

# Een oog voor de archeoloog

De waarde van boormethoden uit de geotechniek voor de archeologie

Drs. M. Hissel

Amsterdams Archeologisch Centrum  
Universiteit van Amsterdam

Dr. H. van Londen

Amsterdams Archeologisch Centrum  
Universiteit van Amsterdam

Ing. L. Tiggelman

GeoDelft, Delft

Dr. J.K. van Deen

GeoDelft, Delft

Het Europese verdrag van Valletta (1992) is bepalend voor het huidige archeologiebeleid in Nederland. Het verdrag heeft als doelstelling archeologische waarden te beschermen, zo mogelijk ter plaatse in de bodem. De Nederlandse regelgeving schrijft daarom sinds kort voor dat voorafgaande aan bouwwerkzaamheden bepaald moet worden of er archeologische waarden in de ondergrond aanwezig zijn: het zogenaamde inventariserend archeologisch onderzoek. De resultaten van dat onderzoek moeten een uitspraak mogelijk maken of er archeologische waarden aanwezig zijn, en welke dat dan zijn. Dat leidt dan weer tot een beslissing of de bouw kan aanvangen (eventueel met beperkende voorwaarden) of dat er opgegraven moet worden.

Door het Verdrag van Valletta wordt nu veel vaker archeologisch onderzoek uitgevoerd dan vroeger. Om innovaties in de sector te bevorderen heeft Senter, het agentschap van het ministerie van Economische Zaken op innovatiegebied, in 2002 een stimuleringsprogramma Technologie en Archeologie ingesteld, vanuit de gedachte dat het archeologische erfgoed in Nederland beter ontsloten en beheerd kan worden door nieuwe toepassingen van (bestaande) technologieën uit andere vakgebieden.

In de geotechniek zijn in de loop van de jaren verschillende boortechnieken ontwikkeld die mogelijk waarde zouden kunnen hebben voor het inventariserend onderzoek. Het Amsterdams Archeologisch Centrum van de Universiteit van Amsterdam en GeoDelft vonden elkaar in een project om de kwaliteit van geotech-

## SAMENVATTING

Het verdrag van Valletta heeft als doelstelling archeologische waarden te beschermen, zo mogelijk ter plaatse in de bodem. Voorafgaande aan bouwwerkzaamheden moet daarom bepaald worden of er archeologische waarden in de ondergrond zitten. Traditioneel worden in de archeologie vooral de guts- en de Edelmanboor toegepast. Technieken uit de geotechniek zouden er een meerwaarde kunnen hebben. Aan de hand van drie veld-vergelijkingen is de waarde van verschillende boortechnieken beoordeeld aan de hand van een aantal archeologisch-inhoudelijke en een aantal logistieke criteria.

nische boorsystemen en werkwijzen voor de archeologische vraagstelling van het inventariserend onderzoek te kwantificeren.

Tot op heden zijn bij archeologisch inventariserend veldonderzoek de guts- en de Edelmanboor de meest toegepaste boortechnieken. Die systemen zijn toepasbaar tot betrekkelijk geringe diepte, het is lichamelijk belastend werk en de interpretatie in weer en wind is uitvoerder- en weersafhankelijk. Voor het zoeken naar vondsten als stukjes vuursteen, botjes of houtskool-partikels die door zeven van het boormateriaal worden gevonden, is het type boormethode niet zo kritisch. Naast 'vondsten' is de archeoloog echter ook geïnteresseerd in het opsporen van bewoningslagen. Bewoningslagen kenmerken zich door veel subtielere kenmerken zoals laagsgewijze verkleuringen en vragen dus meer ongestoorde monsters. Qua schaalgrootte is het eerstvolgende alternatief om archeologische waarden in de grond te ontdekken, het graven van proefputten of proefsleuven, met een omvang op meterschaal. Dat is duur, en vanuit archeologisch perspectief 'meer destructief'.

### WAT WIL DE ARCHEOLOOG ZIEN?

In de Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie wordt inventariserend veldonderzoek omschreven als *onderzoek ten behoeve van het verwerven van informatie over archeologische waarden door middel van waarnemingen in het veld, als aanvulling op en toetsing van bureauonderzoek*. Uit de bepaling van de waarde volgen aanbevelingen over de keuze

'vrijgeven van het terrein', 'opgraven' of 'behoud in situ' en over beheersmaatregelen op de korte en de lange termijn.

