoek</i>	50
<i>Diverse rapportages</i>	53
Deel 2 FIJNKERAMISCH ONDERZOEK	56
<i>Grondstofonderzoek</i>	58
<i>Onderzoek aan klei-water systemen</i>	62
<i>Onderzoek aan andere vaste stof-water systemen</i>	66
<i>Onderzoek met betrekking tot voorbereiding en vormgeving</i>	69
<i>Onderzoek aan gebakken produkten</i>	76
<i>Diverse rapportages</i>	80
HET TNO-DIENSTENPAKKET VOOR DE KERAMISCHE INDUSTRIE	84
LIJST VAN SCHRIJVERS	89
LIJST VAN TREFWOORDEN	91

SAMENVATTING

Bij het verschijnen van dit geschrift is het 40 jaar geleden, dat TNO begon met speurwerk voor de Nederlandse keramische industrie. Veertig jaar werd, ook door middel van voorlichting in de vorm van publikaties, rapporten, voordrachten en adviezen van TNO bijgedragen tot de technische ontwikkeling van deze bedrijfstak.

Dit rapport schetst de historische ontwikkeling van deze dienstverlening en bevat tevens, gesplitst naar Grof- en Fijnkeramiek, een overzicht van de Nederlandstalige TNO-publikaties van de afgelopen 40 jaar en de aan de industrie uitgebrachte speurwerkrapporten van de laatste 10 jaar.

De naar hoofdonderwerp ingedeelde referenties worden ingeleid door samenvattingen van het verrichte onderzoek.

Een apart hoofdstuk geeft informatie over het pakket van diensten dat de Werkgroepen Grofkeramiek TNO en Fijnkeramiek TNO de keramische industrie nu kunnen aanbieden.

SUMMARY

When this publication appears, it is 40 years ago since TNO started research work for the Dutch ceramic industry. In these 40 years TNO has contributed to the technical development of this branch of industry by giving information in the form of publications, reports, lectures and advice.

This report outlines the historical development of this service, and gives separately for Structural- and Fine Ceramics, a survey of the TNO-publications in the Dutch language of the past 40 years and of the research reports submitted to industry in the last 10 years.

The references, divided according to main subjects, are introduced by summaries of the research carried out.

A separate chapter gives information on the services the Structural Ceramics Department and the Fine Ceramics Department can now offer the ceramic industry.

ZUSAMMENFASSUNG

Beim Erscheinen dieses Schriftstücks ist es 40 Jahre her, dass TNO mit Ihrer Forschungsarbeit für die Niederländische keramische Industrie anfang. Vierzig Jahre auch wurde mittels von TNO erteilten Informationen in der Form von Veröffentlichungen, Berichten, Vorträgen und Beratungen an die technische Entwicklung dieses Wirtschaftszweiges beigetragen.

Dieser Bericht stellt die historische Entwicklung dieser Dienstleistung dar, und enthält, nach Grob- und Feinkeramik aufgegliedert, eine Übersicht der TNO-Veröffentlichungen in Niederländischen Sprache der vergangene 40 Jahren und der an die Industrie erstatteten Forschungsberichte der letzten 10 Jahre.

Die nach Hauptthemen eingestellten Referenzen werden von einer Zusammenfassung der ausgeführten Untersuchungen eingeleitet. Ein separater Abschnitt gibt Auskünfte über das Dienstenpaket, welches die Arbeitsgruppen Grobkeramik-TNO und Feinkeramik-TNO heutzutage an der keramischen Industrie anbieten können.

INLEIDING

Het is thans 40 jaar geleden, dat het Rijksproefstation en de Voorlichtingsdienst ten bate van de Klei- en Aardewerkindustrie in beheer werden overgedragen aan TNO en de naam Keramisch Instituut TNO verwierf. Het in Gouda gevestigde instituut kreeg de taak door onderzoek en voorlichting de technische ontwikkeling van de Nederlandse keramische industrie te bevorderen. Op bladzijde 54 zijn enkele besluiten opgenomen, die op die overdracht en taak betrekking hebben. Gedurende veertig jaar werd dat werk in TNO-verband voortgezet.

De oorsprong van deze collectieve research en voorlichting is te vinden in 1921, zestig jaar geleden dus, toen op aandringen van de Vereniging van Aardewerfabrikanten de "Rijksschool voor de Klei- en Aardewerkindustrie met daaraan verbonden Proefstation en Voorlichtingsdienst" werd opgericht. Op bladzijde 54 is artikel 1 uit het reglement voor het proefstation en de voorlichtingsdienst afgedrukt.

De eerste directeur was de heer F. Regout. Na zijn pensionering in 1929 werd hij opgevolgd door Dr. K. Zimmerman, die reeds als leraar aan de school verbonden was. In 1932 werd de Rijksschool door het Departement van Onderwijs, Kunsten en Wetenschappen opgeheven en werd het beheer over het "Rijkskleiproefstation" overgedragen aan het Departement van Handel, Nijverheid en Scheepvaart.

In diezelfde periode beschikte de Straatsteenindustrie over een eigen, voor die tijd modern ingericht laboratorium, dat onder leiding stond van Dr.Ir. F.W. Hisschemöller. In 1937 werd dit laboratorium opgenomen in het Rijkskleiproefstation.

Tenslotte werd dan in juli 1941 het beheer van het proefstation en de voorlichtingsdienst door het Rijk overgedragen aan de Nijverheidsorganisatie TNO, waarbij de naam veranderd werd in Keramisch Instituut TNO. De keramische industrie werd zowel ten aanzien van het te voeren speurwerk- en voorlichtingsbeleid, als ook financieel bij de ontwikkeling van het instituut betrokken.

Het instituut bleef gevestigd in Gouda en kwam onder leiding te staan van Dr.Ir. F.W. Hisschemöller. In 1947 legde hij die functie neer. Zijn opvolger werd Dr. M.J. Singer.

Na een aantal woelige jaren nam Ir. A.W. van Seters in 1953 zijn taak over. In 1960 verhuisde het Keramisch Instituut TNO van Gouda naar het TNO-complex te Rijswijk (Z.H.). Na pensionering van Ir. Van Seters in 1967 werd het Keramisch Instituut TNO opgeheven.

Op verzoek van de brancheverenigingen van de baksteen- en dakpannenindustrie werd het grofkeramisch onderzoekings- en voorlichtingswerk voortgezet door een TNO-werkgroep "Grofkeramiek", die werd opgenomen in het Centraal Technisch Instituut TNO. Tot 1970 fungeerde Ing. L.J.A.R. van der Klugt als Werkgroepsleider, daarna nam Ing. J.H. van der Velden die taak over. Sedert 1972 is de Werkgroep Grofkeramiek als onderdeel van de hoofdgroep Maatschappelijke Technologie gevestigd in het modern ingerichte TNO-complex Apeldoorn.

Overleg tussen de Algemene Vereniging voor de Nederlandse Aardewerk- en Glasindustrie en TNO leidde tot de oprichting van een TNO-werkgroep "Fijnkeramiek", die in 1969, als onderdeel van het Centraal Laboratorium TNO en gehuisvest in de Technische Hogeschool te Eindhoven, onder leiding van Drs. A.A. Padmos, van start ging. Rond de jaarwisseling van 1973/1974 nam Dr.Ir. C.A.M. Siskens de leiding over en kwam de Werkgroep Fijnkeramiek onder beheer van de Technisch Fysische Dienst TNO TH.

Beide TNO-groepen werken thans nauw samen bij de vervulling van de aan hen door de brancheverenigingen van de grof- en fijnkeramische industrie toevertrouwde taken.

Veertig jaar nagenoeg ononderbroken speurwerk en voorlichtingsactiviteiten in TNO-verband ten bate van de Nederlandse keramische industrie waren aanleiding tot het samenstellen van dit rapport. Het geeft een overzicht van de publikaties, die het voormalige Keramisch Instituut TNO en de huidige TNO-werkgroepen Grofkeramiek en Fijnkeramiek in de afgelopen

veertig jaar hebben doen verschijnen en van de rapporten die de laatste tien jaar aan de Nederlandse grof- en fijnkeramische industrie zijn uitgebracht. Op enkele uitzonderingen na betreft het uitsluitend de Nederlandstalige geschriften.

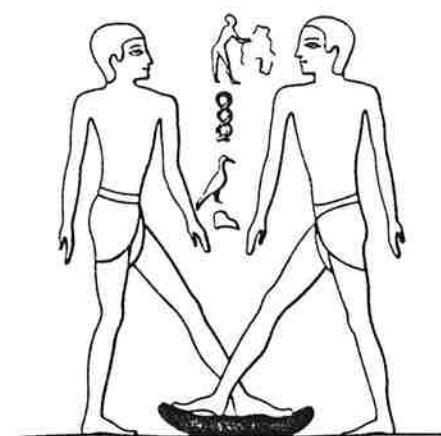
Het overzicht weerspiegelt slechts een deel van de research- en voorlichtingsactiviteiten van TNO met betrekking tot de keramiek. Zo zijn bijvoorbeeld de in de eerste drie decennia uitgebrachte speurwerkrapporten niet vermeld, terwijl de omvangrijke directe mondelinge of schriftelijke advisering van de afzonderlijke keramische bedrijven geheel buiten beeld blijft. Ook de rapporten, die werden uitgebracht naar aanleiding van specifieke opdrachten, worden vanwege hun vertrouwelijke karakter niet vermeld.

De publikaties en rapporten zijn chronologisch per hoofdonderwerp gerangschikt. Elk hoofdonderwerp wordt ingeleid door een samenvatting van het verrichte onderzoek. Een apart hoofdstuk geeft informatie over het pakket van diensten dat de TNO-werkgroepen Grofkeramiek en Fijnkeramiek de keramische industrie nu kunnen aanbieden. Een lijst van schrijvers, alsmede een trefwoordenregister maken het rapport beter toegankelijk.

Deel I

Grofkeramisch Onderzoek

1941-1981



Mengen van klei, 3500 v Chr
(Brongniart, Traité des arts céramiques)

GRONDSTOFONDERZOEK

Het onderzoek aan grondstoffen heeft steeds een centrale plaats ingenomen in het grofkeramisch speurwerk van TNO.

Veel aandacht kreeg het ontwikkelen en specificeren van klei-analyses, zoals de korrelgrootte-analyse, chemische analyses, en bepalingen van het totaal specifiek oppervlak en het evenwichtswatergehalte.

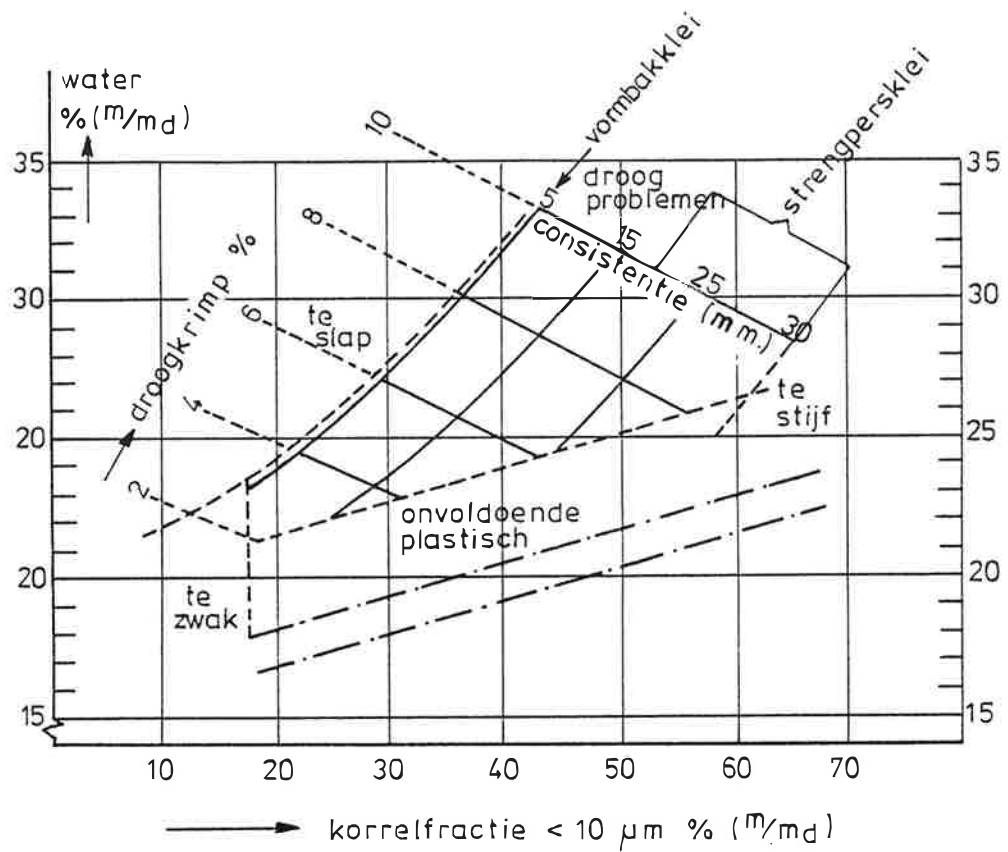
Het totaal specifiek oppervlak en het quotiënt van dit oppervlak en het leemgehalte (fractie kleiner dan 10 μm), bleken waardevolle gegevens te zijn voor de beoordeling van het drooggedrag van kleimassa's. Het bedoelde quotiënt is vaak karakteristiek voor een bepaalde kleiafzetting. De tabel op blz. 18 geeft hiervan een indruk. Naarmate de verhouding kleiner is zullen de droogeigenschappen bij een gegeven leemgehalte beter zijn.

Het in de zestiger jaren uitgevoerde mineralogisch, chemisch, fysisch en technologisch grondstofonderzoek en het in de jaren zeventig ontwikkelde kleimodel en vormgevingsdiagram leverden een belangrijke bijdrage tot de kennis van de eigenschappen van de Nederlandse kleien. Op bladzijde 18 is het vormgevingsdiagram afgebeeld. Het geeft de globale relaties aan tussen leemgehalte, stijfheid, watergehalte en droogkrimp van courante Nederlandse kleien, alsmede de grenzen waarbinnen een vormgeving in plastische toestand zinvol is.

Aparte vermelding verdient ook de studie inzake het beoordelen van de geschiktheid van klei-afzettingen voor de grofkeramiek [24].

Voorts vonden tal van onderzoeken plaats naar de invloed van verschillende toeslagstoffen op de technologische eigenschappen van kleimassa's. Onder meer werden de effecten onderzocht van zand, gecalcineerde klei, kalkhoudende toeslagstoffen. bauxiet, soda, bestanddelen van huishoudelijk afval, afval-email, vliegashoudend en havenslib.

In de naaste toekomst zullen onderzoek en voorlichting inzake de verbetering van de technologische eigenschappen van grondstofmassa's en de beoordeling van de verwerkbaarheid van afvalstoffen urgent blijven.



Vormgevingsdiagram [22]

Gemiddelde verhouding van totaal specifiek oppervlak in m ² /g tot de fractie < 10 µm in % (m/m _d) van enkele Nederlandse kleien [20]			
<u>Rivierkleien</u>			
Rijn	} buitendijs binnendijs	1,8	
Waal		2,1	
Geld.IJssel		2,2	
Maas		2,1	
Oude Rijn			
<u>Zeekleien</u>			
		2,3	
<u>Kleien in Twente en Achterhoek</u>			
Miocene klei		2,1	
Midden Oligocene klei		2,3	
<u>Noord-Brabantse kleien</u>			
West van Breda			2,5
Noord.van Breda, Gilze, Tilburg			1,4
Oost van Tilburg			1,8
<u>Limburgse kleien</u>			
Tegelen			1,4
Swalmen			2,0
Brunssum			1,4
Lössleem			2,4

Publikaties
grofkeramiek

GRONDSTOFONDERZOEK

- [1] Verhorst, G.F.,
 *"Een snelle methode van kleionderzoek voor de bedrijfs-
 controle in de klei-industrie"*
 Mededeelingen van het Keramisch Instituut TNO, nr. 1 (1944).
- [2] Anonymus
 *"Onderzoek naar het effect van toevoeging van een vloeistof
 "x" aan een klei"*
 Klei, 4 (1954), 7, P 203.
- [3] Anonymus,
 "Calcineren van klei"
 Klei, 5 (1955), 1, P 13.
- [4] Dal, P.H.,
 "Methodiek van de granulometrische analyse"
 Klei, 6 (1956), 7, P 283.
- [5] Dal, P.H.,
 "Notities over de differentieel thermische analyse"
 Klei, 6 (1956), 7, P 477
- [6] Dal, P.H.,
 *"Beschouwingen over de theorie van professor Winkler
 betreffende grofkeramische kleisoorten"*
 Klei, 7 (1957), 1, P 3.
- [7] Dal, P.H.,
 "De inwerking van soda op klei"
 Klei, 7 (1957), 3, P 91.
- [8] Dal, P.H.,
 "De inwerking van soda op klei"
 Klei, 7 (1957), 4, P 143.
- [9] Dal, P.H.,
 "De inwerking van soda op klei"
 Klei, 7 (1957), 5, P 183.
- [10] Dal, P.H.,
 *"Mechanisme van het peptiseren van klei in de granulome-
 trische analyse"*
 Klei, 7 (1957), 7, P 263.
- [11] Velden, J.H. van der,
 *"Vergelijking van een Zuid-franse klei met drie Nederlandse
 kleisoorten"*
 Klei, 11 (1961), 4, P 67.
- [12] Anonymus,
 "Het evenwichtswatergehalte van kleisoorten"
 Klei, 11 (1961), 4, P 155.

