

**Een dubbele ver(r)assing**

**Smeltkroesjes uit de IJzertijd uit Tilburg Sportcomplex Spoordijk**

Huisman, Hans; Bach, Alicia; Joosten, Ineke; Ngan-Tillard, Dominique; van den Eynde, Guido

**Publication date**

2018

**Document Version**

Final published version

**Published in**

Jaarboek van de Nederlandse Archeologie 2017

**Citation (APA)**

Huisman, H., Bach, A., Joosten, I., Ngan-Tillard, D., & van den Eynde, G. (2018). Een dubbele ver(r)assing: Smeltkroesjes uit de IJzertijd uit Tilburg Sportcomplex Spoordijk. In *Jaarboek van de Nederlandse Archeologie 2017* (pp. 72-78). uitgever Pronk Producties.

**Important note**

To cite this publication, please use the final published version (if applicable). Please check the document version above.

**Copyright**

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download, forward or distribute the text or part of it, without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license such as Creative Commons.

**Takedown policy**

Please contact us and provide details if you believe this document breaches copyrights. We will remove access to the work immediately and investigate your claim.



## Een dubbele ver(r)assing SMELTKROESJES UIT DE IJZERTIJD UIT TILBURG – SPORTCOMPLEX SPOORDIJK



Afbeelding 1. Beeld van de veldsituatie. Foto: Frans van Nuenen.

Het was toeval. De archeologische begeleiding van de uitbreiding van het Tilburgse sportcomplex Spoordijk had slechts enkele sporen en vondsten uit de ijzertijd opgeleverd en was afgesloten. Frans van Nuenen, vrijwilliger in de archeologie, inspecteerde na afloop van de werkzaamheden echter nog eenmaal het terrein en vond in het talud van een nieuwe waterpartij een grote, zwarte vlek. De gemeente pakte de waarneming meteen op en liet een kleinschalige opgraving uitvoeren om de kuil te documenteren en de vondsten te bergen (afbeelding 1). Het bleek om een flinke kuil te gaan, vol met houtskool en prehistorisch aardewerk. Een <sup>14</sup>C-datering van verkoolde zaden maakte duidelijk dat de kuil stamt uit de tweede helft van de vijfde eeuw voor Chr. Vorm en versiering van het aardewerk uit de kuil onderstrepen deze datering in de midden-ijzertijd. Tussen het vondstmateriaal werd een aantal opvallende en onbekende voorwerpen aangetroffen: complete en gebroken, eivormige, holle objecten met een klein gat in de punt en een verglaasde buitenkant. Wat zijn dit?

Hans Huisman | Alicia Bach | Ineke Joosten |  
Dominique Ngan-Tillard en Guido van den Eynde

Onderzoek van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed en de faculteit Civiele Techniek en Toegepaste Aardwetenschappen van de TU Delft maakt duidelijk dat het heel bijzondere vondsten betreft. Er zijn slechts enkele parallellen bekend uit Nederland, Beegden, en uit het buitenland, Frankrijk,

Condé-sur-Ifs, Duitsland, Keulen en Aldenhove-Niedermerz, en Zwitserland. Ze zijn geen van alle onderwerp van uitvoerig natuurwetenschappelijke onderzoek geweest. Het onderzoek van de Keulse exemplaren maakt duidelijk dat ze mogelijk gebruikt werden om koperlegeringen te smelten. Op welke functie wijzen de Tilburgse vondsten?

### De Tilburgse vondsten geven nieuw inzicht in verschillende aspecten van de metallurgie in de ijzertijd

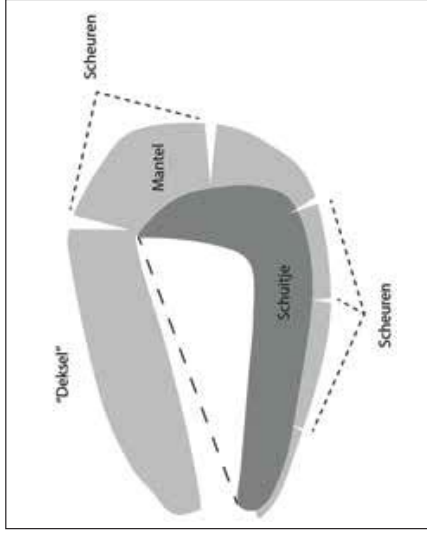
#### ‘EIEREN’

