

Hoe kleine maaseitjes (ca. 2 cm) te veranderen in werktuigen?

Een verkennend experimenteel onderzoek naar hamers en aambeelden die mogelijk gebruikt zijn bij bipolaire bewerking van maaseitjes en naar de kenmerken van bij die bewerking geproduceerde fragmenten.

Dick Vonhof
info@pari-daeza.nl

Inleiding

Als de prehistorische mens weinig goed bruikbaar materiaal in zijn naaste omgeving had om vuurstenen werktuigen te maken, moest hij of zij zich soms behelpen met beschikbare maaseitjes. In sommige gebieden zijn die volop te vinden maar helaas zelden groter dan 2 cm, veeleer nog kleiner. Hoe maak je daar dan bruikbare werktuigen van? Probeer maar eens een stukje af te slaan van zo'n maaseitje kleiner dan 2 cm; hetzij met een harde hamer van steen of een zachte hamer van gewei. Het zal je niet lukken!

De reden hiervoor is dat de massa van zo'n eitje heel klein is. De energie die de bewegende hamer heeft wordt daarom niet omgezet in een splijting van het maaseitje maar in bewegingsenergie van het maaseitje. Om zo'n steentje toch te splijten moet die beweging worden voorkomen. Dit kunnen we doen door het maaseitje op een aambeeld te leggen en er dan met de hamer op te slaan. Het steentje zal veel minder bewegen en de schokgolf die door de slag wordt veroorzaakt verplaatst zich door het steentje en 'weerkatst' op het aambeeld, zodat op het steentje vanuit twee tegenover liggende zijden krachten ondervindt.

Dit artikel beschrijft een experiment dat is bedoeld om te achterhalen wat belangrijke variabelen zijn om zo'n steentje met succes te splijten. Ook zijn een aantal ontstane fragmenten geanalyseerd en getekend teneinde enig inzicht te verkrijgen in kenmerken van fragmenten van bipolair geslagen maaseitjes.

De aanleiding voor dit experiment zijn de vondsten van 25-tal klein knoop schrabbers¹ in het natuurgebied 'de Zanding' in Otterlo. De indruk ontstond dat bij het maken van een aantal van deze werktuigen bipolaire technieken waren gebruikt. Omdat in dit natuurgebied maaseitjes voorkomen, maar grotere stenen (= zwaardere massa) ontbreken -de grootste aangetroffen stenen meten ca. 5x2x2 cm.- zal ook worden onderzocht wat de minimale massa van aambeeld en hamer moet zijn om deze maaseitjes te splijten.

¹ Zie Vonhof 2020

Opzet van het experiment

Als initiële variabelen in dit experiment test zijn gebruikt:

- Hamer: steen, gewei, hout;
- Aambeeld: steen, gewei, hout;
- Gewicht van hamer en aambeeld;
- Oriëntatie maaseitje: lengte as, breedte as, dikte as.

In de verkennende deel-experimenten zijn maaseitjes gebruikt afkomstig uit het gebied ‘de Zanding’, aangevuld met een selectie gelijksoortige afkomstig van commercieel verkrijgbaar grind. Soms bleken deze maaseitjes uit kwarts, kwartsiet of een ander poly-kristallijn gesteente te bestaan.

Teneinde enige controle te hebben op de plaats van het leidende voorwerp tijdens de impact (en tevens om te voorkomen dat de vingers van de uitvoerder van het experiment het leidende voorwerp zouden kunnen worden) is het maaseitje telkens in een gespleten tak geplaatst die aan het gespleten uiteinde met een ring is dichtgedrukt en op spanning gebracht. Tijdens het uitvoeren van de verkennende testen bleken de steentjes vaak te verdraaien en verschuiven. Daarom is vanaf verkennende test 2 de inklemming aangepast door aan beide zijde van het steentje de inklemming met een ring op spanning te zetten. Ook zijn aan de binnen zijde twee gleuven aangebracht om de steentjes ook in de vlakke opstelling te kunnen inklemmen.



Fig. 1. De methode van inklemming.

Bij ieder deexperiment zijn foto's gemaakt van de resultaten. De foto's zijn gemaakt op een achtergrond met cm. verdeling.

Verkennend deel-experiment (Zie ook bijlage 1)

Bij een eerste verkennende sessie bleek dat bijna altijd meerdere klappen nodig waren voordat er splijting optrad:

- Bij een stenen aambeeld en stenen hamer varieerde dat van 2 tot 5 klappen.
- Bij een stenen aambeeld en geweihamer waren 5 tot 10 klappen nodig en moest het steentje tot wel 2 x opnieuw in de juiste positie in de klem worden geplaatst.
- Bij een aambeeld van gewei en een hamer van gewei bleek het niet mogelijk te zijn het steentje te splijten, hetzelfde steentje geslagen met gewei op het stenen aambeeld spleet wel maar bleek uit polykristallijn gesteente te bestaan.
- Bij een aambeeld van steen en een hamer van hout² bleek het ook niet mogelijk het steentje te splijten.



Fig. 2. Houten hamers en aambeeld van gewei, alleen gebruikt tijdens de verkennende deel-experimenten.

² Dogwood (*Cornus florida*), een harde houtsoort die door Amerikaanse indianen werd gebruikt als hamer bij vuursteenbewerking.

Op basis van deze verkennende sessie is vastgesteld:

- De combinatie van stenen aambeeld en stenen hamer is waarschijnlijk het meest effectief³, in de zin van het verkrijgen van splijting.
- In de volgende deel-experimenten:
 - alleen een stenen aambeeld te gebruiken;
 - alleen hamers van steen en gewei te gebruiken
- Een tweede verkennende sessie te houden om de variatie in gewicht van aambeeld en hamer te verkennen.

Aanvullende verkennende deel-experimenten

Bij deze tweede sessie (zie ook bijlage 2) bleek dat de variabele ‘gewicht van een zachte hamer’ minder belangrijk was dan de snelheid waarmee de hamer het steentje raakte. Er is dan ook besloten het experiment voort te zetten met enkel gewei-hamers ‘met steel’ en met stenen hamers. De overdracht van energie van de gewei-hamers wordt vooral ontleent aan de snelheid (kinetische energie) en die van de stenen hamers aan de combinatie van massa en zeer geringe vervorming van de hamer.

Hoe harder de hamer/aambeeld, hoe kleiner de vervorming van de hamer/aambeeld bij het raken van het steentje met als gevolg een kleiner oppervlak waarop de energie wordt overgedragen en een kortere tijd waarin de energie wordt overgedragen.

In een derde verkennende sessie (zie ook bijlage 3) zijn 3 steentjes geslagen op resp. de lengte-as, de breedte-as en de dikte-as. Alle drie bleken bewerkbare fragmenten op te leveren.

³ Dit was ook zeker te verwachten omdat steen minder vervormt tijdens de impact en minder elastisch is dan gewei en hout waardoor de overdracht van de kinetische energie van hamer op het steentje optimaal is.

Hoofd experiment

Variabelen

Op basis van de resultaten uit de verkennende sessie zijn de variabelen voor het hoofd experiment als volgt vastgesteld:

- Aambeelden, 3 varianten: zware, middelzware en lichte stenen aambeelden; resp. 3.000+, 417 en 187 gr.
- Hamers, 5 varianten: lichte en zware gewei-hamers, resp. 793 en 340 gr.; en middelzware, lichte en ultra lichte stenen hamers; resp. 417, 187 en 118 gr., de laatste is van een zachtere steensoort.



Fig. 3. Aambeelden en hamers.

- De steentjes, 3 varianten: langwerpig met ronde doorsnede geslagen op de korte as; langwerpig met ronde doorsnede geslagen op de lange as; min of meer bolvormig.



Fig. 4. Een aantal van de stenen verzameld in commercieel verkrijgbaar maasgrind.

Wanneer bij de experimenten geen slijting optrad, is het experiment telkens herhaald met de eerstvolgende zwaardere hamer van hetzelfde materiaal, net zolang tot slijting optrad. Als bij de zwaarste gewei hamer geen slijting optrad werden opeenvolgende stenen hamers gebruikt. Bij stenen aambeeld en hamer werden alleen hamers gebruikt die lichter waren dan het aambeeld.

Het verslag van het experiment bestaat uit twee delen:

Deel I

Beschrijving van de deelexperimenten

Het hoofdexperiment is uitgevoerd in 3 series:

- Serie 1 langwerpige steentjes geslagen op de korte as
- Serie 2 langwerpige steentjes geslagen op de lange as
- Serie 3 bolle steentjes

Deel I wordt afgesloten met 'Enige observaties gedaan tijdens de hele serie experimenten' en een resultatenmatrix.

Deel II

Analyse van geselecteerde slijtingsproducten.

Serie 1 De volgende 17 deel experimenten zijn uitgevoerd met langwerpige steentjes, geslagen op de korte as.