- [13] Anonymus,
 *"De invloed van enkele toeslagstoffen op de deformatie van
 klei tijdens het bakken"*
 Klei en Keramiek, 13 (1963), 11, P 327.
- [14] Anonymus,
 *"De invloed van bauxiettoevoeging op de deformatie tijdens
 het bakken"*
 Klei en Keramiek, 13 (1963), 12, P 372.
- [15] Klugt, L.J.A.R. van der,
 "Bijeenkomst over de winning en de voorbewerking van klei"
 Klei en Keramiek, 16 (1966), 1, P 17.
- [16] Amerongen, H. van,
 "Klei als grondstof voor de grofkeramische industrie"
 Klei en Keramiek, 17 (1967), 3, P 66.
- [17] Klugt, L.J.A.R. van der,
 "Verschralen van vette klei"
 Klei en Keramiek, 18 (1968), 1, P 2.
- [18] Douma, G.H.,
 "Vermageren van vette klei met gecalcineerde klei of zand"
 Klei en Keramiek, 18 (1968), 2 P 30.
- [19] Douma, G.H.,
 *"De bepaling en de betekenis van het specifiek oppervlak
 van grofkeramische klei"*
 Klei en Keramiek, 19 (1969), 5, P 114.
- [20] Douma, G.H.,
 *"Het specifiek oppervlak van de Nederlandse grofkeramische
 kleisoorten"*
 Klei en keramiek, 19 (1969), 9, P 226.
- [21] Colon, F.J., J.H. van der Velden,
 "Terugwinning en hergebruik van bestanddelen van huisvuil"
 Klei en Keramiek, 26 (1976), 2, P 31.
- [22] Velden, J.H. van der,
 "Een empirisch model van Nederlandse klei"
 Klei en Keramiek, 27 (1977), 11/12, P 190.
- [23] Velden, J.H. van der,
 "Een eenvoudige korrelgrootte-analyse van klei"
 Klei en Keramiek, 29 (1979), 11/12, P 237.
- [24] Velden, J.H. van der,
 "Evaluatie van kleiafzettingen voor de grofkeramiek"
 KleiGlasKeramiek, 1 (1980), 3, P 10.
- [25] Velden, J.H. van der,
 "Vormbakstenen uit vette klei en zand"
 KleiGlasKeramiek, 1 (1980), 7, P 10.

Rapporten
grofkeramiek

GRONDSTOFONDERZOEK

- [26] Velden, J.H. van der,
"Vergelijkend onderzoek naar het gedrag van kalkhoudende
toeslagstoffen bij de fabricage van gele stenen"
MT-TNO, rapport, 1970, nr. 70-0750.
- [27] Velden, J.H. van der,
"Minimum laboratoriumuitrusting voor de bepaling van de
fractie kleiner dan 10 micron in kleigrondmonsters"
MT-TNO, rapport, 1970, nr. 70-0752.
- [28] Amerongen, H. van, J.H. van der Velden,
"Samenstelling van 31 kleisoorten, delen I en II"
MT-TNO, rapport, 1970, nr. 70-04032.
- [29] Westenberg, H.L.,
"Werkvoorschriften voor courante chemische kleianalyses"
MT-TNO, rapport, 1973, nr. 73-02002.
- [30] Velden, J.H. van der, A.H. de Vries,
"Keramische produkten vervaardigd uit huisvuil en klei"
MT-TNO, rapport, 1975, nr. 75-02332.
- [31] Velden, J.H. van der, A.H. de Vries,
"Gebruiksmogelijkheid van afvalemail bij steenfabricage"
MT-TNO, rapport, 1975, nr. 75-03450.
- [32] Velden, J.H. van der,
"Onderzoeksvoorschrift granulometrische analyse van
keramische grondstoffen"
MT-TNO, rapport, 1976, nr. 76-07287.
- [33] Velden, J.H. van der,
"Een empirisch model van Nederlandse klei"
MT-TNO, rapport, 1977, nr. 77-04830.
- [34] Velden, J.H. van der,
"Grondslagen van de slibanalyse"
MT-TNO, rapport, 1977, nr. 77-06089.
- [35] Velden, J.H. van der,
"Voorbehandeling van de klei bij de granulometrische analyse"
MT-TNO, rapport, 1977, nr. 77-06092.
- [36] Velden, J.H. van der,
"Evenwichtswatergehalte en specifiek oppervlak van kleien
(onderzoeksvoorschriften)"
MT-TNO, rapport, 1978, nr. 78-01607.
- [37] Velden, J.H. van der,
"Snelle slibanalyse voor bedrijfslaboratoria in de keramische
industrie"
MT-TNO, rapport, 1979, nr. 79-02857.
- [38] Velden, J.H. van der,
"Uitvoeringsvoorschrift van een eenvoudige leembepaling"
MT-TNO, rapport, 1979, nr. 79-03900.

- [39] Velden, J.H. van der,
 "Evaluatie van kleiafzettingen voor de grofkeramiek"
 MT-TNO, rapport, 1980, nr. 80-01878.
- [40] Velden, J.H. van der,
 "Voorstudie naar de energetische consequenties van het gebruik van gecalcineerde klei in de baksteenindustrie".
 MT-TNO, rapport, 1980, nr. 80-04263.
- [41] Velden, J.H. van der,
 "Vette kleikorrels als verschralingsmiddel"
 MT-TNO, rapport, 1980, nr. 80-4269.
- [42] Velden, J.H. van der,
 "Vormbakstenen uit vette klei en zand"
 MT-TNO, rapport, 1980, nr. 80-05294.
- [43] Velden, J.H. van der,
 "Onderzoek naar de keramische verwerkbaarheid van havenslib in de vijftiger jaren"
 MT-TNO, rapport, 1981, nr. 81-01471.
- [44] Velden, J.H. van der,
 "Samenstelling, vormgeving en droogeigenschappen van grondstoffen voor de vervaardiging van keramiek"
 MT-TNO, rapport, 1980, nr. 80-05294

ONDERZOEK MET BETREKKING TOT VOORBEWERKING EN VORMGEVING

Bij de massabereiding in de grofkeramische industrie dient uit grondstofcomponenten van verschillende samenstelling tegen zo gering mogelijke exploitatiekosten een homogene massa bereid te worden met het gewenste plastisch gedrag. Bijzonder interessant was in dit verband het onderzoek dat werd verricht naar het mengeffect van kleibewerkingsmachines [53].

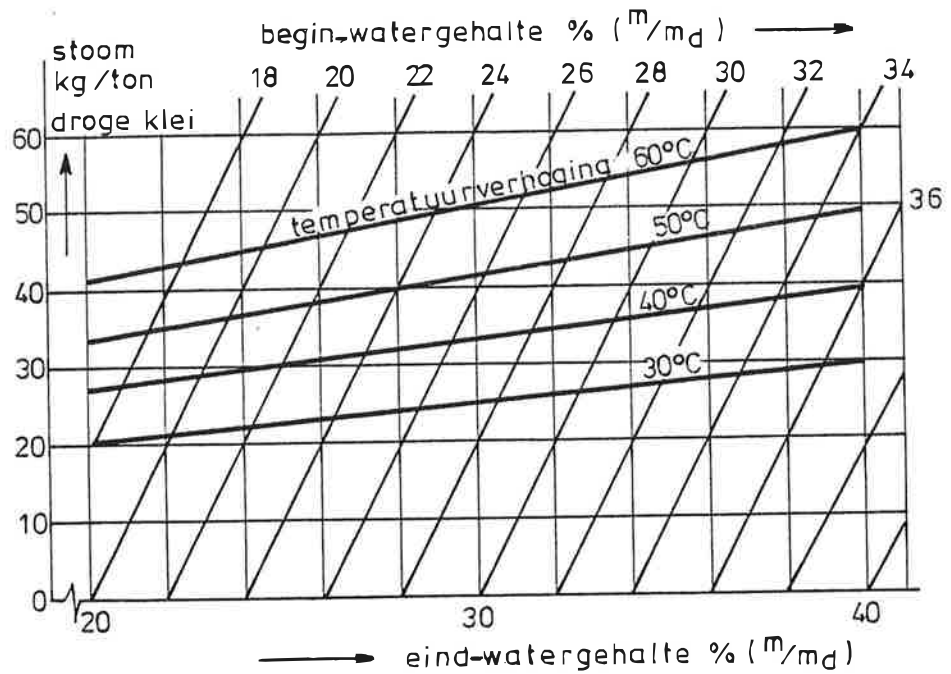
In de vijftiger jaren was de stoombewerking van klei, die toen in binnen- en buitenland in de belangstelling kwam, onderwerp van studie. Bladzijde 25 toont een stoomdiagram, dat globale informatie geeft over het stoomverbruik per ton droge klei voor het verkrijgen van de gewenste temperatuurverhoging van kleien met uiteenlopend beginwatergehalte. Meer betreffende het stomen van klei vindt men in het overzicht van publikaties over het droogonderzoek.

Uitvoerig onderzoek naar het gehalte aan vrije lucht in op verschillende manieren bereide kleimassa's verdiepte het inzicht in het technologisch gedrag van kleien.

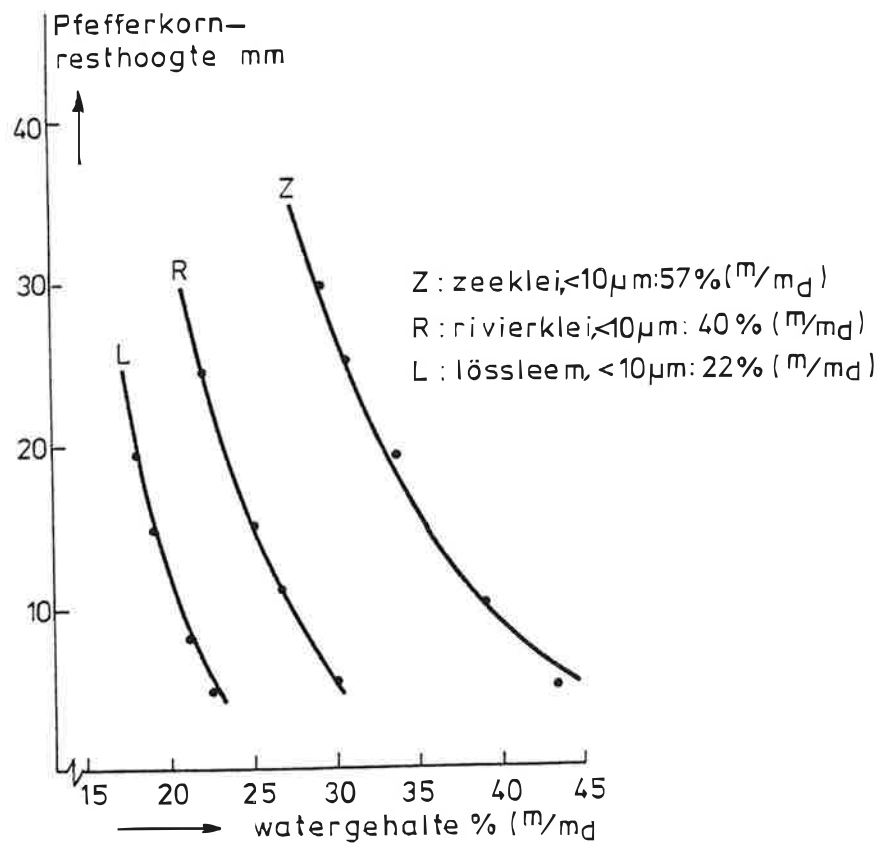
De stijfheid of consistentie van toe bereide kleimassa's bepaalt in sterke mate de vervormingseigenschappen. In 1951 werd getracht een bedrijfsmeter te ontwikkelen voor een continue meting van de consistentie van vormbakmassa's. De pogingen mislukten door een te snelle vervuiling van de geteste meetsystemen. Succesvoller was het onderzoek naar de gebruikswaarde van de door Pfefferkorn geïntroduceerde stuikproef voor evaluatie van de plastische vervormbaarheid van kleien. Grondslag van zo'n evaluatie is het op bladzijde 25 afgebeelde consistentiediagram, waarin de relatie tussen het vormgevingswatergehalte en de consistentie van drie Nederlandse kleien wordt weergegeven. Aangevend kon worden dat het verloop van de consistentiecurven in sterke mate wordt bepaald door de specifieke oppervlakken en de uitrolgrenzen van de betreffende kleimassa's.

Wat de vormgeving betreft was vooral het onderzoek inzake het ontstaan en verminderen van gelaagdheid in strengpersvormelingen van belang. De resultaten zijn nog steeds van grote praktische betekenis.

Kort geleden vond een nieuw oriënterend onderzoek plaats naar de toepassingsmogelijkheid van het droogpersprocédé voor bakstenen. Wellicht is het zinvol dit onderzoek in de naaste toekomst voort te zetten.



Stoomdiagram [52]



Consistentiediaagram [55]

Publikaties
grofkeramiek

ONDERZOEK MET BETREKKING TOT VOORBEWERKING EN
VORMGEVING

- [45] Singer, M.J.,
 "Ontwikkeling van de consistentiemeting van klei"
 TNO-nieuws, 6 (1951), 2, P 1.
- [46] Singer, M.J.,
 "Invloed van stomen op de grofkeramische kleien"
 Klei, 1 (1951), 9, P 31.
- [47] Singer, M.J.,
 "Consistentiemeting van klei in de steenindustrie"
 Klei, 1 (1951), 11, P 9.
- [48] Singer, M.J.,
 *"Beschouwingen over het ontluchten van klei en de hiervoor
 te gebruiken strengpersen"*
 Klei, 1 (1951), 12, P 37.
- [49] Singer, M.J.,
 *"Een suggestie voor het construeren van doelmatige
 kleiwalsen"*
 Klei, 2 (1952), 1, P 13.
- [50] Singer, M.J.,
 *"Beschouwingen over de stand van het lossingsvraagstuk van
 dakpannen"*
 Mededeelingen van het Keramisch Instituut TNO, nr. 26
 (1952).
- [51] Seters, A.W. van, P.H. Dal
 "Luchtbepaling in plastische klei"
 Klei, 4 (1954), 9, P 305.
- [52] Velden, J.H. van der,
 "Gegevens betreffende de verwarming van klei met stoom"
 Klei, 5 (1955), 5, P 210.
- [53] Vermeulen, P.B.C.,
 *"Een oriëntatie over het mengen in de grofkeramische
 industrie"*
 Klei en Keramiek, 14 (1964), 2, P 45.
- [54] Klugt, L.J.A.R. van der,
 "Kwaliteitsvermindering van strengpersvormlingen"
 Klei en Keramiek, 17 (1967), 1, P 3.
- [55] Velden, J.H. van der,
 "Analyse van de Pfefferkornproef"
 Klei en Keramiek, 29 (1979), 2, P 42.

Rapporten
grofkeramiek

ONDERZOEK MET BETREKKING TOT VOORBEWERKING
EN VORMGEVING

- [57] Velden, J.H. van der, A.H. de Vries,
 *"Consistentie en watergehalte van kleien bij steenfabricage
 met een draaitafelpers"*
 MT-TNO, rapport, 1975, nr. 75-03781.
- [58] Pfefferkorn, K.,
 *"Ein Beitrag zur Bestimmung der Plastizität im Tonen und
 Kaolinen"*
 MT-TNO, rapport, 1975, nr. 75-04841.
- [59] Velden, J.H. van der,
 "Analyse van de Pfefferkornproef".
 MT-TNO, rapport, 1979, nr. 79-01226.
- [60] Zwan, J. van der, C.A.M. Siskens,
 "Oriënterend onderzoek naar het droogpersen van bakstenen"
 MT-TNO, rapport, 1981, nr. 81-0592.

DROOGONDERZOEK

Na de tweede wereldoorlog nam de industriële belangstelling voor het drogen van grofkeramische produkten met kunstmatig opgewekte warmte sterk toe. De daaruit voortvloeiende behoefte aan voorlichting maakte, dat de ontwikkeling van de droogtechniek voor Nederlandse grofkeramische produkten vooral in de vijftiger en zestiger jaren een belangrijk onderdeel werd van het TNO-speurwerk.