In totaal zijn resten van tenminste dertien eivormige objecten aangetroffen. Enkele ‘eieren’ zijn compleet en onbeschadigd, maar de meeste zijn gebroken en onvolledig bewaard gebleven. Ze meten ca. 9 bij 6 cm. Ze hebben in de punt een ronde opening met een doorsnede van ca. 7 mm (afbeelding 2). Het volume van de holte is 11 tot 17,5 cm<sup>3</sup>. De fragmenten laten zien dat de voorwerpen uit een aantal samenhangende delen bestaan. De kern wordt gevormd door een keramisch schuifje met een platte bodem. Het heeft aan de ene kant een schenktuitje en is aan de andere kant gesloten. Het schuifje wordt omringd



Afbeelding 2. Drie smeltkroesjes uit de midden-ijzertijd van Tilburg – Sportcomplex Spoordijk.





Abbeelding 3. Schematische doorsnede door één van de eivormige voorwerpen.



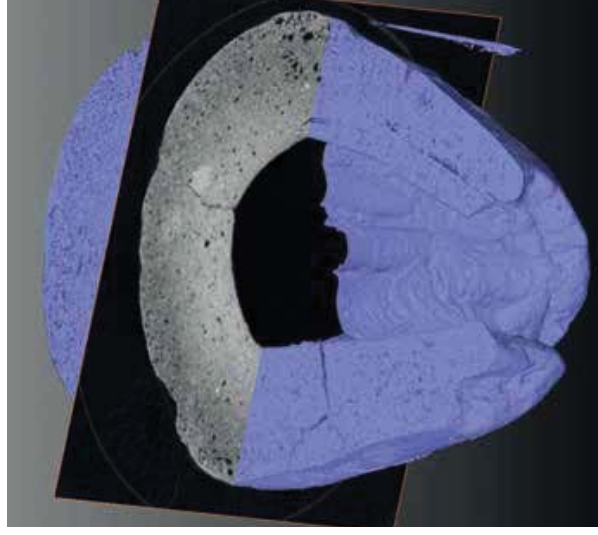
Abbeelding 4a. Doorsnede door een van de objecten, afgeleid uit micro-CT scan.



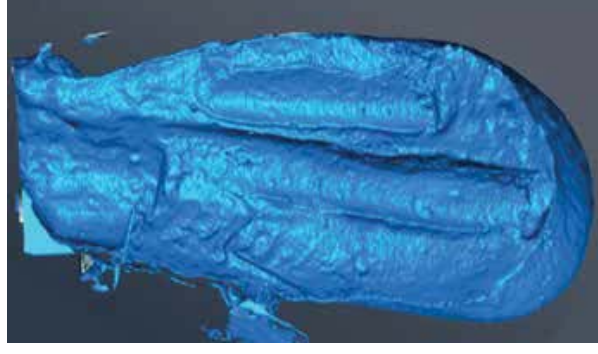
Abbeelding 4b. "Dekseltje" met afdrukken (nrs. 4 en 11).



Abbeelding 4c. "Dekseltje" met afdrukken (nrs. 4 en 11).



Abbeelding 4d. Afdrukken zichtbaar in een micro-CT scan (nr. 1).



Abbeelding 4e. Lego binnenruimte met afdrukken van opgerolde stukken plaat (nr. 1).

door een eivormige keramische mantel (afbeelding 3). De holle binnenruimte van het eivormige object wordt gevormd door het schuifje en door de mantel. Het deel van de mantel dat direct aan de bovenzijde grenst aan de binnenruimte, kan, tot slot, als een deksel worden beschouwd. Veel van de objecten vertonen aan de buitenkant langwerpige indrukken, waarschijnlijk van een grijptang. Soms zijn aan de buitenkant ook puntige indrukken zichtbaar, wellicht van tanden van een soort vork.

