

KNA Leidraad Archeozoölogie



Status: Deze KNA leidraad is op 12 september 2011 vastgesteld door het CCvD Archeologie

Auteur: dr. R.C.G.M. Lauwerier

Datum vrijgave: 10 oktober 2011

Versie: definitief 1.01

Inhoud

Voorwoord en gebruik van deze leidraad	2
1 Inleiding.....	4
1.1 Bot, archeozoölogie en de mens in het verleden	4
1.2 Doel en aard van de leidraad	5
2 Resten van dieren als kennisbron	8
2.1 Macroscopische informatie.....	8
2.2 Microscopische en (bio)chemische informatie	11
2.3 Verdere interpretatie	12
2.4 Monumentenzorg: waardering en conservering	12
3 Opgraving	14
3.1 Met de hand verzamelen en zeven.....	14
3.2 Monsters voor mijten en andere kleine indicatoren	17
3.3 Monsters voor (bio)chemisch en fysisch onderzoek.....	17
3.5 Skeletten en andere bijzonderheden	19
4 Onderzoek algemeen	19
4.1 Eisen aan onderzoeker	19
4.2 Voorzieningen	21
4.3 Primaire en secundaire data	24
Informatie over de auteur.....	33
Literatuur	34

Voorwoord en gebruik van deze leidraad

Resten van dieren uit archeologische opgravingen maken een reconstructie mogelijk van de natuurlijke omgeving van de mens in het verleden en van het gebruik dat mensen maakten van dieren en dierlijke producten. Daarmee scheppen ze tevens een beeld van die mens zelf.

Deze KNA leidraad beschrijft hoe er bij opgravingen en het daaropvolgende onderzoek rekening gehouden kan worden met deze belangrijke informatiebron over het verleden

De bestudering van tijdens opgravingen gevonden resten van dieren zoals bot, gewei, schelpen en visbot is een belangrijk onderdeel van archeologisch onderzoek. Ook in het verleden maakte de mens veelvuldig gebruik van dieren en dierlijke producten. Men viste, maakte jacht op zoogdieren en vogels, verzamelde schaaldieren, fokte vee om zich te voorzien van melk en vlees of om trekdieren te kweken voor de ploeg, hield huisdieren als rijdier, waakhond of gezelschapsdier enzovoort. Door bestudering van de gevonden resten brengt de archeozoologisch specialist deze activiteiten in beeld.

Om dit onderzoek mogelijk te maken is het belangrijk dat het dierlijke materiaal tijdens opgravingen zorgvuldig verzameld wordt en op een effectieve wijze wordt bestudeerd. Voorwaarde daarbij is dat er een heldere vraagstelling ligt en dat het materiaal de potentie heeft om die vragen mee te beantwoorden.

De KNA leidraad archeozoölogie verduidelijkt wat onder goed onderzoeksmateriaal en goed onderzoek wordt verstaan en welke voorzieningen voorhanden moeten zijn. Het is een praktische handleiding met *best practices* waarnaar vanuit een plan van aanpak (PvA) of programma van eisen (PvE) verwezen kan worden. In detail is het gericht op de archeozooloog die het onderzoek uitvoert, in grote lijnen op diegenen die het onderzoek via PvE en PvA aansturen.

De volgende onderwerpen komen aan bod:

- de archeologische vragen die met dierlijk materiaal kunnen worden beantwoord (hoofdstuk 2)
- de consequenties van de vraagstelling voor de manier van verzamelen in het veld (hoofdstuk 3)
- het archeozoologisch onderzoek zelf (eisen die aan de onderzoeker gesteld mogen worden, de voorzieningen waarover zij of hij moet beschikken en de manier waarop met gegevens en informatie wordt omgegaan) (hoofdstuk 4 & 5)
- de relatie tussen de onderdelen van een PvE en de in de leidraad genoemde onderwerpen (hoofdstuk 6).