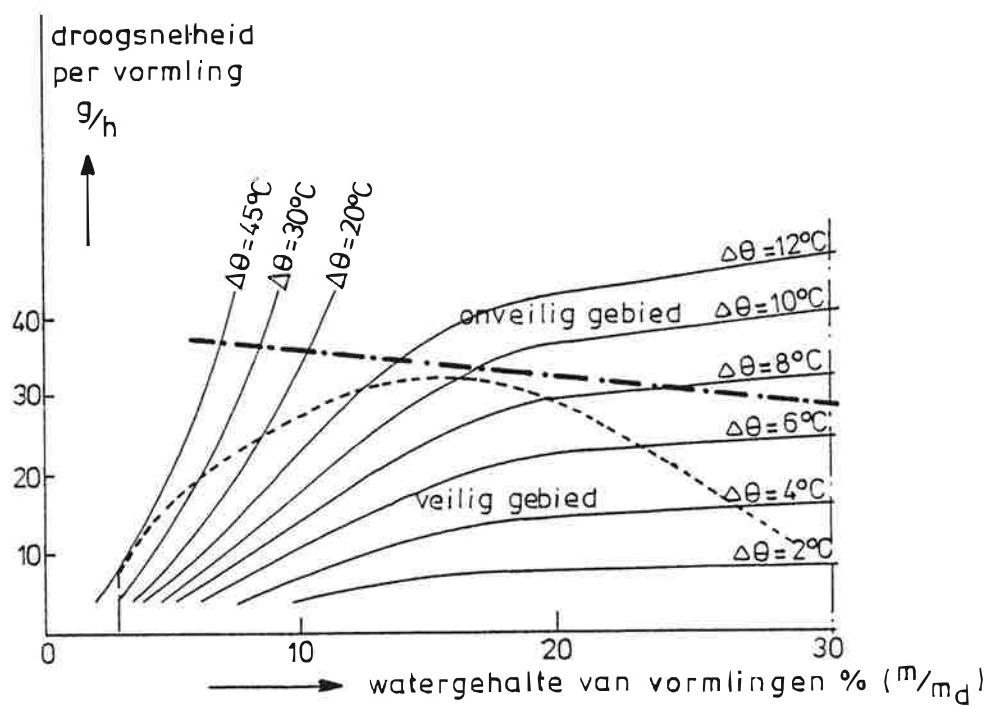
Op de grondslag van een uitgebreide literatuurstudie werd, door onderzoek aan industriële installaties en experimenteel onderzoek op laboratoriumschaal, een sterk potentieel aan droogtechnische kennis opgebouwd, waarmee in de behoefte aan advies van de industrie werd voorzien.

Voor het onderzoek in het laboratorium werd een proefdrooginrichting ontwikkeld en geconstrueerd. Bladzijde 30 laat een droogsnelheidsdiagram zien. Dergelijke diagrammen werden aan de hand van droogproeven samengesteld en maakten het mogelijk de veilige droogtijd en het optimale droogregime van een gegeven soort vormlingen vast te stellen.

De proefdrooginrichting werd ook gebruikt voor de bestudering van factoren die het drooggedrag van vormlingen beïnvloeden, zoals samenstelling en totaal specifiek oppervlak van de grondstof, soort en afmetingen van het produkt, ruimtelijke rangschikking van de vormlingen in een droger, gelaagdheid van strengpersprodukten, stoombewerking van klei, en het niveau van de natte-boltemperatuur van de drooglucht.

Naarmate het kennisniveau steeg en ook meer praktijkervaring ter beschikking kwam werd de specificatie van droogprocessen eenvoudiger. In de zeventiger jaren werd dan ook relatief weinig droogtechnisch spurwerk meer verricht. De verworven inzichten werden in deze periode samengevat in een inleiding tot de droogtechniek. Er werd voorts onder meer ook een speciaal voor de keramische industrie geschikt Mollierdiagram voor vochtige lucht ontworpen en vervaardigd.

Toekomstige studies zullen vooral betrekking hebben op de evaluatie van nieuwe droogsystemen en op maatregelen die het energieverbruik bij het drogen doen dalen.



Droogsnelheidsdiagram [86]

($\Delta\theta$ = drogeboltemp. - natteboltemp in $^\circ C$)

Publikaties DROOGONDERZOEK
grofkeramiek

- [65] Leniger, H.A.,
 "Het drogen van klei (literatuurstudie)"
 Mededeelingen van het Keramisch Instituut TNO, nr. 10
 (1943). 1946? 1949?
- [66] Anonymus,
 *"Gedeeltelijke documentatie over de kunstmatige droogin-
 richtingen in de Nederlandsche baksteenindustrie"*
 Mededeelingen van het Keramisch Instituut TNO, nr. 20
 (1951).
- [67] Singer, M.J.,
 *"Beschouwingen over de mogelijkheden van kunstmatige droog-
 installaties in de Nederlandsche grofkeramische industrie,
 speciaal in de steenindustrie"*
 Klei, 1 (1951), 12, P 11, (mededeeling van het Keramisch
 Instituut TNO nr. 22).
- [68] Singer, M.J., J.H. van der Velden,
 *"De invloed van de droogtijd op de keuze van een kamerdroog-
 installatie of tunneldrogerij"*
 Mededeelingen van het Keramisch Instituut TNO, nr. 27
 (1952).
- [69] Vierhout, R.R.,
 "Het drogen in de vrije natuur"
 Klei, 2 (1952), 2, P 9.
- [70] Dal, P.H.,
 "Krimpmetingen aan klei"
 Klei, 2 (1952), 3, P 42.
- [71] Singer, M.J.,
 *"Naschrift met betrekking tot mededeling nr. 22 van het
 Keramisch Instituut TNO"*
 Klei, 2 (1952), 3, P 53.
- [72] Velden, J.H. van der,
 *"Het kunstmatig drogen van vormlingen van gestoomde klei
 op laboratoriumschaal"*
 Klei, 4 (1954), 12, P 437.
- [73] Dal, P.H., F.W. Hisschemöller,
 *"Bescherming tegen het bevriezen van plastische klei-
 vormlingen door middel van zout"*
 Klei, 5 (1955), 2, P 47.
- [74] Velden, J.H. van der,
 *"De scheurgevoeligheid van vormlingen van gestoomde en van
 koudverwerkte klei bij een droogproces op laag temperatuur-
 niveau"*
 Klei, 5 (1955) 2, P 111.
- [75] Hisschemöller, F.W., J. Voskuil, Anonymus,
 "Bestrijdingswijze van blinde scheuren in stenen"
 Klei, 5 (1955), 3, P 95 (Mededeling van het Keramisch
 Instituut TNO).

- [76] Velden, J.H. van der,
"Overzicht van de scheurgevoeligheid van Nederlandse
kleisoorten"
Klei, 5 (1955), 4, P 156.
- [77] Velden, J.H. van der,
"Een experimenteel laboratoriumdroogonderzoek van grof-
keramische vormlingen"
Klei, 6 (1956), 3, P 99.
- [78] Vermeulen, P.B.C.,
"Enquête droogplaten"
Klei, 7 (1957), 6, P 207.
- [79] Vermeulen, P.B.C.,
"Onderzoek naar het bevriezen van drogende vormlingen ver-
vaardigd uit gestoomde klei"
Klei, 9 (1959), 7, P 224.
- [80] Velden, J.H. van der,
"Enige aspecten betreffende de toepassing van kamerdroog-
inrichtingen in de grofkeramische industrie"
Klei, 8 (1958), 11, P 283.
- [81] Zijthoff, G.H. ten,
"Ventilatoren in de keramische bedrijven"
Klei, 9 (1959), 2, P 43.
- [82] Zijthoff, G.H. ten,
"Ventilatoren in de keramische bedrijven"
Klei, 9 (1959), 3, P 85.
- [83] Zijthoff, G.H. ten,
"Bepaling van formaatfactoren van verschillende grof-
keramische vormlingen"
Klei, 9 (1959), 8, P 205.
- [84] Velden, J.H. van der,
"Technische bijstand inzake het droogproces"
Klei, 11 (1961), 1, P 1.
- [85] Klugt, L.J.A.R. van der,
"Invloed van de ordening van vormlingen op de droogsnelheid"
Klei, 11 (1961), 9, P 195.
- [86] Velden, J.H. van der,
"Een experimenteel droogonderzoek aan keramische vormlingen"
Klei, 11 (1961), 11, P 233.
- [87] Anonymus,
"Onderzoek naar de invloed van het bij het drogen van grof-
keramische vormlingen toegepaste natteboltemperatuurniveau
op de droogeigenschappen van die vormlingen en het verloop
van het droogproces"
Klei, 12 (1962), 6, P 129.
- [88] Klugt, L.J.A.R., van der,
"Kunstmatig drogen en fysische aspecten die daarbij een
rol spelen"
Klei en Keramiek, 14 (1964), 1, P 2.

- [89] Klugt, L.J.A.R. van der,
 "Enige aspecten van de warme verwerking van klei in verband met het kunstmatig drogen van grofkeramische produkten"
 Klei en Keramiek, 15 (1965), 1, P 2.
- [90] Vries, J. de,
 "Overzicht van de meest voorkomende industriële droogprocessen"
 Klei en Keramiek, 18 (1968), 2, P 44.
- [91] Klugt, L.J.A.R. van der,
 "Droogtijden van grofkeramische vormlingen"
 Klei en Keramiek, 20 (1970), 4, P 114.
- [92] Velden, J.H. van der,
 "Uitvoering van het droogproces in de keramische industrie"
 Klei en Keramiek, 28 (1978), 11/12, P 191.

Rapporten
grofkeramiek

DROOGONDERZOEK

- [96] Velden, J.H. van der,
 *"De kwaliteit van het gedroogde halffabrikaat in de grof-
keramische industrie"*
 MT-TNO, rapport, 1970, nr. 70-03372.
- [97] Velden, J.H. van der,
 *"Introductie van een Mollierdiagram voor vochtige lucht in
S.I.-eenheden ten behoeve van de keramische industrie"*
 MT-TNO, rapport, 1973, nr. 73-0614.
- [98] Velden, J.H. van der,
 "Inleiding tot de droogtechniek in de keramische industrie"
 MT-TNO, intern verslag, 1975, nr. 75-02039.
- [99] Velden, J.H. van der,
 *"Uitvoering van het droogproces in de keramische industrie
(voordracht)"*
 MT-TNO, rapport, 1978, nr. 78-08351.

BAKONDERZOEK

Verreweg de meeste onderzoeken hebben de afgelopen veertig jaar betrekking gehad op de baktechniek.

In de eerste plaats waren dit metingen aan en studies over ringovens, zig-zagovens, vlamovens, tunnelovens en periodieke ovens. Het hoofddoel van deze onderzoeken was meestal een beter inzicht te krijgen in de warmtehuishouding van deze ovens. In de loop der jaren konden talrijke waardevolle aanwijzingen worden gegeven voor potentiële besparingen op het brandstofverbruik van ovens. Vooral in het recente verleden werd onder druk van de sterk stijgende energieprijzen een nuttig gebruik van de verworven kennis gemaakt.

Voor het verkrijgen van energiebesparingen is het experimenteren met de bedrijfsvoering van ovens vaak weinig aantrekkelijk. Veranderingen in bijvoorbeeld de zone-indeling of de trek, dan wel in de plaats en grootte van de warmteaf trek naar de droger kunnen schade toebrengen aan de produktkwaliteit, leveren pas op lange termijn enig inzicht op en verstoren de normale gang van zaken. Dit is aanleiding geweest te onderzoeken, in hoeverre het bakproces in vlamovens, ringovens en tunnelovens voor wat betreft de warmte- en stofstromen, het energieverbruik en het temperatuurverloop, met een wiskundig model van de oven te beschrijven zou zijn. Aan experimenten met een dergelijk ovenmodel met behulp van een computer kleven niet de genoemde nadelen van het proefondervindelijk onderzoek op industriële schaal.

De studie heeft een bruikbaar mathematisch ovenmodel opgeleverd. Het ontworpen model speelde onder meer reeds een rol bij de ontwikkeling van een computergestuurd bakproces in een vlamoven.

In de jaren zestig en zeventig nam de industriële belangstelling voor de tunneloven sterk toe. De Werkgroep Grofkeramiek TNO speelde hierop in door gedetailleerde aanwijzingen uit te werken voor de dimensionering, inrichting, uitrusting en bedrijfsvoering van wagentunnelovens.

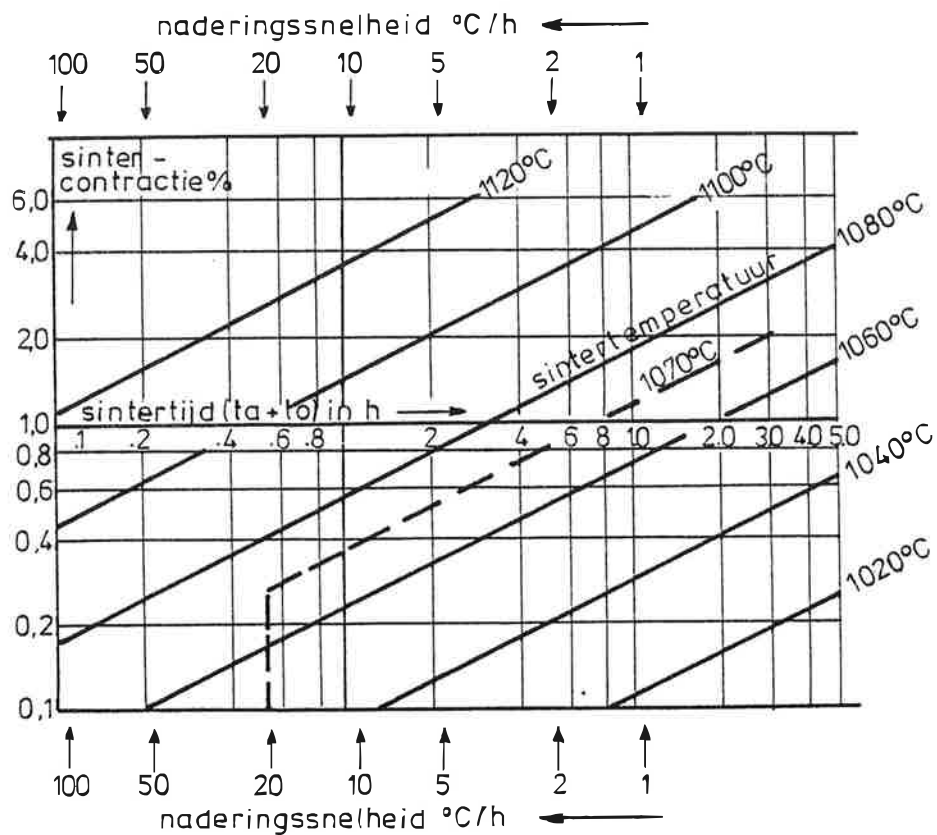
De uit deze studie voortgekomen aanbevelingen zijn in verschillende recent gebouwde tunnelovens gerealiseerd.

Voor het bakken van produkten van constante en goede kwaliteit is naast een grondige kennis van de ovens een scherp inzicht nodig in het bakgedrag van de verwerkte kleien. Veel speurwerk had betrekking op de specificatie van bakprocessen van bakstenen en dakpannen. Het betrof onderzoek inzake toelaatbare opwarm- en koelsnelheden, optimale sintercondities, het vermijden van deformatie onder druk, kleurvorming en kleurbestendigheid.

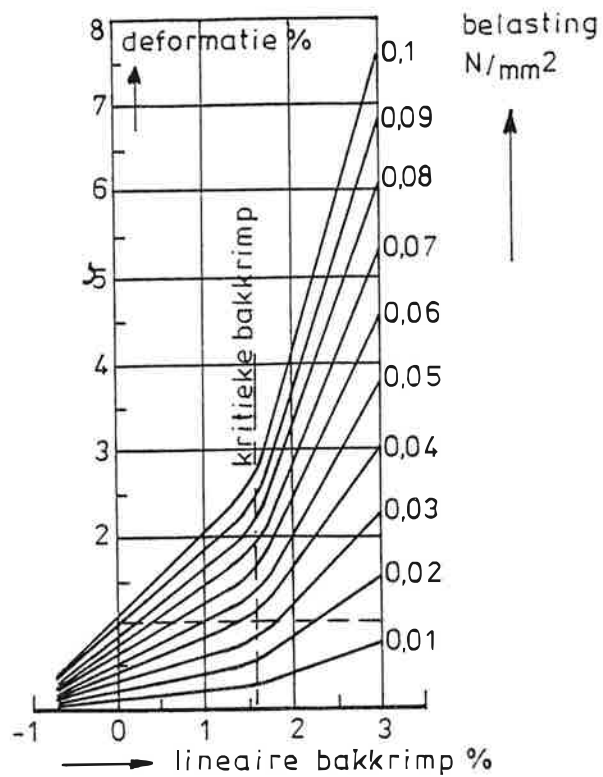
Internationale belangstelling kreeg onder meer de specificatie van de optimale sintertijd en sintertemperatuur in afhankelijkheid van de zetwijze van bakstenen in een oven. Een hoofdrol speelt daarbij het sinterdiagram. Op bladzijde 37 is een sinterdiagram van een kalkhoudende rivierklei weergegeven. Het wordt samengesteld aan de hand van een aantal bakproeven in een dilatometer.

