




Marloes Rijkelijhuizen

# Handleiding voor de determinatie van harde dierlijke materialen



bot  
gewei  
ivoor  
hoorn  
schildpad  
balein  
hoef

AMSTERDAM UNIVERSITY PRESS

**HANDLEIDING  
VOOR DE DETERMINATIE  
VAN HARDE DIERLIJKE  
MATERIALEN**



Marloes Rijkelijhuizen

# Handleiding voor de determinatie van harde dierlijke materialen

Bot, gewei, ivoor, hoorn, schildpad, balein en hoef

Deze publicatie kwam tot stand dankzij de financiële steun van de Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek (NWO).



Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek

#### *Afbeeldingen omslag*

Boven: Secundair dentine van walrusivoor, vergroting 20x. Foto: Kees Troostheide, AAC.

Links: Priem van gewei, 14de eeuw; opgegraven in Amsterdam. Collectie AHM/BMA.

Foto: Anneke Dekker, AAC.

Rechts: Ringeloor van runderhoorn uit Amsterdam, bijvoorbeeld gebruikt om versiering op aardewerk aan te brengen (17de/19de eeuw). Collectie AHM/BMA. Foto: Anneke Dekker, AAC.

Vormgeving: Magenta Ontwerpers, Bussum

ISBN 978 90 8964 023 9

e-ISBN 978 90 4850 655 2

NUR 682

© M. Rijkelijkhuizen / Amsterdam University Press, Amsterdam, 2008

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Voorzover het maken van kopieën uit deze uitgave is toegestaan op grond van artikel 16B Auteurswet 1912 j<sup>o</sup> het Besluit van 20 juni 1974, Stb. 351, zoals gewijzigd bij het Besluit van 23 augustus 1985, Stb. 471 en artikel 17 Auteurswet 1912, dient men de daarvoor wettelijk verschuldigde vergoedingen te voldoen aan de Stichting Reprorecht (Postbus 3051, 2130 KB Hoofddorp). Voor het overnemen van gedeelte(n) uit deze uitgave in bloemlezingen, readers en andere compilatiewerken (artikel 16 Auteurswet 1912) dient men zich tot de uitgever te wenden.

# Inhoudsopgave

Voorwoord 7

Inleiding 9

## **1 BOT**

- 1.1 Ontwikkeling en samenstelling 13
  - 1.1.A Het skelet 13
  - 1.1.B Ossificatieprocessen 16
  - 1.1.C Chemische structuur 20
- 1.2 Determinatie 20
  - 1.2.A Vorm en grootte 20
  - 1.2.B Structuur 23
- 1.3 Bewerking 26
  - 1.3.A Eigenschappen 26
  - 1.3.B Bot in de loop der tijden 27
  - 1.3.C Import 30
  - 1.3.D Mariene zoogdieren 31

## **2 GEWEI**

- 2.1 Ontwikkeling en samenstelling 35
  - 2.1.A Het gewei 35
  - 2.1.B Ontwikkeling van het gewei 36
  - 2.1.C Chemische structuur 37
- 2.2 Determinatie 37
  - 2.2.A Vorm en grootte 37
  - 2.2.B Structuur 42
- 2.3 Bewerking 42
  - 2.3.A Eigenschappen 42
  - 2.3.B Gewei in de loop der tijden 43
  - 2.3.C Import 46

### **3 IVOOR**

- 3.1 Ontwikkeling en samenstelling 49
  - 3.1.A Het gebit 49
  - 3.1.B Ontwikkeling van tanden 52
  - 3.1.C Chemische structuur 53
- 3.2 Determinatie 53
  - 3.2.A Vorm en grootte 53
  - 3.2.B Structuur 55
- 3.3 Bewerking 66
  - 3.3.A Eigenschappen 66
  - 3.3.B Ivoor in de loop der tijden 66

### **4 MATERIALEN VAN KERATINE**

- 4.1 Ontwikkeling en samenstelling 71
  - 4.1.A Materialen van keratine 71
  - 4.1.B Ontwikkeling van keratine 74
  - 4.1.C Chemische structuur 74
- 4.2 Determinatie 75
  - 4.2.A Vorm en grootte 75
  - 4.2.B Structuur 77
- 4.3 Bewerking 85
  - 4.3.A Eigenschappen 85
  - 4.3.B Materialen van keratine in de loop der tijden 85

### **5 VERVANGENDE MATERIALEN**

- 5.1 Algemeen 91
- 5.2 Dierlijke materialen 91
- 5.3 Botanische materialen 92
- 5.4 Kunststoffen 93

Noten 99

Literatuur 107

## Voorwoord

Dit boek was niet tot stand gekomen zonder de hulp van vele mensen. De mensen die ik wil bedanken zijn: Loes van Wijngaarden-Bakker, Amsterdams Archeologisch Centrum, Universiteit van Amsterdam (AAC); Rik Maliepaard, AAC; Jerzy Gawronski, AAC & Bureau Monumenten & Archeologie van de gemeente Amsterdam (BMA); Wiard Krook, BMA; Sonia O'Connor, University of Bradford; Ans Nieuwenburg, Hilversum († 2008); Roel Lauwerier, Rijksdienst voor Archeologie, Cultuurlandschap en Monumenten, Amersfoort (RACM). Veel van de foto's in dit boek zijn gemaakt door Anneke Dekker (AAC). De microscoopfoto's zijn gemaakt door Kees Troostheide (AAC). Verder zijn er foto's gebruikt met toestemming van de RACM; Rijksmuseum van Oudheden, Leiden (RMO); Rijksmuseum Amsterdam; Universiteitsmuseum Utrecht; Koninklijke Bibliotheek, Den Haag (KB) en Adrie & Ineke Vonk, Texel. De financiële bijdrage kwam van NWO. Verder wil ik alle collega's en vrienden bedanken die steun boden en natuurlijk mijn ouders, mijn zussen en Laura en Silvia.





## Inleiding

Harde dierlijke materialen, zoals bot, gewei, ivoor, hoorn, schildpad, balein en hoef, werden sinds de prehistorie gebruikt voor de vervaardiging van objecten. Ze werden gebruikt voor religieuze en luxe voorwerpen, maar ook voor gebruiksvoorwerpen. Deze objecten zijn aanwezig in vele archeologische, museale of privécollecties en worden gebruikt om het verleden te illustreren. Een goede determinatie van het materiaal waarvan deze objecten vervaardigd zijn, kan echter veel meer informatie opleveren. Het kan ons de herkomst van het materiaal vertellen en daardoor inzichten bieden in verschillende aspecten van handel en economie. Tevens kan het ons informatie bieden over huisvlijt en ambacht. De materialen werden door de ambachtslieden zorgvuldig uitgekozen, afhankelijk van de verschillende eigenschappen en de beschikbaarheid van het materiaal. De beschikbaarheid is mede afhankelijk van plaats en tijdsperiode. Daarnaast is er een duidelijk verschil te zien in de keuze voor materialen en de bewerking van deze materialen, afhankelijk van de vervaardiger. Zo is er een duidelijk onderscheid te maken in huisvlijt en ambacht. Ook levert het materiaal informatie over de mensen die deze objecten hebben gebruikt. Goede determinaties leveren vaak verrassingen op en geven een andere kijk op het verleden.

Deze handleiding laat zien hoe de verschillende materialen zijn opgebouwd, hoe ze gedetermineerd kunnen worden en welke eigenschappen zij bezitten. Hiervoor zijn onder andere enkele handboeken gebruikt, de oudste hiervan dateert uit 1952 en betreft het boek van Penniman. In zijn boek *Pictures of ivory and other animal teeth, bone and antler* beschrijft hij de verschillende soorten ivoor, bot en gewei en laat hierbij microscoopfoto's zien van deze materialen. Alhoewel deze foto's nog altijd zeer bruikbaar zijn, zijn voor deze publicatie nieuwe microscoopfoto's gemaakt van de verschillende soorten ivoor, die een aanvulling kunnen zijn op de afbeeldingen van Penniman. Bovendien ontbreken de materialen van keratine, hoorn, schildpad, balein en hoef in Penniman. Thornton (1981) geeft eveneens een beschrijving van verschillende soorten ivoor in zijn artikel, afbeeldingen ontbreken hierbij. Ook in het boek van Espinoza & Mann (1992) worden de kenmerken gegeven voor de determinatie van ivoor, tevens met afbeeldingen. Echter, ook hier ontbreken de materialen

van keratine. MacGregor (1985) beschrijft naast bot, gewei en ivoor ook hoorn en balein. Bovendien beschrijft hij de ontwikkeling van de materialen, beschikbaarheid en bewerkingstechnieken en gaat in op huisvlijt en nijverheid. De microscoopfoto's zijn dezelfde als die van Penniman. In het grootste deel van zijn boek zijn archeologische voorwerpen te zien die gemaakt zijn van dierlijke materialen. Een ander archeologische publicatie waarbij vóór de beschrijving van de artefacten, de determinatie van dierlijke materialen een groot deel van het boek beslaat is die van Deschler-Erb (1998). Ook zij gaat in op de ontwikkeling van de materialen. Zij gaat echter dieper in op de verschillen in structuur tussen de verschillende botten. Omdat dit een inleiding is voor de vondsten uit de Romeinse vindplaats Augst, wordt ook hier niet ingegaan op de materialen van keratine. Deze publicatie is in tegenstelling tot de andere, alle in het Engels, in het Duits geschreven. Voor het mediterrane gebied bestaat de publicatie van Krszyszkowska (1990). Hierin worden de materialen bot, gewei, ivoor (olifant, mammoet en nijlpaard) en tanden van zwijnen, beschreven met archeologische voorbeelden uit het mediterrane gebied. Andere materialen, hoorn, struisvogelei, schildpad en schelp, worden kort genoemd. Sonia O'Connor (1987) beschrijft in haar uitgebreide artikel zowel bot (ook walvisbot), gewei en ivoor (olifant en walrus) als de materialen van keratine, hoorn, hoef, schildpad en balein. In dit artikel zijn vele microscoopfoto's aanwezig.

In deze publicatie wil ik graag ingaan op alle harde dierlijke materialen die in Nederland werden gebruikt en aanwezig zijn in museale en archeologische collecties. Het betreft zowel bot, gewei en ivoor als hoorn, schildpad, balein en hoef. Een goede determinatie van het materiaal is de eerste stap in het onderzoek naar voorwerpen van dierlijke materialen. Voor een goede determinatie is kennis nodig van deze materialen; van de grootte, vorm, structuur en de verschillende eigenschappen. Elk hoofdstuk in deze publicatie beschrijft een materiaal of materiaalgroep. Allereerst wordt de ontwikkeling en samenstelling van de materialen besproken om aanwezige structuren beter te kunnen herkennen en begrijpen. Vervolgens wordt ingegaan op de verschillende determinatiekenmerken, ondersteund met foto's en microscoopfoto's. Als laatste wordt de bewerking van de materialen besproken. Hier worden de eigenschappen van de materialen besproken, waaronder de voor- en nadelen voor bewerking en herkomst en beschikbaarheid. Ten slotte wordt een beknopte geschiedenis van de bewerking en het gebruik van de materialen in Nederland gegeven.

De meeste voorbeelden waarmee deze handleiding is geïllustreerd, zijn

afkomstig uit Amsterdam en zijn opgegraven door de archeologische dienst (afdeling archeologie, Bureau Monumenten & Archeologie). Deze voorwerpen behoren tot de collectie van het Amsterdams Historisch Museum/Bureau Monumenten & Archeologie (AHM/BMA) en zijn bestudeerd als scriptie voor de studie Europese archeologie aan de Universiteit van Amsterdam (Rijkelijkhuizen 2004).





# 1 Bot

## 1.1 Ontwikkeling en samenstelling

### 1.1.A HET SKELET

Het skelet van een zoogdier dient voor de stevigheid van het lichaam en ter bescherming van de organen. Tevens dienen de botten als kalkreservoir en voor aanhechting van spieren. Botten vormen zich naar mechanische druk; hierdoor kan de structuur en vorm per element en zelfs per onderdeel van dat element verschillen. Bot is een levend weefsel dat een functionele aanpassing naar mechanische belasting kent. Ook organen, zoals spieren, pezen en banden, kunnen invloed hebben op de vorm van het bot. Naast deze factoren zijn er ook andere die invloed hebben op de opbouw en structuur van een bot, zoals voeding, leeftijd, diersoort, element en ziektes.<sup>1</sup>

De verschillende botten of elementen van het skelet hebben dus een eigen vorm, afhankelijk van de functie binnen het skelet. Sisson<sup>2</sup> heeft een onderverdeling gemaakt in botten naar aanleiding van dit vorm- en functieverval. De botten zijn hierbij onderverdeeld in lange botten, platte en brede botten, korte botten en onregelmatige botten. Sissons indeling wordt hieronder beschreven.

De lange botten van de ledematen (*ossa longa*) zijn opgebouwd uit een schacht (diafyse), met aan beide uiteinden gewrichtskoppen (epifysen). De diafyse bestaat uit een dikke laag bot, de compacta (*substantia compacta*). De epifysen zijn opgebouwd uit een dun laagje bot met hieronder bot dat bestaat uit botbalkjes, waardoor het een soort sponsachtig uiterlijk heeft. Deze botstructuur van botbalkjes wordt het spongiosa (*substantia spongiosa*) genoemd (figuur 1.5). De lange botten zijn hol, deze ruimte heet de mergholte (*Cavum medullare*).

De mergholte van de diafyse en de ruimte tussen het spongiosa, de secundaire mergholte (*cellulae medullares*), is gevuld met merg (*medulla ossium*).

Andere botten in het lichaam van een zoogdier zijn anders van vorm. Platte en brede botten (*ossa plana*) bestaan uit twee compacte botlagen, *tabulae*. Hier-tussen zit een geringe hoeveelheid spongiosa. In de schedel wordt dit diploë genoemd; hiertussen kunnen zich holle ruimten (*sinus*) bevinden (*ossa pneu-matica*). Voorbeelden van platte en brede botten zijn de botten van de schedel, ribben, de schouderbladen, het bekken en het borstbeen. Korte botten (*ossa brevia*) zijn compact en enigszins onregelmatig van vorm. Ze bestaan uit spon-giosa met een dunne laag bot. Hieronder vallen de handwortel- en voetwortel-beentjes. De botten die bij de onregelmatige botten (*ossa irregularia*) ingedeeld worden, worden ook vaak bij de korte botten ingedeeld.<sup>3</sup> Voorbeelden van onre-gelmatige botten zijn wervels. Bij de verdeling van Sisson zijn nog de pees- of sesambeentjes te noemen.<sup>4</sup> Pees- of sesambeentjes (*ossa sesamoida*) zijn kleine in pezen opgenomen stukjes bot; deze worden ook vaak ingedeeld bij de onre-gelmatige botten of bij de korte botten. Een voorbeeld van dit soort botten is de knieschijf.

**TABEL 1.1 DE VERSCHILLENDE ELEMENTEN**

**AXIAAL**

<b>LATIJN</b>	<b>NEDERLANDS</b>
cranium	schedel en onderkaak
calvarium	schedel
mandibula	onderkaak
maxilla	bovenkaak
vertebrae cervicales	halswervels
vertebrae thoracales	borstwervels
vertebrae lumbales	lendewervels
vertebrae caudales	staartwervels
sternum	borstbeen
sacrum	heiligbeen
costae	ribben

## VOORPOOT

LATIJN	NEDERLANDS
scapula	schouderblad
humerus	opperarmbeen
radius	spaakbeen
ulna	ellepijp
carpalia	handwortelbeentjes
metacarpus(-alia)	middenhandsbeen(deren)
phalanx I	1ste koot
phalanx II	2de koot
phalanx III	3de koot

## ACHTERPOOT

LATIJN	NEDERLANDS
pelvis	bekken
femur	dijbeen
patella	knieschijf
tibia	scheenbeen
fibula	kuitbeen
tarsalia (o.a. astragalus en calcaneum)	voetwortelbeentjes (o.a. sprongbeen en hielbeen)
metatarsus(-alia)	middenvoetsbeen(deren)
phalanx I	1ste koot
phalanx II	2de koot
phalanx III	3de koot

De verschillende elementen zijn te zien in tabel 1.1. De schedel, de ruggengraat, de staart, het borstbeen en het heiligbeen kan men aanduiden als het axiaal skelet.<sup>5</sup> De overige elementen van het lichaam kunnen aangeduid worden met linker- of rechterelement. De ribben worden, ondanks het feit dat ze bij linker- en rechterribben ingedeeld kunnen worden, ook gerekend tot het axiale skelet. Het gedeelte van het bot dat zich het dichtst bij het axiaal skelet bevindt, wordt de proximale zijde genoemd; het gedeelte dat zich het verst van het axiaal skelet



bevindt, is de distale zijde. De verschillende delen van een element hebben ook benamingen, daar wordt hier verder niet op ingegaan.<sup>6</sup> Het aantal elementen verschilt per leeftijd en diersoort. Bij diverse diersoorten is bijvoorbeeld reductie opgetreden bij het hand- en voetskelet, of enkele elementen zijn vergroeid tot één element.

Niet alleen de elementen hebben een eigen vorm, maar ook de vorm en de grootte van een element verschillen sterk per diersoort en op basis van deze verschillen kunnen botten gedetermineerd worden op element en diersoort. Met behulp van een vergelijkingscollectie kunnen botten uit bijvoorbeeld een archeologische context vergeleken worden met reeds gedetermineerde botten en kunnen diersoort en element bepaald worden. Dit is de basis van de zoöarcheologie. Soms kan het geslacht of de leeftijd bepaald worden. Verder wordt bij zoöarcheologie gelet op tafonomische processen. Tafonomische processen zijn alle processen die zich afspelen nadat het dier overleden is totdat de botten opgegraven worden; dit betreft bijvoorbeeld slachtsproten, verwerking of vraat.<sup>7</sup> Bij voorwerpen van bot is soms nog de grootte van het oorspronkelijke bot te bepalen of zijn nog kenmerkende vormen aanwezig, waardoor bepaald kan worden van welk bot het object gemaakt is.

### **1.1.B OSSIFICATIEPROCESSEN**

Om de structuur van bot beter te begrijpen is het belangrijk om naar de ontwikkeling en opbouw van het bot te kijken. Deze paragraaf is gebaseerd op standaardliteratuur van Nickel e.a., Sisson & Grossman, Romer en Davis.<sup>8</sup> Meer recentere literatuur die gebaseerd is op de ontwikkeling van menselijk botmateriaal zijn de boeken van Rozendal e.a. en De Morree.<sup>9</sup> Bij de groei van een jong dier ondergaan de botten verschillende verbeningsprocessen (ossificatieprocessen); deze processen worden hieronder beschreven.

#### **MEMBRANEUZE OSSIFICATIE**

Sommige botten, zoals enkele botten van de schedel en het aangezicht, hebben geen kraakbeenvoorloper; dit wordt membraanbot genoemd. Het proces waarbij deze botten ontstaan uit het membraan wordt membraaneuze ossificatie genoemd; andere benamingen voor dit proces zijn intramembrane, desmale of directe ossificatie. Het membraan wordt vervangen door bot, doordat in het

centrum van het membraan verbeningskernen ontstaan die zich langzaam uitbreiden. Groei kan plaatsvinden door de aanwezigheid van schedelnaden. Aan de binnen- en buitenzijde bevinden zich periostale lagen, zodat door aangroei (appositie) en afbraak (resorptie) de vorm aangepast kan worden aan de groei. (Het periost is een membraan om een bot.)

#### KRAAKBEENVORMING

Botten moeten nauwkeurig met elkaar articuleren, waardoor een bepaalde vorm vereist is. Doordat deze botten eerst in kraakbeen uitgevoerd worden, is de vorm van het bot al aanwezig en is het mogelijk dat de botten kunnen groeien. Kraakbeen ontstaat uit het mesenchym. Vanuit het in het mesenchym aanwezige mesenchymcellen ontstaan chondroblasten (jonge kraakbeencellen). Als chondroblasten kraakbeentussenstof uitscheiden dat zich vasthecht, ontstaan chondrocyten (volwassen kraakbeencellen). Kraakbeen kan toenemen door aangroei van nieuwe chondroblasten en door delingen van de chondroblasten. Interstitiële groei (groei binnenin het weefsel) vindt plaats door delingen van kraakbeencellen bij de lengtegroei van een bot (zie verder). Appositionele groei (groei vanuit het perichondrium; perichondrium is een membraan om kraakbeen) van kraakbeen vindt plaats aan de epifysen door aangroei en delingen van de kraakbeencellen. Er zijn meerdere soorten kraakbeen. De verschillende soorten kraakbeen en de chemische samenstelling van kraakbeen worden hier niet besproken.

#### CHONDRALE OSSIFICATIE

De meeste botten worden eerst in kraakbeen gevormd. Hierna verbenen deze kraakbeenvoorlopers; dit proces heet chondrale ossificatie en wordt ook wel indirecte ossificatie genoemd. Chondrale ossificatie bestaat uit verschillende verbeningsprocessen. Hieronder worden de verbeningsprocessen bij lange botten beschreven.

Door de *perichondrale ossificatie* ontstaat er een laag bot om de kraakbeendiafyse. Dit bot ontstaat doordat vanuit het perichondrium dat het kraakbeen omgeeft, osteoblasten (bot vormende cellen) ontstaan vanuit de mesenchymcellen. De osteoblasten scheiden osteoid uit, dat zich later door mineralisatie aan de osteoblasten hecht, waardoor dit osteocyten (botcellen) worden. De verschillende osteocyten worden door middel van canaliculi met elkaar verbonden.

Tijdens de *perichondrale ossificatie* begint reeds de *enchondrale ossificatie*.

Het kraakbeen verkalkt en wordt afgebroken door chondroclasten (kraakbeen verterende cellen) en osteoblasten vormen botbalkjes, waardoor enchondraal bot ontstaat. Dit proces begint in het midden van de diafyse (primair ossificatiecentrum). Hetzelfde proces ontstaat later in de kernen van de epifysen (secundaire ossificatiecentra). Tussen de diafyse en de epifysen blijft een epifyseplaat van kraakbeen over (epifysairschijf). Doordat kraakbeencellen, in tegenstelling tot botcellen, zich kunnen delen, kan het bot in de lengterichting groeien (interstitiële groei). De zone waar het kraakbeen vervangen wordt door enchondraal bot heet de metafyse. De metafyse wordt door osteoclasten gereduceerd in diameter, omdat de metafyse een deel van de diafyse wordt. Aan de binnenzijde wordt door osteoblasten bot afgezet. Zo wordt de juiste vorm van het bot behouden. In een later stadium zullen de epifysen aan de diafyse vergroeien; dit wordt gebruikt bij de leeftijdsschatting van botten.<sup>10</sup>

De perichondrale ossificatie gaat door, hetgeen in dit stadium *periostale ossificatie* heet (het periost ontstaat uit het perichondrium). Hierdoor kan de breedte van het bot toenemen. De dikte van de diafyse neemt eveneens toe, alhoewel osteoclasten (bot verterende cellen) van binnenuit het bot afbreken. Er wordt meer periostaal bot gevormd waar pezen en banden aan het bot hechten. De periostale botvorming is afhankelijk van mechanische belasting, voeding en individuele verschillen.

#### HET ONTSTAAN VAN DE MERGHOLTE

Door de afbraak van enchondraal gevormd bot door osteoclasten ontstaat de mergholte. Deze mergholte wordt vergroot door de afbraak van periostaal bot en door de toenemende afbraak van het enchondrale bot. Bij jonge dieren is daarom meer spongiosa (enchondraal gevormd bot) aanwezig in de schacht; de hoeveelheid spongiosa neemt af bij oudere dieren. De mergholte en de ruimtes tussen het spongiosa bevatten merg; bij jonge dieren is dit rood merg, dat bloed vormende cellen bevat. Bij oude dieren wordt dit in de mergholte omgezet in geel merg, dat uit vetweefsel bestaat.

#### DE VORMING VAN LAMELLAIR BOT

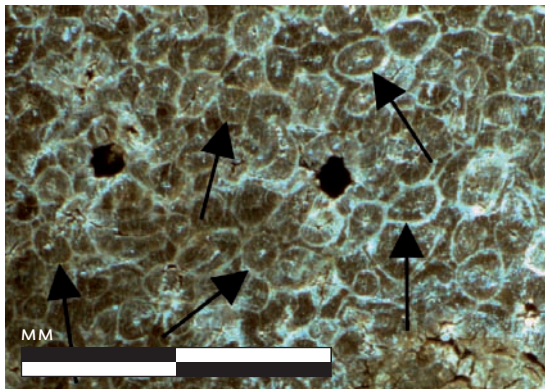
Het bot dat gevormd is door membraneuze en chondrale ossificatie heeft een chaotische structuur en wordt plexiform bot genoemd. Dit wordt omgebouwd tot lamellair bot. De osteoclasten breken het eerst gevormde bot af en osteoblasten vormen lamellair bot. Vanuit het periost worden concentrisch gelaagde

botschilfers, de buitenste lamellen, afgezet; vanuit het endost, dat de binnenzijde van het bot bedekt, worden de binnenste lamellen afgezet. Er worden primaire osteonen gevormd, die bestaan uit bloedvaten omringd met botlamellen. Met de groei van het bot en de gelijktijdige vergroting van de mergholte worden de primaire osteonen vervangen door secundaire osteonen of wel Haversse systemen genoemd. Er worden steeds nieuwe osteonen gevormd; door de activiteit van osteoclasten worden oudere osteonen vernietigd en blijven restanten achter. De snelheid waarmee osteonen gevormd worden en de verhouding van osteonen en de restanten van oudere osteonen is afhankelijk van het diersoort, ouderdom en het skeletdeel.