De archeologische waarde van een locatie wordt door verschillende aspecten bepaald. Allereerst is het natuurlijk de vraag of er überhaupt iets ligt. Daarna komen de vragen wat er dan precies ligt: vragen over het type complex (grafveld, nederzetting, ...), de uitgestrektheid in de diepte en in horizontale zin, de conserveringsstoestand, de gaafheid, de datering en de bodemopbouw. Om over deze aspecten een uitspraak te kunnen doen, wordt er in de boringen (of in de proefput) gezocht naar indicatoren. De meest voor de hand liggende indicator bestaat uit vondstmateriaal zoals aardewerk, vuursteen, houtskooldeeltjes, botjes, graankorrels en andere objecten. Naast deze 'tastbare' indicatoren kan er ook gezocht worden naar sporen zoals die van oude greppels, palen en verkleuringen van de bodem ('cultuurlaag') die geïnterpreteerd kunnen worden als 'antropogeen', door mensenhand veroorzaakt. Tenslotte zijn er kenmerken die alleen microscopisch of door chemische analyse te vinden zijn, zoals de aanwezigheid van sporenelementen die kunnen wijzen op vroegere bemesting, en de bodemmicromorfologie die aanwijzingen geeft voor vroeger bodemgebruik. Afhankelijk van het type indicator waar naar gezocht wordt, is een meer of mindere verstoordheid van een boormonster acceptabel.

Het achterliggende doel van het inventariserend veldonderzoek is om eventueel aan-



↑ **Figuur 1** Locaties van het onderzoek

wezige archeologische waarden in de locatie daadwerkelijk te vinden en een rationele beslissing te kunnen nemen met betrekking tot vrijgeven, opgraven of ter plaatse bewaren. Daarbij zijn twee begrippen van belang: de trefkans en de vindkans. De trefkans is de kans dat een archeologisch complex geraakt wordt met boringen. In principe geldt natuurlijk: hoe meer boringen, hoe groter de kans; maar ook: hoe hoger de kosten. Het type complex bepaalt wat de meest geëigende boorstrategie is. In een parallel onderzoek door Archeologisch Adviesbureau RAAP is hier een aanbeveling over gedaan (Tol 2004; kort beschreven in COB 2004).

Al wordt een vindplaats geraakt met een boring, dan is het nog niet gezegd dat die vindplaats ook herkend wordt in die boring. Er moet in de boring een archeologische indicator zitten die duidt op de aanwezigheid van een archeologisch complex. Of deze archeologische indicator ook daadwerkelijk als zodanig herkend wordt, is afhankelijk van de vindkans en de waarnemingskans. Een grote-diameterboor heeft een groter volume en leidt tot een hogere vindkans. In een sterk verstoorde boorkern ziet de interpretator allicht een vage indicator over het hoofd die in een hoge kwaliteit boring overduidelijk zou zijn. In het hier beschreven onderzoek gaat het over deze waarnemingskans. Het gaat daarmee over de betrouwbaarheid van de interpretatie van de boorkernen.

Niet alleen de boring op zichzelf of de boortechniek is bepalend voor de kwaliteit van het eindresultaat. Ook de wijze van analyse en documentatie van de boorkernen is van belang en de stappen in het gehele werkproces van het boren zijn daarom in de beschouwing meege-

nomen. Om af te kunnen wegen of de toegevoegde waarde van een bepaalde boortechniek de moeite waard is, zijn ook de logistieke aspecten en kosten in de beschouwing betrokken.

#### PROEFVELDEN

Ter uitvoering van het experimentele onderzoek is op drie locaties in Nederland geboord met vijf verschillende boorsystemen (figuur 1). De drie locaties zijn gekozen als representatieve voorbeelden van bodemomstandigheden waar de archeologen in Nederland mee geconfronteerd worden. De locaties waren bekend uit eerder archeologisch onderzoek en er is dus bekend wat er bij inventariserend onderzoek gevonden zou moeten worden.