Op dezelfde bladzijde is een zogenaamd deformatiediagram afgebeeld. Het geeft inzicht in de vervorming die een produkt tijdens de sintering onder het gewicht van de ovenlading kan ondergaan. Deformatie tijdens de sintering in een oxiderende atmosfeer is afhankelijk van de kleisoort en de druk die op het produkt wordt uitgeoefend. Voor een gegeven klei en een gegeven belasting bleek de vervorming voorts uitsluitend te worden bepaald door de bakkrimp in onbelaste toestand. Deformatiediagrammen zijn bijvoorbeeld van belang voor het specificeren van de zetwijze van produkten in een oven.

De in de loop der jaren uitgevoerde onderzoeken hebben het Nederlandse potentieel aan baktechnische kennis aanzienlijk verruimd. Hoofdtak voor de naaste toekomst is, door onderzoek en voorlichting te blijven bijdragen tot een verdere besparing op de energiekosten van de baksteen- en kleidakpannenfabricage.



Sinterdiagram [166]



Deformatiediagram [131]
(kalkhoudende rivierklei)

Publikaties BAKONDERZOEK
grofkeramiek

- [100] Nakken, A.J.,
 "Accumulatie en regeneratie van warmte bij vlamovens en ringovens"
 Mededeelingen van het Keramisch Instituut TNO,
 nr. 4 (1946).
- [101] Nakken, A.J.,
 "Richtlijnen bij het ontwerpen en stoken van vlamovens en ringovens"
 Mededeelingen van het Keramisch Instituut TNO,
 nr. 5 (1946).
- [102] Macha, M.,
 "Algemene beschouwingen over het stoken van keramisch materiaal"
 Mededeelingen van het Keramisch Instituut TNO,
 nr. 12 (1950).
- [103] Singer, M.J.,
 "Het afplakken van vlam- en ringovens in de steen- en dakpannen industrie"
 Klei, 1 (1951), 7, P 24.
- [104] Vierhout, R.R.,
 "Beschouwingen over het temperatuurverloop in een ringoven I"
 Klei, 1 (1951), 11, P 26.
- [105] Vierhout, R.R.,
 "Beschouwingen over het temperatuurverloop in een ringoven II"
 Klei, 1 (1951), 12, P 21.
- [106] Muyderman, C.D.,
 "Over methodes voor het meten van het brandstofverbruik in continue ovens"
 Klei, 2 (1952), 2, P 13.
- [107] Vierhout, R.R.,
 "Het gebruik van thermokoppels voor het meten van temperaturen in (kamer)ringovens"
 Klei, 2 (1952), 12, P 312.
- [108] Vierhout, R.R., J. Voskuil,
 "Over de overmaat lucht in (kamer)ringovens"
 Klei, 3 (1953), 4, P 114.
- [109] Dal, P.H., A.W. van Seters,
 "Stookproeven van keramisch materiaal"
 Klei, 4 (1954), 6, P 185.
- [110] Anonymus,
 "Warmtetechnisch onderzoek van een ringoven"
 Klei, 5 (1955), 11, P 500.
- [111] Vermeulen, P.B.C.,
 "De meetwagen en zijn doel"
 Klei, 6 (1956), 1, P 4.

- [112] Anonymus,
 "Warmtetechnisch onderzoek van een vlamoven"
 Klei, 6 (1956), 2, P 51.
- [113] Anonymus,
 "Warmtetechnisch onderzoek van een zigzagoven"
 Klei, 6 (1956), 6, P 239.
- [114] Dal, P.H.,
 "Mineralogische samenstelling van het pigment uit gele stenen I"
 Klei, 6 (1956), 11, P 572.
- [115] Dal, P.H.,
 "Mineralogische samenstelling van het pigment uit gele stenen II"
 Klei, 6 (1956), 12, P 610.
- [116] Anonymus,
 "Vergelijking van productiecapaciteit en kwaliteit van drie verschillende steenovens"
 Klei, 7 (1957), 9, P 291.
- [117] Anonymus,
 "Vergelijking van het brandstofverbruik van drie verschillende steenovens"
 Klei, 7 (1957), 10, P 343.
- [118] Velden, J.H. van der,
 "Recente proefnemingen met Nederlandse metselstenen in een tunneloven"
 Klei, 7 (1957), 10, P 321.
- [119] Anonymus,
 "Vergelijking van de stralings- en geleidingsverliezen van drie verschillende steenovens"
 Klei, 7 (1957), 11, P 351.
- [120] Anonymus,
 "Enquete gehouden over de duur van het sinterverloop (zaktijd) bij vlamovens I"
 Klei, 8 (1958), 2, P 47.
- [121] Anonymus,
 "Enquete gehouden over de duur van het sinterverloop (zaktijd) bij vlamovens II"
 Klei, 8 (1958), 3, P 71.
- [122] Anonymus,
 "Lekluchtverliezen bij steenovens"
 Klei, 8 (1958), 10, P 279.
- [123] Klaarenbeek, F.W.,
 "De kleurvorming in gele baksteen"
 Klei, 10 (1960), 12, P 287.
- [124] Verhorst, G.F.,
 "Het blauwstoken van dakpannen"
 Klei en Keramiek, 15 (1965), 9, P 247.

- [125] Velden, J.H. van der,
 *"Enige aspecten van de tunneloven bij de toepassing in de
 grofkeramische industrie"*
 Klei en Keramiek, 15 (1965), 11, P 311.
- [126] Douma, G.H.,
 "Invloed van de aanhoudtijd op de bakrimp"
 Klei en Keramiek, 16 (1966), 10, P 243.
- [127] Douma, G.H.,
 "De dilatometercurve van Nederlandse grofkeramische kleien"
 Klei en Keramiek, 20 (1970), 1, P 18.
- [128] Douma, G.H.,
 *"De invloed van baktemperatuur en aanhoudtijd op de
 eigenschappen van het gebakken produkt"*
 Klei en Keramiek, 20 (1970), 11, P 19.
- [129] Velden, J.H. van der,
 "De periodieke wagenoven in de grofkeramische industrie"
 Klei en Keramiek, 21 (1971), 2, P 31.
- [130] Velden, J.H. van der,
 "Periodieke wagenovens in de grofkeramische industrie"
 Klei en Keramiek, 23 (1973), 1, P 2.
- [131] Velden, J.H. van der,
 "Deformatie onder druk van sinterende klei"
 Klei en Keramiek, 24 (1974), 9, P 158.
- [132] Claus, J., J.H. van der Velden,
 "Energiebezuiniging in de keramische industrie"
 Klei en Keramiek, 24 (1974), 10, P 178.
- [133] Velden, J.H. van der,
 "Bakgedrag in relatie tot zetpatroon en scherfdikte"
 Klei en Keramiek, 26 (1976), 9, P 166.
- [134] Velden, J.H. van der,
 "Naar betere tunnelovens"
 Klei en Keramiek, 28 (1978), 3, P 44.
- [135] Velden, J.H. van der,
 "Modelonderzoek aan ovens"
 Klei en Keramiek, 29 (1979), 4, P 72.

Rapporten BAKONDERZOEK
grofkeramiek

- [140] Claus, J., G. Wentink,
 "Het warmte- en stromingstechnische gedrag van een vlamoven, delen I en II"
 MT-TNO, rapport, 1970, nr. 70-0615.
- [141] Velden, J.H. van der,
 "Introductie van de met aardgas gestookte laboratoriumoven van de Werkgroep Grofkeramiek van het C.T.I.-TNO"
 MT-TNO, rapport, 1970, nr. 70-01397.
- [142] Velden, J.H. van der,
 "De periodieke wagenoven in de grofkeramische industrie"
 MT-TNO, rapport, 1970, nr. 70-02152.
- [143] Velden, J.H. van der,
 "Onderzoek naar de invloed van baktemperatuur en aanhoud-tijd op de deformatie onder belasting tijdens het sinter-proces"
 MT-TNO, rapport, 1970, nr. 70-03183.
- [144] Claus, J., G. Wentink,
 "De warmtehuishouding van een vlamovenkamer"
 MT-TNO, rapport, 1971, nr. 71-0176.
- [145] Velden, J.H. van der,
 "Oriënterend onderzoek naar de ontleding van calciumsulfaat in klei tijdens het bakproces"
 MT-TNO, rapport, 1971, nr. 71-0819.
- [146] Velden, J.H. van der, A.H. de Vries,
 "Vaststelling van het bakregime voor waalvormmetselstenen in een periodieke wagenoven"
 MT-TNO, rapport, 1971, nr. 71-0978.
- [147] Velden, J.H. van der, A.H. de Vries,
 "Onderzoekingen inzake de deformatie van klei onder belasting tijdens het sinterproces"
 MT-TNO, rapport, 1971, nr. 71-02118.
- [148] Velden, J.H. van der, A.H. de Vries,
 "Beoordeling van de kwaliteit van het sinterproces in een tunneloven vanuit keramisch-technisch gezichtspunt"
 MT-TNO, rapport, 1971, nr. 71-02628.
- [149] Wentink, G., J. Claus,
 "Het warmte- en stromingstechnische gedrag van een tunnel-oven voor grofkeramische produkten"
 MT-TNO, rapport, 1971, nr. 71-05057.
- [150] Velden, J.H. van der,
 "Oriënterend onderzoek naar de toepasbaarheid van de eenlaagstunneloven"
 MT-TNO, rapport, 1972, nr. 72-01658.

- [151] Velden, J.H. van der,
"Rekenwaarden ten behoeve van de warmte- en stofbalans van
een bakproces van keramische produkten"
MT-TNO, rapport, 1972, nr. 72-01662.
- [152] Velden, J.H. van der,
"Taxatie van het temperatuurverloop in de kern van een
keramisch produkt tijdens het bakproces"
MT-TNO, rapport, 1972, nr. 72-01718.
- [153] Velden, J.H. van der,
"Metingen aan een periodieke wagenoven"
MT-TNO, rapport, 1972, nr. 72-01904.
- [154] Velden, J.H. van der, A.H. de Vries,
"Onderzoek naar de relatie tussen de deformatie van
keramische produkten tijdens de sintering en de grootte
van de belasting"
MT-TNO, rapport, 1972, nr. 72-01933.
- [155] Velden, J.H. van der,
"Deformatie onder druk van sinterende klei"
MT-TNO, rapport, 1972, nr. 72-02325.
- [156] Velden, J.H. van der, A.H. de Vries,
"Bakonderzoek aan tot stapels gegroepeerde metselstenen"
MT-TNO, rapport, 1972, nr. 72-02326.
- [157] Velden, J.H. van der,
"Periodieke wagenovens in de grofkeramische industrie"
MT-TNO, rapport, 1972, nr. 72-04513.
- [158] Velden, J.H. van der,
"Het sintergedrag van grofkeramische kleien"
MT-TNO, rapport, 1973, nr. 73-061.
- [159] Nievergeld, P.G.M., G. Wentink,
"Het warmtetechnisch gedrag van een periodieke wagenoven
voor grofkeramische produkten"
MT-TNO, rapport, 1973, nr. 73-071.
- [160] Velden, J.H. van der,
"Specificatie van het bakproces van grofkeramische produkten
vanuit keramisch-technisch gezichtspunt"
MT-TNO, rapport, 1973, nr. 73-02176.
- [161] Velden, J.H. van der, A.H. de Vries,
"De temperatuurvereffeningscoëfficiënt van gebakken
kleiwaren"
MT-TNO, rapport, 1973, nr. 73-02185.
- [162] Nievergeld, P.G.M., G. Wentink,
"Een mathematisch model voor de warmtebehandeling van grof-
keramische produkten in continue ovens, deel I"
MT-TNO, rapport, 1974, nr. 74-0641.
- [163] Velden, J.H. van der,
"Berekeningen van stalen liggers en bespreking van koel-
systemen voor hangdekken van tunnelovens"
MT-TNO, rapport, 1974, nr. 74-0644.

- [164] Nievergeld, P.G.M.,
 *"Analytische berekening van het temperatuurverloop in een
keramisch produkt tijdens het bakproces"*
 MT-TNO, rapport, 1974, nr. 74-01753.
- [165] Velden, J.H. van der,
 *"Algemene aanwijzingen voor het ontwerpen van een courant
type tunneloven voor grofkeramische produkten"*
 MT-TNO, rapport, 1974, nr. 74-01761.
- [166] Velden, J.H. van der,
 *"Some aspects of the specification of the vitrification
proces of products of the heavy-clay industry"*
 MT-TNO, rapport, 1974, nr. 74-01766.
- [167] Velden, J.H. van der, A.H. de Vries,
 *"Oriënterend bakonderzoek aan kalkhoudende geelbakkende
metselstenen"*
 MT-TNO, rapport, 1974, nr. 74-01768.
- [168] Velden, J.H. van der,
 "Voorbeeld van een schetsontwerp van een tunneloven"
 MT-TNO, rapport, 1974, nr. 74-03400.
- [169] Claus, J., J.H. van der Velden,
 "Energiebezuiniging in de keramische industrie"
 MT-TNO, rapport, 1974, nr. 74-03851.
- [170] Velden, J.H. van der,
 "Energiebezuiniging in de emailindustrie"
 MT-TNO, rapport, 1975, nr. 75-050.
- [171] Nievergeld, P.G.M., G. Wentink,
 *"Toetsing van een mathematisch model voor warmtebehandeling
van grofkeramische produkten in continue ovens aan een
praktijksituatie"*
 MT-TNO, rapport, 1975, nr. 75-0959.
- [172] Velden, J.H. van der,
 "Inleiding tot de baktechniek in de keramische industrie"
 MT-TNO, rapport, 1975, nr. 75-01441.
- [173] Velden, J.H. van der,
 *"Invloed van de bakrimp van kleiwaren op de
lengteverandering daarvan tijdens de koeling onder 600°C"*
 MT-TNO, rapport, 1975, nr. 75-04840.
- [174] Velden, J.H. van der,
 "Bakgedrag in relatie tot zetpatroon en scherfdikte"
 MT-TNO, rapport, 1976, nr. 76-04077.
- [175] Nievergeld, P.G.M., G. Wentink, J.H.A.M. van der Brugh,
 *"Een mathematisch model voor de warmtebehandeling van
grofkeramische produkten in continue ovens, deel II."*
 MT-TNO, rapport, 1977, nr. 77-01479.
- [176] Velden, J.H. van der,
 "Naar betere tunnelovens"
 MT-TNO, rapport, 1977, nr. 77-09013.

- [177] Nievergeld, P.G.M., G. Wentink, J.H.A.M. van der Brugh,
"Berekening van het bakproces in een vlamoven met behulp
van een mathematisch model voor de warmtebehandeling van
grofkeramische produkten in continue ovens"
MT-TNO, rapport, 1977, nr. 77-013529.
- [178] Nievergeld, P.G.M., G. Wentink, J.H.A.M. van der Brugh,
"Berekeningen met een mathematisch model voor de warmtebe-
handeling van grofkeramische produkten in continue ovens"
MT-TNO, rapport, 1977, nr. 77-014268.
- [179] Nievergeld, P.G.M.,
"A mathematical model for the heat treatment of ceramic
products in fossil fuel fired continuous kilns"
MT-TNO, rapport, 1979, nr. 79-03884.
- [180] Nievergeld, P.G.M., G. Wentink,
"Het brandstofverbruik van continue ovens voor grofkeramische
produkten bij een tijdelijke verandering van het
produktietempo"
MT-TNO, rapport, 1980, nr. 80-014234.