Het keramische deel van de 'eieren' is grijsbruin tot donkergrijs van kleur met hier en daar rode of groene vlekken. De buitenkant is bedekt met lichtgrijs, glasachtig materiaal. Dit laagje is bij sommige objecten niet dekkend. Waar het ontbreekt, is het zichtbare oppervlak van het keramiek soms oranje van kleur. Bij verschillende van de eivormige objecten zijn ijzerfragmenten ingebed in de buitenste, glasachtige laag. Meestal gaat het om dunne ronde plaatvormige stukjes. Bij sommige objecten zijn op het glasachtige materiaal rode of groene plekkjes te zien. Deze zijn met röntgenfluorescentiespectrometrie (XRF) chemisch geanalyseerd. Bij de rode vlekken bleek de gesmolten buitenkant koper te bevatten en dat bevestigt dat de objecten, zoals de Duitse parallellen, te maken hebben met de bewerking van koperlegeringen. Bij de groene vlekken gaat het om ijzer. Van enkele complete 'eieren' werd de binnenkant geïnspecteerd met een endoscoop. In één geval werd daarbij een witte, korrelige neerslag aangetroffen, waarschijnlijk stukjes slakmateriaal die op het gesmolten metaal hebben gedreven.

### SCANS

Bij een eerste visuele inspectie van de 'eieren' bleken in de deksels afdrukken van enkele gebroken objecten zichtbaar te zijn. Om deze afdrukken beter in beeld te brengen, en om te onderzoeken of ze ook aanwezig waren in de onbeschadigde 'eieren', zijn alle objecten onderzocht met een X-raymicro-CT scanner van de TU Delft. Met deze techniek, vergelijkbaar met de CT- of CAT-scans die in een ziekenhuis worden gemaakt, worden 3D-opnames gemaakt van objecten (afbeelding 4). Die kunnen dan op de computer vanuit alle richtingen en op uiteenlopende schaal worden bestudeerd en geanalyseerd. In een aantal van de complete 'eieren' werden op deze

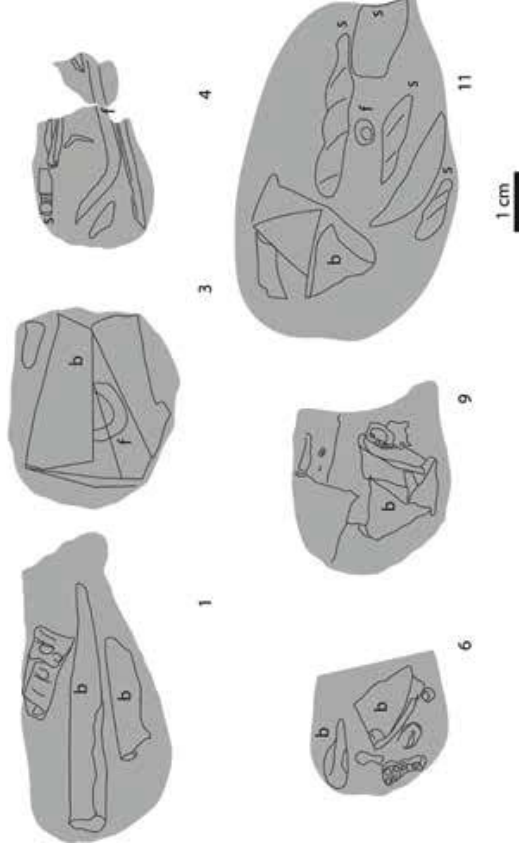
non-destructieve manier afdrukken gedocumenteerd die van buitenaf niet zichtbaar zijn. De foto's en 3D-opnames laten duidelijk zien dat de afdrukken afkomstig zijn van metalen objecten die in de deksels waren gedrukt (afbeelding 4 en 5). Hoewel niet alle afdrukken herkenbaar zijn, kunnen verschillende mantelspelden (fibulae) en stukjes van rechte en gedraaide staafjes worden geïdentificeerd. Opvallend is echter vooral de grote hoeveelheid afdrukken van opgerolde of opgevouwen stukken dun plaatmateriaal. Gelet op de aard van de afdrukken en de datering mag worden aangenomen dat de objecten alle bestonden uit een koperlegering. De voorwerpen zullen ongetwijfeld in de 'eieren' zijn gesmolten: het zijn dus smeltkroesjes.