#### HAVERSE SYSTEMEN

Secundaire osteonen en de volgende generaties osteonen worden dus ook wel Haversse systemen genoemd. Deze bestaan uit een centraal bloedkanaal, het Haversse kanaal, dat met concentrische botlamellen is omgeven. De Haversse systemen zijn door cementlijnen met een hoog mineraal gehalte van elkaar gescheiden (figuur 1.1).<sup>11</sup> De botlamellen bestaan uit collageenvezels omgeven door apatietkristallen; de collageen vezels veranderen bij elke laag van richting. De Haversse kanalen zijn met elkaar verbonden door dwars lopende vaten, de Volkmanse kanalen; deze voeden de Haversse kanalen vanuit het periost. De grootte van Haversse systemen is erg veranderlijk.

**FIGUUR 1.1**



Haversse systemen (de rondachtige vormen; de witte omlijnningen zijn de cementlijnen, enkele hiervan zijn aangeduid met pijlen) zijn te zien op een verbrande koker (17de/18de eeuw) opgegraven in Amsterdam.

COLLECTIE AHM/BMA.

FOTO: KEES TROOSTHEIDE, AAC.

### 1.1.C CHEMISCHE STRUCTUUR

Bot bestaat uit een anorganisch deel dat zorgt voor hardheid en weerstandskracht en een organisch deel dat zorgt voor elasticiteit en de stevigheid verhoogt. Het anorganische deel vormt het grootste aandeel in het bot.<sup>12</sup> Het bestaat voornamelijk uit hydroxyapatiet,<sup>13</sup>  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ . Het organische deel bestaat uit osteoid, dat bestaat uit proteïnen en lipiden. Van het osteoid is circa 90% collageen; dit zijn langvezelige, hoogmoleculaire skleroproteïnen. Deze collageene vezels komen in verschillende richtingen voor in de botlamellen van de osteonen.<sup>14</sup> De rest bestaat uit het proteïne proteoglycane en lipiden. Verder bestaat bot voor een klein percentage uit water. De verhoudingen zijn variabel en onder andere afhankelijk van de leeftijd, voeding en levensomstandigheden.<sup>15</sup>

## 1.2 Determinatie

### 1.2.A VORM EN GROOTTE

Doordat elk bot, door verschil in functie, een kenmerkende vorm heeft, kunnen botten gedetermineerd worden op element. Door het verschil in vorm en grootte van dezelfde elementen bij verschillende diersoorten kunnen botten tevens op diersoort gedetermineerd worden. De grootte en vorm zijn beperkende factoren voor de botbewerkers, maar zij maakten hier tevens gebruik van. Grootte

**FIGUUR 1.2**



Runderkoot (Phalanx 1) opgegraven in Amsterdam, gebruikt bij het kootspel (datering onbekend).

COLLECTIE AHM/BMA.

FOTO: ANNEKE DEKKER, AAC.





### FIGUUR 1.3

Tandenborstel uit de 17de eeuw opgegraven in Amsterdam op een niet vergroeide radius van een rund.

TANDENBORSTEL COLLECTIE AHM/BMA, RADIUS VERGELIJKINGSCOLLECTIE AAC, UVA.  
FOTO: ANNEKE DEKKER, AAC.

en vorm zijn tevens determinatiecriteria voor de huidige onderzoeker. Vooral in de huisvlijt ondergingen de botten slechts weinig bewerking, waardoor het vaak mogelijk is te determineren op diersoort en element. Een goed voorbeeld van huisvlijt zijn koten van runderen die gebruikt werden voor het kootspel. In dit spel werden enkele koten opgesteld en die werden omgegooid met een werpkoot. De koten waren soms versierd of verzwaard, maar door de simpele bewerking kunnen wij deze determineren op diersoort en element (figuur 1.2).

Maar ook professionele ambachtslieden maakten gebruik van de grootte en de vorm van de botten. Botten van grote zoogdieren, zoals rund, werden vaak gebruikt omdat sommige botten van runderen een vrij dikke compacta hebben. Dit betreft vooral de metapodia (middenhands- en voetbeenderen) en de radii (spaakbeenderen) (zie figuur 1.4). Bovendien waren runderbotten goed beschikbaar. Dat men ook gebruikmaakte van de vorm van deze botten blijkt bijvoorbeeld uit enkele tandenborstels opgegraven in Amsterdam. Bij de vervaardiging van deze tandenborstels, uit de compacta van een radius, is duidelijk gebruikgemaakt van de kromming aan de achterzijde van een radius (figuur 1.3).<sup>16</sup>

Ook maakten ambachtslieden gebruik van de diafyse van de lange botten. Metapodia van runderen zijn vrij recht en hebben een vrij ronde compacta. Dit geldt vooral voor de metatarsus (figuur 1.4, links). De diafyse van deze lange botten vormt een natuurlijke koker, die bijvoorbeeld gebruikt werd voor de vervaardiging van mesheften en kokers. De diafyse moest dan aan één zijde afgesloten worden met een afsluitklepje.



**FIGUUR 1.4**

Doorsneden van een metatarsus (links) en een radius (rechts) van een rund. Niet op ware grootte.

Enkele kenmerken van bot waarop men kan letten en gebruiken als indicatie voor de determinatie zijn:

- gewrichtsvlak
- spongiosa
- mergholte
- vorm van het bot
- foramen (*foramen nutricium*: kleine opening in het bot die toegang geeft aan de bloedvaten naar de mergholte)

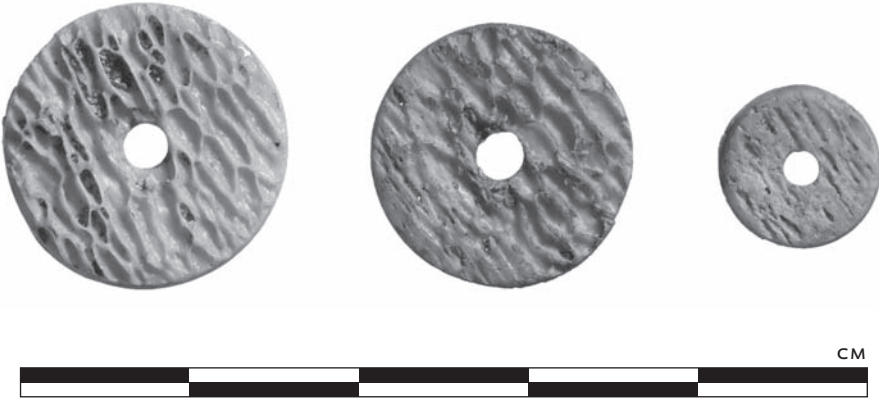
Gewrichtsvlakken, een mergholte en grote foramina komen alleen voor bij bot. Spongiosa komt voor bij zowel bot als gewei, maar bij bot is deze overgang van spongiosa naar compacta abrupt.<sup>17</sup> Het spongiosa kan per element en per plaats in het element verschillen.<sup>18</sup> Het soort spongiosa kan een aanwijzing zijn voor de determinatie op element. Een voorbeeld hiervan zijn enkele plaatjes van bot die waarschijnlijk gebruikt werden als knoepkern. Aan de achterzijde is hier nog spongiosa te zien, dit soort spongiosa is kenmerkend voor ribben. Voor de fabricage van deze plaatjes is dus een rib gespleten en zijn de plaatjes eruit geboord (figuur 1.5).<sup>19</sup>

Als enkele van deze kenmerken aanwezig zijn, kan bepaald worden welke diersoort of welk element gebruikt is; soms kan men alleen onderscheid maken tussen het gebruik van botten van een groot of middelgroot zoogdier. Voorwerpen die gemaakt zijn door ambachtslieden hebben vaak zoveel bewerking ondergaan dat deze kenmerken niet meer aanwezig zijn. Op het eerste gezicht is het vaak niet duidelijk of er gebruik is gemaakt van bot of misschien wel van

### FIGUUR 1.5

Enkele knooppkernen van bot opgegraven in Amsterdam, achteraanzicht, het spongiosa is duidelijk te zien, 18de eeuw.

COLLECTIE AHM/BMA. FOTO: ANNEKE DEKKER, AAC.



een ander hard dierlijk materiaal. Het is dan belangrijk naar de structuur van het materiaal te kijken, zonodig met behulp van een microscoop.

#### 1.2.B STRUCTUUR

Bot is gemakkelijk te herkennen als de anatomische vorm van het bot nog behouden is. Als deze voor een groot deel nog aanwezig is, kan met behulp van een vergelijkingscollectie bepaald worden welk dier en welk element het betreft. Vaak is een voorwerp echter zo bewerkt dat determinatie op materiaal moeilijker wordt. Structuur is dan het belangrijkste determinatiekenmerk.

Kenmerken van bot waar men op kan letten zijn:

- Haversse kanalen
- Haversse systemen





CM



#### FIGUUR 1.6

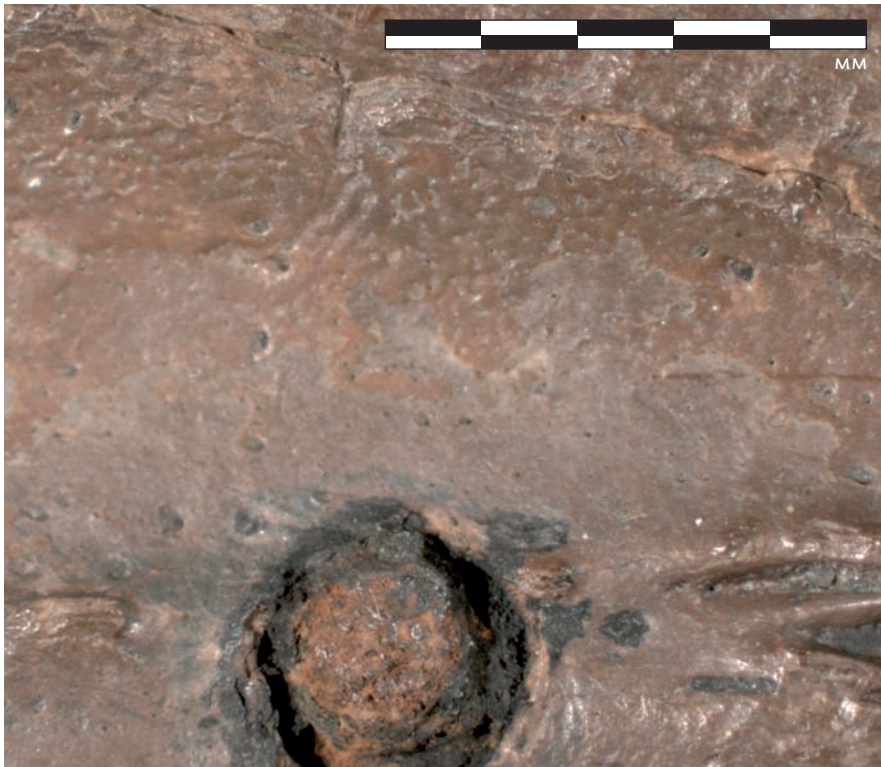
De Haverse kanalen zijn duidelijk met het blote oog zichtbaar op een 18de-eeuwse koker uit Amsterdam. De koker is gemaakt uit de diafyse van een rundermetapodium.

COLLECTIE AHM/BMA. FOTO: ANNEKE DEKKER, AAC.

De aanwezigheid van Haverse kanalen is een belangrijk kenmerk voor bot. Deze zijn te zien als kleine gaatjes in het bot of, als deze in de lengte doorsneden worden, als langwerpige geultjes. Het voordeel van archeologische vondsten is dat deze gaatjes vaak gevuld raken met vuil, waardoor ze makkelijker te zien zijn (figuur 1.6).<sup>20</sup>

Haverse systemen zijn niet altijd aanwezig in een bot en alleen te zien in de dwarsdoorsnede van het bot. Ook gewei kan sporadisch een Haverse systeem vertonen; een dicht patroon van Haverse systemen daarentegen kan alleen bij bot voorkomen.<sup>21</sup> De Haverse systemen zijn alleen te zien door een microscoop en zijn ook dan meestal niet goed waarneembaar. Bij een object uit Amsterdam werden de Haverse systemen echter duidelijk zichtbaar, omdat dit object verbrand was (figuur 1.1). Gewei kan een enkele keer primaire osteonen vertonen; het verschil tussen primaire osteonen en Haverse systemen is vooral te zien aan de cementlijnen die bij de Haverse systemen de buitenrand vormen (figuur 1.1).<sup>22</sup>

Aan de structuur is tevens te zien uit welk deel van een bot het voorwerp gemaakt is. Niet alleen kan men dan letten op restanten van sponsiosa en gewrichtsvlakken, maar ook op bijvoorbeeld Haverse systemen en botlamellen aan de buiten- en binnenzijde van het bot. De structuur van de buitenzijde en van de binnenzijde van het bot, aan de zijde van de mergholte, verschilt bovendien. De binnenzijde van het bot vertoont kleine foramina.<sup>23</sup> Dit is te herkennen als deze niet gepolijst is, zoals op figuur 1.7; hier is de structuur van de mergholte goed te zien.



#### **FIGUUR 1.7**

De structuur aan de binnenzijde van een bot (endostaal) is te zien op een 14de-eeuws mesheft (met spijker) uit Amsterdam.

COLLECTIE AHM/BMA. FOTO: KEES TROOSTHEIDE, AAC.

## 1.3 Bewerking

### 1.3.A EIGENSCHAPPEN

Elk materiaal heeft zijn eigen voor- en nadelen die een rol spelen bij de keuze voor het vervaardigen van een bepaald voorwerp. Bot was over het algemeen veelvuldig beschikbaar, waardoor het vermoedelijk een lage prijs had. Vorm en grootte zijn afhankelijk van diersoort en element. De grootte is beperkt door de aanwezige mergholte. Bovendien zijn de gewrichtskoppen ongeschikt voor professionele bewerking door de dunne laag compacta en grote hoeveelheid spongiosa. Een voorbeeld waarvoor gewrichtskoppen wel gebruikt werden,

---

#### FIGUUR 1.8

Oesdop uit de terp Bornwird, gemaakt van de gewrichtskop van een femur van een rund (datering onbekend).

COLLECTIE RMO. FOTO: MARLOES RIJKELIJKHUIZEN.



zijn de in de terpen veelvuldig aangetroffen oesdoppen. Oesdoppen zijn onderdeel van het paardentuig en worden gemaakt van de gewrichtskoppen van een femur van een rund (figuur 1.8).<sup>24</sup> Bij deze voorwerpen werd wederom duidelijk gebruikgemaakt van de vorm van het bot (zie ook paragraaf 1.2.A).

Door de combinatie van anorganische en organische stoffen is bot niet alleen sterk, maar ook flexibel. De organische stoffen bestaan voornamelijk uit collageen. De collageene vezels in de osteonen, die in verschillende richtingen voorkomen, zorgen voor flexibiliteit van de osteonen en dus van het gehele bot. De minerale component zorgt voor de hardheid.<sup>25</sup> Bot is duurzaam en steviger dan bijvoorbeeld hout en is goed te bewerken, ook met behulp van een draaibank. Bot is tevens polijstbaar. Bot is in de lengterichting het sterkst, hiermee werd eveneens rekening gehouden bij het vervaardigen van een voorwerp (zie paragraaf 1.3.B).

Bot werd zowel gebruikt in de huisvlijt als in de nijverheid. Voorwerpen van bot die gemaakt zijn in de huisvlijt hebben over het algemeen weinig bewerking ondergaan en er is gebruikgemaakt van de vorm van het bot. In de nijverheid werd tevens gebruikgemaakt van de vorm en grootte van het bot, maar er heeft meer bewerking plaatsgevonden (zie paragraaf 1.2.A). Ook de methoden van bewerking verschillen, zo wordt er in de nijverheid gebruikgemaakt van een draaibank. De methoden van bewerking verschillen tevens per periode. Afval van botverwerking wordt vaak aangetroffen in opgravingen.

### **1.3.B BOT IN DE LOOP DER TIJDEN**

De botten van verschillende diersoorten, zoals vogels,<sup>26</sup> vissen en zoogdieren, werden gebruikt voor de vervaardiging van allerlei objecten. Graten van vissen konden bijvoorbeeld gebruikt worden als tandenstokers. Van vogelbotten werden fluiten gemaakt.<sup>27</sup> Voorwerpen gemaakt van de botten van huisdieren, zoals rund, paard, schaap/geit en varken, worden vaak aangetroffen. De meeste voorwerpen zijn gemaakt van runderbotten, vanwege de grootte en beschikbaarheid. Runderbotten zijn vrij groot en dik en runderen werden veel gegeten. Doordat bot over het algemeen goed beschikbaar was en gunstige eigenschappen heeft, komen voorwerpen van bot in Nederland voor vanaf de prehistorie tot aan zeer recente tijd. In de prehistorie werd van bot vooral gereedschap vervaardigd, zoals bijlen en priemen. Gewei was naast bot een belangrijk materiaal in de prehistorie.<sup>28</sup>



**FIGUUR 1.9**

Prehistorische priem opgegraven in Zeewijk, gemaakt van bot.

FOTO: RACM, AMERSFOORT.

Er is nog weinig bekend over botbewerkers in de Romeinse tijd en vroege Middeleeuwen. In de Romeinse tijd was er niet alleen lokale bewerking op verschillende niveaus, maar er zijn ook aanwijzingen in zowel binnen- als buitenland voor de import van voorwerpen van bot uit andere delen van het Romeinse Rijk.<sup>29</sup> In Nederland zijn aanwijzingen voor zowel lokale vervaardiging als import gevonden in Valkenburg. Er zijn geen aanwijzingen voor gespecialiseerde nijverheid ter plekke.<sup>30</sup> In Maastricht zijn slechts enkele afvalstukken gevonden uit de Laat-Romeinse tijd.<sup>31</sup>

Het gebruik van de draaibank komt veelvuldig voor in de Romeinse tijd en wordt dikwijls geassocieerd met de komst van de Romeinen. Er zijn echter aanwijzingen dat de draaibank al gebruikt werd benoorden de Alpen vanaf de zevende eeuw voor Christus.<sup>32</sup> Botbewerking wordt in tegenstelling tot gewebewerking gezien als een Romeinse traditie.<sup>33</sup> Veel voorwerpen van bot en gewei uit de Laat-Romeinse tijd en vroege Middeleeuwen zijn gevonden in de terpen in het noorden van Nederland.<sup>34</sup> Het is echter onbekend waar deze voorwerpen vervaardigd werden. Het is dan ook niet bekend of de makers van voorwerpen van bot bijvoorbeeld rondreizende ambachtslieden waren of dat er werkplaatsen bestonden.<sup>35</sup>

In Noordwest-Europa lijkt in de achtste tot elfde eeuw een voorkeur voor het gebruik van gewei te bestaan. Na deze periode is een afname van het gebruik van gewei zichtbaar.<sup>36</sup> Ook in Nederland is een dergelijke ontwikkeling te zien. Dit is vooral te zien aan de ontwikkeling van de kammen. De samengestelde

kammen van gewei (zie paragrafen 2.3.A en 2.3.B) werden langzamerhand vervangen door kammen geheel gemaakt van bot (figuur 1.11). Omdat bot niet zo flexibel is als gewei, moesten enkele aanpassingen getroffen worden aan de vorm van de kam. Voor de vervaardiging van deze kammen werden metapodia van runderen gebruikt, dit zijn stevige en recht botten met een dikke compacta. De kammen werden in de lengterichting uit de kam gehaald. Botten zijn, net als gewei, in de lengterichting steviger en kunnen meer druk aan,<sup>37</sup> immers, tijdens het leven van het dier wordt het bot voornamelijk in de lengterichting belast. De kammen werden met lange tanden gemaakt, zodat de tanden flexibeler werden en minder snel braken.<sup>38</sup> Bovendien zijn de tanden schuin ingezaagd, waardoor de tanden aan de voorzijde langer zijn dan aan de achterzijde. Hierdoor was het makkelijker om de tanden recht te zagen, bovendien hechten de tanden hierdoor met een groter oppervlakte aan de kam. Tevens zijn niet alle tanden even ver ingezaagd.<sup>39</sup>

**FIGUUR 1.10**



Een scharnierdeel uit de Romeinse tijd opgegraven in Venlo (2de/3de eeuw na Christus). Het scharnier is gemaakt van de diafyse van een metapodium van een rund met behulp van een draaibank.

FOTO: MARLOES RIJKELIJKHUIZEN.



**FIGUUR 1.11**

Lange kammen van bot gemaakt van rundermetapodia, opgegraven in Amsterdam, 14de/15de eeuw.

COLLECTIE AHM/BMA. FOTO: ANNEKE DEKKER, AAC.

### 1.3.C IMPORT

Alhoewel de botten van huisdieren over het algemeen beschikbaar waren in de omgeving, is het bekend dat botten soms ook ingevoerd werden. Vanaf de achttiende eeuw steeg de vraag naar botten en het is bekend dat een knopendraaier uit Montfoort botten invoerde vanuit Engeland.<sup>40</sup> Botten werden ook ingevoerd voor de productie van beenderlijm en meststof. Bij Wijk van Duurstede zijn in de negentiende eeuw botten gedolven, omdat door veepest de handel en verwerking van botten verboden was.<sup>41</sup> Ook in Duitsland is bekend dat vanaf de achttiende eeuw botten uit andere landen ingevoerd werden.<sup>42</sup>

Een andere mogelijkheid is de invoer van dieren voor het vlees. Botten van dieren die voor het vlees geïmporteerd werden, konden echter evengoed

gebruikt worden. Invoer van bijvoorbeeld ossen uit Denemarken vond in eerste instantie plaats voor het vlees; de botten werden als secundair product gebruikt voor objecten.<sup>43</sup>

### 1.3.D MARIENE ZOOGDIEREN

Door de opkomst van de Nederlandse handel na de Middeleeuwen komen andere materialen in grotere hoeveelheden voor, zoals olifantivoor (zie paragraaf 3.3.B). Maar ook het gebruik van botten van enkele uitheemse dieren is nu te zien. Door de bloeiende walvisvaart in de zeventiende en achttiende eeuw verkreeg men de botten van grote zoogdieren, zoals walvissen en in mindere mate walrussen. De botten van mariene zoogdieren zijn een categorie apart, vanwege de afmetingen van de botten van deze dieren.

Walvisbotten werden gebruikt voor grafzerken, hekken, kerkbanken, bonkepalen (wrijfpalen) voor vee en als uithangborden. Aan veel stadhuisen hing een walvisbot.<sup>44</sup> De botten werden bovendien gebruikt om land op te hogen en oevers te verstevigen. Wervels werden gebruikt als hakblokken. Walvisbotten leverden ook fijne smeerolie ('knekelolie') op.<sup>45</sup> Walvisbot kon tevens gebruikt worden als grondstof voor de vervaardiging van objecten. In Amsterdam is bijvoorbeeld een mesheft van walvisbot opgegraven (figuur 1.12).<sup>46</sup> De botten van walvissen zijn niet gevormd door mechanische druk, zoals bij landdieren. De

---

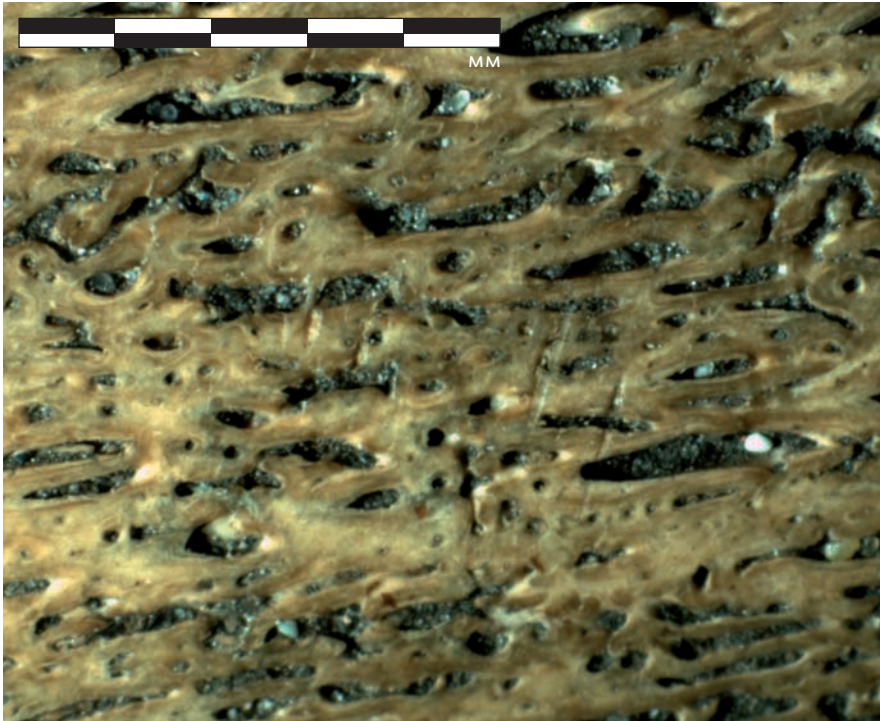
#### FIGUUR 1.12

Mesheft van walvisbot opgegraven in Amsterdam, waarschijnlijk 17de/18de eeuw.

COLLECTIE AHM/BMA. FOTO: ANNEKE DEKKER, AAC.







**FIGUUR 1.13**

Detail van het mesheft op figuur 1.12.

