

Malen met steen en hout

Een experimenteel onderzoek naar maalstenen van de Vlaardingen-cultuur



Bachelorscriptie Archeologie

Tessel de Nijs (463729)

12-04-2022 Versie 2.0

Malen met steen en hout

Een experimenteel onderzoek naar maalstenen van de Vlaardingen-cultuur.

Auteur: Tessel de Nijs

Studentnummer: 463729

Opleiding: Archeologie, Hogeschool Saxion; School of Business, Building & Technology te Deventer

Bedrijf: Universiteit Leiden en Stichting LAB.

Begeleider opdrachtgever: Annemieke Verbaas (Universiteit Leiden & Stichting LAB)

Begeleider Saxion: Peter Jongste

Datum: 12-04-2022

Versie: 2.0

Voorwoord

Sinds ik op het Saxion voor het eerst over experimentele archeologie hoorde, wilde ik graag meewerken aan experimenteel onderzoek en ervaren hoe deze tak van archeologie is. Ik ben de Universiteit van Leiden en dan specifiek Annemieke Verbaas heel erg dankbaar dat zij mij deze kans bood. Ook wil ik haar bedanken voor het geduld dat zij met mij had en omdat ze mijn vele vragen die ik telkens weer stelde enthousiast beantwoordde. Zonder Annemieke zou dit onderzoek van veel mindere kwaliteit zijn geweest.

Verder wil ik ook nog de volgende personen bedanken. Eric Mulder, die mij de apparatuur in het Laboratory for Material Culture Studies heeft uitgelegd en mij altijd verder hielp als ik daar tegen problemen aanliep. Rob Houkes, die ik heb mogen interviewen en daarna ook nog enkele keren met vragen heb lastiggevallen. Diederik Pomstra, die mij heeft uitgelegd hoe het pecken van stenen werkt en materiaal voor mij heeft verzameld. Leo Wolterbeek, die de houten gebruiksvorwerpen heeft gemaakt. Annelou van Gijn, zonder haar zou het project helemaal niet hebben plaatsgevonden.

Tot slot wil ik Peter Jongste bedanken, die elke keer bereid was mijn teksten te lezen en zonder wiens feedback dit scriptieonderzoek veel slechter geformuleerd zou zijn.

Inhoudsopgave

Voorwoord	2
Samenvatting.....	6
1. Inleiding	8
1.1 Aanleiding.....	8
1.2 Probleemverkenning.....	8
1.2.1 De Vlaardingen-cultuur	9
1.2.2 Maalstenen van de Vlaardingen-cultuur.....	9
1.2.3 Experimentele archeologie	9
1.2.4 Gebruikssporenanalyse	10
1.3 Doelstelling	10
1.3.1 Eindresultaat.....	10
1.3.2 Persoonlijk doel eindproduct	10
1.4 Vraagstelling	11
1.5 Leeswijzer	11
2. Methoden en verantwoording	12
2.1 Methoden en technieken	12
2.2 Verantwoording.....	13
2.2.1 Betrouwbaarheid.....	13
2.2.2 Toepassing Plan van Aanpak	14
3. Vermalen van voedsel in het Midden-Neolithicum	16
3.1 Steingroep	16
3.2 Trechterbeker-cultuur	17
3.3 Vlaardingen-cultuur.....	18
3.4 Conclusie	18
4. Aangetroffen maalstenen van de Vlaardingen-cultuur.....	20
4.1 Vindplaatsen Vlaardingen-cultuur.....	20
4.1.1 Voorburg-Arentsburg	20
4.1.2 Habraken te Veldhoven.....	21
4.1.3 Hellevoetsluis-Ossenhoek	22
4.1.4 Steynhof (Anne Frankpark).....	23
4.1.5 De Wateringse Binnentuinen	25
4.1.6 Barendrecht-Carnisselande	26
4.1.7 Hazendonk.....	27
4.1.8 Voorschoten-Boschgeest.....	27
4.1.9 Leidschendam Prinsenhof	27

4.1.10 Leidsenhage-Berberis	28
4.1.11 Leidschendam-Voorburg	28
4.1.12 Hekelingen.....	28
4.1.13 Vlaardingen	29
4.2 Benodigde materialen	29
4.3 Productiesporen	30
4.4 (her)Gebruikssporen	31
4.5 Gebruik maalstenen	32
5. Experimentele archeologie.....	33
5.1 Wat is experimentele archeologie	33
5.2 Experimenteel wetenschappelijk onderzoek	34
5.3 De maalexperimenten	36
5.4 Referentieonderzoek.....	37
5.4.1 C. Hamon en H. Plisson	37
5.4.2 Hayes <i>et al.</i>	38
5.4.3 Bofill <i>et al.</i>	39
5.4.4 Conclusie	41
6. De archeologische experimenten op maalstenen van de Vlaardingen-cultuur.....	42
6.1 Opzet	42
6.1.1 Experimentenplan	42
6.1.2 Materiaal	42
6.2 Uitvoering.....	45
6.2.1 Emmertarwe.....	45
6.2.2 Gerst	45
6.2.3 Hazelnoot	47
6.2.4 Eikels.....	47
6.2.5 Zaden gele plomp	47
6.2.6 Conclusie	47
6.3 Resultaten.....	48
6.3.1 Stenen maalstenen.....	48
6.3.2 Houten 'maalstenen'	50
6.3.3 Conclusie	51
7. Conclusie	52
8. Reflectie en Discussie	56
8.1 Reflectie.....	56
8.2 Discussie	56

9. Aanbevelingen	58
10. Bronnenlijst	59
Bijlage I: Verklarende woordenlijst	63
Bijlage II: Experimentenformulier maalsteenloper gele plomp	64
Bijlage III: Interview Rob Houkes.....	66
Bijlage IV: Interview Annemieke Verbaas	68
Bijlage V: Interview Diederik Pomstra.....	69
Bijlage VI: Experimentenplan	70
Bijlage VII: Emmertarwe ontkaffen	73
Bijlage VIII: Hazelnoten kraken.....	74
Bijlage IX: Eikels pellen	75
Bijlage X: Eikels kapotslaan.....	76

Samenvatting

Het project 'Putting life into Neolithic houses' van Annelou van Gijn behandelt de huiselijke activiteiten en het levensonderhoud van mensen uit het Neolithicum in het kustgebied¹. Het maalexperiment van dit scriptieonderzoek valt onder de experimenten die voor dit project worden uitgevoerd. Dit onderzoek behandelt de maalstenen van de mensen van de Vlaardingen-cultuur en de manier waarop experimentele archeologie kan worden gebruikt om aan te tonen hoe deze stenen werden gebruikt en welke plantaardige producten werden vermalen. De hoofdvraag van dit onderzoek is als volgt: 'Op welke manier kan experimentele archeologie gebruikt worden om vast te stellen hoe maalstenen van de Vlaardingen-cultuur in het Neolithicum werden gebruikt?' Deze vraag wordt beantwoord door middel van een literatuurstudie, interviews en de maalexperimenten.

Door middel van een literatuurstudie is achterhaald welke maalstenen zijn gebruikt door mensen die woonden in Nederland gedurende het Midden-Neolithicum. Het gaat hierbij om de mensen van de Trechterbeker-cultuur, de Steingroep en de Vlaardingen-cultuur. Vervolgens zijn dertien opgravingsrapporten van de Vlaardingen-cultuur geraadpleegd om te achterhalen welke steensoorten voor de maalstenen werden gebruikt, hoe de maalstenen werden gemaakt en welke sporen het productieproces en gebruik op de stenen achterlieten. Ook zijn Rob Houkes², Annemieke Verbaas³ en Diederik Pomstra⁴ geïnterviewd.

Vervolgens is een literatuurstudie naar experimentele archeologie gedaan en hoe een experiment wetenschappelijk wordt onderbouwd. Ook is gekeken hoe dit experimentele scriptieonderzoek zich aan de regels van Coles houdt. Daarnaast zijn drie referentieonderzoeken over experimentele archeologie geraadpleegd waarbij experimenten met maalstenen uit het Neolithicum werden uitgevoerd.

Tot slot zijn tien experimenten uitgevoerd waarbij met een combinatie van steen en hout vijf verschillende plantaardige producten zijn vermalen. Hierbij werd gebruik gemaakt van granieten en zandstenen maalstenen en de houtsoorten appel en meidoorn. De plantaardige producten die zijn vermalen zijn gerst, emmertarwe, eikels, hazelnoten en de zaden van de gele plomp. Vervolgens zijn de ontstane gebruikssporen onderzocht om te kijken welke sporen de verschillende materialen achterlieten.

Experimentele archeologie kan worden gebruikt om aan te tonen hoe de maalstenen van de Vlaardingen-cultuur zijn gebruikt door de ontstane sporen tijdens de experimenten te vergelijken met de gebruikssporen aangetroffen op maalstenen die zijn opgegraven. Hierbij is het belangrijk dat het experiment dat is uitgevoerd van goed wetenschappelijk niveau is en onderbouwd kan worden. Ook is het belangrijk dat bij het gebruikssporenonderzoek een metaalmicroscoop wordt gebruikt, met dit type microscoop kunnen gebruikssporen beter worden gedetermineerd. Tot slot hebben de experimenten van dit scriptieonderzoek aangetoond dat het onwaarschijnlijk is dat hout in combinatie met steen werd gebruikt om plantaardige producten te vermalen. De experimenten met hout leverden aanzienlijk minder vermalen product op in dezelfde tijd als de experimenten met steen en er moest meer kracht worden gebruikt om het product te vermalen. Hierop is één uitzondering, namelijk hazelnoten. Hazelnoten zijn op een houten ligger met een zandstenen loper vermalen en hierbij werd meer vermalen dan met een granieten ligger en loper in dezelfde tijd. Dat hazelnoten goed met hout vermalen kunnen worden betekent natuurlijk niet dat de mensen van de Vlaardingen-

¹ <https://www.universiteitleiden.nl/en/news/2020/10/putting-life-into-neolithic-houses-with-an-nwo-subsidy-we-will-bring-detail-in-our-image-of-past-domestic-activities> (22-02-2022).

² De Litholoog, senior KNA archeoloog (materialen)

³ Universiteit Leiden, senior KNA archeoloog (materialen)

⁴ Universiteit Leiden, ervaringsdeskundige experimentele archeologie

cultuur daadwerkelijk gebruik maakten van een houten ligger, alleen dat dit een mogelijkheid zou kunnen zijn geweest.

Voor een vervolgonderzoek wordt geadviseerd om een maalexperiment uit te voeren waarbij hazelnoten op een stenen ligger met een houten looper worden gemalen om te kijken of dit ook effectief is.

1. Inleiding

1.1 Aanleiding

Op de hoge oeverwallen van een kreek staat een huis. Over de omgeving van dit huis, welke planten en welke dieren er voor kwamen, is veel bekend, maar het huis zelf is leeg. Er is geen informatie over de inrichting van het huis, evenmin over de activiteiten die rond dit huis plaatsvonden. Welke handelingen werden verricht, hoe werd er gekookt, welke gereedschappen werden gebruikt en hoe verplaatsten de inwoners zich in dit natte landschap? Op deze vragen wil het project 'Putting life into Neolithic houses' van Annelou van Gijn antwoord geven.⁵ In 2020 heeft Van Gijn voor dit project subsidie gekregen via het NWO-programma "Archeologie Telt". Het project gaat over de huiselijke activiteiten en het levensonderhoud van mensen uit het Neolithicum in het kustgebied. Dit scriptieonderzoek betreft één onderdeel van dit project, namelijk een experimenteel onderzoek naar het gebruik van maalstenen door de mensen van de Vlaardingen-cultuur (Midden-Neolithicum: 3400-2500 v. Chr.).

1.2 Probleemverkenning

Om een beter beeld van de maalstenen van de mensen van de Vlaardingen-cultuur te krijgen moet meer onderzoek naar gebruikssporen op stenen artefacten worden uitgevoerd. Dat geeft niet alleen inzicht in het gebruik van de stenen werktuigen, maar ook over het voedsel dat is verwerkt en de culinaire mogelijkheden. Niet alleen gebruikssporen van het vermalen van voedsel moeten worden onderzocht, maar ook bijvoorbeeld klopf- en slijpsporen. In het verleden zijn al gebruikssporen op werktuigen van de Vlaardingen-cultuur onderzocht, maar de selectie was beperkt tot slechts enkele type werktuigen. Er bleven vragen over hoe en waarvoor de stenen precies gebruikt waren en of alleen formele werktuigen (die typologisch als maalsteen zijn geïdentificeerd) waren gebruikt voor het malen, of dat ook andere werktuigen daarvoor in aanmerking kwamen. Ook was niet bekend welke plantaardige producten met maalstenen verwerkt waren.⁶

De Universiteit van Leiden neemt de resultaten van dit onderzoek op in de referentiecollectie van gebruikssporen op prehistorische werktuigen, maalstenen in het bijzonder.

Het doel van dit scriptieonderzoek is vast te stellen met welke materialen (steen en/of hout) de mensen van de Vlaardingen-cultuur maalden. Er worden namelijk minder maalsteenlopers dan maalsteenliggers aangetroffen op vindplaatsen van de Vlaardingen-cultuur. Mogelijk zijn de maalsteenlopers dus niet louter van steen geweest, maar zijn ook andere materiaalsoorten zoals hout gebruikt, die niet meer in archeologische context bewaard gebleven zijn.

Ook dient het experimenteel onderzoek om vast te stellen welk plantaardig materiaal er vermalen werd. De artefacten die voor de experimenten zijn gebruikt, en de documentatie van de sporen (foto's en afdrukken) zijn opgenomen in de referentiecollectie van de Universiteit van Leiden. De experimenten zijn uitgevoerd bij het Vlaardingencultuurhuis op het educatief archeologisch erf Masamuda te Vlaardingen⁷. Dit park is sterk betrokken bij het project en wordt vaker als experimentlocatie gebruikt. Ook zijn experimenten thuis of in het Van Steenis gebouw van Universiteit Leiden uitgevoerd. Een gedeelte van de vermalen plantaardige producten is ook voor andere experimenten binnen het project 'Putting life into Neolithic houses' gebruikt, namelijk bij kookexperimenten waarbij residu op aardewerk is onderzocht. Deze experimenten zijn geen onderdeel van dit scriptieonderzoek en worden door Oliver Craig van de University of York en Lucy Kubiak-Martens van BIAAX Consult uitgewerkt.

⁵ <https://www.universiteitleiden.nl/en/news/2020/10/putting-life-into-neolithic-houses-with-an-nwo-subsidy-we-will-bring-detail-in-our-image-of-past-domestic-activities> (22-02-2022).

⁶ Annemieke Verbaas, Persoonlijke communicatie.

⁷ <https://www.masamuda.nl/ontwikkelingsplan-2/> (07-02-2022).

1.2.1 De Vlaardingen-cultuur

Tussen 3500 en 2500 v. Chr. leefden de mensen van de Vlaardingen-cultuur in het westelijk kustgebied en het centraal rivierengebied. Deze cultuur is voor het eerst herkend tijdens opgravingen van het IPP (UvA) in de gemeente Vlaardingen⁸. Hier werd gedurende de jaren 1959-1964 jaarlijks een opgravingscampagne uitgevoerd. Tijdens de opgravingen zijn nederzettingsmateriaal en sporen van bewoning aangetroffen, zoals huisplattegronden. Het betreft resten van bewoning van tijdelijke, seizoensgebonden huizen op de hogere oeverwallen van een getijderekreek. De locatie is gedurende een periode van ongeveer 400 jaar bewoond geweest. De jacht en visvangst maakten een groot deel uit van de voedselvoorziening van deze mensen. De vondst van enkele botten van gedomesticeerde dieren en verkoolde graankorrels wijst tevens op de aanwezigheid van vee en akkers, hoewel op kleine schaal. Ook elders zijn vindplaatsen van de Vlaardingen-cultuur aangetroffen: op de strandwallen bij Voorschoten en Leidschendam, op de donken in de Alblasserwaard, in het rivierengebied en op de zandgronden van Noord-Brabant.⁹

1.2.2 Maalstenen van de Vlaardingen-cultuur

Bij verschillende opgravingen van de Vlaardingen-cultuur zijn maalstenen aangetroffen. Graan werd in de prehistorie vermalen tussen een maalsteenset, bestaande uit een ligger en een looper. De ligger werd op de ondergrond gelegd en met de looper werd over het vlak van de ligger heen en weer bewogen om de graankorrels te breken en tot meel te malen. De liggers hebben een vlak werkvlak wat door veel gebruik zadel- of komvormig kan uitslijten. De loopers hebben over het algemeen een licht bol lopend werkvlak en zijn meestal kleiner dan de liggers. Het vlak van de looper is meestal het spiegelbeeld van de liggers.¹⁰ Vaak worden meer liggers dan loopers gevonden, wat doet vermoeden dat de loopers elders werden gedeponeerd, werden meegenomen naar andere huisplaatsen, werden hergebruikt of loopers van een ander materiaal, bijvoorbeeld hout, werden gebruikt.¹¹

Tevens zijn bij verschillende opgravingen van de Vlaardingen-cultuur klopstenen aangetroffen. Klopstenen zijn stenen die voor kloppende bewegingen zijn gebruikt, zoals het pecken van maalstenen¹². Soms worden op klopstenen ook sporen van het vermalen van verschillende materialen aangetroffen, waaronder granen, maar de stenen worden niet herkend als een klop/wrijfsteen. Een klop/wrijfsteen is een steen die zowel voor kloppende als wrijvende bewegingen is gebruikt in tegenstelling tot een klopsteen die alleen voor kloppende bewegingen is gebruikt.

1.2.3 Experimentele archeologie

Experimentele archeologie is een tak van de archeologische wetenschap waarin via gecontroleerde experimenten technieken uit het verleden worden nagebootst en getoetst. Door te experimenteren met oude technieken kunnen archeologen kennis vergaren over bijvoorbeeld de gebruikte materialen, benodigde vaardigheden en het gebruik van de voorwerpen. Met behulp van het experiment wordt een hypothese getoetst. Deze hypothese is van tevoren, op basis van een archeologische vraagstelling, geformuleerd. Het is belangrijk dat het experiment controleerbaar en meetbaar is en dat de variabelen overzichtelijk en verantwoordbaar blijven. Vervolgens wordt het resultaat met de hypothese vergeleken en wordt deze geaccepteerd of weerlegd, waarop weer nieuwe hypotheses voor toekomstige experimenten kunnen worden bedacht.¹³

⁸ Verhart/ de Ridder 2010, 4-5.

⁹ Verhart/ de Ridder 2010, 5-6.

¹⁰ Zoolingen, R.J. van/E.E.B. Bulten, 2021, 115 & 124-125.

¹¹ Annemieke Verbaas, Persoonlijke communicatie.

¹² <https://thesaurus.cultureelerfgoed.nl/concept/abr:7c14b109-2e25-4d11-8adb-7fc974b463fc/nl> (03-04-2022)

¹³ Clarkson, C./C. Shipton 2015, 3-4.

1.2.4 Gebruikssporenanalyse

Gebruikssporenanalyse is het onderzoeken van sporen op de randen en/of werkvlakken van een voorwerp die zijn ontstaan door gebruik. De eerste aanzet voor deze methode werd al in 1897 gedaan door John Evans¹⁴. Pas veel later verbeterde Sergei Semenov deze methode en werkte deze verder uit in het boek 'Pervobitnaya Tekhnika'¹⁵. Met de vertaling van dit boek in het Engels begon deze nieuwe vorm van onderzoek pas echt in het westen. Tegenwoordig is gebruikssporenanalyse een van de belangrijkste disciplines als het op het interpreteren van functies van vindplaatsen en artefacten aankomt.¹⁶

Gebruikssporenanalyse wordt zowel op macroscopisch als microscopisch niveau uitgevoerd. Onder macroscopisch onderzoek valt het kijken naar beschadigingen van de rand door gebruik en het kijken naar beschadigingen van impact, microscopisch onderzoek gaat over krassen, glans en schachtingssporen en restanten van residu.¹⁷

Natuurstenen artefacten worden eerst met het blote oog bestudeerd om mogelijke werkvlakken te determineren.¹⁸ Vervolgens worden de mogelijke werkvlakken van de geselecteerde artefacten onderzocht door middel van een stereomicroscop (vergroting 4-10x). Vaak worden daarna geselecteerde sporen ook met een metaalmicroscop (vergroting 50-400x) geanalyseerd. Zo wordt een zo compleet mogelijk beeld gemaakt van het gebruik van het natuurstenen voorwerp.¹⁹

Verder zijn referentiecollecties en experimentele archeologie belangrijke gereedschappen waarmee gebruikssporenanalyse steeds meer wordt verfijnd. Door mogelijke gebruiksvorwerpen met referentiecollecties te vergelijken kan worden bepaald welke sporen op de natuurstenen artefacten natuurlijk zijn ontstaan, zoals door erosie van wind of water en wat de mogelijke gebruikssporen zijn.²⁰ Experimenten met natuurstenen artefacten tonen aan welke sporen door welk materiaal ontstaan en met welk gebruik, zoals het malen van eikels in een lineaire beweging. De experimenteel verkregen sporen kunnen dan weer worden vergeleken met archeologisch materiaal, waardoor het gebruik en het bewerkte product kunnen worden achterhaald.²¹

1.3 Doelstelling

1.3.1 Eindresultaat

Het eindresultaat van dit afstudeeronderzoek is een scriptie waarin wordt onderzocht hoe experimentele archeologie kan worden gebruikt om te achterhalen hoe de mensen van de Vlaardingen-cultuur maalstenen gebruikten.

1.3.2 Persoonlijk doel eindproduct

Mijn persoonlijke doel van dit scriptieonderzoek is een goed wetenschappelijk experimenteel onderzoek uitvoeren waarmee de onderzoeksvragen kunnen worden beantwoord. Daarnaast wil ik meer kennis vergaren over de mensen van de Vlaardingen-cultuur. Tot slot wil ik leren hoe de uitvoering van een groot internationaal project (Putting life into Neolithic houses) werkt en de verschillende mensen en instanties die daarbij betrokken zijn.

¹⁴ Marreiros *et al.* 2015, 5.

¹⁵ Semenov 1957.

¹⁶ Marreiros *et al.* 2015, 5, 8.

¹⁷ Marreiros *et al.* 2015, 12.

¹⁸ Dubreuil *et al.* 2015, 146.

¹⁹ Marreiros *et al.* 2015, 11.

²⁰ Dubreuil *et al.* 2015, 110.

²¹ Dubreuil *et al.* 2015, 148.

1.4 Vraagstelling

Voor het onderzoek is de volgende hoofdvraag opgesteld:

‘Op welke manier kan experimentele archeologie gebruikt worden om vast te stellen hoe maalstenen van de Vlaardingen-cultuur in het Neolithicum werden gebruikt?’

Deze hoofdvraag is onderverdeeld in de volgende deelvragen:

1. Welke soorten maalstenen werden er in Nederland in het Midden-Neolithicum gebruikt?
2. Welke maalstenen zijn aangetroffen op vindplaatsen van de Vlaardingen-cultuur?
3. Welke materialen waren nodig om deze maalstenen te vervaardigen?
4. Hoe werden deze maalstenen gefabriceerd?
5. Welke productiesporen tonen deze maalstenen?
6. Welke (her-)gebruikssporen tonen deze maalstenen?
7. Wat is bekend over het gebruik van deze maalstenen?
8. Uit welke onderdelen bestaat een goed archeologisch experimenteel onderzoek?
9. Welk vergelijkbaar experimenteel onderzoek is er met maalstenen uitgevoerd?
10. Welke conclusies kunnen worden getrokken over het gebruik van maalstenen door de mensen van de Vlaardingen-cultuur op basis van de archeologische experimenten?

1.5 Leeswijzer

Het volgende hoofdstuk van deze scriptie biedt een overzicht van de toegepaste onderzoeksmethoden en de verantwoording van deze methodes. Hoofdstuk 3 beschrijft de bewoners van Nederland in het Midden-Neolithicum en welke maalstenen deze mensen gebruikten. Vervolgens gaat hoofdstuk 4 over de literatuurstudie naar de aangetroffen maalstenen van de Vlaardingen-cultuur op verschillende opgravingssites. In hoofdstuk 5 wordt experimentele archeologie behandeld, wat de voorwaarden zijn van een wetenschappelijk experimenteel archeologisch onderzoek en welke referentieonderzoeken zijn geraadpleegd. Daarna beschrijft hoofdstuk 6 de uitgevoerde experimenten voor het afstudeeronderzoek met in hoofdstuk 7 de conclusie van het afstudeeronderzoek. Tot slot worden in hoofdstuk 8 de reflectie en discussie en in hoofdstuk 9 de aanbevelingen gepresenteerd.

2. Methoden en verantwoording

2.1 Methoden en technieken

Literatuurstudie:

Door middel van een literatuurstudie zijn de maalstenen bestudeerd die in het Midden-Neolithicum door de mensen van de Trechterbeker-cultuur, de Vlaardingen-cultuur en de Steingroep zijn gebruikt. Voor deze studie zijn handboeken geraadpleegd, zoals “Nederland in de Prehistorie” en “Vuursteen verzameld”.²² Ook is er een studie gedaan naar aangetroffen (fragmenten) maalstenen van de Vlaardingen-cultuur op verschillende opgravingssites, hier zijn met name opgravingsrapporten voor bestudeerd. Tot slot is er literatuuronderzoek gedaan naar experimentele archeologie, welke aspecten belangrijk zijn voor een goed wetenschappelijk experimenteel onderzoek en naar eerder experimenteel onderzoek met maalstenen.

De volgende deelvragen kunnen met behulp van de uitgevoerde literatuuronderzoeken worden beantwoord:

- Welke soorten maalstenen werden er in Nederland in het Midden-Neolithicum gebruikt?
- Welke maalstenen zijn aangetroffen op vindplaatsen van de Vlaardingen-cultuur?
- Welke materialen waren nodig om deze maalstenen te vervaardigen?
- Welke productiesporen tonen deze maalstenen?
- Welke (her-)gebruikssporen tonen deze maalstenen?
- Wat is bekend over het gebruik van deze maalstenen?
- Uit welke onderdelen bestaat een goed archeologisch experimenteel onderzoek?
- Welk vergelijkbaar experimenteel onderzoek is er met maalstenen uitgevoerd?

Interviews met vakspecialisten:

Ook zijn er meerdere interviews met experts uit het werkveld afgenomen. Rob Houkes, een archeoloog gespecialiseerd in de Vlaardingen-cultuur, Annemieke Verbaas, een archeoloog gespecialiseerd in gebruikssporen op maalstenen, en Diederik Pomstra, gespecialiseerd in experimentele archeologie en het maken van artefacten, zijn geïnterviewd.

Door middel van de interviews kunnen de volgende vragen worden beantwoord:

- Welke materialen waren nodig om deze maalstenen te vervaardigen?
- Hoe werden deze maalstenen gefabriceerd?
- Welke productiesporen tonen deze maalstenen?
- Welke (her-)gebruikssporen tonen deze maalstenen?
- Wat is bekend over het gebruik van deze maalstenen?
- Uit welke onderdelen bestaat een goed archeologisch experimenteel onderzoek?

Experimenteel onderzoek:

Er zijn tien archeologische experimenten met maalstenen uitgevoerd. De maalstenen zijn voor gebruik uitgebreid gedocumenteerd met behulp van een stereomicroscop, een metaalmicroscop en een spiegelreflexcamera. Ook is van het werkvlak een siliconen gietsel gemaakt, zie fig. 2.1a, zodat een afdruk van het werkvlak voor gebruik bewaard blijft. Annemieke Verbaas heeft de gebruikssporenanalyse van de experimenten uitgevoerd.

Met behulp van de experimenten kan de volgende deelvraag worden beantwoord:



Fig. 2.1a De siliconen afdruk van een van de zandstenen lopers. Foto T. de Nijs.

²² Louwe Kooijmans *et al.* 2005; Amkreutz *et al.* 2016.

- Welke conclusies kunnen worden getrokken over het gebruik van maalstenen door de mensen van de Vlaardingen-cultuur op basis van de archeologische experimenten?

Tot slot zijn vier experimenten uitgevoerd om het plantaardige materiaal, dat vermalen is bij de maalsteenexperimenten, gereed te maken om te vermalen. Deze experimenten staan beschreven in bijlage VII t/m bijlage X. Er is gekozen om deze experimenten in de bijlagen te beschrijven, omdat de experimenten minder relevant zijn voor dit scriptieonderzoek, dat zich specifiek op maalstenen focust.

Excursie:

5 december 2021 is het Vlaardingencultuurhuis van educatief archeologisch erf Masamuda te Vlaardingen bezocht. In het huis is een middag met de houten ligger gemalen, terwijl het open voor bezoek was. Tussen het malen door werd aan de bezoekers uitleg gegeven over het onderzoek en over de Vlaardingen-cultuur.

16 december 2021 is het strand van Petten en Lutjestrand bezocht om stenen voor de referentiecollectie en toekomstige experimenten van de Universiteit van Leiden te verzamelen, zie fig. 2.1b. De stenen die op deze stranden worden aangetroffen komen overeen met de stenen die de mensen van de Vlaardingen-cultuur tot hun beschikking hadden. Ook zijn op het strand van Petten vuurstenen 'Maas-eitjes' verzameld, zodat deze ook voor toekomstige experimenten kunnen worden gebruikt. De excursie vond plaats met Annemieke Verbaas, Rob Houkes en Shiyu Xu, een Chinese studente die ook experimenteel onderzoek uitvoert.



Fig. 2.1b Links het verzamelen van stenen op het strand van Petten. Rechts een selectie stenen thuis, waaronder vuursteen. Foto's T. de Nijs.

2.2 Verantwoording

2.2.1 Betrouwbaarheid

De betrouwbaarheid van de literatuur is gewaarborgd door alleen wetenschappelijke artikelen, opgravingsrapportages of vakliteratuur te gebruiken. Ook is geprobeerd zo veel mogelijk recente bronnen te gebruiken. De meeste literatuur dateert vanaf het jaartal 2000. Weliswaar zijn er enkele bronnen ouder dan 2000, maar dit betreft voornamelijk de oude opgravingsrapporten en enkele boeken over experimentele archeologie. Tevens dateren een boek over de stenen van de Trechterbekercultuur en een boek over verschillende steensoorten van voor 2000, maar deze literatuur is nog steeds relevant.

