

Hoofdstuk 1: Inleiding

1.1 Inleiding

Het kogelpotaardewerk is het meest voorkomende kookpot-aardewerk in de Middeleeuwen gedurende ongeveer 600 jaar, van ongeveer 700 tot ongeveer 1300/1500 (dit verschilt per gebied). Ondanks dat het zo veel en langdurig voorkwam is het een verrassend weinig onderzocht type aardewerk. Zo is er nog geen echte consensus over de classificatie en zijn er ook nog geen concrete typologieën of specifieke dateringen bekend (Van Wageningen 1988, 37 en Verhoeven 1998, 3). Ook is er over de maakwijze van dit soort aardewerk en de keuzes die de pottenbakkers hierbij hebben gemaakt weinig bekend. Met dit onderzoek zal geprobeerd worden dit laatste op te helderen door middel van verschillende experimenten die zich zullen richten op de praktische consequenties van een bepaalde maakwijze.

In dit hoofdstuk zal dieper worden ingegaan op de vraagstelling die bij dit onderzoek hoort en het doel waartoe dit dient. Verder zullen de voorgaande onderzoeken naar kogelpotaardewerk beschreven worden om een schets te bieden van de huidige onderzoekssituatie. Als laatste zal er aandacht worden besteed aan wat onderzocht zal gaan worden en waar dit onderzoek uit zal bestaan: wat we willen bereiken, op welke manieren en waarom. Op deze manier zal er getracht worden een bijdrage te leveren aan het kogelpot onderzoek en om de bestaande kennis over de kogelpot te vergroten.

1.2 Probleemstelling

Er is een aantal problemen binnen het kogelpotaardewerk. Zo is het erg moeilijk om dit te dateren, door de grote diversiteit. Door de tijd heen veel komen verschillende soorten magering en maakwijzen voor. Dit zorgt er voor dat het erg moeilijk is om een specifiek kenmerk te binden aan een bepaalde datering. Wat onderzocht gaat worden binnen dit onderzoek is vooral het waarom; Waarom hebben de pottenbakkers keuzes gemaakt voor bepaalde handelingen en welke gevolgen had dit voor de potten en mensen die deze gebruikte.

1.3 Vraagstelling

Zoals in de titel staat aangegeven gaat deze scriptie over de ontwikkeling van kogelpotten. Maar in plaats van dieper in te gaan op typologieën of classificaties (hoewel dit in hoofdstuk 2 kort aan bod komt), zal mijn onderzoek zich richten op de praktische gevolgen bij een veranderende maakwijze. Wat in dit onderzoek, door middel van experimenten, geprobeerd wordt te achterhalen is waarom de pottenbakkers bepaalde keuzes hebben gemaakt bij het maken van kogelpotten. Waarom hebben ze voor een bepaalde magering gekozen, waarom voor een bepaalde bakwijzen. Het doel is erachter komen wat deze eigenschappen voor veranderingen hebben veroorzaakt en waarom dat heeft geleid tot de uiteindelijke ontwikkelingen binnen het aardewerk. In deze experimenten zal onderzoek gedaan

worden naar de praktische verschillen tussen handgevormd dikwandig en dunwandig aardewerk en oxiderend gebakken en reducerend gebakken kogelpotten.

1.4 Voorgaande onderzoeken

Er is in het verleden al meerdermalen onderzoek gedaan naar kogelpotten.

De term kogelpot kwam voor het eerst voor in 1895 in het werk van K. Koenen die het *Kugeltopf* noemden. Deze term is rond 1907 door Holwerda in Nederland geïntroduceerd als “kogelpot” (Verhoeven 1998, 21). Het grootste discussiepunt uit die tijd was of de kogelpot door de Saksen of door de Friezen was ontwikkeld, of het dus van oorsprong “Duits” of “Nederlands” is. In eerst instantie leek het aardewerk vooral voor te komen in Oost-Nederland, maar later bleek dat de kogelpotten ook in Zeeland voorkwamen. Dit werd door Boeles in 1927 verklaard door een invasie van Angelen en Saksen in Friesland in de 5^e en 6^e eeuw (Verhoeven 1998, 22). De historicus Gosses was het hier samen met een groep archeologen in beide gevallen niet mee eens omdat puur de aanwezigheid van een bepaald type aardewerk geen bewijs is voor de aanwezigheid van een volk of een invasie, iets waar zij gelijk in bleken te hebben. Boeles probeerde het aardewerk dus als een etnische afspiegeling te verklaren. Gosses zag het als een gevolg van Frankisch-Karolingische invloeden op het aardewerk in het kustgebied (Friesland en Vlaanderen). Het kogelpotaardewerk was gebaseerd op voorbeelden van het de eivormige Badorfaardewerk types. De tegenstanders van deze theorie zagen het, zoals verwacht, juist andersom. Het Badorf- en Mayen aardewerk was gebaseerd op kogelpotten uit het kustgebied (Verhoeven 1998, 22). Er waren dus twee visies op het ontstaan van de kogelpot. De ene groep dacht dat het ontstaan was uit het Karolingische aardewerk in het Rijngebied, de tweede groep dacht dat het uit het Noordzeegebied kwam (en al dan niet etnische wortels had). In de jaren '30 kwam het idee op gang dat de kogelpot niet uitsluitend met de Saksen in verband kon worden gebracht. Schroller ontdekte dat in het gebied tussen de Zuiderzee en Schleswig-Holstein de bulturnen werden vervangen door de eerste vormen van kogelpotten. Dit betekende dat de kogelpotten niet tot de Saksische cultuur hoorde, maar tot de Fries-Saksische cultuur. Door de Saksische kolonisaties zouden de kogelpotten in de 8^e en 9^e eeuw steeds verder naar het oosten en het zuiden zijn verspreid. Hij was ook de eerste die de kogelpotten met de Friezen in verband bracht, dit door de ronde vorm, die zou duiden op effectiviteit en soberheid, zoals de Friese aard zou zijn (Verhoeven 1998, 23).

Het laatste grote kogelpot onderzoek is uitgevoerd door Verhoeven, die voor zijn promotie onderzoek heeft gedaan naar handgevormd middeleeuws aardewerk, en dan vooral naar kogelpotten. Zijn onderzoek gaat over de kogelpot als product en focust zich op de oorsprong, productiecentra en voorkomende maakwijzen. Mijn onderzoek gaat in over de gevolgen van maakwijzen en magering en hoe dit zich in de praktijk uit.

1.5 Het onderzoek en de opbouw van de scriptie

Het onderzoek zal bestaan uit vier verschillende fases die elk gekoppeld zijn aan een hoofdstuk die hier dieper op ingaan.

Fase 1 zal bestaan uit een literatuurstudie. Deze studie zal zich focussen op wat een kogelpot precies is en hoe deze binnen de historische context past. Verder zal ingaan worden op de fysische eigenschappen van verschillende materialen die gebruikt worden voor kogelpotten.

Fase 2 zal bestaan uit een materiaalstudie. Er worden verschillende metingen genomen van een assortiment aan kogelpotmateriaal om op deze manier bepaalde standaarden te zetten voor kogelpotten uit verschillende periodes.

Fase 3 zal bestaan uit een reeks van experimenten welke in de buitenlucht worden uitgevoerd. Deze experimenten zullen in de praktijk proberen aan te tonen of de verschillende variabelen van kogelpotten die tijdens de literatuur- en materiaalstudie van fase 1 en 2 zijn ontdekt consequenties hebben voor het dagelijks gebruik als kookpot.

In de laatste fase, fase 4, zullen alle verkregen resultaten met elkaar worden vergeleken. Hieruit zullen ook de bijbehorende conclusies getrokken worden.

Hoofdstuk 1 is de inleiding en het enige hoofdstuk waar fase aan gekoppeld is.

Hoofdstuk 2 zal ingaan op de kogelpot, wat deze precies is en wat de functies zijn. Verder zullen we kijken hoe de potten gemaakt en gebruikt worden en hoe we deze binnen de Middeleeuwen kunnen plaatsen.

In hoofdstuk 3 wordt ingegaan op de onderzochte scherven en wat hier is ontdekt aangaande de samenstelling van het baksel. Ook zullen we kijken naar het materiaal wat we zullen gebruiken tijdens de experimenten. Zoals gezegd in paragraaf 1.4 zal er ook gekeken worden naar de fysische eigenschappen van materialen en hoe alles in de theorie zou moeten werken. Er zal dus gekeken worden naar de wetenschap achter bepaalde keuzes die een pottenbakker moest maken.

Hoofdstuk 4 zal bestaan uit de experimenten die uitgevoerd werden, de gemaakte keuzes ten aanzien van de samenstelling van het baksel en de vervaardigingwijze zullen worden getoetst op hun praktische toepassing in het gebruik van kogelpotten als kookpotten en de vergaarde data zal besproken worden.

Het laatste hoofdstuk, hoofdstuk 5 zal bestaan uit de analyse van de resultaten van het onderzoek, welke we zullen bespreken en hieruit zullen we de bijbehorende conclusies trekken.

1.6 Belang van dit onderzoek

Dit onderzoek is van belang omdat de kogelpot een van de meest voorkomende soorten aardewerk is uit de Middeleeuwen in Noord- West Europa. Deze kogelronde pot is niet alleen in Noordwest Europa erg belangrijk geweest, maar komt over de hele wereld voor (al dan niet in aangepaste vorm) en desondanks is er nog relatief weinig over bekend.

Door middel van dit onderzoek zal ik proberen een aantal vragen die nog staan over de eigenschappen van de kogelpot en de effecten die dit heeft op het gebruik ervan te beantwoorden, maar vooral een poging doen om de door de pottenbakker gemaakte keuzes te verklaren.

Hoofdstuk 2: De kogelpot in de Middeleeuwen

2.1 Inleiding

In dit hoofdstuk zal worden ingegaan op de algemene kenmerken van de kogelpot. In dit geval spreken we dan over de classificatie, de typologie en de functie, maar ook de maakwijze en de manier waarop ze worden gebruikt zal worden behandeld. Dit alles zal worden aangevuld en toegelicht door de kogelpot in historische context te plaatsen.

2.2 Classificatie, typologie en functie van de kogelpot

2.2.1 Classificatie

Ondanks dat er nog niet veel bekend is over de kogelpot, zijn er wel een paar dingen waar iedereen het over eens is: de kogelpot is Noordwest Europees middeleeuws gebruiks aardewerk. Hier houdt de overeenstemming grotendeels op. Zo vallen ze volgens Robert van Wageningen (Van Wageningen 1988,37) onder het “handgevormd grijs aardewerk”, terwijl ze volgens Arno Verhoeven (A.A.A. Verhoeven 1998,3) “handgevormd aardewerk” zijn. Misschien een klein verschil in naam, maar in dit geval wel een erg belangrijke. De kogelpot is namelijk niet per definitie grijs, iets wat Van Wageningen later nog erkent (Van Wageningen 1988,55) en waar ik in hoofdstuk 3 dieper op in ga. Maar mogelijk nog belangrijker is, dat kogelpotten niet per definitie zuiver handgevormd zijn, iets waar Verhoeven ook op terug komt (Verhoeven 1998,255). Vanaf de 12^e eeuw komt het namelijk voor dat de bovenste helften van kogelpotten op een snelle draaischijf worden gemaakt.

Waar rekening mee moet worden gehouden is dat de kogelpot een hele lange periode in gebruik en ontwikkeling is geweest. Vanaf ongeveer 700 tot 1300/1500 (verschilt per gebied) is dit het meest voorkomende soort aardewerk wat men in Nederland en Noordwest Duitsland vindt (Verhoeven 1998, 32-36). Daarom ben ik van mening dat kogelpotten beter als een aparte categorie kunnen worden behandeld binnen het middeleeuws aardewerk, net als bijvoorbeeld terra sigillata voor het (Provinciaal) Romeinse aardewerk, en niet worden ondergebracht onder het “handgevormd” of “grijs” aardewerk. Er bestaan namelijk meerdere soorten grijs aardewerk, elk met aparte vormen. Wanneer men over kogelpot spreekt is het gelijk duidelijk wat dit is. Dit komt door het langdurige gebruik en veel verschillende maakwijzen, die wel een gelijkend eindproduct opleveren. Dit leidt tot een moeilijk vast te stellen classificatie en typologie.

2.2.2 Typologie

Een typologie is een onderverdeling van een groep objecten, in dit geval kogelpotten, op basis van een aantal vooraf vastgestelde kenmerken.

Bij het vaststellen van een typologie van het kogelpot aardewerk stuiten we wederom op een probleem. Omdat het kogelpotaardewerk erg veel op elkaar lijkt en er weinig intacte potten worden gevonden, bemoeilijkt dit het onderscheid van verschillende types.

Door eerdere onderzoekers is een aantal mogelijke manieren om een typologie vast te stellen naar voren gekomen:

- Steuer, bepleit een typologie door middel van een chronologie. Deze baseert hij op veranderingen in de randen, die hij aan periodes binnen gebieden wil knopen. Zijn manier om zo objectief mogelijk te blijven, is om tekeningen te gebruiken, welke alle mogelijke variaties laten zien (zie afbeelding 1).