## Een eerste grote verrassing waren de afdrukken in de dekseltjes van enkele gebroken objecten

Dat objecten van koperlegeringen tijdens de late prehistorie in Nederland werden gerecycled, werd al vermoed: smeltkroesjes, gietvormen en schrootdepots uit de bronstijd en de ijertijd zijn eerder gevonden. Die vondsten sluiten echter niet uit dat schroot alleen werd verzameld om te worden verhandeld, terwijl gietvormen ook uitsluitend gebruikt kunnen zijn voor de verwerking van 'verse' geïmporteerde grondstoffen. De afdrukken van schroot in de Tilburgse smeltkroesjes vormen het eerste directe bewijs dat ter plaatse objecten van koperlegeringen – zoals brons – werden omgesmolten.

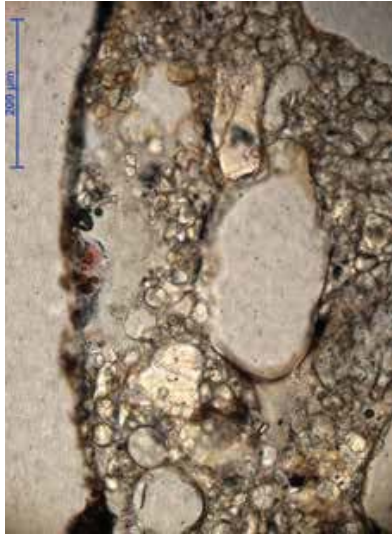
### KETELS EN EMMERS

Het zijn vooral de stukjes plaatmateriaal die de aandacht vragen. Een fragment lijkt ovaal te zijn geweest en in vieren gevouwen. Mogelijk gaat het om een stuk dat is gebruikt als reparatie van een ketel of emmer. Ook de andere plaatfragmenten zijn

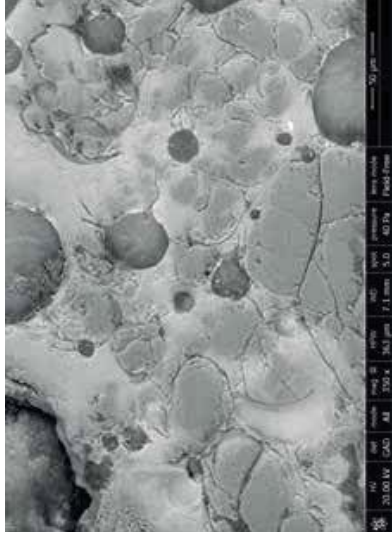


Abbeelding 5. De indrukken die zichtbaar zijn in afgebroken dekseltjes (nrs. 3, 4 en 11) en in micro-CT scans van nog steeds dichte kroesjes (nrs. 1, 6 en 9); (b = blik, f = fibula; s = (gedraad) staafje).