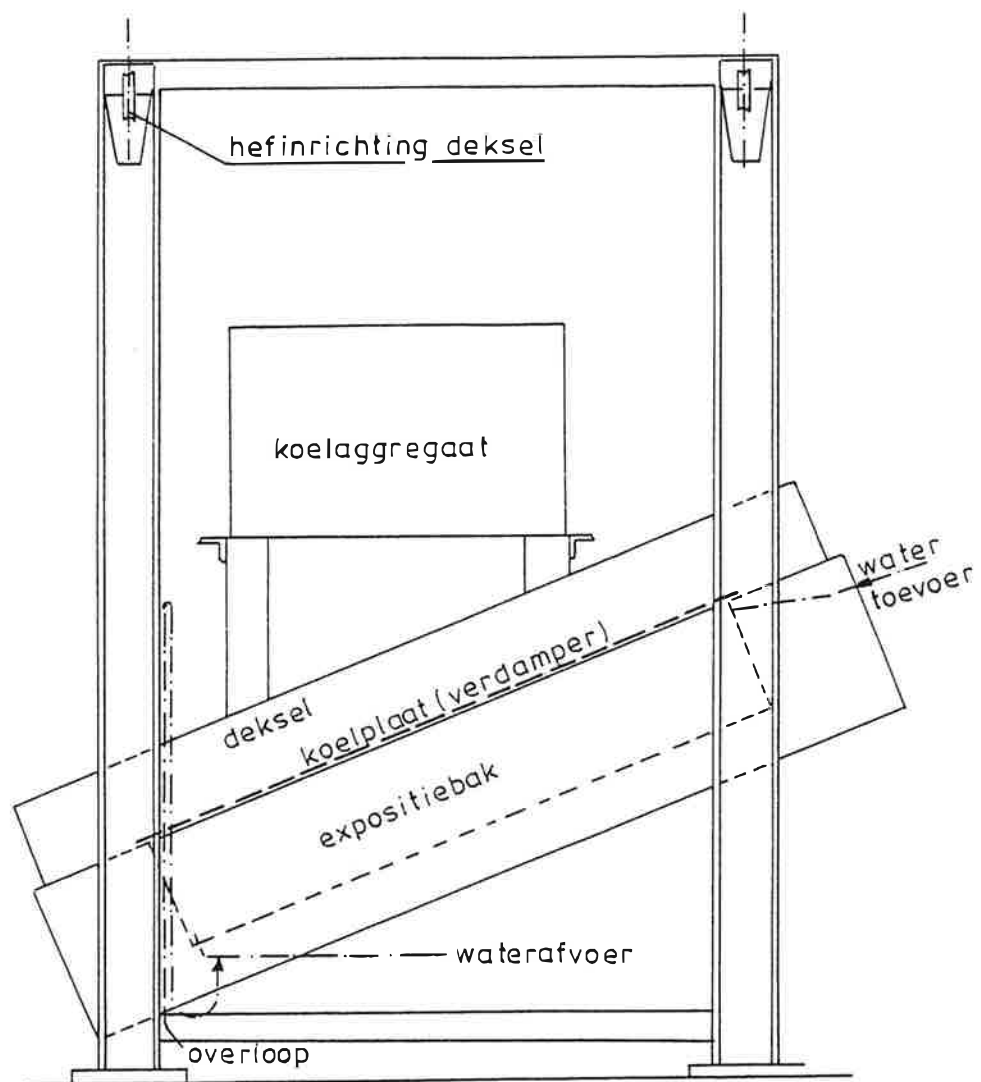
ONDERZOEK AAN GEBAKKEN PRODUKTEN

Het onderzoek aan gebakken produkten richtte zich in de eerste plaats op het ontwikkelen en beoordelen van proeven ter karakterisering van de kwaliteit. Onderwerpen van onderzoek waren bijvoorbeeld de bepaling van de waterdoorlatendheid van dakpannen, de beoordeling van de uitslaggevoeligheid van metselbakstenen, de beoordeling van de hardheid van bakstenen, de rammelproof voor straatklinkers en de vorstbestandheidsbeoordeling van bakstenen, dakpannen en plavuizen.

Wat betreft de vorstbestandheidsbeoordeling werd een stralingsvriesproof ontwikkeld, die goed blijkt te voldoen. Op bladzijde 46 is een schema van de beproevingsinrichting afgebeeld.

Ter verdieping van het inzicht in de eigenschappen van gebakken produkten werd voorts onderzoek verricht naar de factoren die van invloed zijn op de maatvastheid en de uitslaggevoeligheid van bakstenen.

Bijzonder waardevolle aanwijzingen voor de verbetering van de vorstbestandheid van grofkeramische produkten gaven de resultaten van onderzoekingen naar het hygrisch gedrag van bakstenen en dakpannen. Het onderzoek naar mogelijkheden tot verbetering van de vorstbestandheid van keramische produkten zal worden voortgezet.



Vorst-dooisimulator voor de stralingsvries-
proef van MT-TNO [203]

Publikaties
grofkeramiek

ONDERZOEK AAN GEBAKKEN PRODUKTEN

- [199] Hisschemöller, F.W.,
 *"Experimentele onderzoeken over de rammelproef voor
 straatklinkers"*
 Mededeelingen van het Keramisch Instituut TNO,
 nr. 2 (1944).
- [200] Hisschemöller, F.W.,
 "Over de capillaire eigenschappen van baksteen"
 Mededeelingen van het Keramisch Instituut TNO,
 nr. 6 (1946).
- [201] Singer, M.J.,
 "Waterdoorlating van dakpannen"
 Klei, 1 (1951), 2, P 23.
- [202] Vierhout, R.R.,
 "Waterdoorlatend vermogen van dakpannen"
 Klei, 1 (1951), 6, P 5.
- [203] Velden, J.H. van der,
 *"Nieuwe vorst-dooisimulator voor vorstbestandheids-
 onderzoek"*
 KleiGlasKeramiek, 1 (1980), 2, P 8.
- [204] Velden, J.H. van der,
 "Waterabsorptie van bouwkeramiek"
 KleiGlasKeramiek, 2 (1981), sept.

Rapporten
grofkeramiek

ONDERZOEK AAN GEBAKKEN PRODUCTEN

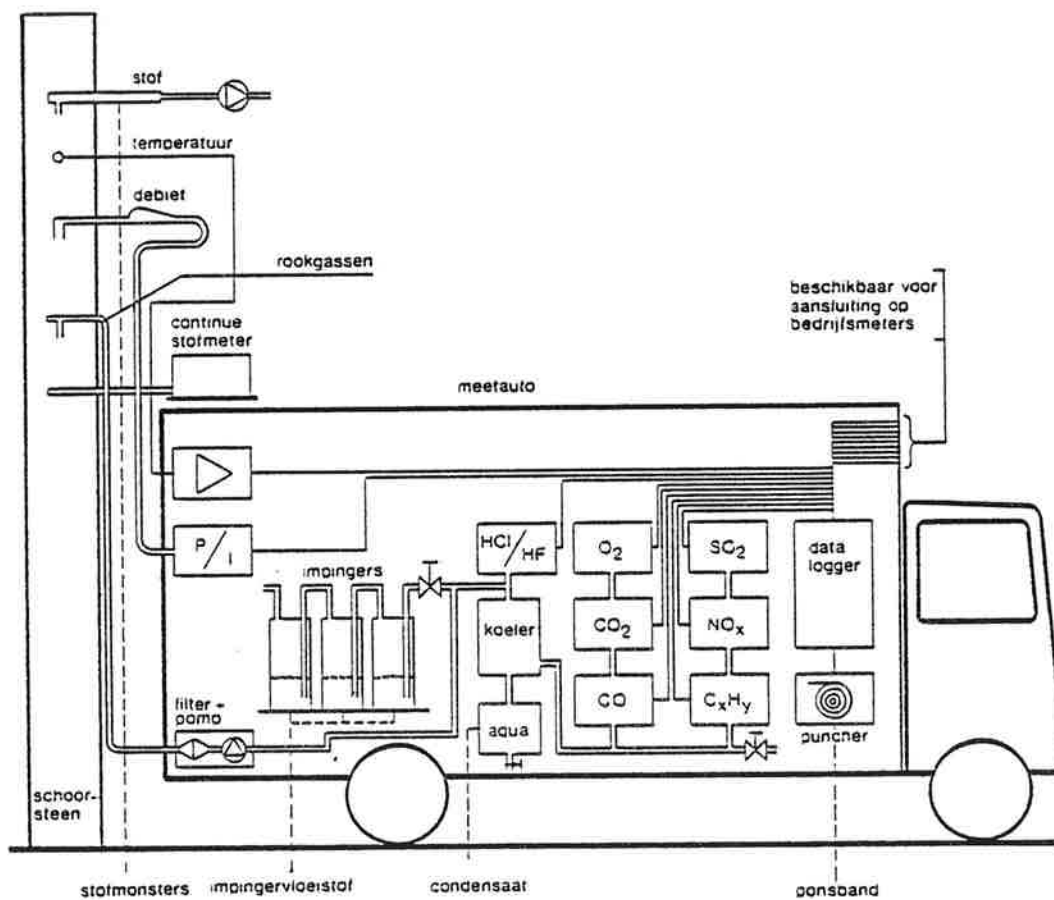
- [205] Velden, J.H. van der,
 *"Analyse van de factoren die de maatvastheid van metsel-
 stenen bepalen"*
 MT-TNO, rapport, 1971, nr. 71-01712.
- [206] Velden, J.H. van der,
 *"Oriënterend onderzoek naar de ware soortelijke massa van
 gedroogde en gebakken klei"*
 MT-TNO, rapport, 1971, nr. 71-02307.
- [207] Velden, J.H. van der, A.H. de Vries,
 "Beoordeling van een proefhamer voor metselstenen"
 MT-TNO, rapport, 1971, nr. 71-04689.
- [208] Velden, J.H. van der,
 *"Enige modelvoorwaarden voor technische en economische
 studies in de metselsteenindustrie"*
 MT-TNO, rapport, 1972, nr. 72-01931.
- [209] Velden, J.H. van der,
 *"Pleidooi voor de verdere ontwikkeling van bouwnijverheids-
 keramiek"*
 MT-TNO, rapport, 1972, nr. 72-03462.
- [210] Velden, J.H. van der,
 "Uitslagtoets voor bouwnijverheidskeramiek"
 MT-TNO, rapport, 1975, nr. 75-02340.
- [211] Velden, J.H. van der,
 "Hardheid van Mohs voor bouwnijverheidskeramiek"
 MT-TNO, rapport, 1975, nr. 75-03442.
- [212] Velden, J.H. van der,
 *"Beïnvloeding van het gehalte aan mobiele kalk in metsel-
 baksteen"*
 MT-TNO, rapport, 1975, nr. 75-03775.
- [213] Kamphuis, M.A., L.H. Westenberg,
 "Onderzoek naar de bepaling van mobiel CaO"
 MT-TNO, rapport, 1975, nr. 75-03785
- [214] Velden, J.H. van der,
 "Enige hygrische eigenschappen van dakpannen"
 MT-TNO, rapport, 1975, nr. 75-04833.
- [215] Velden, J.H. van der,
 "Stralingsproef-TNO voor bouwkeramiek"
 MT-TNO, rapport, 1978, nr. 78-07193.
- [216] Velden, J.H. van der,
 "De bevriezing van bouwkeramiek bij stralingsproeven"
 MT-TNO, rapport, 1978, nr. 78-07200.
- [217] Klugt, L.J.A.R. van der, J.H. van der Velden,
 *"Vorstbestandheidsbeoordeling van bouwmaterialen bij het
 IBEC-TNO"*
 MT-TNO, rapport, 1979, nr. 79-09981.

- [218] Velden, J.H. van der,
 "Isotherme waterabsorptie van grove bouwkeramiek"
 MT-TNO, rapport, 1980, nr. 80-57023.
- [219] Velden, J.H. van der,
 "Vorstbestandheidsonderzoek aan 68 monsters metselbakstenen"
 MT-TNO, rapport, 1980, nr. 80-016777.

MILIEUONDERZOEK

Het milieuonderzoek heeft in het bijzonder betrekking gehad op de uitworp van fluoriden door baksteen- en dakpannenovens. Dit heeft onder meer aan het licht gebracht, dat een berekening van de fluoruitworp aan de hand van het verschil in fluorgehalte van gebakken en ongebakken klei mede tengevolge van onzekerheid over de betrouwbaarheid van de verschillende analysemethoden aan het einde van de zeventiger jaren nog weinig zinvol was. Het onderzoek heeft geresulteerd in een advies aan de overheid inzake de in de Nederlandse baksteen- en kleidakpannenindustrie voorlopig te hanteren emissiefactoren.

Het schema op bladzijde 51 geeft een overzicht van de emissiemetingen, die met de meetwagen van MT-TNO te Apeldoorn gewoonlijk in de industrie worden uitgevoerd.



Meetauto voor milieuonderzoek [227]

Rapporten MILIEUONDERZOEK
Grofkeramiek

- [225] Kiel., M.,
 "*SO₂- en SO₃-metingen in de ovengassen van een vlamoven*"
 MT-TNO, rapport, 1970, nr. 70-0749.
- [226] Boschloo, G.A., J.H. van der Velden,
 "*Fluorverbindingen als bijprodukt in de grofkeramische industrie en milieuhygiëne, een oriënterend onderzoek*"
 MT-TNO, rapport, 1973, nr. 73-010.
- [227] Anonymus,
 "*Overzicht van de gemeten rookgasemissies van een viertal steenovens*" (Afd. W.K.T.)
 MT-TNO, rapport, 1976, nr. 76-09220.
- [228] Westenberg, H.L.,
 "*Ringonderzoek van fluoridebepaling in kleiprodukten*"
 MT-TNO, rapport, 1977, nr. 77-09931.
- [229] Westenberg, H.L., J.H. van der Velden,
 "*Oriënterend onderzoek naar de invloed van de baktemperatuur op het fluoridegehalte*"
 MT-TNO, rapport, 1977, nr. 77-09932.
- [230] Velden, J.H. van der,
 "*Emissie van fluoriden in de keramische industrie, deel I Literatuuroverzicht 1964-1977*"
 MT-TNO, rapport, 1977, nr. 77-013998.
- [231] Velden, J.H. van der,
 "*Emissie van fluoriden in de keramische industrie, deel II Nederlandse onderzoekingen 1972-1977*"
 MT-TNO, rapport, 1977, nr. 77-14267.
- [232] Velden, J.H. van der,
 "*Emissiefactoren in de baksteen- en dakpannenindustrie*"
 MT-TNO, rapport, 1978, nr. 78-01598.

DIVERSE RAPPORTAGES

Deze rapportages hebben betrekking op studiereizen naar de Verenigde Staten van Amerika in 1946 en in 1949 en op activiteiten en uitrusting van het Keramisch Instituut TNO in de jaren 1949 en 1953.

Reglement voor het Rijksproefstation en den Voorlichtingsdienst ten bate van de Klei- en Aardewerkindustrie verbonden aan de Rijksschool voor die industrie te GOUDA.

Artikel 1.

1. Het bij beschikking van den Minister van Onderwijs, Kunsten en Wetenschappen van 26 September 1921 No. 8875, afdeling Nijverheids- en Handelonderwijs, opgerichte Proefstation met daaraan verbonden voorlichtingsdienst ten bate van de Klei- en aardewerkindustrie te GOUDA heeft tot taak de technische ontwikkeling van de Klei-industrie te bevorderen door het verzamelen van gegevens, het nemen van proeven en het verrichten van onderzoekingen alsmede het openbaar maken of ter kennis van belanghebbenden brengen van de verzamelde gegevens of de verkregen resultaten.
2. Op aanvraag van belanghebbenden bij de Klei-industrie belast het Rijksproefstation zich te hunnen behoefte met :
 - a. het onderzoeken van grondstoffen, half- en heelfabrikaat;
 - b. het geven van schriftelijke en mondelinge adviezen, hetzij aan het Proefstation zelf, hetzij terplaatse, waar het bedrijf van den aanvrager gevestigd is;
 - c. het uitwerken van technische vraagstukken, in het bedrijf van den aanvrager voorkomende.

UIT HET REGLEMENT VAN HET "RIJKSPROEFSTATION" 1921

Reglement voor het Bestuur van het "Keramisch Instituut voor toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek" (Keramisch Instituut T.N.O.).

Artikel 1.

Het bij beschikking van den Secretaris-Generaal van het Departement van Handel, Nijverheid en Scheepvaart van 11 juli 1941, Nr. 29764 J.A. aan de Nederlandsche Organisatie voor toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek ten behoeve van Nijverheid, Handel en Verkeer (Nijverheidsorganisatie T.N.O.) in beheer overgedragen Rijksproefstation en de Voorlichtingsdienst ten bate van klei- en aardewerk wordt voortaan aangeduid met "Keramisch Instituut voor toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek", verder afgekort "Keramisch Instituut T.N.O."

Artikel 2.

Het Keramisch Instituut T.N.O. heeft tot taak de technische ontwikkeling der bedrijven op het gebied van de steen-, aardewerk-, glas- en aanverwante industrieën te bevorderen, zoome de technische voorlichting op genoemd gebied en omtrent de producten van en de grondstoffen voor de bedoelde industrieën te verschaffen. In het bijzonder zal het Keramisch Instituut T.N.O. ook spuurwerk verrichten op dit gebied. Bij de bedoelde voorlichting zal rekening gehouden worden en zoo nodig overleg worden gepleegd met reeds bestaande instanties, welke op dit gebied een taak vervullen.

UIT HET BESTUURSREGLEMENT VAN HET "KERAMISCH INSTITUUT TNO" 1941

Publikaties
grofkeramiek

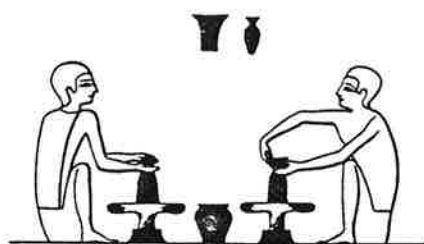
DIVERSE RAPPORTAGES

- [235] Nakken, A.J.,
 "Verslag van een studiereis naar Noord-Amerika in 1946"
 Mededeelingen van het Keramisch Instituut TNO,
 nr. 9 (1947).
- [236] Anonymus,
 "Het Keramisch Instituut TNO herleeft"
 TNO Nieuws, 4 (1949), 39.
- [237] Singer, M.J.,
 "Studiereis in de U.S.A."
 Mededeelingen van het Keramisch Instituut TNO,
 nr. 11 (1950).
- [238] Seters, A.W. van, P.H. Dal,
 "Keramisch Instituut TNO"
 Klei, 3 (1953), 6/7, P 205.