Deze leidraad is geen voorschrift of KNA protocol maar een, in overleg met vakgenoten, ontwikkelde handreiking om op effectieve wijze archeozoologisch onderzoek in te zetten. Hij was in eerste instantie ontwikkeld voor het 'eigen' onderzoek van de RCE, maar wordt graag beschikbaar gesteld aan het 'hele' veld.¹

¹ Lauwerier, R.C.G.M., 2010: *Archeologie en resten van dieren. Leidraad Archeozoölogie*. Den Haag: Sdu Uitgevers b.v. (Praktijkreeks Cultureel Erfgoed 12/29).

De leidraad sluit aan bij de KNA protocollen 'Programma van Eisen' en 'Specialistisch Onderzoek', in het bijzonder de specificaties SP01 (plan van aanpak specialistisch onderzoek) en SP02 (specialistisch (deel)rapport.), en KNA bijlage II 'Eisen aan actoren'. Voor het verzamelen van materiaal in het veld wordt verwezen naar de KNA leidraad 'Veldhandleiding Archeologie'. Voor het deponeren en duurzaam behoud van bot *ex situ* wordt verwezen naar toekomstige besluitvorming over het vervolg van SIKB project harmonisatie depoteisen.

1 Inleiding

1.1 Bot, archeozoölogie en de mens in het verleden

Bot en andere resten van dieren, zoals ivoor, gewei, leer, schelpen, schubben van vissen en skeletdelen van insecten, komen voor op vrijwel alle archeologische vindplaatsen. De mens viste, maakte jacht op zoogdieren en vogels, verzamelde schelp- en schaaldieren, fokte vee om zich te voorzien van melk en vlees of om trekdieren te kweken voor de ploeg, hield huisdieren als rijdier, waakhond of gezelschapsdier enzovoort. En dan was er nog het 'ongedierte', zoals ratten, muizen en luizen, die ongewenst de menselijke woonplekken opzochten. Van al deze verschillende diersoorten met hun verschillend nut of onnut voor de mens worden resten teruggevonden.

In uitzonderlijke gevallen is dat in de vorm van skeletten. Dat gaat dan vaak om dieren die niet gegeten werden, zoals ongedierte of omdat ze te zeer als kameraad beschouwd werden om ze te willen eten – zoals in verschillende perioden paarden, honden en katten. Soms waren het zieke dieren die men niet meer wilde eten of dieren die bewust als offer begraven werden. Het merendeel van het dierlijke bot wordt echter gevormd door slachtafval en de resten van voedselbereiding en maaltijden. Dit regelmatig door de slachtbijn gefragmenteerde bot met hak-, snij- en zaagsporen komt overal in bewoningslagen voor, vaak ook geconcentreerd in afvallagen, beerputten of in onbruik geraakte greppels en waterputten.

Dierlijk bot kan ook in een menselijk graf of in een crematie worden aangetroffen als bijgift of als restant van een dodenmaaltijd. Tot slot vinden we bot, gewei, ivoor en leer als weerslag van het gebruik ervan als grondstof: resten van gebruiksvoorwerpen, halffabricaten of afval van fabricage.



- 1 Bord met resten van een maaltijd voor een dode uit een Romeins graf.

Het onderzoek van dit in archeologische context gevonden materiaal is het domein van de archeozoölogie of zoöarcheologie, zoals het ook genoemd wordt. De archeozoöloog onderzoekt deze dierlijke resten om inzicht te verwerven in de ontwikkeling van de dierenwereld in het verleden, maar vooral om een beeld te krijgen van de exploitatie van dieren door de mens. Dergelijk onderzoek is deels gericht op het economische gebruik van dieren, maar ook de rituele of mentale betekenis van dieren is een belangrijk onderwerp. Daarnaast komen onderwerpen aan de orde als de natuurlijke omgeving van de mens en hoe de mens die – vaak seizoensmatig – exploiteerde. In het Paleolithisch onderzoek wordt dierlijk materiaal gebruikt voor biostratigrafische datering.