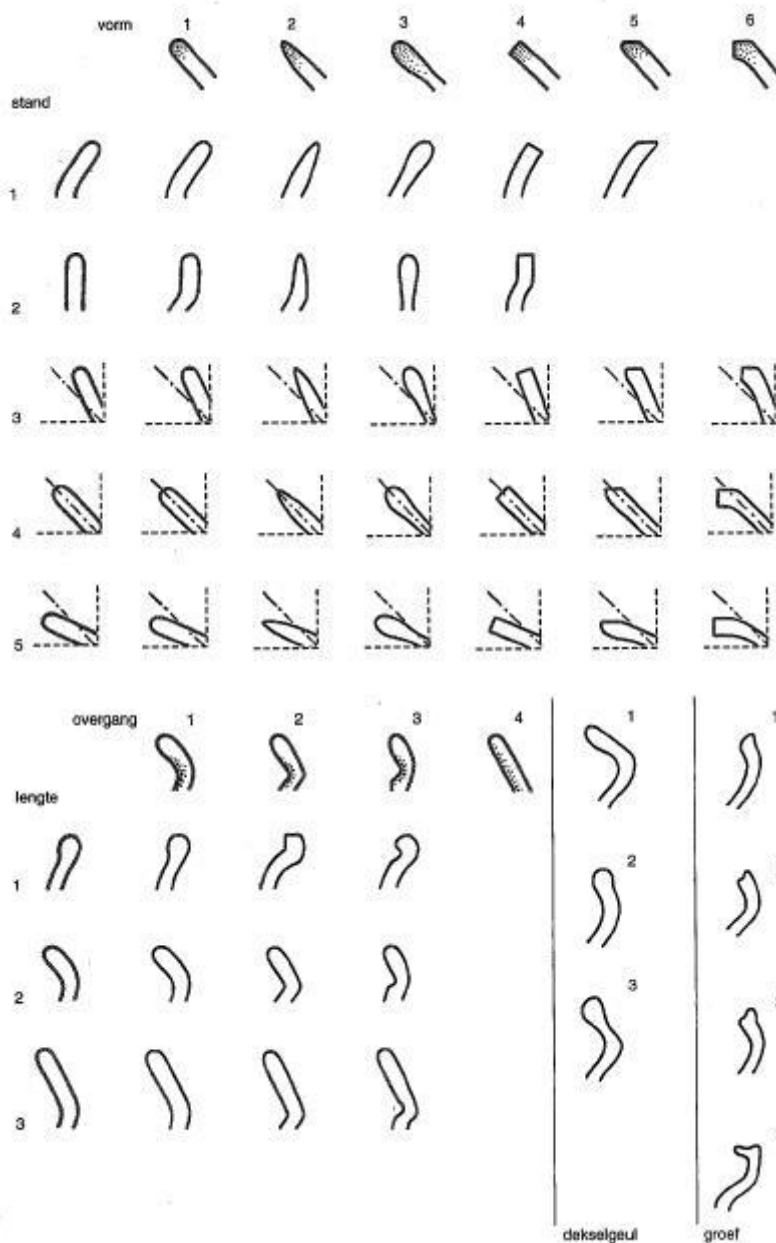
Ook maakt hij gebruik van een set van variabelen die zijn typologie ondersteunen (tabel 1):

(Tabel 1. Variabelen volgens Steuer (Steuer 1971 in Verhoeven 1998, 12) die de variaties bij kogelpotten beschrijven. Schuingedrukt de bijbehorende kenmerken van Bruijn.)

1. hoogte-breedte verhouding (*A*)
2. grootste diameter (*B*)
3. positie van 2 ten opzichte van de hoogte (*A*)
4. vorm van het pot-profiel
5. bodem (*B*)
6. hoogte van de pot (*A*)
7. wanddikte (*A/C*)
8. kromming van de potwand (*C*)
9. hardheid van het baksel (*A/C*)
10. magering (*A/C*)
11. kleur (*C*)
12. oppervlakte behandeling (*A/C*)

Rand:

13. randvorm (*B/D*)
14. stand van de rand (*B/D*)
15. overgang naar potlichaam (*B/D*)
16. lengte van de rand (*B/D*)



Afbeelding 1. Classificatieschema voor randen van kogelpotten (Verhoeven 1998, 13, naar Steuer 1974).

Dit systeem heeft een aantal voordelen, maar zeker ook een aantal nadelen, waardoor het lang niet altijd wenselijk is om deze methode te gebruiken.

Deze manier is goed om te gebruiken bij kleinere randfragmenten, omdat je een determinatie uitvoert die voldoende heeft aan kleine fragmenten waarbij de rand- en bakselkenmerken zichtbaar zijn. Er zijn geen complete potten nodig om determinaties uit te voeren.

Een volgend voordeel is dat het een zekere simpliciteit over zich heen heeft, omdat er veel met tekeningen gewerkt wordt.

Eén van de grootste nadelen die hier tegenover staat, is dat kogelpotten veelal handgevormd zijn en daarom al snel afwijken van de (idealistische) tekening, dit heeft tot gevolg dat alle randfragmenten getekend moeten worden. Zoals Verhoeven het zegt: “je ziet door de bomen het bos niet meer” (Verhoeven 1998, 12).

Een ander belangrijk nadeel is de typologische waarde die aan de variabelen worden gesteld. Omdat dit aardewerk handgevormd is en vaak ook lokaal zal deze dus vaak afwijken van de ideale vorm zoals op de tekening is weergegeven. Zo krijg je al snel veel (onbedoelde) extra types, terwijl deze alleen in het hoofd van de onderzoeker bestaan, niet in die van de oorspronkelijke maker.

- Bruijn stelt een viertal kenmerken waardoor aardewerk zich kan onderscheiden. (Bruijn 1979, 47).

1. A-kenmerken: deze worden bepaald door de functie van het aardewerk. Zo zou volgens hem kookpotten volgens de hoogte/breedteverhoudingen 1:1 worden gemaakt met een brede halsopening ten opzichte van de maximale diameter. Deze eigenschappen zouden gelijk moeten blijven door de tijd heen.
2. B-kenmerken: Deze worden bepaald door de context waarin de pot wordt gebruikt. Een voorbeeld hiervan zijn bijvoorbeeld pootjes of een standring. Deze eigenschappen veranderen samen met de context.
3. C-kenmerken: worden bepaald door de grondstof en de technieken welke gebruikt werden. Hij maakt hier nog een onderscheidt tussen C1- en C2 kenmerken. Onder de eerste vallen grondstof en maakwijze, onder de tweede vallen versieringstechnieken, zoals glazuur.
4. D-kenmerken: zijn kenmerken die specifiek voor een productiecentrum of individuele pottenbakker gelden. Bijvoorbeeld een stempel van de pottenbakker, of een bepaald type rand die nergens anders voorkomt. D-kenmerken zijn herkomst bepalend.

De eerste 3 kenmerken zijn regionale kenmerken, die je overal terugvindt. De laatste is een lokaal kenmerk, deze verwijst dus naar een specifieke lokale traditie. Het voordeel van deze manier is dat ieder voorwerp in combinatie met deze vier kenmerken beschreven kan worden. Een belangrijk nadeel is wel, dat er een aantal vooronderstellingen gemaakt moeten worden. Zo moet het aardewerk uniform voorkomen, moeten bepaalde kenmerken (zoals glazuur) altijd een bepaalde functie hebben, bepaald type potten altijd dezelfde functie. Bij aardewerksoorten waarvoor dit geldt, is dit een goed systeem om te gebruiken. Helaas gaat dit in de werkelijkheid lang niet altijd op. Kogelpotten werden namelijk niet alleen als kookpot gebruikt, maar ook als voorraadpot en drinkbeker (Verhoeven 1998, 15).

Het grote probleem bij het opstellen van een typologie en een (bijbehorend) dateringsysteem bij kogelpotten is dat ze erg snel afwijken van een ideaal model. Hierom is het erg moeilijk om de potten puur op hun

(rand-)vorm of (mogelijke) versiering te determineren. Wat beter gedaan zou kunnen worden, zeker omdat bijna alle potten die we vinden toch al kapot zijn, is een typologie samenstellen die de systemen van Steuer en Bruijn combineert. Zo zou uit de variabelen van Steuer punt 7, 9 t/m 16 goed gebruikt kunnen worden en uit de kenmerken van Bruijn kenmerk C en D.

Op deze manier onderzoeken we potten op dikte, magering, maak- en bakwijze, randvorm (hoewel dit wel globaal zal moeten gebeuren) en productiecentra. Dit is wel iets waar meer aandacht aan geschonken moet worden, maar het zou veelbelovende resultaten kunnen opleveren, zeker in combinatie met een aantal dateringen waarbij je overige vondsten gebruikt, zoals munten of hout (dendrodatering).

Tijdens mijn onderzoek heb ik de kogelpotten gebruikt uit de aardewerk-vergelijkingscollectie van de Universiteit Leiden. Buiten deze collectie heb ik de kogelpot scherven onderzocht die voor handen waren, maar niet binnen deze collectie vielen. Deze overige scherven waren al gedetermineerd en gedateerd met behulp van deze collectie, waarmee ik de dateringen nogmaals gecontroleerd heb. Deze scherven waren afkomstig uit de opgraving van Oegstgeest en zijn hierdoor nog niet gepubliceerd. Omdat mijn onderzoek zich niet focust op typologie, maar op maakwijze, magering en de bijbehorende eigenschappen, heb ik de onderzochte scherven op periode, magering en bakwijze gesorteerd. In hoofdstuk 3 zal ik hier verder op in gaan.

2.2.3 Functie

De kogelpot valt zoals gezegd onder het gebruiks aardewerk. Deze groep behelst al het aardewerk, dat bedoeld is om te worden gebruikt. Met gebruiken bedoelen we in dit geval dat het geschikt moet zijn als keuken- en/of eetgerei of opslag en niet als sierkeramiek. Over het algemeen is te stellen dat de vorm de functie bepaalt of andersom. Zo wordt een pan gebruikt om voedsel in klaar te maken, een beker om uit te drinken en een amfoor voor transport en opslag. Iets waar de archeoloog wel rekening mee moet houden, is dat de functie van het aardewerk door de tijd heen kan veranderen. Zo is een amfoor bij de Romeinen een normaal product, gebruikt voor transport en opslag; terwijl het in het noorden bij de Germanen veelal als statussymbool wordt gezien, door de zeldzaamheid in dit gebied en waarde van de (mogelijke) inhoud. Soms werden ze meegegeven als grafgift en bij de Grieken werd aardewerk soms gebruikt ter markering van graven in een grafveld (Morris 1987, 151).

Ook in dit geval is de kogelpot een beetje problematisch, omdat deze voor meerdere dingen werd gebruikt, al naar gelang de grootte. Zo zijn er potten gevonden met een inhoud van 10 liter, welke mogelijk als voorraadvat hebben gediend, potten met een inhoud van 2 à 3 liter die waarschijnlijk als kookpot hebben gediend en nog kleinere die mogelijk bij het drinkgerei hebben behoord (Verhoeven 1998, 16; Zandboer en Jaspers 2011, 2)

Het meest kan natuurlijk verteld worden over potten die *in situ* bewaard zijn gebleven. Dit houdt in dat ze nog precies zo staan (of liggen) zoals ze in het verleden zijn achtergelaten of weggegooid als scherf. Als er dan een kogelpot op een komfoor wordt gevonden, dan is het duidelijk dat deze iets warm moest maken/houden (Zandboer en Jaspers 2011, 2).

Een andere manier om iets over de functie te kunnen zeggen is door middel van een residuanalyse. Bij een residuanalyse worden de organische resten onderzocht die zijn achtergebleven in het aardewerk. Deze kunnen ons niet alleen iets zeggen over de voedingsstoffen waar mensen over beschikten, maar ook iets over de eetgewoontes en bereidingswijzen.

2.3 Maakwijze en gebruik van de kogelpot

2.3.1 Maakwijze

Goed voorbereid te werk gaan is erg belangrijk, niet alleen bij aardewerkproductie, maar eigenlijk bij alles. Bij het produceren van aardewerk is dit extra belangrijk, omdat er bij iedere stap wel iets mis kan gaan, variërend van in elkaar zakkende potten tijdens het vormen, tot potten die kapot barsten in de oven tijdens het bakken. Het overgrote deel van deze problemen kunnen worden verholpen door de juiste keuze van de kleimagering en de verdere bereiding van de grondstoffen. Dit houdt in dat al voor de keuze van de klei moet worden bedacht wat er gemaakt gaat worden, welke functies het te maken aardewerk gaat krijgen en aan welke eisen het moet voldoen. Hierop wordt de keuze van de klei en magering gebaseerd en wordt bepaald hoe dit alles uitgevoerd gaat worden. Bij het “hoe” moet niet alleen gedacht worden aan de magering die wordt toegepast, maar ook in welke hoeveelheid en de manier waarop de pot gevormd wordt en de temperatuur waarop gebakken gaat worden, etc. Al deze dingen moeten bekend zijn voordat je begint met het vormen.

Gelukkig zijn er een aantal stappen die gevolgd moeten worden. De manier waarop men deze stappen uitvoert en de keuze die men hierin maakt bepalen wat voor soort aardewerk het wordt, de kwaliteit hiervan en ook de functie. Als deze stappen goed worden uitgevoerd leidt dit tot een mooi aardewerken voorwerp, maar als er ergens iets mis gaat zorgt dit voor een zogenaamd *misbaksel*, een mislukt voorwerp.

Deze stappen die worden uitgevoerd zijn als volgt (Modderman 1994, 2):

1. Het voorbereiden van de klei
2. Het vormen
3. Het drogen
4. Het bakken

1. Het voorbereiden van de klei

Bij de keuze van de klei is een aspect heel erg belangrijk, namelijk de *plasticiteit* (kneedbaarheid) van de klei. Hoe hoger de kneedbaarheid, des te makkelijker is de klei te vormen in de desgewenste vorm. Omdat de middeleeuwse pottenbakkers voornamelijk werkten met klei uit de directe omgeving kwam het regelmatig voor dat de klei niet voldeed aan de eisen die werden gesteld. De klei was te *schraal* (te weinig plasticiteit) of te *vet* (te veel plasticiteit).

Gelukkig zijn er manieren om deze eigenschappen te wijzigen.

Zo kan klei die te schraal is gemengd worden met water om deze te laten verslibben, op die manier zakken de grove, niet plastische bestanddelen uit de klei. Op deze manier vormt zich een veel plastischer klei. Als de klei te vet is, is het mogelijk om hier extra bestanddelen aan toe te voegen, zogenaamde *magering*, wat er niet voor zorgt dat de klei schraler wordt, maar dat deze niet scheurt tijdens het drogen (Modderman 1949, 4).

Magering komt in verschillende vormen, maten en materialen voor en verandert ook grotendeels door de tijd heen, afhankelijk van hoe heet het aardewerk gebakken kan worden. Ook kan men onderscheid maken tussen verschillende types magering: organische en minerale magering.

Organische magering bestaat uit onder andere schelpengruis, bot- en plantenresten, zoals stro en gras.

Minerale magering bestaan uit zand, kwarts, steengruis of vermalen potten (potgruis). Deze mageringen hebben elk hun eigen eigenschappen, iets wat in hoofdstuk 3 besproken zal worden.

Waar rekening mee moet worden gehouden, is dat de klei niet altijd even “zuiver” is. Vaak zullen er ook natuurlijke stoffen in zijn gekomen, zonder dat deze als magering bedoeld zijn. Magering is over het algemeen herkenbaar als materiaal wat niet uit zichzelf in de klei voor komt. Korrelgrootte en hoeveelheid kunnen ook uitsluitsel geven, net als de afronding van de korrel (Shepard 1956, 161).