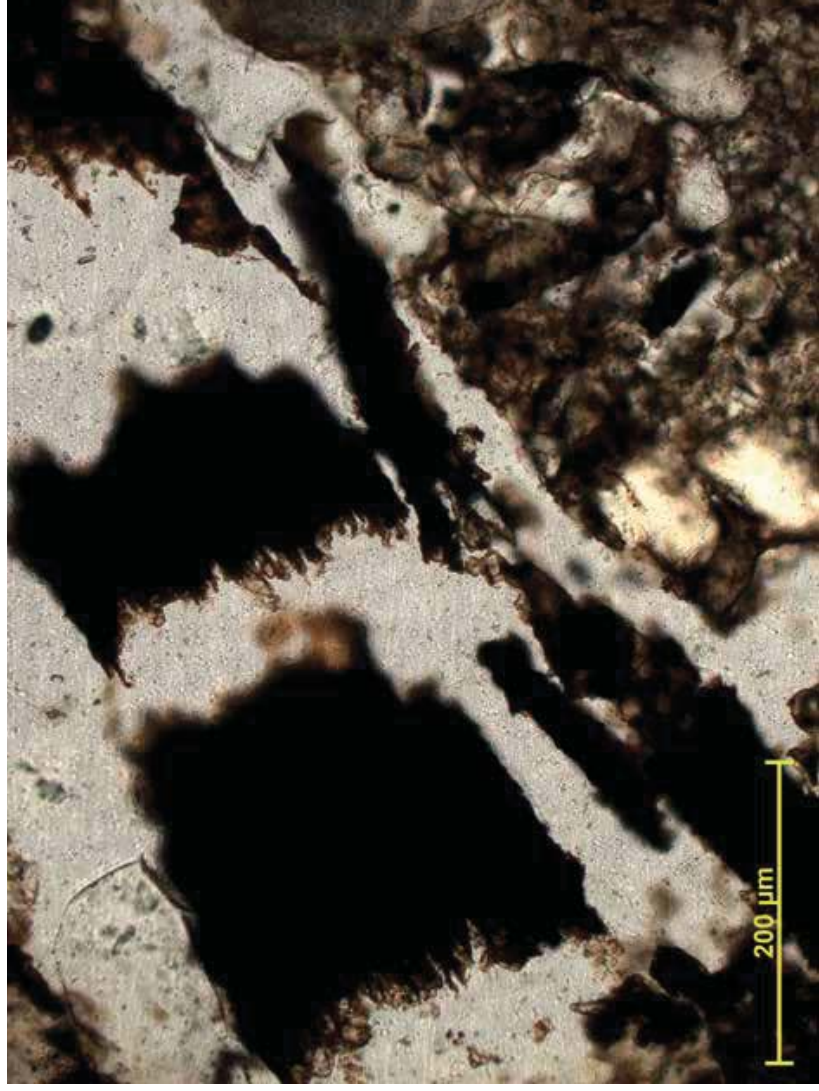




Abbeelding 6a: Microscopische foto van een slijplaat van de buitenkant van één van de kroesjes (nr. 11). Alleen siltkorrels en gesmolten materiaal (glas) zijn zichtbaar. De rode vlek middenboven is waarschijnlijk het gevolg van het oplossen van kleine hoeveelheden koper in het glas.

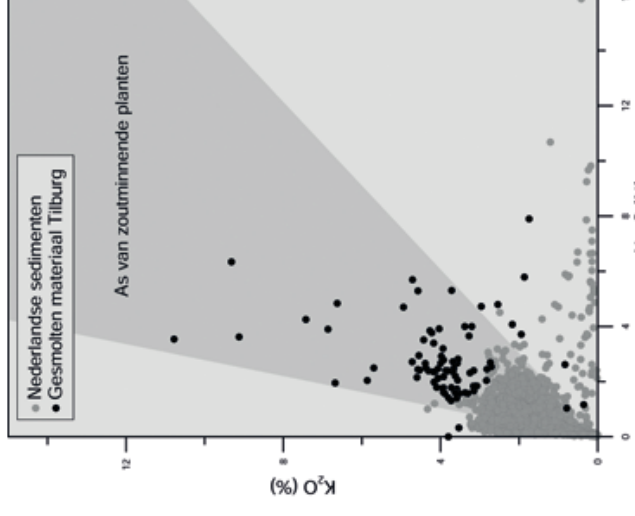


Abbeelding 6b: Teugetteerd elektronen beeld van een slijplaat, waarin het glas (lichtgrijs) zichtbaar is tussen de siltkorrels (donkergrijs).



Abbeelding 6c: Verkoold fragment van plantaardige magering (beelde nr. 13).

verschillende keren strak omgevouwen maar de vorm is niet meer herkenbaar. Mogelijk waren dit ook reparatiestukken van een ketellapper. Het voorkomen van de vele afdrukken van plaatmateriaal is verrassend. Uit Nederland zijn namelijk uit de ijzertijd slechts negen objecten van plaatmateriaal bekend: zes ketels of emmers (situlae) die in graven zijn teruggevonden en drie soortgelijke objecten opgebaggerd uit rivieren. De meeste hiervan stammen uit de vroege ijzertijd. Aangenomen wordt dat dit objecten zijn die van ver zijn geïmporteerd en als prestigeobjecten een bijzondere rol speelden in het sociale verkeer. De afdrukken in de Tilburgse 'eieren' van reparatiestukken voor bronzen emmers of ketels kunnen verschillende dingen betekenen. Ofwel is een emmer of ketel met reparatiestukken in Tilburg ontmanteld en omgesmolten;



Abbeelding 7: Samenstelling van gesmolten materiaal uit de Tilburgse smeltkroesjes, vergeleken met de samenstelling van Nederlandse sedimenten en van de as van zoutminnende planten.