Zwaar aambeeld en lichte gewei hamer



Fig. 5. Beide succesvol, beide vuursteen, links sterk verveerd maasei.



Fig. 6. De resultaten.

Zwaar aambeeld en zware gewei hamer



Fig. 7. Beide succesvol.



Fig. 8. Links resultaat, rechts eitje en resultaat 2^e dealexperiment.

Zwaar aambeelden ultra lichte stenen hamer



Fig. 9. Beide succesvol, links kwarts, rechts vuursteen.



Fig. 10. De resultaten.



Fig. 11. Na onsuccesvolle pogingen met ultra lichte hamer met lichte hamer geslagen, beide vuursteen.



Fig. 12. De resultaten.

De resultaten laten zien dat de steentjes veelal in 3 grote fragmenten en vele kleine tot zeer kleine fragmenten splijten. Er zijn overigens nauwelijks

fragmenten bij met een mooi plat breukvlak geschikt om te verwerken tot knoopschrabbers.

De fragmenten van het linker deelexperimenten zijn geanalyseerd en getekend in hoofdstuk 7.

Zwaar aambeeld en lichte stenen hamer

Zie 5.2.3.

Zwaar aambeeld en middelzware stenen hamer



Fig. 13. Beide succesvol.



Fig. 14. De resultaten.

Midden aambeeld en lichte gewei-hamer



Fig. 15. Links onsuccesvol met lichte en zware geweihamer en ultra lichte stenen hamer, rechts succesvol met lichte gewei hamer.



Fig. 16. De resultaten

Succes lijkt ook afhankelijk van de vorm en grote van de steen, aangezien de eerste niet en de tweede wel met de lichte geweihamer kon worden gespleten.

De fragmenten van het linker deelexperimenten zijn geanalyseerd en getekend in hoofdstuk 7.

Midden aambeeld en zware geweihamer

Zie 5.2.6, fig. 15 links.



Fig. 17. Links succesvol (kristallijn gesteente) rechts niet succesvol ook niet met ultra lichte en lichte stenen hamer.



Fig. 18. Boven eitje van kristallijn gesteente en resultaat deelexperiment, onder niet gekraakt eitje.

Midden aambeeld en ultra lichte stenen hamer

Zie 5.2.6, links en 5.2.7, rechts.

Midden aambeeld en lichte stenen hamer

Zie 5.2.6, links en 5.2.7, rechts.

Licht aambeeld en lichte geweihamer



Fig. 19. Links onsuccesvol met lichte wel succesvol met zware geweihamer, rechts onsuccesvol met licht en zware geweihamer en ultra lichte stenen hamer uiteindelijk succesvol met middelzware stenen hamer op licht stenen aambeeld.



Fig. 20. De resultaten

De fragmenten van beide deelexperimenten zijn geanalyseerd en getekend in hoofdstuk 7.

Licht aambeeld en zware geweihamer

Zie 5.2.10, links en rechts.

Licht aambeeld en ultra lichte stenen hamer

Zie 5.2.10, rechts.



Fig. 21. Succesvol.



Fig. 22. Het resultaat.

Serie 2 De volgende 22 experimenten zijn uitgevoerd met langwerpige steentjes, geslagen op de lange as.

Zwaar aambeeld en lichte gewei hamer



Fig. 23. Beide succesvol.



Fig. 24. De resultaten; rechts eitje en resultaat 2^e deelexperiment.

Zwaar aambeeld en zware gewei hamer



Fig. 25. Beide succesvol.

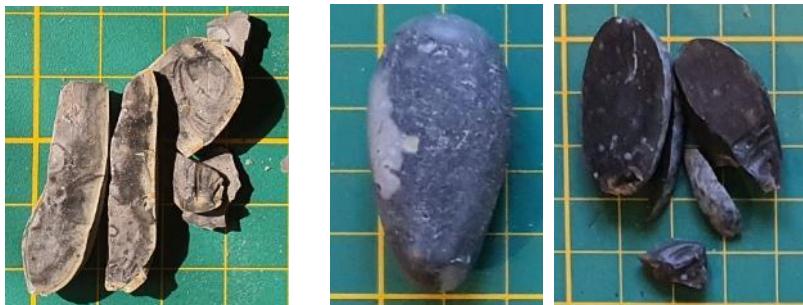


Fig. 26. De resultaten,; rechts eitje en resultaat 2° deexperiment.

Zwaar aambeeld en ultra lichte stenen hamer



Fig. 27. Alle vier succesvol, de resultaten.

De fragmenten van het tweede en vierde deexperiment zijn geanalyseerd en getekend in hoofdstuk 7.

Zwaar aambeeld en lichte stenen hamer



Fig. 28. Beide succesvol.



Fig. 29. De resultaten.

Zwaar aambeeld en middelzware stenen hamer



Fig. 30. Beide succesvol.



Fig. 31. De resultaten

Deze fragmenten zijn geanalyseerd en getekend in hoofdstuk 7.

Midden aambeeld en lichte geweihamer



Fig. 32. Links onsuccesvol met all hamers, rechts succesvol



Fig. 33. De resultaten.

Deze fragmenten zijn geanalyseerd en getekend in hoofdstuk 7.

Midden aambeeld en zware geweihamer

Zie 5.3.6, links.



Fig. 34. Beide succesvol.

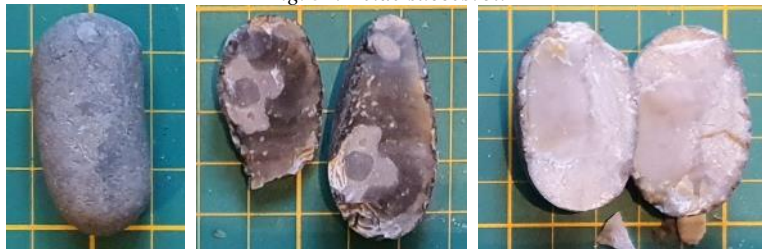


Fig. 35. De resultaten.

Midden aambeeld en ultra lichte stenen hamer

Zie 5.3.6, links.



Fig. 36. Succesvol.



Fig. 37. Het resultaat.

Deze fragmenten zijn geanalyseerd en getekend in hoofdstuk 7.

Midden aambeeld en lichte stenen hamer

Zie 5.3.6, links.



Fig. 38. Onsuccesvol, met middelzware stenen hamer op zwaar stenen aambeeld wel succesvol (zie 5.3.5, fig. 30 rechts)

Licht aambeeld en lichte geweihamer



Fig. 39. Links succesvol, rechts onsuccesvol met alle hamers⁴.



Fig. 40. De resultaten.

Licht aambeeld en zware geweihamer

Zie 5.3.10, rechts.



Fig. 41. Succesvol



Fig. 42. Het resultaat.

⁴ Zelfde steen als in 5.2.7, fig. 17 rechts.

Licht aambeeld en ultra lichte stenen hamer

Zie 5.3.10, rechts.



Fig. 43. Succesvol.



Fig. 44. Het resultaat.

Deze fragmenten zijn geanalyseerd en getekend in hoofdstuk 7.

De resultaten laten zien dat de langwerpige steentjes in drie of vier langwerpige fragmenten worden gespleten. Deze fragmenten zijn vaak geschikt om tot werktuigen te worden verwerkt.

Zwaar aambeeld en middelzware stenen hamer

Tot slot zijn een tweetal **grote** langwerpige stenen geslagen op de lange as op een zwaar aambeeld met een middelzware stenen hamer



Fig. 45. Beide succesvol

Deze stenen werden met de hand vastgehouden en waren vrij eenvoudig te splijten. De linker steen is mooi gespleten, de rechter is vooral verbrijzeld, mede veroorzaakt de interne structuur (verontreinigingen).

Serie 3 De volgende 15 deel-experimenten zijn uitgevoerd met de bolle steentjes.

Zwaar aambeeld en lichte geweihamer



Fig. 46. Beide onsuccesvol met lichte en zware gewei hamer en met ultra lichte en met licht stenen hamer, succesvol met middelzware stenen hamer; links vuursteen rechts kwartsiet.



Fig. 47. De resultaten.

Zwaar aambeeld en zware gewei hamer

Zie 5.4.1.

Zwaar aambeeld en ultra lichte stenen hamer

Zie 5.4.1.



Fig. 48. Links succesvol, vuursteen; rechts onsuccesvol met ultra lichte hamer, vuursteen met insluiting, lichte hamer.



Fig. 49. De resultaten.

Zwaar aambeeld en lichte stenen hamer

Zie 5.4.1.

Zie 5.4.3. rechts.

Zwaar aambeeld en middel zware stenen hamer

Zie 5.4.1.



Fig.50. Links succesvol, rechts onsuccesvol met lichte stenen hamer op middel zwaar stenen aambeeld, daarna succesvol met middelzware stenen hamer op zwaar stenen aambeeld.