2. Het vormen

Nadat de pottenbakker de klei heeft geprepareerd en gekneed, gaat hij beginnen met het vormen. Dit vormen kan op verschillende manieren, maar wat cruciaal is, is dat er geen oneffenheden in de wand zitten. Dit zorgt er namelijk voor dat het aardewerk kan barsten (Modderman 1949, 7). Er zijn zoals gezegd verschillende manieren om aardewerk te maken, maar er zal in dit geval alleen toespitst worden op de manieren die zijn gebruikt voor kogelpotaardewerk.

De eerste manier is het vormen met de hand. De gehele pot wordt met de hand gevormd, zonder enig gebruik van mallen of voorwerpen om te kloppen, zoals bij de onderstaande manieren gebeurt. Vaak zie je wel dat dit vooral bij kleinere potten gedaan wordt, gezien het te tillen gewicht (Rice 1978, 132).

Kogelpotten werden vooral gemaakt door middel van een *hamer- en aambeeld* techniek (Verhoeven 1998, 264). Dit houdt in dat men eerst door middel van ringen van klei een ruwe potvorm maakt.

Hierna wordt de klei door middel van houten voorwerpen in de goede vorm geklopt. Over het

algemeen is dit een vrij effectieve manier omdat het aardewerk stevig wordt aangedrukt, wat er voor zorgt dat ook een goede dikte wordt bereikt (Verhoeven 1998, 150). Op deze manier werd alleen het stuk van de bodem tot de schouder gemaakt. De rand werd gemaakt op een langzame of snelle draaischijf. Deze twee stukken werden hierna aan elkaar vast gemaakt, wat vaak te zien is door een kleine verdikking bij de schouder. Aanwijzingen voor de hamer- en aambeeld methode zijn een gladde buitenkant en een ruwere binnenkant, veelal met vingerafdrukken/vegen of knokkelsporen van het kloppen.

Een andere manier om kogelpotten te maken is door middel van een mal. In dit geval gebeurt dit met een houten mal, waarover een ronde schijf van klei wordt gevormd. Op deze manier kan men veel bodems achter elkaar maken en ook zorgen dat ze allen de goede dikte behouden. Bij andere manieren gebeurt het wel eens dat de klei “uitzakt”, wat er voor zorgt dat de pot een ongelijke dikte krijgt. De rand wordt gemaakt zoals hierboven beschreven en net als bij de andere manier op de schouder vastgemaakt.

Ook zijn er gevallen bekend waarbij de gehele kogelpot op een draaischijf is gemaakt. Niet bekend is of dit op een snelle draaischijf is gedaan, wel dat deze waarschijnlijk uit Duitsland kwam vanuit Pingsdorf en Paffrath (Verhoeven 1998, 243). Mogelijk zijn er meer pottenbakkerscentra geweest die kogelpotten gingen draaien, maar hier is op dit moment nog niet genoeg over bekend.

3. Het drogen

Fase drie in het pottenbakkersproces is het drogen van het aardewerk. Als men dit niet zorgvuldig doet, kan dit tot gevolg hebben dat de pot tijdens, of soms al voor het bakken kapot barst. Dit zou natuurlijk zonde van tijd en materiaal zijn, dus men heeft goed nagedacht over een manier om dit zo zorgvuldig en zo gelijkmatig mogelijk te laten gebeuren.

Bij dit proces is de magering van belang. Deze vormt namelijk een systeem van kanaaltjes binnen het aardewerk, waarlangs het water zo snel mogelijk uit de pot kan ontsnappen. Het doel van dit proces is dat dit zo gelijkmatig mogelijk gebeurt, want als een bepaald deel van de pot eerder droog is dan de rest, zal door de ongelijkmatige krimp de pot scheuren (Modderman 1949, 11).

Als de pot eenmaal *leerhard* is, wat inhoudt dat al het water eruit is verdampt, kan deze in de oven worden afgebakken.

Er is bij sommige potten nog een handeling te verrichten voordat de pot de in oven gaat en dat is als men een leem-engobe, loodglazuur, verf of versieringen wilt aanbrengen. Deze worden soms ook op kogelpotten aangebracht. Als deze toevoegingen eenmaal op de pot zijn aangebracht, wordt deze gebakken, waardoor het glazuur of de verf zich aan de klei hecht. In het geval van het glazuur, wat niet op kogelpotten gevonden is, zorgt dit voor een watervast laagje op, of in de pot.

4. Het bakken

De laatste stap van het pottenbakken is het bakken van het aardewerk.

In de Middeleeuwen wordt dit in speciale ovens gedaan, waarbij er meerdere potten gelijktijdig worden gebakken, zie bijvoorbeeld de centra van Pingsdorf of Paffrath. Later in deze paragraaf zal hier dieper op worden ingegaan.

Het bakken van aardewerk kan opgedeeld worden in 4 temperatuurfases. Fase 1 bestaat uit het verhitten tot 120°C, wat er voor zorgt dat al het resterende water verdampt uit het aardewerk, behalve het water dat nog chemisch aan de klei is gebonden (Modderman 1949, 12).

In fase 2 wordt het aardewerk tot 400°C verhit. Dit heeft tot gevolg dat het aardewerk krimpt. Als het water uit de pot niet goed is verdwenen tijdens het drogen en in het eerste stadium van bakken, dan breekt deze in stukken en spreekt men van een *misbaksel*.

Fase 3 bestaat uit het verhitten van 400°C tot 800°C, tussen deze temperaturen wordt het kogelpot aardewerk gebakken. Dit zorgt ervoor dat de klei een onderlinge samenhang krijgt, ondanks dat het nog steeds poreus blijft.

De laatste fase is fase 4, waarbij het aardewerk tot 1300°C verhit kan worden. Dit heeft als gevolg dat de chemische samenstelling verandert en dat de klei één geheel vormt en zodoende dus ook waterdicht wordt. Een voorbeeld van aardewerk dat tot 1300°C is gebakken is het zogenaamde steengoed.

In het geval van kogelpotten is er geen sprake van fase 4, 800°C is de hoogste temperatuur waarbij de potten zijn gebakken, hierdoor blijven ze ook altijd poreus, zoals te zien is op afbeelding 2.



Afbeelding 2, belletjes die uit kogelpotten komen terwijl ze zich verzadigen met water (Foto: M. Hattinga-Verschuren, 2012)

Buiten de temperatuurfases heeft de wijze waarop aardewerk wordt gebakken ook nog een zekere invloed op het aardewerk. Het kan namelijk *oxiderend* of *reducerend* worden gebakken.

Bij oxiderend gebakken aardewerk zorgt men dat er een constante aanvoer van zuurstof in de oven is.

Dit heeft als gevolg dat het ijzer binnen de klei oxideert, rood kleurt.

Bij reducerend bakken wordt er juist zo min mogelijk zuurstof tijdens het bakken bij het aardewerk gelaten, wat als gevolg heeft dat het aardewerk zwart kleurt van de zwarte ijzeroxide (Modderman 1949, 13).

Uiteraard zijn dit twee uitersten, er zijn verschillende variaties hiertussen en afhankelijk van de hoeveelheid zuurstof die bij het aardewerk komt, zal de kleur tussen zwart en rood inzitten. Het kleurverloop hierbij is rood/roodbruin/bruin/geelbruin/geel/grijs/zwart (van oxiderend naar reducerend). Dit wil overigens niet zeggen dat dit altijd gebeurt, dit hangt ook af van de brandstof en de gebruikte klei. Bij ovens waarbij de brandstof erg veel rook afgeeft wordt het aardewerk “gesmoord”, de rook trekt in de poriën van het aardewerk en zorgt voor een zekere mate van zwarte verkleuring, zonder dat het aardewerk gereduceerd hoeft te worden. Dit is overigens duidelijk te zien bij een verse breuk, dan zal alleen de buitenkant (vettig/glimmend) zwart zijn, de kern en binnenkant zullen een andere kleur hebben.

Tot slot is het ook nog mogelijk om een zoutglazuur aan te brengen tijdens het bakken. Dit doet men door een hoeveelheid zout in het vuur te gooien tijdens het afbakken. Dit zout verdampt en slaat weer neer op het aardewerk, met als gevolg een dun, waterdicht laagje. Dit gebeurt bij een temperatuur tussen de 1100°C en 1200°C, dit is dus te heet voor kogelpot aardewerk, maar dit wordt dus wel gevonden op onder andere steengoed. Een bijkomend voordeel is dat zoutglazuur niet giftig is, iets wat loodglazuur wel is.

Draaischijven

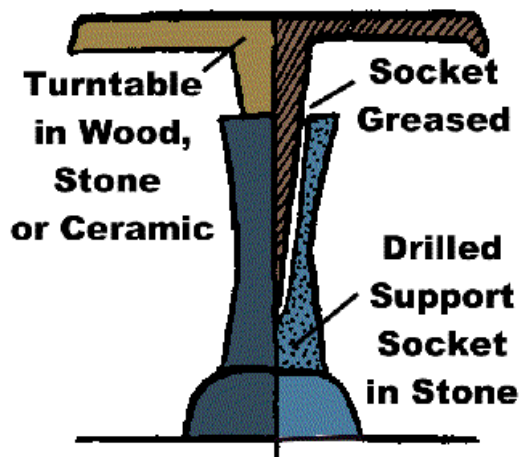
Potten kunnen op verschillende manieren gemaakt worden. Kleinere objecten zoals drinkwaar worden vaak vanuit de hand gevormd, omdat ze door hun lichte gewicht makkelijk voor langere tijd te tillen zijn. Grotere objecten worden vaak ondersteund door een ondergrond, omdat ze veelal te zwaar zijn om voor langere duur gedragen te worden (Rice 1987, 132). Afhankelijk van de vorm techniek variëren deze ondergronden. De ondergrond van de pot varieert naar gelang de bodem van de pot. Zo worden ronde bodems vaak gemaakt met een ronde ondergrond, om de vorm optimaal te steunen, zoals een houten mal, een potscherf of een mand (Rice 1987, 133).

Op deze manier is de pot ook makkelijk te draaien tijdens het vormen.

Een andere mogelijke manier is om gebruik te maken van een pottenbakkersschijf.

Hierbij wordt het onderscheid gemaakt tussen een “normale” (of langzame) schijf en een “snelle” schijf. De langzame schijf bestaat vaak uit een stenen basis met een houten, draaibare plaat hierop bevestigd (zie afbeelding 3 en 4). Deze houten plaat wordt vaak met de hand(en) gedraaid, wat er voor

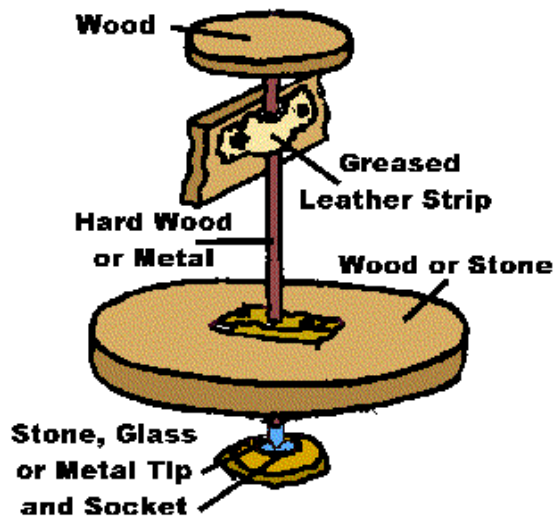
zorgt dat de klei niet tegelijkertijd bewerkt kan worden. Ondanks dat deze schijf bekend staat als “langzaam” kan een ervaren pottenbakker hier nog redelijk hoge snelheden uit halen voor korte periodes (Rice 1987, 134). Door het gebrek aan gewicht van het wiel en de klei kan de centrifugale kracht die bij “snelle” schijven verkregen wordt hier alleen met zeer grote moeite ontstaan.



Afbeelding 4, Langzame schijf (schema) (bron) Afbeelding 3, Langzame schijf (modern)

De langzame schijf wordt dus vooral gebruikt om het aardewerk rond te laten draaien zonder veel moeite en energie te gebruiken, niet zozeer voor de vorming zelf.

De snelle draaischijf (zie afbeelding 5 en 6) bestaat uit een zware stenen schijf die met de voet wordt aangedreven. Deze laat op de werkhoogte van de pottenbakker een ronde schijf draaien met hoge snelheid. Als de snelle schijf eenmaal op snelheid is, zorgt deze door het gewicht voor een continue impuls, wat voor een stabiele snelheid en centrifugale kracht leidt. Hierdoor kan deze schijf ook goed gebruikt worden voor het vormen van de klei, niet alleen om alle kanten van de pot makkelijk te bewerken (Rice 1987, 135). Door het gewicht van de stenen schijf en de relatieve complexiteit van het apparaat wordt deze vaak geassocieerd met grotere productie centra, deze zal men dus niet snel vinden bij mensen die voor eigen gebruik produceren (Rice 1987, 135).



Afbeelding 5, Snelle schijf (schema)



Afbeelding 6, Snelle schijf, zonder bijbehorend frame (modern)

Ovens

Nadat het aardewerk gevormd is en tijd heeft gehad om te drogen zal het afgebakken moeten worden. In dit geval zijn er zijn twee manieren om potten te bakken: zonder oven of met oven.

Zonder oven:

Aardewerk afbakken zonder oven kan in een relatief korte tijd gedaan worden en gebeurt bij “lage” temperaturen, meestal tussen de 600°C en 850°C (Rice 1987, 156).

Hoewel er verschillende manieren zijn om aardewerk zonder oven te bakken is er een aantal kenmerken die altijd overeenkomen. Zo begint men met langzaam brandende brandstof op de grond (of in een kuil), hierboven wordt het af te bakken aardewerk geplaatst (dit kan 1 pot zijn, maar ook een paar honderd) en dit wordt weer bedekt met een laag brandstof (Rice 1987, 153) (zie afbeelding 3.). Dit wordt van onderaf aangestoken en nadat alle brandstof is opgebrand is het afbakken klaar en kunnen de potten worden weggehaald. Het aardewerk is “klaar” als de bovenste laag brandstof nog zachtjes rood nagloeit (Rice 1978, 158).



Afbeelding 3, Potten bakken op een open vuur (D. Lohnas, 2009)

De basis is overal redelijk gelijk, hoewel er in sommige gevallen een soort “overkoepeling” wordt gemaakt om als oven te kunnen fungeren. Of dit in de Middeleeuwen ook al gebeurde is helaas niet bekend.

Als brandstof worden materialen gebruikt die ruim voldoende voorhanden zijn, zoals hout, mest of gras/stro. Door de mogelijke variatie in brandstof kan de baktijd variëren. Zo kan deze bij snel brandend materiaal een kwartier tot twintig minuten zijn, of bij langzaam brandend materiaal enkele uren (Rice 1987, 154).