In de Broekpolder bij Heemskerk (Noord-Holland) is op een grote VINEX-locatie een wijkpark van 6 ha ingericht, dat de status heeft van Archeologisch Monument. In de bodem bevinden zich overblijfselen van menselijk handelen vanaf tenminste de Vroege of Midden Bronstijd (2.000 voor Chr.) tot aan heden. Het betreft sporen van uiteenlopende aard, zoals nederzettingssporen, kuilen, akkers en perceel-scheidingen. De sporen bevinden zich in verschillende lagen in een pakket van ongeveer 2 m. Het pakket bestaat uit primariene afzettingen van zand en klei op een oude zandduinafzetting.

De tweede locatie is de Harnaspolder ten westen van Delft, waar een nieuwe afvalwater zuiveringsinstallatie wordt aangelegd. De onderzoekslocatie is de Noordhoornstrandwal die in 2001 is aangetroffen tijdens een karterend onderzoek in het kader van deze aanleg. Het betreft een noordoost-zuidwest georiënteerd zandlichaam van ongeveer 150 bij 50 m. De strandwal is overdekt geraakt met klei en veen. Boormonsteronderzoek op de strandwal heeft diverse archeologische indicatoren opgeleverd, zoals vuursteen, bot,

aardewerk en verkoolde graankorrels; het zijn de restanten van een neolithische vindplaats van circa 3.900 tot 3.500 voor Chr. Het huidige maaiveld ligt op NAP -0,8 m, de top van de (geërodeerde) strandwal op NAP -3,3 m. Op de flanken van de strandwal is tot NAP -5,2 m archeologisch vondstmateriaal aangetroffen. Om bovengenoemde overblijfselen in kaart te kunnen brengen, moet dus tenminste 4 tot 5 m diep geboord worden.

De locatie Beugen-Zuid (Boxmeer, Noord-Brabant) is in 2001 en 2003 met proefsleuven onderzocht. Er zijn bewoningssporen aangetroffen van de Bronstijd tot en met de Middeleeuwen, sporen van oude wegtracés en een groot urnengrafveld, dat (vooralsnog) gedateerd is tussen de Late Bronstijd en de Late IJzertijd.

De bodemopbouw bestaat uit een bouwvoor, in dikte variërend van 0,4 tot 0,6 m, met daaronder een rivierleempakket op een fluviaal pakket van zand- en grindbanken. Het leempakket is sterk 'verbruind' als gevolg van intensieve bioturbatie en heeft een wisselende dikte van 0,6 tot 1,0 m en meer. In principe zouden de sporen uit de verschillende perioden direct onder de bouwvoor in het leempakket herkenbaar moeten zijn. Door de sterke mate van bioturbatie in de vruchtbare, lemige grond zijn de sporen echter vaak pas op een dieper niveau zichtbaar, of zelfs helemaal niet meer te herkennen. Om de archeologische overblijfselen op een locatie als deze goed te ontsluiten, moet het terrein in verschillende vlakken opgegraven worden. De belangrijkste kenmerken van de drie proefgebieden zijn vermeld in tabel 1.

Op elk van de drie locaties is een raai met vijf of tien boorpunten uitgezet. Op elk punt is met elk boorsysteem een boring gezet, zodat de boorkernen van de vijf boorsystemen vergeleken konden worden. Archeologisch Adviesbureau RAAP heeft de handmatige guts-

Vindplaats	Broekpolder	Harnaspolder	Beugen-Zuid
Locatie (gemeente)	Heemskerk/ Beverwijk	Schipluiden (bij Delft)	Boxmeer (NB)
Complex	Nederzettingssporen, akkers	Bewoonde strandwal	Bewoning, grafveld
Landschap	Holoceen	Holoceen	Pleistoceen
Gelaagdheid	Meervoudig	Meervoudig	Enkelvoudig
Ligging (< of > 1 m onder mv)	Ondiep én diep	Ondiep én diep	Ondiep

↑ **Tabel 1:** De variabelen van de drie proefgebieden



↑ **Figuur 2** Sonic Drill van Eijkelkamp en rups van GeoDelft voor Begemann- en Spitsmuisboring, locatie Broekpolder.

en Edelmanboringen gezet en in het veld geïnterpreteerd op de in het inventariserend veldonderzoek gangbare wijze. Dit is dus tevens de referentie met de huidige praktijk. Daarnaast zijn drie geotechnische methoden gebruikt, te weten de wegdrubbare piston sampler (in de GeoDelft-variant 'Spitsmuis'), het Begemann-steekapparaat (GeoDelft), en de Sonic Drill (Eijkelkamp), zie *figuur 2*.