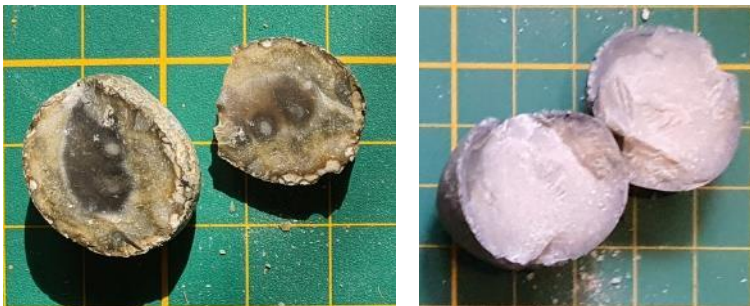


Fig. 51. De resultaten.

De resultaten laten zien dat de steentjes veelal in 2 of 4 grote fragmenten en een aantal kleine tot zeer kleine fragmenten splijten. Er zijn nu wel

fragmenten bij met een mooi plat breukvlak geschikt om te verwerken tot knoopschrabbers.

Midden aambeeld en lichte gewei hamer.



Fig. 52. Beide onsuccesvol, links met lichte stenen hamer, rechts met ultra lichte stenen hamer.



Fig. 53. De resultaten.

De fragmenten van beide deexperimenten zijn geanalyseerd en getekend in hoofdstuk 7.

Midden aambeeld en zware gewei hamer

Zie 5.4.6.

Midden aambeeld en ultra lichte stenen hamer

Zie 5.4.6.

Midden aambeeld en lichte stenen hamer

Zie 5.4.6. Links



Fig. 54. Onsuccesvol, daarna succesvol geslagen met middelzware stenen hamer op zwaar stenen aambeeld.



Fig. 55. Het resultaat.

Deze fragmenten zijn geanalyseerd en getekend in hoofdstuk 7.

Licht aambeeld en lichte geweihamer



Fig. 56. Beide succesvol



Fig. De resultaten van het linker deelexperiment.

Het succes van deze laatste twee deelexperimenten steekt schril af bij die met langwerpige op de korte as met gelijke aambeeld en hamer. Dit is vooral het gevolg van de vorm en afmeting van het steentje. (Lijn zwpt hamer - contactpunt hamer - as steen - contactpunt aambeeld – zwaartepunt hamer)

Licht aambeeld en zware geweihamer



Fig. 57. Beide onsuccesvol met zware geweihamer, succesvol met ultra lichte stenen hamer.



Fig. 58. Resultaat tweede deel-experiment.

Deze fragmenten zijn geanalyseerd en getekend in hoofdstuk 7.

Licht aambeeld en ultra lichte stenen hamer

Zie 5.4.11. Links en rechts.



Fig. 59. Beide succesvol, links vuursteen verbrijzeld, rechts poly-kristallijn gesteente.



Fig. 60. De resultaten

Enige observaties gedaan tijdens de hele serie experimenten.

Het immobiliseren van de steentjes is erg belangrijk.

De resultaten laten zien dat de beste resultaten verkregen worden met een een stenen aambeeld en stenen hamer. Bij deze combinatie is de kracht van de klap belangrijk omdat bij een te harde klap het steentje de neiging heeft geheel te verbrijzelen.

Bij de gekozen werkwijze is het bij kleinere steentjes (slechts iets dikker dan de gespleten tak) makkelijker om een aambeeld te hebben met een bolle zijde en een stenen hamer ook met een bolle zijde.

Mogelijk dat minder goede resultaten van de gewei hamers mede zijn veroorzaakt door het ontbreken van een min of meer uniform bol oppervlak.

Uniforme bolle oppervlakten maken het mogelijk om het doel nauwkeuriger te raken met het midden van de hamer op het hoogste punt van het steentje. Anders gezegd, de beste resultaten worden waarschijnlijk verkregen bij een perfecte uitlijning van steunpunt op het aambeeld, middellijn van het steentje, raakpunt van de hamer, richting van de klap en zwaartepunt van de hamer.

Resultaten matrix

Legenda: V Succesvolle poging
 X Onsuccesvolle poging
 2 3 4 Volgende poging met eerst volgende zwaardere hamer
 5) Zie voetnoot

Langwerpige steentjes, geslagen op de korte as					
HAMER	Gewei		Steen		
AAMBEELD	Licht 340	Zwaar 793	Ultra licht 118	Licht 187	Middel 417
Zwaar 3000	V V	V V	V V X X	V ² V ²	V V
Middel 417	X V	X ² X V ⁵⁾	X ³ X ²	V ⁴ X ³	
Licht 187	X X	V ² X ²	X ² V		

Langwerpige steentjes, geslagen op de lange as					
HAMER	Gewei		Steen		
AAMBEELD	Licht 340	Zwaar 793	Ultra licht 118	Licht 187	Middel 417
Zwaar 3000	V V	V V	V V V V	V V	V V ⁸⁾
Middel 417	X ⁶⁾ V	X ² V V	X ³ V	X ⁴ X ⁷⁾	
Licht 187	V X	X ² V	X ³ V		

Bolle steentjes					
HAMER	Gewei		Steen		
AAMBEELD	Licht 340	Zwaar 793	Ultra licht 118	Licht 187	Middel 417
Zwaar 3000	X X	X ² X ²	V X X ³ X ³	X ⁴ X ⁴ V ²	V ⁵ V ⁵ V V ⁸⁾
Middel 417	X X	X ² X ²	V ³ X ³	V ⁴ X ⁸⁾	
Licht 187	V V	X X	V V V ² V ²		

⁵ Kristalijn gesteente.

⁶ Nagenoeg 'onkraakbare' steen.

⁷ Vrij grote steen onsuccesvol met lichte hamer op middel zwaar aambeeld, opnieuw gebruikt op lange as op zwaar aambeeld met middel zware stenen hamer.

⁸ Lichte stenen hamer op middelzwaar aambeeld onsuccesvol, middelzware hamer op zwaar aambeeld succesvol.

Het zware aambeeld is overall het meest succesvol. Opvallend is de uitzondering bij de bolle steentjes waarbij het lichte aambeeld het meest succesvol is.

De variatie in resultaten is groot bij vergelijkbare omstandigheden. Reden om aan te nemen dat micromorfologie, samenstelling en mogelijk mate van verweerdheid van de steentjes ook een belangrijke factor zijn.

Analyse van geselecteerde splijtingsproducten

In dit deel zijn een aantal bij deel experimenten ontstane fragmenten geanalyseerd, gefotografeerd en getekend.

Van de belangrijkste fragmenten is een foto is gemaakt met strijklicht van links boven, waardoor de evt. aanwezige slagbult en slaggolven zo veel mogelijk met schaduw worden geaccentueerd.

Vervolgens is een boven en onderaanzicht van het gereconstrueerde steentje getekend, waarbij boven en onder de beide contactpunten zijn. Bij alle tekeningen is het oorspronkelijke buitenoppervlak van de steentjes niet verder ingetekend.

Vervolgens is één aanzicht, het belangrijkste splijtingsvlak, getekend van de grote fragmenten.

Bij de analyse is gezocht naar slagkegels en contactpunten (omdat de tekeningen later zijn vervaardigd is niet bekend wat de aambeeld en wat de hamerzijde is) en is gezocht naar slagbult en slaggolven.

De verweerde buitenlaag van de steentjes is alleen op de breukvlakken ingetekend met stippen.

Plat langwerpig steentje geslagen op de lange as op een stenen aambeeld met een gewei hamer (Bijlage 1)

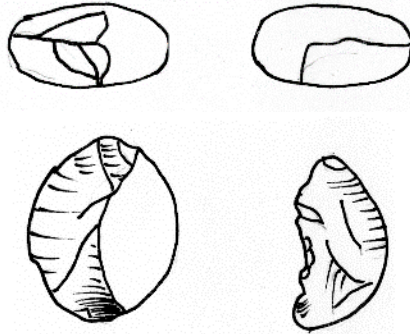
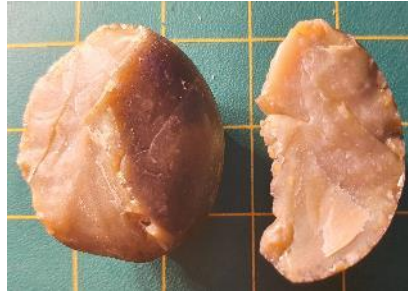


Fig. 61.

Het rechter fragment kan worden geclassificeerd als een afslag: De slagkegel en slagbult zijn weliswaar niet aanwezig, die bevinden zich in de niet aanwezige versplinterde fragmentjes, de slaggolven zijn flauw zichtbaar en het onderste uiteinde loopt uit in een 'feather'.