Er zijn veel nadelen bij het gebruik van open vuren. Zo ben is men erg afhankelijk van het weer en kan een enkele “goede” windstoot de temperatuur van het vuur met een paar honderd graden laten dalen (Reina and Hill 1978, 24). Bij regen kan er bijvoorbeeld niet gebakken worden en ook niet als de bodem hierdoor nog nat is. Daarom worden potten vooral in drogere seizoenen gebakken om de kans te verkleinen dat het bakken mislukt door slecht weer (Rice 1978, 156). Wat men wel kan doen tegen een vochtige bodem is een vuur aansteken op de plek waar men wilt bakken, zodat het water uit de opperste bodemlaag verdampt en de bodem verhardt.

Ook komen de potten vaak in contact met de brandstof en elkaar, wat er voor kan zorgen dat ze scheuren, breken of deuken. Vaak komen er door het contact met de brandstof vlekken op door de vlammen. Dit wordt wel tegengegaan door de potten tijdens het bakken af en toe te laten “ademen” (de

brandstof eraf te halen), op deze manier oxideren de potten wat beter en verdwijnen de vlekken (Shepard 1976, 85).

Ook kan ervoor gekozen worden om het aardewerk te “smoren”, als het aardewerk eenmaal afgebakken is wordt het bedekt met fijn materiaal, bijvoorbeeld zaagsel, met als resultaat dat de zuurstoftoevoer wordt afgesloten en de poriën van het aardewerk zich vullen met koolstof, resulterend in een glanzend zwarte pot.

Verder is de temperatuurverdeling erg ongelijk en gaat er veel hitte verloren door de opstijgende lucht, iets waar je bij een gesloten oven veel minder last van hebt (Rice 1987, 156). Een open vuur kan desondanks toch temperaturen van tussen de 600°C en 850°C bereiken, hoewel er ook hogere temperaturen zijn gemeten net na het ontbranden van de afdekkende brandstoflaag (Rice 1978, 157). Belangrijk is wel hierbij te noteren dat de gemeten temperaturen die van het vuur zelf waren, of het aardewerk daadwerkelijk deze temperaturen bereikt is niet bekend (Nicklin 1981a, 356).

Toch is het gebruik van deze techniek economisch erg voordelig voor pottenbakkers die op een niet-industriële schaal werken, omdat alles binnen handbereik is en geen continue investering van tijd en/of energie vraagt zoals een grote oven.

Omdat er bij het gebruik van open vuren veel rook ontstaat, gebeurt dit vaak aan de rand of net buiten een nederzetting, zodat de overige bewoners geen last hebben van de rookontwikkeling.

Met oven:

Door middel van het gebruik van ovens kunnen pottenbakkers een hogere temperatuur verkrijgen. Op deze manier kunnen ze hardere en minder poreuze potten bakken.

Ovens zijn gesloten kamers, gemaakt om hitte vast te houden en te geleiden en op deze manier producten (in dit geval aardewerk) te bakken (Rice 1978, 158). Ze worden gemaakt van vuurvast materiaal, meestal baksteen, omdat dit goed tegen het uitzetten en inkrimpen kan, wat gebeurt door het verhitten en afkoelen van de oven.

Er kan onderscheid gemaakt worden tussen drie verschillende typen ovens: kuilovens, opwaartse luchtstroomovens en neerwaartse luchtstroomovens.

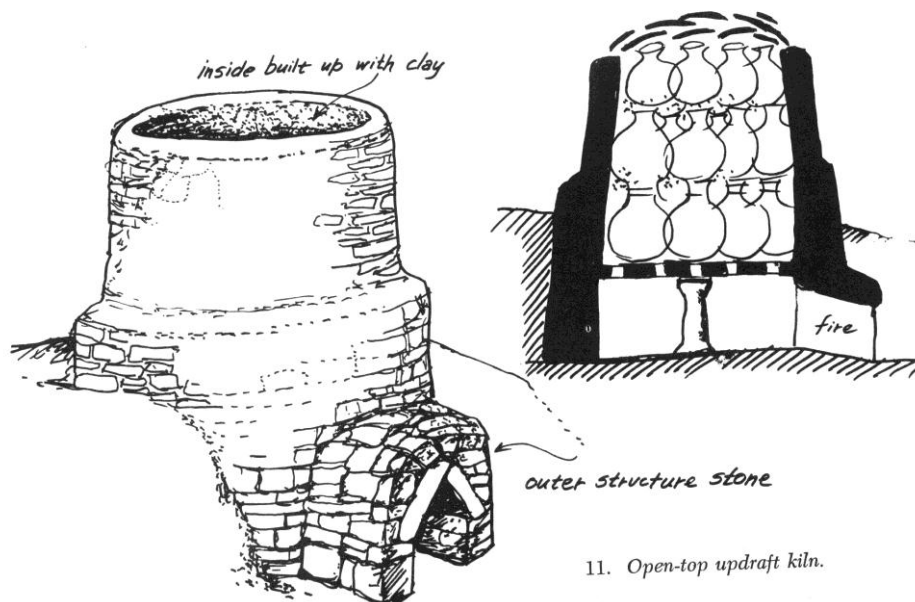
Kuilovens (afbeelding 4) zijn een tussenfase tussen open vuren en opwaartse luchtstroomovens en bestaan uit een kuil die aan alle zijdes omringd is met een laag muurtje (Rice 1978, 158). Hierbinnen worden de potten opgestapeld met brandstof eronder en omheen, net als bij een open vuur. Verder werkt het grotendeels het zelfde als bij een open vuur, het grote verschil is alleen dat bij kuilovens het bakken in een ommuurde kuil gebeurt, wat voor een betere isolatie en dus een veel hogere temperatuur zorgt, die langer vastgehouden kan worden. Hierbij is het ook mogelijk om deze ovens op een heuvel te plaatsen, wat ervoor zorgt dat er meer lucht aangezogen kan worden, voor een nog betere

verbranding van brandstof, en dus een hogere temperatuur (Rice 1978, 158). Verder zijn alle voor- en nadelen hetzelfde als bij het gebruik van open vuren.



Afbeelding 4. Kuiloven (R. Land, 2009).

Opwaartse luchtstroomovens (afbeelding 5) zijn gesloten ovens, waarbij de hitte van onder de potten opstijgt naar boven toe en door middel van schoorstenen eruit wordt gevoerd. In het geval van aardewerk zijn deze ovens veelal rond, bij bakstenen zijn ze rechthoekig of vierkant.

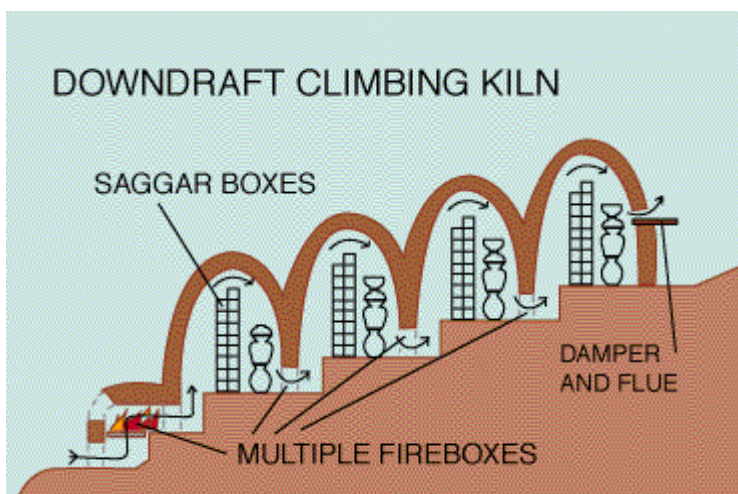


Afbeelding 5. Opwaartse luchtstroomoven (D. Rhodes, 1981).

Zoals te zien is op afbeelding 5 bestaat de bodem van de oven uit een gegleufd platform wat rust op een (in dit geval) centrale steunpaal. Op deze manier kunnen de gassen en de hitte die ontstaan door het vuur naar boven stijgen en bij het aardewerk komen, die hierna uit dakopening verdwijnen. De vorm die het meest gebruikt wordt bij opwaartse luchtstroomovens, zeker bij “kleinere” pottenbakkers die niet op enorme industriële schaal werken, is afgebeeld bij afbeelding 5. Bij dit type wordt het aardewerk van bovenin opgestapeld tot de rand, waarna er door middel van grote scherven of baksteen een “dak” wordt gebouwd met een kleine opening voor de ontsnappende gassen (Rice 1978, 60). Onder het gegleufde platform wordt de brandstof verbrand en door de opening kan dit worden bijgevuld indien nodig. De maximale temperatuur die bereikt kan worden met deze ovens is rond de 900°C en 1000°C.

Ook deze ovens hebben ondanks de voordelen ook zo zijn nadelen. Zo ontsnapt ook hier een groot deel van de hitte door de opwaartse stromen en door de plaatsing van de potten worden er een soort “interne schoorstenen” gecreëerd die de gassen in een bepaalde richting leiden. Dit zorgt er voor dat sommige (delen van) potten te veel verhit worden en andere delen onderverhit. Omdat de vlammen door de bodem heen kunnen komen bestaat er ook de kans dat de onderste potten breken door de thermische schok die hierbij ontstaat (Rice 1978, 160).

Neerwaartse luchtstroomovens (afbeelding 6) zijn weer een volgende stap die gemaakt kan worden. Dit type oven bestaat uit een aantal opvolgende kamers die door de ronde vorm van de oven de hitte van bovenaf op de potten laat neerdalen, waarna deze naar de volgende kamer wordt doorgeleid.



Afbeelding 6, Neerwaartse luchtstroomoven

Zoals te zien is bij afbeelding 6 heeft iedere kamer ook zijn eigen vuurhaard, die aangestoken wordt zodra de vorige de juiste temperatuur heeft bereikt. Binnen de ovens staan zogenaamde “saggar boxes”, keramische dozen of stapels bakstenen die ervoor zorgen dat de hitte niet in direct contact

komt met het te bakken aardewerk, omdat dit anders zou smelten. Omdat deze ovens goed geïsoleerd zijn wordt er optimaal gebruik gemaakt van de hitte (Rice 1978, 161). Sommige van deze ovens bestaan uit twintig verschillende kamers en doen er twee weken over om op de goede temperatuur te komen (Leach 1976, 195).

De ontwikkeling van ovens zorgt voor een steeds grotere kans op het succesvol bakken van aardewerk, omdat het een stabiele omgeving geeft, waarbij het grootste deel van de (nadelige) factoren onder controle gehouden kunnen worden.

Toch blijven er altijd factoren waarover geen controle bestaat en die kunnen zorgen dat er dingen mis gaan. Zo kunnen er delen verstopt raken, materiaal kan omvallen binnenin de ovens, mensen kunnen er te veel, of te weinig aardewerk in stoppen, hout kan vochtig zijn, etc. (Leach 1976, 195).

Ovens zijn een enorme investering voor pottenbakkers, het kost een grote hoeveelheid materiaal om er een te bouwen en ze hebben constant onderhoud nodig om ze operationeel te houden. Iedere locatie vraagt weer om een ander soort oven, omdat je rekening moet houden met alle omstandigheden, van weer en wind tot bodemvochtigheid. Daarbij komt ook nog dat de ovens continu uitzetten en inkrimpen door de hitte, waardoor scheuren kunnen ontstaan die gerepareerd moeten worden voor de volgende lading aardewerk erin kan (Rice 1978, 162).

In het geval van kogelpot aardewerk is het meest waarschijnlijke dat de open vuur methode is gebruikt of mogelijk een kuiloven, gezien de relatief lage temperaturen die hierbij worden gehaald en kogelpot aardewerk tussen de 400°C en de 800°C gebakken wordt. Dit geldt zeker voor de potten die binnen de eigen nederzetting werden gebakken (op niet industriële schaal). Waarschijnlijk werden er bij de industriële centra opwaartse luchtstroomovens gebruikt (Heege 2007, 4) omdat hier meer gebakken in kon worden en er meer controle over het bakproces was.

2.4 De historische context

Zoals in de inleiding is verteld is de kogelpot het meest voorkomende kookpot aardewerk gedurende bijna 600 jaar, namelijk van ongeveer 700 tot ongeveer 1300/1500. De exacte gebruiksduur verschilt per gebied, maar wat zeker is, is dat de kogelpot in deze periode gebruikt is.

In deze paragraaf gaan we in op de historische context. Wat gebeurde er in de tijd dat de kogelpot opkwam, floreerde en onderging en in hoeverre zou dit kunnen hebben bijgedragen aan de ontwikkeling van de pot? Er zal een korte schets maken van de situatie en vooral een poging gedaan worden om in te gaan op het leven van de gewone mens en daarbij de kogelpot te verwerken.

We zullen hierbij het onderscheid maken tussen de Vroege, de Hoge, en de Late Middeleeuwen. De Vroege Middeleeuwen zullen worden ingedeeld in de Merovingische en de Karolingische periode,

omdat dit de eerste grote rijken waren sinds de val van het West-Romeinse Rijk in 476 en in deze periode de kogelpot zijn kenmerkende vorm krijgt.

2.4.1 De Vroege Middeleeuwen (±476 - ±950)

1. De Merovingers (481-751)

De kogelpot ziet voor het eerst het licht rond het einde van de Merovingische dynastie en wordt in deze periode ontwikkeld. Het aardewerk wat voor de kogelpot veel gebruikt werd staat bekend als Hessens-Schortens aardewerk (ook wel proto-kogelpot of eipot genoemd). Dit handgevormde aardewerk kwam vooral voor tussen 450 en 900 n. Chr. in de “Noordzee gebieden”, waar de kogelpot vermoedelijk ook is ontstaan.

De proto-kogelpotten werd op een lage temperatuur gebakken en gemagerd met steengruis of organische resten, waaronder schelpengruis. Dit bolvormige aardewerk had een vlakke bodem, maar bij de latere vormen, tegen het einde van de Merovingische tijd, is er al een duidelijke bolling zichtbaar. Iets wat wijst naar een mogelijke ontwikkeling richting de kogelpot (Verhoeven 1998, 52).

2. De Karolingers (751-987)

In deze periode is de kogelpot ontstaan in zijn “uiteindelijke” vorm: een kogelvormige pot. Ook is de pot in deze periode in het gebied van Noord- en West- Nederland het meest voorkomend geworden en begon hij zich steeds verder uit te bereiden naar het oosten en het zuiden. In Duitsland ligt de oostgrens bij de Elbe en de zuidgrens tussen de Lippe en de Ruhr. In Nederland is dit tussen de Maas en de Waal (Verhoeven 1998, 251). In deze periode ziet men ook dat de ronde randvormen steeds meer verdrongen worden door vierkante randen (Verhoeven 1998, 254).