Voor de interviews zijn alleen vakspecialisten geïnterviewd. Zo is Rob Houkes²³ Senior KNA specialist (materialen), gespecialiseerd in de analyse van vuur- en natuurstenen artefacten, voor informatie over de maalstenen van de Vlaardingen-cultuur geïnterviewd. Houkes heeft al meer dan 20 jaar ervaring met het analyseren van steen van de periodes Paleolithicum tot de Middeleeuwen. Ook is de opdrachtgever Annemieke Verbaas²⁴, gespecialiseerd in gebruikssporen op vuur- en natuurstenen artefacten, geïnterviewd. Verbaas is senior KNA-specialist (materialen), heeft veel ervaring opgedaan als analist voor het *Leidse Laboratory for Material Culture Studies* en werkt momenteel voor Stichting LAB en de Universiteit Leiden. Tevens is zij docent op de Universiteit van Leiden, waar zij onder andere colleges geeft over experimentele archeologie en gebruikssporenanalyse. Als laatste is Diederik Pomstra²⁵ geïnterviewd. Pomstra heeft veel ervaring met het toepassen van prehistorische technologieën en het maken van prehistorische artefacten. Hij maakt prehistorische artefacten voor onder andere onderzoekers van verschillende universiteiten, ook geeft hij colleges op de Universiteit van Leiden over experimentele archeologie.

De betrouwbaarheid van de experimenten is gewaarborgd door het toezicht en de evaluatie bij zowel het voorbereidend werk als de experimenten zelf. Zo is het experimentenplan op aanwijzingen van Annemieke Verbaas aangepast en zijn ook de plantaardige producten op aanraden van Verbaas verzameld of besteld. De maalstenen zijn door Diederik Pomstra gemaakt en geleverd en hij heeft laten zien hoe ik de laatste maalstenen moest pecken. Pomstra heeft namelijk stenen bij een steenhouwer gekocht, maar deze stenen moesten voor gebruik eerst nog ruw gemaakt worden. De houten artefacten zijn door Leo Wolterbeek²⁶ gemaakt. Als ik tijdens het uitvoeren van de experimenten problemen ondervond nam ik contact op met Verbaas. Zij kon mij vertellen wat ik verkeerd deed of hoe ik een probleem kon oplossen.

2.2.2 Toepassing Plan van Aanpak

Hieronder wordt per onderzoeksmethode uitgelegd hoe het Plan van Aanpak (PvA) van dit afstudeeronderzoek is gevolgd of hoe van het PvA is afgeweken:

Literatuuronderzoek:

In het PvA werd vermeld dat alle te raadplegen opgravingsrapporten over de Vlaardingen-cultuur, twaalf rapporten, door de opdrachtgever zouden worden geleverd. De meerderheid van de rapporten is inderdaad door de opdrachtgever geleverd, maar ik heb ook zelf naar enkele rapporten gezocht. Hierdoor zijn dertien rapporten over de Vlaardingen-cultuur geraadpleegd.

Ook werd in het PvA vermeld dat het materiaal van Hekelingen III mogelijk zou worden geanalyseerd en behandeld in de scriptie. Dit materiaal was pas redelijk laat aanwezig op de Universiteit van Leiden. Daardoor is er wel naar gekeken, maar kon het niet op tijd voor dit afstudeeronderzoek volledig geanalyseerd worden. Alle aangetroffen natuursteen is bekeken en mogelijke artefacten zijn eruit geselecteerd, waaronder maalstenen. Het gebruikssporenonderzoek moet alleen nog worden uitgevoerd.

Als laatste zijn niet alle rapporten over vergelijkbaar experimenteel onderzoek met dit afstudeeronderzoek behandeld. Eén in het PvA vermeld onderzoek, namelijk het onderzoek van Valamoti *et al.*²⁷, is uiteindelijk toch te afwijkend van het afstudeeronderzoek bevonden. In het rapport worden de resultaten van de experimenten namelijk niet uitgebreid besproken en wordt niet vermeld hoe de maalstenen zijn gemaakt.

²³ <http://www.litholoog.nl/wie-is-de-litholoog.html> (10-02-2022)

²⁴ <https://www.universiteitleiden.nl/en/staffmembers/annemieke-verbaas#tab-1> (10-02-2022).

²⁵ <https://www.universiteitleiden.nl/en/staffmembers/diederik-pomstra#tab-1> (10-02-2022).

²⁶ <http://woudenbeek.nl/> (22-02-2022).

²⁷ Valamoti *et al.* 2020, 1-21.

Interviews:

Oorspronkelijk zouden er vijf mensen worden geïnterviewd, maar dat zijn er uiteindelijk drie geworden. Er is besloten om Tim de Ridder niet te benaderen voor een interview, omdat met de interviews van Annemieke Verbaas en Rob Houkes en de literatuurstudie al genoeg informatie over de maalstenen van de Vlaardingen-cultuur was verzameld. Daarentegen is Leo Verhart wel benaderd, omdat hij mogelijk ook informatie over de maalstenen van de Steingroep tot zijn beschikking had. Verhart antwoordde dat hij, specifiek over maalstenen van zowel de Vlaardingen-cultuur als de Steingroep, niet veel informatie tot zijn beschikking had en daardoor niet aan de scriptie kon bijdragen. Wel raadde hij aan om voor de Vlaardingen-cultuur vooral opgravingsrapporten te raadplegen. Ook vertelde hij hierbij dat dit voor de Steingroep niet mogelijk is, omdat er geen goede opgegraven vindplaatsen zijn waar het duidelijk is welke maalstenen tot de Steingroep kunnen worden gerekend.

Op aanraden van Peter Jongste is ook nog Ivo van Wijk gecontacteerd, opdat hij mogelijk over de Steingroep kon vertellen. Ook hij, net zoals Leo Verhart, dacht niet te kunnen bijdragen aan het onderzoek. Van Wijk adviseerde om Luc Amkreutz te benaderen, maar er is voor gekozen om dit uiteindelijk niet te doen omdat met behulp van literatuur ook een redelijk beeld van de maalstenen van de Steingroep is geschetst.

Experimenten:

De granieten stenen die voor de experimenten zijn gebruikt zijn door Diederik Pomstra uitgezocht en zijn afkomstig van een steenhandelaar. De meeste zandstenen lopers zijn wel door mij uitgezocht en afkomstig van de ongebruikte stenen van de Universiteit van Leiden. De houten artefacten zijn afkomstig van Leo Wolterbeek. Ook heb ik meer dan één maalsteen, zoals vermeld in het PvA, bewerkt. Ik heb totaal vijf granieten liggers gepekt en de vijf zandstenen lopers. Hier is voor gekozen omdat een van de handen van Pomstra geblesseerd was en het te intensief zou zijn om de resterende maalstenen te peken.

In het PvA wordt vermeld dat verschillende graansoorten, eikels, hazelnoten, gele-lis-zaden en mogelijk waterkastanje en speenkruidwortels worden vermalen. Uiteindelijk is gekozen om gerst, emmertarwe, eikels, hazelnoten en gele-plomp-zaden te vermalen. Deze producten zijn door archeobotanische specialisten Caroline Vermeeren en Kirsti Hänninen van BIAAX Consult, en ervaringsdeskundigen Diederik Pomstra en Leo Wolterbeek bepaald. De plantaardige producten zijn voor het malen op de maalstenen behorend tot de experimenten, eerst uitgetest op één set maalstenen waarmee het malen van het product kon worden geoefend. Hier is geen half uur mee gemalen zoals bepaald in het experimentenplan, zie bijlage VI, maar totdat een goede manier van het vermalen van het product was gevonden.

Annemieke Verbaas heeft de gebruikssporen gefotografeerd en beschreven, omdat ik deze niet goed kon herkennen. Wel heb ik de gebruikte artefacten gedocumenteerd in experimentrapporten, zie bijlage II voor een voorbeeld van een experimentrapport van de maalsteenloper van gele plomp.

Tot slot zijn de artefacten die zijn gebruikt voor de experimenten niet naar het Vlaardingencultuurhuis gebracht, maar opgenomen in de referentiecollectie van de Universiteit van Leiden. Hier is voor gekozen om de experimenten te bewaren, ook omdat deze qua uiterlijk niet overeenkomen met maalstenen van de Vlaardingen-cultuur.

3. Vermalen van voedsel in het Midden-Neolithicum

Door de overgang van jager-verzamelaar naar een boerenbestaan hadden de mensen behoefte aan een nieuw werktuig dat graankorrels kon breken.²⁸ Hierdoor ontstond de maalsteen. Maalstenen bestaan uit twee onderdelen: een grote, niet bewegende steen, de ligger en een kleinere steen die daaroverheen beweegt, de loper. Het graan wordt tussen de loper en de ligger vermalen. Het natuursteen voor de maalstenen werd in Nederland door de prehistorische mens verzameld uit stuwwalafzettingen en uit grindafzettingen van de rivieren Rijn en Maas. Ook kan het zijn aangevoerd vanuit het Duitse Eifelgebied of Scandinavië. Uit gebruikssporenanalyse blijkt dat de maalstenen voor het vermalen van verschillende granen werden gebruikt, maar ook om andere plantaardige materialen te vermalen, zoals hazelnoten of eikels.

In het Midden-Neolithicum leefden drie verschillende culturen in Nederland, zie fig. 3.²⁹ In het zuiden van Nederland woonden de mensen van de Steingroep, in het noorden en midden van Nederland leefden de mensen van de Trechterbeker-cultuur en in het westen van Nederland en het rivierengebied woonden de mensen van de Vlaardingen-cultuur.

3.1 Steingroep

De Steingroep (3400-2600 v. Chr.³⁰) is een cultuurgroep in het zuidoosten van Nederland, met name op de lössgronden in Limburg. Het was de opvolger van de Michelsberg-cultuur. De bekendste vindplaats van de Steingroep is ontdekt tijdens de opgraving van een Lineaire Bandkeramiek nederzetting in Stein en betreft een grafkelder. De grafkelder had een stenen vloer en bevatte grafgiftten en crematieresten. Verder is er weinig over de Steingroep bekend, onder andere door het lage aantal vindplaatsen. Ook zijn de vindplaatsen in meerdere perioden gebruikt, waardoor het materiaal stratigrafisch niet goed van elkaar te onderscheiden is. Bovendien werkt de grond niet mee, plantaardige resten en botmateriaal blijven niet bewaard in lössbodems, waardoor weinig informatie over de voedselvoorziening bekend is.³¹

Op vindplaatsen van de Steingroep zijn maalstenen en sikkelmesjes aangetroffen³², artefacten om graan te oogsten en verwerken. Ook zijn op vindplaatsen te Linden en Sittard grote, vermoedelijke voorraadkuilen aangetroffen met resten van nagenoeg complete potten. Vanwege de intentionele depositie werden de kuilen oorspronkelijk geïnterpreteerd als rituele kuilen, maar met de vondst van grote boerderijplattegronden bij Veldhoven worden ze nu eerder geïnterpreteerd als voorraadkuilen.³³ Hoewel dit natuurlijk niet uitsluit dat het alsnog om rituele kuilen kan gaan. De

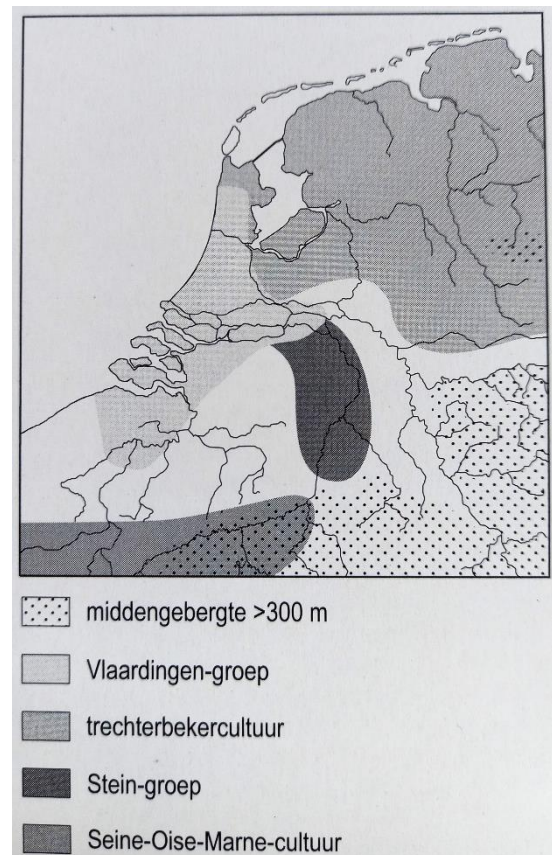


Fig. 3 Verspreiding van de Steingroep, de Trechterbeker-cultuur en de Vlaardingen-cultuur in Nederland. van Gijn, A./J.A. Bakker 2005, fig. 13.1.

²⁸ Amkreutz *et al.* 2021, 60-61.

²⁹ Amkreutz, L./L. Verhart/A. van Gijn 2016, 169.

³⁰ Verhart 2010, 218.

³¹ van Gijn, A./J.A. Bakker 2005, 300-302.

³² van Gijn, A./J.A. Bakker 2005, 301.

³³ Amkreutz *et al.* 2021, 53.

verschillende sporen van het verwerken van granen en de boerderijplattegronden wijzen op een agrarische samenleving.

Er is niet veel bekend over de maalstenen van de Steingroep. Het gesteente waarvan de maalstenen werden vervaardigd zijn kwartsiet en zandsteen.³⁴ De liggers waren meestal concaaf uitgesleten in een zadelvorm (zadelkweern) en de lopers waren langwerpig.³⁵

Ook is er enige discussie of de Steingroep en de Vlaardingen-cultuur niet tot dezelfde cultuur behoren, namelijk het Wartberg-Stein-Vlaardingen-complex. In het algemeen vertonen het aardewerk en de vuurstenen werktuigen van beide materiële culturen sterke overeenkomsten, maar ook enkele verschillen. Zo komen knobbelingen en randperforaties zeer zelden voor op Steinaardewerk.³⁶ Ook de samenstelling van het grondstofspectrum en enkele typische artefacten van vuursteen zijn anders.³⁷ Wel is er sprake van geografische overeenkomsten. Het grote verschil tussen de culturen zijn de vele organische vondsten bij de Vlaardingen-cultuur die een beeld van de nederzettingsterreinen schetsen dat afwijkt van het beeld van de Steingroep. Over de nederzettingsterreinen van de Steingroep is namelijk weinig bekend. Dit is vanwege de slechte conservering van organisch materiaal in de bodem, waardoor dit nagenoeg niet bewaard blijft. Mogelijk zouden hier dus ook overeenkomsten kunnen zijn, maar dat is niet bekend.³⁸

3.2 Trechterbeker-cultuur

De Trechterbeker-cultuur (3400-2900 v. Chr.) is een cultuur die voorkwam in het noorden en het oosten van Nederland, maar ook buiten Nederland.³⁹ De Trechterbeker-cultuur is vooral bekend door de hunebedden, vuurstenen artefacten en het typerende aardewerk waaraan de cultuur zijn naam heeft ontleend. Van de Trechterbeker-cultuur zijn vooral graf- en depositie-contexten veelvuldig onderzocht, daarentegen is het materiaal van de nederzettingen nog wat onbekender. De oorzaak hiervan is dat er weinig intacte vondstcomplexen zijn aangetroffen. De meeste nederzettingen kenden meerdere perioden van bewoning waardoor materiaal van verschillende culturen vermengd is geraakt. Ook is er minder aandacht geweest voor nederzettingmateriaal omdat het er minder fraai uitziet dan het materiaal uit de grafcontexten.

De Trechterbeker-cultuur was een boerensamenleving, hoewel er ook nog gejaagd en gevestigd werd. De akkers bevonden zich op de zandgronden, terwijl het vee in de bossen en op ongebruikte akkers werd gehouden. De nederzettingen bevonden zich over het algemeen ook op de zandgronden, het liefst dicht bij een waterbron zoals een beek, hoewel waterkuilen, vennen en dobben ook geschikt waren.⁴⁰ De nederzettingen bestonden uit kleine woonhuizen van 13 bij 5 meter, zowel dicht bij elkaar gebouwd als verder uit elkaar staand, omgeven door een palissade.⁴¹ Ook werd er gebruik gemaakt van seizoenskampen om te jagen, te vissen en vee te weiden.⁴²

De maalsteenliggers van de Trechterbeker-cultuur zijn schaalvormig met een lengte variërend tussen de 30 en de 50 centimeter en kunnen tot 10 cm diep zijn uitgesleten.⁴³ Bij de verschillende vindplaatsen van de Trechterbeker-cultuur zijn nagenoeg geen lopers aangetroffen, maar er wordt

³⁴ Amkreutz, L./L. Verhart/A. van Gijn 2016, 175.

³⁵ Rob Houkes, Persoonlijke communicatie.

³⁶ van Gijn, A./J.A. Bakker 2005, 301.

³⁷ Amkreutz, L./L. Verhart/A. van Gijn 2016, 175.

³⁸ van Gijn, A./J.A. Bakker 2005, 281.

³⁹ Peeters 2016, 176.

⁴⁰ van Gijn, A./J.A. Bakker 2005, 288.

⁴¹ Amkreutz *et al.* 2021, 43.

⁴² van Gijn, A./J.A. Bakker 2005, 288.

⁴³ Beuker 1990, 46.

verwacht dat dit bolvormige, ronde stenen waren. De maalstenen zijn van graniet gemaakt en worden meestal als geplaatste objecten, dus op een vaste plaats in een nederzetting, aangetroffen. Ook zijn er maalstenen als losse vondsten aangetroffen, dus niet verbonden aan een specifiek spoor of plattegrond.⁴⁴

3.3 Vlaardingen-cultuur

De Vlaardingen-cultuur (3500-2500 v. Chr.⁴⁵) is een cultuur in het westen van Nederland en in het centrale rivierengebied. De Vlaardingen-cultuur is de opvolger van de Hazendonkgroep. Vindplaatsen van de Vlaardingen-cultuur zijn in verschillende gebieden aangetroffen, zo zijn er vindplaatsen op de Oude Duinen langs de kust, op kreekoevers in zoetwatergetijdengebied, op rivierduinen in veengebied, op oeverwallen in rivierkleigebied, op lage duinen in kweldergebied en ook nog enkele locaties buiten het kustgebied zoals Noord-Limburg en het Scheldegebied.⁴⁶ Bij de verschillende Vlaardingen-sites zijn veel organische componenten aangetroffen die onder dikke lagen veen uitstekend bewaard zijn gebleven.⁴⁷

De verspreiding en diversiteit van huizenbouw, grafritueel en materiaal van de Vlaardingen-cultuur lijken te duiden op een flexibele, bijna opportunistische levenswijze, met name afhankelijk van het gebied dat wordt bewoond.⁴⁸ Hoewel de bestaanswijze overwegend agrarisch was, werd er ook veel gejaagd, gevisd en plantaardig voedsel verzameld. Naast agrarische producten stonden vis, schelpdieren, zeezoogdieren, groot wild, kleine pelsdieren en een verscheidenheid aan wilde plantaardige producten op het menu. Het is nog onduidelijk of er veel permanente nederzettingen waren of dat er veel gebruik gemaakt werd van seizoensgebonden kampementen. Waarschijnlijk een combinatie van beide.

In overzichtsliteratuur is weinig informatie te vinden over de maalstenen van de Vlaardingen-cultuur, alleen dat de maal-, klop- en polijststenen weinig kenmerkend lijken te zijn. Ook de gebruikte grondstof is onbekend.⁴⁹ In hoofdstuk 4 worden de maalstenen van de Vlaardingen-cultuur aan de hand van opgravingsrapporten beschreven.

3.4 Conclusie

In het Midden-Neolithicum werd Nederland door drie verschillende culturen bewoond. In het noorden en oosten leefden de mensen van de Trechterbeker-cultuur, in het westen en het rivierengebied de mensen van de Vlaardingen-cultuur en in het zuidoosten de mensen van de Steingroep. De mensen van alle drie de culturen deden aan landbouw, hoewel bij de Vlaardingen-cultuur ook nog veel aan jacht, visvangst en verzamelen werd gedaan. Ook lijkt er enige overeenkomst te zijn op gebied van materiële cultuur en geografische ligging tussen de Steingroep en de Vlaardingen-cultuur.

Over de maalstenen uit het Midden-Neolithicum is niet heel veel bekend, alleen van de Trechterbeker-cultuur zijn de maalsteenliggers uitgebreid beschreven. Deze cultuur maakte gebruik van schaalvormige maalstenen van graniet. De liggers varieerden tussen de 30 en de 50 cm en konden tot 10 cm diep zijn uitgesleten. Over de lopers is minder informatie bekend omdat van deze een geringer aantal is aangetroffen. De liggers van de Steingroep zijn concaaf uitgesleten en er werd gebruik gemaakt van langwerpige lopers. Zowel de liggers als de lopers werden uit kwartsiet of

⁴⁴ van Gijn, A./J.A. Bakker 2005, 286.

⁴⁵ Verhart/de Ridder, 2010, 4.

⁴⁶ van Gijn, A./J.A. Bakker 2005, 293.

⁴⁷ van Gijn, A./J.A. Bakker 2005, 295.

⁴⁸ van Gijn, A./J.A. Bakker 2005, 299.

⁴⁹ Amkreutz, L./L. Verhart/A. van Gijn 2016, 174.

zandsteen gefabriceerd. Over de maalstenen van de Vlaardingen-cultuur is op basis van overzichtsliteratuur geen informatie bekend. In het volgende hoofdstuk wordt naar de maalstenen op basis van opgravingsrapporten gekeken.

4. Aangetroffen maalstenen van de Vlaardingen-cultuur

Om te bepalen welke steensoorten voor maalstenen van de Vlaardingen-cultuur zijn gebruikt, is een literatuurstudie gedaan naar artefacten aangetroffen tijdens archeologisch onderzoek. Hierbij is niet alleen naar de maalstenen zelf gekeken, maar ook naar de klopstenen. Klopstenen vertonen soms sporen van het vermalen van verschillende materialen, waaronder granen, maar worden niet herkend als klop/wrijfsteen. Een klop/wrijfsteen is een steen die zowel voor kloppende als wrijvende bewegingen is gebruikt in tegenstelling tot een klopsteen die alleen voor kloppende bewegingen is gebruikt. Door aangetroffen klopstenen te vermelden ontstaat ook een beeld van artefacten die mogelijk sporen van het vermalen van granen tonen als deze op gebruikssporen worden onderzocht.

Voor de literatuurstudie zijn de rapporten doorgenomen van de opgravingen te Voorburg-Arentsburg, Habraken te Veldhoven, Hellevoetsluis-Ossenhoek, De Wateringse Binnentuinen, Barendrecht-Carnisselande, Hazendonk, Voorschoten-Boschgeest, Leidschendam Prinsenhof, Leidsenhage-Berberis, Leidschendam-Voorburg, Hekelingen, Vlaardingen en Steynhof (Anne Frankpark). Hieronder is een overzicht van de aangetroffen maal- en klopstenen van deze opgravingen weergegeven.

4.1 Vindplaatsen Vlaardingen-cultuur

4.1.1 Voorburg-Arentsburg

Tijdens het archeologisch onderzoek op de vindplaats Voorburg-Arentsburg zijn op het onderste vondstniveau 4942 fragmenten natuursteen aangetroffen⁵⁰. Deze zijn gedateerd in het Midden- of Laat Neolithicum. Het merendeel van deze fragmenten bestaat uit sterk gefragmenteerde, niet intentioneel gemodificeerde (rol)stenen. De meeste fragmenten (4504 stuks) zijn kleiner dan 1 cm in diameter. Dit formaat is nagenoeg te klein om de steensoort te bepalen en te klein om sporen van bewerking of gebruik te kunnen herkennen. Van het aantal stenen groter dan 1 cm (N=438) vertonen 17 stenen sporen van bewerking en/of gebruik.⁵¹

Maalstenen:

Er zijn vier fragmenten aangetroffen die afkomstig zijn van maalstenen, namelijk één maalsteenligger, één maalsteenloper, de afslag van een maalsteen en een maalsteenligger die daarna is hergebruikt als maalsteenloper en slijpsteen. Deze fragmenten zijn op gebruikssporen onderzocht.⁵²

Het fragment van de maalsteenligger bestaat uit een randfragment van 8,4x5,9x4,7 cm met een gewicht van 240 gram. Het is gemaakt van een roodbruine graniet-porfier afkomstig uit de eind- of grondmorene afzettingen van Noord- of Midden-Nederland. Het maalvlak van het fragment is min of meer vlak met een rechtopstaande rand en vertoont sporen van pecken. De ligger is gebruikt voor het vermalen van granen in één richting en vertoont 'onderzijde maalsteen'-sporen. 'Onderzijde maalsteen'-sporen zijn sporen die ontstaan aan de onderkant van maalstenen door wrijving met de ondergrond tijdens het malen. Ook heeft de ligger tot driekwart van de hoogte ingebed gelegen. Liggers werden vaak gedeeltelijk ingegraven om te voorkomen dat zij te veel over de ondergrond zouden bewegen tijdens het malen.

Het fragment van de maalsteenloper is 12,1x11,4x6,7 cm en weegt bijna 1 kg. De loper is gemaakt van kwartsitische zandsteen. Het grootste, gladde vlak vertoont sporen van het vermalen van granen die lijken te wijzen op het gebruik als een ligger. De twee andere gladde vlakken vertonen sporen van gebruik als een loper. De maalsteenligger/-loper is later hergebruikt als klopsteen.

⁵⁰ Houkes, R./A. Verbaas 2014, 275.

⁵¹ Houkes, R./A. Verbaas 2014, 275-276.

⁵² Houkes, R./A. Verbaas 2014, 277, 280.

Ook is een klein randfragment van een maalsteenligger van 7,3x6,8x2,2 cm aangetroffen. Het fragment bestaat uit een fijne zandsteen en is gebruikt voor het vermalen van granen. Het maalvlak vertoont sporen van pecken. De zijde van de afslag vertoont 'onderzijde maalsteen'-sporen, dus de ligger heeft ingebed gelegen.

Als laatste is er nog een ander fragment als ligger gebruikt van 3,5x6,4x4,5 cm met een gewicht van 360 gram. Het is een hoekig fragment gemaakt van kwartsitische zandsteen. De maalsteenligger is kort gebruikt voor het vermalen van granen in één richting en vertoont lichte 'onderzijde maalsteen'-sporen. Vervolgens is de steen hergebruikt als maalsteenloper om te eindigen als slijpsteen.⁵³

Klopstenen:

Er zijn in totaal drie fragmenten afkomstig van klopstenen aangetroffen. Geen van deze fragmenten is gebruikt als klop/wrijfsteen.⁵⁴

4.1.2 Habraken te Veldhoven

Tijdens archeologisch onderzoek op de vindplaats Habraken te Veldhoven zijn 1058 fragmenten natuursteen aangetroffen⁵⁵. Hiervan zijn 639 fragmenten lichter dan 3 gram en 419 fragmenten zwaarder of gelijk aan 3 gram. Samen hebben de fragmenten een gewicht van circa 26 kg. Er zijn meerdere fragmenten van maalstenen bij de vindplaats gevonden, maar geen fragmenten van klopstenen.⁵⁶ Een selectie van dertien stenen is op gebruikssporen onderzocht⁵⁷.

Maalstenen:

Van de 1058 natuursteenfragmenten hebben 27 fragmenten een glad oppervlak, waarvan drie fragmenten twee tegenover elkaar liggende (onder- en bovenzijde) of aan elkaar grenzende vlakken (zijkant en bovenzijde) hebben. Van elf fragmenten met een minimale afmeting van 1,8x1,8x0,6 cm met een gewicht van 1,7 g en een maximale afmeting van 9,3x5,8x4,7 cm met een gewicht van 215,9 g kan niet met zekerheid worden bepaald of het om lopers of liggers gaat. Dertien fragmenten behoren tot lopers en drie fragmenten behoren tot liggers.⁵⁸

Het grootste fragment is onderdeel van een maalsteenloper. Het fragment is gemaakt van Burnot conglomeraat en behoort tot de *raw material unit 1* (fragmenten natuursteen met exact dezelfde kleur en samenstelling waarvan wordt aangenomen dat deze van dezelfde bron afkomstig zijn). Bij RMU 1 horen nog elf andere fragmenten waarvan vijf ook een glad oppervlak vertonen. Het is dus aannemelijk dat deze fragmenten en mogelijk alle fragmenten van RMU 1 tot hetzelfde werktuig behoren. De maalsteenloper is gebruikt voor het vermalen van granen. Een ander groot fragment is vermoedelijk ook onderdeel van een looper, samen met vijf andere fragmenten die eveneens een licht convex glad oppervlak hebben. De minimale afmetingen van deze fragmenten zijn 4,7x2,9x2,0 cm met een gewicht van 39,5 gram en de maximale afmetingen zijn 8,7x8,2x4,5 cm met

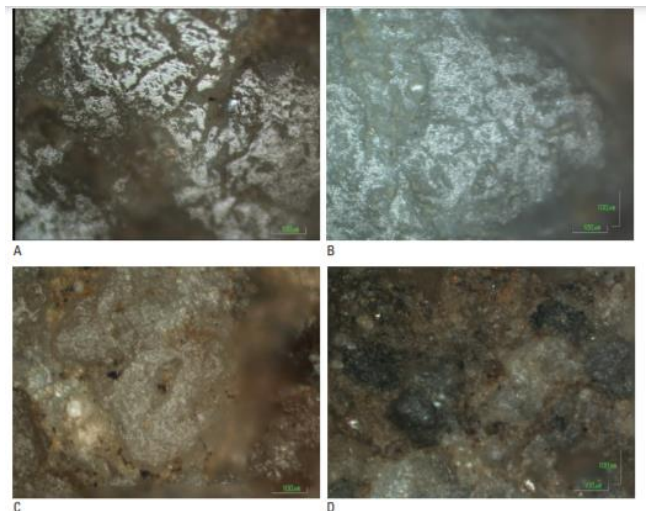


Fig. 4.1.2a Gebruikssporen van het vermalen van granen van vier maalstenen (oorspronkelijke vergroting 200x). van Gijn, A./M. Siebelink 2013, 156.

⁵³ Houkes, R./A. Verbaas 2014, 277-278, 280.

⁵⁴ Houkes, R./A. Verbaas 2014, 279.

⁵⁵ Devriendt 2013, 133.

⁵⁶ Devriendt 2013, 133, 135, 154.

⁵⁷ van Gijn, A./M. Siebelink 2013, 154.

⁵⁸ Devriendt 2013, 137.

een gewicht van 373,6 gram. Een laatste fragment van een looper heeft een sterk convexe en gladde bovenkant met glans en ook de zijkant vertoont glanssporen.