Om dit soort onderzoek mogelijk te maken is het belangrijk dat het dierlijke materiaal tijdens opgravingen zorgvuldig verzameld wordt en op een effectieve wijze wordt bestudeerd, zodat we de vragen die we over het menselijk handelen in het verleden hebben ook daadwerkelijk kunnen beantwoorden.

1.2 Doel en aard van de leidraad

Deze leidraad beoogt 'goed archeozoölogisch onderzoek' te faciliteren. Goed onderzoek is natuurlijk niet met regels, procedures of leidraden af te dwingen. Goed onderzoek is het resultaat van de combinatie van:

- de beschikbaarheid van goed onderzoeksmateriaal dat de potentie heeft er vragen mee te kunnen beantwoorden;
- de kennis, kunde en creativiteit van de onderzoeker;
- de voorzieningen die hij of zij tot de beschikking heeft;
- plus de mogelijkheden die haar of hem geboden worden wat betreft tijd, en – niet te vergeten – samenwerking met anderen.



2 Dierlijk bot gevonden tijdens een opgraving.

Deze leidraad probeert te verduidelijken wat onder 'goed onderzoeksmateriaal', 'kennis en kunde', 'voorzieningen', etc. wordt verstaan. Het moet dienen als een praktische handleiding met *best practices* waarnaar vanuit een plan van aanpak (PvA) of, liever nog, programma van eisen (PvE) verwezen wordt. In detail is het gericht op de archeozoöoloog die het onderzoek uitvoert, in grote lijnen op diegenen die het onderzoek via PvE en PvA aansturen.

Hoewel onderwerpen als histologie en DNA-onderzoek worden aangesneden, ligt de focus op de materiaalgroepen en methoden waar een 'algemeen' archeozoöoloog direct mee te maken heeft.

Doel van de leidraad is daarmee het bewaken en verhogen van de kwaliteit van het archeozoölogische deel van het archeologisch onderzoek. In het onderstaande komen daartoe de volgende onderwerpen aan bod:

- de potentie van het onderzoeksmateriaal en het programma van eisen;
- het veldwerk met het verzamelen van verschillende soorten materiaal voor het beantwoorden van verschillende archeologische onderzoeksvragen met behulp van verschillende verzamelwijzen;
- de archeozoölogisch onderzoeker met de eisen die gesteld worden aan zijn of haar kennis en kunde, beschikbare voorzieningen en netwerk;
- het archeozoölogisch onderzoek met de daarbij toegepaste methoden en verzamelde gegevens.



3 Het skelet van een dertiende-eeuws varken in een opgraving.

Archeozoölogie is grotendeels een vergelijkende wetenschap. Zoölogisch materiaal wordt onderzocht om archeologische vragen over een vindplaats te beantwoorden. Daarbij wordt op flinke schaal gebruikgemaakt van gegevens van andere sites; omgekeerd zijn gegevens van een site – ook al zijn ze niet direct van belang voor een vindplaatsgebonden vraagstelling – belangrijk voor het beantwoorden van meer algemene, meer regionale of processuele vraagstellingen. Bij het vastleggen van de archeozoölogische gegevens van een site moet voor dit gebruik 'op grotere schaal' rekening gehouden worden. Standaardisering ligt daarbij voor de hand, maar heeft als nadeel dat het de vrijheid van individuele onderzoekers beknót en daarmee ontwikkeling in de weg staat. Daarom is in deze leidraad niet gekozen voor standaardisering maar voor vergelijkbaarheid, wat meestal betekent dat bij verslaglegging vooral primaire data goed worden vastgelegd en duidelijk wordt gemaakt welke methoden gehanteerd zijn.

Voor een deel zijn 'eisen aan archeozoölogisch onderzoek' al elders verwoord. De Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie (KNA) stelt minimumeisen aan de uitvoerder en aan de procesmatige kant van het onderzoek, waaronder vooral het veldwerk wordt verstaan. Dit veldwerk wordt nader uitgewerkt in de KNA leidraad 'Veldhandleiding Archeologie' (Carmiggelt & Schulten 2002). Die leidraad beschrijft onder andere het proces van het verzamelen, schoonmaken en opslaan van verschillende archeozoölogische materiaalgroepen tot aan de overdracht ervan aan de specialist. Aparte hoofdstukken worden gewijd aan bot, gewei, ivoor en hoorn, aan visresten, aan schelpen, aan mijten en insecten, en aan leer. In de voorliggende leidraad zullen we waar mogelijk naar deze documenten verwijzen en ons beperken tot aanvullingen of verduidelijkingen.

