

Een oriëntatie over het mengen in de grofkeramische industrie*)

door P. B. C. VERMEULEN

Publicatie van het Keramisch Instituut T.N.O.

Bij de voorbereiding voor de vervaardiging van grofkeramische produkten ondergaat de klei in de diverse machines een bepaalde bewerking.

Het doel is het verkrijgen van een zo homogeen mogelijk kleimengsel, zodat het gereede produkt een zo groot mogelijke gelijkmatigheid in fysische en chemische eigenschappen vertoont. De eisen voor de gelijkmatigheid in eigenschappen zijn afhankelijk van het gebruiksdoel van het produkt.

Het is van belang het resultaat van de kleibewerking (in hoofdzaak het mengeffekt) door de diverse machines te kunnen vaststellen.

Bij het oriënterende onderzoek naar dit mengeffekt was de beoordeling van de homogeniteit gebaseerd op kleurverschillen in natte kleimonsters.

Op een fabriek waar de aangevoerde klei goed zichtbare kleurverschillen vertoonde, was voor de kleibewerking een serie machines in gebruik.

Van de klei, die tijdens het toebereidingsproces door een bepaalde machine was bewerkt, werd een monster getrokken. Dit kleimonster werd op een planeet-roerder zodanige tijd gemengd dat op grond van de visuele waarnemingen een „homogeen” mengsel was verkregen. Deze mengtijd gaf een indicatie over het bereikte mengeffekt door de verschillende machines in de praktijk.

Gemeend wordt, dat het van belang is een systematisch onderzoek te verrichten naar de meng-eigenschappen van de diverse machines en naar de eisen die aan de homogeniteit van de bewerkte grondstoffen en de produkten moeten worden gesteld.

An orientation towards clay-mixing in the heavy clay-industry

Discussion on the object and results in consequence of the treatment of the raw materials by a range of different kinds of clayworking machinery used in the heavy clay-industry (Building materials).

Exact numbers about the results of the treatment by each machine are mostly missing, only the physical or chemical properties of the products in the dried or burned state are investigated. Anyhow there is the endeavour at the most homogeneous state of the products. The desired grade of the homogeneous state of the products depends on their application in practise. During the treatment in the different machines (grinding, dis-integrating, blending and the moisture distribution), the homogeneous state is increasing in many aspects (grainsize, watercontent, chemical composition, plasticity). This investigation is restricted to the visual judgment of the homogeneous state, based on the colour of wet clay samples in the different states of the process.

In a brick-plant the dugged clay differs in colour. The plant has a number of different clayworking machines.

A sample of clay after each machinery was mixed for a second time in a laboratory planet-mixer till a homogeneous colour was achieved. These second mixing-time gives an indication about the already achieved homogeneous state by means of the machinery in practise. In this way the operation of each machinery could be determined. More systematic research in this field is desirable.

Reeds in de verre oudheid ondervonden de vervaardigers van keramische produkten de moeilijkheid, dat de gevonden klei veelal zonder meer niet geschikt als er „vorm” aan te kunnen geven.

In het meest eenvoudige geval moest de klei worden gekneed en met water gemengd. Later ging men er toe over verschillende kleisoorten te mengen en gebruik te maken van niet plastische toeslagstoffen.

Verkleinen en zuiveren van de grondstoffen gaan meestal aan het mengen vooraf. Alle behandelingen die de grondstoffen vóór de vormgeving ondergaan worden samengevat door het woord „voorbewerking”.

Wanneer men een klei wil zuiveren van b.v. stukjes gesteente, schelpen, houtresten, dan is de meest voor de hand liggende manier, de klei in water te suspenderen en de dunne kleislib een zeef te laten passeren, waarop de veront-

*) Verkorte weergave van een voordracht gehouden voor de Vereniging Klei Industrie op 26 september 1962.

reiniging achterblijft. Wanneer de toeslagstoffen, b.v. kwarts, dolomiet en veldspaat, gemalen en eveneens in water gesuspenseerd zijn, dan zullen deze en de klei-suspensie vrij gemakkelijk te mengen zijn. Deze wijze van mengen heeft tot gevolg, dat het waterige mengsel moet worden ingedikt voor het bereiken van een zodanige consistentie, dat een bepaalde vormgeving mogelijk is. Dit gaat gepaard met een vrij hoog energie- en/of warmteverbruik.