FOTO: KEES TROOSTHEIDE, AAC.

botten zijn groter en poreuzer, waardoor ze lichter zijn. Over het algemeen is walvisbot te herkennen door de afmetingen; er zijn grotere massieve en langere objecten uit te verkrijgen met een grovere structuur (figuur 1.13).<sup>47</sup>

Een voor Nederland nog vrij onbekende grondstof die bij bestudering van de objecten uit Amsterdam ontdekt is, is het penisbeen (baculum) van de walrus (*Odobenus rosmarus*).<sup>48</sup> Het penisbeen van een walrus heeft een grote lengte en is erg massief; slechts een klein beetje spongiosa is aanwezig in het midden van het bot (zie figuur 1.14). Het werd bijvoorbeeld gebruikt voor de vervaardiging van mesheften.<sup>49</sup>



**FIGUUR 1.14**

Een fragment van een walrusbaculum, zijaanzicht en dwarsdoorsnede.

VERGELIJKINGSCOLLECTIE AAC. FOTO: ANNEKE DEKKER, AAC

Zowel walvisbot als walrus penisbeen is een bijproduct van de walvisvaart in de zeventiende en achttiende eeuw. De belangrijkste producten van de walvisvaart waren echter balein en traan (zie paragraaf 3.3.B). Walvisbot en het penisbeen van de walrus werden niet op grote schaal geïmporteerd voor de vervaardiging van objecten.<sup>50</sup>





## 2 Gewei

### 2.1 Ontwikkeling en samenstelling

#### 2.1.A HET GEWEI

Bij het rendier heeft zowel het mannetje als het vrouwtje een gewei. Bij de overige hertachtigen (familie der *Cervidae*) is alleen het mannetje geweidragend. Dit gewei dient ter vertoon en voor gevechten onderling. Het gewei wordt jaarlijks afgeworpen en opnieuw gevormd. Het gewei wordt elk jaar groter en krijgt meer vertakkingen. Als het dier over zijn bloeiperiode heen is, neemt het gewei weer in grootte af en reduceert het aantal vertakkingen.

Op de schedel van geweidragende herten bevinden zich rozenstokken. Een rozenstok is een uitgroei van de schedel waarop het gewei gevormd wordt. De rozenstok neemt in lengte af en in breedte toe naarmate het dier ouder wordt.<sup>51</sup> Het deel van het gewei dat zich het dichtst bij de schedel bevindt is de rozenkrans (zie figuur 2.1). Hiermee zit het gewei (tijdelijk) vast aan de rozenstokken. Aan dit deel is te zien of een gewei is afgeworpen, of dat het dier is gedood en het gewei is afgezaagd. Is het gewei afgeworpen, dan is de onderzijde van de rozenkrans licht bol en glad. Als het dier gedood is, dan wordt het gewei afgezaagd en zijn er zaagsporen te zien, vaak net onder de rozenkrans. Soms is er nog een deel van de schedel of de rozenstok aanwezig (zie figuur 2.1).



**FIGUUR 2.1**

Gereedschap van edelhertgewei opgegraven in Amsterdam, aanwezig is nog een stuk van de rozenstok en de rozenkrans (datering onbekend).

COLLECTIE AHM/BMA.

FOTO: ANNEKE DEKKER, AAC.

### 2.1.B ONTWIKKELING VAN HET GEWEI

Het gewei wordt elk jaar afgeworpen en wordt daarom in tegenstelling tot bot steeds opnieuw aangemaakt.<sup>52</sup> De groei en het afwerpen van het gewei wordt hormonaal gestuurd. De vorming van de rozenstok bij een jong dier gebeurt door membraanuze ossificatie vanuit het periost, gevolgd door verschillende verbeningsprocessen. Omdat de rozenstok niet afgeworpen wordt, hoeft de rozenstok niet steeds opnieuw gevormd te worden.

Het gewei ontstaat eerst als kraakbeen en groei kan daardoor plaatsvinden door appositionele groei (vanuit het perichondrium) aan de punt(en) van het gewei. Lengtegroei van gewei gebeurt dus niet zoals bij lange botten door interstitiële groei. Aan de groeiende punt wordt het gewei omgeven door het perichondrium, dit loopt over in het periost, dat het reeds verbeende deel van het gewei en de rozenstok omgeeft. Het gewei wordt geheel bedekt door de bast, dat verbonden is met de huid. Door bloedtoevoer in de bast ontstaat de kenmerkende structuur van groeven aan de buitenzijde van het gewei (zie paragraaf 2.2.A).

Het kraakbeen aan de punt(en) van het gewei wordt vervolgens tijdens de

groei van het gewei omgezet in bot door enchondrale ossificatie. Het spongiosa wordt dus gevormd door enchondrale ossificatie. Groei in de breedte wordt waarschijnlijk veroorzaakt door een vorm van membraneuze ossificatie vanuit het periost. Doordat groei van het gewei plaatsvindt aan de punt(en), bevindt het oudste deel van het gewei zich dus aan de basis van het gewei, vlak bij de schedel ofwel de proximale zijde.

Vlak voordat het gewei afgeworpen wordt, stopt de enchondrale ossificatie, het gewei calcificeert volledig en de bast sterft af. Door de verdere verbening aan de basis van het gewei wordt de interne bloedtoevoer afgesloten. De basis van een (bijna) afgeworpen gewei kan dus erg compact zijn en weinig spongiosa vertonen (figuur 2.10).<sup>53</sup> Als ook de bast afsterft, en dus ook de externe bloedtoevoer wordt afgesloten, begint het hert zijn gewei te ‘vegen’ om de loszittende huid kwijt te raken. Door het vegen van het gewei kunnen de punten glad worden. Vervolgens wordt het gewei afgeworpen door de activiteit van osteoclasten in de rozenstok.

### **2.1.C CHEMISCHE STRUCTUUR**

De chemische samenstelling van het gewei is afhankelijk van omstandigheden, zoals leefwijze, leeftijd, et cetera. Gewei lijkt qua samenstelling erg op bot; het bestaat net zoals bot uit een anorganisch deel (hydroxyapatiet) en een organisch deel (voornamelijk collageen). Bij gewei is het aandeel collageen groter dan bij bot.<sup>54</sup> Gewei is taaier en breekt minder snel dan bot.<sup>55</sup>

## **2.2 Determinatie**

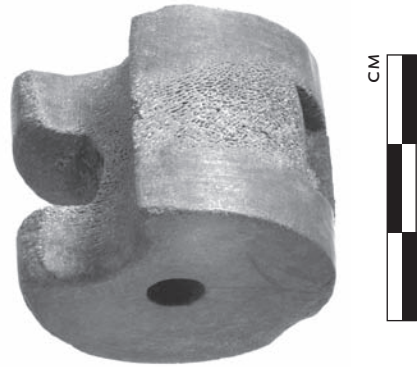
### **2.2.A VORM EN GROOTTE**

Vorm en grootte zijn belangrijke determinatiekenmerken voor gewei. Doordat gewei geen mergholte heeft, kunnen van gewei voorwerpen met een grotere diameter vervaardigd worden dan van bot (figuren 2.2 en 2.10). Een goed voorbeeld hiervan zijn de zogenaamde tuimelaars. Een tuimelaar is een onderdeel van een kruisboog. Een voorwerp van deze afmetingen kan onmogelijk uit bot gehaald worden. Het spongiosa van het gewei is goed zichtbaar bij deze voorwerpen (figuur 2.2).

### FIGUUR 2.2

Tuimelaar van edelhert-  
gewei uit Amsterdam, 16de  
eeuw.

COLLECTIE AHM/BMA.  
FOTO: ANNEKE DEKKER,  
AAC.



De vorm van een voorwerp kan ook een aanwijzing zijn voor het gebruikte materiaal. Als de vorm van een (deel van een) gewei nog aanwezig is, is de determinatie eenvoudig. Soms kan dan ook de diersoort bepaald worden. Dit is vooral het geval met voorwerpen gemaakt in de huisvlijt, waarbij weinig bewerking heeft plaatsgevonden. De geweien van de verschillende diersoorten verschillen vooral in vorm en grootte van elkaar (figuur 2.3). De grootte is eveneens afhankelijk van onder andere de leeftijd van het dier.



### FIGUUR 2.3

Vorm van het gewei van de verschillende hert-  
achtigen.

1. ree (*Capreolus capreolus*),
2. damhert (*Dama dama*),
3. eland (*Alces alces*),
4. rendier (*Rangifer tarandus*) en
5. edelhert (*Cervus elaphus*).

Een edelhert (*Cervus elaphus*) heeft een stangengewei, waarbij de stangen vrij rond in doorsnede zijn. Er is een oogtak aanwezig. Bij een groot gewei zijn er na de oogtak opeenvolgend de volgende enden aanwezig: de ijstak, de middentak en eventueel de wolfstak. Een kroon is een uiteinde met meer dan drie enden. Een eland (*Alces alces*) heeft een groot kroongewei met vele enden en zonder oogtak. Het gewei van een eland is vrij plat. Een ree (*Capreolus capreolus*) heeft een klein stangengewei met weinig enden en geen oogtak. Een damhert (*Dama dama*) heeft een kroongewei met oogtak. Een rendier (*Rangifer tarandus*) heeft een stangengewei met vertakte enden en een vertakte oogtak. Voor de determinatie van gewei op diersoort zou verder nog gekeken kunnen worden naar de aard van de structuur aan de buitenzijde en de aard van het spongiosa.<sup>56</sup>



**FIGUUR 2.4**

Buitenzijde van een edelhertgewei (recent).

FOTO: MARLOES RIJKELIJKHUIZEN.

De buitenzijde van een elandgewei vertoont ondiepe groeven (figuren 2.8 en 2.11). Het spongiosa volgt de brede en platte vorm van het elandgewei (figuur 2.7). De buitenzijde van een rendier is erg glad in tegenstelling tot de structuur van de buitenzijde van het edelhertgewei. Het edelhertgewei heeft diepe



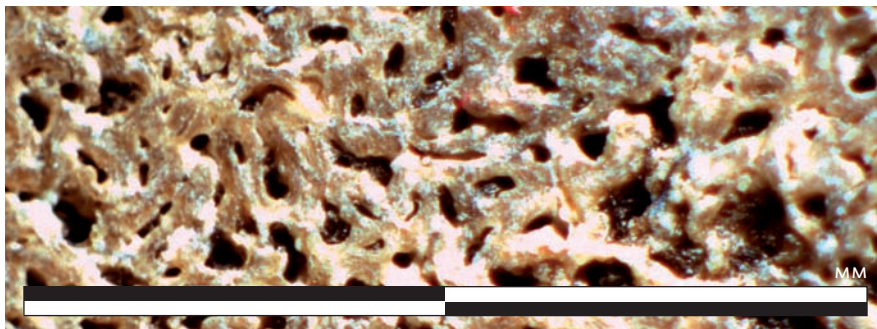
en onregelmatige groeven (figuur 2.4). Ook het gewei van het ree heeft diepe en onregelmatige groeven. Vaak is het echter niet mogelijk het gewei te determineren op diersoort, vooral bij kleine voorwerpen die veel bewerking hebben ondergaan.

---

**FIGUUR 2.5**

Het spongiosa van gewei te zien op een voorwerp uit Amsterdam. Het voorwerp is uit de punt van een gewei gemaakt (datering onbekend).

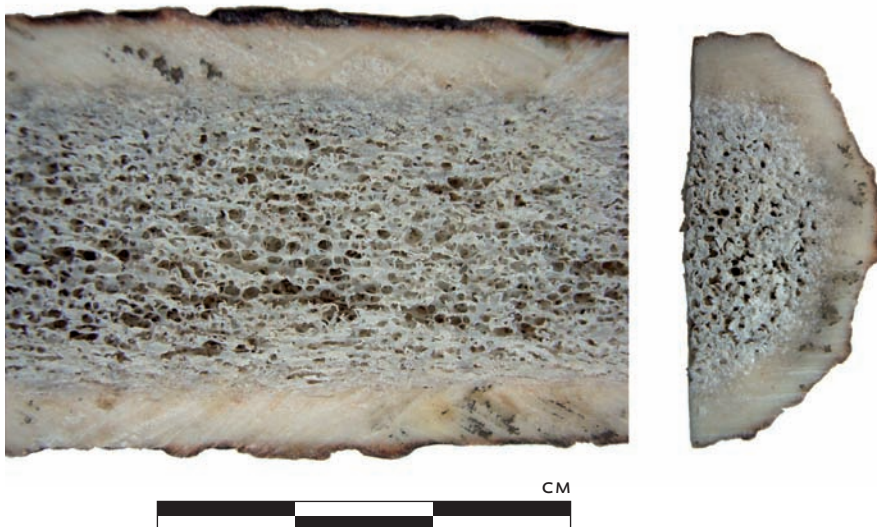
COLLECTIE AHM/BMA. FOTO: KEES TROOSTHEIDE, AAC.



**FIGUUR 2.6**

Lengte- en dwarsdoorsnede van een stang van een edelhertgewei (recent).

FOTO: MARLOES RIJKELIJKHUIZEN.



Als een kleiner deel van het gewei gebruikt is, moet gelet worden op andere aanwezige of ontbrekende vormkenmerken. Bij gewei ontbreken belangrijke kenmerken van bot, zoals gewrichtsvlakken, een mergholte en grote foramina. Gewei heeft geen mergholte en geen grote foramina, omdat in gewei geen bloed gevormd wordt. Gewei heeft een doorlopende spongiosa in bijna het gehele gewei. De punten van de takken zijn massief. Aan de basis van een (bijna) afgeworpen gewei kan eveneens weinig spongiosa aanwezig zijn (figuur 2.10).<sup>57</sup> De dikte van de compacta is variabel en de verhouding tussen compacta en spongiosa in gewei kan verschillen.<sup>58</sup>

Spongiosa komt zowel voor bij bot als bij gewei. Bot heeft echter geen doorlopende spongiosa, maar spongiosa is alleen aanwezig bij de gewrichtskoppen en bij een jong dier gedeeltelijk in de diafyse. De overgang van het spongiosa naar de compacta verloopt bovendien bij gewei geleidelijk (figuren 2.6 en 2.7); bij bot is deze overgang abrupt.<sup>59</sup> Het spongiosa is daarom naar de punt van

**FIGUUR 2.7**

Dwarsdoorsnede van een eland-  
gewei uit de Noordzee.

FOTO: MARLOES RIJKELIJKHUIZEN.



CM



het gewei toe wat dichter van structuur (figuur 2.5). Het spongiosa van gewei is tevens anders van aard dan het spongiosa van bot. Vaak is de spongiosa van bot wat grover dan bij gewei.<sup>60</sup>

De gegroefde structuur van de buitenzijde van gewei is erg kenmerkend. Vaak wordt deze structuur behouden bij het vervaardigen van een voorwerp. Bij bijvoorbeeld mesheften gemaakt van gewei, werd dikwijls de structuur van de buitenzijde van een gewei gehandhaafd.

### **2.2.B STRUCTUUR**

Bot en gewei zijn, als deze bewerkt zijn, vaak moeilijk van elkaar te onderscheiden. De belangrijkste aspecten waarop gelet moet worden, zijn het spongiosa en de structuur van de buitenzijde van gewei. Soms worden voorwerpen gemaakt uit de compacta (cortex) van het gewei en is er geen spongiosa aanwezig. Als er eveneens geen structuren meer aanwezig zijn van de buitenzijde van het gewei, is het zeer moeilijk om het verschil tussen bot en gewei te zien.<sup>61</sup> Als ook geen andere vormkenmerken of grote foramina aanwezig zijn, kan nog gekeken worden naar de microscopische structuur.

Doordat gewei ieder jaar afgeworpen wordt, vormt gewei geen lamellair bot. Gewei kan wel primaire osteonen vertonen, maar meestal geen Haverse systemen zoals volwassen bot. Soms zijn er enkele secundaire osteonen aanwezig.<sup>62</sup> Als er lamellair bot of vele Haverse systemen aanwezig zijn, kan men er dus van uitgaan dat het bot betreft van een volwassen dier. Soms is het echter onmogelijk onderscheid te maken tussen bot en gewei.<sup>63</sup>

## **2.3 Bewerking**

### **2.3.A EIGENSCHAPPEN**

Gewei heeft ten opzichte van andere grondstoffen zijn eigen voordelen. De beschikbaarheid en prijs van gewei zijn erg afhankelijk van diersoort, plaats en tijdsperiode. In Nederland is de eland in de loop van de Middeleeuwen (circa tiende eeuw) uitgestorven en het damhert werd pas na de Middeleeuwen in Nederland ingevoerd als jachtwild. Het ree heeft een klein gewei en werd

daarom niet vaak gebruikt. Het rendier komt alleen voor in noordelijker gelegen gebieden. Het meest gebruikte gewei is daarom edelhertgewei.

Vanaf circa de dertiende eeuw lijkt er een afname te zijn in het gebruik van gewei in Noordwest-Europa. Mogelijke oorzaken hiervoor zijn verscherping van de regels voor de jacht door de adel, of omdat de mensen zich meer in steden vestigden. Een andere mogelijkheid is de afname van hertenpopulaties door bijvoorbeeld afname aan woeste gronden.<sup>64</sup> Deze ontwikkeling is in Nederland vooral af te lezen aan de verandering van materialen voor de vervaardiging van kammen (zie paragraaf 1.3.B en 2.3.B).

Vorm en grootte zijn onder andere afhankelijk van diersoort. Ondanks de aanwezigheid van spongiosa kunnen er uit gewei over het algemeen grotere voorwerpen gehaald worden dan uit bot (figuren 2.2 en 2.10). Gewei is opgebouwd uit dezelfde chemische componenten als bot en heeft daardoor veel dezelfde eigenschappen, zoals stevigheid, flexibiliteit en duurzaamheid. De flexibiliteit van gewei is echter hoger dan die van bot, omdat de organische component groter is dan bij bot. Gewei werd daarom meestal gebruikt voor voorwerpen waar flexibiliteit van groot belang is.<sup>65</sup> Door deze flexibiliteit is het mogelijk gewei, nadat het geweekt wordt, te buigen.<sup>66</sup> Gewei is steviger in de lengterichting; dit was al bekend bij de ambachtslieden (zie paragraaf 2.3.B). Gewei is net zoals bot goed te bewerken, maar meestal wordt gewei niet met behulp van een draaibank bewerkt. Dikwijls wordt de buitenste structuur van gewei behouden.

### **2.3.B GEWEI IN DE LOOP DER TIJDEN**

In de prehistorie was gewei een veelgebruikt materiaal.<sup>67</sup> Het werd gebruikt voor de vervaardiging van gereedschap en landbouwwerktuigen. Onderzoek naar de functie van dergelijke voorwerpen is gedaan aan de hand van sporenanalyse.<sup>68</sup> Onderzoek naar voorwerpen uit de prehistorie uit Spoolde en Flevo-land laat zien dat hier meestal het gewei van edelhert gebruikt werd, dat zowel afkomstig was van afgeworpen als afgezaagde geweien. Dit betekent dat het gewei zowel verzameld was als afkomstig van gejaagde dieren.<sup>69</sup> Maar ook zijn er prehistorische vondsten van elandgewei bekend.<sup>70</sup> Een voorbeeld van een prehistorisch voorwerp van elandgewei is een bijl die opgegraven is in Zeeland (zie figuur 2.8).<sup>71</sup>



**FIGUUR 2.8**

Prehistorische bijl, gevonden in Zierikzee, gemaakt van elandgewei (bronstijd of ijzertijd).

FOTO: RACM, AMERSFOORT.

Ook in de Romeinse tijd was gewei een veelgebruikt materiaal en geweibewerking wordt gezien als een inheemse traditie.<sup>72</sup> Het gewei werd mogelijk bewerkt door rondreizende ambachtsslieden. Het idee van rondreizende ambachtsslieden wordt vooral ondersteund door de afwezigheid van afval van sedentaire geweibewerkers en de uniformiteit in objecten.<sup>73</sup> Er is weinig bekend over geweibewerkers in de Romeinse tijd en vroege Middeleeuwen in Nederland. Objecten van gewei uit de Romeinse tijd en vroege Middeleeuwen zijn onder andere gevonden in Valkenburg,<sup>74</sup> Maastricht,<sup>75</sup> Dorestad<sup>76</sup> en Souburg.<sup>77</sup>

Het gewei werd vooral gebruikt voor de vervaardiging van samengestelde kammen (figuur 2.9). Vanaf de Romeinse tijd tot in de dertiende eeuw werden deze kammen vervaardigd. De kammen bestonden uit meerdere plaatjes van gewei die naast elkaar gelegd werden en vastgemaakt door dekplaten met behulp van metalen spijkertjes. Hierna werden de tanden ingezaagd in de plaatjes. Deze kammen waren samengesteld, omdat gewei in de lengterichting steviger is.<sup>78</sup> Productie van deze kammen in Nederland is aangetoond in Dorestad<sup>79</sup> en Maastricht.<sup>80</sup> Er zijn halffabrikaten gevonden in Oost-Souburg; waarschijnlijk was hier sprake van fabricage of reparatie van objecten van kammen.<sup>81</sup> Ook in de terpen zijn vele voorwerpen gevonden van gewei, zoals kammen en



**FIGUUR 2.9**

Samengestelde kam van gewei afkomstig uit de terp Ferwerd (datering onbekend).

COLLECTIE RMO. FOTO: MARLOES RIJKELIJKHUIZEN.

spinschijfjes (figuur 2.10).<sup>82</sup> Er zijn geen directe aanwijzingen voor productie, doordat door afgravingen van de vruchtbare terpaarde veel informatie verloren is gegaan. Deze samengestelde kammen waren voornamelijk gemaakt van gewei, maar in latere periode werden delen ook wel van bot gemaakt, zoals te zien is in Dorestad.<sup>83</sup> Vanaf circa de negende/tiende eeuw tot in de vijftiende eeuw komen er lange kammen voor van bot. Dit zou te maken kunnen hebben met de afname van de beschikbaarheid van gewei. Te zien is dat deze kammen verschillende aanpassingen hadden, omdat bot niet zo flexibel is en sneller breekt dan gewei (zie paragraaf 1.3.B).

Vanaf de late Middeleeuwen neemt het gebruik van gewei zichtbaar af. Gewei wordt nu vooral nog gebruikt voor gereedschappen, waarbij men gebruikmaakt van de taaheid van gewei, voor mesheften, waarbij de gegroefde buitenstructuur van gewei zichtbaar blijft en voor jachtattributen, zoals kruithoorns en tuimelaars (figuur 2.2). Kruithoorns werden vaak versierd met prachtige voorstellingen.



**FIGUUR 2.10**

Een spinschijfje van gewei, afkomstig uit de terp Hallum (datering onbekend).  
Gemaakt uit de basis van een gewei (proximaal).

COLLECTIE RMO. FOTO: MARLOES RIJKELIJKHUIZEN.

### 2.3.C IMPORT

Het gebrek aan materialen in de directe omgeving is een beperking die opgeheven kan worden door import uit andere landen. Dat er inderdaad handel bestond in gewei blijkt onder andere uit enkele afvalstukken van elandgewei bewerking uit Amsterdam (figuur 2.11). Eén afvalstuk is gedateerd in de achttiende eeuw. De overige stukken hebben geen datering, maar aangezien de eland uitgestorven was voordat Amsterdam ontstond, moeten deze verkregen zijn door handel.<sup>84</sup>

**FIGUUR 2.11**

Fragment van een elandgewei en fragment van een elandgewei waaruit knopen gehaald zijn, beide opgegraven in Amsterdam (datering onbekend).

COLLECTIE AHM/BMA. FOTO: ANNEKE DEKKER, AAC.







# 3 Ivoor

## 3.1 Ontwikkeling en samenstelling

### 3.1.A HET GEBIT

Een zoogdiergebit bestaat uit verschillende gebitselementen. Deze elementen zijn aangepast aan de functie die zij hebben en zijn onder te verdelen in:

- incisiven - snijtanden
- caninen - hoektanden
- premolaren - valse kiezen
- molaren - kiezen

De tandformule van de meest primitieve zoogdieren bestaat uit drie incisiven, één canine, vier premolaren en drie molaren, zowel in de bovenkaak aan de linker- en rechterzijde als in de onderkaak aan de linker- en rechterzijde. Bij veel zoogdieren is echter reductie opgetreden van het aantal tanden.<sup>85</sup> De gebitselementen verschillen per diersoort en zijn aangepast aan het soort voedsel dat zij eten. Hierdoor kunnen ook losse gebitselementen gedetermineerd worden op diersoort.<sup>86</sup> Ivoor kan verkregen worden van de slagstanden van olifanten, maar ook van de tanden van de mammoet, het nijlpaard, de walrus, de potvis of de narwal. Bij deze dieren zijn enkele tanden uitgegroeid tot slagstanden.