Een korte vergelijkende beschrijving van de technieken is in het kader op de twee volgende bladzijden opgenomen. De guts- en Edelman-monsters zijn in het veld beschreven, maar in aanvulling op de gangbare praktijk zijn zij ook mee naar het laboratorium genomen en daar onafhankelijk opnieuw beschreven, om te zien of alleen al 'beschrijven binnen' een kwaliteitsverhogend effect zou kunnen hebben. De overige boorkernen zijn alleen in het laboratorium beschreven door een met de locatie bekende archeoloog, zie *figuur 3*.

**KWALITEITSASPECTEN**

De resultaten van de verschillende boortech- niken zijn kwalitatief vergeleken op tien as- pecten, zes archeologisch-inhoudelijke en vier logistieke (zie *tabel 2*). Deze aspecten sluiten aan bij de wensen van de archeoloog om betrouwbaar te kunnen zeggen of er iets zit, precies te weten wat er zit en te weten waar het zit, afgezet tegen kosten, doorlooptijd en overlast.

Aan de hand van de resultaten van de veldwerk- experimenten en tegen de achtergrond van de vragen van inventariserend veldonderzoek, zijn de onderscheiden kenmerken in ogen- schouw genomen en de voor- en nadelen van de verschillende boortech- niken geïnventari- seerd. De nadruk heeft daarbij gelegen op het herkennen van de subtiele kenmerken van bewoningslagen; voor 'vondsten' is zonder nader onderzoek te constateren dat de boordia- meter bepalend is voor de vindkans.

Inhoudelijke indicatoren	Toelichting
1 maatvastheid boorkern	van evident belang om te weten op welke diepte een fenomeen zich bevindt
2 diameter boorkern	een belangrijke determinant voor herkenbaarheid van subtiele fenomenen als cultuurlagen en van belang voor de kans dat met zeven een object gevonden wordt
3 ongestoordheid boorkern	reeds geringe vervorming maakt het moeilijker om met name cultuurlagen (verkleuring) te herkennen
4 verpakking boorkern	vooral van belang wanneer chemisch of micromorfologisch onderzoek gedaan wordt
5 beschrijving en documentatie	de (archeologische) deskundigheid van de beschrijver is cruciaal; fotograferen van boorkernen maakt archivering mogelijk
6 plaats van beschrijving	het effect van weer en wind op de kwaliteit van de beschrijving
Logistieke indicatoren	
7 gebruikswijze boorsysteem	handmatige dan wel mechanische technieken stellen verschillende eisen aan de uitvoerder
8 mobiliteit boorsysteem	de voertuigen voor het mechanische boren stellen eisen aan de toegankelijkheid van het terrein
9 uitvoeringstijd booronderzoek	doorlooptijd in het veld én eventuele labwerkzaamheden
10 kosten boorsysteem	

↑ **Tabel 2:** Kwaliteitsindicatoren voor de boorsystemen



↑ **Figuur 3** Boorkernen van de verschillende boorsystemen bij boorlocatie og in de Broekpolder, v.l.n.r. de Begemann, de Edelman, de guts, de Spitsmuis en de Sonic Drill.





↑ **Figuur a1** Gevulde kop van een Edelmanboor



↑ **Figuur a2** Uitgelegde Edelmanboring in het veld

### Boortechnieken

#### Edelmanboor

De Edelmanboor heeft een open, holle kop in een gedraaide cilindervorm, met een schroefachtige punt. De diameter is te kiezen, afhankelijk van de 'zwaarte' van de grond en ligt tussen 5 en 20 cm. De boorkop zit op een dunne, massieve staaf, die per meter verlengd kan worden. De boor wordt handmatig de grond in gedraaid en (afhankelijk van de lengte van de kop) ongeveer elke 20 cm naar boven getrokken. Er zijn drie tot vijf slagen nodig om de boorkop te vullen. De grond die in de boorkop blijft zitten, wordt met een spatel verwijderd. Door deze werkwijze te herhalen en de inhoud van de boorkop op het maaiveld nauwkeurig onder elkaar te rangschikken, ontstaat een 'aan elkaar gepuzzeld' bodemprofiel (*figuur a*).