2 Resten van dieren als kennisbron

Voor de archeoloog vormen bot en andere dierlijke resten een belangrijke bron van informatie om het verleden te reconstrueren. De meeste waarnemingen aan het bot worden met het blote oog gedaan. Naast deze 'macroscopische' informatie kan er ook via de microscoop en via chemisch onderzoek informatie worden verkregen. In handboeken archeozoölogie is te vinden welk soort onderzoeksvragen hiermee beantwoord kunnen worden (o.a. Algemeen: Reitz & Wing 2008; Ervynck et al. 2009; Groot 2010; Vogels: Serjeantson 2009; Vis: Wheeler & Jones 1989; Schelpen: Claassen 1998; Degradiatie: Huisman et al. 2006; 2009). De Nationale Onderzoeksagenda Archeologie (NOaA) en in het bijzonder het hoofdstuk archeozoölogie biedt tal van specifieke vragen (Cavallo et al. 2006). Hieronder wordt een impressie gegeven van verschillende typen archeozoölogische informatie en de vragen die ermee beantwoord kunnen worden.

2.1 Macroscopische informatie

Op het macroscopische niveau gaat het om informatie over het verleden op grond van primaire gegevens die met het blote oog aan bot zijn waar te nemen. Deze primaire gegevens vallen in zes groepen uiteen, waarbij de betrouwbaarheid van de interpretaties mede wordt bepaald door het onderzochte aantal stukken bot en de fysieke kwaliteit.

Diersoort

De determinatie van het bot op diersoort (bijvoorbeeld varken, beer, zalm) geeft een beeld van het jachtwild en de huisdieren waarover de mens beschikte, en – gekwantificeerd – over de samenstelling van de jachtbuit, de veestapel of het menu. Een dergelijk overzicht van diersoorten biedt ook een impressie van het klimaat en het landschap. Zo geven vogels en zoogdieren een indruk van het milieu dat men exploiteerde (bijvoorbeeld bos, hei, grasland, moeras), en vissoorten of men in zoet, zout of brak water viste. In de tijd laten de aangetroffen diersoorten zien wanneer bepaalde soorten gedomesticeerd werden, beesten uitgestorven raakten of juist op eigen kracht of door inmenging van de mens in onze streken werden geïntroduceerd. Voorbeelden van dit laatste zijn de introductie van de kat en de kip in de Romeinse tijd en het konijn in de middeleeuwen. Maar ook kan een soortenlijst waar wild op voorkomt iets zeggen over bijvoorbeeld de adellijke status van bewoners van een terrein en vertelt het voorkomen van ongedierte over de hygiëne in het verleden.



4 Gereconstrueerde impressie van de vijftiende-eeuwse keuken van het huis In den Struys uit Veere, met onder andere haring en kabeljauw. Bij het archeozoölogisch onderzoek van de beerput zijn daarvan resten terug-gevonden.

Skeletelement

Het type skeletelement en welk deel daarvan gevonden is, bijvoorbeeld een fragment van een rib, geeft informatie over consumptiepatronen. Uit het spectrum van skeletelementen kan zo geconcludeerd worden of er op de ene plek geslacht is en op een andere geconsumeerd; dat door de ene groep uit een nederzetting betere delen van dieren werden geconsumeerd dan door een andere groep; of dat het verkrijgen van leer en bont van sommige dieren van belang was. Neem werkplaatsen waar schapen en runderen geloid werden. Die zijn vaak goed te herkennen aan de grote hoeveelheden botten van de handen en voeten van deze dieren. De huiden werden namelijk met deze skeletdelen er nog aan verhandeld.