Plat langwerpig steentje geslagen op de lange as op een stenen aambeeld met een stenen hamer (Bijlage 1)

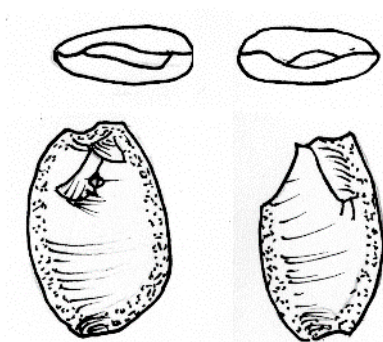
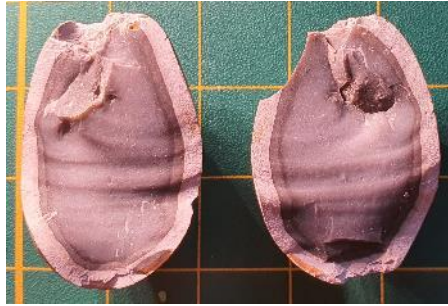


Fig. 62.

De top is enigszins verbrijzeld. Voorts missen enige kleine fragmenten. Geen slagkegels en geen slagbulten, waarschijnlijk zijn dat missende fragmenten. Aan de onderzijde een slagbultnegatief op het linker fragment, op rechter fragment is daar een soort step-fracture, feitelijk een breukvlak. Duidelijke slaggolven concentrisch met het bovenste contactpunt.

Plat langwerpig steentje geslagen op de lange as op een stenen aambeeld met een stenen hamer (Bijlage 1)

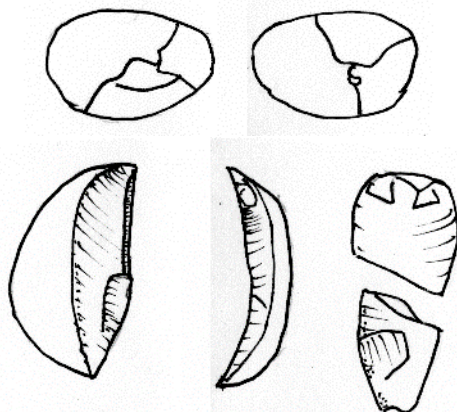
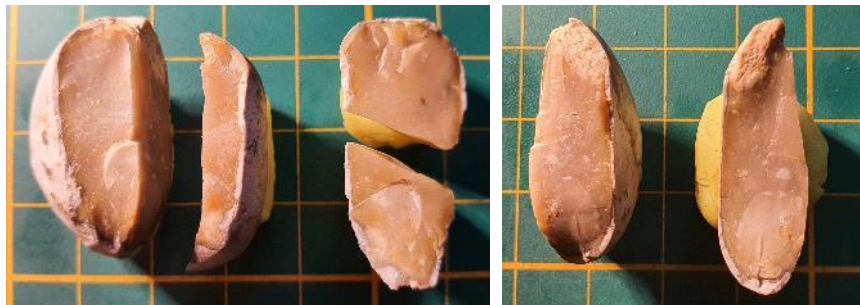


Fig. 63.

Van de drie grote fragmenten is de dunste gebroken. Het steentje heeft 2 breukvlakken nagenoeg loodrecht op elkaar.

Het breukvlak in het vlak van het steentje (linker foto) vertoont een flauwe slagbult aan de onderzijde van het rechter fragment; aan de top is verbrijzeling opgetreden. Op de linker twee fragmenten zijn duidelijk slaggolven concentrisch rond het contactpunt aan de top zichtbaar en vage slaggolven rond het contactpunt aan de onderzijde.

Het breukvlak haaks op het vlak van het steentje (rechter foto) vertoont ook een flauwe slagbult aan de onderzijde op het rechter fragment en een vaag negatief van een slagbult aan de top rechts van het zelfde fragment. De slaggolven zijn op beide fragmenten vaag zichtbaar en lijken concentrisch om een punt aan de top wat is gelegen boven het breukvlak met de twee kleinste fragmenten.

Langwerpig steentje geslagen op de korte as op zwaar aambeeld met ultralichte stenen hamer (5.2.3)

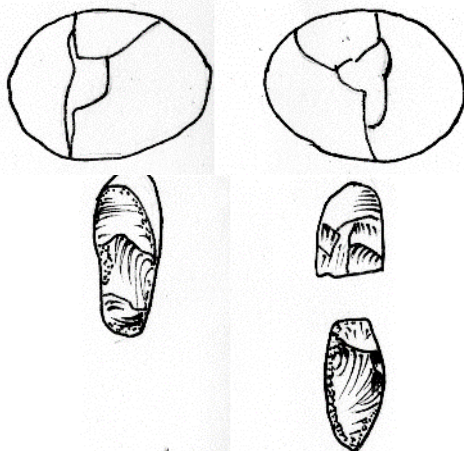


Fig. 64.

Het steentje vertoont 2 breukvlakken onder een hoek ca 45° . De contactpunten bevinden zich op de verloren gegane fragmenten uit het hart van het steentje. Het linker fragment vertoont een slagbultnegatief geslagen van rechts. Aan de bovenzijde vertoont dit fragment slaggolven van onder (het centrum van het oorspronkelijke steentje), net als het aanpassende fragment rechtsboven.

Het fragment rechtsonder vertoont een duidelijk slagbult negatief van links (tegenover het eerder genoemde slagbultnegatief op het fragment links boven) met slaggolven daar omheen.

Van het tweede breukvlak ontbreekt nagenoeg het gehele middendeel. Wel is er een miniem slagbultnegatief van rechts zonder slaggolven te zien op het fragment rechts onder. Dit behoort echter waarschijnlijk niet tot het tweede breukvlak.

Langwerpig steentje geslagen op de korte as op midden aambeeld met lichte gewei-hamer (5.2.6)

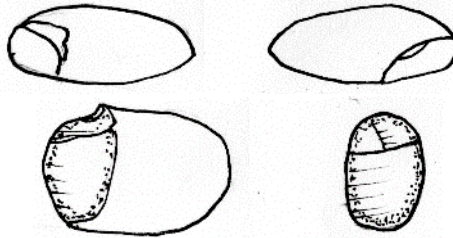


Fig. 65.

Aan de top en onderkant ontbreken een paar kleine fragmenten. Slagkegels en -bulten ontbreken, aan de top is iets te zien wat lijkt op een slaglitteken. De slaggolven zijn nauwelijks zichtbaar.

Langwerpige steentjes geslagen op de korte as op licht aambeeld met lichte geweihamer (5.2.10)

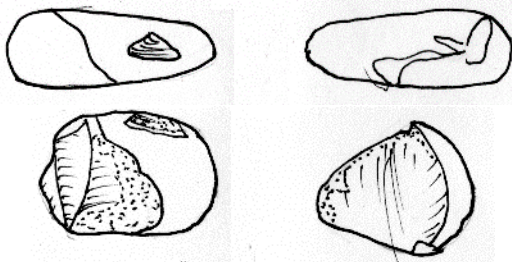


Fig. 66.

Enige kleine fragmenten ontbreken. De slagkegel en slagbult zijn afwezig, de slaggolven zijn nauwelijks waarneembaar.

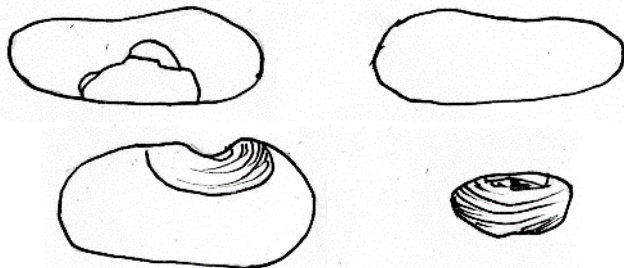


Fig. 67.

Ook hier missen weer een paar kleine fragmenten. De slagkegel is niet aanwezig, de slagbult is vrij diffuus en de slaggolven zijn zeer geprononceerd. In het eitje is een slagkegel te zien van een eerdere slag die niet tot verdere splijting heeft geleid.

Langwerpig steentje geslagen op de lange as op zwaar aambeeld met lichte gewei hamer (5.3.1)

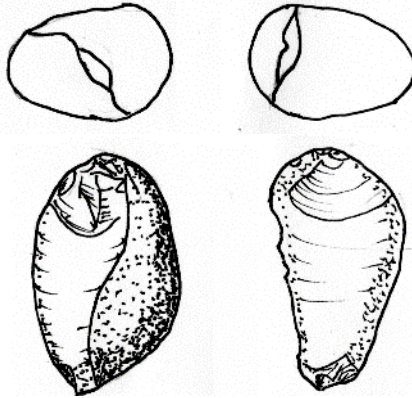


Fig. 68.