#### Guts

De gutsboor is een cilindervormig boorijzer met een, in dwarsdoorsnede, halfronde, holle



↑ **Figuur b** Uitvoering gutsboring (Broekpolder), op de voorgrond de kist met gootjes om de monsters mee te nemen naar het lab

vorm en aan de onderkant een scherpe snijrand, aan de bovenzijde voorzien van een massieve staaf. Deze wordt handmatig in de grond geduwd. De holle buis wordt over de gehele lengte van het boorijzer met grond gevuld. Wanneer de boor geheel in de grond zit, wordt de boor een slag om zijn lengteas gedraaid, zodat het grondmonster losgesneden wordt. Daarna wordt de boor weer naar boven getrokken. In de holle vorm van de boor is het profiel zichtbaar van de bodem ter plaatse van het boorgat. Ook hier wordt de staaf verlengd met losse buizen van een meter om de gewenste diepte te bereiken (*figuur b*).

#### Begemann steekapparaat

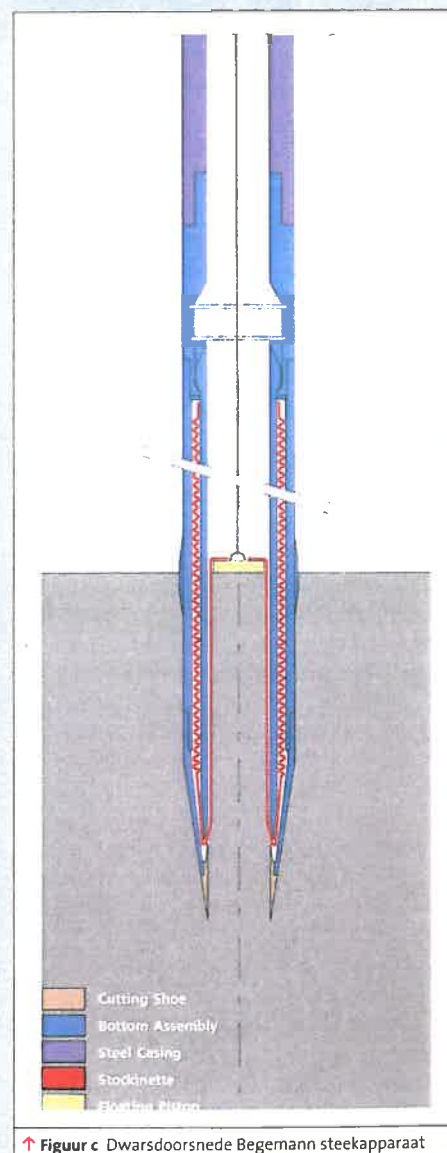
Een mechanisch boorsysteem waarmee meters lange continue boormonsters gewonnen kunnen worden, is het zogenaamde continu-steekapparaat van GeoDelft, ontwikkeld door Begemann. De monsters die verkregen worden met de  $\varnothing$  66 mm-variant zijn geschikt voor alle classificatie- en mechanische beproevingsmethoden (klasse 1, NEN 5119).

Bij dit systeem worden twee buizen tezamen omlaag gedrukt, de buitenbuis (de eigenlijke steekbuis) en de pvc-monsterhouder. Het monster wordt omgeven door een nylon kous die aanvankelijk in de kop van het steekapparaat is opgerold en geleidelijk wordt afgestroopt, doordat het uiteinde van de kous wordt vastgehouden aan een koord. Er ontstaat een continu monster van grote lengte (tot maximaal ongeveer 18 m), omhuld door een nylon kous in de iets ruimere pvc-monsterbuis. Door de kous is er geen wrijving tussen het monster en de buis, zodat de schuifkrachten op het monster zeer gering zijn. Het continu-monster wordt tijdens het trekken van het steekapparaat in delen van 1 m afgesneden. Het materiaal wordt in het laboratorium uitgelegd en beschreven (*figuur c*).