5 Bijl gemaakt van het gewei van een eland uit de brons- of ijzertijd, waarschijnlijk gebruikt om de bodem mee te bewerken.

Modificaties en pathologieën

Sporen van modificaties, zoals breukpatronen, snij-, hak- en zaagsporen, verbranding of crematie, kleur, verwerking en knaagsporen, leveren vooral informatie op over het gebruik dat van dieren gemaakt werd na de dood en welke vorm dit had. Denk hierbij aan de manier van slachten, het villen, het bewerken van been en gewei tot voorwerpen, de wijze van voedselbereiding (bijvoorbeeld roosteren, roken, braden) en de manier waarop afval werd afgedankt. Ook is te zien dat bot al dan niet aan het oppervlak heeft gelegen, en of er sprake is van verbranding, crematie, of van ziekte.

Pathologieën zoals woekeringen of slijtage van het bot geven vaak inzicht in hoe dieren tijdens hun leven werden gebruikt. Zo duiden bepaalde woekeringen op overbelasting van trek- of lastdieren. Sporen van verwerking en kleur spelen ook een belangrijke rol bij het verkrijgen van inzicht in de conservering van het bot.

Leeftijd en geslacht

Botmateriaal bevat vaak anatomische indicatoren voor leeftijd en geslacht, zoals vergroeiing van gewrichtsuitenden, doorbraak en slijtage van tanden en kiezen en groeilijnen. Deze gegevens geven inzicht in de samenstelling van de veestapel en met name ook in het gebruik van de landbouwhuisdieren. Zo wordt bij runderen uit deze gegevens geconcludeerd of ze gebruikt werden als trekdier of voor productie van melk en mest of juist primair voor de vleesproductie. Bij wild kan het inzichtelijk maken of de mens bij de jacht voorkeur had voor bijvoorbeeld vooral mannetjes of vrouwtjes of voor bepaalde leeftijdsklassen.

Grootte

Maten worden gebruikt om onderscheid te maken tussen wilde en gedomesticeerde vormen, tussen mannetjes en vrouwtjes, maar vooral ook om verschillen aan te geven tussen verschillende groepen of 'foklijnen'. De grootte van bot kan bovendien een indruk

geven van de gezondheid van een dier en ook in de mate waarin er voldoende voedsel beschikbaar was.

Gewicht

Het gewicht van het bot wordt vooral gebruikt om het relatieve belang van verschillende diersoorten voor de vleesvoorziening aan te kunnen geven.

2.2 Microscopische en (bio)chemische informatie

Over het algemeen kan er met behulp van de microscoop op drie gebieden informatie van dierlijke resten worden verkregen. Chemisch onderzoek kan weer andere gegevens opleveren.

Diersoort

Voor een deel van het onderzoek wordt de microscoop gebruikt. Op de eerste plaats is dat onderzoek naar heel kleine dieren, zoals mijten, luizen en andere insecten. Deze leveren vooral informatie over het lokale milieu. Zo kunnen resten van bepaalde mijten uit grondmonsters van de plek waar vroeger de stal van een boerderij heeft gestaan aantonen dat daar bijvoorbeeld schapen werden gehouden.

Wanneer bot van zoogdieren sterk gefragmenteerd is, zoals bij menselijke crematies, kan bestudering van het botweefsel, ofwel histologie, soms uitsluitend geven of er behalve menselijk bot ook resten van dieren aanwezig zijn. Op deze manier kan worden vastgesteld of bij het begrafenisritueel het meegeven van dierlijke bijgiften een rol speelde.

Gebruikssporen

Bij gebruikssporenanalyse worden veranderingen aan het oppervlak bestudeerd. Op grond van kenmerkende groepen kleine krasjes aan het oppervlak van voorwerpen gemaakt van bot, gewei of ivoor kunnen conclusies worden getrokken over hun gebruik, bijvoorbeeld voor het schoonschrapen van huiden. Omdat voedsel ook krasjes achterlaat op tanden kan soms ook worden vastgesteld of bijvoorbeeld varkens in stallen werden gehouden en gevoerd of dat ze in het bos werden gehouden en veel ruwer voedsel aten.