#### OLIFANT EN MAMMOET

Olifanten behoren tot de orde van de Proboscidea (slurfdieren) en de familie van de Elephantidae (olifantachtigen). Er bestaan drie soorten olifanten, de Aziatische olifant (*Elephas maximus*), de Afrikaanse savanneolifant (*Loxodonta africana*)

en de Afrikaanse bosolifant (*Loxodonta cyclotis*) (Roca e.a. 2001). Bij de olifant zijn het de incisiven die uitgegroeid zijn tot slagstanden (figuur 3.1). Bij de Afrikaanse olifantsoorten hebben zowel de mannetjes als de vrouwtjes slagstanden; bij de Aziatische olifant hebben alleen de meeste mannetjes slagstanden. De vrouwtjes van de Aziatische olifant hebben kleine, meestal niet zichtbare slagstanden, de zogenaamde ‘tushes’. De slagstanden dienen als wapen, als teken van kracht en vooral als werktuig.<sup>87</sup> Mammoeten behoren evenals de olifant tot de orde van de Proboscidea en de familie van de Elephantidae. Mammoeten zijn circa tienduizend jaar geleden uitgestorven. De tandformule van de mammoet is dezelfde als die van de olifant. De slagstanden van de mammoet zijn echter groter. De drie melkkiezen en drie kiezen per zijde komen niet alle tegelijk voor in de kaak, maar er zijn er steeds slechts een tot twee tegelijk aanwezig per kant; de kiezen schuiven als het ware op, als een kies versleten is valt deze uit en een nieuwe komt ervoor in de plaats. De slagstanden groeien door tijdens leven.<sup>88</sup>

#### NIJLPAARD

Het nijlpaard (*Hippopotamus amphibius*) behoort tot de orde van Artiodactyla (evenhoevigen) en daarbinnen tot de familie van de Hippopotamidae (nijlpaarden). Nijlpaarden komen voor in Midden-Afrika. Bij het nijlpaard zijn het de onderste eerste incisiven en de caninen uit de boven- en onderkaak die goed ontwikkeld zijn en gebruikt werden voor de vervaardiging van kleine voorwerpen (figuur 3.1).

#### WALRUS

De walrus (*Odobenus rosmarus*) leeft in het arctisch gebied en behoort tot de orde van de Carnivora, de suborde van Pinnipedia (vinvoetigen) en de familie van de Odobenidae (walrussen). Volgens sommige onderzoekers vormen de Pinnipedia een orde op zich. Van de walrus zijn de bovenste caninen uitgegroeid tot slagstanden en werden gebruikt als ivoor (figuur 3.1). Deze grote hoektanden worden door walrussen gebruikt om zich voort te bewegen, voor het zoeken naar voedsel en om de plaats in de rangorde te bepalen. Ook is wel eens sensor als functie genoemd.<sup>89</sup>

0- <b>11</b> 0C 3M	2-3I <b>1C</b> 4P 3M	1-2I <b>1C</b> 3-5PC
0I 0C 3M	<b>1-3I 1C</b> 4P 3M	0I 1C 3-4PC
Olifant en mammoet	Nijlpaard	Walrus

**FIGUUR 3.1**

De tandformule van de olifant en de mammoet, het nijlpaard en de walrus (naar Hillson 2005). In een tandformule wordt het aantal elementen weergegeven per halve bovenkaak (boven) en onderkaak (onder). I = Incisive(n), C = canine, P = premolaren, M = molaren, PC = postcaninen (zo genoemd omdat er weinig onderscheid te zien is tussen premolaren en molaren). De hier dikgedrukte elementen werden gebruikt als grondstof.

### POTVIS

De potvis (*Physeter macrocephalus/catodon*) behoort tot de orde van de Cetacea (walvisachtigen), de suborde van de Odontoceti (tandwalvissen) en de familie van Physeteridae (potvissen). Naast de potvis bestaan de dwergpotvis en de kleinste potvis, volgens sommige onderzoekers behoren deze tot een aparte familie, de Kogiidae. De potvis kauwt zijn voedsel niet en de aanwezigheid van tanden is waarschijnlijk niet noodzakelijk voor het vangen van de prooi. In de bovenkaak zitten geen of rudimentaire tanden. Deze tanden breken niet door en groeien niet vast aan de kaakrand. In de smalle onderkaak zitten 32 tot 60 tanden (figuur 3.2). Bij de dwergpotvis en de kleinste potvis zijn dit er 18 tot 30. Het grootste gedeelte van de tand zit in de kaak. De tanden in de onderkaak passen in holtes in de bovenkaak.<sup>90</sup>

### NARWAL

De narwal (*Monodon monoceros*) komt voor in arctische wateren en behoort, net zoals de potvis, tot de orde van Cetacea en de suborde van de Odontoceti. Samen met de witte dolfijn (beluga) vormt de narwal de familie van Monodontidae (grondeldolfijnen). De narwal heeft slechts 2 tot 4 tanden in de bovenkaak; bij het mannetje groeit de linkerincisive uit tot een slagtang van 2 tot 2,5 m. Bij circa 0,2% groeien beide tanden uit tot een slagtang. Bij 3% van de vrouwtjes groeit een tand uit tot een, kleinere, slagtang. De andere tanden zijn klein en komen niet door. De rechterincisive wordt bij mannetjes circa 29 cm, maar komt meestal niet door, bij vrouwtjes worden ze meestal minder dan 23 cm.<sup>91</sup>

Lange tijd bestonden er meerdere theorieën over de functie van de tand. Recent onderzoek heeft aangetoond dat de tand dienst doet als een soort sensor.<sup>92</sup>

### 3.1.B ONTWIKKELING VAN TANDEN

Een tand of kies bestaat uit de volgende weefsels:<sup>93</sup>

- email – glazuur (substantia adamantina)
- dentine – tandbeen, ivoor (substantia eburnea)
- cementum – cement (substantia ossea dentis)
- pulpa (pulpa dentis)

Het dentine is het binnenste weefsel van een tand en is het eigenlijke ivoor. Een gedeelte van de tand kan bedekt zijn met cementum en/of email. Het cementum bedekt meestal de wortel van de tand of kies en zorgt voor een goede hechting van de tand of kies in de kaak. Het cementum kan echter ook grote delen van de tand bedekken. Cementum is zachter dan dentine en lijkt op bot. Email is grotendeels anorganisch en is het hardste materiaal in een dierlijk lichaam. Het pulpa is een zacht weefsel dat zenuwen en bloedvaten bevat. De pulpa zit in de pulpaholte; de pulpaholte is meestal gesloten, maar kan ook open zijn bij tanden die gedurende het hele leven van het dier doorgroeien. Dit is onder andere het geval bij de slag tanden van olifant, nijlpaard en walrus. De verhouding van de verschillende weefsels kan verschillen per tand en per diersoort.

In tegenstelling tot de osteoblasten bij bot zorgen de ameloblasten, odontoblasten en cementoblasten voor de opbouw van een tand. De ameloblasten zijn voor de vorming van het email, de odontoblasten voor de vorming van dentine en de cementoblasten voor de vorming van het cementum. Kiezen en tanden ontwikkelen zich uit het epithelium (bovenste laag van de huid en slijmvliezen). Dentine en email groeien in tegengestelde richting. De aangroei van email vindt plaats aan de buitenzijde van de tand; het dentine groeit aan vanuit de pulpaholte.<sup>94</sup>

In het dentine zijn buisjes aanwezig die radiaal verlopen vanaf de pulpaholte tot aan de buitenzijde van de tand. Het verloop en de grootte van deze buisjes zijn verschillend per diersoort (zie paragraaf 3.2.B). Deze buisjes zijn ontstaan door de odontoblasten die dentine aanmaken vanuit de pulpaholte.<sup>95</sup>

Het tijdstip van het doorkomen van kiezen en tanden van het melkgebit en

het blijvend gebit worden, evenals de slijtage van de kiezen en tanden, gebruikt bij leeftijdsschatting van dieren.<sup>96</sup> Zodra een tand doorgemaakt is en de wortel zich gesloten heeft, verdwijnen de ameloblasten en kan er geen email meer worden aangemaakt. Dentine kan continu worden aangemaakt door de odontoblasten in de pulpaholte. Het doorgroeiende dentine compenseert voor verlies door ziekte en slijtage. Ook het cementum kan gedurende het hele leven afgezet worden, waardoor net zoals in het dentine groeiringen in het cementum kunnen ontstaan.<sup>97</sup>

### **3.1.C CHEMISCHE STRUCTUUR**

Ivoor heeft bijna dezelfde chemische structuur als bot en gewei. De organische component van dentine bestaat voornamelijk uit collageen. De anorganische component bestaat uit hydroxyapatiet.<sup>98</sup> Het anorganische deel is groter dan het organische deel; alhoewel de verhoudingen variabel zijn, afhankelijk van meerdere factoren, zoals diersoort, leeftijd en omgevingsfactoren. Het percentage collageen is bij ivoor wat groter dan bij bot en gewei. Olifantivoor breekt minder snel dan bot, maar sneller dan gewei.<sup>99</sup> De oorzaak hiervoor is nog onvoldoende onderzocht. Of dit ook geldt voor ivoor afkomstig van andere diersoorten is vooralsnog niet bekend. Email bestaat bijna alleen maar uit anorganisch materiaal en bevat geen collageen, maar slechts een kleine component van een ander proteïne.<sup>100</sup>

## **3.2 Determinatie**

### **3.2.A VORM EN GROOTTE**

Ivoor is in tegenstelling tot bot grotendeels massief en daardoor kunnen er van ivoor grotere objecten vervaardigd worden dan van bot. Oplossingen die gebruikt werden voor het vervaardigen van een groter voorwerp van bot, zoals afsluitklepjes die de mergholte afsluiten, zijn bij ivoor niet nodig. Als voorbeeld voor dit verschil kan men kijken naar de vervaardiging van dobbelstenen. Van bot kunnen slechts kleine massieve dobbelstenen gemaakt worden. Om toch grotere dobbelstenen van bot te kunnen vervaardigen werden er holle



**FIGUUR 3.2**

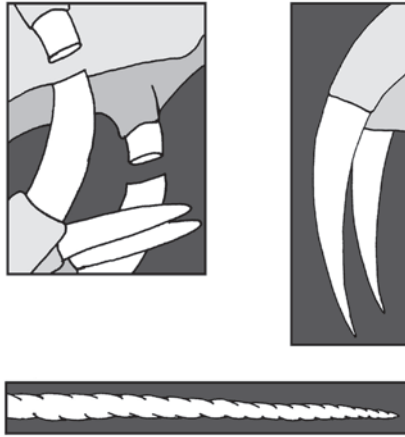
Potvistand. Het grootste deel van de tand bevindt zich oorspronkelijk in de kaak van de potvis.

VERGELIJKINGSCOLLECTIE AAC. FOTO: MARLOES RIJKELIJKHUIZEN.

dobbelstenen gemaakt, waarvan aan beide zijden een afsluitklepje in gezet werd om de mergholte af te sluiten. Van ivoor kunnen grote massieve dobbelstenen gemaakt worden en deze hebben geen afsluitklepje nodig. Ook bij bijvoorbeeld kokers en heften van bot is vaak zo'n afsluitklepje te zien.<sup>101</sup> De grootte is daarom een aanwijzing voor het gebruikte materiaal. Een andere aanwijzing kan de vorm van het object zijn; soms is nog de oorspronkelijke vorm van de tand te zien in een object.

Grootte en vorm van de tanden verschillen per diersoort en kunnen tevens aanwijzingen geven voor het determineren van het ivoor op diersoort. De grootte is echter sterk variabel. Zo kan een olifantslagtand een lengte hebben tussen de 1 en 3,5 m. Een walrustand heeft een lengte tussen 60 cm en 1 m. De grootste tanden van het nijlpaard, de onderste caninen, kunnen tot 70 cm lang worden. Potvistanden zijn circa 10 tot 25 cm lang (figuur 3.2).<sup>102</sup> Een narwal-tand is 2 tot 2,5 m lang, maar heeft een breedte van circa slechts 8 cm.

De gehele tand is niet massief, maar een deel vormt de pulpaholte. De grootte van de pulpaholte is mede afhankelijk van diersoort en leeftijd. Bij de olifant vormt de pulpaholte de helft tot eenderde van de gehele slagtand. Bij



**FIGUUR 3.3**

Vorm van de bovenste en onderste caninen en onderste incisiven van het nijlpaard (linksboven); de bovenste caninen van de walrus (rechtsboven); linkerincisive van de narwal (onder).

het nijlpaard en de walrus daarentegen is er slechts een kleine pulpaholte aanwezig.<sup>102</sup> Een narwaltand is bijna over de gehele lengte hol.<sup>104</sup>

Kleur is geen determinatiekenmerk; archeologische voorwerpen van ivoor worden beïnvloed door bodemprocessen, maar ook museale voorwerpen van ivoor kunnen verkleuren of verkleurd zijn door invloed van licht.

### 3.2.B STRUCTUUR

Het belangrijkste kenmerk voor determinatie is de verhouding van de bepaalde weefsels en de verschillen in structuur die ontstaan zijn door verschillen in de groei. Soms zijn bepaalde structuren niet zichtbaar, waardoor determinatie onmogelijk wordt. Een tussenzone (interstitiële zone) is de plek waar de groei van het dentine samenkomt.<sup>105</sup> Als bepaalde weefsels aanwezig zijn op het voorwerp, is dit net als structuur een aanwijzing voor de richting en plaats waaruit het object uit de tand is gehaald.

#### OLIFANTIVOOR

De doorsnede van een slagtang van een olifant is rond of ovaal. Ongeveer 95% van de tand bestaat uit primair dentine en er is geen secundair dentine aanwezig. De buitenkant is bedekt met cementum, dit wordt bij olifantivoor ook



wel de ‘schors’ genoemd.<sup>106</sup> Het cementum kan soms ook groeilijnen vertonen. Email is slechts aanwezig aan de punt van de slagtang van jonge dieren; het email slijt echter snel af en wordt niet opnieuw aangemaakt.<sup>107</sup>

De open pulpaholte beslaat ongeveer de helft tot eenderde van de slagtang. De pulpaholte is open, omdat de tand doorgroeit tijdens het leven. Vanaf het einde van de pulpaholte tot de punt is een kanaal aanwezig, het zenuwkanaal. Dit kanaal is in een dwarsdoorsnede te zien als een klein gaatje en mag niet verward worden met een foramen dat alleen in bot voorkomt.

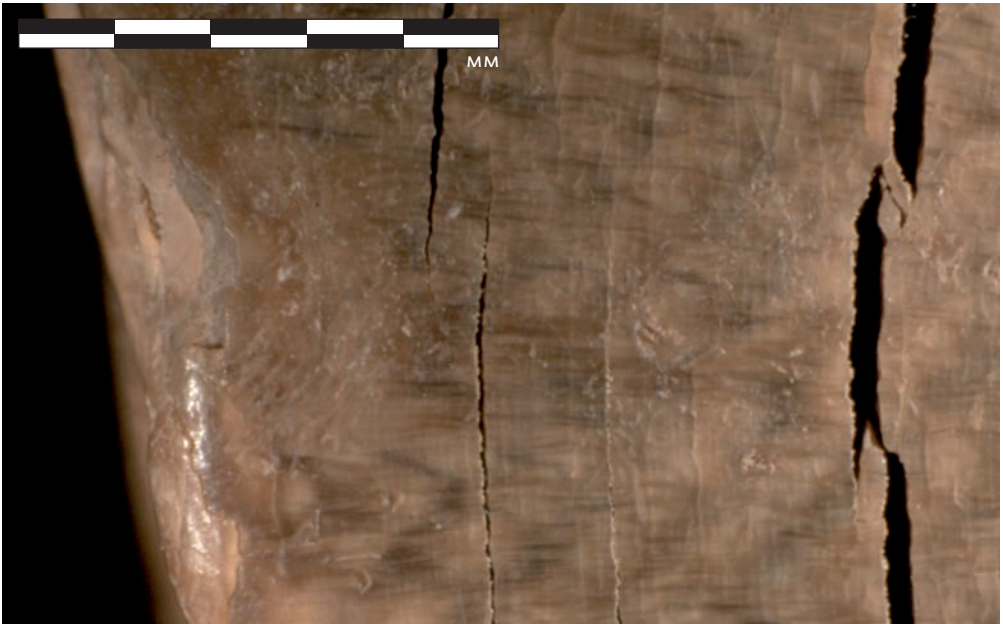
In het dentine zijn groeilijnen aanwezig; deze lijnen zijn op de dwarsdoorsnede te zien als concentrische ringen die rond of ovaal van vorm zijn; op de lengtedoorsnede zijn de lijnen te zien als rechte of gebogen lijnen. Het ivoor valt snel uiteen op deze lagen, bijvoorbeeld door invloed van fluctuaties in de vochtigheidsgraad (figuur 3.5). Het breukvlak is licht rimpelig<sup>108</sup> en bij verse breuken wit van kleur.

Karakteristiek voor olifant- en mammoetivoor zijn de zogenaamde Schreger-lijnen. Deze zijn op de dwarsdoorsnede te zien als elkaar kruisende lijnen.<sup>109</sup> Deze lijnen worden veroorzaakt door buisjes in het dentine. Deze buisjes zijn gevormd door odontoblasten die vanuit de pulpaholte constant dentine aanmaken en lopen radiaal vanuit de binnenzijde van de slagtang naar de buitenzijde. De buisjes verlopen golvend en deze pieken en dalen van de golvende buisjes verlopen in een tegengestelde richting van de naastliggende buisjes. In dwarsdoorsnede ontstaat er door deze systematische afwisseling van pieken en dalen een optisch effect van het Schreger-patroon (figuur 3.4). Doordat dit



**FIGUUR 3.4**

Schematische weergave van Schreger-patroon en buisjes in olifant- en mammoetivoor (naar Miles & White 1960).



### FIGUUR 3.5

De groeilijnen en de Schreger-lijnen te zien op een 17de-eeuws mesheft uit Amsterdam.

COLLECTIE AHM/BMA. FOTO: KEES TROOSTHEIDE, AAC.

effect ontstaan is door de lichtval, kan men de Schreger-lijnen soms beter waarnemen als de lichtval op het object veranderd wordt.<sup>110</sup> Bij sommige archeologische objecten is het Schreger-patroon juist duidelijker geworden door allerlei bodemprocessen. De buisjes in het dentine zijn normaal gesproken niet te zien, maar in materiaal dat lang in de grond heeft gelegen, zijn deze soms zichtbaar geworden (figuur 3.6).<sup>111</sup>

Men kan tevens bepalen uit welk deel van de slagtang het voorwerp gemaakt is en in welke richting het uit de slagtang gehaald is, door te letten op de aanwezigheid of afwezigheid van weefsels en de richting waarin de structuren voorkomen. Vaak kan men bepalen of het voorwerp rechtop uit de tand gehaald is, of het uit de buiten- of binnenzijde van de slagtang gemaakt is of bijvoorbeeld uit de punt van de slagtang.

Is er gebruikgemaakt van de pulpaholte of van een massief deel van de

tand? Een voorwerp waar nog resten van cementum aanwezig zijn, zal uit de buitenzijde van de slagtang gehaald zijn; de aanwezigheid van een zenuwkanaal verraadt dat het voorwerp uit het midden van de slagtang gemaakt is. De richting van het voorwerp van waaruit het uit de slagtang gehaald is, wordt hierbij eveneens duidelijk.

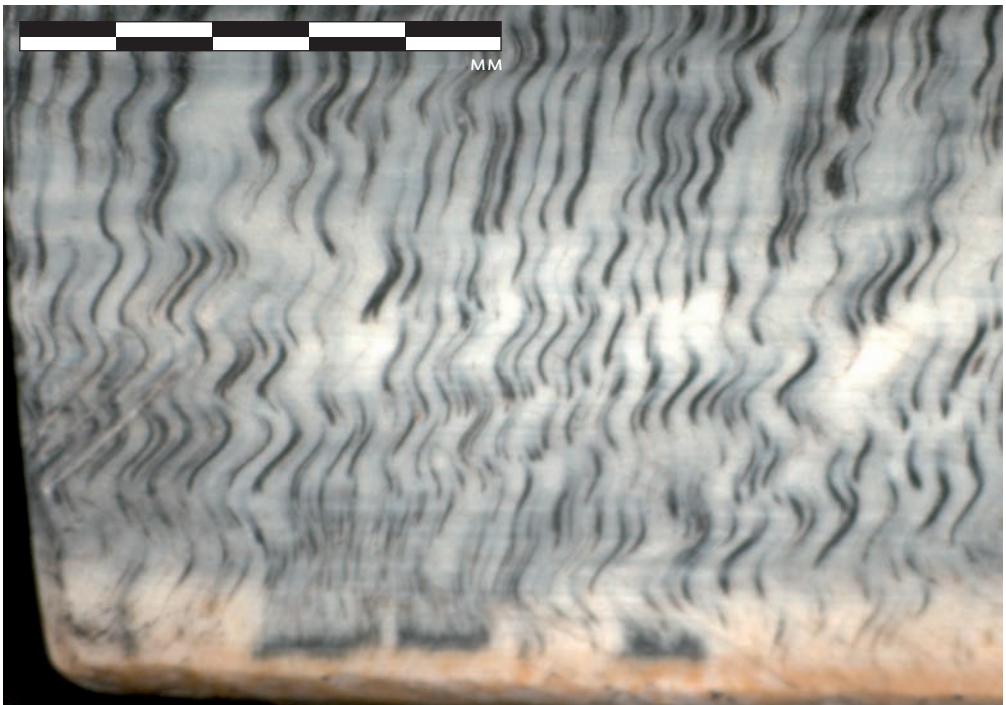
De structuur die aanwezig is op een voorwerp kan hierbij mede bepalen op welke manier het voorwerp uit de slagtang gehaald is. Zijn de groeilijnen te zien als concentrische ringen, of juist als rechte of licht gebogen lijnen en is er dus sprake van een dwarsdoorsnede of een lengtedoorsnede? Is het Schregerpatroon te zien, zoals op figuur 3,5, dan is het een duidelijke dwarsdoorsnede. De 'wavy, cloudy lines' die Penniman<sup>112</sup> reeds opmerkt, komen voor in de lengtedoorsnede nabij het cementum. Dit zijn de Schreger-lijnen, die aan de

---

### FIGUUR 3.6

Buisjes in het dentine zijn zichtbaar geworden in een stuk gepolijst mammoetivoor uit de Noordzee.

FOTO: KEES TROOSTHEIDE, AAC.



buitenzijde in lengtedoorsnede vaak duidelijker zichtbaar zijn (figuur 3.15 aan de linkerzijde van de kam).<sup>113</sup>

#### MAMMOETIVOOR

Mammoetivoor heeft evenals olifantivoor groeilijnen en Schreger-lijnen; de hoek van de Schreger-lijnen is echter kleiner dan die van de Schreger-lijnen in olifantivoor (figuur 3.7). Dit patroon kan daarom hulp bieden bij het onderscheiden van olifant- en mammoetivoor. Bij deze methode worden de buitenste Schreger-lijnen gebruikt en de hoek tussen de lijnen gemeten. Over het algemeen geldt dat bij olifantivoor de hoek groter is dan 115 graden en bij mammoetivoor de hoek kleiner is dan 90 graden. Tussen de 90 en 115 graden kan een overlap bestaan.<sup>114</sup>

---

#### FIGUUR 3.7

Het verschil tussen de Schreger-lijnen van de mammoet (links) en de olifant (rechts).

FOTO: KEES TROOSTHEIDE, AAC.



## NIJLPAARDIVOOR

Van het nijlpaard werden zowel incisiven als caninen gebruikt. Het betreft de eerste onderste incisiven en de bovenste en onderste caninen. De eerste onderste incisiven zijn recht en vrij rond in dwarsdoorsnede en bestaan uit dentine. Deze tanden zijn bedekt met cementum en alleen de punt is bedekt met email. De tussenzone is in dwarsdoorsnede te zien als een punt. In lengtedoorsnede kan deze zone te zien zijn als een rij punten.<sup>115</sup> De tussenzone is het punt waar het aangroeiende dentine samenkomt. De groeilijnen, die op zowel gelijke als op ongelijke afstanden van elkaar voorkomen, zijn in de dwarsdoorsnede concentrisch en in lengtedoorsnede te zien als gebogen lijnen.<sup>116</sup> De groeilijnen verlopen licht golvend.<sup>117</sup>

De bovenste en onderste caninen hebben beide aan de punt een glad slijtagevlak, doordat deze tanden tegen elkaar schuren (figuur 3,3). In dwarsdoorsnede zijn de caninen enigszins driehoekig. De onderste, grotere, canine is in dwarsdoorsnede meer driehoekig van vorm dan de kleinere bovenste canine (figuur

---

### FIGUUR 3.8

Dwarsdoorsnede van een onderste canine van een nijlpaard. De tussenzone is te zien als een gebogen lijn, aan de rechterkant is de tussenzone uitgescheurd tot aan de buitenzijde van de tand. Aan circa tweederde van de buitenzijde is de emallaag aanwezig (rechter- en onderzijde).

COLLECTIE UNIVERSITEITSMUSEUM UTRECHT. FOTO: MARLOES RIJKELIJKHUIZEN.





**FIGUUR 3.9**

Detailfoto van een kunstgebit gemaakt uit de canine van een nijlpaard. Een gedeelte van de tussenzone loopt als streep van rechtsboven naar linksonder, te zien is dat deze lijn vaak bestaat uit een aantal punten. De groeilijnen maken hier ook een scherpe hoek.

COLLECTIE UNIVERSITEITSMUSEUM UTRECHT. FOTO: MARLOES RIJKELIJKHUIZEN.