Er zijn drie fragmenten van maalsteenliggers gevonden. Het duidelijkste fragment heeft een mooi concaaf, glad oppervlak en is gemaakt van Revinien kwartsiet. Het fragment behoort tot RMU 2, het is het enige fragment waarop sporen van gebruik zichtbaar zijn in deze groep. Een ander fragment heeft een glad oppervlak met spiegelglans en vertoont 'onderzijde maalsteen'-sporen. Het derde fragment heeft een convex glad oppervlak en een gladde onderzijde. Dit fragment is gebruikt voor het vermalen van granen.⁵⁹

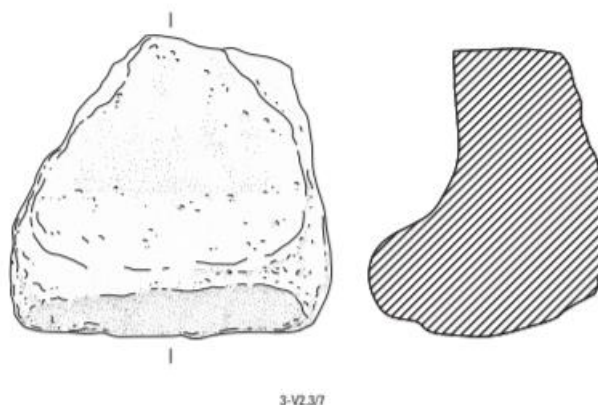


Fig. 4.2.1b Aangetroffen maalsteen schaal 2:3. Devriendt 2013, 141.

4.1.3 Hellevoetsluis-Ossenhoek

Tijdens archeologisch onderzoek op de vindplaats Hellevoetsluis-Ossenhoek zijn 529 natuurstenen artefacten aangetroffen⁶⁰. Deze hebben een totaalgewicht van 2,8 kg. Hiervan zijn 284 stuks beschreven. Het gaat hierbij om fragmenten groter dan 1 cm. In totaal zijn er 49 werktuigen gevonden, waarvan zeventien fragmenten van maalstenen en zes fragmenten van klopstenen.⁶¹

Maalstenen:

Totaal zijn er zeventien fragmenten van maalstenen gevonden met een maximale lengte van 6,7 cm en gemaakt van zandsteen, zie tabel 4.1.3. Door het kleine formaat is er geen informatie over de oorspronkelijke vorm te achterhalen en zijn bewerkingssporen van vermalen producten niet meer te herkennen. Alle maalstenen vertonen sporen van pecken en vier van de maalstenen zijn verbrand.⁶²

	Zandsteen	Arkotische zandsteen	Grove zandsteen	Fijne zandsteen	Kwartsitische zandsteen
Maalsteen	1	1	7	5	3

Tabel 4.1.3 Grondstof maalstenen Hellevoetsluis-Ossenhoek.

Klopstenen:

Er zijn totaal vijf fragmenten van klopstenen aangetroffen en één bijna complete klopsteen. Geen van de klopstenen vertoont sporen van gebruik als klop/wrijfsteen.⁶³

⁵⁹ Devriendt 2013, 137-138, 141-142.

⁶⁰ van Gijn, A./A. Verbaas 2009, 91.

⁶¹ van Gijn, A./A. Verbaas 2009, 91, 94.

⁶² van Gijn, A./A. Verbaas 2009, 95-96.

⁶³ van Gijn, A./A. Verbaas 2009, 96.

4.1.4 Steynhof (Anne Frankpark)

Tijdens archeologisch onderzoek op de vindplaats Steynhof (Anne Frankpark) zijn 613 natuurstenen artefacten aangetroffen met een totaal gewicht van 11,392 kg⁶⁴. Hiervan vertonen 110 fragmenten sporen van gebruik of bewerking. Het overige bestaat uit onbewerkte rolstenen, rolsteenbrokken en brokken zonder natuurlijk oppervlak.⁶⁵

Maalstenen:

Er zijn 56 fragmenten van maalstenen aangetroffen. De meeste fragmenten vormen samen grotere fragmenten. Zo behoren 18 maalsteenfragmenten van arkose tot één stukgeslagen maal- of slijpsteen.

Zes fragmenten vormen samen het uiteinde van een maalsteenligger vervaardigd uit kwartsiet. Het gepaste fragment is 9,7x14,0x4,7 cm met een gewicht van 403,7 gram. Het maalvlak is vlak en gladgesleten over sporen van pecking. Aan het uiteinde van de ligger is de rand rond gemaakt door middel van pecken en de onderkant vertoont 'onderzijde maalsteen'-sporen.

Er zijn twee complete exemplaren, één afslag en één fragment van maalsteenlopers gevonden. Een complete, bijna ronde maalsteenloper van arkose is aan beide zijden gebruikt voor het vermalen van een plantaardig materiaal, mogelijk granen. De looper is 9,2x8,6x4,6 cm met een gewicht van 524 gram en is hergebruikt als aambeeld. Mogelijk vormde deze looper samen met andere fragmenten van arkose één maalsteen. De fragmenten en afslagen lijken namelijk een schil te vormen waarvan de kern ontbreekt. Dit is niet te achterhalen omdat de looper aan alle zijden bewerkt is. De tweede maalsteenloper is van graniet met een convex werkvlak met krassen in de gemeten lengterichting. De afslag is van kwartsitische zandsteen en het fragment van porfier.

Dertien andere fragmenten en één maalsteenafslag vertonen sporen van een opgeklopt en gesleten werkvlak, typerend voor maalstenen. Het is onduidelijk of het hier om lopers of liggers gaat. De gebruiksglans van de afslag is identiek aan glans die ontstaat door het vermalen van plantaardig materiaal zichtbaar bij gebruikssporenanalyse.⁶⁶ In tabel 4.1.4 is de grondstof per aangetroffen fragment maalsteen weergegeven.

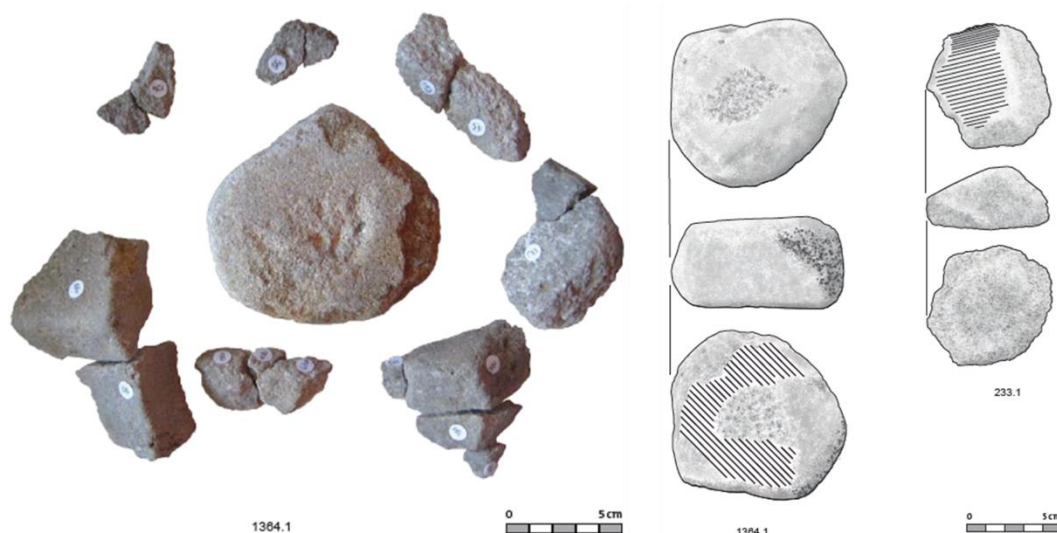


Fig. 4.1.4a Links de maalsteenloper van arkose omringd door de passende maalsteenfragmenten. Rechts een tekening van de maalsteenloper van arkose en van de maalsteenloper van graniet. Houkes 2021, 125,126.

⁶⁴ Houkes 2021, 115.

⁶⁵ Houkes 2021, 117.

⁶⁶ Houkes 2021, 124-127.

Maal- of slijpstenen:

Twaalf fragmenten, bestaande uit zes afslagen en zes brokstukken vertonen restanten van een glad gesleeten vlak. Het is onzeker of dit vlak voor malen of slijpen is gebruikt.⁶⁷

Klopstenen:

Er zijn achttien fragmenten van klopstenen aangetroffen, bestaande uit tien complete exemplaren, vijf fragmenten en drie klopsteenafslagen. Er zijn geen sporen van het vermalen van granen aangetroffen.⁶⁸

Klop-/ wrijfstenen:

Er is één klop-/ wrijfsteen van 4,4x3,7x1,0 cm met een gewicht van 24,1 gram aangetroffen. De steen is te klein voor het vermalen van granen, maar is mogelijk voor een ander materiaal gebruikt waarvan kleinere hoeveelheden nodig waren. Het werktuig is ook als klopsteen gebruikt.⁶⁹

Herkomst:

De gesteentes zandsteen, kwartsiet en kwartsitische zandsteen zijn afkomstig uit grindafzettingen van de Maas en/of Rijn. Graniet en gneis zijn afkomstig uit de grond- en eindmorenes in Noord- en Midden-Nederland. Op de Utrechtse Heuvelrug en de Veluwe komen zowel de morenes als de afzettingen voor. Deze bestaan grotendeels uit door landijs opgestuwde beddingafzettingen van de Rijn en Maas, maar noordelijke gesteentes zijn hier ook te vinden.⁷⁰

	Afslag	Fragment	Loper (compleet)	Loper (afslag)	Loper (bekapt)	Loper (fragment)	Slijpsteen (afslag)	Slijpsteen (fragment)
Diabaas		1						
Graniet		2	1		1			
Porfier						1		
Arkose	10	8	1					
Kwartsitisch zandsteen	1	4		1			2	4
Zandsteen		4					4	2
Gneis		2						
Kwartsiet						7		

Tabel 4.1.4 Grondstof maalstenen Steynhof (Anne Frankpark).

Combinatiewerktuig:

Het combinatiewerktuig bestaat uit één artefact dat vier, deels opeenvolgende, verschillende functies heeft gehad. Het werktuig is gemaakt van een zadelvormige maalsteenligger van zandsteen van 10,3x12,3x5,5 cm met een gewicht van 798 gram. Het fragment waaruit het werktuig is vervaardigd lijkt door grote druk tijdens het malen te zijn afgebroken, vervolgens is het als maalsteenloper hergebruikt. Daarna is het als slijpsteen gebruikt om te eindigen als klopsteen.⁷¹

⁶⁷ Houkes 2021, 127.

⁶⁸ Houkes 2021, 129.

⁶⁹ Houkes 2021, 130.

⁷⁰ Houkes 2021, 121.

⁷¹ Houkes 2021, 130.

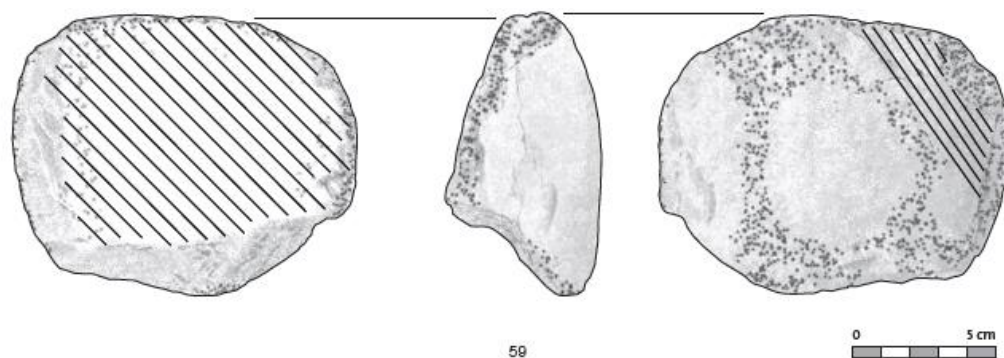


Fig. 4.1.4b Combinatiewerktuig van zandsteen. Houkes 2021, 130.

4.1.5 De Wateringse Binnentuinen

Tijdens archeologisch onderzoek op de Neolithische vindplaats Den Haag-Wateringse Binnentuinen zijn 881 stuks natuursteen aangetroffen⁷². Hiervan tonen 86 stenen macroscopisch zichtbare sporen van bewerking en/of gebruik. Het overige materiaal bestaat uit (gebroken) onbewerkte stenen waarvan 171 fragmenten kleiner zijn dan 1 cm. Een selectie van negentien artefacten is op gebruikssporen onderzocht.⁷³

Maalstenen:

Er zijn veertien maalstenen of maalsteenfragmenten aangetroffen. Hiervan zijn twee complete maalstenen en één in tweeën gebroken maalsteen als depositie in één kuil gevonden. De afmetingen van de maalstenen liggen tussen de 21,2x13,6x6,7 cm met een gewicht van 3,2 kg en de 26,4x19,6x13,5 cm met een gewicht van 6,0 kg en zijn gemaakt van graniet. Eén van de complete stenen heeft een licht hol (concaaf) uitgesleten maalvlak, waardoor de randen iets oplopen. Drie van de zijden en de onderzijde zijn in vorm gebracht door middel van grote afslagen. Op het werkvlak zijn sporen van het vermalen van granen zichtbaar in de lengterichting van de steen. De andere complete steen heeft een licht bollend (convex) maalvlak waarop sporen van het vermalen van granen in de lengterichting zichtbaar zijn.

De gebroken steen is door de bodem te erg aangetast waardoor geen gebruikssporenanalyse kan worden uitgevoerd.

Ook zijn fragmenten van twee maalsteenlopers gevonden die beide min of meer rond zijn. Vijf passende fragmenten vormen samen één maalsteenloper gemaakt van kwartsiet. Op het maalvlak zijn sporen van het vermalen van granen aangetroffen en het geklopte deel laat sporen van een zeer langdurig gebruik met zowel kloppende als wrijvende bewegingen zien. Van de andere loper is één fragment gevonden van zandsteen. Van deze loper zijn diverse oppervlakken gebruikt voor het vermalen van granen.

Van één fragment en drie afslagen is het onduidelijk of het om een loper of ligger gaat.

Gebruikssporenanalyse toont aan dat één afslag van graniet is gebruikt voor het vermalen van granen en waarschijnlijk een maalsteenligger was. De twee maalsteenafslagen van zandsteen, zie tabel 4.1.5, zijn onderdeel van een ligger die is gebruikt voor het vermalen van granen. De ligger heeft ingebed gelegen.⁷⁴



Fig. 4.1.5 Granieten maalsteenliggers. Houkes, R./A. Verbaas 2017, 147.

⁷² Houkes, R./A. Verbaas 2017, 139.

⁷³ Houkes, R./A. Verbaas 2017, 141.

⁷⁴ Houkes, R./A. Verbaas 2017, 146-148.

Klopstenen:

Er zijn tien klopstenen aangetroffen, bestaande uit twee rolstenen, vijf fragmenten van rolstenen en drie afslagen. Geen van deze klopstenen is als klop/wrijfsteen gebruikt.⁷⁵

Klop/wrijfstenen:

Er zijn drie klop/wrijfstenen gevonden, bestaande uit één complete steen en twee afslagen. De stenen zijn niet op gebruikssporen onderzocht.⁷⁶

Herkomst:

De granieten artefacten zijn afkomstig van de stuwwallen of keileemopduikingen in Noord- en Midden-Nederland. Het zandsteen is afkomstig uit Rijn- en/of Maasafzettingen. Grijs zandsteen komt van de Maas en bontzandsteen van de Rijn, hoewel dit gesteente ook in beperkte mate in Maasafzettingen voorkomt. Ook kwartsiet is afkomstig van Maasafzettingen.⁷⁷

	Afslag	Fragment	Ligger	Loper
Graniet	1		4	
Zandsteen	2	1		1
Kwartsiet				5

Tabel 4.1.5 Grondstof maalstenen de Wateringse Binnentuinen.

4.1.6 Barendrecht-Carnisselande

Tijdens de archeologische begeleiding te Barendrecht-Carnisselande zijn zes vindplaatsen gedefinieerd⁷⁸. Hiervan worden alleen vindplaats 1 t/m 3 behandeld omdat de andere vindplaatsen uit latere perioden dan de Vlaardingen-cultuur zijn gedateerd. De vindplaatsen Barendrecht 1-3 bevinden zich in oeverwalafzettingen met aparte vondstlagen. De vondstlagen worden afgewisseld door lagen ongestoord sediment. Van deze lagen behoort de onderste laag tot de Vlaardingen-cultuur.⁷⁹

Barendrecht 1:

In de vondstlaag zijn acht stuks natuursteen aangetroffen. Deze bestaan uit zeven artefacten en één onbewerkte rolsteen. Er zijn geen maalsteenfragmenten aangetroffen en de twee mogelijke klopstenen vertonen geen sporen van het vermalen van granen.⁸⁰

Barendrecht 2:

Op de vindplaats Barendrecht 2 is geen natuursteen aangetroffen.⁸¹

Barendrecht 3:

In de vondstlaag zijn achtentwintig stuks natuursteen aangetroffen, waaronder negen artefacten. De artefacten bestaan uit zes maalsteenfragmenten van kwartsitische zandsteen, twee maalsteenfragmenten van tefriet en één afslag van graniet. De zes maalsteenfragmenten van zandsteen behoren tot dezelfde maalsteen en drie van de fragmenten passen nog aan elkaar. De maalsteenligger is 2,0 cm dik met een licht opstaande rand en vertoont sporen van het malen van granen. De sporen doen vermoeden dat de steen opzettelijk is gebroken.

⁷⁵ Houkes, R./A. Verbaas 2017, 149.

Houkes, R./A. Verbaas 2017, 150.

⁷⁷ Houkes, R./A. Verbaas 2017, 143.

⁷⁸ Moree *et al.* 2011, 32.

⁷⁹ Moree *et al.* 2011, 32.

⁸⁰ Moree *et al.* 2011, 40.

⁸¹ Moree *et al.* 2011, 43.

De maalsteenfragmenten van tefriet zijn verbrand en sterk verweerd, één van de fragmenten was voor gebruikssporenanalyse geselecteerd. Het fragment was te verweerd om een interpretatie te maken. Opmerkelijk aan de vondst is dat tefriet pas vanaf de Late Bronstijd in Nederland voorkomt terwijl de fragmenten worden gedateerd uit het Laat-Neolithicum en de Vroege Bronstijd. Mogelijk zijn de maalsteenfragmenten dus verkeerd gedateerd. Tefriet is een vulkanisch gesteente afkomstig uit de Duitse Eifel wat mogelijk door de Rijn in Nederland terecht zou kunnen zijn gekomen. Maar tefriet is een zacht, poreus gesteente en kan zulke afstanden door rivieren niet overleven. De in Nederland gevonden maalstenen van tefriet zijn dan ook zeer waarschijnlijk direct afkomstig uit de Duitse Eifel.

Het is onduidelijk van wat voor soort werktuig de afslag van graniet afkomstig is. Het gaat mogelijk om het fragment van een klopsteen of maalsteen.⁸²

4.1.7 Hazendonk

Tijdens de opgraving op de vindplaats Hazendonk is een onbekend aantal stuks natuursteen aangetroffen⁸³. Hiervan tonen zes stuks sporen van bewerking. Eén van deze artefacten is getypeerd als maalsteen. Het gaat om het fragment van een looper gemaakt van een grofkorrelige, roodachtige zandsteen.⁸⁴

4.1.8 Voorschoten-Boschgeest

De opgraving te Voorschoten-Boschgeest is stratigrafisch in twee lagen opgegraven, namelijk laag 17 en laag 18⁸⁵.

Laag 17:

In laag 17 161 stuks natuursteen aangetroffen, waarvan elf stuks natuursteen sporen van gebruik vertonen⁸⁶. Er zijn twee grote en twee kleine fragmenten van maalsteenliggers aangetroffen. Ook zijn er enkele klopstenen gevonden, maar deze zijn, net zoals de maalstenen, niet op gebruikssporen onderzocht.

Laag 18:

In laag 18 43 stuks natuursteen aangetroffen⁸⁷. Artefacten worden niet genoemd, dus het is aannemelijk dat het om natuursteen zonder macroscopisch zichtbare gebruikerssporen gaat.

4.1.9 Leidschendam Prinsenhof

Leidschendam Prinsenhof 1963/1964:

Tijdens de opgraving op de vindplaats Leidschendam Prinsenhof in 1963/1964 zijn 680 stuks natuursteen aangetroffen⁸⁸. Hier zitten fragmenten van maalsteenliggers, klopstenen, polijststenen en één fragment van een gepolijst werktuig (mogelijk een bijl) tussen. In het opgravingsrapport wordt niet specifiek beschreven over hoeveel artefacten het gaat en van welk materiaal ze zijn gemaakt.

⁸² Moree *et al.* 2011, 66-67.

⁸³ Louwe Kooijmans 1974, 159.

⁸⁴ Louwe Kooijmans 1974, 159, 160.

⁸⁵ Glasbergen, W./W. Groenman-van Waateringe/G.M. Hardenberg-Mulder 1967, 6.

⁸⁶ Glasbergen, W./W. Groenman-van Waateringe/G.M. Hardenberg-Mulder 1967, 23.

⁸⁷ Glasbergen, W./W. Groenman-van Waateringe/G.M. Hardenberg-Mulder 1967, 25.

⁸⁸ Glasbergen, W./W. Groenman-van Waateringe/G.M. Hardenberg-Mulder 1967, 111.

Leidschendam Prinsenhof 2005:

Tijdens de opgraving op de vindplaats Leidschendam Prinsenhof in 2005 zijn twee natuurstenen aangetroffen⁸⁹. De eerste steen is een onbewerkte kwartskei en de tweede steen is een zandstenen keifragment. Het keifragment is mogelijk gebruikt als wetsteen/slijpsteen.

4.1.10 Leidsenhage-Berberis

Tijdens de opgraving op de vindplaats Leidsenhage-Berberis is een onbekend aantal natuurstenen artefacten aangetroffen⁹⁰. Het gaat hier om natuursteen zonder sporen van gebruik.

4.1.11 Leidschendam-Voorburg

Tijdens de opgraving op de vindplaats aan de Frekeweg in de gemeente Leidschendam-Voorburg is een onbekend aantal natuursteen aangetroffen.⁹¹ Hieronder valt een groot stuk gneisachtig graniet met een plat gesleten vlak. Het gaat hier om een mogelijke maalsteen(loper).

4.1.12 Hekelingen

Tijdens de opgraving op de vindplaats Hekelingen is een onbekend aantal natuursteen aangetroffen.⁹² Er is één fragment gevonden dat behoort tot een maalsteenligger. Ook zijn er meerdere klopstenen gevonden, maar deze zijn niet gebruikt voor het vermalen van granen.

Hekelingen III:

Twee dozen (doos 3800 en 3799) met totaal 457 stuks natuursteen van Hekelingen III zijn aan de Universiteit van Leiden geleverd om te onderzoeken. Na het macroscopisch bestuderen van deze stenen is een selectie van 77 stenen gemaakt, zie tabel 4.1.12, die op gebruikssporen zullen worden onderzocht. Deze selectie bevat 5 mogelijke maalstenen. Het gebruiksonderzoek moet op het moment van het schrijven van de scriptie nog worden uitgevoerd, dus de resultaten kunnen niet worden weergegeven.

	Doos 3800	Doos 3799	Doos 3799_zakken	Totaal
Klopsteen	12	13	1	26
Klopsteen?	1	2		3
Maalsteen	3	2		5
Wrijfsteen	6	7		13
Wrijfsteen?		1		1
Aambeeld	2			2
Glad oppervlak	6	8	3	17
Glad oppervlak?	1			1
Kwartsiet		1		1
?	3	1	2	6
Glad/maalsteen/wrijven		1		1
Kloppen/glans/klopsteen		1		1
Totaal	34	37	6	77

Tabel 4.1.12 Geselecteerd natuursteen van Hekelingen III wat op gebruikssporen zal worden onderzocht.

⁸⁹ Hamburg 2006, 25.

⁹⁰ Kerkhoven 2015, 56.

⁹¹ van der Valk, B./R. Hirschel 2010, 128.

⁹² Regteren Altena, J.F. van /L.J. Pons 1964, 19.

4.1.13 Vlaardingen

Tijdens de opgraving op de vindplaats Vlaardingen is een onbekend aantal natuursteen aangetroffen, waaronder vooral veel stukjes graniet, kiezel en leisteen.⁹³ Ook is er een kleine maalsteen met looper gevonden.

4.2 Benodigde materialen

Om de maalstenen van de Vlaardingen-cultuur te vervaardigen waren stenen nodig, zowel om de maalstenen van te maken als om de maalstenen mee te bewerken.⁹⁴ Voor de liggers waren grotere stenen nodig dan voor de lopers. Waarschijnlijk werden de stenen compleet meegenomen naar de huisplaatsen van de Vlaardingen-cultuur en daar bewerkt. Deze theorie wordt ondersteund door de afslagen en het bewerkingsmateriaal dat op vindplaatsen wordt aangetroffen. Mogelijk werden de stenen, die over het algemeen zwaar waren, met behulp van kano's naar de nederzettingen vervoerd. Een andere theorie is dat de stenen afkomstig zijn van culturen die tegelijkertijd met de Vlaardingen-cultuur in Nederland leefden, zoals de Trechterbeker-cultuur. Zeker omdat de mensen van de Trechterbeker-cultuur dicht bij de morene-afzettingen in de buurt woonden. Opvallend is hoe dicht een nederzetting bij de bron is hoe groter de aangetroffen maalstenen zijn. Dit zou kunnen worden verklaard doordat de stenen die werden uitgezocht kleiner waren als een grotere afstand moest worden overbrugd. Ook zou een mogelijkheid zijn dat de stenen verder van het brongebied vandaan langer meegingen en door gebruik dus kleiner zijn geworden. Vaak werden maalstenen intensief bijgewerkt waardoor alleen fragmenten worden aangetroffen, of zo opgebruikt dat er nog maar een klein formaat van overbleef. Ook werden de maalstenen gebruikt totdat ze braken.⁹⁵

In tabel 4.2a is van de verschillende steensoorten, afkomstig uit de opgravingsrapporten, per steensoort genoteerd hoeveel maalsteenliggers, maalsteenlopers, liggers of lopers, maal-/slijpstenen en klop-/wrijfstenen zijn aangetroffen. Hierbij is gekeken naar de oorspronkelijke functie van de maalstenen en is hergebruik niet meegerekend. De maalstenen van de vindplaats Leidschendam Prinsenhof 1963/1964 zijn niet meegenomen omdat alleen vermeld wordt dat er maalstenen zijn aangetroffen, maar er geen verdere informatie over wordt gegeven. Ook de opgraving Leidsenhage-Berberis is niet in de tabel vertegenwoordigd omdat alleen onbewerkte natuursteen is aangetroffen. Verder zijn de stenen van Hekelingen III niet vertegenwoordigd, omdat deze nog geanalyseerd moeten worden. De steensoorten waarvan de maalstenen zijn gemaakt zijn vereenvoudigd, bijvoorbeeld kwartsitische-, arkotische-, grove- en fijne zandsteen worden als zandsteen vermeld.

	Ligger	Loper	Ligger/Loper	Maal-/slijpsteen	Klop-/wrijfsteen	Totaal
Porfier	1	1				2
Zandsteen	11	4	18			33
Burnot conglomeraat		6				6
Kwartsiet	6	6				12
Tefriet			2			2
Arkose		1c	18	1		20
Graniet	2c, 2	1c	2			7
Onbekend	8	9	25	12	1	55
Totaal	31	28	65	13	1	137

Tabel 4.2a Totaal aantal maalstenen per grondstof. C = compleet exemplaar.

⁹³ Glasbergen, W./L.J. Pons/J.A. Bakker 1964, 31.

⁹⁴ Rob Houkes, Persoonlijke communicatie.

⁹⁵ Rob Houkes, Persoonlijke communicatie.

In tabel 4.2b wordt gekeken naar het maximaal aantal artefacten per steensoort. Zo zijn 18 fragmenten van een maalsteenloper of ligger van arkose aangetroffen die tot één artefact behoorden⁹⁶. In tabel 4.2a lijkt het dus alsof 20 maalstenen van arkose zijn gemaakt terwijl het maximaal aantal exemplaren drie is. Door deze fragmenten als één maalsteen te tellen wordt het aantal maalstenen per steensoort realistischer weergegeven. Vooral de afzettingsgesteentes zijn gefragmenteerd. Hierbij vallen arkose en conglomeraat het meeste op. Dit is te verklaren door het feit dat deze twee steensoorten worden gevormd door brokstukken van andere stenen die samen een nieuw gesteente vormen. Hierdoor breekt de steensoort snel.⁹⁷ De stollingsgesteentes graniet en porfier zijn over het algemeen wat sterker.⁹⁸

	Ligger	Loper	Ligger/Loper	Maal-/slijpsteen	Klop-/wrijfsteen	Totaal
Porfier	1	1				2
Zandsteen	4	4	18			26
Burnot conglomeraat		1				1
Kwartsiet	2	1				3
Tefriet			1			1
Arkose		1	1	1		3
Graniet	4	1	1			6
Onbekend	6	2	24	12	1	45
Totaal	18	11	45	13	1	87

Tabel 4.2b Maximaal aantal maalstenen per grondstof.

Wat opvalt is dat veel verschillende steensoorten voor de maalstenen werden gebruikt. Mogelijk werden de stenen op formaat geselecteerd in plaats van steensoort⁹⁹, hoewel er een duidelijke voorkeur voor zandsteen (26) is. Na zandsteen is graniet de meest gebruikte steensoort (6). Ook zijn er 45 maalsteenfragmenten waarvan het materiaal onbekend is, dus hier zit mogelijk nog meer zandsteen en/of graniet tussen.

Natuursteen komt van oorsprong niet voor op de vindplaatsen van de Vlaardingen-cultuur en is dus van elders aangevoerd.¹⁰⁰ De steensoorten graniet en porfier zijn afkomstig uit de grond- en eindmorenes in Noord- of Midden-Nederland. De steensoorten kwartsiet en zandsteen zijn afkomstig van grindafzettingen van de Rijn en/of Maas. Hierbij is grijze zandsteen afkomstig van de Maas en bontzandsteen afkomstig van de Rijn, hoewel deze ook in beperkte mate van de Maas afkomstig kan zijn. Tefriet is een vulkanisch gesteente uit de Duitse Eifel, maar het gesteente is te broos om door rivieren naar Nederland te worden getransporteerd. Mogelijk is tefriet door middel van (ruil)handel bij de Vlaardingen-cultuur terechtgekomen. Hoe dichter de vindplaatsen zich bij het Maasgebied bevinden hoe minder metamorfe gesteente wordt aangetroffen zoals graniet en hoe meer afzettingsgesteente van de Maas aanwezig is.

4.3 Productiesporen

Tijdens het vervaardigen van de maalstenen ontstaan productiesporen. Zowel de liggers als de lopers werden met behulp van afslagen en pecken bewerkt.¹⁰¹ De zijanten van de liggers konden worden afgeslagen om de steen goed in vorm te krijgen, vervolgens werd de zijkant beklopt om de scherpe randen te verwijderen. Hierbij werd vanaf het maalvlak gewerkt. Een enkele keer werd ook de

⁹⁶ Houkes 2021, 124.