Naast deze gang van zaken worden voor de fijnkeramiek nog andere wijzen van voorbereiding toegepast.

Bij de grofkeramiek heeft men de weg van de natte zuivering (mengen van suspensies) niet ingeslagen, vooral omdat de voorbereidingskosten te zwaar zouden drukken. Bovendien zou men kunnen stellen, dat een grofkeramisch kleimengsel niet een zodanige homogeniteit behoeft te hebben als b.v. in de fijnkeramiek gewenst is. Hierop komen wij later nog terug. In de Nederlandse grofkeramische industrie vindt de voorbereiding van klei ongeveer plaats bij een consistentie, waarvan tevens wordt uitgegaan voor de vormgeving. Deze consistentie varieert van vrij slap bij het handvormen en het vormbakpersen tot vrij stijf bij de strengpersvormgeving, het droogpersprocédé buiten beschouwing latend.

Het voorbereiden van de klei kan omvatten:

- a) Het afscheiden van materiaal, dat schadelijk zou kunnen zijn voor het gereede produkt of voor de machines die de klei moet passeren, b.v. plantenwortels, hout, stenen, metaaldelen enz.
- b) Het mengen van te droge klei met water of het mengen van te natte met drogere klei voor het bereiken van de vereiste consistentie.
- c) Het doseren en mengen, indien gebruik wordt gemaakt van meerdere kleisoorten of toeslagstoffen, zoals zand, zaagmeel, steengruis, mergel of chemicaliën.

Aangezien de gebruikte machines een onderdeel vormen bij onze oriëntatie over het mengen in de grofkeramische industrie, volgen hieronder de verschillende typen. Vele van de in ons land gebruikte machines zijn van Duitse afkomst, in sommige gevallen is de Duitse naam hier nog gangbaar.

- 1) Steenafscheider/Kollerwals : Verwijderen van stenen (grint) uit de klei.
- 2) Kleireiniger : Verwijderen van stenen, hout en wortels.
- 3) „Kastenbeschicker” : Doseren van de componenten voor het kleimengsel, tevens voor het reguleren van de grondstof naar de persinstallatie.
- 4) Voormaler (met of zonder zeefplaat) : Mengen van de componenten en zonodig d.m.v. water op de gewenste, meestal slappe consistentie brengen.
- 5) Kollergang : Verkleinen van harde componenten, compacte kleikluiten, eventueel verkleinen van onschadelijk gesteente, tevens al wrijvend mengen van de componenten.
- 6) Kleirasp : Verkleinen van kleikluiten door het laten passeren van de klei door gaten in de opstaande cylinderwand; grotere verontreinigingen worden tegengehouden.
- 7) Walsen : Verkleinen van gesteenten of harde kleistukjes, tevens een mengeffekt.

- 8) „Rundbeschicker“ : Reguleren van de grondstofstroom naar de persinstallatie.
- 9) Dubbelassige menger : Mengen van de componenten, zonodig met Dikwijls als één unit met de strengpers.
- 10) Strengpers : Zeer fijne verdeling van de klei (schilfers bij ontluchting), vormgeving.

Afhankelijk van de te gebruiken klei (of kleisoorten) en de specifieke verontreinigingen of klei-eigenschappen, worden alle of sommige van de bovengenoemde machines in een strengpersbedrijf toegepast.

Bij de steenfabricage volgens het vormbakprocédé wordt na de „Kastenbeschicker“ een zogenaamde voormaler toegepast. In deze voormaler (ijzeren trog met een in de lengterichting daarvan liggende, draaiende as, voorzien van schoepen) wordt de klei (kleimengsel) met water vermengd, waarbij de kleikluiten uiteenvallen.