3.8). De groeilijnen hebben dezelfde vorm als de tand (figuur 3.9) en komen voor op gelijke of ongelijke afstanden van elkaar en verlopen licht golvend en zijn menigmaal onderbroken (figuur 3.10). De groeilijnen zijn beter te zien dan die in olifantivoor. De tussenzone is in de dwarsdoorsnede te zien als een gebogen lijn (figuur 3.8).<sup>118</sup> Het dentine groeit immers aan vanuit de pulpaholte. Bij tanden met een driehoekige vorm resulteert dit in een gebogen lijn waar de groei van het dentine samenkomt. Deze tussenzone is vaak te zien als een lijn met punten (figuur 3.9) en het ivoor breekt dikwijls op deze lijn. Email bedekt tweederde van de caninen; eenderde is bedekt met cementum (figuur 3.8).<sup>119</sup>

De aanwezigheid van verschillende weefsels en structuren kunnen net als bij olifantivoor aantonen op welke manier het voorwerp uit de tand gehaald is. Bijvoorbeeld of het voorwerp rechtop uit de tand gehaald is en of alleen gebruikgemaakt is van de buitenzijde, of is de hele grootte van de tand benut?

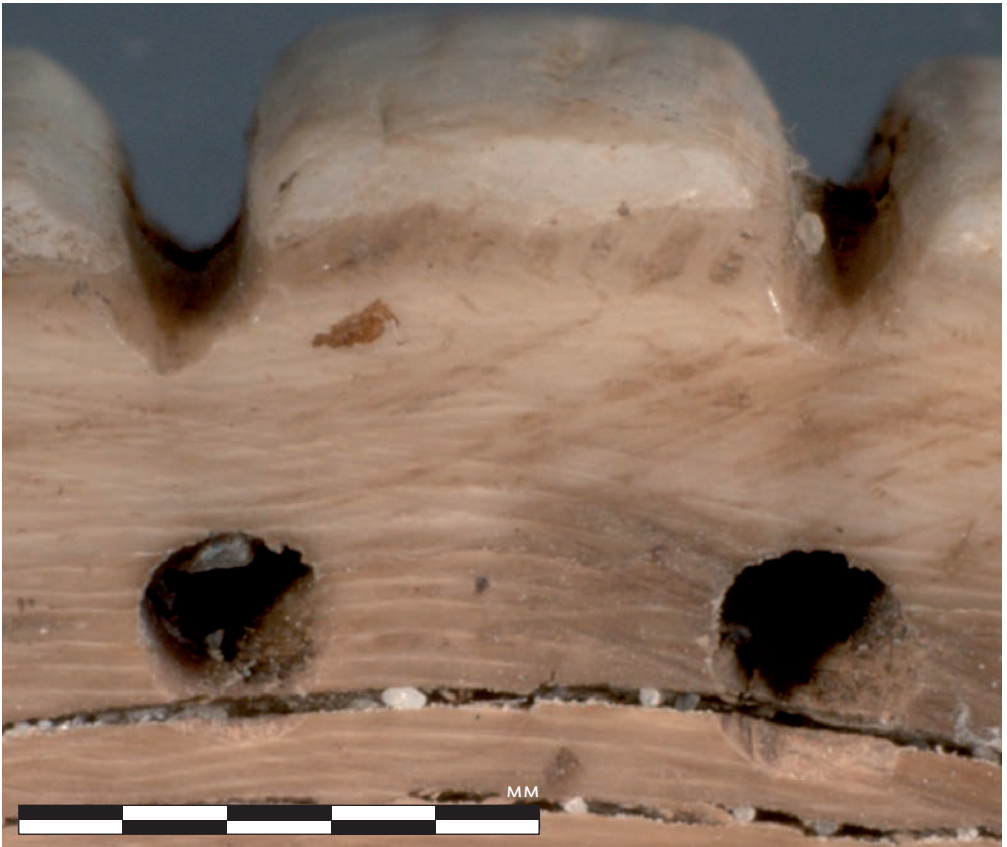
Soms zijn er nog resten van email aanwezig; dit blijkt bovendien vaak met een reden gedaan te zijn, zoals bij de vervaardiging van kunstgebitten (zie verder). Verder kan men letten op de richting van de groeilijnen en de tussenzone. Hierbij moet rekening gehouden worden dat de tussenzone die bij caninen in dwarsdoorsnede voorkomt als gebogen lijn, op een heel andere manier verloopt als deze in een andere richting doorsneden wordt. Ook kan de tussenzone slechts gedeeltelijk aanwezig zijn (figuur 3.9).

---

**FIGUUR 3.10**

Detail van een 18de-eeuws kunstgebit van nijlpaardivoor opgegraven in Amsterdam. Aan de voorzijde van het kunstgebit, bovenzijde van de foto, is een witte laag, de emallaag, te zien.

COLLECTIE AHM/BMA. FOTO: KEES TROOSTHEIDE, AAC.



Volgens Penniman<sup>120</sup> heeft zowel het dentine als het cementum een dichtere en fijnere structuur dan die van olifantivoor en heeft nijlpaardivoor een klein component organisch materiaal. Daardoor zou nijlpaardivoor harder zijn dan andere ivoren en minder snel verkleuren. Ook volgens Thornton is nijlpaard het hardste ivoor.<sup>121</sup> Beide schrijvers melden dat daarom vaak kunstgebitten vervaardigd werden van nijlpaardivoor. Aan twee kunstgebitten die gevonden zijn in opgravingen in Amsterdam is echter te zien dat vooral de email laag niet verkleurt (figuur 3.10).<sup>122</sup> Dit wordt ondersteund door de bevindingen van Krzyszkowska; de hardheid van ivoor ligt tussen de 1,5 en 2,5 op de schaal van Moh, nijlpaardivoor is 2-2,5 op de schaal van Moh. Het cementum van olifantivoor is 4 en het email van nijlpaardivoor is 6 tot 7 op de schaal van Moh.<sup>123</sup> Het is dus vooral het email van nijlpaardivoor dat erg hard is.

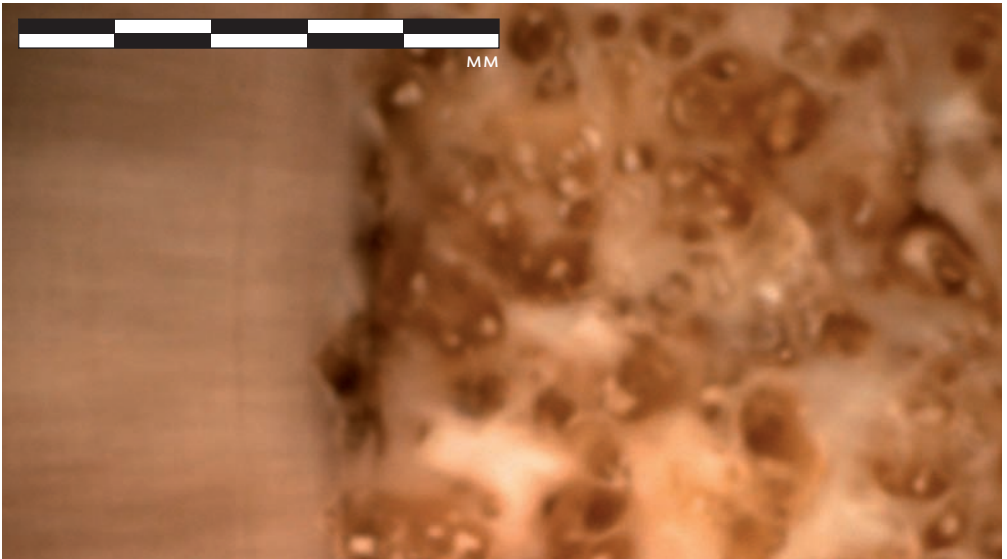
#### WALRUSIVOOR

Walrusivoor is te herkennen aan de twee duidelijk verschillende lagen dentine: het primaire dentine aan de buitenzijde en het secundaire dentine aan de binnenzijde. Het primaire dentine heeft weinig specifieke kenmerken en kan erg homogeen lijken. De groeilijnen zijn erg fijn en meestal niet duidelijk zichtbaar (figuur 3.12). De radiaal verlopende buisjes in het primaire dentine verlopen recht, in plaats van golvend zoals bij olifant en mammoet en daarom ontbreekt het Schreger-patroon. Bij voorwerpen van walrusivoor is vaak geen enkele structuur zichtbaar op het primaire dentine (figuur 3.12).<sup>124</sup>

Het secundaire dentine heeft een chaotische structuur (figuren 3.11 en 3.12), maar is soms niet aanwezig op een voorwerp, zodat determinatie moeilijk wordt. Het secundaire dentine heeft een hoog mineraalgehalte en is harder dan het primaire dentine.<sup>125</sup> Het secundaire dentine kan in mindere of meerdere mate aanwezig zijn, afhankelijk van verscheidene factoren, zoals leeftijd van het dier of plaats in de tand.

Het cementum is aanwezig aan de gehele buitenzijde van de tand en kan soms erg dik zijn en duidelijke groeilijnen vertonen. Soms komen er scheuren voor in het cementum die doorlopen tot in het dentine. Email is slechts aanwezig aan de punt van de tanden van jonge dieren en slijt snel af.<sup>126</sup>





**FIGUUR 3.11**

Doorsnede van een walrstand; links is het primaire dentine te zien, rechts het secundaire dentine.

FOTO: KEES TROOSTHEIDE, AAC.



**FIGUUR 3.12**

Detailfoto van een kunstgebit gemaakt van walrusivoor. Bovenaan is het primaire dentine te zien, onder het secundaire dentine.

COLLECTIE UNIVERSITEITSMUSEUM UTRECHT. FOTO: MARLOES RIJKELIJKHUIZEN.

### POTVISIVOOR

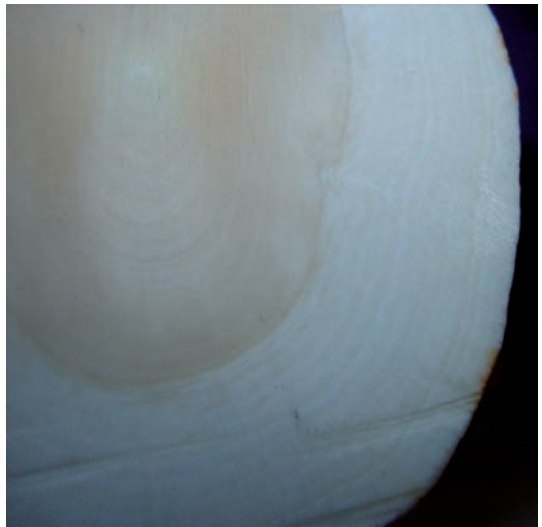
Potvstanden zijn rond of ovaal van vorm in de dwarsdoorsnede en hebben concentrische groeilijnen. Deze groeilijnen zijn in lengtedoorsnede te zien als hyperboolvormige lijnen. De tand is bedekt met cementum. Het cementum kan een vrij dikke laag vormen die groeilijnen vertoont (figuur 3.13) Alleen aan de punt is de tand bedekt met email. Dit email slijt waarschijnlijk snel af.<sup>127</sup> In potvstanden zijn soms kleine bolletjes van secundair dentine aanwezig.<sup>128</sup>

---

### FIGUUR 3.13

Doorsnede van een potvstand. Te zien is het dentine en aan de buitenzijde een dikke laag cementum.

FOTO: MARLOES RIJKELIJKHUIZEN.



### NARWALIVOOR

Een narwaltand is spiraalvormig en heeft in dwarsdoorsnede een onregelmatig ronde vorm. Het cementum dat de buitenkant bekleedt vertoont vaak scheuren die doorlopen tot in het dentine. Het dentine vertoont onregelmatig concentrische groeiringen. De pulpaholte loopt door bijna de gehele tand.<sup>129</sup> Volgens Thornton<sup>130</sup> bestaan er echter ook exemplaren met een kleine pulpaholte.

## 3.3 Bewerking

### 3.3.A EIGENSCHAPPEN

De beschikbaarheid en prijs van ivoor is sterk afhankelijk van diersoort, tijdsperiode en plaats. Een belangrijk aspect is dat ivoor van de verschillende dieren altijd een importmateriaal was; geen van deze dieren die ivoor leveren zijn inheems in Nederland. Omdat ivoor geen mergholte heeft en grotendeels massief is, kunnen er grotere massieve voorwerpen uit gemaakt worden dan uit bot. De samenstelling van ivoor is vergelijkbaar met die van bot en gewei, maar door verschillen in structuur heeft het toch andere eigenschappen. De structuur en eigenschappen van ivoor zijn afhankelijk van de diersoort waarvan het ivoor afkomstig is. Olifantivoor breekt minder snel dan bot.<sup>131</sup> Of dit ook geldt voor ivoor afkomstig van andere diersoorten is nog niet onderzocht. De eigenschappen worden per diersoort in de volgende paragraaf verder behandeld.

### 3.3.B IVOOR IN DE LOOP DER TIJDEN

Archeologische voorwerpen van ivoor (mammoet) uit het prehistorische Noordwest-Europa zijn gevonden in onder andere Frankrijk en Duitsland.<sup>132</sup> Uit Nederland zijn geen objecten van ivoor uit de prehistorie bekend. Tand en van inheemse dieren werden soms gebruikt als hanger; de tanden van het wild zwijn konden als snijwerktuig gebruikt zijn.<sup>133</sup>

Uit archeologische context zijn voorwerpen van ivoor uit de Romeinse tijd en vroege Middeleeuwen slechts sporadisch aangetroffen. In Valkenburg zijn twee fragmenten ivoor uit de Romeinse tijd gevonden;<sup>134</sup> in Maastricht is één ring van ivoor gevonden, waarschijnlijk uit de vroege Middeleeuwen.<sup>135</sup> In de terpen zijn ook enkele voorwerpen van ivoor, waarvan sommige waarschijnlijk Romeins, aangetroffen.<sup>136</sup>

Ivoor is in de Middeleeuwen nog een zeldzaam materiaal en de voorwerpen die ervan gemaakt werden waren luxe objecten, bestemd voor de adel of de kerk.<sup>137</sup> Middeleeuwse voorwerpen van ivoor zijn vooral aanwezig in musea en zijn veelal religieuze objecten (figuur 3.14).<sup>138</sup> Er zijn ivoorcentra aanwezig in bijvoorbeeld Frankrijk en Duitsland en misschien ook op kleine schaal in Nederland. Deze voorwerpen zijn waarschijnlijk vooral gemaakt van olifantivoor. Er

### FIGUUR 3.14

Paxtafel (kustafel) van olifantivoor met het sterfbed en de hemelvaart van Maria. Waarschijnlijk vervaardigd in de noordelijke Nederlanden, datering circa 1480-1500. Hoogte 21,3 cm, breedte 12,7 cm, diepte 8,2 cm.

COLLECTIE EN FOTO:  
RIJKSMUSEUM AMSTERDAM.



is nog weinig bekend over de herkomst en de aanvoerroutes van ivoor in deze periode. In opgravingen treft men weinig ivoor aan uit de Middeleeuwen.

Het aantal ivoren objecten neemt sterk toe in archeologische contexten uit de zeventiende en achttiende eeuw, waaruit blijkt dat ivoor toegankelijker werd. Ivoor werd in deze periode niet meer alleen gebruikt voor luxe voorwerpen, maar ook voor alledaagse voorwerpen. Het gebruikte ivoor was olifantivoor en verwerking van olifantivoor vond voornamelijk plaats in Amsterdam. Olifantivoor was het enige ivoor dat in deze periode op grote schaal werd geïmporteerd en gebruikt voor de vervaardiging van objecten.<sup>139</sup>

#### OLIFANTIVOOR

Doordat een slagtand van een olifant voor de helft tot eenderde massief is, kunnen er vrij grote voorwerpen uit gemaakt worden. De beschikbaarheid en de

prijs van olifantivoor waren afhankelijk van de tijdsperiode. Olifantivoor kon uit Azië (*Elaphus maximus*) of Afrika (*Loxodonta africana & cyclotis*) komen, alhoewel het meeste materiaal uit Afrika afkomstig was. Pas in de zeventiende en achttiende eeuw, ten tijde van de Nederlandse handelscompagnieën, kon olifantivoor op grote schaal ingevoerd worden vanuit West-Afrika naar de Nederlandse Republiek.<sup>140</sup> De toename van het gebruik van olifantivoor is goed te zien door de luizenkammen van olifantivoor die veelvuldig in de Nederlandse bodem gevonden worden (figuur 3.15).<sup>141</sup>

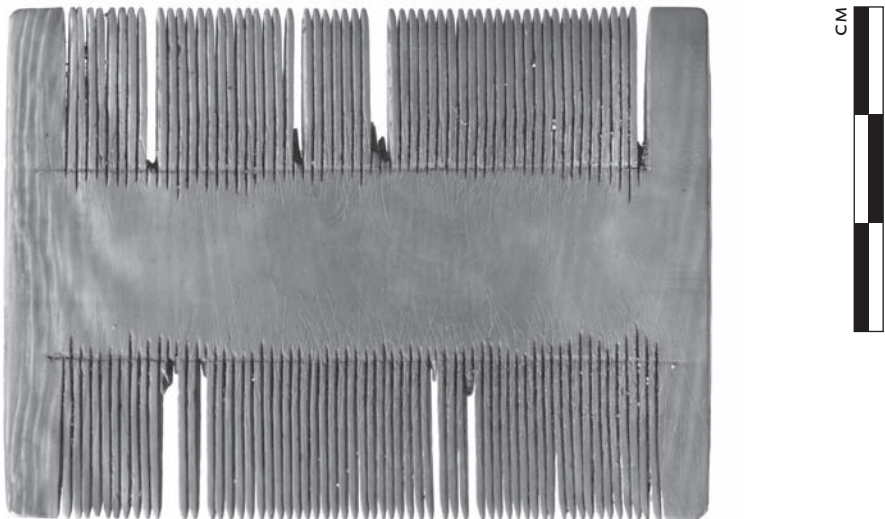
Deze luizenkammen konden niet gemaakt worden van bijvoorbeeld bot, omdat bot sneller breekt dan olifantivoor. Afval en halffabrikaten tonen de fabricage van dit soort kammen aan in Amsterdam in de zeventiende en achttiende eeuw. Uit het feit dat alle kammen uit dezelfde richting uit de slagtan- den gehaald zijn, blijkt dat de kammenmakers gebruikmaakten van het feit dat ook ivoor, net als bot en gewei, in de lengterichting steviger is.<sup>142</sup>

---

### FIGUUR 3.15

Luizenkam uit Amsterdam van olifantivoor, 18de eeuw.

COLLECTIE AHM/BMA. FOTO: ANNEKE DEKKER, AAC.



Olifantivoor werd eveneens gebruikt voor onder andere inlegwerk en voor de vervaardiging van beeldjes, reliëfs en portretjes. Ivoor kon in groter detail bewerkt worden dan bot.<sup>143</sup> Ivoor is zeer goed te bewerken op verschillende manieren. Het kan gezaagd en gevijld worden en tevens bewerkt worden op de draaibank. Door een soort ‘olieachtige substantie’ die zich van nature in de buisjes van het ivoor bevindt, kan het zeer goed gepolijst worden en krijgt het een mooie glans.<sup>144</sup> Olifantivoor is tevens duurzaam, mits niet blootgesteld aan sterke schommelingen in bijvoorbeeld de vochtigheidsgraad. Hierdoor kan het materiaal scheuren of kromtrekken. Onder invloed van licht kunnen verkleuringen ontstaan.

#### MAMMOETIVOOR

De mammoet (*Mammuthus primigenus*) is de enige uitgestorven olifantachtige die goed snijdbaar ivoor oplevert. Dit ivoor is goed bewaard gebleven in Alaska en Siberië. Mammoetivoor is vooral bewerkt sinds de negentiende eeuw en vertoont vaak scheuren en verkleuringen door permafrost.<sup>145</sup>

#### NIJLPAARDIVOOR

De beschikbaarheid en de prijs van elk materiaal zijn afhankelijk van plaats en tijdsperiode. Nijlpaardivoor is in Nederland altijd een moeilijk te verkrijgen materiaal geweest, waardoor de prijs erg hoog lag. Nijlpaardtanden hebben slechts een kleine pulpaholte en zijn daardoor voor een groot deel massief. Nijlpaardivoor had tevens als voordeel dat de caninen gedeeltelijk door een laag email waren bedekt. Deze harde witte email laag lijkt erg op het email van menselijke tanden. Email is de hardste laag van de tand en verkleurt als gevolg daarvan niet zo snel. Nijlpaardivoor werd daarom vooral gebruikt voor de vervaardiging van kunstgebitten (figuren 3.9 en 3.10).<sup>146</sup>

#### WALRUSIVOOR

De jacht op walrussen door de Nederlanders was verbonden aan de walvisvangst. Maar voor Nederlandse walvisvaarders was de jacht op walrussen slechts van gering belang en de voornaamste producten waren het balein en het traan van de walvissen. Aanvankelijk, aan het begin van de zeventiende eeuw, werden er nog grote groepen walrussen gevangen, voornamelijk voor het walrusivoor, dat een hogere prijs had dan olifantivoor. De walrusvangst nam echter al snel af, omdat de dieren ‘schuw’ werden, niet zoveel spek leverden, maar ook omdat

men met de walvisvangst, door de overgang van baaivisserij naar zeevisserij, niet meer zo dicht langs de kust kwam.<sup>147</sup>

Walrusivoor werd ook naar Nederland geïmporteerd. Dit blijkt uit een bericht van Houttuin, die vermeldt dat walrusivoor onder andere uit Rusland geïmporteerd werd om mesheften van te maken.<sup>148</sup> In Amsterdam zijn twee mesheften van walrusivoor aangetroffen. Uit archeologische en historische bronnen blijkt dat walrusivoor nauwelijks in Nederland bewerkt werd.<sup>149</sup> Walrusivoor was minder beschikbaar dan olifantivoor. Door de aanwezigheid van het zeer harde secundaire dentine met een chaotische structuur is de bewerking van walrusivoor moeilijker dan de bewerking van olifantivoor.

#### POTVISIVOOR

Potvisivoor was van weinig belang voor Nederland als leverancier van grondstof voor de verwerking tot objecten. Potvistanden konden bijvoorbeeld verkregen worden van gestrande potvissen.<sup>150</sup> Voor de walvisvaarders was de potvis van gering belang en slechts een enkele keer vingen de Nederlandse walvisvaarders een potvis.<sup>151</sup> De potvisjacht kwam op vanaf de achttiende eeuw en werd voornamelijk bedreven door Noord-Amerikanen en later ook door Engelsen, Fransen en Duitsers. Potvissen werden vooral in de negentiende eeuw veel bejaagd. De tanden werden gebruikt voor scrimshaw. Scrimshaw is het etsen of graveren van voorstellingen in bot of ivoor. Hiervoor werden onder andere hele potvistanden gebruikt waarin bijvoorbeeld afbeeldingen van schepen gegraveerd werden.<sup>152</sup>

#### NARWALIVOOR

De narwal werd soms gevangen als bijvangst door de walvisvaarders.<sup>153</sup> Narwaltanden konden bijvoorbeeld ook door middel van ruilhandel met Inuit in Straat Davis verkregen worden.<sup>154</sup> Er bereikten echter slechts weinig narwaltanden Nederland.

Van narwaltanden werden meestal geen objecten gemaakt en werden, vanwege hun vorm, meestal in zijn geheel bewaard. De narwaltand had hierbij een vaak symbolische rol of werd bewaard als curiositeit. Soms werd de tand gedeeltelijk versierd. Narwaltanden zijn niet erg geschikt om te bewerken, omdat zij grotendeels hol zijn. Slechts een enkele keer werd narwalivoor gebruikt voor de vervaardiging van voorwerpen.<sup>155</sup>



## 4 Materialen van keratine

### 4.1 Ontwikkeling en samenstelling

#### 4.1.A MATERIALEN VAN KERATINE

Hoorn, schildpad, balein en hoef bestaan alle uit hetzelfde materiaal, namelijk keratine. Hierdoor hebben ze enkele overeenkomstige eigenschappen. Doordat deze materialen anders zijn van structuur kennen ze ook verschillen, zowel in uiterlijk als in eigenschappen.

#### HOORN

Hoorn kan afkomstig zijn van diverse soorten hoorndragende dieren, zoals runderen, schapen of geiten. De hoorns van een dier dienen ter vertoon en bescherming en zijn opgebouwd uit een hoornpit van bot en een laag van het materiaal hoorn hieromheen (figuur 4.1). De hoornpit is een uitgroei van de schedel en is erg poreus. Het heeft diepe groeven en putten, waar de bloedvaten lopen of de hoornpit in- of uitkomen.<sup>156</sup> Om de hoornpit zit dus het eigenlijke hoorn. Deze laag van hoorn werd gebruikt voor de vervaardiging van voorwerpen. Doordat de hoornpit de hoorn opvult, is de hoorn voor het grootste gedeelte hol. De punt van de hoorn is echter massief.



#### FIGUUR 4.1

Hoornpit (onder) met bijbehorende hoorn van een rund.

VERGELIJKINGSCOLLECTIE AAC.

FOTO: RIK MALIEFAARD, AAC.



#### SCHILDPAD

Een tweede materiaal dat opgebouwd is uit keratine is schildpad. Schildpadden behoren tot de orde van Testudines binnen de klasse van Reptilia. Met het materiaal schildpad wordt de buitenste laag van een schildpadschild bedoeld. De bovenzijde van het schildpadschild heet het carapax; de onderzijde heet het plastron. Het schild bestaat uit botplaten die bedekt worden door hoornplaten. De naden van de botplaten en de naden van de hoornplaten overlappen elkaar niet, waardoor het schild extra stevig wordt. De boven- en onderzijde van het schild zijn met elkaar verbonden, op enkele openingen na voor de kop, de staart en de ledematen.<sup>157</sup> De hoornplaten van zeeschildpadden werden verwijderd van het schild en gebruikt voor de vervaardiging van objecten. Vooral de karetschildpad (*Eretmychyls imbricata*) werd hiervoor veel gevangen.