Deel II

Fijnkeramisch Onderzoek

1941-1981



Vormen van klei 3500 v Chr
(Brongniart, "Traité des arts céramiques")

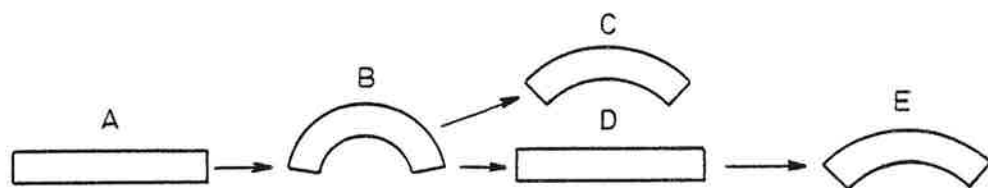
GRONDSTOFONDERZOEK

De keuze van geschikte grondstoffen wordt in de fijnkeramische industrie beheerst door tamelijk starre technologische eisen. Dat zijn bijvoorbeeld kleur, verwerkbaarheid en bakgedrag. Deze eigenschappen zijn in het algemeen moeilijk te beïnvloeden. Bovendien zijn economische motieven bij het maken van een grondstofkeuze vaak even belangrijk. Daar in het verleden het aanbod aan kleisoorten zo groot was dat gemakkelijk gekozen kon worden, hebben het Keramisch Instituut TNO en de TNO Werkgroep Fijnkeramiek weinig onderzoek verricht op dit gebied. Nu langzaam maar zeker door allerlei beperkende factoren de overvloed minder wordt zal een onderzoekprogramma getiteld "karakteriseren van kleimineralen" worden begonnen.

Het karakteriseren van kleimineralen is geenszins nieuw: het vergelijken van kleisoorten werd reeds eerder uitgevoerd [301], [310].

Dit type onderzoek is veel ingewikkelder dan op het eerste gezicht lijkt omdat in de keramische technologie zoveel verschillende factoren een grote rol spelen. Chemische analyse, granulometrie, mineralogische samenstelling enz. geven ieder voor zich informatie maar zelfs tezamen schieten ze tekort om het gedrag van een bepaalde grondstof volledig te voorspellen.

Plasticiteit is een fundamentele eigenschap van klei die vooral tot uitdrukking komt bij de vormgeving. Zonder deze eigenschap zou de op klei gebaseerde keramiek waarschijnlijk nooit zijn ontstaan. Ook in het begrip plasticiteit spelen weer vele disciplines een rol; niet alleen de korrelgrootte maar ook bijvoorbeeld de elektrische ladingen op de kleideeltjes bepalen het gedrag van de klei. In het rapport over plasticiteit [312] wordt van dit complex van eigenschappen een kort overzicht gegeven.



- A : uitgangstoestand
- B : gebogen
- C : gedroogd na fase B
- D : terug gebogen na fase B
- E : gedroogd na fase D (m.a.w. na tweemaal buigen)

Het geheugen van $\text{klei} [312]$

Publikaties GRONDSTOFONDERZOEK
fijnkeramiek

- [301] Favejee, J.Ch.L.,
 "Vergelijkend onderzoek van twee fijnkeramische kleien"
 Mededeelingen van het Keramisch Instituut TNO,
 nr. 3 (1944).
- [302] Verhorst, G.F.,
 *"Onderzoekingen en praktische proeven met de zogenaamde
 Akensche klei"*
 Mededeelingen van het Keramisch Instituut TNO,
 nr. 7 (1946).
- [303] Jong, J. de,
 "De functie van kwarts in fijnkeramische massa's"
 Klei en Keramiek, 17 (1967), 11, P 237.

Rapporten
fijnkeramiek

GRONDSTOFONDERZOEK

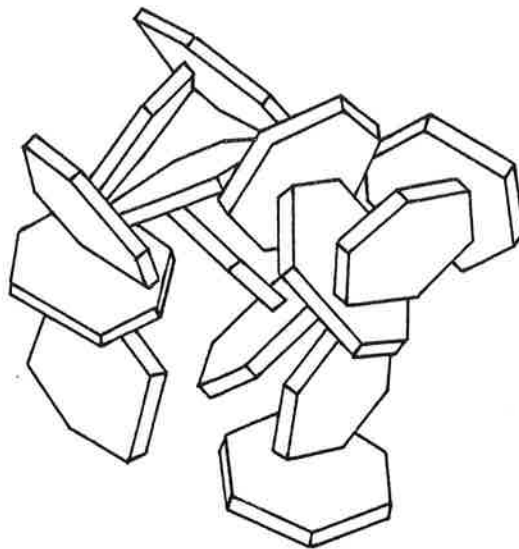
- [310] Schreurs, L.M.,
 "Vergelijkend onderzoek van Remblend- en Zettlitz-kaolien"
 C.L.-TNO, rapport, 1972, nr. 72-165.
- [311] Siskens, C.A.M.,
 "Vervanging van de kationogene detergent KAC 462"
 T.P.D.-TNO, rapport, 1975, nr. 521.200.
- [312] Siskens, C.A.M.,
 "Plasticiteit (beknopte versie)"
 T.P.D.-TNO, rapport, 1978, nr. 821.200-A.

ONDERZOEK AAN KLEI-WATER SYSTEMEN

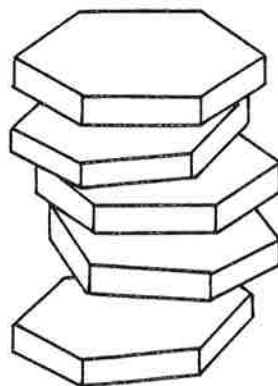
De wisselwerking tussen klei en water vormt het allerbelangrijkste facet van de keramische vormgeving. Het water verbindt de kleideeltjes en geeft ze tegelijkertijd de gelegenheid langs elkaar te bewegen; zowel de sterkte (de stijfheid) van een te vormen massa, als de mogelijkheid die massa te vervormen zonder dat ze scheurt, hangen hier van af. Keramische vormgeving is dus niet goed te bestuderen zonder aan deze wisselwerking van klei en water aandacht te besteden. Zo'n studie kan het best aanvangen met een eenvoudig systeem, bijvoorbeeld één kleisoort in water.

Het gedrag van de klei kan worden beïnvloed door aan het oppervlak van de kleideeltjes veranderingen te laten optreden, bijvoorbeeld rangschikking in een kaartenhuis-vorm of parallel. Zie de figuur op bladzijde 63. Zulke veranderingen kunnen worden teweeggebracht door adsorptie aan het kleioppervlak van ionen, hetzij eenvoudige anorganische ionen afkomstig van soda, waterglas of kalk, of meer ingewikkelde organische ionen zoals die van quebracho of van oppervlakactieve stoffen (detergenten). Omdat stoffen als quebracho zeer effectief blijken te zijn, - maar soms ook erg wisselvallig van samenstelling - is veel onderzoek verricht aan detergenten.

De rapporten en publikaties over dit onderwerp laten de aspecten van de beïnvloeding van klei door elektrolieten en detergenten zo duidelijk mogelijk naar voren komen. Daarmee vormen ze een inleiding en ondergrond voor de studies met betrekking tot de vormgeving.



Kaartenhuis -rangschikking



Parallele rangschikking

Mogelijke structuren van klei [312]

Publikaties
fijnkeramiek

ONDERZOEK AAN KLEI-WATER SYSTEMEN

- [320] Bottema, J.A.,
 "Onderzoek over het bereiden van vloeibare kleimassa's met een hoog kleigehalte met behulp van chemicaliën"
 Mededeelingen van het Keramisch Instituut TNO,
 nr. 8 (1946).
- [321] Siskens, C.A.M., J. van der Zwan,
 "De invloed van detergenten op enkele eigenschappen van kleimassa's"
 Klei en Keramiek, 26 (1976), 11, P 210.
- [322] Welzen, J.Th.A.M., J. van der Zwan, C.A.M. Siskens,
 J.M. Stevels,
 "The influence of surface-active agents on some properties of a clay mass"
 Science of Ceramics, 9 (1977), P 272.
- [323] Welzen, J.Th.A.M.,
 "The influence of surface-active agents on kaolinite"
 Dissertatie, T.H. Eindhoven, 1979.
- [324] Welzen, J.Th.A.M., H.N. Stein, J.M. Stevels, C.A.M. Siskens,
 "The influence of surface-active agents on kaolinite"
 J. Colloid Interface Sci., 81 (1981), P 455.

Rapporten
fijnkeramiek

ONDERZOEK AAN KLEI-WATER SYSTEMEN

- [325] Schreurs, L.M.,
 "Reologische eigenschappen van kleisuspensies en de beïnvloeding daarvan door toegevoegde electrolyten"
 C.L.-TNO, rapport, 1972, nr. 72-62.
- [326] Schreurs, L.M.,
 "De beïnvloeding van de reologische eigenschappen van kleisuspensies door detergents met en zonder electrolyt"
 C.L.-TNO, rapport, 1972, nr. 72-101.
- [327] Schreurs, L.M.,
 "Bezinkings- en transmissieproeven aan sterk verdunde kleisuspensies"
 C.L.-TNO, rapport, 1972, nr. 72-128.
- [328] Siskens, C.A.M., J. van der Zwan,
 "Adsorptie van detergents aan remblend-kaolien en een bedrijfsmassa"
 T.P.D.-TNO, rapport, 1975, nr. 521.200-A.

ONDERZOEK AAN ANDERE VASTE STOF-WATER SYSTEMEN

De studies aan klei-water systemen met detergents wekten de verwachting dat ook suspensies van glazuren en andere vaste stoffen door detergents beïnvloed konden worden. Dit bleek inderdaad zo te zijn: wanneer een kationogene detergent aan een dergelijke suspensie wordt toegevoegd, bezinkt de vaste stof tot een los en zacht sediment dat gemakkelijk kan worden opgeroerd, terwijl zonder detergent het bezinksel soms zo hard is dat roermotor of -as erdoor bezwijkt.

De andere publikaties die onder deze titel vermeld worden, hebben betrekking op onderzoek aan relatief eenvoudige silicaten. Deze stoffen kunnen gezien worden als modellen voor veldspaten, glazuur en dergelijke. Uit deze studie is gebleken dat deze stoffen zich in water anders gedragen wanneer hun structuur (en dus ook het oppervlak) kristallijn danwel glasvormig is. Bovendien is gebleken dat de adsorptie van kationen (calcium) uit een alkalische oplossing versterkt wordt door een gelijktijdige adsorptie van anionen (hydroxylionen).

Publikaties
fijnkeramiek

ONDERZOEK AAN ANDERE VASTE STOF-WATER SYSTEMEN

- [335] Siskens, C.A.M.,
 "Het grensvlak van calciumsilicaten en calciualuminosili-
 caten in alkalisch milieu"
 Dissertatie, T.H. Eindhoven, 1975.
- [336] Siskens, C.A.M., H.N. Stein, J.M. Stevels,
 "Surfaces of silicates in aqueous alkaline solutions"
 J. Colloid Interface Sci., 52 (1975), 2, P 244, P 251.
- [337] Siskens, C.A.M., J.M. Stevels,
 "Surface layers of crystalline and vitreous silicates in
 alkaline solution"
 J. Non Cryst. Solids, 19 (1975), P 125.
- [338] Siskens, C.A.M.,
 "Het grensvlak van enkele silicaten in alkalisch milieu"
 Klei en Keramiek, 25 (1975), 9, P 162.

Rapporten
fijnkeramiek

ONDERZOEK AAN ANDERE VASTE STOF-WATER SYSTEMEN

- [340] Schreurs, L.M.,
 "De beïnvloeding van de reologische eigenschappen van glas-suspensies, kwarts- en chamottesuspensies door toevoegen van detergenten"
 C.L.-TNO, rapport, 1972, nr. 72-154.
- [341] Siskens, C.A.M.,
 "De invloed van detergenten op glazuursuspensies"
 T.P.D.-TNO, rapport, 1977, nr. 721.200.

ONDERZOEK MET BETREKKING TOT VOORBEWERKING EN VORMGEVING

Vormgeving is de belangrijkste fase in het fijnkeramische productieproces vanwege de geweldige invloed op de rentabiliteit van de bedrijfsvoering. Vormgevingsfouten verstoren immers voortdurend alle volgende fasen van het productieproces. Aan de vormgeving is daarom van oudsher veel aandacht geschonken.

Het gietproces:

Dit veelzijdige en alom toegepaste proces (sanitair, aardewerk en porselein) vraagt om een gedegen kennis van hetgeen zich afspeelt in kleisuspensies (gietslibs). Een zeer belangrijk punt is de gietbaarheid van de kleipap, met andere woorden: het stromingsgedrag (reologie) vormt een belangrijk studieobject. Tijdens de aanzettijd, de eigenlijke vormgeving dus, zijn de filtereigenschappen van de massa het belangrijkste. Als de klei te fijn verdeeld is, verstoppen de poriën van de gipsvorm; is de klei te weinig verdeeld, dan bezinkt ze tijdens de aanzet van de scherf.

Wegens de grote gelijkenis met het gieten en omdat het zelf een belangrijke voorbewerking is, werd ook het filterpersen bestudeerd.

Veel van de vormgevingsstudies werden verricht in samenhang met het toevoegen van detergents, omdat deze de vormgeving zeer sterk kunnen beïnvloeden.

Toepassing van detergents leidt tot de volgende resultaten: de aanzettijd wordt in het algemeen korter en de scherf is iets vochtiger, maar droogt sneller; volgende produktiefasen (in leerharde respectievelijk gebakken toestand) worden niet wezenlijk beïnvloed.

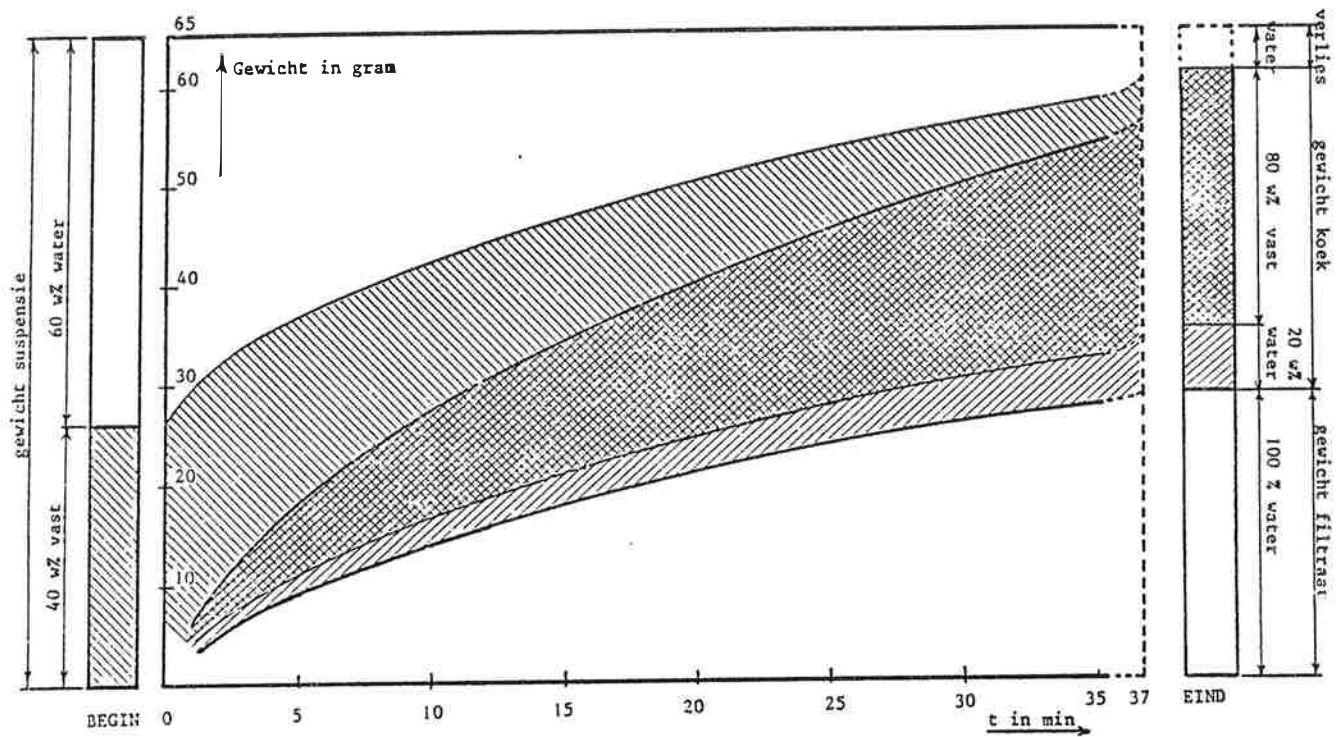
Het droogpersproces:

Een heel ander type vormgeving met zijn eigen toepassingen en problemen is het zogenaamde droogpersen. Voornamelijk wordt het toegepast bij de fabricage van wand- en vloertegels, vuurvast- en elektrokeramiek. De studie die aan dit onderwerp gewijd

werd, richt zich vooral op de perseigenschappen: de gang van zaken bij de verdichting.