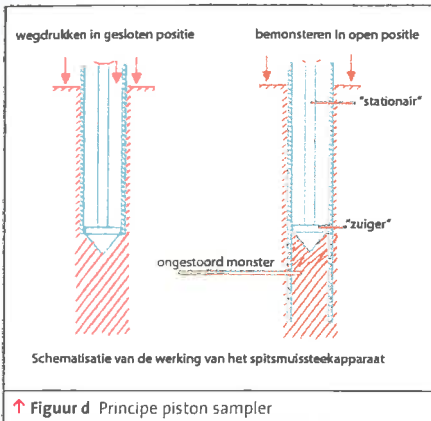
#### Piston sampler

Het Spitsmuis steekapparaat bestaat uit een

stalen steekbuis van  $\varnothing$  66 mm afgesloten met een zuiger, die met een standaard sondeerbuys in gesloten toestand wordt weggedrukt, tot de gewenste monsterdiepte is bereikt. Op diepte gekomen, blijft de zuiger stationair, terwijl de steekbuis wordt doorgedrukt. Gebruikelijk is een monsterlengte van 0,7 m. Na het steken worden steekbuis en zuiger als één geheel omhoog getrokken. De geotechnische monsterklasse conform NEN 5119 is in cohesief materiaal klasse 1 en in niet-cohesief materiaal klasse 3/4 (met *core-catcher*). Het genomen monster kan direct na monsternamen uit de steekbuis gedrukt worden, ofwel verpakt naar het laboratorium worden vervoerd. Spitsmuis (*figuur d*) is een merknaam van GeoDelft; een vergelijkbaar systeem is de Mostap van A.P. van den Berg.







**Sonic Drill**

De Sonic Drill is in 2001 ontwikkeld door Kantakun (Delft), in opdracht van Eijkelpark. Bij deze boortechniek wordt de boorbuis in hoogfrequente trilling gebracht, zodat slechts een betrekkelijk geringe statische kracht nodig is voor het wegdrukken. Het voertuig heeft daarom geen ballast of verankerung nodig om voldoende reactiekracht te genereren en het steekapparaat kan bijvoorbeeld ook op een lokaal beschikbare trekker worden gemonteerd. De methode van het steken van de monsters is afhankelijk van de bemonsteringsdiepte. Vanaf maaiveld wordt een standaard steekbuis van 4 m gebruikt. Indien eerst een deel blind gestoken wordt, wordt gebruik gemaakt van een *aqualock sampler*. Een *aqualock sampler* is qua principe een piston sampler, waarbij de zuiger wordt gefixeerd, doordat de monsterbuis gevuld is met water. De waterdruk zorgt ervoor dat de monsterbuis niet met grond kan worden gevuld. Op de gewenste diepte aankomen, wordt de *aqualock* geopend en tijdens het verder intrillen van de buis wordt een monster gestoken. De maximale diameter van de boorbuis is 75 mm, met de *aqualock sampler* 70 mm (figuur e).

	Edelman	Guts	Sonic Drill	Spitsmuis	Begemann
Maatvastheid	-	±	±	++	+++
Ongestoordheid	-	+	+	++	+++
Diameter	+++	-	++	+	+
Verpakking	-	-	+++	+++	+++

↑ **Tabel 3:** Booreigenschappen met de kwaliteitsbepalende dimensies. De score is gebaseerd op de vergelijking van de kernen in het laboratorium van GeoDelft. Bij elke booreigenschap moeten de scores per boortype beschouwd worden ten opzichte van elkaar. De score is een indicatie voor de kwaliteit: +++ erg hoog, ++ hoog, + redelijk, ± matig, - slecht

**BOORDEELING VAN DE BOORTECHNIKEN**

In tabel 3 zijn de booreigenschappen met de kwaliteitsbepalende dimensies samengevat. De kenmerken per boortechniek zijn hierna beschreven.