#### BALEIN

Baleinwalvissen behoren tot de orde van de walvisachtigen (Cetacea) en de suborde van de baleinwalvissen (Mysticeti). De baleinwalvissen zijn onderverdeeld in vier families, de echte walvissen (Balaenidae), de dwergwalvissen (Neobalaenidae), de vinvissen (Balaenopteridae) en de grijze walvissen (Eschrichtiidae).

Tot de echte walvissen behoren de Groenlandse walvis (*Balaena mysticetus*), de Atlantische noordkaper (*Eubalaena glacialis*), de Pacifische noordkaper (*Eubalaena japonica*) en de zuidkaper (*Eubalaena australis*). De dwergwalvis (*Caperea*

*marginata*) is het enige lid van de familie van de dwergwalvissen. Tot de familie van de vinvissen behoren de verschillende vinvissen (geslacht *Balaenoptera*) en de bultrug (*Megaptera novaeangliae*). De grijze walvis (*Eschrichtius robustus*) behoort tot de familie van de grijze walvissen.

Baleinwalvissen hebben in tegenstelling tot tandwalvissen baleinen in plaats van tanden. Met deze baleinen die aan weerszijden van de bovenkaak hangen, zeven zij het voedsel dat bestaat uit kleine crustacea (krill) of vis uit het water. Deze baleinen bestaan uit meerdere platen die parallel aan elkaar lopen (figuur 4.4) en aan de kaakzijde met elkaar verbonden zijn. Het zijn lange, driehoekige platen. Aan de onderzijde zitten losse vezels om het voedsel te zeven. Deze baleinen bestaan evenals hoorn en schildpad uit keratine en werden veelvuldig gebruikt voor de vervaardiging van allerlei voorwerpen.<sup>158</sup>

#### HOEF

Een hoef bestaat uit de derde phalanx met hieromheen een laag hoorn. Deze laag hoorn is te zien in figuur 4.2. Afhankelijk van het diersoort kunnen er één of meerdere derde phalangen aanwezig zijn per poot. Bij het paard, een onevenhoevig dier (*Perissodactyla*), is er één derde phalanx per poot aanwezig en zodoende is de hoornachtige laag van een paardenhoef uit één stuk en groter

#### FIGUUR 4.2

Onbewerkte paardenhoef, boven-aanzicht. Deze laag hoorn zit oorspronkelijk om de derde phalanx heen.

VERGELIJKINGSCOLLECTIE AAC.  
FOTO: MARLOES RIJKELIJK-  
HUIZEN.



dan die van een rund, een evenhoevig dier (Artiodactyla), dat per poot twee derde phalangen heeft. Er is nog weinig bekend over het gebruik van hoef voor de vervaardiging van voorwerpen, mede doordat de determinatie vaak problematisch is.<sup>159</sup>

#### NEUSHOORN

Neushoorns komen zowel voor in Azië als in Afrika en behoren tot de familie van de neushoorns (Rhinocerotidae) binnen de orde van evenhoevige dieren (Perissodactyla). De hoorns bestaan uit keratine en zijn ontstaan vanuit het epidermis. Deze ‘hoorns’ hebben geen hoornpit, zijn massief en opgebouwd uit buisjes.<sup>160</sup> Van dit materiaal werden bijvoorbeeld in Azië bekers gemaakt, waarvan gezegd werd dat ze gif zouden kunnen opsporen.<sup>161</sup> Omdat neushoorn in Nederland niet verwerkt werd, wordt hier niet nader ingegaan op dit materiaal.

### 4.1.B ONTWIKKELING VAN KERATINE

Hoornachtige materialen ontstaan doordat cellen uit het epidermis (opperhuid) afsterven en verhoornen. Doordat dit proces zich steeds herhaalt, kan deze laag aangroeien vanuit de basis.<sup>162</sup> Bij hoorn, schildpad en hoef groeit deze laag om bot heen; bij balein is dit niet het geval. Door de constante groei ontstaan er verschillende lagen en groeilijnen. Bij de hoorns van een dier groeit de hoornachtige laag steeds aan vanuit de basis van de hoorn. Hierdoor ontstaan ribbels in het hoorn.<sup>163</sup> De baleinen groeien door tijdens het leven van de walvis vanaf het epidermis; deze groei wordt deels gecompenseerd door slijtage aan de onderzijde. De baleinen zijn hierdoor aan de basis het dikst. Variaties in seizoen zijn te zien aan groeilijnen over de breedte van de baleinen.<sup>164</sup>

### 4.1.C CHEMISCHE STRUCTUUR

Keratine is een sulfurhoudende vezelachtige proteïne, die de basis vormt voor hoornachtige weefsels van de opperhuid, zoals nagels, haar, hoef, hoorn, balein en schildpad. Materialen van keratine kunnen onderverdeeld worden in materialen van zacht en hard keratine. Zacht keratine bestaat in tegenstelling

tot hard keratine uit willekeurig georiënteerde proteïnen. Hoorn, schildpad, balein en hoef bestaan uit hard keratine en hebben daarom dezelfde fysische eigenschappen.<sup>165</sup>

## 4.2 Determinatie

### 4.2.A VORM EN GROOTTE

De vorm van het oorspronkelijke materiaal verschilt sterk; hoorn heeft de vorm van een hoorn van een dier, schildpad zal licht gebogen zijn, baleinen zijn grote platen en hoef heeft een hoefvorm. Echter doordat deze materialen thermoplastisch zijn, is de vorm gemakkelijk te veranderen. Thermoplastisch wil zeggen dat de materialen te vervormen zijn door middel van warmte. Vorm zal dus alleen wat kunnen zeggen over het oorspronkelijke materiaal, als duidelijk is dat deze vorm niet veranderd is. Er is dan juist gebruik gemaakt van de oorspronkelijke vorm.

Een voorbeeld hiervan zijn kokers of inktpotjes, waarbij de overgang van het holle deel naar het compacte deel (de punt) van het hoorn gebruikt is

#### FIGUUR 4.3

*Inktpotje van hoorn uit Amsterdam, 18de eeuw.*

COLLECTIE AHM/BMA.

FOTO: ANNEKE DEKKER, AAC.



(figuur 4.3). Door deze overgang te gebruiken hoeft men één zijde niet af te sluiten, maar heeft men een natuurlijk gevormd bakje, dat nog enigszins aangepast moet worden. Soms werd ook een gehele hoorn gebruikt als voorwerp met slechts enkele aanpassingen. Als de gehele hoorn of hoef gebruikt en niet vervormd is, zoals bij drinkhoorns of snuifdozen van hoef,<sup>166</sup> kan men deze ook determineren op diersoort aan de hand van morfologische verschillen. De vorm van de hoorns verschilt sterk afhankelijk van diersoort, maar ook van ras, geslacht, leeftijd, klimaat, voeding en andere individuele verschillen.

De grootte is, naast vorm, tevens een beperkende factor; een hoorn kan men opensnijden om plat te maken op een zo gunstig mogelijke manier,<sup>167</sup> maar de grootte blijft beperkt. Het opensnijden en platmaken van een hoorn werd gedaan om kammen te maken (figuur 4.14). De grootte van hoorns is, net als de vorm, sterk afhankelijk van diersoort, ras, geslacht, leeftijd, klimaat, voeding en andere individuele verschillen. Dit geldt eveneens voor de andere materialen van keratine, zoals balein, schildpad en hoef.

De grotere platen schildpad zijn waarschijnlijk circa 30 bij 17 cm groot en zijn circa 1,5 tot 3,5 mm dik. Men moet hierbij echter rekening houden met

---

#### FIGUUR 4.4

Baleinplaten van een zuidkaper.

FOTO: ADRIE EN INEKE VONK.



het feit dat men ook wel meerdere platen aan elkaar smolt en de naden hiervan vrijwel onzichtbaar kunnen zijn. De karetschildpad levert het dikste schildpad op.<sup>168</sup>

Uit balein zijn grotere stukken materiaal te verkrijgen dan uit de andere materialen van keratine (figuur 4.4). De lengte van de baleinen verschilt van 0,2 tot circa 4 à 5 m. De breedte varieert van 12 tot circa 55 cm. De dikte ligt tussen 0,2 en 0,55 cm. De echte walvissen hebben de langste baleinen. De Groenlandse walvis heeft de grootste baleinen. De aantallen baleinen, maar ook de lengtes, breedtes en diktes verschillen niet alleen per soort, maar ook per individu en zijn afhankelijk van de plaats in de bek van de walvis.<sup>169</sup>

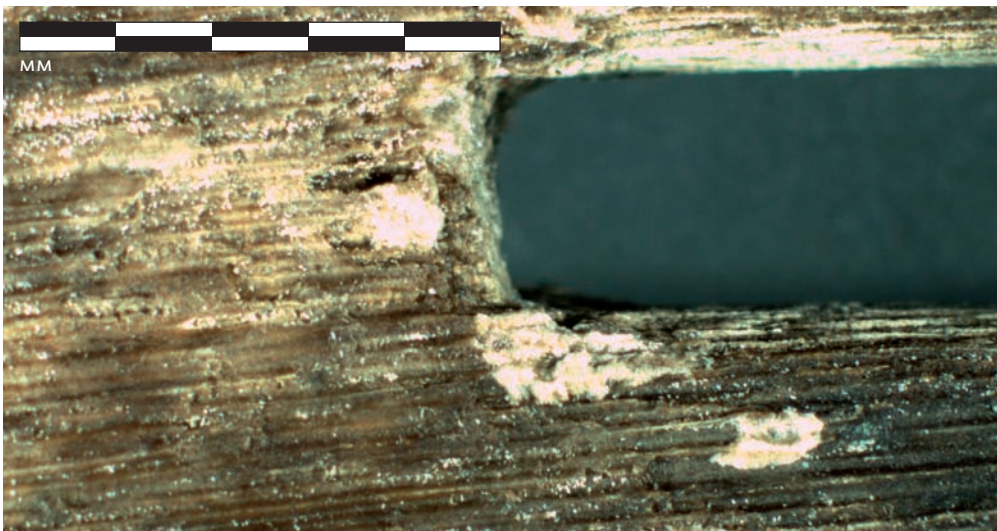
De grootte van een hoef is erg variabel. Een paardenhoef bijvoorbeeld is groter dan een runderhoef. De in Amsterdam opgegraven kam van paardenhoef heeft een lengte van circa 11,5 cm en een breedte van 5,5 cm.<sup>170</sup> Een belangrijke beperkende factor van materialen van keratine is de dikte van het materiaal.

#### 4.2.B STRUCTUUR

##### HOORN

De materialen van keratine hebben dezelfde chemische structuur. Verschillen in groei zijn van invloed op de structuur. Hoorn heeft een beperkte transparantie, doordat hoorn gelaagd is en de individuele lagen alle anders van kleur kunnen zijn.<sup>171</sup> Hoorn kan gaan splijten op deze groeilagen. Er bestaat ook 'blond' hoorn, een lichtgekleurd soort hoorn zonder vlekken, dat wel een grote mate van transparantie heeft. Transparantie kan echter verminderen door bodemprocessen.<sup>172</sup> De structuur van hoorn is, in tegenstelling tot die van schildpad, vezelig (figuur 4.5). Er zijn geen duidelijke buisjes te zien zoals bij paardenhoef. De vezels lopen in de lengterichting van de hoorn, vanwege de groei van het hoorn in deze richting. Op een doorsnede van de massieve punt van het hoorn zijn deze vezels duidelijk evenals de groeilijnen (figuur 4.6).

De richting van de vezels op een voorwerp kan laten zien of en hoe het hoorn vervormd is. Hoorn kan bijvoorbeeld met behulp van vormen verbogen worden. Tevens kunnen er platte platen van gemaakt worden. Er waren meerdere manieren om het hoorn open te snijden, waarna het warm gemaakt werd en onder druk geplet werd tussen twee platen.<sup>173</sup> Welke methode van opensnijden gebruikt is, is af te leiden uit de richting van de vezels op het voorwerp.



**FIGUUR 4.5**

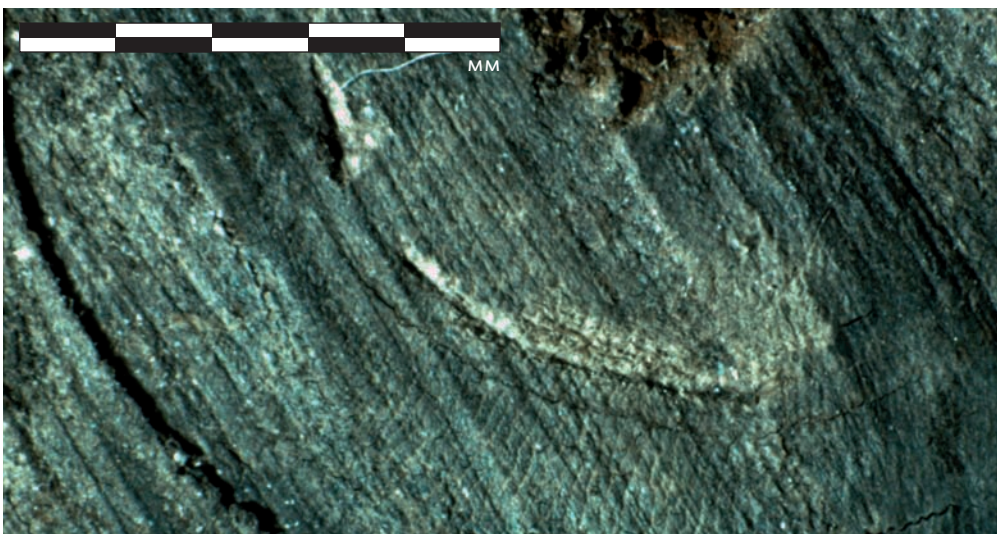
De vezelstructuur is goed te zien op een 18de-eeuwse kam van hoorn uit Amsterdam.

COLLECTIE AHM/BMA. FOTO: KEES TROOSTHEIDE, AAC.

**FIGUUR 4.6**

Een koker uit Amsterdam laat een doorsnede van het massieve deel van een hoorn zien, 17de/18de eeuw.

COLLECTIE AHM/BMA. FOTO: KEES TROOSTHEIDE, AAC.



## SCHILDPAD

Men kent schildpad vaak als transparant geel met roodbruine vlekken; er komt echter ook schildpad voor dat geen vlekken heeft. De vlekken zijn korrelig en vertonen een geleidelijke overgang (figuur 4.7).<sup>174</sup> Het schildpad van de karetschildpad is goed te herkennen door de dikte, de heldere kleur en duidelijke tekening (figuur 4.15). De tekening is erg afhankelijk van de herkomst van de schildpad. In tegenstelling tot hoorn is er bij schildpad slechts een klein verschil in het patroon tussen de voor- en achterzijde. De kleur is soms niet meer zichtbaar bij archeologische voorwerpen (figuur 4.9); bij enkele goed bewaarde objecten is deze kenmerkende kleur echter nog duidelijk aanwezig (zie figuur 4.7).

Schildpad heeft geen vezelige structuur, in tegenstelling tot hoorn, hoef en balein. De lagen van schildpad zitten dichter op elkaar en splijten minder gemakkelijk dan de lagen van hoorn. Soms zijn bij archeologische voorwerpen aan de zijkant van de voorwerpen de lagen te zien (figuur 4.8).

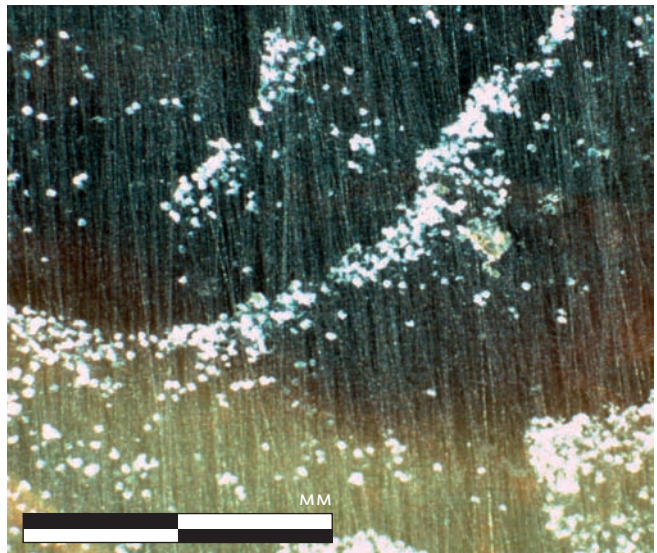
---

### FIGUUR 4.7

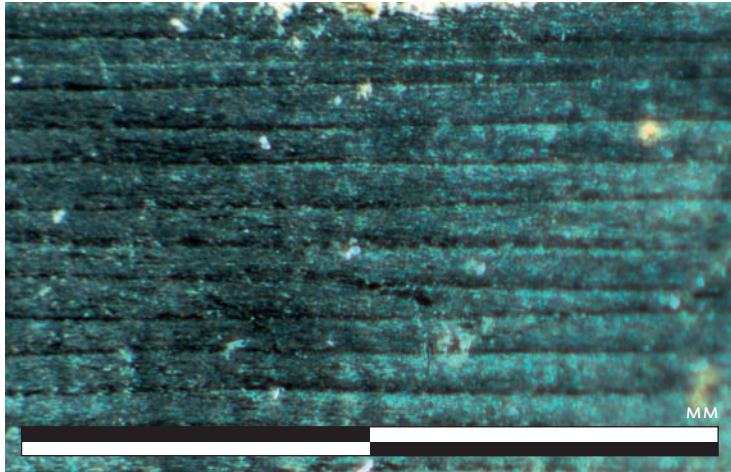
De structuur van schildpad is te zien op een kam uit de 17de eeuw uit Amsterdam.

COLLECTIE AHM/BMA.

FOTO: KEES TROOSTHEIDE,  
AAC.







**FIGUUR 4.8**

De lagen van schildpad zijn te zien aan de zijkant van een kam uit de 18de eeuw uit Amsterdam.

COLLECTIE AHM/BMA. FOTO: KEES TROOSTHEIDE, AAC.

Schildpad is van hetzelfde materiaal opgebouwd als hoorn en daarom sneller onderhevig aan verwerking dan bijvoorbeeld bot. Enkele processen die ontstaan bij verwerking zijn:

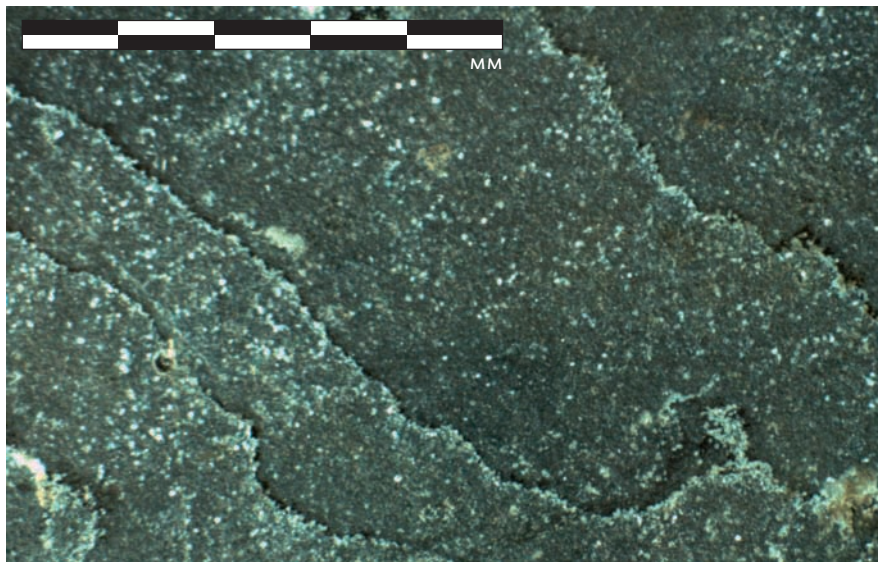
- verlies van transparantie
- het loslaten van de randen van de lagen.

Een kenmerk voor archeologische voorwerpen van schildpad die de determinatie kan bemoeilijken, is het verdwijnen van de transparantie. Soms is bij een voorwerp deze nog te zien als men het voorwerp tegen het licht houdt. Door de afname van transparantie is het moeilijker het verschil tussen hoorn en schildpad te bepalen, omdat de structuur niet goed meer te zien is. De lagen van schildpad schilferen/bladderen af, meer dan dat ze splijten; er ontstaat een soort golfpatroon van de lagen die beginnen als clusters van kleine witte stipjes.<sup>175</sup> Dit is zeer kenmerkend voor schildpad. Deze witte stipjes zijn te zien in figuur 4.7, de transparantie is nog aanwezig; bij figuur 4.9 is de transparantie verdwenen en de lagen beginnen iets los te laten.

#### FIGUUR 4.9

Detail van een kam uit Amsterdam laat de loslatende lagen van schildpad zien (datering onbekend).

COLLECTIE AHM/BMA. FOTO: KEES TROOSTHEIDE, AAC.



#### BALEIN

Balein is opgebouwd uit drie lagen van verschillende soorten keratine (figuur 4.10). De binnenste laag bestaat uit buisjes tussen een verbindend keratine; aan beide zijden hiervan bevindt zich een hoornachtige laag. De buisjes variëren in grootte, afhankelijk van het soort walvis. De verhouding tussen de hoornachtige lagen ten opzichte van de buisjes is afhankelijk van het soort, de leeftijd, het individu en het deel van het balein.<sup>176</sup> De losse vezels aan het uiteinde van de baleinplaten waarmee het voedsel uit het water gezeefd wordt, zijn dus eigenlijk de losse buisjes zonder de buitenste keratinelagen.

Niet alleen de aantallen baleinen en de afmetingen verschillen per walvissoort, maar ook de kleur, kwaliteit en de fijnheid van de baleinen. Echter, deze eigenschappen verschillen niet alleen per soort, maar zijn mede afhankelijk van het individu en de plaats in de bek. Bovendien is de kleur geen goed



#### FIGUUR 4.10

Onbewerkt balein van een vinvis, zijkant. Te zien zijn de drie verschillende lagen van balein (witte kartelrand bovenaan zijn zaagresten).

FOTO: KEES TROOSTHEIDE, AAC.

determineerbaar kenmerk bij archeologische voorwerpen, omdat de kleur van het object beïnvloed wordt door bodemprocessen. De fijnheid van de baleinen is goed te zien aan de hand van de losse buisjes aan de uiteinden van de baleinen. De buisjes van de echte walvissen zijn fijner dan die van de vinvissen (figuur 4.11). Het soort zou daarom ook grofweg bepaald kunnen worden aan de hand van de grootte van de buisjes. Sonia O'Connor noemt enkele maten van de buisjes: de blauwe vinvis: 400-660 micron, de gewone vinvis: 150-240 micron, de noordkaper: 90-160 micron (1 micron = 1/1000 millimeter). Om de maten van de buisjes als kenmerk te kunnen gebruiken om het balein op soort te determineren is echter verder onderzoek nodig.<sup>177</sup>



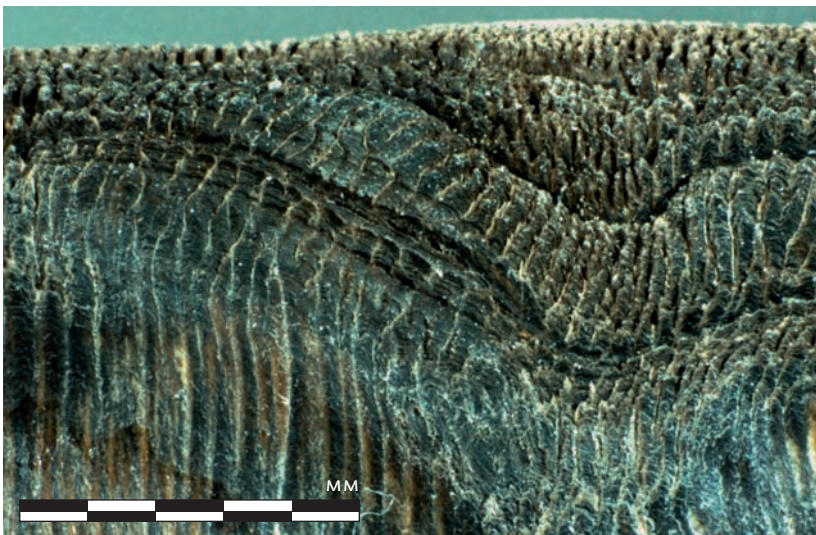
**FIGUUR 4.11**

Balein van een vinvis (boven) en een zuidkaper (onder). Te zien is het verschil in dikte van de vezels.

FOTO: MARLOES RIJKELIJKHUIZEN.

## HOEF

Over hoef is weinig bekend en de structuur lijkt erg op die van hoorn.<sup>178</sup> Bij paardenhoef daarentegen zijn er duidelijk buisjes aanwezig, deze zijn te zien op figuur 4.13. Aan de achterzijde van een paardenhoef komen lamellen voor (figuur 4.13). Deze zijn voor de vervaardiging van objecten platgemaakt of geperst (figuur 4.12), zoals de kam van hoef die gevonden is in Amsterdam. Als een hoef platgemaakt is, kan men ook letten op de richting van de vezels.