Het mengsel (slappe consistentie) verlaat meestal via een zeefplaat de voormaler. Tegenwoordig wordt de werking van de voormaler versterkt door het inleiden van stoom. Hierdoor vallen de kleiklontjes sneller uitéén. In het algemeen is het aantal machines bij de kleivoorbewerking voor het handvorm- of vormbakprocédé kleiner dan voor het strengpersprocédé. Hiervoor zijn verschillende oorzaken te noemen. In het eerste geval is de klei meestal magerder dan bij de strengpers-vormgeving en wordt de klei veel slapper verwerkt (bevat meer water). Hoe slapper de consistentie is, des te gemakkelijker kan het mengen plaats vinden. Bovendien zal bij het strengpersprocédé veel meer hinder en schade ondervonden worden, wanneer de voorbereikte klei nog verontreinigingen en/of harde stukjes klei bevat. De oppervlakken van de strengpers-produkten zouden hierdoor kunnen worden beschadigd en bij de fabricage van holle produkten kunnen de spleten in het mondstuk van de strengpers worden geblokkeerd.

Het voorbereiken van de grondstoffen heeft tot doel, deze geschikt te maken voor vormgeving en het vervaardigen van een gelijkmatig produkt van goede kwaliteit. Onder een gelijkmatig produkt kan men verstaan: stenen of dakpannen die onderling geen maat- of kleurafwijking en geen verschillen in fysische eigenschappen vertonen, maar ook dat een afzonderlijke eenheid van de produkten geen verschillen in kleur of fysische eigenschappen vertoont. Deze gelijkmatigheid is niet alleen van de voorbereiking van de grondstof(fen) afhankelijk, ook het droog- en bakproces zijn hierop van invloed.

Wanneer het geperste produkt evenwel fouten vertoont — door een niet juiste en constante verhouding van de componenten of een niet homogene menging — dan kan het droog- of bakproces deze fouten niet opheffen.

Het goed voorbereiken kan daarom als primair worden gesteld. Het verkrijgen van een homogeen mengsel van constante samenstelling is afhankelijk van een constante en juiste dosering van de componenten en van de intensiteit van de menging.

In een voordracht voor de Nederlandse Keramische Vereniging over „De fysica van het mengen van droge, korrelvormige stoffen“ heeft Ir. Willemse de nauwe relatie tussen doseren en mengen aangetoond.¹⁾ Hij constateerde, dat enerzijds men niet kan mengen zonder eerst te doseren en dat anderzijds met het doseren reeds een mengen op bepaalde schaal gepaard gaat. Zou men bij het doseren

1) Th. W. Willemse, Chem. Weekblad 57 (1961) 377.

de bij elkaar te voegen stromen klein genoeg maken, dan zou er reeds sprake kunnen zijn van een voldoende menggraad, maar het zodanig doseren is in vele gevallen niet economisch.

Op de transportband van de „Kastenbeschicker" worden d.m.v. verstelbare schuiven de verschillende grondstoffen uit de compartimenten in hun vereiste verhouding laagsgewijs gedoseerd. Deze dosering is niet volkomen exact. Een en ander komt neer op een volumedosering, waarbij de stapelingswijze op de band, grotere en kleinere kluiten etc. vanzelfsprekend een rol kunnen spelen.

Aan de uitlaat van de kast is meestal een haspel aangebracht, die de in lagen opgestapelde componenten min of meer dooreenslaat, mengt en tevens te grote kleibonken verkleint. De „Kastenbeschicker" homogeniseert echter niet voldoende, andere machines moeten hiervoor worden ingeschakeld.

Ook wordt het doseren van kleisoorten met verschillende eigenschappen zoals deze in een kleiland (kleiput) kunnen voorkomen, door de opbouw van een „kleibult" nagestreefd. De verschillende kleisoorten worden laagsgewijs op elkaar gestort, daarna langs een min of meer hellend vlak van de „kleibult" afgegraven, waarbij van alle kleilagen een bepaalde hoeveelheid wordt afgenomen. Een meer verfijnde werkwijze wordt verkregen, indien met gebruik van een kleiwerper de aangevoerde kleisoorten in dunne strooilagen op elkaar worden aangebracht.

Wanneer men het vrij grote aantal machines beschouwt dat voor voorbereiding en menging ten dienste staat, dan rijst de vraag wat nu eigenlijk het effect is van een bepaalde behandelingswijze met deze machines.

Beantwoording van deze vraag zou het uitgangspunt kunnen zijn voor de beantwoording van andere vragen, n.l.:

Worden soms machines gebruikt die overbodig zijn, of worden voor het bereiken van een bepaald doel ongeschikte machines gebruikt? Gebruikt men te weinig machines en is de volgorde van toepassing in het proces wel juist?