plaats was het de vraag of in de smeltkroesjes nog resten van gesmolten metaal aanwezig zijn. Door die te analyseren kan worden bepaald welke legeringen verwerkt zijn. In de tweede plaats was onduidelijk uit welke grondstof de smeltkroesjes bestaan. Tijdens de eerste fase van het onderzoek was al opgevallen dat de eivormige smeltkroesjes waren opgebouwd uit een niet alle-daags materiaal. De buitenkant is verglaasd en zit vol gasbellen terwijl de binnenkant er korrelig en poreus uitziet. Ook was niet duidelijk of de schuifjes en de mantel van hetzelfde materiaal zijn gemaakt. De buitenkant doet denken aan mestslakken die bekend zijn uit de bronstijd van West-Friesland en uit het noordelijk terpengebied in de ijzertijd. De werkhypothese was daarom dat de smeltkroesjes in mest verpakt waren geweest. De werkelijkheid bleek nog verrassender.

Het materiaal van de smeltkroesjes bleek vooral te bestaan uit fijne kwartskorrels (afbeelding 6). De korrels worden bij elkaar gehouden door een doorzichtige glasachtige massa die vooral aan de buitenkant van de kroesjes goed zichtbaar is. Soms, en dan vooral aan de binnenkant, is plantaardige magering herkenbaar. Waar bij gewoon aardewerk onder de microscoop vooral gemagerde klei te zien is, ontbreekt klei in deze monsters schijnbaar volledig. Chemische analyse met een Energie Dispersieve X-ray (EDX) detector in een Scanning Elektronen microscoop (SEM) toont aan dat het glasachtige materiaal tussen de kwartskorrels vooral rijk is aan silica, aluminium, natrium, magnesium en kalium. Een dergelijke samenstelling kan alleen bereikt worden als fijne klei gemengd werd met as die afkomstig was van zoutminnende planten zoals zeekraal en/of zeewier (afbeelding 7).

### BEETJE VREEMD?

Het gebruik van as van zoutminnende planten is niet onbekend uit het verleden. Het was in het Middellandse Zeegebied en in grote delen van Europa één van de grondstoffen die in de

bronstijd werd gebruikt voor het vervaardigen van glas en van faience. De as verlaagde de smelttemperatuur van kwarts en andere mineralen, zodat deze mineralen met de technologie van die tijd konden worden gesmolten. In de ijzertijd komt voor dit doel voor het eerst minerale soda beschikbaar en verdwijnt het gebruik van zoutminnende planten in Europa. Tenminste, dat werd gedacht tot de vondst van de Tilburgse eieren.

Prehistorische faience werd gemaakt door een mengsel van fijn zand (of silt), as van zoutminnende planten en een kleurstof te verhitten. De toevoegingen (of flux) vormden samen met de deels gesmolten kwarts een glasachtige massa die de korrels met elkaar verbindt. De in de Tilburgse smeltkroesjes toegepaste techniek vertoont parallellen hiermee, maar er zijn ook verschillen. In de eerste plaats werd in Tilburg de as gemengd met fijne klei: een combinatie die niet is aangetroffen in prehistorische faience. En het lijkt er op dat in Tilburg het smelten en de vorming van glas alleen aan de buitenkant van de smeltkroesjes volledig heeft plaats gevonden. Aan de binnenkant van de smeltkroesjes, waar de temperatuur het laagst geweest moet zijn, zijn slechts kleine stukjes van het mengsel van as en klei gesmolten. Het is waarschijnlijk dat later, in de dichtgegooidde kuil, de nog aanwezige, niet gesmolten asresten zijn uitgespoeld. Vandaar de poreuze en korrelige aanblik van de binnenkant van de smeltkroesjes.