**FIGUUR 4.12**

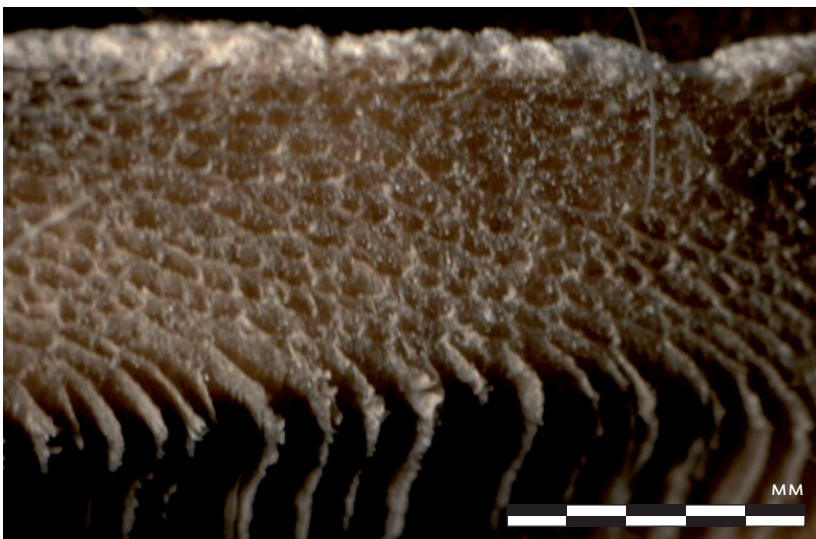
De structuur van paardenhoef en de platgemaakte lamellen zijn te zien op de kam uit de 17de/18de eeuw uit Amsterdam.

COLLECTIE AHM/BMA. FOTO: KEES TROOSTHEIDE.

**FIGUUR 4.13**

Binnenzijde van een paardenhoef. Te zien is de kenmerkende structuur, de buisjes en de lamellen, van hoef.

VERGELIJKINGSCOLLECTIE AAC. FOTO: KEES TROOSTHEIDE.



## 4.3 Bewerking

### 4.3.A EIGENSCHAPPEN

De materialen zijn op verschillende wijze verkregen en de beschikbaarheid is afhankelijk van het materiaalsoort. Ook vorm en grootte zijn verschillend, alhoewel de geringe dikte meestal een beperkende factor is. Doordat hoorn, schildpad, balein en hoef opgebouwd zijn uit hetzelfde materiaal, hebben ze vergelijkbare eigenschappen, maar door verschillen in groei zijn er ook verschillen in eigenschappen. Al deze materialen zijn thermoplastisch en zijn dus vervormbaar.<sup>179</sup> De eigenschappen en beschikbaarheid van de verschillende materialen worden in de volgende paragraaf verder besproken per materiaalsoort.

### 4.3.B MATERIELEN VAN KERATINE IN DE LOOP DER TIJDEN

Doordat materialen van keratine snel vergaan in de grond, sneller dan bijvoorbeeld bot of gewei, is het aandeel van deze materialen voor de vervaardiging van objecten moeilijk te bepalen. Door de slechte conservering in de bodem zijn vooral uit vroegere perioden weinig archeologische vondsten aanwezig. Aanwijzingen voor het gebruik van deze materialen dateren vooral van na de Middeleeuwen.

#### HOORN

De beschikbaarheid en de prijs van hoorn waren afhankelijk van de diersoort en de tijdsperiode. Waarschijnlijk was hoorn over het algemeen redelijk tot goed verkrijgbaar en was het daarom betaalbaar. De vorm en grootte zijn beperkt, waardoor het aan restricties verbonden was. Een hoorn is hol. Deze beperkte toepassingsmogelijkheden kunnen deels weer opgeheven worden, doordat hoorn vervormbaar is (thermoplastisch). Hoorn is erg flexibel en vrij stevig. Materialen van keratine zijn sneller onderhevig aan verwerking dan bijvoorbeeld bot of gewei. Er zijn meerdere manieren om hoorn te bewerken; hoorn kan verwerkt worden met behulp van een draaibank, het kan opengemaakt en geplet worden en het kan met behulp van houten vormen gevormd worden.<sup>180</sup> Maar men kon ook gebruikmaken van de vorm van de hoorn; van het holle deel, het massieve deel of juist de overgang hiertussen.

Archeologische vondsten van hoorn dateren meestal uit de late Middeleeuwen of uit de periode hierna. Amsterdamse voorwerpen van hoorn dateren vanaf de dertiende eeuw. Er werden van hoorn vooral kammen gemaakt.<sup>181</sup> Deze werden gemaakt door de hoorn open te maken en plat te maken. De tanden van de kam zijn vrijwel altijd met de richting van de vezels mee gezaagd (figuur 4.14). Dit komt omdat hoorn eerder splijt als men de tanden tegen de richting van de vezels in zaagt.<sup>182</sup>

Indirect bewijs voor het gebruik van hoorn zijn vondsten van hoornpitten.<sup>183</sup> Hoornpitten zouden afval kunnen zijn van hoornbewerking, maar ook van een leerlooierij of slachterij. Mogelijk betrof de hoornbewerker hoorns van de slachter of leerlooier.<sup>184</sup> Grote hoorns werden ook wel geïmporteerd. Er werden bijvoorbeeld grote runderhoorns geïmporteerd uit Engeland naar het vaste land.<sup>185</sup> Ook werden wel buffelhoorns geïmporteerd. In Nederland werd buffelhoorn onder andere gebruikt voor de knopen- en pijpenindustrie.<sup>186</sup>

---

#### FIGUUR 4.14

Kam van hoorn uit Amsterdam, 17de/18de eeuw. Voor de vervaardiging is een runderhoorn opengemaakt en geplet.

COLLECTIE AHM/BMA. FOTO: ANNEKE DEKKER, AAC.



## SCHILDPAD

Beschikbaarheid en prijs van schildpad is afhankelijk van soort en tijdsperiode. Het schild van verschillende soorten schildpadden werd gebruikt voor de vervaardiging van voorwerpen. Het schild van de karetschildpad werd het meest gebruikt; deze leverde een hoge kwaliteit schildpad op van grote dikte en met een mooie tekening.<sup>187</sup>

Schildpad werd waarschijnlijk al gebruikt door de Romeinen, hierna is het gebruik in Europa onbekend tot de vijftiende eeuw. Waarschijnlijk verspreidde zich het gebruik toen vanuit Italië naar de rest van Europa. Het werd in Noordwest-Europa pas beter beschikbaar vanaf de zeventiende eeuw.<sup>188</sup> Schildpad was echter ook in de zeventiende en achttiende eeuw een kostbaar materiaal.<sup>189</sup> Schildpad werd geïmporteerd van de Antillen naar de Nederlandse Republiek, waar het voornamelijk in Amsterdam bewerkt werd.<sup>190</sup>

De hoornachtige laag is moeilijk van het schild van de schildpad te verwijderen. Dit deed men door de schildpad boven vuur te houden, soms levend, of in kokend water te doen. Vorm en grootte zijn beperkt; er werden echter soms meerdere lagen aan elkaar gemaakt. Ook het afval werd soms gesmolten en gebruikt; hierdoor verliest het schildpad zijn transparantie. Schildpad is over het algemeen duurzaam, alleen is het net zoals alle materialen van keratine, vatbaarder voor bacteriën en schimmels dan bijvoorbeeld bot. Schildpad is thermoplastisch en kon geperst worden. Net zoals bij hoorn werden hiervoor vormen van hout of koper gebruikt.<sup>191</sup>

Schildpad werd gebruikt voor de vervaardiging van onder andere kammen of boekbanden (figuur 4.15), maar ook voor inlegwerk. Het werd dikwijls in combinatie met andere materialen gebruikt en werd verwerkt door verschillende ambachtslieden.<sup>192</sup> Omdat schildpad erg duur was, wordt er geen afval van schildpadbewerking teruggevonden in opgravingen. Zelfs het afval werd gebruikt.<sup>193</sup> Er worden weinig voorwerpen van schildpad opgegraven. Dit heeft deels te maken met de slechte conservering in de bodem, maar ook met de exclusiviteit van het materiaal. Dit blijkt uit vondsten uit Amsterdam. Door een goede conservering zijn hier vrij veel vondsten van keratine gevonden. Objecten van schildpad zijn echter weinig gevonden in vergelijking met vondsten van hoorn.<sup>194</sup>





**FIGUUR 4.15**

Boekband van schildpad, afkomstig van de karetschildpad, met verguld zilveren sloten en scharnieren, datering 17de eeuw.

COLLECTIE KB. FOTO: MARLOES RIJKELIJKHUIZEN.

## BALEIN

Beschikbaarheid en prijs van balein waren afhankelijk van soort en tijdsperiode. Met de opkomst van de walvisvaart werd balein goed verkrijgbaar. Balein werd ingevoerd naar de Nederlandse Republiek door de walvisvaarders in de zeventiende en achttiende eeuw. Het balein was voornamelijk afkomstig van de noordkaper en de Groenlandse walvis. De jacht op de veel snellere en verder uit de kust levende vinvissen vond pas plaats vanaf het einde van de achttiende eeuw, toen men andere technieken en schepen had ontwikkeld. Tevens bestond er import en export in balein vanuit de Nederlandse Republiek van of naar andere Europese landen.<sup>195</sup>

Het balein is gemakkelijk te verwijderen van het dode dier. Baleinen zijn erg groot, alleen de dikte is, net zoals andere materialen van keratine, beperkt.

Balein heeft zeer gunstige eigenschappen; het is stevig, zeer flexibel, duurzaam, licht in gewicht, niet vorstgevoelig en hittebestendig.<sup>196</sup>

Balein is thermoplastisch en kon op meerdere manieren bewerkt worden. Jan Osborn (1581-circa 1634) was een Engelsman die zich rond 1600 in Amsterdam vestigde. Hij was ivoordraaier en kokermaker van beroep en de Noordse Compagnie stimuleerde hem een nieuwe bewerkingsmethode voor balein te ontwikkelen. Osborn had nieuwe methoden gevonden om baleinen te verwerken en zelfs te persen. Osborn liet voor het persen van balein meerdere persen en vormen maken door andere arbeiders.<sup>197</sup>

In Nederland waren vele baleinwerkerijen in deze periode. In het jaar 1742 waren er in Amsterdam maar liefst 12 baleinkopers of -winkels.<sup>198</sup> Balein werd voornamelijk gebruikt voor corsetten. De enige vondsten van balein uit archeologische context in Nederland zijn enkele afvalstukjes uit Amsterdam.<sup>199</sup> Dat er weinig balein bekend is uit Nederlandse bodem kan meerdere redenen hebben. Ten eerste laat baleinverwerking weinig afval achter. Zelfs het afval werd gebruikt voor bijvoorbeeld het opvullen van matrassen en zetels.<sup>200</sup> Ten tweede is de conservering van balein slecht. Balein bestaat, net zoals hoorn en



**FIGUUR 4.16**

Spiegel in lijst van eiken en geperst balein. Toegeschreven aan Herman Doomer. Vervaardigd in Amsterdam, datering circa 1640-1655. Hoogte 50,5 cm, breedte 45,3 cm, diepte 5,2 cm.

COLLECTIE EN FOTO:  
RIJKSMUSEUM AMSTERDAM.

schildpad, uit keratine, dat snel vergaat in de grond. Ten derde is balein moeilijk te determineren.

#### HOEF

Hoef kan net zoals hoorn afkomstig zijn van meerdere diersoorten. Een paardenhoef is echter het meest geschikt voor de vervaardiging van objecten, omdat dit dier onevenhoevig is en daarom een grotere hoef heeft dan bijvoorbeeld een rund. Er is echter weinig over het gebruik van hoef bekend. Bovendien is er weinig bekend over de eigenschappen van hoef, alhoewel deze voor een deel overeen zullen komen met de eigenschappen van hoorn. De vorm en grootte van het materiaal is beperkt en ook hoef is thermoplastisch.



## 5 Vervangende materialen

### 5.1 Algemeen

Als bepaalde dierlijke materialen niet voorhanden waren of te duur waren, werden er vaak imitaties gemaakt. Dierlijke materialen werden zo goed mogelijk nageemaakt en deze imitaties leken en lijken nog steeds erg op het materiaal dat nagebootst werd. Daarvoor moet er goed naar de structuur van het object gekeken worden, zoals beschreven in de voorgaande hoofdstukken. Deze imitaties geven niet alleen informatie over de manier waarop deze vervangende materialen gemaakt werden, maar geven ook informatie over de prijs of de schaarste van het nagemaakte materiaal.

### 5.2 Dierlijke materialen

Soms werden dierlijke materialen zo bewerkt dat ze eruitzagen als andere, duurdere, dierlijke materialen. Schildpad was een duur materiaal, waardoor er imitaties ontstonden in bijvoorbeeld hoorn en soms zelfs in ivoor. Het hoorn werd van vlekken voorzien, zodat het op schildpad moest lijken. De vlekken van namaak-schildpad zijn duidelijk afgebakend en kunnen penseelstreken vertonen.<sup>201</sup> Schildpad dat geen mooie tekening had, kon ook kunstmatig verbeterd worden. Er waren zelfs manieren om van ivoor imitatieschildpad te maken.<sup>202</sup> Doordat voorwerpen van bot soms erg gepolijst of bewerkt zijn, worden deze voorwerpen tegenwoordig nogal eens aangezien voor ivoor. Het is mogelijk dat hoofdsoms bewerkt werd als goedkoper alternatief voor hoorn.

## 5.3 Botanische materialen

Verskillende botanische materialen die gebruikt zijn voor de vervaardiging van objecten, worden soms verward met dierlijke materialen. Hout kon bewerkt worden om te lijken op ivoor.<sup>203</sup> Het omgekeerde gebeurde ook, een voorbeeld hiervan is de bewerking van balein, zodat het op ebbenhout leek.<sup>204</sup>

Andere botanische materialen zijn noten. Een voorbeeld van een noot die vanaf de negentiende eeuw gebruikt werd voor de vervaardiging van onder andere knopen, is de taguanoot (*Phytelephas*, *Aphandra* of *Ammandra*). Deze noot staat bekend als ‘vegetable ivory’ en het gedroogde endosperm (het voedsel voor het embryo, kokosmelk is bijvoorbeeld ook endosperm) werd vanaf de negentiende eeuw gebruikt als surrogaat voor ivoor.<sup>205</sup>

**FIGUUR 5.1**

Enkele knopen uit Amsterdam gemaakt van de endocarp van de noot van *Attalea*, 18de eeuw.

COLLECTIE: AHM/BMA.

FOTO: ANNEKE DEKKER, AAC.



Een andere noot die gebruikt werd voor de vervaardiging van knopen en kleine voorwerpen is de endocarp van de noot van de *Attalea cf. funifera*. Deze noot werd gebruikt vanaf de zestiende of zeventiende eeuw en moest geïmporteerd worden uit Zuid-Amerika.<sup>206</sup> Dit materiaal doet enigszins houtachtig aan, maar heeft geen nerfstructuur zoals hout. Er zijn geen dierlijke structuren aanwezig, maar er is een plantaardige structuur te zien. Het soortelijk gewicht van dit materiaal lijkt iets lichter te zijn dan dat van bot. Van het endocarp (hierbinnen is het zaad aanwezig) van deze noot werden vooral knopen gemaakt (figuur 5.1), maar soms ook grotere voorwerpen. De grootte is echter beperkt en afhankelijk van de grootte van de noot.

## 5.4 Kunststoffen

Men begon met de ontwikkeling van kunststoffen, mogelijk als gevolg van het feit dat enkele dierlijke materialen schaarser werden. Al in de zestiende eeuw werd een recept voor een kunstmatig verkregen hars, caseïne, geschreven door Schobinger. Dit werd gezien als vervangingsmiddel voor hoorn. In 1904 werd dit ontwikkeld als Galalith. Vooral in de tweede helft van de negentiende eeuw wordt er veel geëxperimenteerd met kunststoffen om de dierlijke materialen te vervangen. Materialen als cellulose, pvc en polyester werden al in die periode ontwikkeld. Rond 1870 werd celluloid ontwikkeld, een materiaal dat erg brandbaar bleek te zijn.<sup>207</sup> Celluloid is te herkennen aan de geur van kamfer die vrijkomt als men er met een schuurpapiertje over wrijft.<sup>208</sup> Aan het begin van de twintigste eeuw werd bakeliet vervaardigd. Al snel werden meerdere kunststoffen ontwikkeld.

Bij de determinatie van dierlijke materialen moet altijd rekening gehouden worden met de aanwezigheid van kunststoffen. Er wordt hier niet ingegaan op de verschillende soorten kunststoffen. Hieronder worden enkele voorbeelden gegeven als hulpmiddel bij het bepalen van het verschil tussen dierlijke materialen en kunststoffen.

Een goede indicatie om te zien of het kunststof is, is de aard van de oppervlaktestructuur en verwerking (figuur 5.2). Hierbij moet rekening gehouden worden met het feit dat de oppervlaktestructuur aangepast kan zijn door bijvoorbeeld polijsten, graveren, et cetera. Verder moet gelet worden op de aanwezigheid of afwezigheid van dierlijke structuren. Dierlijke materialen zijn gegroeid,



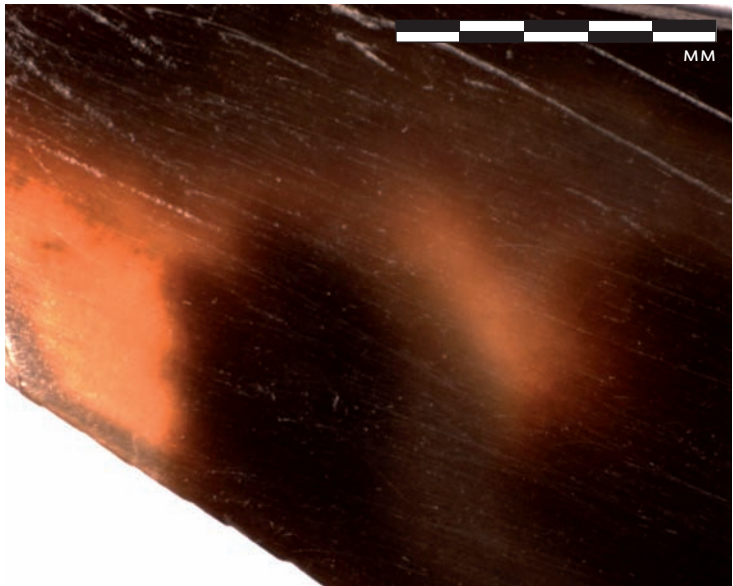
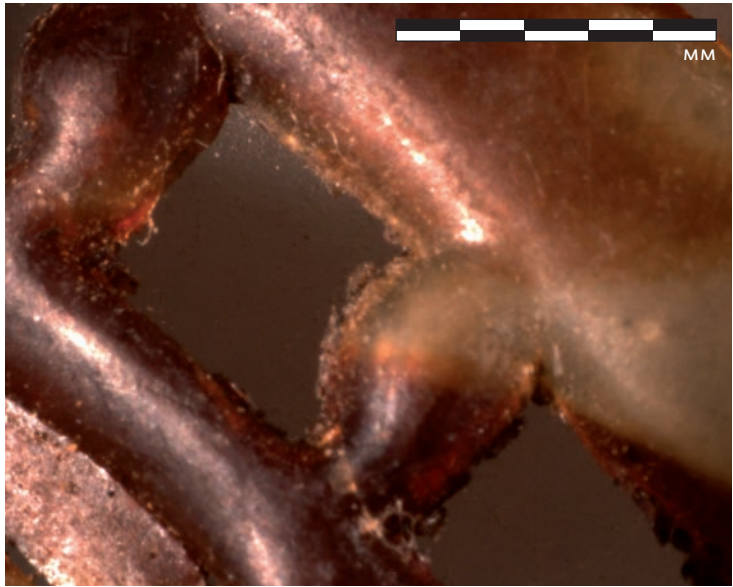
**FIGUUR 5.2**

*Kam van kunststof (datering onbekend). Te zien is dat de oppervlakteverwerking geheel anders is dan die van dierlijke materialen.*

FOTO: KEES TROOSTHEIDE, AAC.

waardoor groeilijnen of groeipatronen te zien zijn. Bij kunststof ontbreken deze lijnen en patronen. Soms zijn patronen of lijnen nagebootst; het onderscheid is echter goed te zien aan de hand van enkele onderstaande voorbeelden.

Een materiaal dat vaak nagebootst werd in kunststof is schildpad. De kleur en de vlekken van schildpad werden nagebootst in het kunststof. Te zien is echter dat de vlekken van schildpad korrelig zijn en een geleidelijke overgang hebben (figuur 5.3, onder).<sup>209</sup> De vlekken in het kunststof voorwerp hebben een abrupte overgang (figuur 5.3, boven). Bovendien hebben voorwerpen van kunststof een andere verwerking dan schildpad (figuur 5.2).

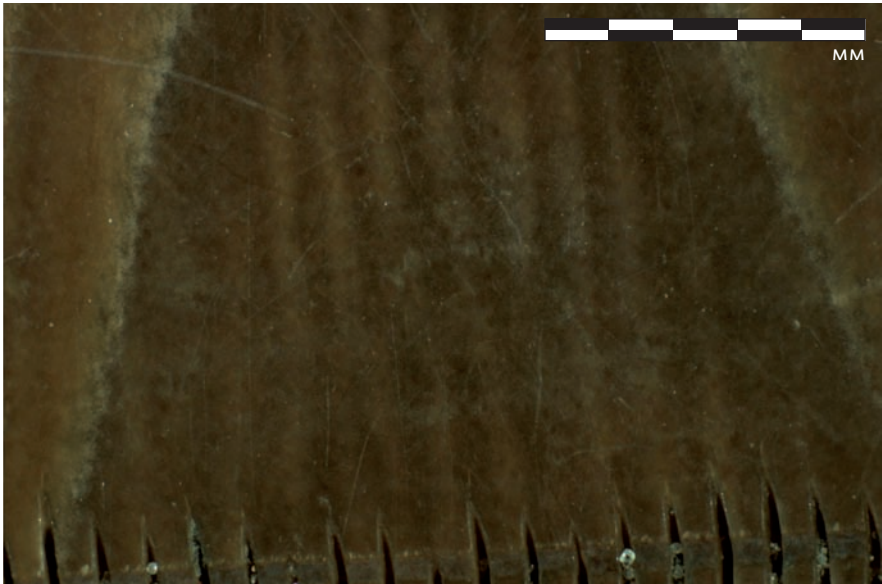


**FIGUUR 5.3**

Boven een kunststofimitatie van schildpad; onder schildpad.

FOTO: KEES TROOSTHEIDE, AAC.





**FIGUUR 5.4**

Boven een kunststofimitatie van ivoor en onder olivanti-ivoor.

FOTO: KEES TROOSTHEIDE, AAC.

Een ander materiaal dat vaak geïmiteerd werd in kunststof is ivoor (figuur 5.4). De lijnen van ivoor werden nagebootst, maar zijn anders van aard. De lijnen kunnen te recht zijn en het karakteristieke Schreger-patroon ontbreekt. Doordat het Schreger-patroon een optisch effect is van de golvende buisjes, kan het patroon minder of meer te zien zijn bij verschillend lichtinval. Bij archeologische voorwerpen kan door verwerking dit effect soms niet meer aanwezig zijn. Bij kunststof ontbreken deze en andere dierlijke structuren. De oppervlaktestructuur en verwerking zijn bovendien geheel anders van aard.