2.4.2 De Hoge Middeleeuwen (± 950 - ± 1270)

De eeuwen tussen 950 en 1270 worden gekenmerkt door grote veranderingen op economisch, sociaal, politiek, religieus en cultureel gebied (Blockmans & Hoppenbrouwers 2002, 151)

Zo verdubbelt de bevolking namelijk in deze periode, wat als gevolg heeft dat er ook twee keer zoveel voedsel geproduceerd moet worden.

Op sociaal en politiek komen er steeds meer kleine heren en territoriale bestuurseenheden.

De opkomende steden ontwikkelden zich in eerste instantie als markt en productiecentra voor verschillende goederen, maar omdat ze geen eigen voedselvoorziening hadden waren ze sterk afhankelijk van surplus afkomstig van het platteland. Hier stond tegenover dat de stad zich specialiseerde in producten die de bewoners op het platteland nodig hadden en niet, of heel moeilijk, zelf konden maken. Op deze manier ontstond er een wisselwerking van goederen. Door deze ontwikkelingen hebben de pottenbakkerscentra, die zich specialiseerden in uniformiteit en

massaproductie, zich kunnen ontwikkelen. Dit heeft waarschijnlijk ook bijgedragen aan de ontwikkeling van de betere ovens en draaischijven die hiervoor nodig waren.

Door deze enorme bevolkingsgroei steeg de vraag naar aardewerk ook steeds meer. Waar mensen eerst zelf hun eigen aardewerk produceerden en mogelijk een klein deel hiervan verkochten was dit niet meer voldoende om de vraag naar aardewerk te beantwoorden.

Als gevolg hiervan ontstonden in de 10^e eeuw de eerste productiecentra voor kogelpotten, zoals Pingsdorf en Paffrath (Verhoeven 1998, 69, 79). Deze centra concentreerden zich puur op de productie van aardewerk voor de handel, iets wat men vanaf de 11^e eeuw ook steeds meer ziet richting het Westen (Verhoeven 1998, 251). In Nederland ziet men wel dat er een grote variatie in het kogelpotaardewerk is, wat er op wijst dat een grootschalige productie hier nog erg onwaarschijnlijk is en dat het waarschijnlijk om kleine centra gaat (Verhoeven 1998, 260). Verder ziet men een daling in de hoeveelheid ronde randen en een sterke toename van vierkante randen met dekselgeulen. Vanaf de 12^e eeuw worden veelal de bovenkanten van de kogelpotten op een snelle draaischijf gemaakt, wat te zien is door scherpe randprofielen en draairibbels op de schouder van de kogelpot (Verhoeven 1998, 255). Dit ziet men vooral in kogelpotten uit Duitsland en het oosten van Nederland.

2.4.3 De Late Middeleeuwen (± 1270 - ± 1500)

In de 12^e en 13^e eeuw waren er uitgebreide handelsroutes ontstaan. Niet alleen voor luxe producten zoals wijn, maar ook voor “normale” goederen, zoals graan, hout en teer. Dit had als gevolg dat men zich steeds meer van geld ging bedienen in de vorm van geschreven brieven (de voorloper van het briefgeld) (Blockmans & Hoppenbrouwers 2002, 306). Door de toenemende concurrentie en de afdrachten die de boeren aan hun heren verschuldigd waren konden velen niet meer rondkomen van de landbouw. Als gevolg gingen velen hiervan andere ambachten erbij uitvoeren, om dankzij die extra inkomsten rond te kunnen komen (Blockmans & Hoppenbrouwers 2002, 308). Mogelijk zijn hieruit meer pottenbakkerscentra ontstaan, uit boeren die aardewerk op grotere schaal gingen produceren voor de verkoop. Omdat ze zich hierin gingen specialiseren konden ze een continue kwaliteit garanderen en waarschijnlijk, door de “massa” productie, relatief lage prijs.

Vanaf de 13^e eeuw ontstonden er ook gilden, als samenwerkingsverbanden tussen ambachtsgilden.

Deze gilden zorgden voor een constante kwaliteitskeuring en dat er eerlijke prijzen werden gehandhaafd. De gildelieden zorgden onderling ook voor elkaar, bij geval van pensionering werd het gildelid tot zijn dood onderhouden door het gilde. Bepaalde beroepen mochten geen gilden vormen, zoals beulen, doodgravers, barbiers en badmeesters (Blockmans & Hoppenbrouwers 2002, 289). Of de pottenbakkers zich toen al tot een gilde hebben gevormd is helaas niet bekend, wat we wel weten is dat er in de 17^e eeuw pottenbakkersgildes bestonden (Roodenburg 1993,61).

In de late Middeleeuwen ziet men dat de productiewijze van de kogelpot verandert. De baksels worden wat harder en er verschijnen bezemstreken en vingervegen voor op kogelpotten uit onder andere Assendelft (Verhoeven 1998, 260). Er lijkt een toenemende vorm van standaardisatie plaats te vinden en hierbij een grootschaligere productie. De kans is erg groot dat dit betekent dat deze in gespecialiseerde ateliers en productiecentra werden gemaakt, iets wat men niet eerder in Nederland zag. De komst van deze productiecentra kan verschillende dingen betekenen. Zo konden mensen bijvoorbeeld niet meer genoeg tijd hebben om zelf hun aardewerk te maken, tijd die ze nu in hun levensonderhoud moesten steken. Een andere mogelijkheid is, dat mensen een kwaliteit wilde hebben die men zelf niet kon maken en daardoor moesten verkrijgen door middel van specialisten. Dit zou mogelijk ook verklaren waarom men na 1300/1500 de kogelpot niet meer gebruikten omdat er nieuw, hoogwaardiger en technologisch verder ontwikkeld aardewerk voorhanden kwam, zoals in het geval van drinkgerei, steengoed wat compleet waterdicht is. Of grapes (aardewerk met pootjes) en bakpannen omdat mensen op een andere manier gingen koken. Deze ontwikkelingen hadden onmogelijk kunnen plaatsvinden als men was blijven produceren binnen het eigen huishouden.

Hoofdstuk 3: Kenmerken van baksels en hun eigenschappen

3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk zal, zoals in hoofdstuk 1 is gezegd, ingegaan worden op de materiaalstudie die is uitgevoerd. Ook zal er in worden gegaan op het materiaal wat gebruikt zal worden tijdens de experimenten die in hoofdstuk 4 besproken zullen worden. Verder zal er aandacht besteedt worden aan de fysische eigenschappen van materialen en hoe deze theoretisch gezien zouden moeten werken.

3.2 Fysisch onderzoek

In deze paragraaf zullen we dieper ingaan op de verschillende types magering en manieren van bakken, welke eigenschappen deze hebben en welke invloed deze hebben op het aardewerk. Ook zullen we in gaan op de effecten van porositeit binnen het aardewerk. Verder zal er aandacht worden besteed aan de verschillen tussen oxiderend en reducerend gebakken aardewerk op het gebied van hitte geleiding, hierbij zal dik- en dunwandig aardewerk gebruikt worden.

Belangrijk is op te merken dat er geen natuurwetenschappelijk onderzoek is uitgevoerd voor deze scriptie, maar dat alles macroscopisch is onderzocht. Dit is, omdat voor natuurwetenschappelijk onderzoek specialisten nodig zijn, wat in dit geval niet mogelijk was door de afwezigheid van financiële middelen en een tekort aan tijd. Al de natuurwetenschappelijke data is dus macroscopisch verkregen, of er staat een verwijzing in de tekst waar de data vandaan komt indien dit uit een ander onderzoek komt. Ook moet er gezegd worden dat ik alleen de data behandel die van toepassing is, of kan zijn, op kogelpotten. Veranderingen die optreden bij temperaturen boven de 800 °C worden dus niet meegenomen binnen dit hoofdstuk.

3.2.1 Magering

We hebben het al kort over magering gehad, waarom dit gebruikt werkt en welke verschillende soorten er zijn. Hier gaan we wat dieper op de eigenschappen van de magering en welke gevolgen dit voor het aardewerk heeft.

Vaak wordt aangenomen dat magering gebruikt wordt om het aardewerk sterker te maken, maar niets is minder waar. Magering verzwakt het aardewerk namelijk, maar toch wordt het gebruikt omdat het zo zijn voordelen heeft. De magering zorgt dat de klei minder goed aan elkaar bind (Shepard 1956, 25). De voordelen zijn dat het zorgt dat de klei de goede kneedbaarheid krijgt, en het zorgt er ook voor dat het aardewerk goed kan drogen, door de kanalen die het vormt (zie hoofdstuk 2), wat als gevolg heeft dat het minder krimpt en niet barst of scheurt.

Er zijn, zoals gezegd, verschillende types magering: minerale magering, organische magering of “kunstmatige” magering.

Binnen de minerale magering zijn er drie klassen te onderscheiden, gelijkend aan de drie verschillende soorten gesteentes: Stollingsgesteentes, zoals basalt, tufsteen of vulkanische as; Afzettingsgesteentes, zoals zandsteen of kalksteen; en Metamorfe gesteentes, zoals schist of gneiss.

Onder de organische magering worden schelpen, veren, plantenvezels of kiezels het meeste gebruikt. Kunstmatige magering is magering die door mensen zelf gemaakt is, zoals potgruis (Shepard 1956, 26).

Omdat magering primair gebruikt wordt om klei beter bewerkbaar te maken is dit het eerste waar we naar kijken. Bij het maken van aardewerk is het belangrijk dat de magering die je gebruikt niet te grof is, omdat dit groeven of gaten kan veroorzaken bij het gladstrijken van de klei. Hierdoor kan grof gemagerd aardewerk niet op een snelle draaischijf gemaakt worden. Een andere mogelijkheid is, dat bij het drogen van de klei, de magering samen met het water eruit wordt gedrukt, wat de pot ook vernield. Wat men bij het maken dus het liefst heeft is een fijne magering die niet al te veel bewerking nodig heeft, zodat men het mooiste resultaat krijgt. As, zand of fijn silicium houdend materiaal is hier een goed voorbeeld van (Shepard 1956, 27).

Tijdens het bakken verandert er ook het nodige met de magering. Sommige veranderingen komen het aardewerk ten goede, maar andere kunnen het vernielen. Veel van de veranderingen vinden pas plaats bij hogere temperaturen (boven de 1000°C), maar sommige ook al bij lagere, bijvoorbeeld oxidatie of reductie, wat verder besproken wordt in paragraaf 3.2.2.

Minerale magering: Over het algemeen is minerale magering erg goed bestand tegen hoge temperaturen en zal er tijdens het bakken van kogelpot aardewerk geen zichtbare verandering plaats vinden. Toch is er een aantal mineralen, zoals kwarts, dat ook bij lagere temperatuur verandert.

Kwarts-magering verandert al bij een lage temperatuur (572°C). Als gevolg van verhitting verandert de kristalstructuur, wat gepaard gaat met volumevergroting. Dit heeft als mogelijk gevolg dat het breekt, wat dus ook nadelige gevolgen voor het aardewerk kan hebben (Shepard 1956, 29).

Vulkanische as daarentegen is niet beïnvloedbaar door lagere temperaturen en zou zelfs het aardewerk sterker maken, omdat het zich beter bindt met de klei. Hier bestaat wel nog enige speculatie over en dit zou nog beter onderzocht moeten worden (Shepard 1956,29).

Organische magering verbrand grotendeels tijdens het bakken van het aardewerk. Toch kunnen hierbij ook dingen mis gaan. Zo absorberen kalkhoudende mageringen veel water, wat zorgt dat ze uitzetten. Tijdens het bakken kan de magering inkrimpen, omdat het water verdampt. Dit kan leiden tot barsten in het aardewerk. Erg kleine fragmenten blijven wel goed bewaard, omdat deze te weinig kracht

kunnen uitoefenen op het aardewerk(Shepard 1956, 30). Verder zorgen de verbrande organische resten voor holtes in het aardewerk. Dit zorgt ervoor dat het zwakker wordt en minder waterdicht.

In het geval van kunstmatige magering gaat het allemaal net iets anders. Het potgruis wat wordt toegevoegd aan het aardewerk is namelijk al gebakken op een (waarschijnlijk) vergelijkbare temperatuur en is deels al geoxideerd of gereduceerd. Afhankelijk van de manier van bakken wordt dit proces voortgezet, wat over het algemeen voor een grotere hardheid van het aardewerk zorgt (Shepard 1956, 28). Dit zorgt ervoor dat het potgruis zich goed kan hechten aan de klei.

3.2.2 Oxiderend en reducerend bakken

Zoals in hoofdstuk 2, subparagraaf 2.3.1 besproken is, zijn er twee manieren om aardewerk te bakken: oxiderend en reducerend. Zoals gezegd is zijn dit de uitersten en zijn er nog veel variaties tussen beide. In deze subparagraaf gaan we bespreken wat voor gevolgen het oxiderend of reducerend bakken op het aardewerk heeft.

In het geval van oxiderend bakken zorgt de combinatie van de hitte samen met de aanwezige zuurstof voor een chemische reactie binnen de onzuiverheden in de klei en dan vooral met de koolstof en de ijzerhoudende deeltjes (Shepard 1956, 21). De koolstofdeeltjes binnen de klei (of organische mageringen) worden al bij lagere temperaturen geactiveerd (sommige al bij 225°C) en reageren eerder met zuurstof dan het ijzer. Door de hitte verbrandt de organische magering en verandert het in koolstof, wat als reactie verandert in gassen, die er voor zorgen dat het aardewerk heter wordt, wat in sommige gevallen tot oververhitting kan zorgen wat het aardewerk vernietigd. De vorming van deze gassen zorgt ook voor een grotere porositeit (Shepard 1956, 23). Lang niet alle koolstof wordt geactiveerd bij deze temperaturen, met als resultaat dat het aardewerk vaak een soort “bruinige” kleur heeft, een combinatie van geoxideerde ijzer- en koolstof deeltjes (Shepard 1956, 22).

De ijzerhoudende deeltjes bestaan uit verschillende soorten mineralen die elk op hun eigen manier reageren op zuurstof en hitte. Zo begint magnetiet te oxideren bij 400°C en vormt het een beschermende geoxideerde laag om zich heen (vergelijkbaar met aluminium), die verdere oxidatie voorkomt. Een ander mineraal, Pyriet, begint te oxideren bij 350°C en zet hierbij uit, wat als gevolg kan hebben dat het aardewerk barst. De oxidatie van de ijzerhoudende deeltjes heeft als resultaat dat het aardewerk rood kleurt door de “roestvorming”.