Bij beide contactpunten ontbreken enkele klein fragmenten. In het rechtse fragment is aan de top een minieme slagbult te onderscheiden. De slaggolven op beide fragmenten zijn concentrisch om deze slagbult.

Langwerpig steentje geslagen op de lange as op zwaar aambeeld met ultralichte stenen hamer (5.3.3, 2^e steentje)

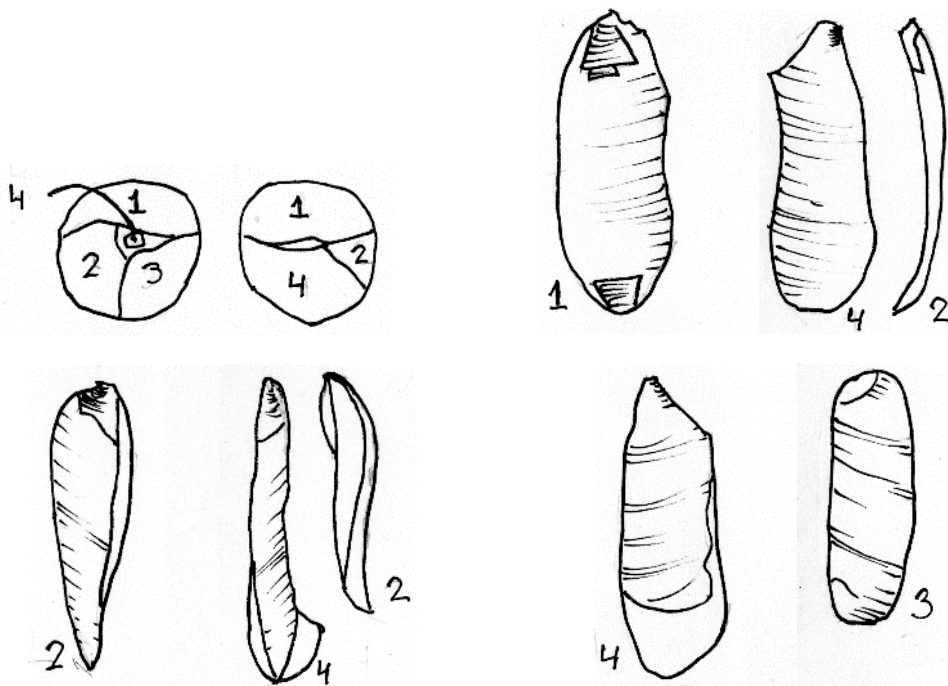


Fig. 69.

De vier fragmenten vertonen 3 breukvlakken: twee min of meer evenwijdig aan elkaar, de derde haaks er op. Fragment 1 is gespleten van de fragmenten 2 en 4, fragment 2 is haaks op deze breuk gespleten van 3 en 4 en ten slotte fragment 3 van 4 evenwijdig aan de eerste breuk met een step-fracture. Op alle 3 breukvlakken zijn slaggolven te zien.

In breukvlak 1 is een kleine maar duidelijke slagkegel en een flauwe slagbult te zien aan de top op fragment 4. Aan de onderzijde van deze breuk mist een

klein fragment en is geen slagkegel, maar wel het negatief van een slagbult te zien op fragment 4. De slaggolven zijn flauw maar herkenbaar en centreren op de top.

In breukvlak 2 is ook weer een kleine maar duidelijke slagkegel, feitelijk twee kegels vlak naast elkaar te zien op fragment 4. Op fragment 2 mist een deel aan de top. Dit missende deel heeft een duidelijk negatief van een slagbult achtergelaten. De slaggolven zijn eveneens flauw zichtbaar en concentreren ook op de top.

In breukvlak 3 is een duidelijke slagkegel en -bult te zien aan de top van fragment 4. Fragment 2, 'de aflag', vertoont juist negatieven! De slaggolven zijn geprononceerd en centreren op de top. Feitelijk een afslag eindigen in een feather.

Langwerpig steentje geslagen op de lange as op zwaar aambeeld met ultralichte stenen hamer (5.3.3, 4^e steentje)

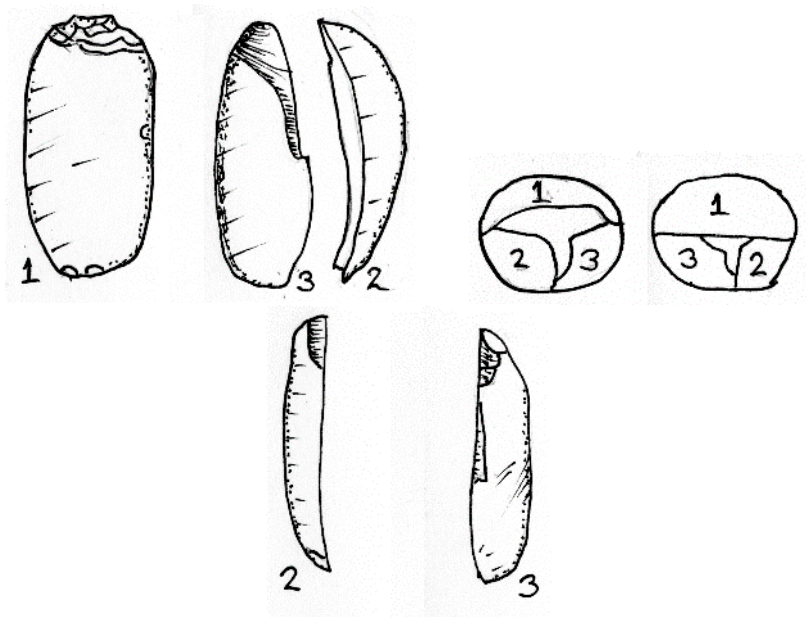
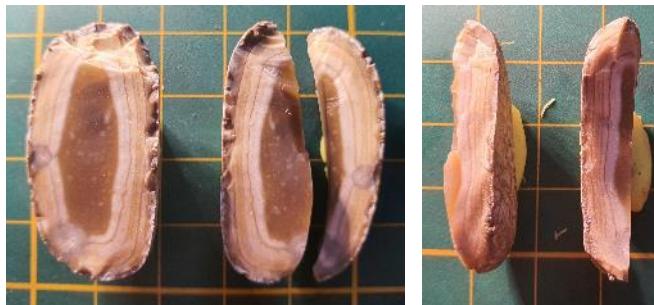


Fig. 70.

Het steentje vertoont 2 haaks op elkaar staande breuken.

De breuk tussen fragment 1 enerzijds en de fragmenten 2 en 3 anderzijds is bijna volkomen vlak en vertoont geen slaggolven. Aan de top heeft verbrijzeling plaats gevonden, de onderzijde vertoont slechts uitermate kleine beschadiging.

De breuk tussen fragment 2 en 3 vertoont ook verbrijzeling aan de top. Dit breukvlak vertoont wel enige welving maar geen herkenbare slaggolven.

Langwerpig steentje geslagen op de lange as op zwaar aambeeld met middelzware stenen hamer (5.3.5, links)

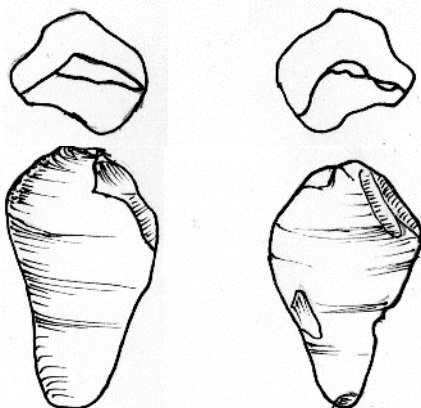


Fig. 71.

Er ontbreken een aantal kleine fragmenten. Op de top van het dunne fragment (rechts) is een flauwe slagkegel zichtbaar en de beide contactpunten vertonen verbrijzeling. De slagbult ontbreekt aan de top, aan de onderkant is op het linker fragment een slagbultnegatief zichtbaar. Slaggolven zijn op beide fragmenten duidelijk zichtbaar concentrisch om het contactpunt aan de top, op het linker fragment zijn flauwe slaggolven zichtbaar concentrisch om het contactpunt aan de onderzijde. De slaggolven van de top omvatten $4/5$ van de lengte, die van de bodem $1/5$.

Langwerpig steentje geslagen op de korte as op zwaar stenen aambeeld met middelzware stenen hamer (5.3.5, rechts)

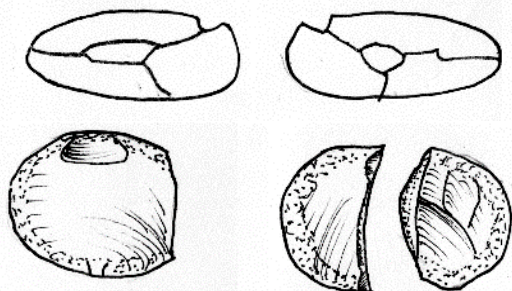


Fig. 72.