Het zou daarom gewenst zijn te kunnen beoordelen in welke mate een voorbereikte klei homogeen is. Hierdoor zou een uitspraak mogelijk zijn, of er voldoende is gemengd of hoe de menging is verbeterd na het passeren van een of meer voorbereidingsmachines.

Het is echter niet eenvoudig deze homogeniteit vast te stellen. Er is sprake van een steeds wisselende maatstaf, afhankelijk van de te stellen eisen. Voorts kan de homogeniteit betrekking hebben op kenmerken die samenhangen met verschillende fysische eigenschappen, zoals b.v. het watergehalte, de granulometrische of chemische samenstelling en — in gebakken toestand — op de kleur, de poreusheid etc. Het is nodig te weten welke mate van homogeniteit of menggraad vereist is om de gewenste eigenschappen van het gereede produkt te kunnen garanderen. Verder is het noodzakelijk te weten hoe groot de te onderzoeken monsters uit b.v. een vormling of dakpan moeten zijn om uit het gevonden cijfermateriaal een conclusie te kunnen trekken over de homogeniteit van een afzonderlijke eenheid.

Door overleg en onderzoek zouden de grootte van de proefstukken en het aantal monsters moeten worden vastgesteld, waarop na het onderzoek een uitspraak over de homogeniteit van een produktie of een afzonderlijke eenheid zou moeten worden gebaseerd. Het aantal en de grootte van de monsters zullen zowel afhankelijk zijn van het te beoordelen produkt als van het aspect waarop de homogeniteit betrekking heeft. Dit in reële verhouding tot de ter beschikking staande onderzoekingsmethode.

Voorts zal een juiste beoordeling samen moeten gaan met een statistische

bewerking van de gegevens. De wetenschap van de statistiek zal ook het middel zijn, dat de grenzen van de altijd gewenste beperking bij onderzoeken zal kunnen aangeven. Ook in de eerder genoemde voordracht van Willemse werd gewezen op de gecompliceerdheid van de problemen van de mengtechnologie, vooral voor plastische materialen.

Het Keramisch Instituut T.N.O. heeft getracht iets vast te stellen aangaande de veranderingen die plaats vinden wanneer kleisoorten of kleitypen worden gemengd, zowel in een bedrijf waar verschillende voorbereidingsmachines aanwezig zijn, als in het laboratorium na menging in een planeetmenger.

De beoordeling werd tot nu toe gebaseerd op visuele kleur-waarnemingen.

De planeetmenger is een discontinue menger, die voor zover ons bekend in de steen- en dakpannenindustrie hier te lande niet in gebruik is. Wel wordt dit type menger toegepast voor fijne, vuurvaste en speciale keramiek.

De werkwijze was als volgt:

Twee verschillend gekleurde kleisoorten werden in natte toestand met een bepaalde, gelijke stukgrootte in de menger gebracht. Bij toenemende mengtijden werden na bepaalde tussenpozen monsters van het mengsel getrokken. Een duidelijk met de tijd toenemende homogeniteit van de kleur (dus van het kleimengsel) viel — visueel beoordeeld — waar te nemen.