⁹⁷ van der Lijn 1923, 38.

⁹⁸ Van der Lijn 1923, 35.

⁹⁹ Rob Houkes, Persoonlijke communicatie.

¹⁰⁰ Rob Houkes, Persoonlijke communicatie.

¹⁰¹ Annemieke Verbaas, Persoonlijke communicatie.

onderkant bewerkt als deze niet vlak genoeg was. Mogelijk werd de bovenkant ook in vorm gebracht, maar hier is geen bewijs voor. Door het gebruik van de maalsteenligger is de bovenkant namelijk afgesleten waardoor sporen van het mogelijk in vorm brengen niet meer zichtbaar zijn. Wel werd de bovenkant voor gebruik beklopt om het maalvlak ruw te maken. Een ruw maalvlak is belangrijk om genoeg frictie te krijgen om plantaardige producten te vermalen. Hoe ruwer het oppervlak hoe gemakkelijker het malen gaat. Na lang gebruik moet het maalvlak opnieuw worden opgeklopt om het weer ruw te maken. De looper kon ook in vorm worden gebracht, met name het maalvlak. Dit werd platter gemaakt door middel van pecken. Op deze manier werd het maalvlak ook gelijk ruw gemaakt. De stenen konden worden bewerkt door een stuk vuursteen of een ander hard gesteente.¹⁰² De maalstenen van de Vlaardingen-cultuur hebben een overwegend ronde vorm, waardoor er waarschijnlijk weinig aan vormgeving is gedaan. De stenen waaruit de maalstenen worden gevormd zijn voornamelijk rond.¹⁰³

Verscheidene maalstenen van de opgravingsrapporten vertonen sporen van pecken. Met deze techniek werd het maalvlak van de maalsteen ruw gemaakt voor gebruik. Ook tonen enkele maalstenen sporen van het in vorm brengen van de steen. Het gaat hierbij om zes fragmenten die samen het uiteinde van één maalsteenligger vormen afkomstig van de opgraving Steynhof¹⁰⁴ en één complete maalsteenligger van de opgraving Wateringse Binnentuinen¹⁰⁵. Bij de opgraving Steynhof is aan het uiteinde van de ligger de rand rondgemaakt door middel van pecken. Bij de opgraving Wateringse Binnentuinen zijn door middel van grote afslagen drie zijanten en de onderkant van de ligger in vorm gebracht.

4.4 (her)Gebruikssporen

Meerdere maalstenen, zowel lopers als liggers, vertonen sporen van het vermalen van granen.¹⁰⁶ Sporen van het vermalen van plantaardig materiaal zijn zichtbaar als een glans, in combinatie met afronding of afvlakking, op het gebruikte werkvlak. Hierbij kan onderscheid worden gemaakt tussen de glans die door granen en de glans die door andere plantaardige producten ontstaat. Ook vertonen sommige maalstenen ‘onderzijde maalsteen’-sporen. Deze sporen ontstaan door frictie met de ondergrond tijdens het maalproces in combinatie met het meel dat onder de maalsteen terecht kan komen tijdens het malen. Deze sporen komen over het algemeen alleen op maalsteenliggers voor, met als uitzondering als de ligger is hergebruikt als looper.

Er zijn meerdere maalstenen aangetroffen die zijn hergebruikt als looper. Sommige maalstenen die al hergebruikt zijn als looper worden wederom hergebruikt maar dan als klopp- of slijpsteen. Bij de opgraving Steynhof is een looper van arkose aangetroffen die mogelijk origineel het midden van een ligger vormde, de overige afslagen en fragmenten lijken namelijk een schil te vormen waarvan de kern mist¹⁰⁷. Wegens het feit dat de looper aan alle zijden bewerkt is kan niet achterhaald worden of deze origineel onderdeel was van de ligger. Na het gebruik als looper is de maalsteen hergebruikt als aambeeld. Ook is er bij deze opgraving een combinatie werktuig aangetroffen dat vier verschillende, deels opeenvolgende functies heeft gehad¹⁰⁸. Het artefact begon als maalsteenligger om vervolgens te worden hergebruikt als maalsteenlooper, daarna werd het als slijpsteen gebruikt om te eindigen als kloppsteen.

¹⁰² Olthof, D./D. Pomstra 2021, 158-159.

¹⁰³ Annemieke Verbaas, Persoonlijke communicatie.

¹⁰⁴ Houkes 2021, 124.

¹⁰⁵ Houkes, R./A. Verbaas 2017, 146.

¹⁰⁶ Annemieke Verbaas, Persoonlijke communicatie.

¹⁰⁷ Houkes 2021, 125.

¹⁰⁸ Houkes 2021, 130.

4.5 Gebruik maalstenen

Op basis van de literatuurstudie kan worden vastgesteld dat de maalstenen van de Vlaardingen-cultuur werden gebruikt voor het vermalen van granen. Wel moet er onderscheid worden gemaakt tussen maalstenen en klop-/wrijfstenen. Op klop-/wrijfstenen worden namelijk ook sporen van het vermalen van granen aangetroffen, maar ook sporen van het vermalen van andere plantaardige producten. Als naar de aangetroffen fragmenten van maalstenen wordt gekeken valt het op dat er meer liggers dan lopers worden aangetroffen. Er ontbreken dus lopers, lopers zijn hergebruikt of klop-/wrijfstenen zijn als lopers gebruikt. Dit lagere aantal lopers zou kunnen worden verklaard doordat lopers of klop-/wrijfstenen afkomstig van opgravingen verkeerd geïnterpreteerd zijn. Ook kan het ontbreken van lopers mogelijk worden verklaard doordat maalsteenliggers groter zijn dan maalsteenlopers en dat daardoor lopers sneller worden meegenomen naar andere nederzettingen/kampementen. Wat ook invloed op het aantal lopers kan hebben gehad is dat gebruikssporenanalyse een menselijke interpretatie blijft. Iemand die een mogelijke maalsteen bekijkt verwacht sporen van het vermalen van granen aan te treffen en iemand die een mogelijke klopsteen bekijkt verwacht klosporen aan te treffen. Door deze verwachtingen kunnen sporen dus mogelijk verkeerd geïnterpreteerd of niet herkend worden.¹⁰⁹

Gebruikssporenanalyse van zowel maalsteenliggers als maalsteenlopers van verschillende opgravingen laat zien dat de onderzochte stenen voor het vermalen van granen zijn gebruikt. Bij enkele stenen was zichtbaar dat het graan in één richting was vermalen. Sommige van de stenen zijn na hun functie als maalsteen hergebruikt als bijvoorbeeld klopsteen of slijpsteen. Er is één klop/wrijfsteen aangetroffen, afkomstig van de opgraving Steynhof¹¹⁰. Dit artefact is te klein om graan te vermalen en is mogelijk voor een ander plantaardig product gebruikt waar kleinere hoeveelheden van nodig waren.

¹⁰⁹ Annemieke Verbaas, Persoonlijke communicatie.

¹¹⁰ Houkes 2021, 130.

5. Experimentele archeologie

In dit hoofdstuk wordt kort experimentele archeologie en wetenschappelijk experimenteel onderzoek behandeld. Ook wordt uitgelegd hoe de regels van experimentele archeologie zijn toegepast op de experimenten van dit scriptieonderzoek. Tot slot worden drie referentieonderzoeken over experimenten met maalstenen behandeld.

5.1 Wat is experimentele archeologie

Experimentele archeologie is een tak binnen de archeologie die fenomenen uit het verleden onderzoekt en imiteert door middel van experimenten.¹¹¹ Hierbij kunnen verschillende methoden, technieken, analyses en benaderingen worden toegepast. Het doel van het experiment is om nieuwe hypothesen te ontwikkelen en te testen, analogieën te verstrekken en bovenal archeologische interpretaties en kennis te vergroten. Simpeler gezegd, een archeologisch experiment moet controleerbaar en meerdere keren uitvoerbaar zijn. Ook moet het archeologische experiment hypothesen testen en analogieën creëren die gebruikt kunnen worden om het verleden te interpreteren. Hierbij is het dus belangrijk dat er niet te veel variabelen per experiment worden onderzocht en dat de omstandigheden rondom het experiment constant worden gehouden om de controleerbaarheid van het experiment te waarborgen. Tevens is het belangrijk dat de handelingen duidelijk worden beschreven en gepubliceerd waardoor het voor andere onderzoekers ook mogelijk is om het experiment uit te voeren.

Soms worden de activiteiten re-enactment en eerste hand ervaringen en demonstraties als experimentele archeologie beschouwd.¹¹² Echter, deze activiteiten vallen niet onder wetenschappelijke archeologische experimenten. Re-enactment is een recreatieve bezigheid waarbij er weliswaar wordt geleefd zoals vroeger, maar hier is geen onderzoek aan verbonden. Dit is ook het geval bij ervaringen en demonstraties, die onder onderwijs- en presentatiemethoden vallen. Deze kunnen o.a. technieken uit het verleden demonstreren, maar missen eveneens een onderzoekend aspect. Dit neemt niet weg dat demonstraties, 3D-reconstructies en ervaringen uit eerste hand nuttige informatie opleveren. Zo hebben ze grote educatieve voordelen en is het een uitstekende manier om archeologisch onderzoek aan het publiek te presenteren, maar het is belangrijk om onderscheid te houden tussen archeologisch experimenteel en ervaringsgericht onderzoek. Hoewel deze activiteiten dus niet onder experimentele archeologie vallen hebben de mensen die betrokken zijn meestal veel ervaring in hun interessegebied, bijvoorbeeld koken op houtvuur of smeden van zwaarden. Deze mensen zijn dus uitermate geschikt om experimenten binnen een onderzoek uit te voeren, omdat ervaring een belangrijk onderdeel is van een goed experimenteel onderzoek.

Archeologische experimenten kunnen in vijf verschillende klassen worden opgedeeld¹¹³, namelijk:

1. (re)Constructie: hierbij worden (re)constructies gemaakt op een schaal van 1:1 van bijvoorbeeld een huis waarvan de plattegrond tijdens een archeologisch onderzoek is herkend. Vooraf aan het bouwen van de reconstructie worden hypothesen geformuleerd over de bouwwijze en bouwtechnieken die in het verleden zijn gebruikt. Uitgangspunt is dat de (re)constructie voldoende solide is om als huis te dienen. In de praktijk worden de bouwwijze en bouwtechnieken toegepast en wordt bepaald of deze wel of niet tot een verwacht resultaat leiden. Hiermee wordt de hypothese getoetst.

2. Processen en functies: hierbij wordt onderzoek gedaan naar hoe dingen werden bereikt in het verleden. Hieronder valt bijvoorbeeld onderzoek naar wat de functie van een werktuig was en hoe dit werktuig vervolgens werd gebruikt. Ook valt onderzoek naar bijvoorbeeld kookprocessen hieronder. Waar stonden de potten ten opzichte van het vuur, wat was de temperatuur, hoelang

¹¹¹ Eigeland 2011, 100.

¹¹² Outram 2008, 3-4.

¹¹³ Reynolds 1999, 387-395.

duurde het voordat een gerecht klaar was? De processen en functies die worden getest zijn gebaseerd op gegevens afkomstig van opgravingen, mogelijk in combinatie met antropologische gegevens. Wederom wordt een hypothese geformuleerd die getoetst wordt tijdens de uitvoering van het experiment.

3. Simulatie: experimenteel onderzoek naar de invloed van vormingsprocessen, post-depositionele processen en tafonomie (studie naar de wijze waarop archeologische vondsten en sporen in de bodem bewaard blijven) op archeologische gegevens. Bij deze klasse worden bijvoorbeeld opgegraven archeologisch objecten, zoals aardewerkscherven, nagmaakt en begraven. Vervolgens wordt de achteruitgang van het object in de gaten gehouden tot dezelfde staat als het archeologische object is bereikt. Op deze manier kunnen de invloed van de bodem en processen die in de bodem plaatsvinden onderzocht worden.

4. Uiteindelijke proef: meestal het combineren van de drie hierboven genoemde categorieën. Het gaat hier om grootschalige en meestal langdurige experimenten die complexe systemen (agricultuur) en invloeden op die systemen door onverwachte en zeldzame gebeurtenissen (extreem weer) onderzoeken. Een voorbeeld hiervan is een akker met naakte gerst. Hoe wordt de groei van de gerst beïnvloed door storm, droogte en kou? Raakt de akker na een periode van gebruik uitgeput? Wat gebeurt er met de grond als er veel wordt bemest?

5. Technologische innovatie: hierbij worden archeologische technieken getest in realistisch gecreëerde scenario's. Zo kunnen bijvoorbeeld geofysische apparaten getest worden, met deze apparaten worden onder andere ondergrondse structuren gedetecteerd. Bijvoorbeeld een experiment waarbij een muurtje, dat de fundering van een kasteel moet voorstellen, is gemetseld. Vervolgens wordt deze muur onder een laag aarde bedekt. Met het apparaat wordt gekeken of de muur en de vorm die de muur heeft achterhaald kunnen worden.

Tot slot kunnen de onderzoeksmethoden, die voor experimentele archeologie worden gebruikt, binnen drie verschillende interpretatieniveaus worden onderscheiden¹¹⁴, namelijk:

1. Interpretatie gebaseerd op intuïtie: de onderzoeker of een 'gespecialiseerd vakman' luistert naar zijn/haar intuïtie en maakt een interpretatie zoals; 'Het lijkt logisch dat...' Bij deze methode wordt geen gebruik gemaakt van opgestelde onderzoeksvragen of een experimentenplan.

2. Interpretaties gebaseerd op experimentele resultaten: de onderzoeker baseert hun interpretatie op één enkele test of op data uit eerdere experimenten/onderzoek. Hierbij wordt niet altijd gebruik gemaakt van opgestelde onderzoeksvragen of een experimentenplan.

3. Interpretaties gebaseerd op wetenschappelijke experimentele resultaten: gebaseerd op archeologische data en een geformuleerde en getoetste hypothese. Alle factoren die mogelijk invloed hebben op het resultaat zijn meegenomen in de uitkomst en verschillende experimenten hebben uiteindelijk tot één interpretatie van een archeologisch proces geleid. Ook zijn de experimenten herhaalbaar en leiden tot hetzelfde resultaat.

In de volgende paragraaf wordt de wetenschappelijke methode verder behandeld.

5.2 Experimenteel wetenschappelijk onderzoek

Een experimenteel wetenschappelijk onderzoek is een onderzoek waarbij de resultaten zijn verkregen door middel van experimenten.¹¹⁵ Deze experimenten zijn opgesteld aan de hand van de wetenschappelijke experimentele cirkel. Het begint bij een vraag die is ontstaan op basis van archeologische gegevens en vanuit die vraag wordt een hypothese geformuleerd. Vervolgens wordt deze hypothese getoetst door middel van experimenten. Uit deze experimenten en de gegevens die worden verzameld blijkt of de hypothese geaccepteerd kan worden of dat deze wordt afgewezen, zie fig. 5.2. Als de hypothese wordt ondersteund door de experimenten kan deze als geldend worden gezien. 'Geldend' betekent in dit geval niet dat de hypothese als de absolute werkelijkheid kan

¹¹⁴ Lammers-Keijsers 2005, 20-21.

¹¹⁵ Outram 2008, 1.

worden aangenomen, alleen dat de principes achter de hypothese kunnen worden gebruikt totdat deze weer worden weerlegd door nieuwe, betere principes.¹¹⁶

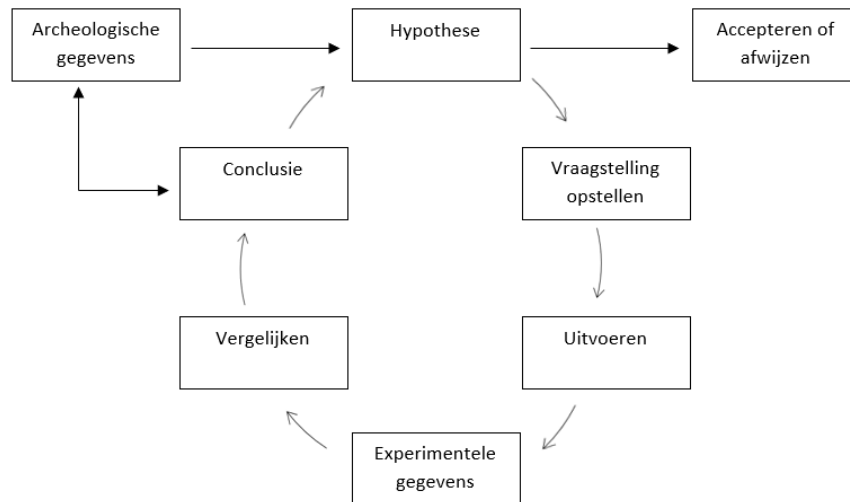


Fig. 5.2 Schematische weergave opbouw archeologisch experimenteel onderzoek. Lammers-Keijsers 2005, fig. 1.

Voor het uitvoeren van een archeologisch experiment is het ook belangrijk dat degene die het uitvoert genoeg kennis heeft over het proces. Meestal heeft iemand een paar pogingen nodig om de benodigde technieken voor het experiment te leren, maar om de activiteiten helemaal goed uit te voeren is veel tijd en nog meer ervaring nodig.¹¹⁷

Het beste zou zijn om de activiteiten door iemand van een specialistisch vakgebied dat met het onderwerp te maken heeft te laten uitvoeren. Een voorbeeld hiervan is een slager die met vuursteen een varken slacht tegenover een student die geen ervaring heeft met slachten. Als er geen sprake is van een ervaren iemand die de experimenten uitvoert is het belangrijk dat dit onder toezicht gebeurt of naar aanleiding van aanwijzingen van iemand die wel ervaring heeft. Het is dus belangrijk om onderzoek uit te voeren dat meetbaar, herhaalbaar, professioneel ontworpen en onder toezicht is, maar ook dat wordt uitgevoerd door mensen met adequate ervaring. Op deze manier is experimentele archeologie geen speculatie of spel, maar een waardevolle onderzoeksmethode om meer over het verleden te weten te komen.¹¹⁸

Als laatste is het belangrijk om bij het opzetten en uitvoeren van een experiment de regels opgesteld door John Coles in acht te nemen¹¹⁹. Dit zijn volgens Annemieke Verbaas (persoonlijke communicatie 2) belangrijke criteria voor het uitvoeren van een deugdelijk archeologisch experiment. Deze regels worden gezien als basisregels voor experimenteel onderzoek en zijn sinds 1975 onveranderd. De regels van Coles bestaan uit acht regels en deze regels zijn:

1. "De in experimenten gebruikte materialen moeten materialen zijn waarvan men aanneemt dat ze ter plaatse beschikbaar zijn geweest in de oude samenleving waar het probleem over gaat."
2. "De in het experiment toegepaste methoden om oude materialen na te maken, mogen niet verder gaan dan die, welke vermoedelijk destijds binnen het bereik van de samenleving hebben gelegen."
3. "Moderne technische vindingen behoren niet van invloed te zijn op de experimentele resultaten, maar zij mogen niet buiten beschouwing blijven bij het vergroten van ons begrip van de materialen en van de methoden om ze te veranderen."

¹¹⁶ Outram 2008, 1.

¹¹⁷ Paardekooper 2011, 76.

¹¹⁸ Eigeland 2011, 100.

¹¹⁹ Coles (1973) 1975, 9.

4. “De omvang van het experiment moet tevoren worden vastgesteld.”
5. “Het experiment moet zo mogelijk voor herhaling vatbaar zijn, waarbij iedere herhaling op de resultaten van de vorige proef voortbouwt.”
6. “Elk experimenteel onderzoek wordt uitgevoerd met een gewenst resultaat voor ogen, maar er behoort altijd onzekerheid te bestaan of de verkozen methode wel zal slagen en men zal voortdurend op improviseren bedacht moeten zijn.”
7. “De resultaten van het experiment zullen bestaan uit een reeks waarnemingen die de archeoloog tot bepaalde mogelijke conclusies leiden. Absolute bewijzen mag men niet veronderstellen of eisen.”
8. “Tenslotte moet het experiment worden beoordeeld op zijn betrouwbaarheid; het met de juiste vragen hebben gesteld aan het materiaal, de gekozen werkwijze moet in overeenstemming met het doel zijn uitgedacht en eerlijk zijn uitgevoerd, en de resultaten moeten eerlijk worden onderzocht en beoordeeld. Fouten bij het experiment, bij de keuze van materialen, bij de werkwijzen, bij de waarnemingen, moeten openlijk worden vermeld.”¹²⁰

5.3 De maalexperimenten

Voor het experimenteel onderzoek naar maalstenen is getracht zoveel mogelijk de regels van Coles te volgen om een goed wetenschappelijk experiment te waarborgen. De opzet van de experimenten wordt uitgebreid in hoofdstuk 6 behandeld, maar in deze paragraaf wordt weergegeven hoe de regels van Coles zijn toegepast.

Er is onderzoek gedaan naar de steensoorten die zijn gebruikt om de maalstenen van de Vlaardingen-cultuur te maken en welk gesteente hiervoor het meeste is gebruikt. De meest gebruikte steensoort blijkt zandsteen te zijn gevolgd door graniet. Voor de maalstenen van de experimenten wordt daarom graniet gebruikt. Er is voor graniet gekozen in plaats van zandsteen omdat dit bij een steenhandelaar kan worden gekocht, waardoor alle stenen identiek zijn en de gebruikssporen dus goed met elkaar vergeleken kunnen worden. Daarentegen zou zandsteen in afzettingsgebieden moeten worden verzameld, omdat de stenen, wegens het fijne stof dat bij de bewerking vrijkomt, niet meer worden verkocht. De granietsoort is niet hetzelfde graniet dat de mensen van de Vlaardingen-cultuur tot hun beschikking hadden. Het graniet van de Vlaardingen-cultuur is afkomstig uit Scandinavië, terwijl het graniet van de experimenten uit India afkomstig is.

Voor de houten loper en ligger is gekeken welke houtsoorten geschikt zijn en ook beschikbaar waren voor de mensen van de Vlaardingen-cultuur. De plantaardige producten die tijdens de experimenten zijn vermalen zijn geselecteerd op basis van plantaardige producten die bij opgravingen zijn aangetroffen, zoals residu op aardewerk. De houtsoorten en plantaardige producten zijn door Caroline Vermeeren en Kirsti Hänninen van BIAAX Consult (archeobotanische specialisten) en Diederik Pomstra en Leo Wolterbeek (ervaringsdeskundigen) bepaald.

De maalstenen zijn door Diederik Pomstra gemaakt, hij heeft veel ervaring met het bewerken van steen. Hij heeft het maalvlak van de maalstenen met een vuurstenen kern gepekt om een ruw maalvlak te creëren. De houten ligger en loper zijn door Leo Wolterbeek gemaakt, hij heeft veel ervaring met het bewerken van hout. De houten liggers zijn met behulp van modern gereedschap gemaakt, hier werd dus afgeweken van de regels van Coles. Er is hiervoor gekozen om tijd te besparen. Wel zijn de fabricatiesporen zo veel mogelijk weggeschuurd met behulp van een steen.

Er wordt geen gebruik gemaakt van moderne technische vindingen, behalve om de maalstenen te documenteren. Zo zijn de maalstenen voor gebruik gefotografeerd met behulp van een spiegelreflexcamera, een metaal- en een stereomicroscop. Ook is een siliconen cast van het maalvlak gemaakt. Na het malen zijn de maalstenen wederom gefotografeerd zodat de maalvlakken goed kunnen worden vergeleken, ook werd toen gebruikssporenanalyse uitgevoerd. De maalexperimenten zijn op een plastic zeil uitgevoerd. Hiervoor is gekozen omdat de gemalen

¹²⁰ Coles (1973) 1975, 9-12.

producten in de toekomst voor kookexperimenten worden gebruikt en het daarvoor belangrijk is dat kruisbesmettingen worden voorkomen.

De experimenten zijn bij de uitvoerder thuis, op de Universiteit van Leiden of bij archeologisch Erf Masamuda uitgevoerd. De laatste locatie komt hierbij het meeste overeen met hoe het bij de mensen van de Vlaardingen-cultuur was.

De experimenten zijn goed beschreven waardoor deze door externen kunnen worden herhaald. Er is genoteerd hoe lang elke steen met welk product is gebruikt en hoeveel er vermalen is. Ook zijn de producten, de steensoorten en de houtsoorten beschreven.

Met de laatste drie regels van Coles is tijdens het uitvoeren van de experimenten en vooral tijdens het uitwerken van de resultaten rekening gehouden. Zo bleek dat hazelnoten eerst in kleinere stukken moesten worden geslagen voordat deze vermalen konden worden. Ook zijn de resultaten niet als absolute bewijzen maar als mogelijke veronderstellingen beschreven.

5.4 Referentieonderzoek

Voor het referentieonderzoek zijn drie rapporten¹²¹ geraadpleegd over experimenteel onderzoek naar maalstenen uit het Neolithicum. Hoewel de onderzoeken vergelijkbaar zijn met dit onderzoek hebben ze een ander doeleinde. Dit onderzoek heeft als doel om verschillende plantaardige producten te vermalen en de gebruikssporen hiervan te vergelijken met aangetroffen maalstenen van vindplaatsen. Het onderzoek van C. Hamon en H. Plisson¹²² (Frankrijk) heeft als doel om verschillende experimenteel gebruikte stenen die voor verschillende doeleinden zijn gebruikt door een onafhankelijke analist te laten onderzoeken. De analist kijkt of het gebruik en het bewerkte product achterhaalt kan worden. Dit wordt ook wel een *blind test* genoemd. Bij een 'blinde test' maakt één persoon de sporen op artefacten, in dit geval dus maalstenen, waarna iemand anders deze artefacten onderzoekt met als doel de gebruikssporen te interpreteren en het verwerkte product te achterhalen. De analist heeft geen beschikking over informatie over het gebruik van de stenen. Het onderzoek van Hayes *et al.*¹²³ (België) heeft als doel om verschillende experimenteel gebruikte stenen door een onafhankelijke analist te laten onderzoeken in combinatie met residu analyse om de functie en het verwerkte product te achterhalen. Tot slot heeft het onderzoek van Bofill *et al.*¹²⁴ (Griekenland) als doel om te kijken of de vorm van een maalsteen invloed heeft op de effectiviteit van de maalsteen en hoe dit het vermalen product beïnvloedt.

Bij de referentieonderzoeken wordt alleen gekeken naar de gebruikte maalstenen die dezelfde of vergelijkbare plantaardige producten hebben vermalen als de maalstenen van dit scriptieonderzoek. Een beschrijving van het onderzoek van deze stenen en de resultaten worden kort besproken.

5.4.1 C. Hamon en H. Plisson

Voor de stenen is zandsteen afkomstig van het Bekken van Parijs gebruikt.¹²⁵ Deze stenen zijn uitgezocht door C. Hamon en komen overeen met archeologische vondsten en de referentiecollectie van Hamon. Vervolgens zijn de stenen in mei 2004 en maart 2005 door H. Plisson en S. Delgado gebruikt. In totaal zijn vijftien gebruiksvorwerpen gemaakt waarvan vier zijn gebruikt voor het vermalen van plantaardig materiaal dat vergelijkbaar is met de experimenten van dit scriptieonderzoek, zie tabel 5.4.1. De artefacten zijn grof gevormd, over het algemeen door het pecken van het maalvlak. Ook zijn de zijkanten afgevlakt om de steen een vorm te geven die makkelijker te hanteren is bij het gebruik.

¹²¹ Hamon, C./H. Plisson 2008; Hayes *et al.* 2017; Bofill *et al.* 2020.

¹²² Hamon, C./H. Plisson 2008, 29-38.

¹²³ Hayes *et al.* 2017, 245-260.

¹²⁴ Bofill *et al.* 2020, 1-26.

¹²⁵ Hamon, C./H. Plisson 2008, 30-31.

	Werktuig	Grondstof	Actie	Duur	Product	Staat
1	Ligger	Zandsteen (compact altered sandstone)	Malen	2 uur 15 minuten	Naakte tarwe	Droog
4	Loper	Compacte zandsteen	Malen	2 uur en 15 minuten	Naakte tarwe	Droog
B	Ligger	Kwartsitische zandsteen	Vermalen tot poeder	1 uur	Eikels	Geroosterd in oven
C'	Cilindrische looper	Kwartsitische zandsteen	Vermalen tot poeder	1 uur	Eikels	Geroosterd in oven

Tabel 5.4.1 Gebruikte artefacten voor de experimenten van het onderzoek van C. Hamon en H. Plisson.

Na het gebruik zijn de artefacten door Hamon met het blote oog en een stereomicroscopie onderzocht (Nikon SMZ 800).¹²⁶ Het vermalen product van de maalsteenliggers werd nagenoeg accuraat geïdentificeerd, namelijk plantaardig materiaal, mogelijk granen voor artefact 1 en een plantaardige, vette massa overeenkomstig met noten en groente voor artefact B. Daarentegen werden de bijbehorende maalsteenlopers geïnterpreteerd als het malen van een hard mineraal voor artefact 4 en het verpulveren van mineralen voor artefact C'. Het plantaardige materiaal voor de liggers is dus nagenoeg correct achterhaald terwijl dit voor de bijbehorende lopers niet het geval is.

De lopers en de liggers zijn even lang gebruikt, het is dus aannemelijk dat het langer duurt voordat op een looper duidelijk kenmerkende sporen zijn ontstaan. Ook zou het kunnen dat met behulp van een metaalmicroscopie betere analyses kunnen worden uitgevoerd waardoor sporen beter geïnterpreteerd kunnen worden. Met een metaalmicroscopie kan namelijk verder worden ingezoomd dan met een stereomicroscopie. Door het verder inzoomen worden gebruikssporen beter zichtbaar en dus ook beter herkenbaar.

5.4.2 Hayes *et al.*

Dit onderzoek gaat over het toepassen van residu-analyse in combinatie met gebruikssporenanalyse op experimenteel gebruikte maalstenen. Het doel is om het verwerkte product, de functie en de gebruikssporen te achterhalen.¹²⁷ Hierbij moet vermeld worden dat er geen onderzoek is gedaan naar de afname van residu van vermalen materiaal op maalstenen door de eeuwen heen en naar de invloed van bodemprocessen op het residu. Mogelijk is deze onderzoekstechniek dus niet in het werkveld uitvoerbaar. De blinde test bestond uit twee fases, waarbij fase 1 alleen interessant is voor het experimenteel onderzoek. Fase 1 bestond uit het direct analyseren van de gebruikte natuursteen. Fase 2 bestond uit het analyseren van residu aan de hand van siliconen afdrukken van de wekvlakken. Ook het gebruik werd aan de hand van deze afdrukken achterhaald. Als laatste werden water-afnames van de werkvlakken genomen, een manier van residu-onderzoek.