Een groot en enige kleine fragmenten missen. Het steentje vertoont twee nagenoeg haaks op elkaar staande breuken.

De eerste breuk loopt door het grote vlak. De slagkegel aan de onderzijde is te herkennen, geen slagbult maar wel duidelijke slaggolven. Aan de bovenzijde een korte afslag eindigend in een step.

Het twee breukvlak staat haaks op het eerste. Aan beide uiteinde verbrijzeling. Een groot gedeelte mist (oorspronkelijk bovenop het rechter fragment). Slagbult en de slaggolven ontbreken.

Langwerpig steentje geslagen op de lange as op zwaar aambeeld met lichte gewei hamer (bijlage 2)

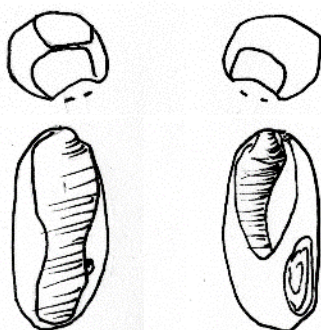


Fig. 73.

Allen het centrale fragment is bewaard gebleven. Aan de ene zijde (linker afbeelding) een breukvlak van de top met slagkegel, flauwe slagbult en duidelijke slaggolven eindigend in een feather. Aan de ander zijde (rechter afbeelding) een breukvlak met twee vlakken: één met geprononceerde slagkegel aan de top, flauwe slagbult en slaggolven eindigend in een feather en één ontspringend aan de top bij een iets naastgelegen contactpunt zonder verdere kenmerken.

Langwerpig steentje geslagen op de lange as op midden aambeeld met lichte geweihamer (5.3.6)

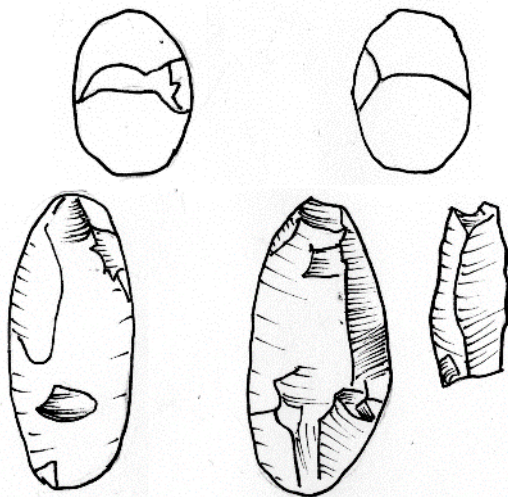


Fig. 74.

Enige fragmenten missen. Op het linker fragment is een duidelijk zichtbare slagkegel aanwezig aan de top, de onderzijde is meer verbrijzeld. De vage slaggolven zijn concentrisch om de kegel aan de top.

Langwerpig steentje geslagen op de lange as op midden aambeeld met ultralichte stenen hamer (5.3.8)

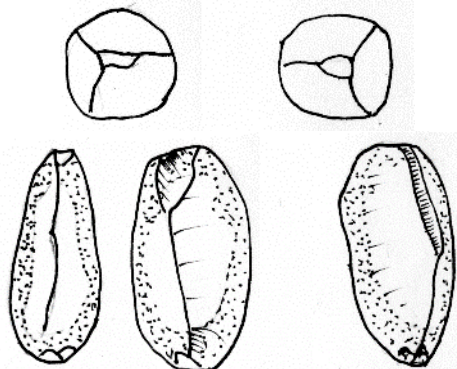


Fig. 75.

De drie fragmenten vormen nagenoeg het gehele eitje. De slagkegels zijn niet zichtbaar, kleine beschadigingen aan top en onderzijde zijn indicatie voor de contactpunten. De slaggolven op het grote breukvlak ontspringend aan de onderzijde zijn nauwelijks zichtbaar.

Langwerpig steentje geslagen op de lange as op licht aambeeld met ultralichte stenen hamer (5.3.12)

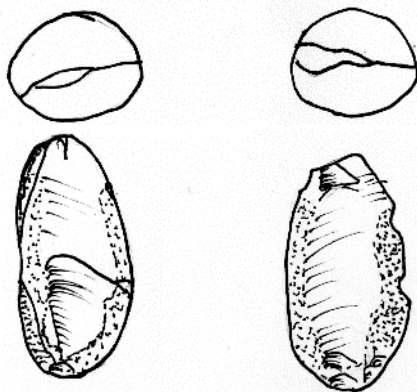


Fig. 76.

Er missen een paar kleine fragmenten aan de boven, onder- en linker zijde. De slagkegels zijn niet zichtbaar, die aan de onderzijde bevindt die zich mogelijk op het missende fragment. De contact punten kunnen worden herleidt a.h.v. de kleine beschadigingen aan top en onderzijde. De slaggolven lopen min of meer concentrische rondom het onderste contactpunt.

Bol steentje op midden aambeeld met lichte gewei hamer (5.4.6, links)

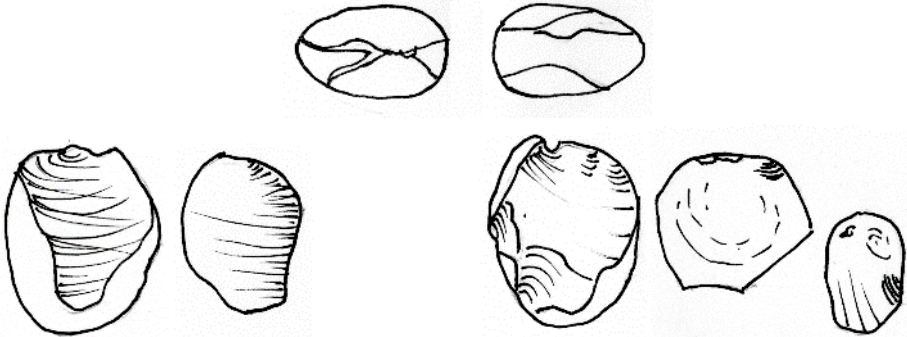


Fig. 77.

Het steentje vertoont 2 min of meer evenwijdige breukvlakken, beide ontstaan vanuit de top. Aan de ene zijde een flauw zichtbare slagbult en geprononceerde slagringen aan de andere zijde een tweetal minieme op een slagkegel lijkende structuren naast een slagbultnegatief, gezamenlijk uitlopend in een potlid-achtige slagbult. Aan dezelfde zijde een tweede slijtingsvlakje ontstaan vanuit de onderkant met geprononceerde slagring negatieven (het afgeslagen scherfje ontbreekt) en een derde breukvlak van de linkerzijde. Daar geen slagringen maar wel een duidelijke slagbult op de afgeslagen scherfje. Het is waarschijnlijk dat bij dit experiment het steentje is verdraaid en uit twee haaks op elkaar staande richtingen een slag heeft ontvangen.

Bol steentje op midden aambeeld met lichte gewei hamer (5.4.6, rechts)

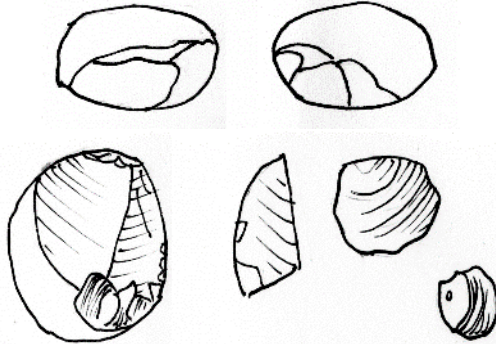
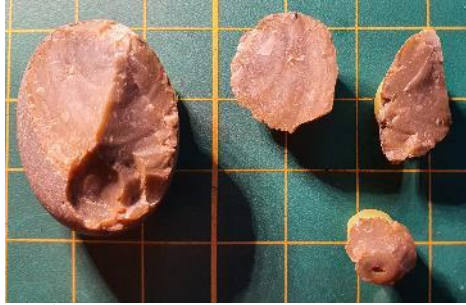


Fig. 78.

Het steentje vertoont 2 breukvlakken onder een hoek van ca. 120° en een krater bijna aan de onderzijde.

Het eerste breukvlak laat twee slagkegels zien aan de top (meest rechter fragment) een flauwe slagbult en geprononceerde slaggolven. Dit is een afslag eindigend in een feather.

Het tweede breukvlak ontspringt ook aan de top, de kegel ontbreekt de slagbult is diffuus en de golven zijn geprononceerd. Dit is een afslag die eindigt in de krater.

De krater is waarschijnlijk ontstaan vanuit het contactpunt aan de onderzijde.