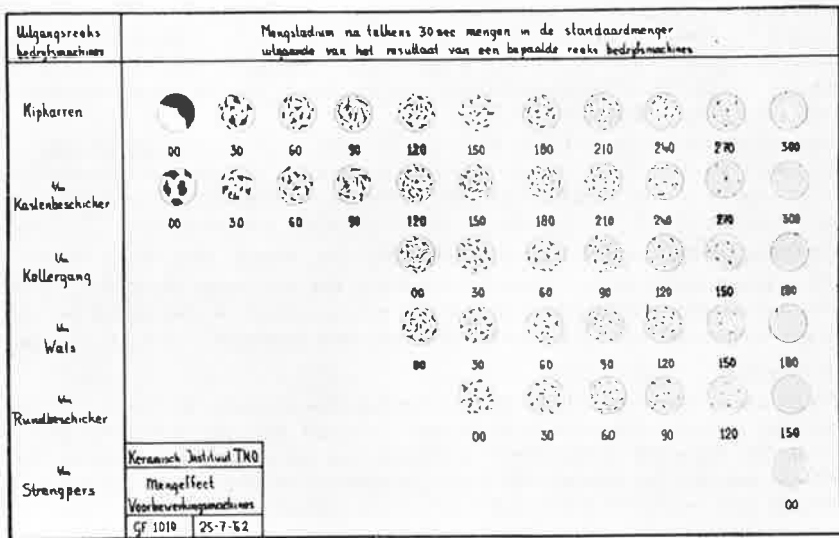
Het trekken van de monsters geschiedde met behulp van een metalen ring (3 cm hoog, 8 cm diameter), die in de klei werd gedrukt. Na het wegnemen van de met klei gevulde ring uit het mengsel, stak de klei iets onder en boven de ring uit. Onder lichte, gelijkmatige druk werd vervolgens een geringe verdichting van de klei teweeggebracht. Van de kleischijf werd van het boven- en ondervlak door middel van een zeer dunne draad een 1 cm dikke laag gesneden. Hierdoor kwamen aan beide zijden nieuwe oppervlakken bloot, die geen invloed hebben ondervonden van een eventueel bij de behandeling opgetreden smerende werking. Het nieuwe boven- en ondervlak werd visueel op kleur en de aanwezigheid van aggregaten beoordeeld. Hoewel de beide oppervlakken niet identiek waren, bleek de aan de homogeniteit toe te kennen waarde wel gelijk te zijn. Ook een aantal schijven getrokken uit dit mengsel bleken in kleur gelijk te zijn. De gevolgde werkwijze biedt een mogelijkheid om de uitkomsten van het mengen in deze planeetmenger als vergelijkingsmaatstaf te gebruiken voor de beoordeling van het meng-resultaat van verschillende klei-voorbewerkingsmachines. De kleisoorten dienen echter door kleurverschillen te kunnen worden onderscheiden.

Op bovenstaande wijze werd in een bedrijf vastgesteld in hoeverre de vermenging van twee visueel te onderscheiden kleisoorten toenam wanneer deze in een constante verhouding diverse voorbereidingsmachines waren gepasseerd. Na iedere behandelingsfase, te beginnen bij de klei op de kipwagens, werd een monster van ca. 20 kg getrokken.

Voor het toekennen van een bepaalde waarde aan de menging (menggraad) na iedere voorbereidingsfase werd uitgegaan van de mengtijd (in sec) in de planeetmenger, nodig om op grond van visuele waarneming een „homogeen” mengsel te verkrijgen. Verlenging van de mengtijd had dan geen effect meer. (Werkwijze met ring, zie boven).

De vulling van de planeetmenger werd constant gehouden, evenals de stukgrootte van de klei.

Na iedere 30 sec. mengen in de planeetmenger werden kleimonsters gestoken en beoordeeld. De spreiding in meng-resultaten van monsters onderling na een bepaalde mengtijd was nihil. Het monster van de kipwagens moest 300 sec in de



planeetmenger worden gemengd voordat van een homogeen mengsel sprake was. Achtereenvolgens werden monsters onderzocht na het passeren van iedere bedrijfsmachine. (In de kolom staat achter iedere machine de mengtijd vermeld, die nodig was om in de planeetmenger een „homogeen” mengsel te verkrijgen).

Kipwagens	300 sec									
„Kastenbeschicker“	300 „	winst in meng-effekt	0 sec							
Kollergang	180 „	„ „ „ „	120 „							
Wals	180 „	„ „ „ „	0 „							
„Rundbeschicker“	150 „	„ „ „ „	30 „							
Strengpers, annex menger	0 „	„ „ „ „	150 „							

Een schematisch overzicht van de resultaten geeft bovenstaande afbeelding.

Uit het onderzoek valt te concluderen, dat in dit geval de „Kastenbeschicker” geen werkelijke mengfunctie heeft, maar als een doseerapparaat moet worden gezien. Met de Kollergang werd wel een mengresultaat bereikt, met de wals niet, met de „Rundbeschicker” een klein resultaat, terwijl de pers een vrij grote mengfunctie had.