Wat vooral erg belangrijk is bij oxidatie, is zorgen dat de temperatuur niet hoog genoeg wordt om het aardewerk te laten “verglazen”, wat bij kogelpotten gelukkig niet het geval is (Shepard 1956, 81). Dit zorgt er namelijk voor dat de gassen gevormd door de koolstof niet goed kunnen ontsnappen en dat het aardewerk bobbel krijgt (Shepard 1956, 21).

Aardewerk wordt reducerend gebakken als er niet genoeg zuurstof is voor een volledige verbranding van de brandstof. Dit heeft als gevolg dat er niet voldoende zuurstof aanwezig is om de ijzerdeeltjes te oxideren en ook de koolstof blijft onverbrand. Vaak wordt ook gezien dat er zwarte rook vrij komt, die een smorend effect heeft op het aardewerk (Shepard 1956, 216). Omdat het de koolstof niet verbrand en het ijzer niet oxideert zorgt dit vaak voor een donkere, al dan niet grijze kleur van het aardewerk. Omdat de koolstof niet verbrand, zorgt dit er voor dat er veel minder poriën in het aardewerk zitten dan bij geoxideerd aardewerk, omdat er bijna geen gassen binnen het aardewerk ontstaan. Als het aardewerk hier bovenop ook nog wordt gesmoord, zou dit als gevolg kunnen hebben dat alle poriën dicht zijn geslibd, wat als resultaat heeft dat het aardewerk veel waterdichter is.

Wat hierboven is beschreven, gebeurt alleen onder ideale omstandigheden met goede ovens. In het geval van open vuren, of opwaartse-luchtovens kunnen deze ideale omstandigheden nooit hebben plaatsgevonden. Dit heeft als gevolg dat het kogelpot aardewerk altijd tot op zekere hoogte geoxideerd of gereduceerd is, maar ondanks dat de veranderingen binnen het aardewerk nooit volledig zijn, is het verschil wel terug te zien.

3.2.3 Porositeit

Porositeit is de aanwezigheid van kleine openingen binnen materiaal, in dit geval kogelpot aardewerk. De combinatie van magering en de minerale structuur van de klei zorgt ervoor dat het gebakken kogelpot aardewerk een zekere mate van porositeit behoudt. De mate van porositeit heeft grote gevolgen voor het aardewerk op onder andere het gebied van dichtheid, kracht, hitteresistentie, en verwerking (Shepard 1956, 126). Als het kogelpot aardewerk in het vuur wordt gezet, zet deze uit door de hitte en als het van het vuur wordt gehaald krimpt deze weer in. Omdat het aardewerk erg poreus (30-50%) is kan het uitzetten en inkrimpen zonder te breken, iets wat aardewerk met weinig (1-30%) poriën, zoals steengoed, niet kan (Shepard 1956, 126).

Tijdens het bakken van het aardewerk verandert de porositeit. In eerste instantie wordt deze vergoot door het ontsnappende water en de oxidatie van koolstofhoudend materiaal, maar bij hogere temperaturen, wanneer er “verglazing” plaats vindt binnen het aardewerk, wordt de porositeit steeds minder door inkrimping van het aardewerk (Shepard 1956, 126).

Zoals in de paragraaf hierboven is geschreven, heeft ook de wijze van bakken invloed op de porositeit van het aardewerk. Ook de korrelgrootte van de klei heeft invloed op de porositeit van het aardewerk. Hoe fijner de korrel, des te minder porositeit blijft er uiteindelijk over na het bakken. Door het grotere contactoppervlakte vindt de verglazing namelijk plaats bij een lagere temperatuur (Shepard 1956, 237).

Deze porositeit kan door de pottenbakkers verminderd worden, door het aardewerk bijvoorbeeld te smoren, wat zorgt dat de poriën zich vullen met koolstof, of door een glazuurlaag aan te brengen.

Beide handelingen zorgen ervoor dat de buitenste laag poriën “dichtslibben”, maar dat er intern niets verandert. Op deze manier zou het aardewerk nog steeds tegen de thermische schok bestand zijn, maar wordt de waterdichtheid vergroot.

3.2.4 De maakwijzen en hun invloed op hitte geleiding

Als laatste zal ik nog de uiteindelijke verschillen tussen de verschillende maakwijzen op het gebied van hitte geleiding behandelen. Het probleem wat hierbij opkomt, is dat hier, zover ik heb kunnen ontdekken, nooit eerder onderzoek naar is gedaan. Daarom bestaat deze paragraaf uit redeneringen, die voortvloeien uit de bovenstaande hoofdstukken.

Zoals hierboven besproken is, hebben magering en bakwijze een grote invloed op de porositeit van het aardewerk en de dikte die het kan hebben. Ook de manier waarop het gemaakt kan worden, wordt hierdoor beïnvloed, want zoals gezegd kan grove magering niet gedraaid worden.

Wat men over het algemeen kan verwachten, is dat een dikwandige pot beter warmte vast houdt dan een dunne pot, maar dat deze er ook langer over doet om warm te worden.

In het geval van magering, zou men verwachten dat des te fijner de magering, des te beter de uiteindelijke binding met de klei door het grotere oppervlakte. Dit zou dan moeten resulteren in minder poriën dan bij grove magering, wat de hitte geleiding ook ten goede zou komen.

Ook de bakwijze zou hierbij aansluiten. Dit zou betekenen dat er bij reducerend gebakken aardewerk een betere hitte geleiding zou zijn, door de kleinere hoeveelheid poriën, zeker als deze dicht zijn geslibd met koolstof uit de ontstane rook.

Hieruit zou men de conclusie kunnen trekken dat hoe dunner de pot, des te fijner de magering en hoe minder poriën, des te beter de hitte geleiding is. Er valt zo te verwachten dat een dikke pot langzaam warm wordt, maar dit lang blijft en dat een dunne pot snel warm wordt, maar dit ook minder lang blijft.

3.3 Materiaalstudie

Zoals in hoofdstuk 2 verteld is hoort er ook een materiaalstudie bij dit onderzoek. Ik heb in dit geval 5 aardewerkcomplexen genomen die uit Delft, Alphen aan de Rijn en Rotterdam komen met een opeenvolgende chronologie van de 8^e/9^e eeuw tot 1200/1250. Per complex zijn er 25 kogelpot scherven opgemeten. De dikte van deze scherven is allemaal 5cm onder de rand gemeten in mm. Hierbij heb ik genoteerd uit welke periode deze scherf kwam en wat voor magering deze had. Op deze manier probeer ik te achterhalen of er bepaalde kenmerken zijn die in bepaalde periodes of bij bepaalde diktes voorkomen.

Zoals te zien is kan men per periode een aantal conclusies trekken over de diktes en de magering van het aardewerk.

Merovingisch: Er waren geen randen beschikbaar uit de Merovingische periode, dus hier valt helaas niets over te zeggen. De wanden schommelen allemaal tussen de 4.4mm en de 6.6mm met een gemiddelde van 5.6 mm. De twee aanwezige bodems waren respectievelijk 10.3mm en 10.4 mm dik. Deze scherven waren allemaal gemagerd met potgruis. Wat te zien is, is dat de bodems aanzienlijk dikker waren dan de wanden, en mogelijk ook de randen. Mogelijk was dit om de thermische schok beter op te kunnen vangen, gezien de bodem altijd in het vuur staat bij het koken. De wand (en mogelijk rand) zou dunner kunnen zijn omdat deze minder in aanraking komen met directe hitte en om de pot zodra deze heet is beter handelbaar te maken.

Merovingisch/Karolingisch: Zoals te zien is in figuur 1 waren de Merovingisch/Karolingische scherven het beste vertegenwoordigd. De randen van deze scherven schommelden tussen de 8.2mm en de 11.8 mm, maar wat opvallend is, is dat er 2 verschillende clusters zichtbaar zijn: de ene cluster zit allemaal rond de 11mm en de andere rond de 8 a 9mm. De metingen bij de “knik” zitten tussen de 5.5mm en de 9.8mm. De 5.5mm dikke scherf is in dit geval een uitschieter, omdat de meeste scherven rond de 8mm dik zijn. Opvallend is, dat bij een scherf de knik dikker is dan de rand. Bij de wanden scherven zijn er weer 2 “clusters” zichtbaar, een van 7 a 8mm en 1 van 5 a 5.9mm. 2 scherven hebben alleen een potgruis magering, de overige hebben een kwarts/potgruis magering. Er zijn twee groepen aardewerk te bespeuren, waarvan de ene dikker is dan de andere. Er valt te verwachten dat dit komt door een andere magering, maar dit is niet het geval. Mogelijk is het een verschil wat te verklaren is door een betere datering.

Karolingisch: Ook bij de Karolingische randscherven zijn er 2 “groepen” te onderscheiden. De ene groep bestaat uit scherven met een dikte van iets meer dan 11mm, de andere van scherven rond de 8.5/9mm. Opvallend is, dat de dunnere scherven een andere magering hebben dan de dikkere. De dunne zijn gemagerd met steengruis en kwarts, de dikkere met potgruis en kwarts. Deze trend zet zich niet door bij de “knik”, hier verdwijnen de echte uitschieters ondanks dat de dikkere scherven toch wat dikker blijven. Wel is er 1 scherf die weer dikker wordt dan de rand, zoals bij Merovingisch/Karolingische scherven ook te zien was. De scherven zijn in dit geval allemaal rond de 8 mm, behalve de uitschieter, deze is 10.2mm dik. De dikkere scherf is in dit geval 9.9mm dik.

De wandscherven zijn allemaal rond de 6mm dik, op een uitschieter na, die 9.1mm dik is, wat deze dikker dan de knik en rand maakt. De Karolingische scherven zijn gemagerd met verschillende materialen, namelijk kwarts en potgruis, kwarts en steengruis, potgruis en kwarts en steengruis. Bij deze scherven is een variëteit aan mageringen aanwezig. Opvallend hierbij is, dat de dikste scherven gemagerd zijn met onder andere potgruis, wat niet snel te verwachten valt, gezien de goede hechting aan klei van potgruis, zoals besproken in paragraaf 3.2.1. Een mogelijke verklaring is, dat men de Kwarts-magering toevoegde voor een betere bescherming tegen de thermische schok en het potgruis bedoeld was voor een betere binding met de klei. De scherven met de combinatie kwarts en steengruis waren het dunste, mogelijk te verklaren omdat dit materiaal erg fijn gemalen kan worden en op deze manier erg efficiënt kan werken.

Xe eeuw tot XI eeuw: Hier was helaas maar een scherf van beschikbaar. Deze scherf volgt het te verwachten patroon. De rand is het dikste, de wand is het dunste. Deze scherf is met zand gemagerd.

XI tot XII eeuw: Wederom maar een scherf beschikbaar. Deze was wederom met zand gemagerd, maar dikker dan de Xe eeuwse scherf.

XII tot XIII(A) eeuw: Hier zijn weer meerdere scherven van beschikbaar. De randscherven zijn gemiddeld 5mm dik. De knik is bij de ene scherf 2.8mm dik, wat heel erg dun is. Bij de andere is deze 6.3mm dik. De wandscherven zijn allemaal rond de 4.5/5mm dik. Deze scherven zijn gemagerd met zand en potgruis. Het aardewerk wordt duidelijk dunner in vergelijking met de vorige periodes. De combinatie van magering zorgt voor een goede binding en afhankelijk van de mineralen in het zand voor een goede weerstand tegen thermische schok. Ook zorgt de fijnheid van de magering ervoor dat het aardewerk niet meer zo dik hoeft te zijn en er een hogere mate van oxidatie/reductie kan plaatsvinden.

Er zijn uit deze korte materiaalstudie een aantal conclusies te trekken. Zo ziet men dat de dikte door de tijd heen varieert, wat grotendeels te verklaren is door de gebruikte combinaties van mageringen. Potgruis is een veel voorkomende magering wat mogelijk te verklaren is, omdat dit erg makkelijk is om aan te komen als pottenbakker. Verder zijn er bijna altijd combinaties van mageringen, zeker in de Merovingische en Karolingische periode. Dit betekent dat de pottenbakkers deze mageringen bewust uit hebben gekozen en niet zozeer voor de makkelijkste oplossing gingen. Zodra men de beschikking heeft over hogere baktemperaturen zie je dat de mageringen fijner worden en het aardewerk dunner, zodat er een betere cohesie binnen de scherf plaats vindt. De combinaties van baktemperatuur en magering beslissen dus grotendeels het uiterlijk van de scherf qua dikte.

Wat nog wel gezegd moet worden, is dat dit maar een kleine en beknopte studie was. Om hier betere resultaten uit te krijgen zal er een grotere materiaalstudie gehouden moeten worden, waarbij uit

iedere periode duidelijk gedateerde scherven onderzocht moeten worden. Er zal ook meer aandacht moeten besteed worden aan bodems, deze waren bij deze studie nagenoeg niet beschikbaar. Voor een optimaal resultaat zal er met gespecialiseerde apparatuur gekeken moeten worden naar de verschillende mageringen, iets wat bij deze studie onmogelijk was.

3.4 Het materiaal van de experimenten

Zoals in de inleiding verteld is, draait het onderzoek grotendeels om een aantal uitgevoerde experimenten. Deze experimenten focussen zich op hittegeleiding en isolatie van aardewerk en hoe de magering, dikte en bakwijze hier invloed op hebben. Voor deze experimenten zijn een drietal kogelpotten gemaakt door Dhr. Jacobs van de Universiteit te Leiden.

3.4.1 De kogelpotten

Zoals hierboven gezegd is er gekozen om voor de experimenten drie kogelpotten te gebruiken. Deze kogelpotten hebben verschillende groottes, diktes, maakwijzen en mageringen, zodat we een goede vergelijking kunnen maken zoals te zien is bij afbeelding 7.



Afbeelding 7, De gebruikte kogelpotten zijn in dit geval de meest linker en de laatste 2 aan de rechter kant (Foto: M. Hattinga-Verschuren 2012)

De kleine rode kogelpot is handgemaakt en oxiderend gebakken en heeft een kwarts/steengruis magering. De inhoud van deze pot is twee liter.

De dunwandige zwarte pot is gedraaid en reducerend gebakken. Deze heeft een magering van zand en heeft een inhoud van drie liter.