**Edelmanboor**

Gelet op de visuele kwaliteit is de kwaliteit van de Edelmanboor het laagste van de beschouwde systemen. Het voorkomen is slecht, omdat de lagen sterk verstoord zijn. Ook voor monsternamen ten behoeve van chemisch en microscopisch onderzoek is de boor in de meeste gevallen niet geschikt door de verstoring van het monster. Alleen voor zeeanalyses én mits niet te diep geboord hoeft te worden, is de Edelmanboor een goed alternatief; deze boor voorziet in het grootste boorvolume (met een diameter tot 200 mm), hetgeen uiteraard gunstig is voor de vindkans van een object. Zo werd in Beugenzuid met de 120 mm Edelmanboor op meerdere dieptes aardewerk en houtskool aangetroffen, terwijl met alle andere methoden slechts één aardewerkfragment boven kwam. De maatvastheid in het veld is redelijk hoog, omdat per gevulde boorkop bekend is tot welke diepte de punt van de boor gekomen is. De meerwaarde van het in het laboratorium beschrijven van de kernen is gering, in het bijzonder omdat de diepte slecht te herleiden is.

**Gutsboor**

Ook de gutsboor scoort kwalitatief gezien vrij slecht. Wanneer de bodemomstandigheden voor het gebruik van deze boor goed zijn (veen, klei, zand boven de grondwaterspiegel), zijn de

maatvastheid en het voorkomen redelijk. Verkleurde lagen zijn soms waarneembaar, maar door de kleine diameter niet erg betrouwbaar. De kleine diameter maakt dit systeem ook ongeschikt voor bemonstering. De meerwaarde van het in het laboratorium beschrijven van de kernen is gering.

**Begemann steekapparaat**

Het Begemann steekapparaat heeft de mooiste boorkern. De maatvastheid en het voorkomen zijn bijzonder goed. In de Broekpolder konden op het dieptetraject van mv tot mv -1,1 m de drie aanwezige cultuurlagen herkend worden (uit de vroege middeleeuwen, de IJzertijd en de Bronstijd). Tevens is de boor goed geschikt voor monsternamen (ten behoeve van chemisch en microscopisch onderzoek). Met een diameter van 66 mm is de boor ook redelijk geschikt om gebruikt te worden voor zeeactiviteiten. Met het 29 mm Begemann steekapparaat, dat in één geval is toegepast, zijn cultuurlagen lastiger te vinden, maar het voorkomen en de maatvastheid zijn duidelijk beter dan van de even dikke gutsmonsters.

**Piston sampler (Spitsmuis)**

Deze boor is geschikt voor monsternamen ten behoeve van chemisch en microscopisch onderzoek en levert monsters met een bijzonder goed voorkomen (vergelijkbaar met die van het Begemann steekapparaat). Het is evenwel lastig en tijdrovend om een doorlopend bodemprofiel te verkrijgen. Bij het trekken kan een deel van de boorkolom verloren gaan waardoor de volledigheid van het

	Edelman	Guts	Sonic Drill	Spitsmuis	Begemann
Gebruik → Inspanning	±	±	+++	++	+++
Gebruik → Expertise	+++	+++	-	-	-
Mobiliteit	+++	+++	+	±	±
Uitvoeringstijd	+++	+++	++	-	±
Kosten	+++	+++	++	-	±

↑ **Tabel 4:** Booreigenschappen met betrekking tot de prijs per boring en de uitvoerbaarheid. De score is gebaseerd op de resultaten van deze studie. Bij elke booreigenschap moeten de scores per boortype beschouwd worden ten opzichte van elkaar. De score is een indicatie van de drempel om de techniek in te zetten: +++ erg laag, ++ laag, + redelijk, ± hoog, - erg hoog

profiel verstoord raakt. In de Broekpolder ontbrak op deze wijze juist de IJzertijdakkerlaag in de Spitsmuisprofielen. Deze methode is alleen interessant als er één kwalitatief goed monster van een van tevoren nauwkeurig bekende diepte moet komen.

#### Sonic Drill

Met de Sonic Drill ontstaat vaak een vervormde boorkern, maar het is onduidelijk wanneer wel of niet. Daardoor zijn het vóórkomen alsook de maatvastheid van de boorkern in onbekende mate verstoord. Ook is vooraf moeilijk in te schatten hoe de kwaliteit van de boorkern zal zijn. Door de vervorming is het boorsysteem in de meeste gevallen niet geschikt voor bemonstering ten behoeve van microscopisch onderzoek van de bodemstructuur. Voor bemonstering ten behoeve van zeefactiviteiten is de boor daarentegen wel geschikt, vooral als een grote gewenste diepte de toepassing van de Edelmanboor onpraktisch maakt. Bovendien kan een boorbuis met een diameter van 75 mm gebruikt worden, waardoor relatief veel zeefmateriaal beschikbaar komt.