Wat de wals betreft, moet worden opgemerkt, dat de afstand van de rollen ca. 2 cm bedroeg. In een dergelijke situatie is de mengwerking vrijwel nihil. Dit zeer wijd stellen van de walsen wordt meer geconstateerd. Het gevolg kan dan zijn een zekere verbolgenheid van de fabrikant over het feit dat er toch onregelmatigheden in zijn produkt aanwezig zijn, niettegenstaande hij een wals heeft ingeschakeld.

De combinatie dubbele menger-strengpers heeft het grootste meng-effekt. Voor een deel zal dit te danken zijn aan de dubbelassige menger, maar zeker ook aan het feit, dat de klei, voordat deze in de ontluchtingskamer valt, door de „Schnitzel“-inrichting in zeer dunne en kleine schilfers wordt verdeeld en daarna

weer wordt gemengd. Wanneer men ziet hoe sterk het materiaal in deze laatste fase wordt gehomogeniseerd, dan kan de vraag rijzen of dit resultaat ook kan worden bereikt, wanneer b.v. direkt na de „Kastenbeschicker” de dubbelassige menger annex strengpers wordt ingeschakeld. Dit en ook andere aspecten werden nog niet onderzocht.

Als iedere voorberekingsmachine een scherp omlijnende functie heeft en de geaardheid van de klei zodanig is, dat de invloed van deze voorbereking niet kan worden gemist, dan kan er geen machine worden uitgeschakeld. Een standpunt kan ook zijn: ongeacht de investeringen en de energiekosten wordt van een serie voorberekingsmachines gebruik gemaakt, „baat het niet, schaad het niet”. Voor het geval de klei op een bepaald moment een extra bewerking dient te ondergaan, zijn de machines reeds in de voorberekingsfase opgenomen. Dit geeft — juist in verband met de grote variatie in de grondstof klei — een grote veiligheid en zekerheid.

Naast deze proeven betreffende het effect van mengen werden nog enkele specifieke aspecten bestudeerd betreffende het verloop van de menging wanneer — bij constant toerental — de opening tussen de walsen wordt gevarieerd. Kleisoorten van verschillende kleur met gelijke stukgrootte werden in een bepaalde volgorde opgestapeld (homogeen op zeer grove schaal) en daarna door een laboratoriumwals gevoerd.

Bij een afstand tussen de walsen van 5 mm moest het mengsel 15 maal de wals passeren, voordat het mengsel — visueel beoordeeld — „homogeen” kon worden genoemd. Bij een afstand van 1 mm behoefde slechts 8 maal te worden doorgevoerd.

Bij volgende proeven werd gebruik gemaakt van een cylinder (15 cm diameter) waarvan de bodem geperforeerd was met ca. 160 gaatjes met een diameter van 3 mm. De cylinder werd gevuld met stukjes van twee soorten klei van verschillende kleur en van gelijke grootte. Met een stempel werd de vulling door de openingen geperst. Na zes maal doorvoeren bleek een homogeen mengsel te zijn bereikt. Naarmate de doorsnede van de gaatjes groter wordt, neemt het aantal keren dat de klei moet worden doorgevoerd toe. Het fijn verdelen van de klei werkt dus gunstig op het homogeniseren.

Met deze verhandeling is een indruk gegeven over het doseren en mengen van klei met behulp van verschillende machines.

Beide aspecten zijn van groot belang voor het bereiken van zoveel mogelijk gelijke eigenschappen van het gereede produkt. De vraag komt op in hoeverre men gelijkmatigheid en homogeniteit van het eindprodukt zal moeten en mogen eisen. Bij de bouwmaterialen b.v. is er sprake van toenemende eisen betreffende de maatvastheid. Deze maatvastheid wordt vooral ook zeer sterk beïnvloed door de homogeniteit en de constante samenstelling van het te persen materiaal. Verder komt ook bij de steenfabricage automatisering van het drogen, het bakken en het transport tot ontwikkeling, waarbij de gelijkmatigheid van de grondstof mede een grote rol speelt.

Naar onze mening zijn het mengen, de beoordeling van de resultaten, de te stellen eisen en de wijze van onderzoek omvangrijke en moeilijke aangelegenheden, waarvoor samenwerking van deskundigen op het gebied van keramiek, chemie, werktuigbouw, bouwmaterialen en statistiek nodig zal zijn.