Bol steentje geslagen op zwaar stenen aambeeld met middel zware stenen hamer (5.4.9)

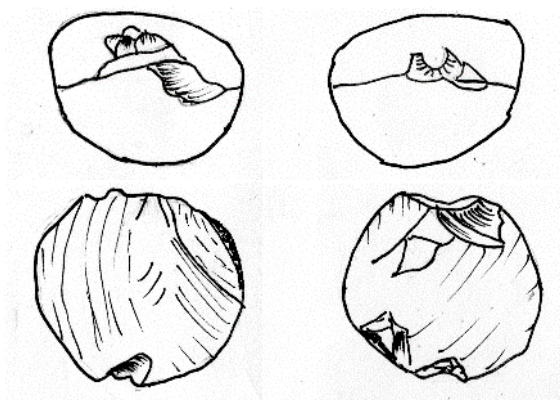
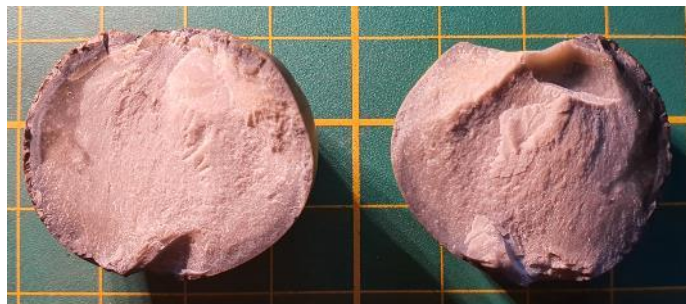


Fig. 79.

Enige kleine splinters zijn niet behouden. Aan beide uiteinden (boven en onder) zijn de slagkegels te identificeren. Het grote breukvlak vertoont zeer oppervlakkige slaggolven die zijn gevormd niet om één van de slagkegels maar een punt aan de zijkant.

Bol steentje geslagen op licht aambeeld met lichte geweihamer (5.4.10, links)

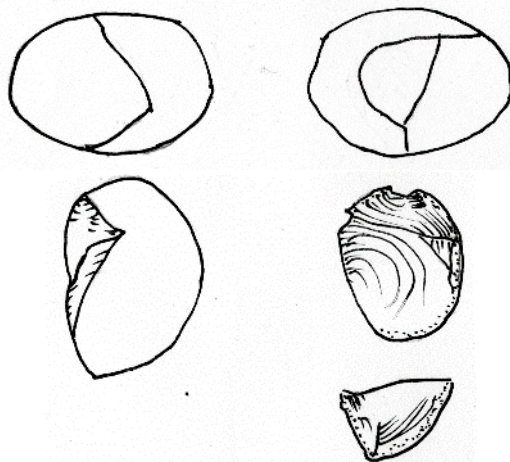


Fig. 80.

Het steentje vertoont 3 bijna haaks op elkaar staande breukvlakken die alle drie in een soort plat gedrukte Z-vorm abrupt eindigen. Deze Z-vorm is goed te zien op het linker fragment in de foto.

Het contactpunt aan de top vertoont een minimale slagkegel op het rechter fragment, geen slagbult en geen herkenbare slaggolven.

Het contactpunt aan de onderzijde heeft ook een soort slagkegel maar ook weer geen slagbult of slaggolven.

De beide uit de contactpunten ontspringende breukvlakken eindigen in het derde breukvlak. Dit derde breukvlak is mogelijk ontstaan bij een eerdere klap die niet heeft geleid tot volledige slijting. Op dit breukvlak is geen contactpunt te herkennen of andere kenmerken.

*Bol steentje geslagen op licht aambeeld met ultra lichte stenen hamer
(5.4.11)*

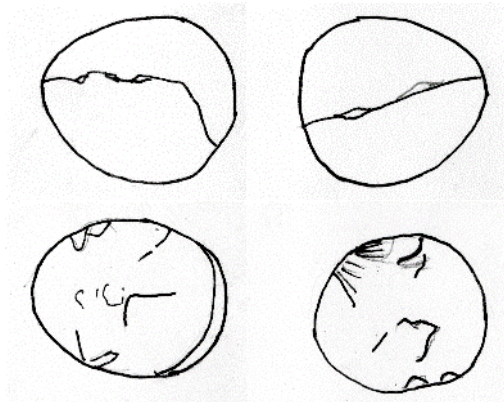
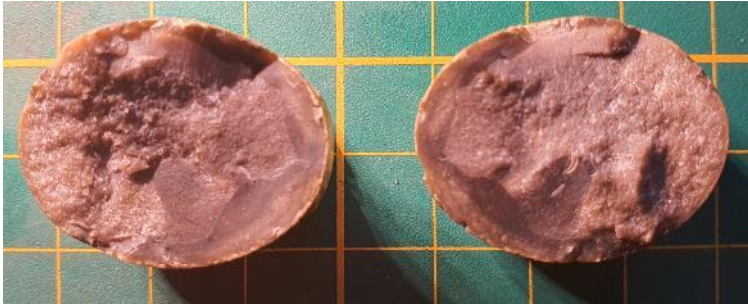


Fig. 81.

Het oorspronkelijke steentje is nagenoeg compleet met beide grote fragmenten. De slagkegels aan boven en onderzijde zijn met moeite te herkennen. De plaats van impact (en terugkaatsing) zijn zichtbaar door een paar zeer kleine beschadigingen. De slaggolven zijn niet zichtbaar mede vanwege een meer kristallijn gedeelte van het steentje.

Samenvatting waargenomen kenmerken

In de tabel op de volgende pagina zijn de waargenomen kenmerken verzameld.

Bij steentje zijn de mogelijkheden:

lang	langwerpig steentje geslagen op de lange as
kort	langwerpig steentje geslagen op de korte as
bol	bol steentje.

Na hamer en aambeeld is vervolgens per breukvlak de aanwezigheid van de slagkegel, -bult en -slaggolven weergegeven met een kwalitatieve waardering:

?	vermoedelijk op afwezig(e) fragment(en)
-	afwezig
+	vaag
++	normaal
+++	geprononceerd.

Opmerkingen:

- 1) Afslag eindigend in een feather
- 2) Slagkegel zichtbaar zonder breuk
- 3) Potlid-achtig
- 4) Slaggolven rond punt aan de zijkant

Nr. analyse	Steentje	Hamer	Aambee Id	Breukvlak Nr.	Top			Bodem			Opm.
					Slagkegel	Slaghuit	Slaggoeven	Slagkegel	Slaghuit	Slaggoeven	
7.1.1	lang	gewei	steen	1	?	?	+				1)
7.1.2	lang	steen	steen	1	?	?	++		?	?	-
7.1.3	lang	steen	steen	1	?	?	++		-	+	+
				2	?	?	+		-	+	-
7.1.4	kort	<u>ul</u> steen	zwaar	1	?	++	+		?	?	-
				2	?	?	-		?	?	-
7.1.5	kort	l gewei	midden	1	?	-	+		?	-	-
7.1.6A	kort	l gewei	licht	1	?	?	+		?	?	-
7.1.6B	kort	l gewei	licht	1	?	+	++				1) 2)
7.1.7	lang	l gewei	zwaar	1	?	+	+		?	-	-
7.1.8	lang	<u>ul</u> steen	zwaar	1	++	++	+		?	+	-
				2	++	++	+		-	-	-
				3	++	++	++				1)
7.1.9	lang	<u>ul</u> steen	zwaar	1	?	?	-		-	-	-
				2	?	?	-		-	-	-
7.1.10	lang	<u>mz</u> steen	zwaar	1	+	-	++		-	+	+
7.1.11	lang	<u>mz</u> steen	zwaar	1	-	-	+		+	+	++
				2	?	-	-		?	-	-
7.1.12	lang	l gewei	zwaar	1	++	+	++				1)
				2	+++	+	+				1) 2)
7.1.13	lang	l gewei	midden	1	+++	+	+		?	?	-
7.1.14	lang	<u>ul</u> steen	midden	1	?	-	+		?	-	+
				2	?	-	-		?	-	-
7.1.15	lang	<u>ul</u> steen	licht	1	-	-	-		?	+	++
7.1.16	bol	l gewei	midden	1	-	+	+++				
				2	+	+	3)		?	+	2) 3)
				3							1) 4)
7.1.17	bol	l gewei	midden	1	+	+	++				
				2	?	+	++				
7.1.18	bol	<u>mz</u> steen	zwaar	1	++	-	+		++	-	4)
7.1.19	bol	l gewei	licht	1	+	-	-				
				2					+	-	-
				3	-	-	-		-	-	-
7.1.20	bol	<u>ul</u> steen	licht	1	+	+	-		+	-	-

Analyse van de kenmerken

We kunnen de bovenstaande tabel gebruiken om te zien of verschillen in gebruikte hamers verschillen in kenmerken van de ontstane fragmenten opleveren. Zo wordt in algemene zin aangenomen dat harde hamers meer geprononceerde kenmerken opleveren. A.h.v. de bovenstaande tabel kan worden nagegaan of dit ook geldt voor dit experiment. We moet daarbij wel beseffen dat het aantal deel-experimenten opgenomen in de tabel niet erg groot is en dus alle conclusies met een slag om de arm worden gehanteerd, zeg maar als ‘indicatie voor’ moeten worden beschouwd.