De stenen zijn gefabriceerd uit zandsteen afkomstig van de fluviatiele afzettingen van de rivier de Lomme in België. Er is voor deze stenen gekozen omdat ze allemaal dezelfde soort natuurlijke sporen vertonen en de stenen wegen tussen de 500 en de 3000 gram. Er is gekozen de stenen niet te bewerken om verwarring met productiesporen bij de analisten te voorkomen. Er is één uitzondering, namelijk een van de stenen is doormidden gehakt om twee liggers te creëren. Ook is één steen afkomstig uit een museum over de prehistorie (Ramioul België). Die steen heeft een onbekende gebruikshistorie (mogelijk voor demonstraties van het vermalen van plantaardig materiaal) en werd voor het experiment hergebruikt. Vervolgens zijn de artefacten gebruikt door Christian Lepers volgens de aanwijzingen van Veerle Rots. De experimenten hadden een duur van 10 tot 25 minuten. Deze tijd werd als lang genoeg gezien, omdat het onderzoek over het belang van residuanalyse bij

¹²⁶ Hamon, C./H. Plisson 2008, 31, 34, 36.

¹²⁷ Hayes *et al.* 2017, 246-247.

gebruikssporenonderzoek gaat en niet per se over de gebruikssporen zelf. In tabel 5.4.2 staan de experimenten waarbij plantaardig materiaal is vermalen.¹²⁸

	Werktuig	Verwerkte product	Beweging	Duur
7	Loper en ligger	Vlaszaden (droog) – <i>Linum usitatissimum</i>	Kloppen	18 minuten
8	Loper en ligger	Rogge (droog) – <i>Secale cereale L.</i>	Vermalen heen en weer	15 minuten
10	Loper en ligger	Tarwe (droog) – Triticum familie	Vermalen heen en weer	18 minuten

Tabel 5.4.2 Gebruikte artefacten voor de experimenten van het onderzoek van Hayes et al.

Vervolgens hebben twee analisten fase één van de blinde test uitgevoerd. Hierbij keken zij met een microscoop naar de artefacten. Analist 1 heeft het werkvlak van 14 van de 15 voorwerpen correct kunnen identificeren. Van één artefact denkt de analist dat deze niet is gebruikt. Analist 2 heeft het werkvlak van 12 van de 15 voorwerpen correct kunnen identificeren en dacht dat drie artefacten niet gebruikt waren. Hierbij moet gezegd worden dat analist 1 meer ervaring had met het uitvoeren van gebruikssporenanalyse. De sporen waren niet goed genoeg ontwikkeld voor gebruikssporenanalyse om de vermalen producten te identificeren, daarom is er gebruik gemaakt van residuanalyse. De residu's werden onderverdeeld in de categorieën plant, dier en niet organisch. Analist 1 heeft van 12 van de 15 voorwerpen de categorie van het bewerkte materiaal correct geïdentificeerd. Analist 2 heeft van 11 van de 12 voorwerpen de categorie van het verwerkte materiaal correct geïdentificeerd. Fase 2 van het onderzoek wordt niet behandeld omdat dit niet over gebruikssporenanalyse gaat, maar over residuanalyse op de gebruikte werktuigen.¹²⁹

5.4.3 Bofill et al.

Dit onderzoek gaat over de effectiviteit van verschillende maalsteentypes en het achterhalen van gebruikssporen.¹³⁰ Het experiment bestaat uit een breed onderzoek naar hoe verschillende vormen maalstenen het vermalen product beïnvloeden. Ook is gekeken hoe dit mogelijk het type maalsteen aangetroffen op archeologische sites heeft beïnvloed. Het experiment is onderdeel van een groter onderzoek (PlantCult Project) naar maalstenen uit de prehistorie.

De stenen voor de experimenten zijn vervaardigd uit zandsteen, graniet en andesiet afkomstig van regionale gebieden uit Macedonië in het noorden van Griekenland. Het gesteente is verzameld door geologen met uitzondering van het graniet, dit is afkomstig van een moderne steenhouwer. Er is voor deze verzamelwijze van graniet gekozen omdat dit materiaal lastig te vinden is. Van elke steensoort worden zes paar maalstenen (liggers en lopers) gemaakt en vijf extra paar maalstenen van hetzelfde type en omvang. Totaal worden er dus veertig artefacten gemaakt. De experimentele maalstenen worden verdeeld in twee categorieën, klein (ligger <30 cm) en groot (ligger >30 cm). Van graniet zijn alleen kleine maalstenen gemaakt wegens het probleem van het verkrijgen van het graniet.¹³¹

Vervolgens zijn de maalstenen in drie verschillende categorieën ingedeeld gebaseerd op drie basiswerktuigen aangetroffen op archeologische vindplaatsen:

1. Ligger met langwerpige loper die heen en weer wordt bewogen in één richting.
2. Ligger met kleine loper die heen en weer wordt bewogen in één richting.
3. Ligger met kleine loper die in een circulaire beweging wordt gebruikt.

¹²⁸ Hayes et al. 2017, 247-248.

¹²⁹ Hayes et al. 2017, 249-250.

¹³⁰ Bofill et al. 2020, 2-3.

¹³¹ Bofill et al. 2020, 4.

Met een machine zijn de stenen ruw in vorm gebracht en daarna zijn de stenen afgewerkt met verschillende klopstenen (gneiss, kwartsiet, amfiboliet en gabbro, gebaseerd op archeologische gegevens). Ook werd met behulp van klopstenen een ruw maalvlak gecreëerd. Van deze stenen is een representatieve groep gedocumenteerd om de morfologische kenmerken en de productiesporen die tijdens het bewerkingsproces zijn ontstaan op te nemen.¹³²

Er zijn vier verschillende experimenten uitgevoerd. Experiment 1 en 2 hadden een tijdsduur van vijf uur verdeeld over drie stadia; 60 minuten, 120 minuten en 120 minuten. Experiment 3 had een duur van tien uur en experiment 4 had een duur van acht uur. Alle experimenten zijn door twee verschillende malers uitgevoerd, beide noteerden hoeveel tijd het kostte om 200 gram graan te vermalen. Aan het einde van elk stadium werd het totaal vermalen product gewogen en werd een macrobotanisch monster genomen. Het malen werd geknield gedaan, gebaseerd op etnografische gegevens en archeologische data uit het Neolithicum.¹³³

Experiment 1 had als doel de invloed van het gesteente, de omvang, de morfologie en de beweging op het maalproces van één specifiek product (gepelde eenkoren) te onderzoeken. Alleen type 2 van de granieten en type 3 van de andesieten maalstenen produceerden een aanzienlijk hoger aantal vermalen product dan de zandstenen maalstenen, zie fig. 5.4.3. In dit figuur is per soort gesteente en type maalsteen weergegeven hoeveel product er in een specifieke tijd gemalen is. Dit is een mogelijke verklaring voor het hoge aantal maalstenen van zandsteen bij de maalsteenasssemblages van de onderzochte regio's, aangezien deze over het algemeen niet slechter malen dan graniet en andesiet. Ook hadden de mensen die de experimenten uitvoerden een periode van training nodig afhankelijk van het gewicht en de morfologie van de looper en de soort beweging die nodig was om te malen. Om deze reden is een tweede versie van experiment 1 uitgevoerd om te kijken hoeveel invloed het leerproces had op het vermalen product. Hieruit bleek dat in de tweede versie een grotere hoeveelheid werd vermalen in dezelfde tijd, dus het leerproces heeft invloed. Als laatste zijn de grote en kleine stenen met elkaar vergeleken, hieruit bleek dat bij de grote stenen een gemiddelde van 1,090 kg eenkoren per 2 uur en bij de kleine stenen 0,667 kg eenkoren per 2 uur werd verkregen. De grote stenen zijn dus effectiever.¹³⁴

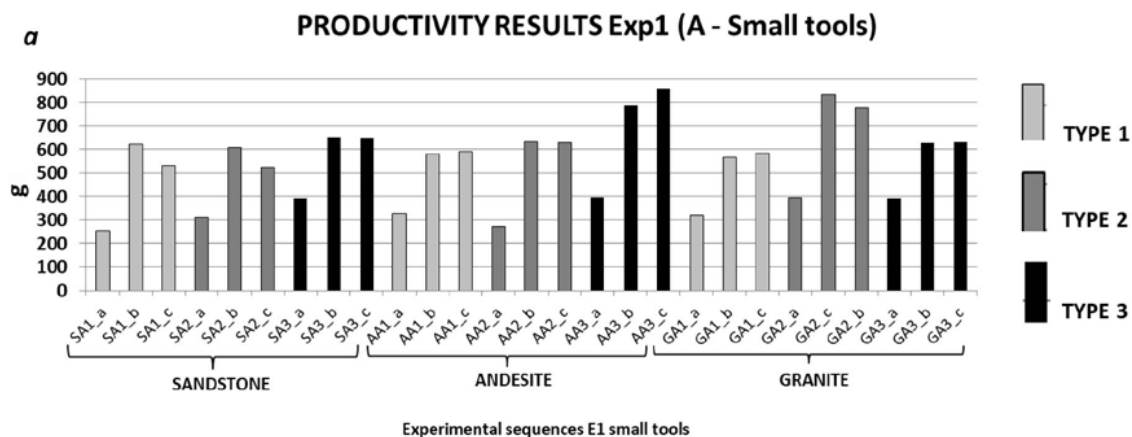


Fig. 5.4.3 Resultaten experiment 1 kleine maalstenen van het onderzoek van Bofill et al. a = 60 minuten, b = 120 minuten, c = 120 minuten. Bofill et al. 2020, figure 5.

Experiment 2 had als doel het verschil tussen verschillende gemalen producten te onderzoeken, namelijk gepelde en ongepelde granen, eikels en olieachtige zaden. Bij de ongepelde granen bleek

¹³² Bofill et al. 2020, 6.

¹³³ Bofill et al. 2020, 8.

¹³⁴ Bofill et al. 2020, 10-12.

dat hiervoor meer kracht en tijd nodig was om deze te vermalen in vergelijking met de gepelde granen, met name bij gerst.

Zowel geroosterde als gedroogde eikels zijn vermalen. Volgens etnografische data worden eikels geroosterd om de tannine te verwijderen. De maler merkte op dat het makkelijker is om de geroosterde eikels te pellen, maar dat deze lastiger waren te vermalen dan de gedroogde eikels. Als er naar de hoeveelheid per tijd wordt gekeken is dit verschil niet duidelijk zichtbaar. Geroosterde eikels was 0,433 kg per 2 uur en gedroogde eikels was 0,489 kg per 2 uur.

Het hoofddoel van de zaden was om deze te pletten, om er op een later tijdstip olie uit te verkrijgen. Volgens etnologische studies wordt olie uit lijnzaad verkregen door deze eerst te roosteren, vervolgens te pletten met een mortier of maalsteen om uiteindelijk het geplette product met kokend water te koken om het zaad van de olie te scheiden. Ook kan het vermalen product met water worden gemengd om een deeg te verkrijgen.¹³⁵

Zowel van experiment 3 als experiment 4 werden de resultaten nog bestudeerd op het moment dat het artikel werd geschreven. Ze worden dus elders gerapporteerd. Experiment 3 heeft als doel om de invloed van lang malen (10 uur) op de gebruikssporen en de depositie van zetmeel/fytoliet te onderzoeken. Experiment 4 heeft als doel om de macrobotanische resten en de gebruikssporen van maalstenen te onderzoeken die voor meerdere producten zijn gebruikt.¹³⁶

5.4.4 Conclusie

Bij het onderzoek van C. Hamon en H. Plisson zijn de maalsteenliggers goed geïnterpreteerd, maar de bijbehorende maalsteenlopers niet. Mogelijk duurt het dus langer voordat gebruikssporen zich goed ontwikkelen op lopers. Hier moet met het experiment van dit scriptieonderzoek ook rekening mee worden gehouden. Dit is ook interessant, omdat op archeologische vindplaatsen meer maalsteenliggers dan -lopers worden aangetroffen. Dit zou dus mogelijk ook met een verkeerde interpretatie te maken kunnen hebben.

Bij het onderzoek van Hayes *et al.* worden alle artefacten slechts voor een korte periode gebruikt, namelijk 20 minuten. Ondanks deze korte gebruikperiode kan al wel het werkvlak van de werktuigen goed worden geïdentificeerd. Natuurlijk zijn de gebruikssporen nog niet zodanig ontwikkeld dat er een plantaardig product aan gekoppeld kan worden, maar het is interessant wat een gebruik van 20 minuten al voor een artefact betekent.

De maalstenen type 2 van het onderzoek van Bofill *et al.* komen overeen met de maalstenen voor het geplande experiment van dit scriptieonderzoek, namelijk een ligger met een kleine loper die heen en weer wordt bewogen in één richting. Het onderzoek toont aan dat er geen groot verschil is tussen de hoeveelheid vermalen product (gepelde eenkoren) van de verschillende onderzochte steensoorten en maalsteentypes. Zowel zandsteen, andesiet en graniet vermalen ongeveer evenveel in dezelfde tijd, met uitzondering van de granieten maalstenen type 2 en andesieten maalstenen type 3. Dit is interessant omdat de maalstenen voor het experiment van graniet worden gemaakt, hoewel op vindplaatsen van de Vlaardingen-cultuur meer zandsteen maalstenen zijn aangetroffen. Qua productiviteit zal dit dus verschillen: maalsteen type 2 van graniet is efficiënter met het vermalen dan zandsteen. Ook ontwikkelen op zandsteen sneller sporen van gebruik dan op graniet.

¹³⁵ Bofill *et al.* 2020, 12-15.

¹³⁶ Bofill *et al.* 2020, 16.

6. De archeologische experimenten op maalstenen van de Vlaardingen-cultuur

6.1 Opzet

6.1.1 Experimentenplan

Een set bestaande uit een ligger en een looper is voor minimaal drie uur gebruikt om gebruikssporen te creëren. Als na drie uur onvoldoende sporen waren ontstaan is de set voor een langere periode gebruikt. Per set is één plantaardig product vermalen, tabel 6.1.1. Een uitzondering hierop is de houten ligger. Deze ligger is voor drie verschillende producten gebruikt, namelijk gerst, hazelnoten en eikels. De artefacten zijn voor gebruik gedocumenteerd en zijn na gebruik opnieuw gedocumenteerd en op gebruikssporen onderzocht.

	Werktuig	Materiaal	Duur	Product
1	Maalsteenligger	Grانيت	3 uur	Emmertarwe
1'	Maalsteenloper	Grانيت	3 uur	Emmertarwe
2	Maalsteenligger	Grانيت	3 uur	Geparelde gerst
2'	Maalsteenloper	Grانيت	3 uur	Geparelde gerst
3	Maalsteenligger	Grانيت	3 uur	Geparelde gerst
3'	Maalsteenloper	Meidoorn hout	3 uur	Geparelde gerst
4	Maalsteenligger	Grانيت	3 uur	Geparelde gerst
4'	Klop/wrijfsteen	Zandsteen	3 uur	Geparelde gerst
5	Maalsteenligger	Grانيت	3 uur	Hazelnoot
5'	Maalsteenloper	Grانيت	3 uur	Hazelnoot
6	Maalsteenligger	Grانيت	3 uur	Eikels
6'	Maalsteenloper	Grانيت	3 uur	Eikels
7	Maalsteenligger	Grانيت	3 uur	Zaden gele plomp
7'	Maalsteenloper	Grانيت	3 uur	Zaden gele plomp
8	Maalsteenligger	Appelhout	3 uur	Geparelde gerst
8'	Klop/wrijfsteen	Zandsteen	3 uur	Geparelde gerst
9	Maalsteenligger	Appelhout	3 uur	Hazelnoot
9'	Klop/wrijfsteen	Zandsteen	3 uur	Hazelnoot
10	Maalsteenligger	Appelhout	3 uur	Eikels
10'	Klop/wrijfsteen	Zandsteen	3 uur	Eikels

Tabel 6.1.1 De geplande experimenten van de maalstenen van de Vlaardingen-cultuur, de apostrof bij een cijfer betekent dat dit de bijbehorende looper is.

6.1.2 Materiaal

6.1.2.1 Lopers en liggers

De stenen lopers en liggers zijn van grانيت of zandsteen gemaakt, zie fig. 6.1.2.1a en fig. 6.1.2.1b. De grانيتen stenen voor de archeologische maalexperimenten zijn afkomstig van een steenhandelaar (Meier Natuursteen te Oosterbeek) en zijn bewerkt, zodat ze geschikt zijn voor het vermalen van de plantaardige producten. Van alle stenen is het maalvlak voor gebruik gepekt. De grانيتen lopers en de helft van de liggers zijn door Diederik Pomstra gepekt, waarna ik na uitleg de resterende liggers en de zandstenen lopers heb gepekt. Het pecken is met behulp van een vuurstenen kern gedaan, hierbij is alleen het maalvlak bewerkt.

Behalve met steen is er ook met hout geëxperimenteerd. Hierbij werd gekeken of het mogelijk is om plantaardige producten met een combinatie van houten en stenen artefacten te vermalen. De houten looper is van meidoorn gemaakt en de houten ligger is van appelhout gemaakt, zie fig. 6.1.2.1a. De houten voorwerpen zijn met behulp van modern gereedschap door Leo Wolterbeek

gemaakt. Vervolgens zijn zoveel mogelijk de gereedschapssporen van het hout geschuurd met een granieten steen. Bij de houten ligger is alleen het maalvlak geschuurd en bij de houten looper is zowel het maalvlak als een helft van het handvat geschuurd.

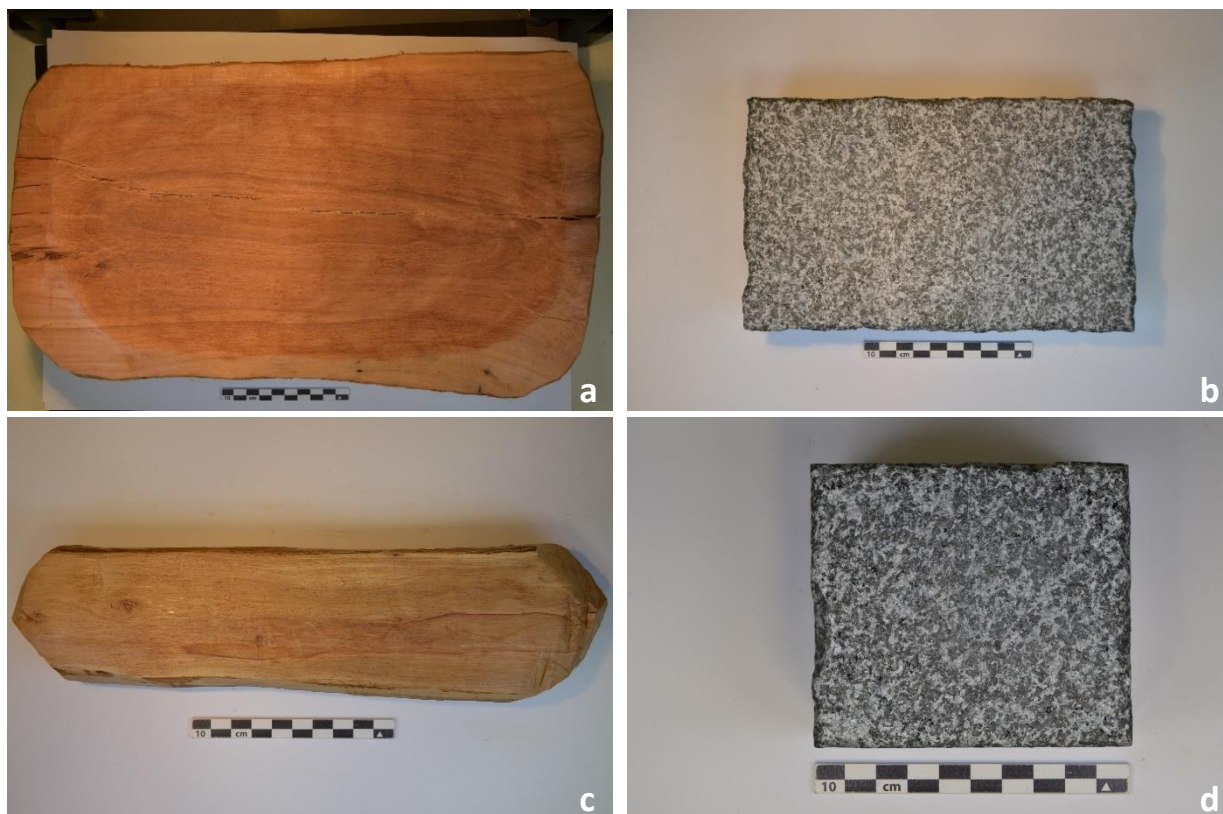


Fig. 6.1.2.1a De houten en granieten liggers en lopers gebruikt voor de experimenten. a = appelhouten ligger, b = granieten ligger, c = meidoornhouten looper, d = granieten looper. Foto's T. de Nijs.



Fig. 6.1.2.1b De zandstenen lopers gebruikt voor de experimenten. a = 3665, b = 3666, c = 3663, d = 3664. Foto's T. de Nijs.

6.1.2.2 Maalproducten

De plantaardige materialen die zijn vermalen zijn emmertarwe (*Triticum dicoccon*), gerst (*Hordeum Vulgare*), hazelnoten (*Corylus avellana*), eikels (*Quercus robur*) en de zaden van de gele plomp (*Nuphar lutea*). Er is voor deze producten gekozen omdat deze ook zijn aangetroffen op vindplaatsen van de Vlaardingen-cultuur¹³⁷, met uitzondering van de gele plomp. Van de gele plomp wordt aangenomen dat deze ook mogelijk door de mensen van de Vlaardingen-cultuur werd gebruikt omdat deze plant in hun leefgebied groeide. Het experiment zal dus de gebruikssporen van dit product laten zien en hieruit kan worden afgeleid of dit soort gebruikssporen vaker zijn aangetroffen.

De emmertarwe is gedeeltelijk afkomstig van educatief archeologisch erf Masamuda te Vlaardingen en werd daar ter plaatse verbouwd. De verbouwde emmer moest nog ontkaft worden. Om de emmer te ontkaften is het gekafte graan lichtelijk tussen twee stenen gemalen, zie bijlage VII voor de beschrijving van het experiment. Hierbij moest genoeg frictie ontstaan om het graan uit het kaf te krijgen, maar het nog niet te vermalen. Na het ontkaften is het graan gewand om het fijne kaf nog uit het graan te krijgen. Het ontkaffen van het graan duurde te lang en daarom is gekozen om ook al ontkafte emmertarwe online te bestellen. De bestelde emmertarwe is afkomstig uit Duitsland. Oorspronkelijk was het idee om naakte gerst te gebruiken, alleen was deze niet online te bestellen. Daarom is er gepelde bedekte gerst besteld. De gerst is afkomstig uit Nederland.

De hazelnoten zijn in de omgeving van Vught verzameld en hebben vervolgens te drogen gehangen, waarna ze met behulp van een aambeeld en hamersteen zijn gepeld/gekraakt, zie bijlage VIII voor de beschrijving van het experiment.

De eikels zijn eveneens in de omgeving van Vught verzameld en te drogen gehangen, waarna ze met behulp van een benen mesje zijn gepeld, zie bijlage IX voor de beschrijving van het experiment.

Voordat de eikels konden worden vermalen zijn ze met behulp van een aambeeld en hamersteen in kleinere stukken geslagen, zie bijlage X voor de beschrijving van het experiment. In fig. 6.1.2.2 zijn de artefacten waarmee de hazelnoten zijn gepeld/gekraakt en de eikels in kleinere stukken zijn geslagen



Fig. 6.1.2.2 Links het pellen/kraaken van de hazelnoten en rechts het in stukken slaan van de eikels. Foto's T. de Nijs.

De zaden van de gele plomp zijn door Diederik Pomstra verzameld en verwerkt. De gele plomp is geplukt toen de zaaddozen nog groen waren en zijn vervolgens enkele weken gefermenteerd totdat de zaaddozen verrot waren en de zaden donker gekleurd. Vervolgens zijn de zaaddozen gewassen om de zaden van de dozen te scheiden. Na het drogen zijn kleinere stukjes zaaddoos nog van de zaden gescheiden met behulp van wannen.

¹³⁷ Brinkkemper, O./E. Drenth/J.T. Zeiler 2010, 33.

6.2 Uitvoering

In tabel 6.2 is per experiment weergegeven hoeveel gram plantaardig product is vermalen en hoe lang elk experiment heeft geduurd. Hierbij valt op dat dit van het experimentenplan, zie tabel 6.1.1 afwijkt. In de volgende paragrafen wordt per product uitgelegd hoe het experiment verliep en worden ook de afwijkingen besproken.

Experimentnummer	Werktuig	Materiaal	Duur	Product	Hoeveelheid
3655	Maalsteenligger	Graniet	5 uur	Emmertarwe	890 gr
3656	Maalsteenloper	Graniet	5 uur	Emmertarwe	890 gr
3651	Maalsteenligger	Graniet	5 uur	Geparelde gerst	900 gr
3652	Maalsteenloper	Graniet	5 uur	Geparelde gerst	900 gr
3647	Maalsteenligger	Graniet	5 uur	Geparelde gerst	502 gr
1950	Maalsteenloper	Meidoorn hout	5 uur	Geparelde gerst	502 gr
3662	Maalsteenligger	Graniet	3 uur	Geparelde gerst	466 gr
3663	Klop/wrijfsteen	Zandsteen	3 uur	Geparelde gerst	466 gr
3649	Maalsteenligger	Graniet	3 uur	Hazelnoot	491 gr
3650	Maalsteenloper	Graniet	3 uur	Hazelnoot	491 gr
3653	Maalsteenligger	Graniet	3,5 uur	Eikels	615 gr
3654	Maalsteenloper	Graniet	3,5 uur	Eikels	615 gr
3659	Maalsteenligger	Graniet	2 uur	Zaden gele plomp	282 gr
3658	Maalsteenloper	Graniet	2 uur	Zaden gele plomp	282 gr
1877	Maalsteenligger	Appelhout	3 uur	Geparelde gerst	254 gr
3666	Klop/wrijfsteen	Zandsteen	3 uur	Geparelde gerst	254 gr
1877	Maalsteenligger	Appelhout	3 uur	Hazelnoot	609 gr
3665	Klop/wrijfsteen	Zandsteen	3 uur	Hazelnoot	609 gr
1877	Maalsteenligger	Appelhout	3 uur	Eikels	112 gr
3664	Klop/wrijfsteen	Zandsteen	3 uur	Eikels	112 gr

Tabel 6.2 De uitgevoerde experimenten van de maalstenen van de Vlaardingse-cultuur.

6.2.1 Emmertarwe

Met een granieten maalsteenloper en -ligger is in 5 uur een hoeveelheid van 890 gram emmertarwe vermalen. De eerste anderhalf uur is de tarwe grof gemalen en de resterende tijd is de tarwe fijn gemalen. Dit had te maken met kookexperimenten die ook binnen het project 'Putting life into Neolithic houses' worden uitgevoerd. Voor deze kookexperimenten was zowel grove als fijne tarwe nodig. Ook is er langer met emmertarwe gemalen dan de geplande 3 uur. Hiervoor is gekozen omdat de gebruikssporen nog niet voldoende waren ontwikkeld. Na de 3 uur kon achterhaald worden dat een graansoort was vermalen, maar nog niet om welke graansoort het ging. De emmertarwe is in de lengterichting van de maalsteen vermalen. Het vermalen van de emmertarwe was makkelijk, het product was goed te malen en hiervoor was nagenoeg geen kracht nodig.

6.2.2 Gerst

Graniet:

Met een granieten maalsteenloper en -ligger is in 5 uur 900 gram gerst vermalen. Er is langer gerst vermalen dan de oorspronkelijk geplande 3 uur. Dit is gedaan wegens het nog niet duidelijk ontstaan van de gebruikssporen. Herkenbaar was dat er een graansoort was vermalen, maar nog niet welke graansoort dit betrof. Er is in de lengterichting van de maalsteen gemalen. Gerst was relatief makkelijk om te vermalen, het product wilde goed vermalen worden en er was niet al te veel kracht nodig.

Zandsteen:

Met een granieten maalsteenligger en een zandstenen maalsteenloper is in 3 uur 466 gram gerst vermalen. Het malen met een zandstenen loper was vergelijkbaar met het malen met een granieten loper.

Hout:

Met een granieten maalsteenligger en een loper van meidoornhout is in 5 uur 502 gram gerst vermalen. Er is langer gerst vermalen dan de oorspronkelijk geplande 3 uur wegens het nog niet voldoende ontstaan van gebruikssporen. Na 3 uur was zichtbaar dat een graansoort was vermalen, maar kon nog niet worden gezegd welke graansoort dit was. Er is in de lengterichting van de maalsteenligger gemalen. Het malen met de houten loper was moeizamer dan met een stenen loper. Om het graan te vermalen moest er relatief veel druk tijdens het malen worden uitgevoerd en moest de loper met een rollende beweging over het graan gaan. De beweging is vergelijkbaar met die van een sil-batta met een ronde loper, zoals nog steeds in India wordt gebruikt. Wegens de druk die bij de rollende beweging moest worden uitgevoerd is deze manier van malen meer belastend voor de polsen, ook was de druk op de handpalmen groot. De gerst die vermalen was leek meer op haverhout dan op meel. De korrel was weliswaar heel klein gemaakt zoals hoort bij malen, maar door de druk zijn de korrels veel platter dan wanneer met twee stenen wordt gemalen.

Met een ligger van appelhout en een maalsteenloper van zandsteen, zie fig. 6.2.2, is in 3 uur 254 gram gerst vermalen. Over het algemeen is er in de lengterichting van de ligger gemalen, soms werden er draaiende bewegingen gemaakt. Het malen verliep erg moeizaam. Het hout is te glad om voldoende frictie te krijgen om de gerst goed te vermalen. Het hout was van tevoren wat ruwer gemaakt, maar tijdens het malen werd het hout weer gladgeschuurd. Net zoals bij de houten loper was er meer druk nodig om het graan te vermalen.

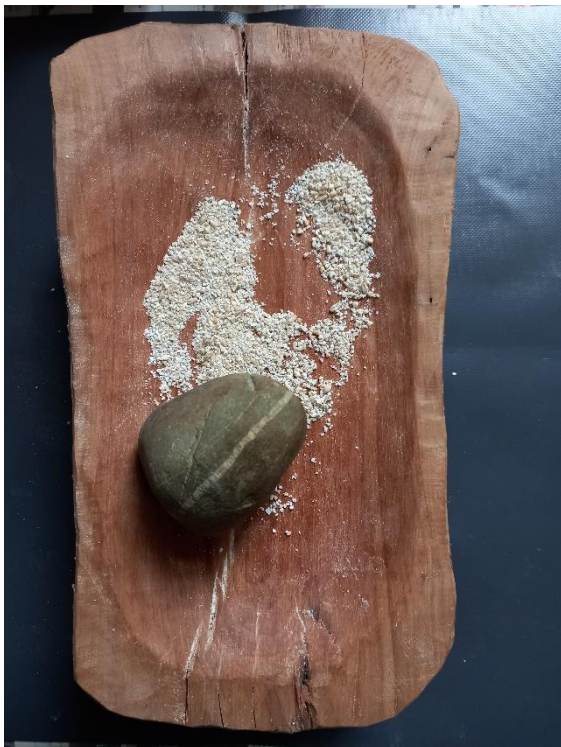


Fig.6.2.2 Links de houten ligger met granieten loper bij het vermalen van gerst en rechts de granieten loper en ligger bij het vermalen van hazelnoten. Foto's T. de Nijs.