Het bleek dat het persen van gespreeidroogde massa's nog nauwelijks kwantitatief in de literatuur werd beschreven en dat dus ook nauwelijks voor dit soort massa's bekend was hoe de verdichting en de sterkte afhangen van de persdruk. Zeer verschillende massa's (muurtegelgranulaat, ferrietgranulaat en een gedroogde en gemalen grofkeramische klei) bleken zich toch langs dezelfde lijnen kwantitatief te laten beschrijven.

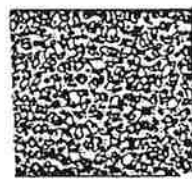
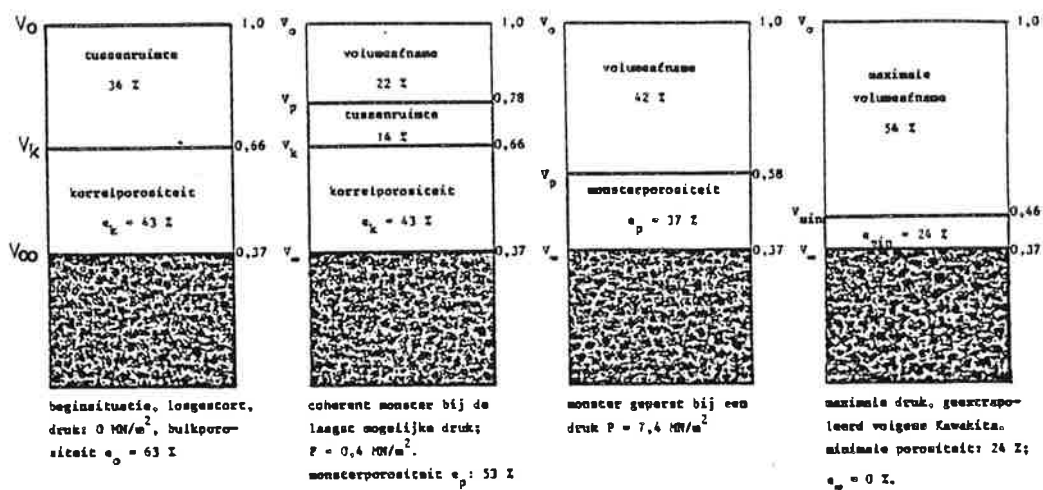
Ter afronding van dit onderwerp wordt momenteel de invloed van het vochtgehalte op de perseigenschappen bestudeerd.



Verloop van massa-stromen tijdens filter -
persen [362]

Publikaties ONDERZOEK MET BETREKKING TOT VOORBEWERKING EN
Fijnkeramiek VORMGEVING

- [345] Dal, P.H.,
 "Rapport over een onderzoek naar de gietbaarheid van klei"
 Klei, 1 (1951), 12, P 52.
- [346] Zwan, J. van der, C.A.M. Siskens,
 "De breeksterkte van leerharde kleiplaatjes"
 Klei en Keramiek, 27 (1977), 5, P 82.
- [347] Zwan, J. van der, C.A.M. Siskens,
 *"The compaction and mechanical properties of some
 spray-dried ceramic materials"*
 Science of Ceramics, 10 (1981), P 52.



Schematisch verloop van de verdichting onder druk voor een muurtegelgranulaat, uitgaande van 1 dm^3 , $0,97 \text{ kg}$ NIRO-GRANULAAT [361]



Aan geadresseerde

bezoekadres
laan van westenenk 501
apeldoorn

postadres
postbus 342
7300 AH apeldoorn

telex 36395 tnoap nl
telefoon 055 - 77 33 44

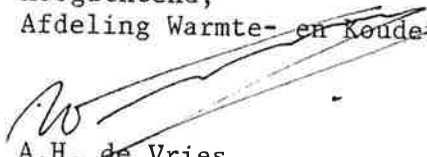
datum poststempel
uw brief
ons nummer 9416/8711-40240/VRS/AV
bijlagen 1
onderwerp rapport nr. 81-09056

Geachte heer/mevrouw,

Het is thans 40 jaar geleden, dat TNO begon met speurwerk en voorlichting ten bate van de Nederlandse Keramische Industrie.

Ter gelegenheid hiervan werd het rapport "40 JAAR KERAMISCH SPEURWERK" samengesteld, dat wij u hierbij aanbieden.

Hoogachtend,
Afdeling Warmte- en Koudetechniek


A.H. de Vries
Werkgroep Grofkeramiek



Rapporten ONDERZOEK MET BETREKKING TOT VOORBEWERKING EN
Fijnkeramiek VORMGEVING

- [351] Schreurs, L.M.,
 *"De beïnvloeding van de filtereigenschappen van een giet-
slib door toevoeging van detergents"*
 C.L.-TNO, rapport, 1972, nr. 72-131.
- [352] Padmos, A.A.,
 *"Toepassing van detergents in gietslibs en andere
suspensies"*
 C.L.-TNO, rapport, 1973, nr. 73-51.
- [353] Siskens, C.A.M., J. van der Zwan,
 *"Bepaling van de buigsterkte van "leerharde" kleiplaatjes
in afhankelijkheid van vochtgehalte en toegevoegde deter-
gents"*
 T.P.D.-TNO, rapport, 1974, nr. 402.222.
- [354] Siskens, C.A.M.,
 *"Het droogpersproces, problemen, gegevens en mogelijkheden
tot onderzoek"*
 T.P.D.-TNO, rapport, 1974, nr. 402.223.
- [355] Zwan, J. van der, C.A.M. Siskens,
 *"Het droogpersproces, deelrapport 1, Beschrijving materialen
en werkwijze"*
 T.P.D.-TNO, rapport, 1977, nr. 721.201.
- [356] Zwan, J. van der, C.A.M. Siskens,
 *"Het droogpersproces, deelrapport 1A, Aanvulling
deelrapport 1"*
 T.P.D.-TNO, rapport, 1978, nr. 821.201-A.
- [357] Zwan, J. van der, C.A.M. Siskens,
 *"Het droogpersproces, deelrapport 2, Beschrijving theorieën
en wiskundige verbanden"*
 T.P.D.-TNO, rapport, 1978, nr. 821.201-B.
- [358] Zwan, J. van der, C.A.M. Siskens,
 *"Het droogpersproces, deelrapport 3, Vergelijkend onderzoek
industriële werkwijze en laboratoriummethodiek"*
 T.P.D.-TNO, rapport, 1978, nr. 821.201-C.
- [359] Zwan, J. van der, C.A.M. Siskens,
 *"Het droogpersproces, deelrapport 4, Onderzoek aan gesproei-
droogde ferriet-granulaten"*
 T.P.D.-TNO, rapport, 1978, nr. 821.201-D.
- [360] Zwan, J. van der, C.A.M. Siskens,
 "Het droogpersproces, deelrapport 5, Korrelsterktemetingen"
 T.P.D.-TNO, rapport, 1978, nr. 821.201-E.
- [361] Zwan, J. van der, C.A.M. Siskens,
 *"Het droogpersproces, deelrapport 6, Beschrijving pers-
mechanismen muurtegelgranulaten en ferrieten"*
 T.P.D.-TNO, rapport, 1979, nr. 921.201-A.

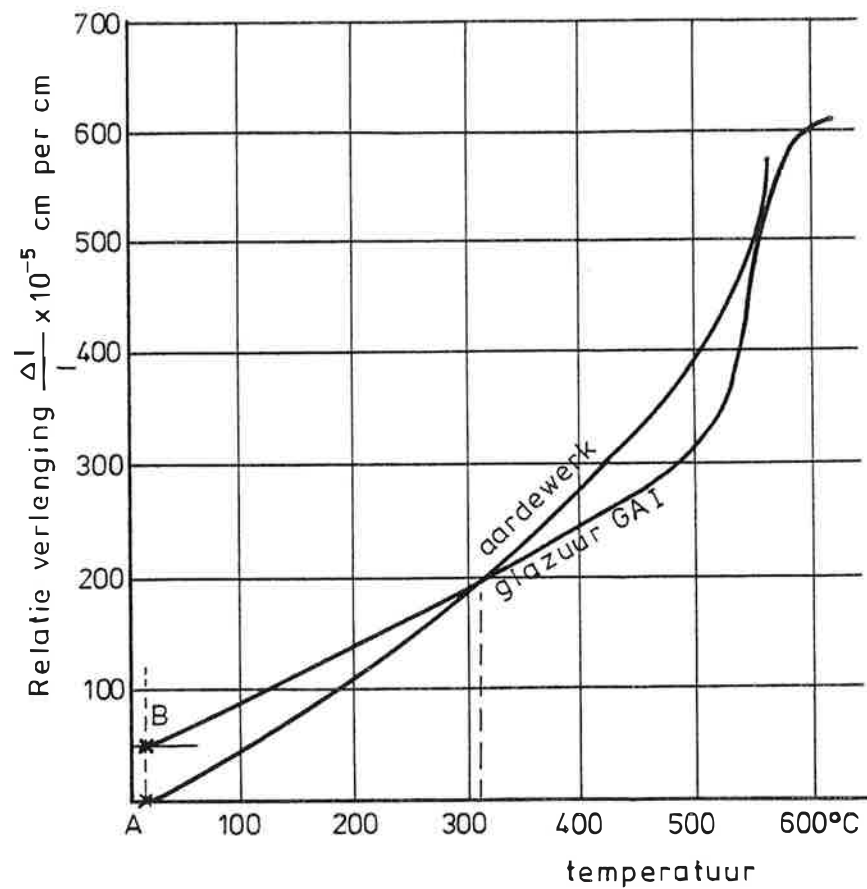
- [362] Zwan, J. van der, C.A.M. Siskens,
 "Het filterpersproces, een oriënterend onderzoek"
 T.P.D.-TNO, rapport, 1980, nr. 021.200.
- [363] Zwan, J. van der, C.A.M. Siskens,
 *"Het droogpersproces, deelrapport, 7, Het drogen en
 bevochtigen van granulaten"*
 T.P.D.-TNO, rapport, 1980, nr. 021.201-A.
- [364] Zwan, J. van der, C.A.M. Siskens,
 "Voorstel voor een vervolgonderzoek over het droogpersproces"
 T.P.D.-TNO, rapport, 1980, nr. 021.201-B.
- [365] Zwan, J. van der, C.A.M. Siskens,
 "Doelstellingen van het droogpersonderzoek"
 T.P.D.-TNO, rapport, 1980, nr. 021.201-C.
- [366] Zwan, J. van der, C.A.M. Siskens,
 "Oriënterend onderzoek naar het droogpersen van bakstenen"
 T.P.D.-TNO, rapport, 1981, nr. 021.330.

ONDERZOEK AAN GEBAKKEN PRODUCTEN

Onder deze titel staan twee thema's centraal: de eigenschappen van de gebakken scherf en de eigenschappen van de glazuurlaag, eventueel in wisselwerking met de scherf.

De sterkte van aardewerk hangt vooral af van de porositeit welke op zijn beurt bepaald wordt door de samenstelling van de grondstoffen en de toegepaste bakcyclus. Het klassieke kalkaardewerk is een voorbeeld van een massa die zeer poreus blijft. Een grote verbetering in eigenschappen wordt verkregen door de samenstelling zo aan te passen dat ze gaat lijken op die van anorthiet (calciumveldspaat, $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$). Veel onderzoek is verricht naar de invloed van samenstelling en korrelgrootteverdeling op de porositeit en de sterkte van dit veldspaat-aardewerk. Zeer omvangrijk werk is ook verricht aan de spanning in glazuurlagen en naar goede meetmethoden van die spanning. Staat nl. een glazuurlaag niet onder voldoende drukspanning dan kan door uitzetting van de scherf de glazuur langzaam maar zeker onder trekspanning komen en daardoor scheuren. Uitzetting van de scherf vindt vooral plaats door vochtabSORPTIE; de resulterende zogenaamde vochtexpansie is diepgaand onderzocht. Het blijkt uit deze studie dat het gehalte aan vrij kwarts dat na het stoken nog in de scherf aanwezig is, zo laag mogelijk moet zijn.

Het Keramisch Instituut TNO heeft ook nog een onderzoek gewijd aan het zogenaamde sinaasappel-effect. Deze glazuurfout is echter ondanks de grote onderzoeksinspanning nog steeds niet afdoende verklaarbaar.



Dilatatie van de gebakken aardewerk -
massa R5 en het glazuur GA I [372]

Publikaties
fijnkeramiek

ONDERZOEK AAN GEBAKKEN PRODUKTEN

- [370] Jong, J. de,
 "Onderzoekingen over het gedrag van glazuren op keramische onderlagen"
 Klei, 1 (1951), 9, P 3.
- [371] Dal, P.H., W.A. Zuleger,
 "De Harkorttest"
 Klei, 5 (1955), 1, P 16.
- [372] Robredo Olave, J., P.H. Dal,
 "Bepaling van de spanning in een glazuurlaag met behulp van de thermische schok"
 Klei, 6 (1956), 2, P 64.
- [373] Dal, P.H., W.A. Zuleger, W.J.H. Berden,
 "Vochtexpansie van aardewerk"
 Klei, 6 (1956), 8, P 331.
- [374] Anonymus,
 "Laboratoriumonderzoek naar de fysische en mechanische eigenschappen van veldspaataardewerk"
 Klei en Keramiek, 13 (1963), 10, P 287.
- [375] Seters, A.W. van,
 "Some laboratory experiences about the technique of glazing of fine ceramic products and its relations to surface defects such as orange-peel"
 Trans. IXth Int. Ceram. Congr., Brussel (1964), P 259.
- [376] Welzen, J.Th.A.M., C.A.M. Siskens,
 "De invloed van detergenten op de buigbreeksterkte en de structuur van gebakken kleiplaatjes"
 Klei en Keramiek, 27 (1977), 9, P 150.

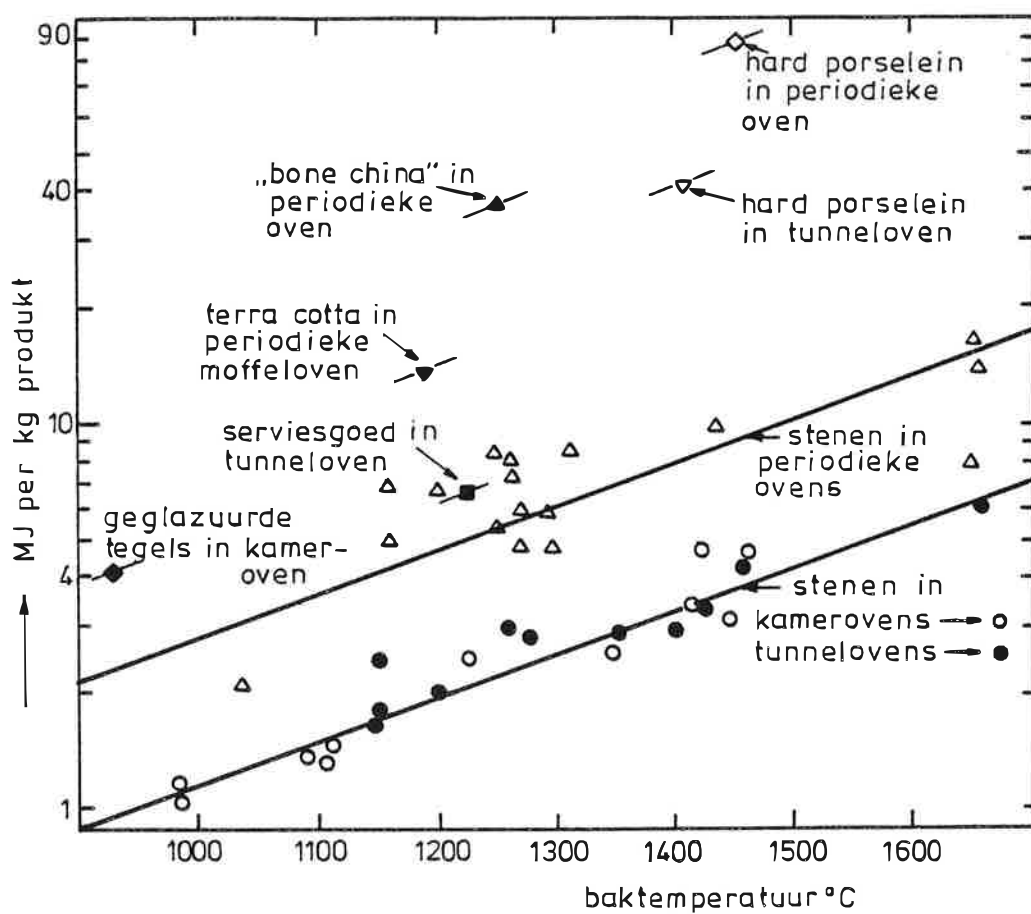
Rapporten
fijnkeramiek

ONDERZOEK AAN GEBAKKEN PRODUKTEN

- [380] Welzen, J.Th.A.M.,
 "De invloed van detergenten op de buigbreeksterkte en structuur van gebakken kleiplaatjes"
 T.P.D.-TNO, rapport, 1975, nr. 521.200-B.