Leeftijd en seizoen

De microscoop wordt ook gebruikt om bijvoorbeeld aan de hand van de tekening van het oppervlak of de doorsnede van tanden informatie te krijgen over de leeftijd van de dieren of over het seizoen dat er geslacht werd. Dergelijke informatie geeft inzicht in de opbouw van de veestapel en in de strategie bij de voedselproductie.

Chemische samenstelling

In bot en ander dierlijk weefsel zitten biomoleculen als DNA en eiwitten. Deze weefsels bevatten informatie over erfelijke eigenschappen en zijn – als ze bewaard zijn gebleven – daardoor te gebruiken om onder andere verwantschappen vast te stellen. Dit levert informatie over domesticatie, fok, migratie en import van dieren. Dit type onderzoek staat in Nederland nog in de kinderschoenen. Hetzelfde geldt voor onderzoek aan stabiele isotopen en sporenelementen. De samenstelling hiervan wordt voor een deel bepaald door het voedsel dat door dieren gegeten werd. Daardoor kan uit de analyse van de isotopen en sporenelementen worden afgeleid in welke omgeving dieren vroeger

leefden, maar ook of ze via handel van elders werden aangevoerd.

2.3 Verdere interpretatie

Door combinaties van bovengenoemde primaire gegevens en de daarop gebaseerde informatie over dieren worden op een hoger niveau conclusies getrokken over de mens in het verleden: het milieu waarin hij leefde, migratiepatronen, seizoensbewoning of -activiteiten, de voedsleconomie, handel en uitwisseling, sociale differentiatie, rituele gebruiken, ideeën over een hiernamaals, et cetera.



6 Pot met de resten van dertig ingemaakte lijsterborstjes uit Romeins Nijmegen.

2.4 Monumentenzorg: waardering en conservering

Vaak worden gegevens over dierlijk materiaal niet primair gebruikt om er kennis over het verleden uit te halen maar om informatie te vergaren ten behoeve van monumentenzorg. Dit gebeurt in het kader van archeologisch vooronderzoek als element bij het vaststellen van de waarde van een vindplaats of, als vindplaatsen *in situ* behouden kunnen blijven, om de conserveringstoestand van het bot en, meer algemeen, de fysieke kwaliteit van de vindplaats te beoordelen of in de gaten te houden.

Waardering

Bij inventariserend veldonderzoek (IVO) gaat het niet zozeer om inhoudelijke kennis over het verleden maar over het vaststellen van de waarde van een vindplaats, of, zoals dat in de Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie genoemd wordt, het aanvullen en toetsen van de gespecificeerde verwachting. Wat het dierlijk materiaal betreft wil men bij dit type onderzoek meestal weten in welke staat het verkeert, of er veel of weinig dierlijk materiaal voorkomt, wat de diversiteit ervan is, en wat – alles bij elkaar genomen – de potentie van het archeozoölogische materiaal van die vindplaats is om archeologische vragen te beantwoorden.

Conservering

Een van de uitgangspunten van de archeologische monumentenzorg is behoud *in situ*. Dat wil zeggen: als het maar even kan archeologische resten in de bodem laten zitten voor later. Dat is een prachtig op toekomstig onderzoek gericht principe, maar er moet wel voor gewaakt worden dat in de tussentijd de archeologische informatie die verpakt in het bot zit niet verloren gaat. Bot zal namelijk, net als andere zaken, in de bodem vergaan. Deze degradatieprocessen kunnen van biologische, mechanische en chemische aard zijn.

Voorals micro-organismen zoals bacteriën en schimmels kunnen bot flink aantasten. Het bot wordt daardoor poreus en kwetsbaar en valt uiteindelijk uit elkaar. Ook wortels van planten kunnen schade aanrichten als ze in het bot dringen en het uit elkaar drukken. De snelheid waarmee deze vormen van degradatie zich afspelen is vooral afhankelijk van het milieu waarin het bot zich bevindt. Zo vindt aantasting door schimmels en planten vooral plaats in een zuurstofrijk milieu. Dit is met name te vinden in goed ontwaterde bodems. Omgekeerd, in een zeer natte omgeving, zoals op veel plaatsen in West-Nederland met een hoge grondwaterspiegel, is biologische aantasting zeer gering.