De dikwandige zwarte pot is handgevormd en reducerend gebakken. De inhoud van deze pot is 3.7 liter en deze heeft net als de rode pot een magering van kwarts/steengruis.

De potten zijn met deze kenmerken gemaakt, zodat er een aantal overeenkomende kenmerken zijn, maar ook een aantal verschillende. Afhankelijk van de resultaten van de experimenten kunnen we conclusies trekken of deze kenmerken voor andere resultaten zorgen of dat de oorzaak ergens anders gezocht moet worden.

3.4.2 Meetapparatuur

Voor de experimenten zijn twee verschillende soorten meetapparatuur gebruikt. Om de temperatuur te meten is gebruik gemaakt van een set van zes thermometers, die elk een bereik van tussen de 20 en 30 graden Celsius hebben, oplopend tot 120 graden Celsius.

Het tweede meetapparaat wat gebruikt is, is een thermische camera van het type FLIR Scout TS32r Pro, zie afbeelding 8. Het gebruik van dit apparaat is mogelijk gemaakt door het bedrijf Lahoux Optics, waarvan ik deze camera in bruikleen heb gekregen.



Afbeelding 8. Thermische camera FLIR Scout TS32r Pro. (bron: <http://www.lahouxoptics.nl/>).

Dit type camera wordt gebruikt door onder andere jagers en het leger om hitte te zien en op te nemen. Met deze camera is een time-lapse gemaakt van opwarmend aardewerk. Deze foto's zijn iedere dertig seconden genomen en laten zo goed zien hoe de pot steeds warmer wordt (zie voorkant).

Hoofdstuk 4: De experimenten

4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk zal ik de experimenten die ik heb uitgevoerd uitleggen en bespreken. Zoals in de vorige hoofdstukken is gezegd draait het om de gevolgen van de keuzes die de pottenbakker heeft gemaakt. Kogelpot aardewerk werd over het algemeen gebruikt als kookaardewerk en daarom zullen de experimenten zich hierop focussen. Tijdens de experimenten zal een aantal kogelpotten gevuld met water, op een houtvuur aan de kook gebracht worden. Het water zal om de 30 seconden gemeten worden om een goed verloop van temperatuur te krijgen. Zodra het water 100 graden is, zal de pot van het vuur worden gehaald. Hierna zal gemeten worden hoe lang het duurt voordat de pot zijn begintemperatuur weer bereikt heeft en hoeveel water er in totaal verdampt is.

4.2 De experimenten

Er zijn in totaal 5 experimenten uitgevoerd. Deze zullen allemaal behandeld worden in deze paragraaf, waarbij uitgelegd zal worden waarom dingen op een bepaalde manier zijn gedaan en waarom er aanpassingen zijn gemaakt binnen de opstelling.

4.2.1 Experiment 1

Er is begonnen met de kogelpotten onder water te zetten, zodat de poriën zich konden vullen met water, zoals te zien is bij afbeelding 7. Dit gebeurde in een poging de thermische schok te verminderen op aanraden van Dhr. Jacobs, aardewerkspecialist van de faculteit Archeologie te Leiden. Hierna is een open vuur gemaakt en het hout deels laten inkolen, zodat de pot stabiel kon blijven staan, zonder ondersteuning, zie afbeelding 9.

Ik heb er voor gekozen om te beginnen met de kleine, rode pot omdat de verwachting was dat deze het snelst aan de kook zou gaan, gezien deze de kleinste inhoud heeft.

De thermometer werd recht in de pot gezet met behulp van een steun. De punt van de thermometer raakte de bodem van de pot net niet. Hier is voor gekozen omdat deze positie het makkelijkst te herhalen valt bij verschillende potten.

De begintemperatuur van het water was 23°C, deze temperatuur is bij de overige experimenten gelijk gebleven. In tabel 2 is te zien hoe de temperatuurverloop ging. Bij dit experiment is er voor gekozen om iedere 10 seconden een temperatuur meting te doen, iets wat bij de verdere experimenten is aangepast naar iedere 30 seconden. Dit omdat de thermometers gewisseld moeten worden en hout bijgevoerd moet worden. Op deze manier zijn er geen hiaten binnen de metingen, wat nu wel het geval is.



Afbeelding 9, Opstelling van het experiment (Foto: M. Hattinga-Verschuren, 2012)

Zoals te zien is in tabel 2 komt het aardewerk niet aan de kook en blijft het op een constante temperatuur van ongeveer 62°C . In de praktijk is dit een goede temperatuur om stoofpotten te maken, maar dit is niet het vereiste resultaat. Omdat dit experiment geen kookpunt heeft bereikt mag dit als mislukt beschouwd worden, daarom is de afkoeltijd niet gemeten.

Wat nog wel vermeld moet worden is dat er erg veel water verdampte uit de pot, ook via de wanden. In totaal is er van de 2 liter water in de pot 200ml verdampt, dit is 10%.

Figuur 2, Experiment 1 tijd/temperatuur verloop (bron: Auteur)

Duur	Temp.	Duur	Temp	Duur	Temp
0.1	23 °C	6	33.5 °C	12	47.5 °C
0.2	23 °C	6.1	34 °C	12.1	47.5 °C
0.3	23 °C	6.2	35 °C	12.2	48 °C
0.4	23 °C	6.3		12.3	48 °C
0.5	23 °C	6.4		12.4	48.5 °C
1	23 °C	6.5		12.5	49 °C
1.1	23 °C	7		13	49.5 °C
1.2	23 °C	7.1		13.1	
1.3	23 °C	7.2		13.2	50 °C
1.4	23 °C	7.3		13.3	
1.5	23 °C	7.4		13.4	
2	23 °C	7.5	38.5 °C	13.5	59.5 °C
2.1	23 °C	8	39 °C	14	60 °C
2.2	23 °C	8.1	39.5 °C	14.1	61 °C
2.3	23 °C	8.2	40 °C	14.2	61 °C
2.4	23 °C	8.3	40 °C	14.3	61 °C
2.5	23.5 °C	8.4	40.5 °C	14.4	61.5 °C
3	24 °C	8.5	41 °C	14.5	61.5 °C
3.1	25 °C	9	41 °C	15	61.5 °C
3.2	25.5 °C	9.1	42 °C	15.1	61.75 °C
3.3	26 °C	9.2	42 °C	15.2	62 °C
3.4	26.5 °C	9.3	42.5 °C	15.3	62 °C
3.5	27 °C	9.4	42.75 °C	15.4	62 °C
4	27.5 °C	9.5	43.25 °C	15.5	62 °C
4.1	28 °C	10	44 °C	16	62 °C
4.2	28.75 °C	10.1	44 °C	16.1	62 °C
4.3	29.5 °C	10.2	44.25 °C	16.2	62 °C
4.4	30 °C	10.3	44.5 °C	16.3	62 °C
4.5	30.5 °C	10.4	44.5 °C	16.4	62 °C
5	31 °C	10.5	45 °C	16.5	62 °C
5.1	31.5 °C	11	45.5 °C	17	62 °C
5.2	31.75 °C	11.1	46 °C	17.1	62 °C
5.3	32 °C	11.2	46 °C	17.2	62 °C
5.4	32.5 °C	11.3	46.5 °C	17.3	62.5 °C
5.5	33 °C	11.4	47 °C	17.4	63 °C
		11.5	47.25 °C	17.5	63 °C

4.2.2 Experiment 2

Omdat experiment 1 als mislukt beschouwd mag worden is er bij het tweede experiment een aantal aanpassingen gemaakt.

Er is voor gekozen om met omgekeerde plaggen gras een hitteschild te maken van ongeveer 20 centimeter hoog. Dit zorgt er voor dat er voor het vuur minder brandstof nodig is, dat de pot tegen de plaggen kan leunen en hierdoor stabiel staat, dat de pot en het vuur meer uit de wind staan en als laatste dat er hierdoor minder van de warmte verloren gaat. Ook is er voor gekozen om het hout niet meer te laten inkolen, maar om de pot gelijk in het open vuur te zetten zodra dit eenmaal goed brand (Zie afbeelding 10).



Afbeelding 10, De nieuwe opstelling vanaf experiment 2 (bron: L. Jacobs, 2012)

Ook is er voor gekozen om de pot niet meer eerst onder water te zetten omdat het water vanuit de potwand naar buiten damp. Dit is een voorzorgsmaatregel, omdat het mogelijk is dat de pot barst als het water in de poriën te snel aan de kook komt.

Bij experiment 2 staat de dikwandige zwarte pot in het vuur met, net als bij experiment 1, de thermometer in het midden, net boven de bodem van de pot. In tabel 3 is te zien hoe het temperatuurverloop van deze pot was. Zoals gezegd worden vanaf dit experiment de metingen om de 30 seconden uitgevoerd, dit is genoeg tijd om kleine aanpassingen te doen, zoals de thermometer verwisselen of extra hout bij het vuur.

Tabel 3, Experiment 2 tijd/temperatuur verloop (bron: Auteur)

Duur	Temp.
0	23 °C
0.5	23 °C
1	25 °C
1.5	26.5 °C
2	29 °C
2.5	31 °C
3	33 °C
3.5	36 °C
4	38 °C
4.5	40 °C
5	41 °C
5.5	43 °C
6	45 °C
6.5	47 °C
7	49 °C
7.5	51 °C
8	54 °C
8.5	56 °C
9	63 °C
9.5	67 °C
10	69 °C
10.5	72 °C
11	74 °C
11.5	75.5 °C
12	77 °C
12.5	78 °C
13	79 °C
13.5	80 °C
14	81 °C
14.5	82 °C
15	82.5 °C
15.5	83 °C
16	84 °C
16.5	85 °C
17	97 °C
17.5	98 °C
18	99 °C
18.5	99 °C
19	100 °C
19.5	100+ °C

Zoals te zien is raakt het water deze keer wel aan de kook, na 19 minuten.

De pot begon met een inhoud van 3 liter water en na het afkoelen van de pot was hiervan nog 2.5 liter over, wat betekend dat 17% van het water verdampt is.

In totaal duurde het 1 uur en 45 minuten voordat het water weer afgekoeld was naar de begintemperatuur. Dit is het eerste succesvolle experiment, dus hieruit kunnen nog geen conclusies worden getrokken.

4.2.3 Experiment 3

Omdat de opstelling nu goed is, is hier niets meer aan veranderd. Ook voor de overige experimenten zal deze opstelling worden aangehouden. Bij experiment 3 wordt de dunne, zwarte pot verhit. De inhoud van deze pot is 3.7 liter water en in tabel 4 is goed te zien hoe het hitteverloop bij deze pot gaat.

Tabel 4, Experiment 3, tijd/temperatuur verloop (bron: Auteur)

Duur	Temp.
0	23 °C
0.5	23 °C
1	41 °C
1.5	42.5 °C
2	44 °C
2.5	46 °C
3	47 °C
3.5	48 °C
4	49 °C
4.5	50 °C
5	51 °C
5.5	57 °C
6	64 °C
6.5	66 °C
7	68 °C
7.5	69 °C
8	72 °C
8.5	74 °C
9	75 °C
9.5	76 °C
10	78 °C
10.5	79 °C
11	80 °C
11.5	81 °C
12	82 °C
12.5	82 °C
13	83 °C
13.5	83.5 °C
14	84 °C
14.5	84 °C
15	86 °C
15.5	97 °C
16	98 °C
16.5	100 °C
17	100+ °C

Zoals te zien is kookt deze pot na 16 minuten en 30 seconden. Dit is 3 minuten sneller dan de dikwandige pot. Dit was tot op zekere hoogte te verwachten omdat deze pot dunner is fijner gemagerd en daarom beter de warmte door zou moeten laten, zoals in hoofdstuk 3 is uitgelegd.

Wat alleen niet te verwachten was, is dat het in totaal 2 uur en 6 minuten duurde voordat het water in de pot weer 23°C was. Deze pot hield dus meer dan een kwartier langer zijn warmte vast dan de dikke pot. Klaarblijkelijk zorgt de combinatie van magering, dikte en maakwijze er niet alleen voor dat de pot sneller warmte naar binnen laat, maar ook dat deze langer de warmte vast houdt. Wat wel gezegd moet worden is dat deze pot ook meer water verdampte, van de 3.7 liter die er oorspronkelijk in zaten is er uiteindelijk nog 3 liter over. Wat betekent dat 19% van het water verdampt is.

4.2.4 Experiment 4

Omdat de het experiment met de rode pot in eerste instantie mislukt is, moet deze opnieuw worden uitgevoerd in de zelfde opstelling als experiment 2 en 3.

Zoals in paragraaf 4.2.1 gezegd is, heeft deze pot een inhoud van 2 liter, wat hem de kleinste pot maakt. Hierdoor valt te verwachten dat deze pot als eerste het kookpunt bereikt en als eerste weer zijn begintemperatuur bereikt. Dit is te zien in tabel 5.

Tabel 5, Experiment 4 tijd/temperatuur verloop (bron: Auteur)

Duur	Temp.
0	23 °C
0.5	23 °C
1	25 °C
1.5	35 °C
2	42 °C
2.5	46 °C
3	50 °C
3.5	60 °C
4	64 °C
4.5	67 °C
5	69 °C
5.5	75 °C
6	77 °C
6.5	80 °C
7	81 °C
7.5	82.5 °C
8	83.5 °C
8.5	84 °C
9	85 °C
9.5	95 °C
10	97 °C
10.5	100 °C
11	100+ °C

Zoals te zien is kookt deze pot na iets meer dan 10 minuten, wat verreweg het snelste is. Het duurt in totaal 1 uur en 17 minuten voordat deze zijn oorspronkelijke temperatuur weer heeft, met een bijkomend vochtverlies van 25%. Deze pot wordt dus het snelste warm en koelt het snelste af, maar verliest ook het meeste vocht.