DIVERSE RAPPORTAGES

Naast een publikatie waarin een verslag wordt gegeven van de oprichting van de TNO Werkgroep Fijnkeramiek valt in deze rubriek een rapport over het energiegebruik in de fijnkeramische industrie. Uit dit rapport blijkt, dat de Nederlandse fijnkeramische bedrijven geen buitengewoon afwijkend energiegebruik hebben in vergelijking met aan de literatuur ontleende gegevens. Anderzijds blijkt wel, dat in de bedrijven nog bijzonder weinig kennis aanwezig is op het gebied van "energiemanagement".



Het energieverbruik per kg produkt als functie van de baktemperatuur [390]

Publikaties
fijnkeramiek

DIVERSE RAPPORTAGES

- [385] Padmos, A.A., e.a.,
 "Veelbelovend debuut van een nieuwe Werkgroep"
 Klei en Keramiek, 19 (1969), 10, P 267.

Rapporten
fijnkeramiek

DIVERSE RAPPORTAGES

- [390] Siskens, C.A.M., J. van der Zwan,
 "Inventarisatie energiebesparing industrie: de fijnkera-
 mische industrie"
 T.P.D.-TNO, rapport, 1979, nr. 921.232.

TNO-DIENSTENPAKKET VOOR DE KERAMISCHE INDUSTRIE

1. Algemene taak

De taak van TNO in de keramieksector is het verrichten van algemeen toepasbare research en het geven van voorlichting ten behoeve van de technische ontwikkeling van de Nederlandse keramische industrie.

TNO verricht de research en het voorlichtingswerk op verzoek van de brancheorganisaties van de Nederlandse keramische industrie.

TNO fungeert daarbij als onafhankelijk centrum van kennis der keramiek.

Bij de bedoelde voorlichting wordt rekening gehouden en zonodig overleg gepleegd met andere op dit gebied werkzame instanties.

De keramische industrie is in de breedste zin op te vatten als producent van onder meer metselbakstenen, keramische dakpannen, zuur- en vuurvaste materialen, gresbuizen, plavuizen, wand- en vloertegels, sanitair, huishoudelijke- en sierkeramiek (aardewerk en porselein), elektrokeramiek en als leverancier van keramische grondstoffen.

Onderzoek en voorlichting beogen in het bijzonder:

- verhoging van het niveau van technologische kennis in de industrie,
- bevordering van het doelmatig gebruik van grondstoffen,
- vermindering van energiekosten bij de fabricage,
- beperking van investeringsrisico's,
- verbetering van de produktkwaliteit,
- vergroting van het assortiment keramische produkten,
- opvoering van de arbeidsproduktiviteit,
- structurele verbetering van de arbeidsomstandigheden,
- beperking van schadelijke milieu-effecten bij de fabricage,

Voorts verleent TNO terzake van de fabricage en toepassing van keramiek diensten aan individuele opdrachtgevers in binnen- en buitenland, aan de overheid en aan ontwikkelingslanden.

2. Grofkeramisch en Fijnkeramisch onderzoek

De taak wordt uitgevoerd door een TNO-Werkgroep Grofkeramiek in het TNO-complex te Apeldoorn en een TNO-Werkgroep Fijnkeramiek, gevestigd in de Technische Hogeschool te Eindhoven.

De Werkgroep Grofkeramiek is gespecialiseerd in onderzoek en voorlichting inzake de fabricage van voornamelijk grove bouwkeramiek.

De Werkgroep Fijnkeramiek richt zich vooral op de verwerking van natuurlijke en synthetische grondstoffen tot hoogwaardiger soorten keramiek.

De groepen werken nauw samen. Ze wisselen kennis uit en coördineren onderzoekingen, die daarvoor in aanmerking komen.

3. Werkgebied en werkwijze

Tot het werkgebied van de groepen Grof- en Fijnkeramiek behoren o.a.:

- a: Evaluatie van grondstoffen (afvalstoffen) voor keramisch gebruik aan de hand van mineralogische en chemische analyses, fysische bepalingen en speciale onderkenningproeven met betrekking tot reologisch gedrag, drooggedrag, bakgedrag en de eigenschappen van het gebakken materiaal.
- b: Onderzoek naar, respectievelijk specificatie van de optimale samenstelling van keramische massa's.
- c: Onderzoek betreffende, respectievelijk specificatie van deelbewerkingen, zoals:
 - De bereiding van granulaten, plastische massa's en gietmassa's
 - De vormgeving door gieten, draaien, nat persen, extrusie, droog persen, enzovoorts
 - Het drogen in diverse droogsystemen
 - De oppervlaktebehandeling door bijvoorbeeld glazuren, engoberen, decoreren
 - Het bakken in de verschillende soorten continue en periodieke ovens.

- d: Onderzoek, specificatie en ontwikkeling van duurzame produktiemiddelen, zoals ovens en drogers.
- e: Ontwikkeling en specificatie van systemen voor proces- en kwaliteitsbewaking.
- f: Kwaliteitsonderzoek, specificatie van de ontwerp kwaliteit en keuringen van gereede produkten.

De voorlichting geschiedt door middel van publikaties, rapporten, voordrachten, cursussen en voorts door directe consultatie op de bedrijven of bij TNO.

Regelmatig contact met de industrie (bijvoorbeeld door bedrijfsbezoeken), literatuurstudie, deelneming aan colloquia met betrekking tot het vakgebied, contacten met buitenlandse keramische researchcentra, verkenning van technische ontwikkelingen elders en een voortdurende evaluatie van de eigen onderzoeksresultaten, dragen bij tot een doelmatige aanpak van voorgelegde problemen.

4. Onderzoeksfaciliteiten

Beide Werkgroepen hebben de beschikking over laboratoria met moderne onderzoeksapparatuur.

In de eerste plaats zijn dit de eigen keramische laboratoria met specifieke apparatuur voor onderzoek aan grondstoffen, half-fabrikaten en gebakken produkten en voor onderzoek met betrekking tot de massabereiding, de vormgeving, het drogen, het bakken en de verschillende keramische oppervlaktebehandelingen.

Vanwege het multidisciplinaire karakter van de keramiek wordt tevens gebruik gemaakt van het grote potentieel aan kennis en onderzoeksapparatuur, die in het TNO-complex Apeldoorn en aan de T.H.-Eindhoven direct voorhanden zijn.

Wat betreft de kennis kan een beroep worden gedaan op disciplines zoals chemische en fysische technologie, procestechnologie, warmte- en energietechniek, stromingstechniek en materiaalkunde.

Van de apparatuur zijn onder meer te noemen:

- geavanceerde instrumenten voor mineralogisch-, chemisch- en fysisch-materiaalonderzoek (bijvoorbeeld rasterelektronen-microscopen met EDAX)
- een grote verscheidenheid in inrichtingen voor basisbewerkingen van grondstoffen, zoals brekers, maalinrichtingen, mengers, zeven, sproeidrogers, enzovoorts
- hydraulische persen
- ovens voor hoge temperaturen
- compleet uitgeruste meetwagens voor energie- en milieuonderzoek
- apparatuur voor sterktemetingen
- klimaatcellen, c.q. -kamers
- faciliteiten voor onderzoek aan zowel schaalmodellen als wiskundige modellen van ovens en drogers

Verder is het gebruik van bijvoorbeeld de computers en de bibliotheken in beide vestigingen bijzonder waardevol.

Ook andere TNO-laboratoria verlenen, wanneer nodig, steun bij de uitvoering van speurwerkprojecten. Zo wordt bijvoorbeeld ten aanzien van de kwaliteitsbeoordeling van bouwkeramiek samengewerkt met het Instituut TNO voor Bouwmaterialen en Bouwconstructies te Rijswijk (Z.H.).

5. Begeleiding van het onderzoek

Voor de programmavaststelling en de begeleiding van het collectieve deel van het grof- en fijnkeramisch onderzoek is voor elk van beide groepen een commissie ingesteld. Voor de werkgroep Grofkeramiek is deze samengesteld uit vertegenwoordigers van de Vereniging De Nederlandse Baksteenindustrie (DNB), de Vereniging van Dakpannenfabrikanten Nedaco en TNO. Voor de werkgroep Fijnkeramiek bestaat de commissie uit vertegenwoordigers van de Algemene Vereniging voor de Nederlandse Aardewerkindustrie (AVA), N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken (HIG Elcoma) en TNO. De commissies komen gewoonlijk tweemaal per jaar bijeen.

6. Toekomstige behoefte aan research en voorlichting

Tengevolge van de voortschrijdende mechanisatie en automatisering van de fabricage van keramiek, wijzigingen in de marktpositie, beperkingen in de grondstofkeuze, het toenemend belang van een doelmatig gebruik van energie en van de zorg voor het milieu, zal de behoefte aan eigentijdse technologische informatie eerder toe dan afnemen.

TNO is in staat en bereid door wetenschappelijk verantwoord onderzoek en objectieve voorlichting mede in die behoefte te voorzien. Door haar onafhankelijke positie kan zij daarbij werk voor derden strikt vertrouwelijk behandelen.

TNO beschikt over de noodzakelijke gedifferentieerde deskundigheid en onderzoeksfaciliteiten en is op grond hiervan bij uitstek geschikt als nationaal centrum voor algemeen toepasbare research, voorlichting en arbitrage.

Moge het TNO-werk ook in de toekomst blijven bijdragen tot een gezonde ontwikkeling van de Nederlandse keramische industrie.

LIJST VAN SCHRIJVERS

Amerongen, H. van,	16, 28,
Anonymus	2, 3, 12, 13, 14, 66, 75, 87, 110, 112, 113, 116, 117, 119, 120, 121, 122, 227, 236, 374,
Berden, W.J.H.	373,
Boschloo, G.A.	226,
Bottema, J.A.	320,
Brugh, J.H.A.M. van der	175, 177, 178,
Claus, J.	132, 140, 144, 149, 169,
Colon, F.J.	21,
Dal, P.H.	4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 51, 70, 73, 109, 114, 115, 238, 345, 371, 372, 373,
Douma, G.H.	18, 19, 20, 126, 127, 128,
Favejee, J.Ch.L.	301,
Hisschemöller, F.W.	73, 75, 199, 200,
Jong, J. de	303, 370,
Kamphuis, M.A.	213,
Kiel, M.	225,
Klaarenbeek, F.W.	123,
Klugt, L. J.A.R. van der	15, 17, 54, 85, 88, 89, 91, 217,
Leniger, H.A.	65,
Macha, M.	102,
Muyderman, C.D.	106,
Nakken, A.J.	100, 101, 235,
Nievergeld, P.G.M.	159, 162, 164, 171, 175, 177, 178, 179, 180
Padmos, A.A.	352, 385,
Pfefferkorn, K.	58,
Robredo Olave, J.	372,
Schreurs, L.M.	310, 325, 326, 327, 340, 351,
Seters, A.W. van,	51, 109, 238, 375,
Singer, M.J.	45, 46, 47, 48, 49, 50, 67, 68, 71, 103, 201, 237,

Siskens, C.A.M.	60, 311, 312, 321, 322, 324, 328, 335, 336, 337, 338, 341, 346, 347, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 363, 364, 365, 366, 376, 390,
Stein, H.N.	324, 336,
Stevens, J.M.	322, 324, 336, 337,
Velden, J.H. van der	11, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 52, 55, 57, 59, 68, 72, 74, 76, 77, 80, 84, 86, 92, 96, 97, 98, 99, 118, 125, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 141, 142, 143, 145, 146, 147, 148, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 160, 161, 163, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 172, 173, 174, 176, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 226, 229, 230, 231, 232,
Verhorst, G.F.	1, 124, 302,
Vermeulen, P.B.C.	53, 78, 79, 111,
Vierhout, R.R.	69, 104, 105, 107, 108, 202,
Voskuil, J.	75, 108,
Vries, A.H. de	30, 31, 57, 146, 147, 148, 154, 156, 161, 167, 207,
Vries, J. de	90,
Welzen, J.Th.A.M.	322, 323, 324, 376, 380,
Wentink, G.	140, 144, 149, 159, 162, 171, 175, 177, 178, 180
Westenberg, H.L.	29, 213, 228, 229,
Zijthoff, H.G. ten	81, 82, 83,
Zuleger, W.A.	371, 373
Zwan, J. van der	60, 321, 322, 328, 346, 347, 353, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 363, 364, 365, 366, 390.

LIJST VAN TREFWOORDEN

A

afvalemil	31
afvalstoffen, diverse	20,30,31,43
agglomeraten, sterkte	360
Akensche klei	302

B

bakproces, algemeen	102,109,152,156,160 164,172,173,174
bevochtigen, van granulaten	363
bevrozen, van vormlingen	73,79
blauwstoken, van dakpannen	124
blinde scheuren	75
bouwkeramiek, kwaliteit	209
buigsterkte, van leerharde proefstukken	346,353

C

calcium(alumino)silicaten	335,336,337,338
calciumsulfaat, ontleding	145
chamottesuspensies, reologie	340
chemische analyses, voorschriften	29
consistentiediagram	55,59
consistentiemetingen	45,47,55,58,59
consistentie stabiliteit	96

D

deformatiediagram	131
detergenten, invloed van	321,322,323,324,326, 328,340,351,352,353, 376,380
dichtheid, van klei	206
differentieel thermische analyse	5
dilatometercurven	127
draaitafelpers	57
droogcondities van de lucht	87,97
droogeigenschappen, van klei	72,74,76,83,85,88,89, 91,96
drooginrichtingen	66,67,68,71,80,90
droogonderzoek	77,84,86
droogpersen	60,347,354,355,356, 357,358,359,360,361, 363,364,365,366
droogplaten	78
droogproces, algemeen	65,70,92,98,99,363
droogsnelheidsdiagram	77,86

E

electrolyten, invloed van	7,8,9,320,325,326
emissiefactoren	232
emissiemetingen, aan ovens	227
energiebesparingen	132,169,390
evenwichtswatergehalte	12,36

F

ferrietgranulaten, verdichting	361
filterproces	362
fluoriden	226,228,229,230,231

G

gecalcineerde klei	3,17,18,40
geelbakkende klei	26,114,115,123,167
gietslibs, reologie	345,351,352
glassuspensies, reologie	340
glazuuronderzoek	370,371,372,375
glazuursuspensies, reologie	341
granuleren	360

H

hardheidsbepaling	207,211
havenslib, toepassing van	43
huishoudelijk afval, gebruik van	21,30

K

kalk, mobiele	212,213
kalkhoudende toeslag	26
klei, eigenschappen	6,11,16,20,22,28,33,44
klei, evaluatie	24,39
korrelgrootteanalyse:	
- areometermethode	1,23,27,34,37,38
- pipetmethode	4,32
- voorbehandeling monster	10,35
korrelsterkte	360
kwarts, functie in massa's	303

L

leklucht, bij ovens	103,122
lossen, van dakpannen	50
luchtgehaltebepaling in klei	51

M

maatvastheid, van baksteen	205
mengen, van klei	53
Mollierdiagram, van lucht	97
muurtegelgranulaten, verdichting	361

N

natuurdroging 69,73,74,79

O

ontluchten, van klei 48,51,54
oppervlakteactieve stoffen, invloed van 322,323,324
ovenonderzoek, algemeen 106,107,111,141
ovens, continue kamerovens 100,101,103,104,105,
108,110,112,113,116,
117,120,121,122,140,
144
ovens, tunnelovens 118,125,134,148,149,
150,163,165,168,176
ovens, periodieke ovens 129,130,142,146,153,
157,159
ovens, modelonderzoek 135,162,171,175,177,
178,179,180

P

papierafdichting, van ovens 103
persmechanismen 347,361
Pfefferkornstuikproef 55,58,59
plasticiteit 44,55,59,312

R

rammelproof, voor straatsteen 199
reactiewarmte, van klei 151

S

sinterdeformatie 13,14,131,143,147,
154,155
sinterdiagram 166
sintergedrag 126,128,133,143,158,
166,174
specifiek oppervlak, totaal 19,20,36
stoombewerking, van klei 46,52,72,74,79,87,89
stoomdiagram 52
stralingsvriesproef 203,215,216
strengpersprocédé 48,51,54

T

temperatuurvereffeningscoëfficiënt 161

U

uitslagtoets 210

V

veldspaataardewerk	374
ventilatoren	81,82
verdichting onder druk, van granulaten	347,358,361
verschralen van klei	3,17,18,25,41,42
vochtexpansie, van aardewerk	373
vormgevingsdiagram	22,33
vorstbestandheidsonderzoek	203,215,216,217,219

W

waterabsorptie	200,204,214,218
waterdoorlatendheid, van dakpannen	201,202
Winklerdiagram	6

Z

zaktijd, in vlamovens	120,121
zandtoeslag	17,18,25,42