### HITTE

De Tilburgse "eieren" zijn de eerste smeltkroesjes waarin het gebruik van faience-achtige technieken is herkend. Om te begrijpen waarom deze techniek is toegepast, en niet "gewone" klei, is het goed iets meer weten over het gebruik van smeltkroesjes. De oudste smeltkroesjes stammen uit de bronstijd en deze werden van boven verhit. Het waren exemplaren met een relatief wijde opening, waarin erts en/of schroot op de bodem werd gelegd en werd afgedekt met houtskool. Door de brandende houtskool met een blaasbalg te verhitten werd het erts en/of metaal heet genoeg om te smelten, afhankelijk van de legering 900 tot 1200 °C. In deze configuratie lagen de hoogste temperaturen bij het metaal, maar soms straalde de hitte zo ver uit dat ook het oppervlak van de smeltkroes smolt. In de ijzertijd werd overgestapt op smeltkroezen die rondom werden verhit. Het erts en/of schroot werd in een kroesje gedaan en dit werd vervolgens in een zeer hete oven geplaatst. Bij deze werkwijze werd de buitenkant van het smeltkroesje het heetst en deze hitte moest worden doorgegeven naar de binnenkant om daar temperaturen te bereiken waarbij het metaal smolt. In tegenstelling tot de smeltkroezen die van boven werden verhit, werden de van buiten verhitte smeltkroezen daarom door en door en op een hogere temperatuur verhit, om zo het metaal aan de binnenkant te kunnen smelten. Het materiaal waarvan de kroesjes gemaakt werden, moest in de ijzertijd daarom veel beter tegen hoge temperaturen kunnen dan in de bronstijd. Een voldoende hittebestendige klei komt echter maar op enkele locaties in Europa voor, zoals in Cornwall en bij de Vogelsberg in Duitsland. De meeste andere kleien scheuren of smelten al rond 1100 °C, dicht bij de temperaturen die nodig zijn om veel koperlegeringen te smelten. Omdat de hittebestendige kleien pas aan het einde van de ijzertijd breed beschikbaar kwamen, waren metaalbewerks gedurende een



# Heilige grond OPGRAVINGEN BIJ HET BRABANTSE HAPS



Het Noord-Brabantse plaatsje Haps is voor Nederlandse archeologen heilige grond. In de jaren zestig van de vorige eeuw vonden op Kamps Veld in Haps de eerste grootschalige opgravingen in Zuid-Nederland plaats van grafvelden en nederzettingen uit de late prehistorie. De resultaten werden in 1974 in de vorm van een voorbeeldig proefschrift gepubliceerd door de Leidse archeoloog Jan Verwers. In de grote hoeveelheid sporen wist Verwers verschillende huisplattegronden uit de ijzertijd te onderscheiden die een grote onderlinge overeenkomst vertonen. De tweeschepige boerderijen staan tot op de dag van vandaag bekend als woonstalhuizen van het type Haps.

Door Tom Hos en Susanne Hos

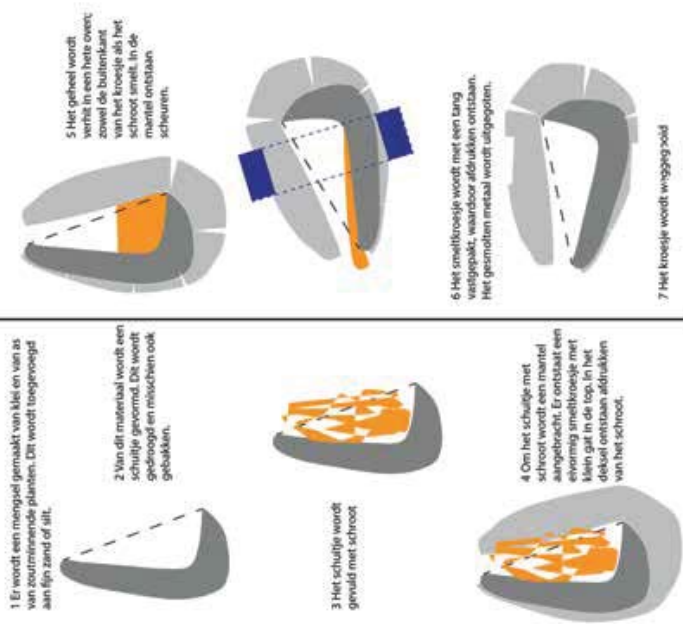
Sinds de jaren zeventig heeft het grootschalige nederzittingsonderzoek in oostelijk Noord-Brabant een hoge vlucht genomen. Huizen 'van het type Haps' zijn op verschillende plekken gevonden en maken tegenwoordig deel uit van een lange reeks van