#### KOSTEN EN WAARDE VAN DE BOORMETHODES

Over het algemeen geldt dat naarmate de kwaliteit van de boor(kern) stijgt, ook de kosten stijgen en de uitvoerbaarheid ingewikkelder wordt. De guts- en de Edelmanboor hebben de laagste visuele kwaliteit, maar zijn verreweg het goedkoopst in het gebruik, relatief goed te transporteren en vragen geen gespecialiseerd boorpersoneel. De Sonic Drill is duurder, biedt een wat betere kwaliteit en goede mogelijkheden, zeker op grote diepte.

Het Begemann steekapparaat levert veruit de beste kwaliteit, maar is dan ook vele malen duurder dan de handmatige guts- en Edelmanboor. Voor archeologisch verkennend onderzoek is de piston sampler eigenlijk geen concurrent voor de Begemann: even duur, maar zonder continu boorprofiel.

Naast een beschrijvende documentatie van de boorkernen heeft een fotografische documentatie duidelijk meerwaarde. Wanneer de boorkernen gefotografeerd worden, wordt de waarneming ook voor anderen (dan de boorbeschrijvers) toetsbaar en achteraf controleerbaar, hetgeen de wetenschappelijke waarde van een onderzoek verhoogt. Tevens kan een fotobestand opgebouwd worden als naslag- of referentiewerk, dat altijd geraadpleegd kan worden ter informatie of vergelijking.

In tabel 4 zijn de belangrijkste eigenschappen met betrekking tot de prijs en de uitvoerbaarheid per boring samengevat.

#### BESLUIT

Alle waar is naar zijn geld, blijkt ook hier. Van belang is dat de keuze voor een bepaald boorsysteem wordt afgestemd op de vraagstelling van het onderzoek en de bodemomstandigheden van de onderzoekslocatie. Wanneer bijvoorbeeld de nadruk van het booronderzoek ligt op het vinden van cultuurlagen, waarvoor het bekijken van de boorkernen essentieel is, zou voor de kwalitatief gezien beste boor gekozen moeten worden: de Begemann. Wanneer echter de nadruk van het booronderzoek ligt op het bemonsteren

van de boorkern door middel van zeven, is de Edelmanboor geschikt, en bij grote dieptes de Sonic Drill. Voor het bemonsteren van de boorkern voor chemisch of microscopisch onderzoek gaat, afhankelijk van de bodemomstandigheden, de voorkeur uit naar de Begemann of een grote-diameter-gutsboor.

Een interessante optie om de kosten te drukken, zou kunnen zijn om in een vroeg stadium van de planologische ontwikkeling van een gebied verschillende uitvoerende partijen (archeologen, milieu- en geotechnici) bijeen te brengen en de mogelijkheid tot samenwerking te onderzoeken. Een probleem daarbij is dat het moment dat deze partijen in de ontwikkeling betrokken worden vaak in de tijd ver uiteenligt en dat vergt dus organisatie en mogelijk zelfs een cultuuromslag. Nu archeologen via het Verdrag van Valletta normatief vroeg in het proces betrokken moeten worden, kunnen de geo-engineers daar misschien op meelifen.

#### REFERENTIES

- [1] *Prospectief boren, het onzichtbare zichtbaar maken*, COB nieuws nr. 25 (2004) p. 10
- [2] M. Hissel en H. van Londen, *De kwaliteit van de waarneming*, AAC/publicaties 22, 2004
- [3] NEN 5119, *Geotechniek, Boren en monsterneming in grond*, NEN 1991
- [4] A.J. Tol, J.W.H.P. Verhagen, A.J. Borsboom en M. Verbruggen, *Prospectief boren, een studie naar de betrouwbaarheid en toepasbaarheid van booronderzoek in de prospectiearcheologie*, RAAP rapport 1000, RAAP Archeologisch Adviesbureau, Amsterdam, 2004