6.2.3 Hazelnoot

Graniet:

Met een granieten maalsteenligger en -loper, zie fig. 6.2.2, is in 3 uur 609 gram hazelnoten vermalen. Er is in de lengterichting van de maalsteenligger gemalen. Het malen ging relatief makkelijk, alleen werd het eindproduct klonterig. Hazelnoten bevatten veel vet en tijdens het malen werd dit er gedeeltelijk uitgeperst. Hierdoor ging het ‘hazelnotenmeel’ aan elkaar kleven en ontstonden er brokken. Ook werd de maalsteen vettig.

Hout:

Met een ligger van appelhout en een loper van zandsteen is in 3 uur 609 gram hazelnoten vermalen. Er is over het algemeen in de lengterichting van de ligger gemalen. Tijdens het malen kwam er veel vet uit de hazelnoten, dus de ligger werd steeds gladder. Ondanks het gladder worden van de ligger kon nog steeds goed worden gemalen. Wel moest er meer druk worden uitgeoefend dan met twee stenen maalstenen. Het eindproduct is een redelijk grof ‘hazelnotenmeel’, maar plakt niet aan elkaar.

6.2.4 Eikels

Graniet:

Met een granieten maalsteenligger en -loper is in 3,5 uur 615 gram eikels vermalen. Er is een half uur langer gemalen dan gepland. Dit is wegens de kookexperimenten die ook voor het project ‘Putting life into Neolithic houses’ worden uitgevoerd. Er was al 3 uur eikels tot fijn meel vermaald, maar voor de kookexperimenten was ook grof eikeltjesmeel nodig. Dus 3 uur is fijn eikeltjesmeel gemalen en 30 minuten is grof eikeltjesmeel gemalen. Er is in de lengterichting van de ligger gemalen. Het malen van de eikels ging relatief makkelijk. Wel was er iets meer kracht nodig dan bijvoorbeeld graan dat werd vermalen. Af en toe waren er harde stukjes eikel die lastig te malen waren.

Hout:

Met een ligger van appelhout en een loper van zandsteen is in 3 uur 112 gram eikels vermalen. Er is voor het grootste gedeelte in de lengterichting van de ligger gemalen, ook werden er af en toe ronde maalbewegingen gemaakt. Het malen ging erg moeizaam. Er was veel kracht nodig om de eikels te vermalen en de ligger gaf niet genoeg frictie.

6.2.5 Zaden gele plomp

Met een granieten maalsteenligger en -loper is in 2 uur en 7 minuten 282 gram zaden van de gele plomp vermalen. Er is maar voor 2 uur en 7 minuten gemalen omdat er te weinig gele plomp zaden waren. Er is in de lengterichting van de ligger gemalen. Het malen van de zaden van de gele plomp was erg makkelijk. Van al de vermaalde plantaardige producten was dit de makkelijkste.

6.2.6 Conclusie

Sommige experimenten zijn langer uitgevoerd dan in het experimentenplan vermeld stond. Het gaat hier om de experimenten emmertarwe op graniet, gerst op graniet en gerst met de houten loper. Na de geplande drie uur waren nog niet voldoende gebruikssporen ontwikkeld. Daarom zijn deze experimenten met twee uur verlengd. Daarentegen zijn de maalstenen van het experiment met de gele plomp zaden voor een kortere periode gebruikt dan oorspronkelijk was gepland. Deze stenen zijn voor twee uur gebruikt in plaats van drie uur wegens een tekort aan materiaal. Alle plantaardige producten waren relatief makkelijk te vermalen met de stenen artefacten. Dit is ook terug te zien in fig.6.2.6, hierin is per vermalen product weergegeven hoeveel gemiddeld in één uur is vermalen. Alle experimenten die met het gebruik van zowel een stenen ligger als een stenen loper zijn uitgevoerd vermalen ongeveer tussen de 140 en 180 gram. Verder was de kracht die moest worden gebruikt laag en het malen ging haast vanzelf. De enige uitzondering hierop was bij de eikels, sommige stukjes

eikel waren lastig te vermalen. Een mogelijke oorzaak hiervoor is dat deze eikels niet goed rijp, of juist verrot waren.

Het malen met houten voorwerpen ging een stuk slechter, onder andere omdat er niet genoeg frictie met het materiaal kon worden gemaakt. Alleen het malen van de hazelnoten ging goed, zie fig. 6.2.6, daarmee is zelfs meer vermalen dan tijdens het experiment met graniet. Niet alleen verliep het vermalen slechter, het was ook zwaarder. Er moest meer kracht worden gebruikt en de druk op de palmen en polsen was ook hoger. Ook is er een verschil tussen hoe het vermalen product eruit ziet bij de stenen en houten werktuigen. De gerst vermalen met de houten loper was platter gemalen en leek op fijne haverhout, terwijl de gerst vermalen met de granieten maalstenen meer kleine korrels werden. Ook bij de hazelnoten was verschil, het product vermalen met graniet was door het vet erg klonterig omdat het 'hazelnotenmeel' aan elkaar plakte. Het product met de houten ligger was wat grover vermalen, maar leek wel meer op meel, ook plakte het niet aan elkaar. Daarentegen was er geen verschil tussen het vermalen product van de experimenten met eikels.

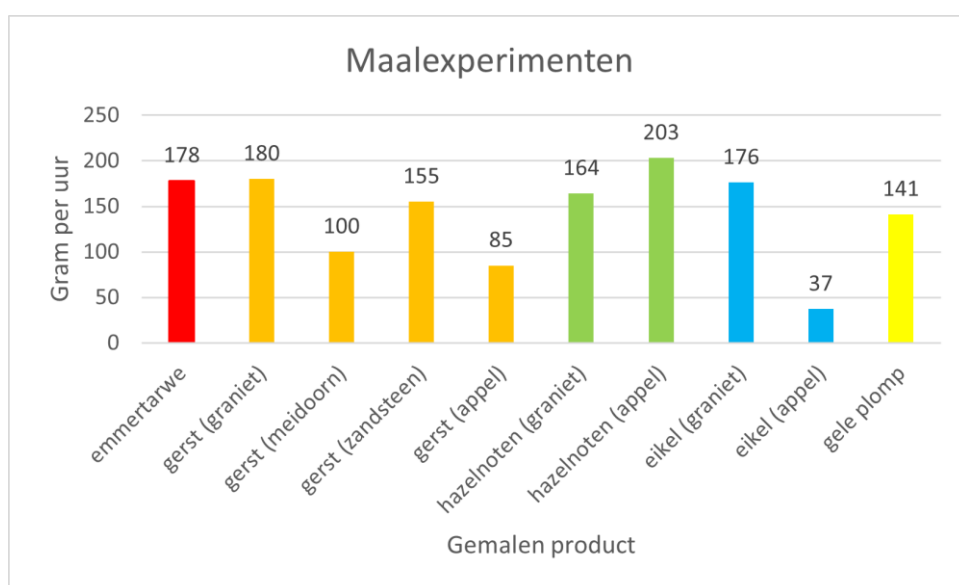


Fig. 6.2.6 De gemiddelde hoeveelheid vermalen product per plantaardig product en maalsteen.

6.3 Resultaten

6.3.1 Stenen maalstenen

3651 – Gerst, ligger van graniet met granieten loper.

Deze steen is veel gladder gesleten dan experiment 3647, dat is met de hand al te voelen. Dit is ook terug te zien in de hoeveelheid vermalen materiaal, bijna twee keer zoveel in dezelfde tijd. Dit laat ook zien dat de houten handsteen veel minder effectief is. De glans is korrelig van textuur, licht reflectief en verspreidt zich als niet-aaneengesloten plekken over het oppervlak. Er is veel steen-op-steen contact te zien in de vorm van gladde, gekraste plekken glans.

3652 – Gerst, loper van graniet op granieten ligger.

Bij aanraking is het oppervlak duidelijk glad. De sporen zijn beter ontwikkeld dan op de ligger. De karakteristieke korrelige glans, die zich in slecht aaneengesloten plekken over het oppervlak verspreidt, is op het werkvlak te zien. Door veel steen-op-steen contact zijn er vlakke, gekraste plekken glans te zien, zie fig. 6.3.1 c.

3663 – Gerst, loper van zandsteen op granieten ligger

De sporen van het malen van graan zijn vrij slecht ontwikkeld. De sporen zijn korrelig, maar relatief glad. Dit lijkt voornamelijk de invloed van steen-op-steen contact te zijn. Dit is een verschil met de

granieten loper. Er zijn veel sporen van steen-op-steen contact gezien. Ook deze verschillen van die van graniet op graniet. De sporen zijn groter, ronder en vertonen meer krassen.

3658 – Gele plomp, loper van graniet op granieten ligger.

De steen is slechts twee uur gebruikt, maar al duidelijk gesleten. De glans is korrelig, maar veel gladder dan de sporen van het vermalen van granen. Op de plekken waar de sporen goed ontwikkeld zijn, zijn deze glad met reflectieve plekken. Er is vrij veel steen-op-steen contact zichtbaar, in de vorm van gladde, gekraste, gestreepte plekken glans.

3654 – Eikels, loper van graniet op granieten ligger.

De randen van de loper zijn afgerond, dit wijst op het gebruik van een net andere beweging dan bij het malen van de granen. Er is een korrelige, vrij droge glans te zien. De glans begint zich aaneen te sluiten, maar nog niet tot grote vlakken. Soms is er een richting te zien in de glans, waarschijnlijk door contact tussen de stenen, zie fig. 6.3.1 d.

3656 – Emmer, loper van graniet op granieten ligger.

De steen voelt glad aan. De sporen lijken erg veel op die van gerst, een korrelige glans die zich in slecht aaneengesloten plekken over het oppervlak verspreidt. Op basis van de huidige experimenten lijkt het niet waarschijnlijk dat er onderscheid kan worden gemaakt tussen de sporen van emmer en van gerst, zeker niet op archeologisch materiaal. Er is vrij veel steen-op-steen contact te zien.

3650 – Hazelnoten, loper van graniet op granieten ligger.

Er is een goed ontwikkelde korrelige, vettige glans te zien. Deze glans is in niet goed aangesloten plekken gevormd, maar beter aaneengesloten dan eikels en granen, zie fig. 6.3.1 b.

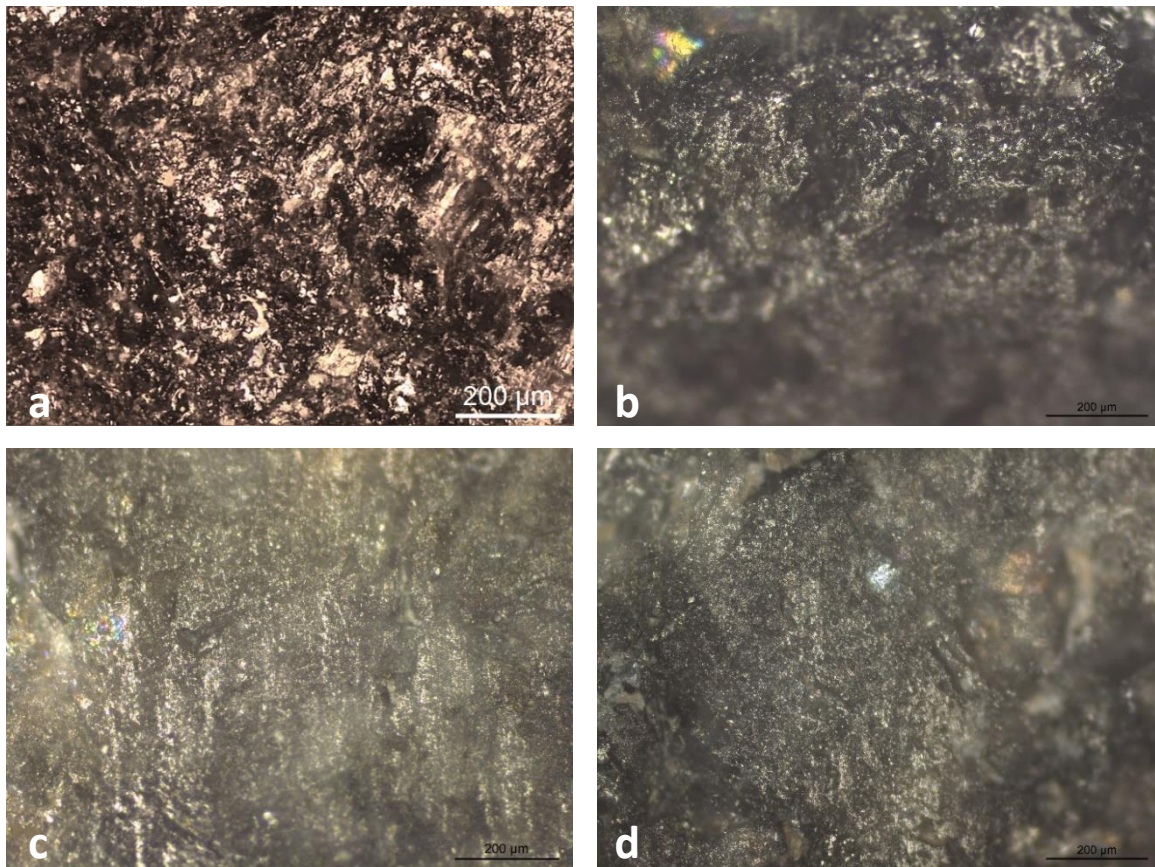


Fig. 6.3.1 Gebruikssporen op granieten werktuigen (oorspronkelijke vergroting 100x). a = Foto voor gebruik experiment 3651, b = Gebruikssporen op experiment 3650, een loper van graniet gebruikt om hazelnoten op een granieten ligger te vermaleren, c = Gebruikssporen op experiment 3652, een loper van graniet gebruikt om gerst op een granieten ligger te vermaleren, d = Gebruikssporen op experiment 3654, een loper van graniet gebruikt om eikels op een granieten ligger te vermaleren. Foto a T. de Nijs, foto's b-d A. Verbaas.

6.3.2 Houten 'maalstenen'

3647 – Gerst, loper van hout op granieten ligger.

Op het oppervlak van de maalsteen zijn zowel sporen van het vermaleren van gerst, zie paragraaf 6.3.1, te zien, als van contact met hout. De sporen van gerst zijn korrelig van textuur, maar gladder dan van malen tussen twee stenen, dit komt voornamelijk naar voren in de vorm van gladdere plekken in de glans. De sporen van het contact met de houten loper zijn glad en licht gewelfd en verspreiden zich als losse plekje over het oppervlak.

3664 – Eikels, loper van zandsteen op houten ligger.

Er zijn korrelige, reflectieve en droge sporen te zien. De sporen zijn echter niet goed genoeg ontwikkeld voor goede interpretatie. Dit experiment moet in de toekomst verlengd worden.

3665 – Hazelnoten, loper van zandsteen op houten ligger.

De steen is nog erg vies, ondanks het schoonmaken. De sporen zijn niet goed ontwikkeld, maar waar zichtbaar zijn het korrelige, vettige sporen op enkele kleine plekjes op het oppervlak.

3666 – Gerst, loper van zandsteen op houten ligger.

De sporen zijn nauwelijks ontwikkeld, dus er is geen goede beschrijving mogelijk.

6.3.3 Conclusie

De gebruikssporen van gerst en emmertarwe op graniet zijn erg vergelijkbaar, namelijk een korrelige glans die zich in slecht aaneengesloten plekken over het oppervlak verspreidt. Het verschil tussen de sporen is zo minimaal dat op archeologisch materiaal waarschijnlijk geen onderscheid kan worden gemaakt. De gebruikssporen van het vermalen van gerst zijn beter ontwikkeld op de granieten looper dan op de bijbehorende granieten ligger. Op de zandstenen looper zijn de sporen van het vermalen van gerst niet goed ontwikkeld. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat deze steen twee uur korter is gebruikt dan de andere stenen die voor het vermalen van gerst zijn gebruikt.

De sporen van de gele plomp lijken niet op de gebruikssporen van de andere vermalen producten en zullen, mits ze worden aangetroffen, ook op archeologische maalstenen goed te onderscheiden zijn.

Bij het vermalen van gerst met de houten looper zijn niet alleen sporen van gerst ontstaan, maar ook sporen van het contact met de houten looper. Dus dit zou achterhaald kunnen worden op archeologisch materiaal als daar ook sporen van hout voorkomen. Dit is alleen nog niet aangetroffen en ook erg onwaarschijnlijk, wegens de inefficiëntie van de houten looper.

Op de zandstenen lopers die zijn gebruikt bij het malen met de houten ligger zijn enkele gebruikssporen ontstaan, echter zijn deze sporen niet goed ontwikkeld. Door de slechte mate van ontwikkeling ontbreken kenmerkende sporen waarmee het vermalen plantaardige product achterhaald kan worden.

7. Conclusie

In de conclusie worden eerst de deelvragen beantwoord om uiteindelijk met behulp van de deelvragen de hoofdvraag te beantwoorden.

1. Welke soorten maalstenen werden er in Nederland in het Midden-Neolithicum gebruikt?

In Nederland woonden in het Midden-Neolithicum mensen die behoorden tot drie verschillende cultuurgroepen, namelijk de Steingroep, de Trechterbeker-cultuur en de Vlaardingen-cultuur. De mensen van de Steingroep gebruikten maalsteenliggers die meestal concaaf, door gebruik, zijn uitgesleten in een zadelvorm (zadelkweern). De bijbehorende lopers zijn langwerpig. De mensen van de Trechterbekercultuur gebruikten schaalvormige maalsteenliggers met een lengte variërend tussen de 30 en de 50 centimeter. Deze liggers konden tot 10 cm diep zijn uitgesleten. Er zijn nagenoeg geen maalsteenlopers aangetroffen, maar er wordt verwacht dat dit bolvormige, ronde stenen waren. De maalstenen van de mensen van de Vlaardingen-cultuur zijn overwegend rond.

2. Welke maalstenen zijn aangetroffen op vindplaatsen van de Vlaardingen-cultuur?

In totaal zijn 137 fragmenten van maalstenen aangetroffen op de vindplaatsen van de Vlaardingen-cultuur, waaronder vier complete maalstenen bestaande uit twee maalsteenliggers en twee maalsteenlopers. Deze fragmenten vormen de resten van maximaal 87 maalstenen. Deze maalstenen bestaan uit 18 liggers, 11 lopers, 45 liggers/lopers, 13 maal-/slijpstenen en 1 klop-/wrijfsteen. De maalstenen kunnen concaaf, convex en plat zijn uitgesleten.

3. Welke materialen waren nodig om deze maalstenen te vervaardigen?

Om de maalstenen van de Vlaardingen-cultuur te vervaardigen waren stenen nodig, zowel om de maalstenen van te maken als om de maalstenen vorm te geven. Hiervoor konden verschillende steensoorten worden gebruikt. Op vindplaatsen van de Vlaardingen-cultuur zijn de volgende voor maalstenen gebruikte steensoorten aangetroffen: porfier, zandsteen, burnot conglomeraat, kwartsiet, tefriet, arkose en graniet. Van deze steensoorten is zandsteen, gevolgd door graniet het meest gebruikt door de mensen van de Vlaardingen-cultuur om maalstenen van te maken. Een mogelijke verklaring voor de vele verschillende steensoorten is dat de stenen op formaat werden geselecteerd. Zeker voor maalsteenliggers waren wat grotere stenen nodig. De steensoorten die werden gebruikt om de maalstenen te bewerken zijn vuursteen of een ander hard gesteente. Belangrijk hierbij is dat de steensoort waarmee de maalsteen wordt gepeekt harder is dan het gesteente van de maalsteen.

4. Hoe werden deze maalstenen gefabriceerd?

De maalstenen werden gefabriceerd door middel van afslagen en pecken. De zijkant van een ligger kon worden afgeslagen om de ligger goed in vorm te krijgen, vervolgens werd deze zijkant gepeekt om de scherpe randen te verwijderen. Hierbij werd vanaf het maalvlak gewerkt. Ook werd de onderkant bewerkt als deze niet vlak genoeg was. Mogelijk werd ook de bovenkant in vorm gebracht, maar hier is geen archeologisch bewijs voor. Door het gebruik van de maalsteen wordt de bovenkant namelijk afgesleten waardoor mogelijke bewerkingssporen niet meer zichtbaar zijn. Ook wordt het maalvlak voor gebruik opgeklopt om het maalvlak ruw te maken, hierdoor verdwijnen ook mogelijke bewerkingssporen. De loper werd in vorm gebracht door het platter maken van het maalvlak door middel van pecken. Zo werd het maalvlak ook gelijk ruw gemaakt.

5. Welke productiesporen tonen deze maalstenen?

Verschiedende maalstenen van de geraadpleegde opgravingsrapporten vertonen sporen van pecken. Door middel van deze technieken werd het maalvlak van de maalsteen ruw gemaakt voor gebruik. Ook tonen enkele maalstenen sporen van het in vorm brengen van de steen. Het gaat hierbij om zes fragmenten die samen het uiteinde van één maalsteenligger afkomstig van de opgraving Steynhof vormen en één complete maalsteenligger van de opgraving Wateringse Binnentuinen. Bij de

opgraving Steynhof is aan het uiteinde van de ligger de rand rondgemaakt door middel van pecken. Bij de opgraving Wateringse Binnentuinen zijn door middel van grote afslagen drie zijkanten en de onderkant van de ligger in vorm gebracht.

6. Welke (her-)gebruikssporen tonen deze maalstenen?

Gebruikssporen van het vermalen van plantaardige producten tonen zich op maalstenen als een afvlakking en glans op het gebruikte werkvlak. De ontstane glans verschilt per vermalen product. Ook kunnen 'onderzijde maalsteen'-sporen op maalsteenliggers voorkomen. Dit zijn sporen die ontstaan door frictie met de ondergrond tijdens het malen. Deze kunnen op de onderzijde van de liggers maar ook op de zijkanten voorkomen. Dit komt doordat maalstenen soms gedeeltelijk worden ingegraven om beweging te voorkomen. Als de stenen gedeeltelijk zijn ingegraven kunnen de 'onderzijde maalsteen'-sporen dus ook op de zijkanten voorkomen.

Er zijn meerdere maalstenen aangetroffen die na gebruik als ligger zijn hergebruikt als looper. Sommige maalstenen die al hergebruikt zijn als looper worden wederom hergebruikt maar dan als klop- of slijpsteen. Bij de opgraving Steynhof is een looper van arkose aangetroffen die mogelijk origineel de kern van een ligger vormde, de afslagen en fragmenten lijken namelijk een schil te vormen waarvan de kern mist. Gezien het feit dat de looper aan alle zijden bewerkt is kan dit niet achterhaald worden. Na het gebruik als looper is de maalsteen hergebruikt als aambeeld. Ook is er bij deze opgraving een combinatiewerktuig aangetroffen dat vier verschillende, deels opeenvolgende functies heeft gehad. Het artefact begon als maalsteenligger om vervolgens te worden hergebruikt als maalsteenloper, daarna werd het als slijpsteen gebruikt om te eindigen als klopsteen.

7. Wat is bekend over het gebruik van deze maalstenen?

Gebruikssporenanalyse van zowel maalsteenliggers als maalsteenlopers van verschillende opgravingen laat zien dat de stenen die onderzocht zijn op gebruikssporen, voor het vermalen van granen zijn gebruikt. Bij enkele stenen was zichtbaar dat het graan in één richting was vermalen. Sommige van de stenen zijn na hun functie als maalsteen hergebruikt als bijvoorbeeld klopsteen of slijpsteen. Er is één maalsteenloper aangetroffen die niet voor het vermalen van granen is gebruikt. Deze looper, afkomstig van de opgraving Steynhof, is gebruikt als klop-/wrijfsteen en was te klein om graan te vermalen. Mogelijk is de looper voor een ander plantaardig product gebruikt waar kleinere hoeveelheden van nodig waren.

8. Uit welke onderdelen bestaat een goed archeologisch experimenteel onderzoek?

Een goed opgebouwd archeologisch experimenteel onderzoek is een wetenschappelijk experimenteel onderzoek. Een experimenteel wetenschappelijk onderzoek wordt gevormd door een vraag die is ontstaan op basis van archeologische gegevens. Vanuit deze vraag wordt een hypothese geformuleerd die wordt getoetst door middel van experimenten. Uit deze experimenten en de gegevens die zijn verzameld wordt een conclusie getrokken. Hieruit blijkt of de hypothese als geldend kan worden gezien of dat deze wordt afgewezen. Als de hypothese als 'geldend' wordt geaccepteerd betekent dit niet dat de hypothese als absolute werkelijkheid kan worden aangenomen, alleen dat de principes achter de hypothese kunnen worden gebruikt totdat deze weer worden weerlegd.

Tevens is het belangrijk dat een experiment wordt uitgevoerd door iemand met adequate ervaring. Iemand moet de handelingen begrijpen en moeiteloos kunnen uitvoeren omdat dit het resultaat van een experiment beïnvloedt. Bijvoorbeeld, iemand hakt een boom om met een vuurstenen bijl om er een paal van te maken. Als diegene de bijl verkeerd gebruikt verslijt of breekt het vuursteen sneller. Hierdoor zou een verkeerde conclusie kunnen worden getrokken over hoe lang een vuurstenen bijl wordt gebruikt voordat deze opnieuw moet worden bewerkt of vervangen.

9. Welk vergelijkbaar experimenteel onderzoek is er met maalstenen uitgevoerd?

Er zijn drie referentieonderzoeken geraadpleegd die vergelijkbaar zijn met dit afstudeeronderzoek. Het eerste onderzoek is van C. Hamon en H. Plisson en heeft als doel om verschillende experimenteel gebruikte stenen die voor verschillende doeleinden zijn gebruikt door een onafhankelijke analist te laten onderzoeken om te kijken of deze het gebruik en het bewerkte product kan achterhalen. Dit soort onderzoek staat ook bekend als een *blind test*. Het tweede onderzoek is van Hayes *et al.* en heeft als doel verschillende experimenteel gebruikte stenen door een onafhankelijke analist te laten onderzoeken in combinatie met residu-analyse om zo de functie en het verwerkte product te achterhalen. Het laatste onderzoek is van Bofill *et al.* en heeft als doel om te kijken of de vorm van een maalsteen invloed heeft op de effectiviteit van de maalsteen en hoe dit het vermalen product beïnvloedt.

Bij alle drie de onderzoeken is door middel van experimentele archeologie onderzocht hoe maalstenen uit het Neolithicum mogelijk werden gebruikt. Ook maken alle drie de onderzoeken gebruik van zandsteen, hoewel het onderzoek van Bofill *et al.* ook gebruikt maakt van graniet en andesiet. Bij alle drie de onderzoeken wordt ook minimaal één gaansoort vermalen. Verder toont het onderzoek van Hamon en Plisson aan dat lopers vaker verkeerd geïnterpreteerd worden dan liggers. Het onderzoek van Hayes *et al.* toont aan dat een gebruikperiode van 20 minuten al lang genoeg is om de werkvlakken correct te identificeren, maar te kort om het bewerkte plantaardige product te herleiden. Tot slot toont het onderzoek van Bofill *et al.* aan dat graan efficiënter met graniet wordt vermalen dan met zandsteen, maar dat op zandsteen sneller gebruikssporen ontstaan.

10. Welke conclusies kunnen worden getrokken over het gebruik van maalstenen door de mensen van de Vlaardingen-cultuur op basis van de archeologische experimenten?

Het is onwaarschijnlijk dat mensen van de Vlaardingen-cultuur houten voorwerpen gebruikten om te malen. Het malen met de houten loper was erg moeizaam en er kwam veel druk op de polsen en de handpalmen te staan. Ook werd met de houten loper maar 502 gram gerst vermalen, terwijl met de granieten loper 900 gram gerst is vermalen in dezelfde tijdsduur. De experimenten met de houten ligger gaven ongeveer dezelfde resultaten. Vergeleken met het malen met steen moest er veel meer kracht worden gebruikt en wederom was het vermalen product teleurstellend, 112 gram tegenover 527 gram bij eikels en 254 gram tegenover 540 gram bij gerst. Een uitzondering hierop is het malen van hazelnoten, hierbij was het malen met de houten ligger namelijk effectiever dan met de granieten maalstenen. Met de houten ligger werd 609 gram hazelnoten vermalen tegenover de 496 gram van de granieten maalstenen. Een mogelijke verklaring voor het effectiever malen is het leerproces. Het experiment met hazelnoten en graniet was als een van de eerste uitgevoerd en het experiment met hazelnoten en de houten ligger als een van de laatste experimenten. De gebruikssporen op de zandstenen lopers zijn in de drie uur dat ze zijn gebruikt slecht ontwikkeld. Er kan dus nog niets worden gezegd over de sporen die ontstaan als een materiaal op hout wordt vermalen. Op basis van de experimenten kan dus niet worden uitgesloten dat een houten ligger voor het vermalen van hazelnoten werd gebruikt, maar de mogelijke gebruikssporen zijn nog onbekend. Wel lijkt het onwaarschijnlijk dat hout werd gebruikt om gerst en eikels te vermalen.

Ook kan er waarschijnlijk geen onderscheid worden gemaakt of de mensen van de Vlaardingen-cultuur gerst of emmertarwe vermaalden. De gebruikssporen zijn namelijk erg vergelijkbaar waardoor op archeologisch materiaal niet vast te stellen is of het om sporen van gerst of emmertarwe gaat.

De gebruikssporen van het vermalen van gerst zijn beter ontwikkeld op de granieten loper dan op de granieten ligger. Dit is interessant omdat in het onderzoek van C. Hamon en H. Plisson de lopers verkeerd werden geïnterpreteerd terwijl de bijbehorende liggers wel goed werden geïnterpreteerd. Daarentegen laat dit experiment zien dat juist op de lopers de sporen beter ontwikkeld zijn en dus goed te interpreteren zouden moeten zijn.

Tot slot zijn de gebruikssporen van de zaden van de gele plomp goed te onderscheiden van de andere sporen en zullen deze ook goed op archeologisch materiaal te herkennen zijn.