# Noten

- 1 Nickel e.a. 1961; Sisson & Grossman 1962; Romer 1962; Davis 1987; Rozendal e.a. 1994; De Morree 2001
- 2 Sisson & Grossman 1962
- 3 Nickel e.a. 1961, 21
- 4 Nickel e.a. 1961, 21
- 5 Sisson & Grossman 1962
- 6 zie hiervoor o.a. Sisson & Grossman 1962; Schmid 1972
- 7 voor meer over zoöarcheologie zie o.a. Davis 1987; Reitz & Wing 1999
- 8 Nickel e.a. 1961; Sisson & Grossman 1962; Romer 1962; Davis 1987
- 9 Rozendal e.a. 1994; De Morree 2001
- 10 Silver 1969.
- 11 MacGregor 1985, 4; Deschler-Erb 1998, 29, 47, 51
- 12 Davis 1987, 48; Nickel e.a. 1962, 18
- 13 MacGregor 1985, 4; T.P. O'Connor 1987, 6
- 14 Nickel e.a. 1961, 17
- 15 T.P. O'Connor 1987, 6; Deschler-Erb 1989, 58
- 16 Rijkelijkhuizen 2004
- 17 S. O'Connor 1987, 9; Deschler-Erb 1998, 25
- 18 Nickel e.a. 1961, 16
- 19 Rijkelijkhuizen 2004
- 20 Espinoza & Mann 1992, 22
- 21 S. O'Connor 1987, 11-12
- 22 MacGregor 1985, 4; Deschler-Erb 1998, 29, 47, 51
- 23 S. O'Connor 1987, 10
- 24 Elzinga e.a. 1983, 9-10; Van Vilsteren 1987, 67-68; Rijkelijkhuizen 2003
- 25 Nickel e.a. 1961, 17; Davis 1987, 48
- 26 Van Wijngaarden-Bakker 1997
- 27 Tamboer 1999, 10-12
- 28 Clason 1974, 1978, 1983; Van Gijn 2005; Louwe Kooijmans 1970-1971; Bulten & Clason 2001
- 29 o.a. Crummy 1981; Greep 1983; MacGregor 1985, 44; Verhagen 1993
- 30 Verhagen 1993, 413-414

31 Dijkman & Ervynck 1998, 77  
32 Kokabi et al. 1994, 23; Gostenčnik 2005, 308  
33 Deschler-Erb 1998, 204; Deschler-Erb 2005, 213; Dijkman & Ervynck 1998  
34 Roes 1963  
35 MacGregor 1985, 46; Dijkman & Ervynck 1998, 73  
36 MacGregor 1989  
37 MacGregor & Currey 1983  
38 Van Vilsteren 1987, 40  
39 Rijkelijkhuizen 2004  
40 Plomp 1979  
41 Prummel 1983, 24-29  
42 Kokabi 1994, 124  
43 Gijsbers 1999  
44 Brongers 1995  
45 Münzing 1987, 67; Lauwerier 1983  
46 Rijkelijkhuizen 2004  
47 S. O'Connor 1987, 13  
48 met dank aan Klaas Post, Urk  
49 Rijkelijkhuizen 2004  
50 Rijkelijkhuizen 2004  
51 Deschler-Erb 1998, 31  
52 voor deze paragraaf is gebruik gemaakt van MacGregor 1985, 11-12; Davis 1987, 59-60;  
Price e.a. 2005  
53 MacGregor 1985, 12, 187  
54 T.P. O'Connor 1987, 6; Rajaram 1986  
55 MacGregor & Currey 1983  
56 Ashby 2005  
57 MacGregor 1985, 12, 187  
58 Ashby 2005  
59 S. O'Connor 1987, 9; Deschler-Erb 1998, 25  
60 Deschler-Erb 1998, 25  
61 MacGregor 1989, 107  
62 MacGregor 1985, 11-13; S. O'Connor 1987, 11; Deschler-Erb 1998, 32, 47  
63 S. O'Connor 1987, 9-12  
64 MacGregor 1989, 107, 113-114  
65 MacGregor & Curry 1983

- 66 T.P. Connor 1987, 7; S. O'Connor 1987, 10  
67 o.a. Bulten & Clason 2001  
68 Van Gijn 2005  
69 Clason 1983, 83-84  
70 Louwe Kooijmans 1970-1971  
71 Lauwerier 1994; 1999  
72 Deschler-Erb 1998, 204, Deschler-Erb 2005, 213; Dijkman & Ervynck 1998  
73 MacGregor 1989, 107-110  
74 Verhagen 1993  
75 Dijkman & Ervynck 1998  
76 Clason 1980; Prummel 1983  
77 Lauwerier & Van Heeringen 1995  
78 MacGregor & Currey 1983  
79 Clason 1980; Prummel 1983  
80 Dijkman & Ervynck 1998  
81 Lauwerier & Van Heeringen 1995  
82 Roes 1963  
83 Clason 1980; Prummel 1983  
84 Rijkelijkhuizen 2004  
85 Davis 1987, 56-57; Hillson 2005, 12  
86 Hillson 2005  
87 Jackson 1990  
88 Hillson 2005, 119-120  
89 Thornton 1981, 177  
90 Hillson 2005, 71; Sliggers & Wertheim 1992, 10-27  
91 Hillson 2005, 71  
92 onderzoek door Dr. Nweeia e.a. van de Harvard Dental School of Medicine; zie website Harvard en narwhal.org  
93 Thornton 1981; Davis 1987; Hillson 2005  
94 Thornton 1981, 174; MacGregor 1985, 15; Davis 1987, 58; Hillson 2005, 208-210  
95 Thornton 1981, 175; Espinoza & Mann 1992, 5  
96 zie o.a. Silver 1969; Reitz & Wing 1999; Hillson 2005  
97 Davis 1987, 58  
98 Hillson 2005, 146; MacGregor 1985  
99 Rajaram 1986  
100 Davis 1987, 48; Espinoza 1992; Hillson 2005, 155

- 101 Rijkelijkhuizen 2004
- 102 Espinoza & Mann 1992, 14, 16
- 103 Penniman 1952, 23-26; Thornton 1981, 177
- 104 Hillson 2005, 71; Espinoza & Mann 1992, 17
- 105 Espinoza & Mann 1992, 18
- 106 Thornton 1981, 176
- 107 Espinoza & Mann 1992, 10
- 108 S. O'Connor 1987, 13
- 109 Espinoza & Mann 1992; 1993
- 110 Miles & White 1960; S. O'Connor 1987, 13, Espinoza & Mann 1992; Thornton 1981, 176
- 111 Thornton 1981, 177
- 112 Penniman 1952, 14
- 113 Rijkelijkhuizen 2004
- 114 Espinoza & Mann 1992, 10-13
- 115 Penniman 1952, Plate VII
- 116 Espinoza & Mann 1992, 18
- 117 Krzyszkowska 1990, 42
- 118 Espinoza & Mann 1992, 18; Krzyszkowska 1990, 38, 44
- 119 Espinoza & Mann 1992, 18
- 120 Penniman 1952, 18, 23
- 121 Thornton 1981, 178
- 122 Rijkelijkhuizen 2004
- 123 Krzyszkowska 1990, 8, 38
- 124 Thornton 1981, 177-178; S. O'Connor 1987, 14
- 125 Penniman 1952, 25; Thornton 1981, 177-178; S. O'Connor 1987, 14
- 126 Espinoza & Mann 1992, 14
- 127 Volgens Penniman (1952) is er helemaal geen email aanwezig
- 128 Espinoza & Mann 1992, 16; Penniman 1952, 27
- 129 Penniman 1952, 29; Hillson 2005, 71; Espinoza & Mann 1992, 17
- 130 Thornton 1981, 178
- 131 Rajaram 1986
- 132 zie bijvoorbeeld Conard 2003; Hiller 2003; Villa & D'Errico 2001; Carrà 1970; deze lijst is niet volledig
- 133 Clason 1974; Louwe Kooijmans 1970/1971
- 134 Verhagen 1993, 340

- 135 Dijkman & Ervynck 1998, 75
- 136 Roes 1963, 75, 80-81
- 137 Carrà 1970
- 138 zie bijvoorbeeld Koekoek 1987
- 139 Rijkelijkhuizen 2004
- 140 Den Heijer 1997
- 141 Rijkelijkhuizen 2004
- 142 Rijkelijkhuizen 2004
- 143 O'Connor 1987, 13
- 144 Penniman 1952, 13
- 145 Espinoza & Mann 1992, 10; Kokabi 1994, 18
- 146 Penniman 1952, 23; Thornton 1981, 178; Rijkelijkhuizen 2004
- 147 Houttuin 1761, 11-12; Conradi & Van de Plaats 1784-1786, deel I, 44-45
- 148 Houttuin 1761, 12-13
- 149 Rijkelijkhuizen 2004
- 150 Sliggers & Wertheim 1992
- 151 De Jong 1972, I, 12; 1978, II, 234, 241-242
- 152 Münzing 1987; Sliggers & Wertheim 1992, 32
- 153 De Jong 1972, I, 12; 1978, II, 234-237
- 154 Zorgdrager 1727; Leinenga 1995, 140-142, 150
- 155 Penniman 1952, 29; Thornton 1981, 178; Pluskowski 2004
- 156 O'Connor 1987, 12
- 157 voor opbouw en ontwikkeling van het schildpadschild zie o.a. Romer 1962, 159-160; Gilbert e.a. 2001
- 158 S. O'Connor 1987; Lauffenburger 1993
- 159 S. O'Connor 1987, 17
- 160 Hieronymus e.a. 2006
- 161 Hardwick 1981, 23-24, 34-35
- 162 S. O'Connor 1987, 14
- 163 MacGregor 1985, 19-20
- 164 Van Utrecht-Cock 1966
- 165 Vuillemier 1979, 41; S. O'Connor 1987, 14; Lauffenburger 1993
- 166 Hardwick 1981, 25; Schaverien 2006
- 167 S. O'Connor 1987, 15; Schaverien 2006, 46
- 168 Andes 1911, 133; Vuillemier 1979, 41-42
- 169 Met dank aan Ineke en Adrie Vonk; Carwardine 1995; Leatherwood e.a. 1988



- 170 Rijkelijkhuizen 2004
- 171 MacGregor 1985, 20; S. O'Connor 1987, 15
- 172 S. O'Connor 1987, 15
- 173 Hardwick 1981, 16-18; Schaverien 2006, 46
- 174 Deze paragraaf is gebaseerd op Vuillemier 1979, 41 en S. O'Connor 1987, 17-18
- 175 Hardwick 1981, 156; S. O'Connor 1987, 18
- 176 MacGregor 1985, 19-21; S. O'Connor, 1987; Lauffenburger 1993
- 177 S. O'Connor 1987, 20
- 178 S. O'Connor 1987, 17
- 179 Hardwick 1981, 17; S. O'Connor 1987, 15
- 180 Andes 1911; Hardwick 1981, 37; Schaverien 2006
- 181 Rijkelijkhuizen 2004
- 182 met dank aan Ans Nieuwenburg; Rijkelijkhuizen 2004
- 183 MacGregor 1985, 52-53
- 184 Van Wijngaarden & Maliepaard
- 185 Poller 1980; Hardwick 1981, 13
- 186 Ter Horst 1990
- 187 Vuillemier 1979
- 188 S. O'Connor 1987, 17; Vuillemier 1979, 40
- 189 Andes 1911, 134; Vuillemier 1979, 40-41
- 190 Rijkelijkhuizen, 2008
- 191 Andes 1911, 135-136; Vuillemier 1979, 41; O'Connor 1987, 17
- 192 Vuillemier, 1979, 40
- 193 Andes 1911
- 194 Rijkelijkhuizen 2004
- 195 zie o.a.. De Jong 1972-1979; Leinenga 1995, 85-91, 203-204
- 196 S. O'Connor 1989, 19
- 197 Muller 1915; Van Thiel 1969; Van Thiel & De Bruyn Kops 1984
- 198 Oldewelt 1945; Wagemakers 1992
- 199 Rijkelijkhuizen 2004
- 200 S. O'Connor 1987, 19
- 201 S. O'Connor 1987, 18
- 202 methoden voor bewerking van hoorn en ivoor tot schildpad: Andes 1911; Vuillemier 1979
- 203 Vuillemier 1980, 108
- 204 Van Thiel & De Bruyn Kops 1984; Van Thiel 1969

- 205 Espinoza & Mann 1992, 24; Rijkelijkhuizen & Van Wijngaarden-Bakker 2006
- 206 Rijkelijkhuizen & Van Wijngaarden-Bakker 2006
- 207 auteur onbekend 1998
- 208 mondelinge mededeling Ans Nieuwenburg. Voor meer over celluloid zie Andes 1908 en Reilly 1991
- 209 Vuillemier 1979, 40; S. O'Connor 1987, 17



# Literatuur

- Andes, 1908, *Zelluloid und seine Verarbeitung*. Leipzig/Wenen.
- Andes, 1911, *Verarbeitung des Hornes, Elfeinbeins, Schildpatts, der Knochen und der Perlmutter*. Leipzig/Wenen.
- Ashby, S.P., 2005, Bone and antler combs: towards a methodology. In: H. Luik, A.M. Choyke, C.E. Batey, & L. Lougas (eds.), *From hooves to horns, from mollusc to mammoth. Manufacture and use of bone artefacts from prehistoric times to present*. Tallinn.
- Bosscha Erdbrink, D.P., 1982, Red deer keratic artefacts in Dutch collections. *Berichten van de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek* 32, 103-137.
- Brongers, J.A., 1995, *Walvissen en stadhuizen*. Amsterdam/Amersfoort.
- Bulten, E.E. & A. Clason, 2001, The antler, bone and tooth tools of Swifterbant, the Netherlands. In: A.M. Choyke & L. Bartosiewicz (eds.), *Crafting bone: Skeletal technologies through time and space*. BAR International Series 937, 297-320.
- Carrà, M., 1970, *Ivories of the West*. Milaan.
- Carwardine, M., 1995, *Whales, dolphins and porpoises. The visual guide to all world's cetaceans*. London.
- Clason, A.T., 1974, The antler, bone, and tooth objects from Velzen: A short description. *Berichten van de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek* 24, 119-131.
- Clason, A.T., 1983, Spoolde, worked and unworked antlers and bone tools from Spoolde, De Gaste, the IJsselmeerpolders and adjacent areas. *Palaeohistoria* 25, 77-130.
- Conard, N.J., 2003, Palaeolithic ivory sculptures from southwestern Germany and the origins of figurative art. *Nature* 426, 830-832.
- O'Connor, S., 1987, The identification of osseous and keratinaceous materials at York. In: K. Starling & D. Watkinson (eds.), *Archaeological bone, antler and ivory*. London, 9-21.
- O'Connor, T.P., 1987, On the structure, chemistry and decay of bone, antler and ivory. In: K. Starling & D. Watkinson (eds.), *Archaeological bone, antler and ivory*. London, 6-8.
- Conradi, P. & V. van de Plaats, 1784-1786, *De Walvischvangst*. Amsterdam.
- Crummy, N., 1981, Bone-working at Colchester. *Britannia* 12, 277-285.
- Davis, S.J.M., 1987, *The Archaeology of Animals*. London.
- Deschler-Erb, S., 1998, *Römische Beinartefakte aus Augusta Raurica, Rohmaterial, Technologie, Typologie und Chronologie*. Augst.
- Deschler-Erb, S., 2005, Borderline production: A late Roman antler workshop in Eastern Switzerland. In: H. Luik, A.M. Choyke, C.E. Batey & L. Lougas (eds.), *From hooves to*

- horns, from mollusc to mammoth. *Manufacture and use of bone artefacts from prehistoric times to present*. Tallinn.
- Dijkman, W. & A. Ervynck, 1998, *Antler, bone, horn, ivory and teeth, the use of animal skeletal materials in Roman and early medieval Maastricht*. Maastricht (Archaeologica Mosana I).
- Elzinga, G., e.a., 1983, *Friese terpen en terpvondsten*. Catalogus Fries Museum.
- Espinoza, E.O. & M. Mann, 1992, *Identification guide for ivory and ivory substitutes*. Michigan. (World Wildlife Fund).
- Espinoza, E.O. & M. Mann, 1993, The history and significance of the Schreger pattern in Proboscidean ivory characterization. *Journal of the American Institute of Conservation* 32 (3), 241-248.
- Gijn, A. van, 2005, A functional analysis of some late Mesolithic bone and antler implements from the Dutch coastal zone. In: H. Luik, A.M. Choyke, C.E. Batey & L. Lougas (eds.), *From hooves to horns, from mollusc to mammoth. Manufacture and use of bone artefacts from prehistoric times to present*. Tallinn.
- Gijsbers, W., 1999, *Kapitale ossen*. Hilversum.
- Gilbert, S.F., G.A. Loredó, A. Brukman & A.C. Burke, 2001, Morphogenesis of the turtle shell: the development of a novel structure in tetrapod evolution. *Evolution and development* 3(2), 47-58.
- Gostenčnik, K., 2005, *Die Beinfunde vom Magdalensberg*. Klagenfurt.
- Greep, S.J., 1983, Early import of bone objects to South-East Britain. *Britannia* 14, 259-261.
- MacGregor, A., 1985, *Bone, antler, ivory and horn*. London.
- MacGregor, A., 1989, Bone, antler and horn industries in the urban context. In: D. Serjeantson & T. Waldron (eds.), *Diet and crafts in towns, the evidence of animal remains from the Roman to the post-Medieval periods*. Oxford, 107-128 (BAR British series 199).
- MacGregor, A.G. & J.D. Currey, 1983, Mechanical properties as conditioning factors in the bone and antler industry of the 3<sup>rd</sup> tot the 13<sup>th</sup> century AD. *Journal of Archaeological Science* 10, 71-77.
- Hardwick, P., 1981, *Discovering horn*. Southampton.
- Heijer, H. den, 1997, *Goud, ivoor en slaven. Scheepvaart en handel van de Tweede Westindische Compagnie op Afrika, 1674-1740*. Zutphen.
- Hieronymus, T.L., L.M. Witmer & R.C. Ridgely, 2006, Structure of white rhinoceros (*Ceratotherium simum*) horn investigated by x-ray computed tomography and histology with implications for growth and external form. *Journal of Morphology* 267, 1172-1176.
- Hiller, B., 2003, Die Nutzung von Elfenbein im Jungpaläolithikum des Hohle Fels bei Schelklingen. *Mitteilungen der Gesellschaft für Urgeschichte* 12, 7-23.
- Hillson, S., 2005, *Teeth*. (Tweede druk) Cambridge.

- Horst, J.G. ter, 1990, *De Aaltense hoornindustrie*. Aalten.
- Houttuin, F., 1761, *Natuurlyke historie of uitvoerige beschryving der dieren, planten en mineraalen. Eerste deels, tweede stuk, Vervolg der zoogende dieren*. Amsterdam.
- Jackson, P., 1990, *Elephants*. London.
- Jong, C. de, 1972/1978/1979, *Geschiedenis van de oude Nederlandse walvisvaart*. Pretoria.
- Koekkoek, R., 1987, *Gotische ivoren in het Catharijneconvent*. Zutphen.
- Kokabi, M. e.a., 1994, *Knochenarbeit, Artefakte aus tierischen Rohstoffen im Wandel der Zeit*. Stuttgart.
- Krzyszkowska O., 1990, *Ivory and related materials*. London.
- Lauffenburger, J.A., 1993, Baleen in museum collections: it's sources, uses and identification. *Journal of the American institute for conservation* 32 (3), 213-230.
- Lauwerier, R.C.G.M., 1983, Walviskaken op het droge. *Westerheem* 32 (4), 236-239.
- Lauwerier, R.C.G.M., 1994, Zierikzee-Roompot. Een gewei bijl met een vierkant gat uit de brons- of ijzertijd. *Westerheem* 43(1), 9-10.
- Lauwerier, R.C.G.M. & R.M. van Heeringen, 1995, Objects of bone, antler and horn from the circular fortress of Oost-Souburg, The Netherlands (A.D. 900-975). *Medieval Archaeology* 39, 71-90.
- Lauwerier, R.C.G.M, 1999, A Bronze or Iron age antler axe with rectangular shafthole. In: C. Becker, H. Manhart, J. Peters & J. Schibler, *Historia animalum ex ossibus*. Rahden, 225-228.
- Leinenga, J.R., 1995, *Arctische walvisvangst in de achttiende eeuw. De betekenis van Straat Davis als vangstgebied*. Amsterdam.
- Louwe Kooijmans, L.P., 1970-1971, Mesolithic bone and antler implements from the North Sea and from the Netherlands. *Berichten van de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek* 20-21, 27-73.
- Miles, A.E.W & J.W. White, 1960, Ivory. *Proceedings of the Royal Society of Medicine* 53, 775-780.
- Morree, J.J. de, 2001, *Dynamiek van het menselijk bindweefsel*. Houten/Diegem.
- Muller, S., 1915, John Osborn. *Oud-Holland* 33, 199-207.
- Münzing, J., 1987, *Der historische Walfang in Bildern*. Hamburg (Sammlungen des Altonaer museums in Hamburg, Heft 13).
- Nickel, R., A. Schummer & E. Seiferle, 1961, *Lehrbuch der Anatomie der Haustiere, (Bewegungsapparat)*. Berlin.
- Oldewelt, W.F.H., 1945, *Kohier van de personeel quotisatie te Amsterdam over het jaar 1742*. Amsterdam.
- Penniman, T.K., 1952, *Pictures of ivory and other animal teeth, bone and antler*. Oxford (Occasional papers on technology 5).

- Plomp, N., 1979, Knopendraaiers. Montfoort 800 jaar, 650 jaar stadsrechten. *Heemtijdinghen* 15 (2), 68-74.
- Pluskowski, A., 2004, Narwhals or unicorns? Exotic animals as material culture in Medieval Europe. *European Journal of Archaeology* 7 (3), 291-313.
- Poller, T., 1980, Die Herstellung von dünnen, klaren Hornblättern. *Maltechnik Restaura* 86, 124-125.
- Price, J.S., S. Allen, C. Fauchoux, T. Althnaian & J.G. Mount, 2005, Deer antlers: a zoological curiosity or the key to understanding organ regeneration in mammals. *Journal of the Anatomical Society of Great Britain and Ireland* 207, 603-618.
- Prummel, W., 1983, *Early medieval Dorestad an archaeozoological study* (Excavations at Dorestad 2). Amersfoort.
- Rajaram, A., 1986, Tensile properties and fracture of ivory. *Journal of Materials Science* 5, 1077-1080.
- Reilly, J.A., 1991, Celluloid objects: their chemistry and preservation. *Journal of the American Institute for Conservation* 30 (2), 145-162.
- Reitz, E.J. & E.S. Wing, 1999, *Zooarchaeology*. Cambridge manuals in archaeology.
- Rijkelijkhuizen, M.J., 2003, *Middeleeuwse vondsten uit de Friese terpen uit de collectie Van der Toorn aanwezig in het Rijksmuseum van Oudheden in Leiden*. Stageverslag RMO.
- Rijkelijkhuizen, M.J., 2004, *Dierlijke materialen in Amsterdam*. Scriptie AAC-UvA.
- Rijkelijkhuizen, M.J. & L.H. van Wijngaarden-Bakker, 2006, Nuts in The Netherlands. *Attalea and other nuts from archaeological contexts, dating from the 16th to 19th century AD*. *Journal of Environmental Archaeology* 11 (2), 269-273.
- Rijkelijkhuizen, M.J., 2008, Tortoiseshell in the 17th and 18th century Dutch Republic. *Proceedings of the 6th meeting of the Worked Bone Research Group at Paris, France, 2007*.
- Roca, A.L., N. Georgiadis, J. Pecon-Slattery & S. J. O'Brien, 2001, Genetic evidence for two species of elephant in Africa. *Science* 293, 1473-1477.
- Romer, A.S., 1962, *The vertebrate body*. Londen.
- Rozendal, R.H. e.a., 1994, *Inleiding in de kinesiologie van de mens*. Houten.
- Schaverien, A., 2006, *Horn. Its history and its uses*. Wahroonga.
- Schmid, E., 1972, *Atlas of animal bones*. Amsterdam.
- Schoenberger, G., 1951, A goblet of unicorn horn, *The Metropolitan Museum of Art Bulletin* 9 (10), 284-288.
- Silver, I.A., 1969, The ageing of domestic animals. In: D. Brothwell & E.S. Higgs (eds.), *Science in archaeology*. Bristol, 283-302.
- Sisson, S. & J.D. Grossman, 1962, *The anatomy of the domestic animals*, 4e druk. Londen.

- Sliggers, B.C. & A.A. Wertheim (eds.), 1992, *Op het strand gesmeten. Vijf eeuwen potvisstrandingen aan de Nederlandse kust*. Walburg.
- Tamboer, A., 1999, *Opgedolven klanken, archeologische muziekinstrumenten van alle tijden*. Assen.
- Thiel, P.J.J. van, 1969, *Hollandse lijsten van balein*. In: Zadoks-Josephus Jitta e.a. (eds.), *Miscellanea I.Q. van Regteren Altena*. Amsterdam.
- Thiel, P.J.J. van & C.J. de Bruyn Kops, 1984, *Prijs de lijst*. Den Haag (catalogus Rijksmuseum Amsterdam).
- Thornton, J., 1981, *The structure of ivory and ivory substitutes*. Preprints of the 9th annual meeting of the American Institute for Conservation of Historic Works, 173-181.
- Trapani, J. & D.C. Fisher, 2003, *Discriminating Proboscidean taxa using features of the Schreger pattern in tusk dentin*. *Journal of Archaeological Science* 30, 429-438.
- Utrecht-Cock, C.N. van, 1966, *Age determination and reproduction on female fin whales, Balaenoptera physalus (Linnaeus, 1758) with special regard to baleen plates and ovaries*. Proefschrift Universiteit van Amsterdam.
- Verhagen, M., 1993, *Bone and antler artefacts*. In: R.M. van Dierendonck, D.P. Hallewas & K.E. Waugh, *The Valkenburg excavations 1985-1988. Introduction and detail studies*. Amersfoort: ROB (Nederlandse Oudheden 15, Valkenburg project 1), 339-416.
- Villa, P. & F. d'Errico, 2001, *Bone and ivory points in the lower and middle Paleolithic of Europe*. *Journal of Human Evolution* 41, 69-112.
- Vilsteren, V.T. van, 1987, *Het benen tijdperk, gebruiksvoorwerpen van been, gewei, hoorn en ivoor 10.000 jaar geleden tot heden*. Assen.
- Vuilleumier, R., 1972, *Werkstoffe der Kunstschreinerei. Elfenbein, Knochen, Horn, Perlmutter, Fischbein und Fischhaut*. *Maltechnik, Restauro* 86 (2), 106-123.
- Vuilleumier, R., 1979, *Schildpatt. Verarbeitungstechniken und Imitationen*. *Maltechnik, Restauro* 85 (1), 40-47.
- Wagemakers, P., 1992, *Traan- en baleinverwerking*. *Ons Amsterdam* 44 (5), 128-131
- Wijngaarden-Bakker, L.H. van & C.H. Maliepaard, 1990/1991, *Runderhoornpitten uit de marktenroute te Leiden*. *Bodemonderzoek Leiden* 13/14, 51-59.
- Wijngaarden-Bakker, L.H. van, 1997, *The selection of bird bones for artefact production at Dutch neolithic sites*. *International Journal of Osteoarchaeology* 7, 339-345.
- Zorgdrager, C.G., 1727, *Bloeiende opkomst der aloude en hedendaagsche groenlandsche visscherij*. Den Haag.
- auteur onbekend, 1998, *Bakeliet en celluloid voorvaders van hedendaagse kunststoffen*. *KunststofMagazine* 8 (2).