De tweeschepige boerderijen staan tot op de dag van vandaag bekend als woonstalhuizen van het type Haps

in tijd opeenvolgende huistypen, van de midden-bronsrijd tot en met de volle middeleeuwen. Ook van de pre- en protohistorische nederzettingvormen in het Brabantse zandgebied weten we intussen veel. Haps werd door archeologen sinds het onderzoek van Verwers niet meer aangedaan. Dat veranderde in 2015 met de uitvoering van verschillende plannen van de gemeente Cuijk. De gemeente nam het initiatief tot de ontwikkeling van een industrieterrein van 70 hectare op Laarakker, een akkergebied gelegen bij de afrit Haps van de A73. Op een deel van het terrein



Abbeelding 1. Overzicht van de opgraving.



Abbeelding 6. Schematische tekening van het vervaardigen en gebruik van de eivormige smeltkroesjes.

## VOORUITZICHT

De Tilburgse vondsten en de daarop uitgevoerde analyses geven een nieuw inzicht in de metallurgie in de ijzertijd. Ze leveren het eerste directe bewijs voor het recycleren van koperlegeringen in Nederland en ze onthullen welke soorten objecten werden gerecycled. Ook laten ze een technologie zien die verwant is aan het vervaardigen van faience. Deze techniek is noch in Nederland, noch elders in de wereld bekend; noch in metallurgische keramiek, noch in andere toepassingen. Het onderzoek verdient een vervolg. Tussen in het verleden opgegraven vondsten uit de ijzertijd kunnen tot nog toe niet herkende fragmenten van eivormige of andere smeltkroesjes aanwezig zijn die meer of minder vergelijkbaar zijn met de Tilburgse vondsten. Behoorde dit type smeltkroes en de daaraan gekoppelde technologie tot het gangbare repertoire van de lokale smid uit de ijzertijd? Of waren er reizende smeden in het spel die deze bijzondere kennis met zich meebrachten? Omdat uit dezelfde periode ook open smeltkroesjes bekend zijn, is het de vraag of de eivormige kroesjes speciaal bedoeld waren voor het verwerken van schroot of voor het verwerken van bepaalde legeringen. Andere typen smeltkroes hadden wellicht een andere functie of waren voor het smelten van andere legeringen bedoeld.

## PRODUCTIEWIJZE

Hoe werden de Tilburgse smeltkroesjes nu gemaakt en gebruikt? Op basis van het onderzoek kunnen we in ieder geval de volgende stappen reconstrueren (afbeelding 8). In de eerste stap werden één of meer schuifjes gemaakt. Die werden gedroogd of gebakken om ze verder te kunnen verwerken. In een tweede stap werd het schuifje gevuld met een kleine hoeveelheid schroot. Vervolgens werd in stap drie de mantel aangebracht rondom het schuifje en het schroot en werd het geheel goed aangedrukt. In het deel van de mantel die boven het schroot zat – het deksel – ontstonden daarbij afdrukken van het schroot. In stap vier werd het geheel sterk verhit, waarschijnlijk in een oven met blaasbalg. Daarbij werd het kroesje gebakken en smolt de buitenkant, terwijl het metaal in het kroesje ook smolt. In gesmolten staat, in stap vijf, werd het hete ei met een ijzeren tang uit de oven gehaald en werd het gesmolten metaal eruit gegoten. Omdat in Tilburgse vondstcomplex restanten van mallen, gietproppen of gietkanalen ontbreken, is het mogelijk dat er baartjes en geen objecten gegoten werden. Ten slotte, in de zesde en laatste stap zes, werden de gebruikte smeltkroesjes weggegooid. Ze waren namelijk niet opnieuw bruikbaar.

Met dank aan: Frans van Nuienen voor de vondstmelding; Transsect B.V. voor het veldwerk; Erik Drenth (BAAC) voor de aardewerkdeterminatie; Bertil van Os (RCE) voor de XRF-analyses; Martin Meffert (Provincie Noord-Brabant) voor de toestemming voor het (destructieve) onderzoek met behulp van slijplaten; en Mario van IJzendoorn (RCE) voor het impregneren van de fragmenten, het maken van slijplaten en het fotograferen van de voorwerpen. ■