7 Deels vergaan skelet van een edelhert. Een van de terreinoffers die een vierde-eeuwse ijzerproductienederzetting in Raalte markeerden.

Het gevaar van degradatie door mechanische oorzaken is groot als bot en andere dierlijke resten vlak aan het oppervlak liggen. Het bot wordt dan makkelijk vertrapt of barst door een combinatie van vocht en vorst. Ook bodembewerking, zoals ploegen, en bouwactiviteiten in de buurt, zoals heien, en zetting als gevolg daarvan, kunnen een dergelijk effect hebben.

Bot bestaat uit twee componenten, een organische, elastisch collageen, en een minerale, hard apatiet. De combinatie van deze twee in bot heeft hetzelfde effect als staal en cement in gewapend beton: het geeft elasticiteit en stevigheid. Ook in de bodem zorgt

het voor duurzaamheid van het bot. Beide componenten kunnen echter chemisch aangetast raken. Het is vooral de combinatie van een zure bodem en stroming van het grondwater die snelle chemische degradatie veroorzaakt.

Al deze degradatieprocessen hebben invloed op de beschikbaarheid en kwaliteit van de informatie die in het bot aanwezig is. Alles bijeen zijn goed doorlatende zure bodems met een grote beschikbaarheid van zuurstof funest voor botmateriaal. Gunstig zijn vooral basische – dus meestal kalkrijke – bodems en slecht doorlatende lagen met weinig of geen zuurstof. Bij de bescherming van archeologische terreinen is het dan ook van belang de grondwaterstand zo stabiel en hoog mogelijk te houden en verzuring tegen te gaan. Om de vinger aan de pols te houden kan het van belang zijn dergelijke terreinen in de gaten te houden wat betreft de kwaliteit van bot. Dit is te meer van belang, omdat de conserveringstoestand van dierlijke resten een goede indicator is voor de fysieke kwaliteit van een archeologische vindplaats als geheel.

3 Opgraving

De wens om de informatie over het verleden die in dierlijk bot en ander weefsel aanwezig is ook daadwerkelijk te kunnen benutten, stelt eisen aan de opgraving. Het studiemateriaal, bot en andere dierlijke resten, moet adequaat worden verzameld. Adequaar betekent dat zowel de manier van verzamelen als de hoeveelheid materiaal die wordt geborgen aansluit bij de vragen die men wil beantwoorden. De hoofdstukken 5 tot en met 8 van KNA leidraad 1 'Veldhandleiding Archeologie' beschrijven uitvoerig hoe er in het veld gehandeld moet worden om dierlijk materiaal goed te verzamelen (Carmiggelt & Schulten 2002: 31-53). Hieronder brengen we een paar punten in het bijzonder onder de aandacht.

3.1 Met de hand verzamelen en zeven

Voor de beantwoording van een simpele vraag als 'Wat at men?' kunnen we bij een opgraving niet volstaan met handmatig verzamelen van dierlijke resten. De meeste resten van vissen, vogels en kleinere zoogdieren die als slacht-, keuken- of maaltijdafval nog in de bodem aanwezig zijn, zullen over het hoofd worden gezien. Resultaat is dat de verzamelde resten bepaald geen afspiegeling vormen van wat er aan informatie in de bodem aanwezig was. Gebruiken we die resten om het voedingspatroon uit het verleden te reconstrueren, dan geeft dat een zeer vertekend beeld: een haring, zalm of paling zul je niet vinden. Voor de beantwoording van dit soort vragen moet een deel van de grond waarin dierlijke resten worden vermoed gezeefd worden.