4.2.5 Conclusie kookexperimenten

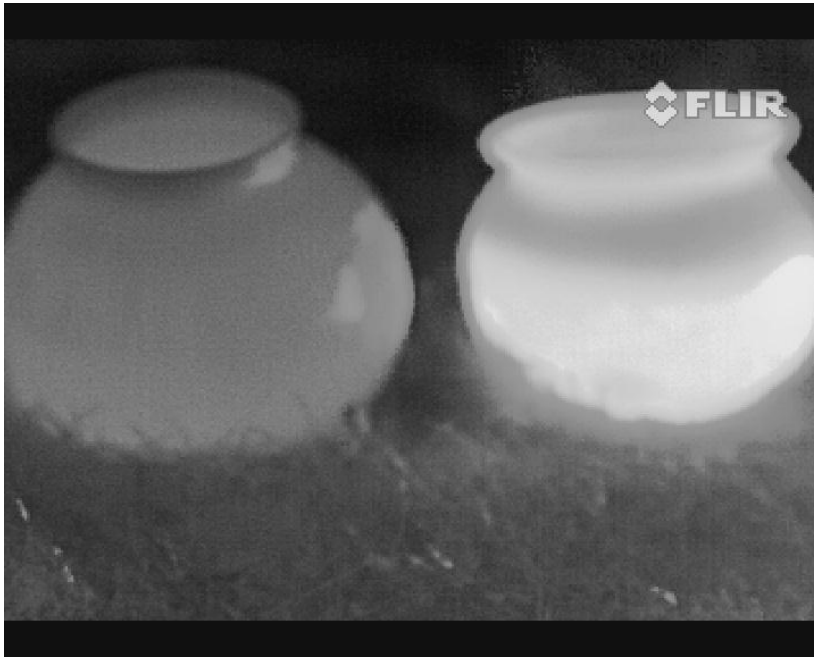
De conclusies die getrokken kunnen worden uit deze experimenten is dat de maakwijze, magering en dikte invloed hebben op het uiteindelijke presteren van het aardewerk.

Goed te zien is dat het geoxideerde aardewerk het meeste vocht verliest door de grotere hoeveelheid poriën in het aardewerk. De dikte van het aardewerk zorgt er in dit geval voor dat het weliswaar sterker wordt, maar het werkt nadelig ten opzichte van de hittegeleiding. Het dunne aardewerk wordt sneller warm en weet deze hitte beter vast te houden. Dit komt waarschijnlijk door de combinatie van de fijne zandmagering, die zorgt dat de klei zich goed kan binden en het gereduceerde bakken, wat zorgt voor weinig poriën waardoor hitte kan ontsnappen.

Opvallend is, dat zodra het water dicht bij het kookpunt komt, dat de temperatuur omhoogschiet. Een mogelijke verklaring hiervoor zijn circulatiestromingen van “heet” en “koud” water binnen de pot, die worden geleid door de ronde vorm.

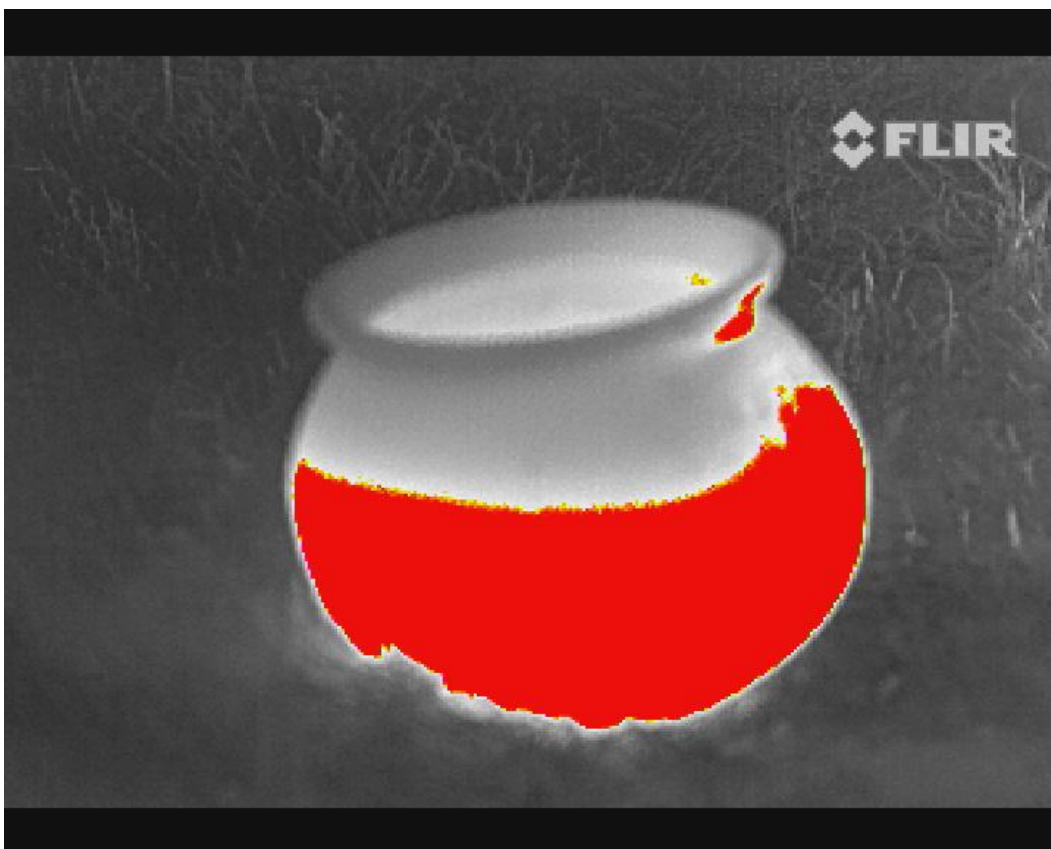
4.2.6 Thermische camera

Er is ook een experiment uitgevoerd met een thermische camera om te kijken hoe het met de hitte opbouw van de pot zit. Wordt de pot zelf ook erg warm, of geleidt deze alle hitte door naar de inhoud? Om hier achter te komen heb ik de dikke, zwarte pot wederom met water gevuld en in het vuur gezet. Met de camera is iedere 30 seconden een foto gemaakt, welke achter elkaar een time-lapse vormen van de verhitting van de pot. Dit is te zien in Bijlage 2.



Afbeelding 11. Koude (links) pot en warme (rechts) pot (bron: Auteur).

Op afbeelding 11 is goed het verschil te zien tussen een koude pot (links) en een warme pot (rechts) De rechterpot komt net uit het vuur en laat goed zien dat deze heet is geworden.



Afbeelding 12. Hitteplaatsing, het rode geeft de hitte weer. (bron: Auteur).

Op afbeelding 12 is goed te zien hoe de hitte zich verdeeld is in de pot. Duidelijk is te zien dat het aardewerk zelf niet erg heet wordt, ondanks dat het net uit het vuur komt, maar dat het echt de inhoud is die warm wordt. Dit is te zien aan de grijze kleur die de bovenste helft van de pot heeft, in tegenstelling tot de rode kleur van de onderste helft, waar het water zit.

De pot was voor mij te warm om zonder hulpmiddelen uit het vuur te halen, maar de verwachting is, dat iemand met redelijk wat eelt aan zijn/haar handen hier geen problemen mee zou hebben. Toen de pot een aantal seconden uit de directe vlammen was kon ik deze namelijk ook zonder problemen aanraken. Dit is een erg voordelige eigenschap en laat zien dat de pot zelf de hitte alleen geleidt en nagenoeg niet zelf behoudt.

Voor de time-lapse heb ik dezelfde routine aangehouden als bij de experimenten. Dit betekent: Het water laten koken en hierna het aardewerk uit het vuur gehaald om het te laten afkoelen. Ook toen de pot in het vuur stond, zoals te zien is in bijlage 2, nam de pot bijna geen hitte over van het vuur, terwijl deze eenmaal uit het vuur wel erg lang de opgedane hitte vasthield.

Hoofdstuk 5: Conclusie

In dit hoofdstuk zullen we de resultaten bespreken en de conclusies trekken die dit onderzoek heeft opgeleverd. Ook zullen mogelijke onderzoek voor de toekomst besproken worden, net als punten waar meer aandacht aan besteed moet worden binnen het kogelpot onderzoek.

Binnen dit onderzoek is een grote variatie aan data verzameld, van hoe een kogelpot precies gemaakt wordt en wat er mogelijk mis kan gaan, welke maakwijzen, mageringen en technieken er zijn en welke invloed deze op het aardewerk hebben en natuurlijk de data verkregen door de experimenten.

In dit hoofdstuk zal er een poging gedaan worden dit alles te verklaren.

We hebben in dit onderzoek geconstateerd dat pottenbakkers al voordat ze beginnen met de voorbereiding een idee in hun hoofd moeten hebben wat ze willen maken, hoe ze dit willen doen en welke grondstoffen ze hiervoor nodig hebben. Afhankelijk hiervan hebben ze een reeks aan opties waar ze uit kunnen kiezen. Zo gaat handgevormd aardewerk goed samen met grove magering, maar deze is weer niet geschikt voor aardewerk gemaakt op snelle draaischijven.

De magering die gekozen wordt heeft ook weer bepaalde effecten op het bakken en deze kan ervoor zorgen dat de pot zonder problemen gebakken wordt, of dat deze kapot gaat in de oven. Ook hier moeten de juiste keuzes worden gemaakt. Als het aardewerk eenmaal het bakken heeft doorstaan moet het uiteraard zijn uiteindelijke functie goed kunnen doorstaan. In dit geval moet het aardewerk geschikt zijn om eten in te kunnen bereiden, wat betekent dat het goed warmte moet kunnen geleiden en deze ook goed binnen houden.

Door middel van de experimenten die zijn uitgevoerd hebben is geconcludeerd dat in het geval van kogelpotaardewerk reducerend gebakken aardewerk beter als kookaardewerk fungeert, omdat deze minder poriën heeft waaruit het vocht, en daarbij de hitte kan ontsnappen. Verder is het aardewerk erg geschikt om te koken, omdat het goed handelbaar blijft, zelfs al komt het direct uit het vuur. Ook behoudt het zijn warmte erg lang, hoewel te zien is dat dunwandig, fijn gemagerd aardewerk dit langer volhoudt dan dikwandig aardewerk. Dit is een interessant fenomeen, wat mogelijk te verklaren is, dat de reductie vollediger is uitgevoerd en dat mogelijk de zandmagering is gaan versmelten met de klei. Om hier zeker over te zijn zal de pot onderzocht moeten worden door een specialist.

Voor toekomstig onderzoek zal er ten eerste meer onderzoek gedaan moeten worden naar de manieren om kogelpotten te dateren. Als men dit eenmaal goed kan, kan er beter onderzoek gedaan worden naar specifieke maakwijzen per periode en is het mogelijk om deze experimenten met accurater aardewerk na te bootsen. Tijdens deze experimenten zal ook de hitte van het vuur en het aardewerk gemeten moeten worden, maar ook hiervoor is zeer specialistisch materiaal nodig.

Summary

The research done in this thesis consists of a literature- and material study regarding “kogelpotten” (globular medieval cooking ware), combined with cooking experiments. The idea about this study is to explain choices made by the potters and how these have effect on the actual use.

The literature study focuses on the definition of a “kogelpot”, how the pottery is made and what choices the potter had to make. It continues with the physical aspects and what effects these choices have on the pottery

The material study continues with the physical aspects and goes on with a study of a set of “kogelpot” shards, to see what kind of temper was used and the average thickness in an attempt to create a certain “standard”.

Finally we conducted a series of cooking experiments: bringing water to a boil on an open fire and measuring the time it took to achieve that and the time it took to cool it down to the original temperature. For this we used three reconstructions of “kogelpotten”, each made with certain common and differing aspects, thus giving us the ability to compare the results.

Bibliografie

- Bruijn, A., 1979. *Pottenbakkersvuren langs de vecht*. Rotterdam Papers III: Rotterdam.
- Heege, T. 2007. Pottery kilns. *Basler Hefte zur Archaeologie* 4, 1-26.
- Leach, B., 1976. *A Potter's book*. Londen: Faber & Faber.
- Modderman, P.J.R., 1949. *Iets over de techniek van Praehistorisch en Middeleeuws Aardewerk*. Leiden: Universiteit Leiden.
- Morris, I., 1987. *Burial and ancient society*. Cambridge: Cambridge.
- Nicklin, K., 1981a. *Ceramic Pyrometry: Two Ibibio examples*. International series 120. Oxford: British Archaeological Reports.
- Rice, P.M., 1987. *Pottery Analysis a Sourcebook*. Chicago: University of Chicago.
- Roodenburg, M.C., *De Delftse pottenbakkersnering in de Gouden Eeuw (1575-1675)*. Hilversum: Uitgeverij Verloren.
- Shepard, A.O., 1963. *Ceramics for the Archaeologist*. Washington: Carnegie Institution of Washington.
- Van Wageningen, R., 1988. *Ceramiëimporten in Amsterdam, een mineralogisch herkomstonderzoek*, Amsterdam: UVA.
- Verhoeven, A.A.A., 1998. *Middeleeuws gebruiksaardewerk in Nederland*. Amsterdam: UVA.
- Zandboer, S. en Jaspers, N., 2011. *een compleet komfoor uit de opgraving van terp 5 te Peize*. www.issuu.com (in opdracht van ADC).

Bijlagen

Bijlage 1.

Project		Datering
MDHP07		1200-1250
Scherf #	Code	Dikte mm
1	4-160	4,5
2	10-18	3,5
3	4-160	4,5
4	4-133	10
5	10-21	3,5
6	10-29	4
7	14-69	7
8	10-12	8
9	2-31	4
10	16-12	4,5
11	2-31	5,5
12	4-108/05	4
13	4-137	6
14	10-31	6,5
15	10-21	4
16	10-1	6
17	16-24	5
18	18-53	3,5
19	4-003	5
20	11-19	3
21	10-19	5,5
22	4-156	5
23	4-035	5
24	11-3	8
25	4-156	5

Project		Datering
PZPW3		1000-1130
Scherf #	Code	Dikte mm
1	3-14	5
2	7-3	4
3	3-1	5
4	3-105	4
5	3-125	4
6	3-13	3
7	2-2	4
8	3-117	4
9	3-9	4,5
10	3-3	5
11	3-148	5
12	7-1	4
13	3-106	4
14	3-3	5,5
15	3-61	4,5
16	3-63	5,5
17	41488	3
18	3-46	3
19	3-72	3
20	3-106	3,5
21	3-53	4,5
22	3-61	4,5
23	3-88	3,5
24	3-71	4,5
25	3-62	4,5

Project		Datering
PZPD2		1150-1250
Scherf #	Code	Dikte mm
1	5-27	4
2	5-27	4,5
3	2-26	4,5
4	2-35	3
5	5-13	4
6	11-4	5
7	11-4	6
8	5-12	4,5
9	3-9	5,5
10	2-37	3
11	2-11	5
12	2-14	5,5
13	2-30	5,5
14	1-26	4
15	1-6	4
16	2-41	4,5
17	2-40	5
18	3-59	7
19	2-68	5
20	2-42	6,5
21	3-51	5
22	3-41	5,5
23	2-13	4,5
24	1-30	5
25	2-29	5