Tot slot wordt nu de hoofdvraag beantwoord:

‘Op welke manier kan experimentele archeologie gebruikt worden om vast te stellen hoe maalstenen van de Vlaardingen-cultuur in het Neolithicum werden gebruikt?’

Experimentele archeologie kan worden gebruikt om vast te stellen hoe de maalstenen van de Vlaardingen-cultuur zijn gebruikt door de gebruikssporen van experimenten te vergelijken met gebruikssporen op archeologisch materiaal.

Hierbij is het belangrijk dat het experimenteel onderzoek van goed wetenschappelijk niveau is. Een archeologisch experimenteel wetenschappelijk onderzoek wordt gevormd door een vraag die is ontstaan op basis van archeologische gegevens. Vanuit deze vraag wordt een hypothese geformuleerd die wordt getest door middel van experimenten. Uit deze experimenten en de gegevens die zijn verzameld wordt een conclusie getrokken. Hieruit blijkt of de hypothese als geldend kan worden gezien of dat deze wordt afgewezen. Als de hypothese als ‘geldend’ wordt geaccepteerd betekent dit niet dat de hypothese als absolute werkelijkheid kan worden aangenomen, alleen dat de principes achter de hypothese kunnen worden gebruikt totdat deze weer worden weerlegd. Ook moet degene die de experimenten uitvoert hier ervaring mee hebben of moet er met een leerperiode rekening worden gehouden om de experimenten te waarborgen. Verkeerde sporen of het te snel verslijten van artefacten kunnen namelijk het gevolg zijn als iemand met geen ervaring experimenten uitvoert, waardoor dus ook verkeerde conclusies over de experimenten kunnen worden geformuleerd.

Verder is het belangrijk voor de gebruikssporenanalyse van zowel de experimenten als de archeologische artefacten een metaalmicroscopie wordt gebruikt. Met een metaalmicroscopie kan namelijk verder worden ingezoomd en zijn gebruikssporen beter zichtbaar en beter te interpreteren.

Tot slot is tijdens dit experimenteel onderzoek vastgesteld, dat het onwaarschijnlijk is dat de mensen van de Vlaardingen-cultuur houten voorwerpen gebruikten om plantaardige producten te vermalen, met uitzondering van hazelnoten. Zowel één houten loper als één houten ligger waren inefficiënt tijdens het malen en vergden meer kracht om het plantaardige product vermalen te krijgen. Alleen de hazelnoten konden goed worden vermalen en hadden een vergelijkbaar resultaat qua hoeveelheid vermalen product als de granieten loper en ligger. De gebruikssporen op de zandstenen loper waren nog niet goed genoeg ontwikkeld om de sporen van hazelnoten goed te herkennen en te bepalen of er ook sporen van hout zichtbaar waren. Dat de hazelnoten goed te vermalen waren, betekent natuurlijk niet dat de mensen van de Vlaardingen-cultuur daadwerkelijk houten liggers in combinatie met stenen lopers gebruikten om hazelnoten te vermalen, het zou alleen een mogelijkheid kunnen zijn geweest.

Een mogelijke verklaring voor het ontbreken van houten liggers op vindplaatsen is dat deze na gebruik als brandhout kunnen zijn gebruikt. Tijdens het malen trok olie van de hazelnoten in het hout waardoor dit vettig werd. Ook is hout lastiger schoon te maken dan steen, waardoor het hergebruiken als brandhout een logische conclusie lijkt. Hout is ook minder zwaar dan steen en houten liggers kunnen dus makkelijker mee zijn genomen naar een nieuwe nederzetting/kampement. Ook vergaat hout in de bodem, waardoor deze liggers mogelijk ook kunnen ontbreken.

8. Reflectie en discussie

8.1 Reflectie

Het uitvoeren van dit scriptieonderzoek verliep redelijk goed, hoewel er zeker af en toe problemen waren. Zo werden de maalstenen laat geleverd, waardoor de planning uitliep. Ook bleek dat in drie gevallen de maalduur langer was dan de geplande drie uur. Ook was het malen niet altijd even makkelijk. Het kon redelijk intensief zijn, vooral voor de knieën, de rug, de polsen en de handpalmen. De coronapandemie, tenslotte, speelde het onderzoek parten. Hierdoor werd het werken op locatie vaak beperkt en moest er veel thuis gewerkt worden. Hierdoor was het soms ook wat lastiger om hulp te vragen, maar via email en telefooncontact werd dit toch altijd opgelost.

Ook was het internationale aspect van het project soms lastig. Hoewel deze scriptie in het Nederlands is geschreven, werd op de universiteit veel in het Engels gecommuniceerd. Zowel het spreken met studenten en onderzoekers, als het invullen van de experimentformulieren en het schrijven van het experimentenplan (zie bijlage VI voor een Nederlandse versie) vonden plaats in het Engels. Aan de andere kant was dit ook heel leuk en vooral heel leerzaam. Zo is er met teamleden en studenten uit China, Italië, Griekenland en Engeland gesproken en samengewerkt. Iedereen was altijd heel behulpzaam als iets niet lukte en zeker begripvol als het Engels soms niet meewerkte.

Al met al ben ik zeer tevreden met de resultaten en de uitvoering van dit scriptieonderzoek. Ik ben van mening dat het experimentele onderzoek van goed wetenschappelijk niveau is en ik heb veel over de Vlaardingen-cultuur geleerd, zeker op het gebied van maalstenen. Ook heb ik kunnen ervaren hoe de uitvoering van een groot internationaal project werkt en de mensen die daarbij betrokken zijn.

8.2 Discussie

Tijdens het uitvoeren van het onderzoek zijn enkele discussiepunten geconstateerd. Deze punten worden hieronder behandeld op micro-, meso- en macroniveau.

Microniveau:

Voor de maalexperimenten zijn niet altijd de juiste materialen gebruikt. Uit de literatuurstudie blijkt dat maalstenen van de mensen van de Vlaardingen-cultuur vaker van zandsteen dan van graniet zijn gemaakt. Voor de experimenten is echter graniet gebruikt om maalstenen van te maken. Er is voor graniet gekozen, omdat dit bij een steenhandelaar kon worden aangeschaft, terwijl zandsteen in afzettingsgebieden moet worden verzameld. Ook komt de vorm van de maalstenen niet overeen met de archeologisch aangetroffen maalstenen. De archeologische maalstenen zijn overwegend rond terwijl de experimentele maalstenen rechthoekig zijn. Er is voor gekozen om deze rechthoekige granieten maalstenen te gebruiken, omdat de stenen identiek aan elkaar zijn, waardoor de ontstane gebruikssporen goed met elkaar kunnen worden vergeleken. Dit zou anders zijn geweest met verzamelde maalstenen, omdat er dan ook sprake is van natuurlijke verschillen tussen de stenen. Verder is de verkeerde gerstsoort gebruikt. In de tijd van de Vlaardingen-cultuur kwam naakte gerst voor, maar voor dit scriptieonderzoek is bedekte gerst gebruikt. Het was de bedoeling dat naakte gerst zou worden gebruikt, maar dit was niet beschikbaar. Mogelijk zou naakte gerst in principe andere gebruikssporen kunnen hebben opgeleverd dan bedekte gerst.

Ook zijn de maalexperimenten met de houten ligger en de zandstenen lopers niet lang genoeg uitgevoerd. De gebruikssporen op de zandstenen lopers zijn dermate slecht ontwikkeld dat gebruikssporenanalyse nog niet mogelijk is, hoewel de artefacten wel de geplande drie uur zijn gebruikt. Hierdoor kan nog niks over de ontstane sporen van het malen met een houten ligger worden geconcludeerd en kan alleen van de ervaring van het malen met een houten ligger worden uitgegaan.

Bij dit onderzoek zijn alleen hazelnoten, eikels en gerst met een houten ligger in combinatie met een zandstenen looper vermalen. Tevens is gerst met een houten looper in combinatie met een granieten ligger vermalen. Van deze experimenten met hout bleek alleen het vermalen van hazelnoten effectief. Op archeologische vindplaatsen van de Vlaardingen-cultuur worden meer maalsteenliggers dan -lopers aangetroffen. Een mogelijke verklaring hiervoor zou kunnen zijn dat in het geval van hazelnoten de looper van hout was in combinatie met een stenen ligger. Ook zouden lopers, doordat deze een lager gewicht hebben dan liggers, sneller naar andere huisplaatsen kunnen zijn meegenomen als de mensen zich verplaatsten. Daarnaast kunnen lopers ook als klop/wrijfsteen zijn gebruikt en worden ze niet herkend als looper. Veel stenen artefacten worden namelijk macroscopisch onderzocht, maar om gebruikssporen te determineren moeten de artefacten microscopisch worden onderzocht. Ook blijft gebruikssporenonderzoek een menselijke interpretatie, hierbij kunnen fouten worden gemaakt.

Mesoniveau:

De leerperiode van het malen op steen was te kort. Er gaat veel tijd verloren in het goed leren van en bekwaam worden in een activiteit. Voordat elk plantaardig product werd vermalen, is een korte periode met oefenmaalstenen gemalen om te achterhalen wat de beste manier van malen was en hoeveel product per keer vermalen kon worden. Hierdoor is wel kort geoefend, maar dit was niet lang genoeg om het malen goed te leren. Dit kan ook invloed op de ontstane gebruikssporen hebben gehad. Mogelijk zouden deze sneller zijn ontstaan als er beter werd gemalen. Dit heeft zeker invloed gehad op het totaal vermalen product per experiment, maar daar ging dit scriptieonderzoek niet over.

Ook is enige hinder ondervonden door het niet kunnen uitvoeren van gebruikssporenanalyses. Om gebruikssporenanalyse te leren en goed te kunnen toepassen is meer tijd nodig dan voor dit scriptieonderzoek beschikbaar was. Daarom is gekozen om alle gebruikssporen door de opdrachtgever, Annemieke Verbaas, te laten analyseren. Hierdoor ontstond enige afhankelijkheid, bijvoorbeeld bij het kijken of de sporen al voldoende ontwikkeld waren. Als ik dit zelf had kunnen uitvoeren had ik kunnen zien dat de sporen op de zandstenen lopers niet goed ontwikkeld waren en deze experimenten kunnen verlengen. Wel is de gebruikssporenanalyse dus door een ervaren professioneel uitgevoerd, wat de resultaten betrouwbaar maakt.

Macroniveau:

Verschillende opgravingsrapporten van de Vlaardingen-cultuur waren gedateerd en het aangetroffen natuursteen werd nauwelijks in die rapporten besproken. Dit was een beperking voor de uitgevoerde literatuurstudie omdat hierdoor een incompleet beeld van de door de mensen van de Vlaardingen-cultuur gebruikte maalstenen is ontstaan.

Ook is er weinig bekend over de maalstenen van de Steingroep. Voor de literatuurstudie is gekozen om alleen overzichtswerk van de Steingroep te raadplegen in plaats van opgravingsrapporten, omdat de nadruk vooral op de Vlaardingen-cultuur ligt. Ook zijn rapporten over de Steingroep voor een gedeelte gedateerd en dan ontstaat hetzelfde probleem als met de Vlaardingen-cultuur, dat het aangetroffen natuursteen niet goed is beschreven.

9. Aanbevelingen

Tot slot worden in dit hoofdstuk enkele aanbevelingen gegeven voor een eventueel vervolgonderzoek. Deze aanbevelingen worden hieronder behandeld op micro-, meso- en macroniveau.

Microniveau:

Voor een vervolgonderzoek wordt geadviseerd om maalstenen van zandsteen te gebruiken in plaats van graniet. Omdat zandsteen niet verkrijgbaar is in de steenhandel moet gericht gezocht worden naar geschikt materiaal in natuurlijke zandsteenafzettingen. De mensen van de Vlaardingen-cultuur maakten per slot van rekening vooral gebruik van zandsteen.

Tevens wordt aangeraden om naakte gerst te gebruiken zoals oorspronkelijk was gepland. Hoewel deze gerst niet op Nederlandse internetsites te vinden was geldt dit niet voor Engelse sites. Ook zou naakte gerst mogelijk op een van de akkers bij Masamuda kunnen worden geteeld, waar ook een gedeelte van de emmertarwe afkomstig van was.

Van de met hout uitgevoerde experimenten van dit onderzoek was alleen het vermalen van hazelnoten op een houten ligger in combinatie met een zandstenen loper effectief. Op archeologische vindplaatsen worden meer maalsteenliggers dan -lopers aangetroffen. Voor een vervolgonderzoek zou het dus interessant zijn om te kijken of hazelnoten ook goed kunnen worden vermalen op een stenen ligger in combinatie met een houten loper. Als hazelnoten dan nog steeds makkelijk worden vermalen zou dit ook een mogelijke verklaring voor het lagere aantal lopers op opgravingen van de Vlaardingen-cultuur zijn.

Ook wordt aanbevolen om de experimenten met de houten ligger opnieuw te laten uitvoeren omdat de sporen op de zandstenen lopers slecht ontwikkeld zijn. Ook wordt aangeraden om tussendoor de sporen te bestuderen, om te zien of deze al goed ontwikkeld zijn. Zolang de sporen onvoldoende ontwikkeld zijn moet het experiment telkens met één uur worden verlengd.

Mesoniveau:

Er wordt geadviseerd om de experimenten te laten uitvoeren door iemand die ervaring heeft met het vermalen van plantaardige producten, of door de experimenten twee keer te laten uitvoeren door dezelfde persoon. Op deze manier is er geen sprake van een leerperiode of is door middel van de eerste experimenten het malen geleerd. Bij de laatste methode is het ook interessant om het verschil tussen de eerste en de tweede experimenten te bekijken. Wordt er bijvoorbeeld meer gemalen bij de tweede experimenten of ontwikkelen de maalsporen beter?

Ook wordt geadviseerd om het vervolgonderzoek te laten uitvoeren door iemand die zelfstandig gebruikssporenanalyses kan uitvoeren. Voor Hbo-studenten archeologie is dit momenteel geen optie. Het zou bevorderlijk zijn als in de toekomst stagemogelijkheden of minors worden aangeboden waar Hbo-studenten gebruikssporenonderzoek kunnen leren op de Universiteit van Leiden en zij hierbij begeleid worden. Op deze manier kunnen toekomstige studenten meer zelfstandig onderzoek uitvoeren.

Macroniveau:

Voor een vervolgonderzoek wordt geadviseerd om de literatuurstudie aan te vullen met materiaal van de oude opgravingen, mits dit materiaal in goede staat en beschikbaar is. Zo wordt een completer beeld gecreëerd van de maalstenen van de Vlaardingen-cultuur.

10. Bronnenlijst

Literatuur:

- Amkreutz, L./L. Verhart/A. van Gijn, 2016: Vlaardingen-cultuur en Stein-groep, in L. Amkreutz/F. Brounen/J. Deeben/R. Machiels/M.F. van Oorsouw/B. Smit (eds.): *Vuursteen verzameld. Over het zoeken en onderzoeken van steentijdvondsten en -vindplaatsen*, Amersfoort (Nederlandse Archeologische Rapporten 50), 169-175.
- Amkreutz, L./S. Bloo/R. Houkes/L. Kooistra/L. Kubiak-Martens/A. Verbaas/J. Zeiler, 2021: Op goede gronden. De overgang naar een boerenbestaan in het neolithicum (5300-2000 voor Christus), in L. Kooistra (ed.): *Verandering van spijs. Tienduizend jaar voedselbereiding en eetgewoonten*, Utrecht, 38-69.
- Beuker, J., 1990: *Werken met steen*, Assen.
- Bofill, M./D. Chondrou/A. Palomo/H. Procopiou/S.M. Valamoti, 2020: Processing plants for food: Experimental grinding within the ERC-Project PLANTCULT, in T. Gluhak/D.M. Vornicu (eds.), *AGSTR Mainz 2017 Association for Ground Stone Research. Proceedings of the 2nd Meeting of the Association for Ground Stone Tools Research*, Römisch-Germanisches Zentralmuseum, Mainz, 2017, s.l. (Journal of Lithic Studies vol. 7, nr. 3), 1-26.
- Brinkkemper, O./E. Drenth/J.T. Zeiler, 2010: De voedsel economie van de Vlaardingen-cultuur in Nederland. Een algemeen overzicht, in T. de Ridder (ed.), *Special 2010: Vlaardingen-cultuur*, Veghel (Westerheem special nr. 2), 26-51.
- Clarkson, C./C. Shipton, 2015: Teaching ancient technology using “hands-on” learning and experimental archaeology, *Ethnoarchaeology* 7-2, 1-16.
- Coles, J., 1973: *Experimentele Archeologie* (S.J.E. Pannekoek-Westenburg, Vert.), Groningen.
- Devriendt, I, 2013: Natuursteen, in Kampen, J. van/V. van den Brink (eds.), *Archeologisch onderzoek op de Habraken te Veldhoven. Twee unieke nederzettingen uit het Laat Neolithicum en de Midden Bronstijd en een erf uit de Volle Middeleeuwen*, Amsterdam (Zuidnederlandse Archeologische Rapporten 52), 133-150.
- Dubreuil, L./D. Savage/S. Delgado-Raack/H. Plisson/B. Stephenson/I. de la Torre, 2015: Currently Analytical Frameworks for Studies of Use-Wear on Ground Stone Tools, in J.M. Marreiros/J.F. Gibaja Bao/N.F. Bicho (eds.), *Use-Wear and Residue Analysis in Archaeology*, Cham (Manuals in Archaeological Method, Theory and Technique), 105-158.
- Eigeland, L., 2011: State or Status Quo? Experimental Archaeology in East Norwegian Stone Age Research, in B. Petersson/L.E. Narmo (eds.), *Experimental Archaeology. Between Enlightenment and Experience*, Värnamo (Acta Archaeologica Lundensia Series in 8º, No 62), 99-122.
- García-Díaz, V., 2017: *The Domestic Sphere of the Corded Ware Culture. A functional analysis of the domestic implements of three Dutch settlements*, Leiden (ongepub. doctoraalscriptie Universiteit Leiden).
- Gijn, A. van/J.A. Bakker, 2005: Hunebedbouwers en steurvisser Midden-neolithicum B: trechterbekercultuur en Vlaardingen-groep, in L.P. Louwe Kooijmans/P.W. van den Broeke/H. Fokkens/A. van Gijn (eds.): *Nederland in de prehistorie*, Amsterdam, 281-306.

- Gijn, A. van/A. Verbaas, 2009: Natuursteen, in Goossens, T.A. (ed.), *Opgraving Hellevoetsluis-Ossenhoek. Een nederzetting van de Vlaardingen-groep op een kwelderrug in de gemeente van Hellevoetsluis*, Leiden (Archeol-rapport 87), 91-98.
- Gijn, A. van/M. Siebelink, 2013: Gebruikssporenonderzoek, in J. van Kampen/V. van den Brink (eds.), *Archeologisch onderzoek op de Habraken te Veldhoven. Twee unieke nederzettingen uit het Laat Neolithicum en de Midden Bronstijd en een erf uit de Volle Middeleeuwen*, Amsterdam (Zuidnederlandse Archeologische Rapporten 52), 151-160.
- Glasbergen, W./L.J. Pons/J.A. Bakker, 1964: Vlaardingen, in J.F. van Regteren Altena/ J.A. Bakker/A.T. Clason (eds.), *The Vlaardingen Culture (I)*, Amsterdam (Publicaties van het Fysisch-Geografisch Laboratorium van de Universiteit van Amsterdam volume 5), 22-32.
- Glasbergen, W./W. Groenman-van Waateringe/G.M. Hardenberg-Mulder, 1967: Settlements of the Vlaardingen culture at Voorschoten and Leidschendam (I), in, *Helinium: revue consacrée à l'archéologie des Pays-Bas, de la Belgique et du Grand-Duché de Luxembourg*, Helinium Jrg. 7, 5-31, 97-120.
- Hamburg, T., 2006: *Neolithische bewoningsresten te Leidschendam. Begeleiding, Inventariserend Veldonderzoek (IVO) en Opgraving (DO) Leidschendam-Prinsenhof*, Leiden (Archol Rapport 59).
- Hamon, C./H. Plisson, 2008: Which analytical framework for the functional analysis of grinding stones? The blind-test contribution, in L. Longo/N. Skakun (eds.), *"Prehistoric Technology" 40 years late, Functional studies and the Russian legacy*, Oxford (BAR International Series 1783), 29-38.
- Hayes, E.H./D. Cnats/C. Lepers/V. Rots, 2017: Learning from blind tests: Determining the function of experimental grinding stones through use-wear and residue analysis, in A. Howard/C.O. Hunt (eds.), *Journal of Archaeological Science: Reports*, s.l. (Volume 11), 245-260.
- Houkes, R., 2021: Natuursteen, in van Zoolingen, R.J./E.E.B. Bulten (eds.), 2021: *Steynhof (Anne Frankpark) Gemeente Den Haag. Een Vlaardingennederzetting in het Wateringse Veld*, Den Haag (Haags Oudheidkundige Publicatie 23), 115-140.
- Houkes, R./A. Verbaas, 2014: Natuursteen, in Driessen, M./E. Besselsen (eds.), *Voorburg-Arentsburg. Een Romeinse havenstad tussen Rijn en Maas*, Enschede (Themata 7), 275-286.
- Houkes, R./A. Verbaas, 2017: Natuursteen, in Stokkel, P.J.A./E.E.B. Bulten (eds.), *De Wateringse Binnentuinen Gemeente Den Haag. Een Vlaardingennederzetting in het Wateringse Veld*, Den Haag (Haags Oudheidkundige Publicatie 20), 139-161.
- Kerkhoven, A.A., 2015: *Leidsenhage-Berberis; Een vindplaats van de Vlaardingen-Steingroep te Leidschendam*, Utrecht (Transect-rapport 746).
- Lammers-Keijsers, Y.M.J, 2005: Scientific experiments: a possibility? Presenting a general cyclical script for experiments in archaeology, *EuroREA* 2, 18-24.
- Lijn, P. van der, 1923: *Keienboek. Inleiding bij de studie onze zwerfsteen*, Zutphen.
- Louwe Kooijmans, L.P., 1974: Neolithic occupation on the Hazendonk, municipality Molenaarsgraaf, 4000-1600 B.C., in L.P. Louwe Kooijmans, *The Rhine/Meuse delta. Four studies on its prehistoric occupation and holocene geology*, Leiden (Analecta Praehistorica Leidensia Jaargang 07), 127-168.

Marreiros, J.M./N. Mazzucco/J.F. Gibaja Bao/N.F. Bicho, 2015: Macro and Micro Evidences from the Past: The State of the Art of Archaeological Use-Wear Studies, in J.M. Marreiros/J.F. Gibaja Bao/N.F. Bicho (eds.), *Use-Wear and Residue Analysis in Archaeology*, Cham (Manuals in Archaeological Method, Theory and Technique), 5-26.

Moree, J.M./C.C. Bakels/S.B.C. Bloo/J.T. Brinkhuizen/R.A. Houkes/P.F.B. Jongste/M.C. van Trierum/A. Verbaas/J.T. Zeiler, 2011: Barendrecht-Carnisselande: bewoning van een oeverwal vanaf het Laat Neolithicum tot in de Midden-Bronstijd, in Carmiggelt, A./M.C. van Trierum/D.A. Wesselingh (eds.), *Archeologisch onderzoek in de gemeente Barendrecht. Prehistorische bewoning op een oeverwal en Middeleeuwse bedijking en bewoning*, Rotterdam (BOORbalans 7), 15-155.

Olthof, D./D. Pomstra, 2021: *Steentijd in je eigen tijd. Vondsten, materialen & technieken*, Leiden.

Outram, A.K., 2008: Introduction to experimental archaeology, *World Archaeology* 40-1, 1-6.

Paardekooper, R., 2011: Experimental Activities. A European Perspective, in B. Petersson/L.E. Narmo (eds.), *Experimental Archaeology. Between Enlightenment and Experience*, Värnamo (Acta Archaeologica Lundensia Series in 8°, No 62), 69-86.

Peeters, H., 2016: Trechterbeker-cultuur, in L. Amkreutz/F. Brounen/J. Deebe/R. Machiels/M.F. van Oorsouw/B. Smit (ed.): *Vuursteen verzameld. Over het zoeken en onderzoeken van steentijdvondsten en -vindplaatsen*, Amersfoort (Nederlandse Archeologische Rapporten 50), 176-179.

Regteren Altena, J.F. van/L.J. Pons, 1964: Hekelingen, in J.F. van Regteren Altena/J.A. Bakker (ed.), *The Vlaarding Culture (I)*, Amsterdam (Publicaties van het Fysisch-Geografisch Laboratorium van de Universiteit van Amsterdam volume 5), 13-19.

Reynolds, P.J., 1999: The nature of experiment in archaeology, in Harding, A.F. (ed.), *Experiment and Design: Archaeological Studies in Honour of John Coles*, Oxford, 387-396.

Valamoti, S.M./D. Chondrou/T. Bekiaris/I. Ninou/N. Alonso/M. Bofill/M. Ivanova/S. Laparidou/C. McNamee/A. Palomo/L. Papadopoulou/G. Prats/H. Procopiou/G. Tsartsidou, 2020: Plant foods, stone tools and food preparation in prehistoric Europe: An integrative approach in the context of ERC funded project PLANTCULT, in Gluhak/D.M. Vornicu (eds.), *AGSTR Mainz 2017 Association for Ground Stone Research. Proceedings of the 2nd Meeting of the Association for Ground Stone Tools Research, Römisch-Germanisches Zentralmuseum, Mainz, 2017, s.l.* (Journal of Lithic Studies vol. 7, nr. 3), 1-21.

Valk, B. van der/R. Hirschel, 2010: Een noodopgraving van een vroege Vlaardingen-vindplaats aan de Frekeweg, Gemeente Leidschendam-Voorburg: lessen geleerd (?), in T. de Ridder (ed.), *Special 2010: Vlaardingen-cultuur*, Veghel (Westerheem special nr. 2), 120-133.

Verhart, L., 2010: De zuidelijke tegenhangers van de Vlaardingen-cultuur: een schamel spoor van scherven, in T. de Ridder (ed.): *Special 2010: Vlaardingen-cultuur*, Veghel (Westerheem special nr. 2), 208-223.

Verhart, L./T. de Ridder, 2010: Een waaier van Vlaardingen, in T. de Ridder (ed.): *Special 2010: Vlaardingen-cultuur*, Veghel (Westerheem special nr. 2), 4-11.

Internetbronnen:

Archeologisch Basis Register, klopsteen,

<https://thesaurus.cultureelerfgoed.nl/concept/abr:7c14b109-2e25-4d11-8adb-7fc974b463fc/nl>

(geraadpleegd op 03-04-2022)

Houkes, R., <http://www.litholoog.nl/wie-is-de-litholoog.html> (geraadpleegd op 10-02-2022).

Ontwikkelingsplan Masamuda, <https://www.masamuda.nl/ontwikkelingsplan-2/> (geraadpleegd op 07-02-2022).

Pomstra, D., <https://www.universiteitleiden.nl/en/staffmembers/diederik-pomstra#tab-1> (geraadpleegd op 10-02-2022).

Putting life into Neolithic houses with an NWO subsidy: 'We will bring detail in our image of past domestic activities', <https://www.universiteitleiden.nl/en/news/2020/10/putting-life-into-neolithic-houses-with-an-nwo-subsidy-we-will-bring-detail-in-our-image-of-past-domestic-activities> (geraadpleegd op 07-02-2022).

Verbaas, A., <https://www.universiteitleiden.nl/en/staffmembers/annemieke-verbaas#tab-1> (geraadpleegd op 10-02-2022).

Wolterbeek, L., <http://woudenbeek.nl/> (geraadpleegd op 22-02-2022).

Bijlage I: Verklarende woordenlijst

Ingebed: het gedeeltelijk ingraven van een maalsteen om te voorkomen dat deze tijdens gebruik over de grond beweegt.

Intentionele depositie: het bewust begraven van voorwerpen door mensen (in het verleden).

IPP (UvA): Instituut voor Prae- en Protohistorie van de Universiteit van Amsterdam.

Metaalmicroscoop: een microscoop waarmee de aard van de glans en verspreiding over het werkvlak wordt bestudeerd. Hiermee kan het contactmateriaal en de uitgevoerde beweging van de sporen achterhaald worden.

Macroscopisch onderzoek: macroscopisch onderzoek is onderzoek dat met het blote oog wordt gedaan. Er wordt geen gebruik gemaakt van microscopen.

Microscopisch onderzoek: microscopisch onderzoek is onderzoek met behulp van een microscoop.

‘Onderzijde maalsteen’- sporen: sporen die aan de onderkant of zijkant van een maalsteen ontstaan door contact met de grond als de maalsteen is ingegraven.

Pecken: het met een steen op een andere steen slaan om het oppervlak van de steen waarop geslagen wordt ruw te maken.

Siliconen cast: een afdruk die van het werkvlak van een experiment voor gebruik wordt gemaakt zodat het onbewerkte werkvlak bewaard blijft en kan worden vergeleken.

Stereomicroscoop: een microscoop waarmee de mate van slijtage van de werkvlakken, de kristalbreuken, klosporen en eventueel residu kunnen worden bepaald. Ook kunnen gebruikte zones worden herkend.

Wannen: het opwerpen van granen in de wind om het kaf van het graan te scheiden.

Bijlage II: Experimentenformulier maalsteenloper gele plomp

Experiments usewear analysis

Piece no. 3658

User name: Tessel de Nijs

Date: 08-03-2022

Tooltype: Quern handstone

Grainsize: fine medium coarse

Raw material: Granite

Hafting: _____

Retouch: _____

Edge angle: _____

Material: Seeds yellow waterlily

State: dry ~~fresh~~ soaked

Hardness: ~~soft~~ medium ~~hard~~

Additives or pollution: _____

Type of surface worked on: Granite quern grinding slab (experiment no. 3659)

Motion: ~~cutting~~ ~~sawing~~ ~~shaving~~ ~~scraping~~ ~~planing~~ ~~whittling~~ ~~graving~~
~~boring~~ ~~piercing~~ ~~chopping~~ ~~adzing~~ ~~wedging~~ ~~pounding~~

Contact surface: _____

Angle worked: _____

Loading: static dynamic

Depth of insertion (mm): _____

Duration (in min.): 127

Detailed description of experimental procedure and activity carried out:

The quern handstone was used to grind 282 g of yellow waterlily seeds in 127 minutes. A few seeds were placed on the grinding slab (experiment no. 3659), about 10-20 seeds every time. The seeds were ground with the handstone till they were very fine, like flour. This was done with just a few movements (3-5) of the handstone and took 5-10 seconds. The grinding took place with linear movements.

Tool effectiveness (describe also its deterioration through time):

The tool was very effective and didn't deteriorate during the time it was used.

Cleaning procedures: soap ~~alcohol~~ ~~acetone~~ ~~HCL~~ ~~KOH~~ ultrasonic tank

Photographic documentation: Stereomicroscope, Metalmicroscope and SLR camera

Piece no. 3658

Sketch of the way tool is handled and used.