AANTAL BREUKVLAKKEN				
HAMER	1	2	3	TOTAAL
Gewei	70%	10%	20%	10
Stenen	63%	27%	10%	11

SLAGKEGEL					
HAMER	-	+	++	+++	TOTAAL
Gewei	30%	40%	10%	20%	10
Stenen	50%	19%	31%	0%	16

SLAGBULT					
HAMER	-	+	++	+++	TOTAAL
Gewei	44%	56%	0%	0%	16
Stenen	60%	28%	12%	0%	25

SLAGGOLVEN					
HAMER	-	+	++	+++	TOTAAL
Gewei	42%	31%	16%	11%	19
Stenen	53%	28%	19%	0%	32

De kenmerken van alle breukvlakken, zowel top als bodem, zijn opgeteld en weergegeven in de tabellen. Het aantal wordt weergegeven in procenten, in de laatste kolom het totaal aantal deel-experimenten (aantal breukvlakken) of totaal aantal breukvlakken met dat kenmerk (slagkegel, -bult en -golven).

Bij slagkegels zijn alleen die splijtvlakken geteld waar de kegel aanwezig is of kon worden vastgesteld dat er geen kegel zichtbaar was. Alle splijtvlakken aan geduid met ‘?’ zij niet meegeteld omdat de evt. slagkegel zich zeer waarschijnlijk op een ontbrekend fragment bevond.

De bovenstaand percentages overziend moeten we concluderen dat er geen **duidelijke** indicatie is voor een relatie tussen de gebruikte hamer (gewei of steen) en de kenmerken van de resulterende fragmenten. Ook is er geen indicatie dat er verschil optreedt in het aantal splijtingsvlakken bij een gewei hamer of een stenen hamer.

De veronderstelling dat het gebruik van een stenen hamer duidelijker slagkegels, -bulten en -golven zouden opleveren vinden we niet terug in deze data. De data suggereren eerder het tegenovergestelde.

Conclusies

Het materiaal van het aambeeld en de hamer zijn van grote invloed: hout werkt niet, gewei alleen als hamer en dan nog alleen 'met steel', zodat voldoende kinetische energie wordt verkregen.

Splijting is het gemakkelijkst met stenen aambeeld en stenen hamer; door de geringe elasticiteit van steen is de energieoverdracht maximaal, ook bij lagere snelheid van de hamer. De kracht van de klap is belangrijk omdat bij een te harde klap het steentje de neiging heeft geheel te verbrijzelen

Het is belangrijk een goede line-up te realiseren: zwaartepunt hamer - contactpunt hamer-steen - symmetrieas steen - contactpunt steen-aambeeld. Dit voorkomt het zijwaarts wegspringen van de steen. Hierbij is het immobiliseren van de steentjes erg belangrijk.

Bij de gekozen werkwijze is het bij kleinere steentjes makkelijker om een aambeeld te hebben met een bolle zijde en een stenen hamer ook met een bolle zijde. Mogelijk dat minder goede resultaten van de gewei hamers bij deze experimenten mede zijn veroorzaakt door het ontbreken van een min of meer uniform bol oppervlak.

De zwaarte van het aambeeld heeft enige invloed, het zwaarste aambeeld is zeer succesvol met langwerpige steentjes, zowel geslagen op de korte as als de langste as. Opvallend is dat bij de bolle steentjes het lichte aambeeld het meest succesvol is.

Langwerpige steentjes zijn gemakkelijker te splijten dan bolle.

Voorts zijn de resultaten niet eenduidig. Waarschijnlijk is de detailgeometrie en de samenstelling van de steentjes en mogelijk mate van verweerdheid van de steentjes ook van grote invloed naast de (simpele) driedeling: langwerpig op de korte as; langwerpig op de lange as; bolvormig.

De resulterende brokstukken variëren nogal in bruikbaarheid. Langwerpige steentjes geslagen op de lange as en bolle steentjes leveren het vaakst bruikbare brokstukken op.

Er is geen duidelijke indicatie voor verschillen in kenmerken van de resulterende fragmenten en het gebruik van een gewei hamer of een stenen hamer. Ook is er geen indicatie voor een verschil in aantal splijtingsvlakken.

De veronderstelling dat het gebruik van een stenen hamer duidelijker slagkegels, -bulten en -golven zouden opleveren vinden we niet terug in deze data. De data suggereren eerder het tegenovergestelde.

Literatuur

Vonhof, Dick 2020, (in voorbereiding) Losse vondsten van vuurstenen artefacten: waardevol of niet?

Bijlage 1: Eerste verkennende deel-experiment

In deze sessie zijn alle steentjes geslagen op de langste as. Allereerst een paar foto's van de opzet van het experiment:



Fig. 1-1. De slachtoffers



*Fig. 1-2. Boven stenen aambeeld (417 gr.), maaseitje in klem en stenen hamer (555 gr.);
Onder links stenen aambeeld en geweihamer (340 gr.);
Onder rechts hamer en aambeeld (1.006 gr.) van gewei*



Fig. 1-3. Resultaat van steentje in opgesloten klem (hamerzijde boven).

En de eerste resultaten:





Fig. 1-4. Boven en midden: hard op hard; onder links zacht op hard; onder rechts zacht op hard na mislukken zacht op zacht

Deze fragmenten van het linker steentje boven het steentje in het midden en het linker steentje onder zijn geanalyseerd en getekend in hoofdstuk 7.

Conclusie: De combinatie van stenen aambeeld en stenen hamer is waarschijnlijk het meest effectief⁹, in de zin van het verkrijgen van splijting.

⁹ Dit was ook zeker te verwachten omdat steen minder vervormt tijdens de impact en minder elastisch is dan gewei en hout waardoor de overdracht van de kinetische energie van hamer op het steentje optimaal is.

Bijlage 2 Tweede verkennende deel-experiment.

In deze sessie zijn ook alle steentjes geslagen op de langste as.



Fig. 2-1. Geweihamers, resp. 1.006 (ook gebruikt als aambeeld), 793 en 340 g; stenen aambeelden/hamers, resp. 3.000+, 555, 417, 187 en 118 gr.



Fig. 2-2. Links de slachtoffers en rechts de resultaten van de 2^e sessie:
Links geweihamer 340 op aambeeld 3.000+ slijting na 1 klap;
Midden geweihamer 793 op aambeeld 3.000+ geen slijting na 10 klappen, slijting na 5 klappen met stenen hamer 417 op aambeeld 3.000+;
Rechts geweihamer 1.006 op aambeeld 3.000+ slijting vanuit aambeeld na twee klappen.

De eerste twee eitjes bleken te bestaan uit kwartsiet, de derde uit vuursteen. De kleinere ‘helften’ zijn tijdens de uitvoering van het experiment verbrijzeld. Het experiment is herhaald met drie andere steentjes.



Fig. 2-3. Links de nieuwe slachtoffers en rechts de resultaten:
Links 1 klap met gewei 340 op aambeeld 3.000+
Midden 2 klappen met gewei 793 op aambeeld 3.000+;
Rechts met gewei 1.006 op aambeeld 3.000+ geen slijting, vervolgens slijting na 2 klappen met gewei 793.

Het linker steentje is geanalyseerd en getekend in hoofdstuk 7.

Conclusie: Het gewicht van de hamer is minder belangrijk is dan het gebruik. De zwaarste gewei-hamer werd verticaal op het doel geslagen, de beide lichtere gewei-hamers werden horizontaal bij het uiteinde vastgehouden. Hierdoor kreeg het zwaardere hameruiteinde een veel hogere snelheid bij de klap dan de verticaal gehouden zware gewei-hamer. Hiermee is maar weer eens de waarde aangetoond van de formule voor de kinetische energie: $E=1/2 mV^2$.

Bijlage 3 Derde verkennende deel-experiment

In deze sessie is geslagen met stenen hamer 417 op stenen aambeeld 3.000+
De eerste is geslagen op de langste, de lengte-as, de tweede op de breedte-as
en de derde op dikte-as.



Fig.3-1. De drie +1 slachtoffers



Fig. 3-2. De resultaten:

Links op de lengte-as; midden op de breedte-as en rechts slachtoffer 4 op de dikte-as.

Bij de klap op de dikte-as bij slachtoffer 3 versplinterde de steen geheel,
daarom herhaald met slachtoffer 4.

Conclusie: op alle drie assen worden fragmenten verkregen. En bij alle drie
zijn de fragmenten deels geschikt om verder te bewerken tot knoop-
schrabbers.