Drawing (scale 1:1) of tool indicating used edge by red pencil and damage during work

Bijlage III: Interview Rob Houkes

Interview Rob Houkes, 16-09-2021:

Welke materialen waren nodig om maalstenen van de Vlaardingen-cultuur te maken?

Om de maalstenen te maken waren vooral stenen nodig. Zo waren er flinke, grote stenen voor de liggers nodig en wat kleinere stenen voor de lopers.

Hoe werden de maalstenen gemaakt?

Rob denkt dat de stenen werden bewerkt, dat ze in vorm werden gebracht door de randen bij te werken en soms ook de onderkant. Over het algemeen werden stenen met een natuurlijke platte onderkant uitgezocht, dus dat was niet vaak nodig. Verder werden de maalvlakken ruw opgeklopt zodat putjes ontstonden. Dit gebeurde zowel met de lopers als de liggers. Dit werd meestal gedaan bij een kant die van nature al (ligt) vlak was. De lopers werden meestal in een ronde vorm gemaakt met bandklosporen rondom. De maalstenen werden bewerkt met andere stenen.

Waar kwamen deze materialen vandaan?

De stenen waarvan de maalstenen werden gemaakt zijn allemaal afkomstig van secundaire afzettingen. Graniet is afkomstig van morene afzettingen in het noorden en midden van Nederland. Alleen hard gesteente kon de reis vanuit het noorden met de gletsjers overleven. Zachter gesteente is afkomstig uit de grindafzettingen van de Rijn en Maas.

Hoe zijn de materialen bij de nederzettingen terechtgekomen?

De stenen zijn waarschijnlijk compleet meegenomen naar de vindplaatsen en daar afgewerkt. In ieder geval bewerkt of bijgewerkt, want daar worden veel afslagen en bewerkingsmateriaal aangetroffen. Rob gaat ervan uit dat de grotere stenen met bootjes over de rivieren zijn vervoerd. Het is niet te zeggen of de stenen zo zijn vervoerd of dat de Vlaardingen-cultuur de stenen via via van een andere cultuur kreeg/ruilde. Hoe dichterbij de bron hoe groter de maalstenen die worden aangetroffen. Dit zou kunnen komen doordat de stenen die worden uitgezocht kleiner zijn hoe groter de afstand is die moet worden afgelegd of hoe verder van de bron hoe langer de stenen meegaan en dat ze dus door gebruik kleiner worden. Maalstenen werden vaak intensief bijgewerkt en meestal worden er alleen fragmenten aangetroffen, zijn ze zo opgemaakt dat ze breken of dat er nog maar een klein formaat van over is. Maar deze vraag kan eigenlijk niet worden beantwoord, want kan niet theoretisch worden onderbouwd.

Welke steensoorten werden veel gebruikt?

Er werden veel verschillende steensoorten gebruikt. Rob is van mening dat ze op formaat i.p.v. steensoort afgingen. Zolang de steen maar groot genoeg was voor een ligger werd deze meegenomen. Hoe dichterbij je naar het Maasgebied toegaat hoe meer afzettingsgesteenten van de Maas worden gebruikt. Vrijwel geen graniet en weinig metamorfe gesteente werd aangetroffen op die vindplaatsen.

Welke soorten maalstenen werden in Nederland in het Neolithicum gebruikt?

Er was sprake van één type maalsteen in het Midden-Neolithicum, namelijk een ligger met vlakke bovenkant en onregelmatige vorm. Wel kon deze ligger op een bepaalde manier zijn uitgesleten door gebruik. Zo ontstond door een brede looper op en neer te gebruiken een zadelkweern en gaf een kleine ronde looper een komkweern. Ook werden er soms licht komvormige liggers aangetroffen, maar Rob denkt dat de stenen werden bijgehakt als ze te komvormig werden. Meestal worden er kleine ronde lopers aangetroffen, dus er kan uit worden gegaan van een rond uitgesleten vlak. De Trechterbekercultuur had grotere maalstenen, maar deze cultuur had natuurlijk ook beter bereik tot grote stenen. Ook meestal komkweren. Zadelkweren werden meer in het zuiden van het land aangetroffen, maar kwamen af en toe ook in het noorden voor en andersom.

Wat is er bekend over het gebruik van deze stenen? Voor welke gewassen/producten werden ze gebruikt?

Meestal werden er granen of andere plantaardige producten vermalen. De maalstenen werden als secundair gebruik ook wel als slijpsteen gebruikt. Deze vraag is beter geschikt voor Annemieke Verbaas.

Wat is de sociale rol van de maalsteen? Door wie werden ze voornamelijk gebruikt? Waar bevonden ze zich in een nederzetting, in het huis, buitenshuis?

Waarschijnlijk werden de maalstenen door vrouwen gebruikt, maar dit kan niet met zekerheid worden gezegd. Als wordt gekeken naar de antropologie wordt het vermalen van producten 9 van de 10 keer door vrouwen gedaan. Ook bij de Hazendonk-cultuur (cultuur voor de Vlaardingen-cultuur) is aan de skeletten van het grafveld van Ypenburg te zien dat de vrouwen producten vermalen. De skeletten van vrouwen vertoonden langdurig hurken, iets dat bij het vermalen van bijvoorbeeld granen voorkomt. Dit kan niet bij de Vlaardingen-cultuur worden vastgesteld wegens een gebrek aan graven. Afslagen van maalstenen worden vooral in en rond de huisplattengronden aangetroffen, dus waarschijnlijk worden de stenen daar gebruikt. Toch kan er niet met zekerheid worden gezegd of het over binnenshuis of buitenshuis gebruik gaat, de afslagen worden namelijk in afvalspreidingslagen gevonden, dus kunnen van verschillende huizen afkomstig zijn. Ook worden complete maalstenen op rare plaatsen aangetroffen, namelijk net buiten de nederzetting (Wateringse Binnentuinen). Als dit vaker voorkomt worden ze dus meestal niet opgegraven omdat dat gebied buiten de werkputten valt.

Moet men spreken over de Vlaardingen-cultuur of de Vlaardingengroep?

Groep waarvan? Rob spreekt van de Vlaardingen-cultuur omdat hij niet weet waar het anders een onderdeel van zou moeten uitmaken en wat allemaal binnen de groep zou vallen. Wel zijn er overeenkomsten met de Swifterbantcultuur en de Steingroep.

Bijlage IV: Interview Annemieke Verbaas

Interview Annemieke Verbaas 01-10-2021

1. Welke productiesporen vertonen maalstenen van de Vlaardingen-cultuur?

In het algemeen worden maalstenen in vorm gebracht. Dit gebeurt door middel van afslagen en kloppen. Vooral de zijkanten worden afgeslagen om deze mooi in vorm te krijgen, vervolgens worden ze geklopt. Soms wordt ook de onderkant bewerkt. Van de bovenkant vermoedt Annemieke dat soms afslagen worden verwijderd, maar hier is alleen geen bewijs voor. De bovenkant is namelijk door gebruik meestal weer helemaal afgesleten, dus afslagsporen zijn niet meer zichtbaar. De bovenkant wordt ook opgeklopt voor gebruik om het maalvlak ruw te maken. De maalstenen van de Vlaardingen-cultuur zijn overwegend rond, zeker bij ronde denkt Annemieke dat er weinig aan vormgeving is gedaan.

2. Welke (her)gebruikssporen vertonen maalstenen van de Vlaardingen-cultuur?

De maalstenen worden heel intensief gebruikt en ook vaak hergebruikt.

3. Wat is er bekend over het gebruik van maalstenen uit de Vlaardingen-cultuur?

De maalstenen werden gebruikt voor het vermalen van granen. Wel is er onderscheid tussen artefacten die geclassificeerd zijn als maalstenen en klop/wrijfstenen. Op klop/wrijfstenen worden soms ook sporen van het vermalen van granen aangetroffen, maar ook andere sporen. Als naar de aangetroffen fragmenten van maalstenen wordt gekeken valt op dat er meer liggers dan lopers worden aangetroffen. Er ontbreken dus lopers of de klop/wrijfstenen doen dienst als loper. Maar dan is er weer het probleem dat sporen van het vermalen van bijvoorbeeld eikels niet op maalsteenliggers worden aangetroffen, dus die werden mogelijk ergens anders op gemalen. Of, een andere theorie, de liggers vertonen altijd het laatst gemalen product dus graan werd het hele jaar door gemalen en eikels alleen seizoensgebonden. Hoewel gedroogde eikels net zo goed kunnen worden opgeslagen als granen. Wat ook invloed op de gebruikssporenanalyse kan hebben is dat dit altijd een menselijke interpretatie is. En iemand die een maalsteen bekijkt verwacht nou eenmaal sporen van het vermalen van granen aan te treffen, dus mogelijk gaat dit soms mis.

4. Wat is de sociale rol van de maalsteen? En wat was de locatie?

De maalsteen is een sociaal werktuig en had een centrale rol in het huis. Waarschijnlijk in de buurt van de haard/ de keuken.

5. Door wie werden de maalstenen gebruikt?

Traditioneel en etnografisch gezien is het vermalen van producten vooral een vrouwenberoep, dus daar kan voor de Vlaardingen-cultuur ook vanuit worden gegaan. Hoewel in de prehistorie het belangrijk was dat mannen ook voor zichzelf konden zorgen, dus zij konden waarschijnlijk ook malen. Als een groepje op jacht ging moesten ze ook zelf koken en voedsel verzamelen dus het is aannemelijk dat ze ook konden malen. Annemieke vraagt zich dus af of het vermalen van producten niet gewoon een taak was die moest worden gedaan, dus die door iedereen kon worden uitgevoerd. De vraag is hoe traditioneel de samenleving was en of wij niet te veel met een blik gericht op de traditionele samenleving naar de prehistorie kijken. Misschien was het vermalen van de producten wel een kindertaak die vanaf een bepaalde leeftijd werd uitgevoerd.

6. Uit welke onderdelen/wat is nodig voor een goed archeologisch experimenteel onderzoek?

De acht basisregels van Coles kunnen worden aangenomen als een goede basis voor archeologisch experimenteel onderzoek. Wat belangrijk is dat de juiste materialen worden gebruikt of dat er anders een goed overwogen reden is om van deze materialen af te wijken. Ook moeten er niet te veel variabelen aanwezig zijn en moeten deze goed in het oog worden gehouden. Het allerbelangrijkste is het bewust uitvoeren van experimenten.

Bijlage V: Interview Diederik Pomstra

Interview Diederik Pomstra 16-11-2021 (e-mail)

Hoe werden de maalstenen van de Vlaardingen-cultuur gefabriceerd?

Maalstenen maak ik met harde percussie met een zware harde hamersteen. Als de steen in vorm is volgt langdurig pecken tot hij vlak is. De looper peck ik alleen. Alles staat eigenlijk in het boek: in vorm slaan, pecken en klaar. Het stelt niet zo veel voor eigenlijk behalve dat het veel tijd vraagt.

Het boek in kwestie is: Steentijd in je eigen tijd. Vondsten, materialen en technieken.

- Olthof, D./D. Pomstra, 2021: Steentijd in je eigen tijd. Vondsten, materialen & technieken, Leiden.

Bijlage VI: Experimentenplan

Experimentenplan:

Inleiding

Voor het project 'Putting life into Neolithic Houses' van Annelou van Gijn worden verschillende huiselijke activiteiten en het levensonderhoud van de Vlaardingen-cultuur onderzocht.¹³⁸ Zo ook de maalstenen die door de mensen van de Vlaardingen-cultuur zijn gebruikt. In het verleden is er niet veel aandacht voor natuursteen en natuursteenonderzoek bij opgravingen geweest, waardoor nog niet veel over de maalstenen van de Vlaardingen-cultuur bekend is. Om meer te weten te komen over de maalstenen en hoe verschillende plantaardige materialen werden vermalen zullen meerdere archeologische experimenten worden uitgevoerd. Hierbij zal zowel gebruik worden gemaakt van steen als van hout.

Op basis van de literatuurstudie is het volgende geconcludeerd. Het formaat van de maalsteenliggers ligt tussen de 21,2x13,6x6,7 cm met een gewicht van 3,2 kg en de 26,4x19,6x13,5 cm met een gewicht van 6,0 kg en het formaat van de maalsteenlopers is verschillend. Een compleet aangetroffen looper was 9,2x8,6x4,6 cm met een gewicht van 524 gram. De maalsteenliggers worden vooral van graniet en zandsteen gemaakt en de maalsteenlopers vooral van zandsteen, hoewel voor beide ook andere steensoorten zijn gebruikt. Het graniet is afkomstig uit de grond- en eindmorenes in Noord- of Midden-Nederland en het zandsteen is afkomstig uit grindafzettingen van de Rijn en/of Maas. Sommige maalsteenliggers vertonen sporen van in vorm te worden gebracht voor gebruik. Ook vertonen vele sporen van pecken, het opruwen van het maaloppervlak. Gebruikssporenanalyse toont aan dat de meeste lopers en liggers voor het vermalen van granen zijn gebruikt.

Onderzoeksvragen

1. Welke sporen laten de plantaardige producten op de maalstenen achter?
2. Is het mogelijk om één specifiek plantaardig product aan herkenbare gebruikssporen te koppelen?
3. Werden houten lopers in combinatie met stenen liggers gebruikt?
4. Werden stenen lopers in combinatie met houten liggers gebruikt?

Opzet van het experiment

De stenen die voor het experiment zullen worden gebruikt worden uitgezocht en waar nodig gemodificeerd zodat ze geschikt zijn om te malen. Dit zal worden gedaan door Diederik Pomstra. De stenen zullen van graniet of van zandsteen worden gefabriceerd. De maalsteenliggers en -lopers zullen van graniet worden gemaakt met enkele lopers van zandsteen. Ook zal één houten looper en één houten ligger worden gemaakt om te kijken of hier mogelijk mee werd gemalen. De looper wordt van meidoornhout gemaakt en de ligger van appelhout. De houten voorwerpen zullen door Leo Wolterbeek worden gemaakt.

Vervolgens zal er per maalsteen minimaal drie uur worden gemalen om gebruikssporen goed te laten ontwikkelen. Als na drie uur onvoldoende gebruikssporen zijn ontstaan zal de maalsteen langer worden gebruikt. Ook zal één soort plantaardig product per maalsteen worden vermalen. Een uitzondering hierop is de houten ligger, hierop zullen verschillende producten worden vermalen, zie tabel 1. Vervolgens zullen de stenen op gebruikssporen worden onderzocht en zullen er objectfoto's worden gemaakt. De plantaardige producten die zullen worden gebruikt zijn emmertarwe (*Triticum dicoccon*), gerst (*Hordeum Vulgare*), hazelnoot (*Corylus avellana*), eikels van de zomereik (*Quercus*

¹³⁸ <https://www.universiteitleiden.nl/en/news/2020/10/putting-life-into-neolithic-houses-with-an-nwo-subsidy-we-will-bring-detail-in-our-image-of-past-domestic-activities> (08-09-2021)

robur) en de zaden van de gele plomp (*Nuphar lutea*). In tabel 1 is een overzicht van de geplande experimenten weergegeven.

Maalsteenliggers verschuiven vaak door de kracht van het malen over de ondergrond. Om deze reden werden ze gedeeltelijk ingegraven, maar dat is niet haalbaar voor dit experiment. Om te voorkomen dat de liggers gaan schuiven zullen ze, indien nodig, tussen twee houten latjes op een plank worden bevestigd. Ook komt er een plastic zeil onder de maalsteen te liggen om het vermalen materiaal op te vangen.

Het malen zal thuis, in Leiden of bij het Vlaardingenhuis plaatsvinden. Er zal sprake zijn van malen in één richting met de looper. Ook zal er een oefenmaalsteen worden geleverd. Hierop wordt per product een half uur gemalen om te kijken hoe het product in elkaar zit en om te oefenen. Dit moet voorkomen dat de gebruikssporen te erg worden beïnvloed doordat de maler nog niet weet hoe een product het beste kan worden vermalen. Er zal geknield of gehurkt worden gemalen.

	Werktuig	Materiaal	Duur	Product
1	Maalsteenligger	Grانيت	3 uur	Emmertarwe
1'	Maalsteenloper	Grانيت	3 uur	Emmertarwe
2	Maalsteenligger	Grانيت	3 uur	Geparelde gerst
2'	Maalsteenloper	Grانيت	3 uur	Geparelde gerst
3	Maalsteenligger	Grانيت	3 uur	Geparelde gerst
3'	Maalsteenloper	Meidoornhout	3 uur	Geparelde gerst
4	Maalsteenligger	Grانيت	3 uur	Geparelde gerst
4'	Klop/wrijfsteen	Zandsteen	3 uur	Geparelde gerst
5	Maalsteenligger	Grانيت	3 uur	Hazelnoot
5'	Maalsteenloper	Grانيت	3 uur	Hazelnoot
6	Maalsteenligger	Grانيت	3 uur	Eikels
6'	Maalsteenloper	Grانيت	3 uur	Eikels
7	Maalsteenligger	Grانيت	3 uur	Zaden gele plomp
7'	Maalsteenloper	Grانيت	3 uur	Zaden gele plomp
8	Maalsteenligger	Appelhout	3 uur	Geparelde gerst
8'	Klop/wrijfsteen	Zandsteen	3 uur	Geparelde gerst
9	Maalsteenligger	Appelhout	3 uur	Hazelnoot
9'	Klop/wrijfsteen	Zandsteen	3 uur	Hazelnoot
10	Maalsteenligger	Appelhout	3 uur	Eikels
10'	Klop/wrijfsteen	Zandsteen	3 uur	Eikels

Tabel 1 Geplande experimenten maalstenen, de werktuigen met hetzelfde nummer zullen als één set worden gebruikt waarbij het nummer met de apostrof altijd de looper is.

Benodigheden

Maalstenen:

- 7 maalsteenliggers van grانيت
- 1 maalsteenligger van appelhout
- 5 maalsteenlopers van grانيت
- 1 maalsteenloper van meidoornhout
- 4 maalstenen van zandsteen

Producten:

- 1 kg emmertarwe (<https://www.de-zuidmolen.nl/divers-meel-en-graanprodukten/granen-en-graanprodukten/emmertarwe/>)

- 5 kg gerst (<https://www.de-zuidmolen.nl/divers-meel-en-graanprodukten/granen-en-graanprodukten/gerst-gepeld-bio/>)
- 2 kg hazelnoot
- 2 kg eikels
- 1 kg zaad gele plomp

Overige:

- Plastic zeil
- Houten plank
- Houten latjes
- Spijkers/schroeven

Bijlage VII: Emmertarwe ontkaffen

Opzet:

Een van de plantaardige materialen die gebruikt zijn voor de maalexperimenten van de Vlaardingen-cultuur, is emmertarwe (*Triticum dioccon*). Educatief archeologisch erf Masamuda leverde op locatie verbouwde emmertarwe voor de maalexperimenten. Echter, deze emmertarwe moest nog wel ontkaft worden, hiervan is ook een experiment gemaakt, zie tabel 1. Voor gebruik is een siliconen cast van het werkvlak gemaakt, zie fig. 1.

Een grotere wrijfsteen zal op een leren lap worden geplaatst. Op de wrijfsteen wordt de gekafte emmer van een stengel emmertarwe gelegd. Vervolgens zal met een kleinere wrijfsteen de gekafte emmertarwe licht worden gemalen om genoeg frictie te krijgen om het kaf van het emmer te scheiden.

Experimentnummer	Werktuig	Materiaal	Duur	Product	Hoeveelheid
1874	Wrijfsteenligger	Zandsteen	11 uur	Emmertarwe	300 g
1875	Wrijfsteenloper	Graniet	11 uur	Emmertarwe	300 g

Tabel 1 Uitgevoerde experimenten emmertarwe ontkaffen.

Uitvoering:

Ervaring:

Met twee wrijfstenen is, in een periode van 11 uur, zo'n 300 gram emmertarwe ontkaft. De emmertarwe werd met ronde of lineaire bewegingen van de wrijfsteen ontkaft. Het ontkaffen verliep erg moeizaam, er kon maar een klein aantal emmer per keer worden ontkaft, omdat de steen met iedere korrel contact moest hebben, anders werkte het niet. Dit is terug te zien aan de tijd dat er ontkaft is, 11 uur, en de hoeveelheid die in deze tijd ontkaft is, namelijk 300 gram.

Gebruikssporen:

1875 – Ontkaffen emmertarwe, looper.

De steen is duidelijk gesleten en de hogere delen van de steen zijn glad gesleten. De gebruikssporen zijn ook microscopisch zeer goed ontwikkeld. Ze zijn niet korrelig, maar meer lineair van textuur. De sporen zijn daarnaast glad, ruw en droog. Ze vormen zich in onregelmatige lineaire plekken, met een gewelfde textuur. De sporen zijn zowel op de hogere als de iets lagere delen van de topografie aanwezig.



Fig. 1 Links de siliconen cast van de wrijfsteenligger en rechts de siliconen cast van de wrijfsteenloper.
Foto's T. de Nijs.

Bijlage VIII: Hazelnoten kraken

Opzet:

Een van de plantaardige materialen die gebruikt zijn voor de maalexperimenten van de Vlaardingen-cultuur, is hazelnoten (*Corylus avellana*). De gebruikte hazelnoten zijn verzameld in de omgeving van Vught, zie fig. 1. De hazelnoten moesten eerst gekraakt worden voordat deze konden worden vermalen, hier is een experiment van gemaakt, zie tabel 1. Voor gebruik zijn foto's met een stereo- en metaalmicroscoop gemaakt en is een siliconen cast van het werkvlak gemaakt.

Een aambeeld met een licht kuiltje zal op een leren lap worden geplaatst. In het kuiltje wordt een hazelnoot geplaatst. Vervolgens zal deze hazelnoot met een hamersteen worden gekraakt door op de hazelnoot te slaan. Het kuiltje moet voorkomen dat de hazelnoot wegrolt.



Fig. 1 Verzamelde hazelnoten in de omgeving van Vught. Foto T. de Nijs.

Experimentnummer	Werktuig	Materiaal	Duur	Product	Hoeveelheid
3882	Hamersteen	Zandsteen?	6 uur	Hazelnoten	3,5 kg
3883	Aambeeld	Zandsteen?	6 uur	Hazelnoten	3,5 kg

Tabel 1: Uitgevoerde experimenten hazelnoten kraken.

Uitvoering:

Ervaring:

Met een aambeeld en een hamersteen zijn, in een periode van 6 uur, ongeveer 3,5 kg hazelnoten gekraakt. Vaak was er maar een klap van de hamersteen nodig om de hazelnoot te kraken, maar soms was de schil erg hard en moest meer en harder worden geslagen. De hazelnoot bleef goed in het kuiltje liggen en rolde zelden weg. De schil van de hazelnoot kraakte meestal doormidden en beide helften vielen dan naast de hazelnoot. Een enkele keer, vooral bij harde hazelnoten, vloog door de kracht van het slaan de hazelnoot de kamer in. Het kraken van de hazelnoten was erg makkelijk en maar zelden was veel kracht nodig.

Gebruikssporen:

3882-3883 – Hazelnoten kraken.

De sporen op de handsteen zijn veel beter ontwikkeld dan op de ligger. Er zijn klosporen te zien, maar deze zijn vervolgens weer afgerond en afgevlakt. De sporen zijn goed ontwikkeld en met hoge vergrotingen zijn korrelige, vettige sporen te zien. Waar goed ontwikkeld zijn ze gewelfd gevormd en zijn er krassen in te zien. De sporen lijken veel op die van het vergruizen van hazelnoten. Dat doet vermoeden dat de hazelnoten vaak stuk gingen tijdens het kraken.

Bijlage IX: Eikels pellen

Opzet:

Een van de plantaardige materialen die gebruikt zijn voor de maalexperimenten van de Vlaardingen-cultuur, is eikels van de zomereik (*Quercus robur*). De gebruikte eikels zijn verzameld in de omgeving van Vught. De eikels moesten eerst gepeld worden voordat ze konden worden vermalen, hier is een experiment van gemaakt, zie tabel 1. Voor gebruik zijn foto's, zie fig. 1, met een stereo- en metaalmicroscoop gemaakt en is een siliconen cast van het werkvlak gemaakt.

Met een benen mesje zal een in een 90° hoek een snee in de schil van de eikel worden gemaakt. Hierna kan de schil van de eikel worden verwijderd.

Experimentnummer	Werktuig	Materiaal	Duur	Product	Hoeveelheid
2306	Mes	Been	6 uur	Eikels	3 kg

Tabel 1 Uitgevoerde experiment eikels pellen.

Uitvoering:

Ervaring:

Met een benen mesje zijn, in een periode van 6 uur, ongeveer 3 kg eikels gepeld. Hierbij werd een snee in de schil van de eikel gemaakt. Soms zat de eikel los genoeg in de schil dat de eikel na de snee uit de schil kon worden gehaald. Als dit niet het geval was moest de schil verder van de eikel worden verwijderd. Hierbij werd op een vergelijkbare manier gepeld als het schillen van een appel. Een enkele keer zat de schil zo dicht om de eikel dat bij het snijden van de schil ook in de eikel werd gesneden. Het benen mesje was redelijk efficiënt, alleen was het soms niet scherp genoeg om makkelijk door de schil te snijden.

Gebruikssporen:

Op het oppervlak van het benen mesje zijn de slijpsporen van productie duidelijk te zien. Direct langs de snede zijn deze verdwenen door de gebruikssporen die zijn ontstaan. De sporen zijn een afgeronde rand, een band gladde, ruwe glans en krassen. De krassen zijn gevormd in groepjes lange parallelle krassen. In de glans zijn ook putjes te zien.

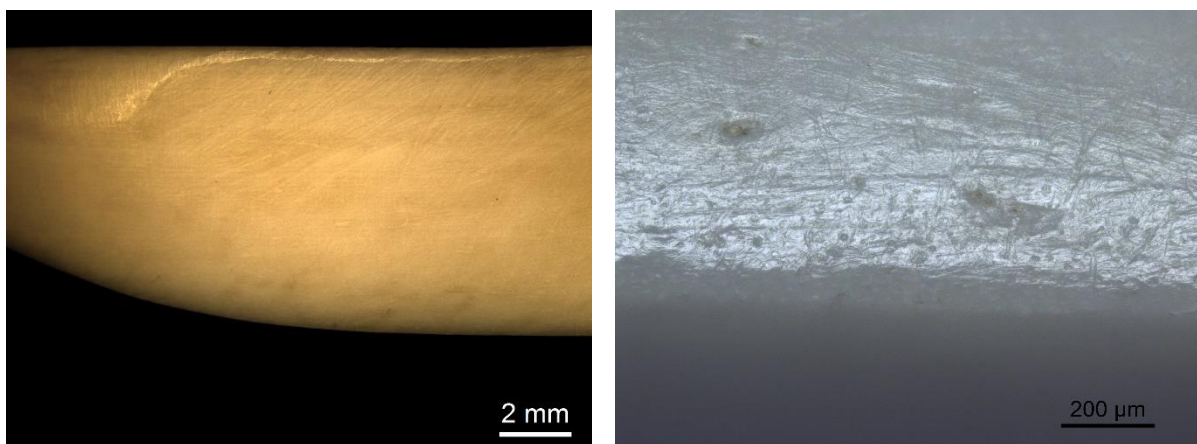


Fig. 1 Links het benen mesje voor gebruik (oorspronkelijke vergroting 7,5x), foto genomen met de stereomicroscoop. Rechts de gebruikssporen van het benen mesje (oorspronkelijke vergroting 100x), foto genomen met de metaalmicroscoop. Foto links T. de Nijs, foto rechts A. Verbaas.

Bijlage X: Eikels kapotslaan

Opzet:

Een van de plantaardige materialen dat gebruikt is voor de maalexperimenten is eikels van de zomereik (*Quercus robur*). De gebruikte eikels zijn verzameld in de omgeving van Vught. De eikels moesten eerst in kleinere stukken geslagen worden voordat ze konden worden vermalen, hier is een experiment van gemaakt, zie tabel 1. Voor gebruik is een siliconen cast van het werkvlak gemaakt.

Een aambeeld zal op een leren lap worden geplaatst. Op het aambeeld wordt een eikel gelegd. Vervolgens zal de eikel in kleine stukjes worden geslagen door middel van een hamersteen.



Fig. 1 Het kapotslaan van de gepelde eikels. Foto T. de Nijs.

Experimentnummer	Werktuig	Materiaal	Duur	Product	Hoeveelheid
3884	Hamersteen	Zandsteen?	2,5 uur	Eikels	727 g
3885	Aambeeld	Zandsteen?	2,5 uur	Eikels	727 g

Tabel 1 Uitgevoerde experimenten eikels kapotslaan.

Uitvoering:

Ervaring:

Met een aambeeld en een hamersteen zijn, in een periode van 2,5 uur, 727 g eikels in kleine stukken geslagen, zie fig. 1. De eikels werden eerst gespleten door op een zijde waar ook de lijn van de eikelhelften zichtbaar is te slaan. Vervolgens werden de twee helften apart in kleinere stukken geslagen. De werktuigen waren heel efficiënt, de eikels werden makkelijk in kleinere stukken geslagen.

Gebruikssporen:

3884-3885 – Eikels in kleinere stukken slaan.

De steen is nog vrij vies. De sporen zijn heel goed ontwikkeld. Het is een korrelige, droge en licht vettige glans. Op de ligger zijn ze op de hogere delen beter gevormd, waardoor een interessant bubbelig patroon ontstaat. Dit lijkt voornamelijk te maken te hebben met de textuur en het vuil. De sporen zijn iets gladder dan van de andere eikel experimenten.

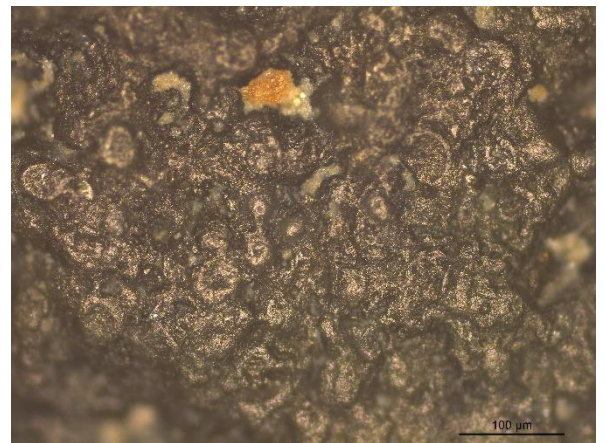


Fig. 2 Gebruikssporen op experiment 3884. Een hamersteen van zandsteen, gebruikt op een ligger van zandsteen om eikels kapot te slaan, (oorspronkelijke vergroting 200x). Foto A. Verbaas.