8 Cleithra, botjes uit de schouder, van haringen. Het rechterexemplaar is compleet. Het linker komt uit een zestiende-eeuws schip en is doorgesneden. Dit duidt erop dat het van een door haringkaken geconserveerde vis is.

Zeven

Afhankelijk van de materiaalgroep die verzameld moet worden is er behoefte aan zeven met een grovere of fijnere maaswijdte.

- **Vis** Voor de meeste vragen over visvangst en visconsumptie volstaan zeven met een maaswijdte van 2 mm, maar wil men ook de resten van bijvoorbeeld haring en spiering goed verzamelen, dan is een kleinere (0,5 mm) maaswijdte nodig.
- **Vogel** Voor de meeste vragen over het belang van vogels bij de jacht, als pluimvee of voor consumptie volstaan 5 mm-zeven; speelt echter het belang van zangvogels een rol dan is een maaswijdte van maximaal 2 mm noodzakelijk.
- **Kleine zoogdieren** Voor de meeste vragen over het belang van kleine zoogdieren, zoals pelsdieren volstaat een 5 mm-zeef. Wanneer bij Paleolithisch onderzoek bot wordt verzameld voor biostratigrafische datering is een 1 mm zeef en in uitzonderlijke

gevallen een 0,5 mm zeef nodig.

Met de hand verzamelen van zoogdierbot geeft over het algemeen een forse vertekening naar skeletelement en naar leeftijd, ook bij grote landbouwzoogdieren als runderen. Dit betekent dat bij onderzoeksvragen zoals over consumptiepatronen, waarbij de verdeling van de skeletelementen van belang is, op zijn minst een deel van het materiaal gezeefd moet zijn om zicht te krijgen op de vertekening. Hetzelfde geldt voor de vaak belangrijker vragen die met gegevens over leeftijden te beantwoorden zijn, zoals de vraag of runderen primair voor hun vlees zijn gehouden (veeteelt) of primair voor hun tractie en mest (akkerbouw). Zonder gezeefd materiaal zullen die gegevens vaak te oud uitvallen, in het geval van het voorbeeld dus eerder wijzend op akkerbouw.

– **Middelgrote zoogdieren** Om vragen over het primaire landbouwsysteem te kunnen beantwoorden zal materiaal van middelgrote en grote zoogdieren zoals runderen en schapen, deels verkregen moeten worden door te zeven over 10 mm.

In sommige contexten, bijvoorbeeld neolithische kustnederzettingen, worden – soms grote – pakketten schelpdieren aangetroffen. Vaak worden deze pakketten als een substraat beschreven maar niet als potentiële archeozoölogische informatie verzameld.

– **Schelpdieren** Als het om grote homogene pakketten met schelpen van gegeten soorten gaat, is het goed hier enkele tienlitermonsters van te nemen en deze over een 5 mm-zeef te verwerken. Om te kunnen kwantificeren is het wel van belang een schatting te maken van het volume van het totale pakket waaruit het monster genomen wordt. Bij sterke fragmentatie en wanneer men geïnteresseerd is in kleine soorten voor milieureconstructie is een maaswijdte van 0,5 mm gewenst.

Monster en zeefstrategie

Verschillende diergroepen en verschillende vraagstellingen vragen dus om verschillende soorten monsters die weer met zeven van verschillende maaswijdtes bewerkt moeten worden. Theoretisch zou je alles over 0,5 mm kunnen zeven, maar dat is praktisch natuurlijk geen optie en zou ook zeer inefficiënt zijn. Er is een goede monster- en zeefstrategie nodig om dit probleem aan te pakken. Hoe die strategie eruit ziet is afhankelijk van wat je aan materiaal verwacht, om welke hoeveelheden het gaat, hoe die gespreid zijn over de sporen, maar vooral ook van de vragen die met de opgraving beantwoord moeten worden. Kortom, afhankelijk van vraagstelling en context zullen de archeoloog en de archeozoöloog samen een effectieve strategie moeten bepalen.

Verdere verwerking

Enkele handreikingen bij de verdere verwerking van archeozoölogische monsters zijn:

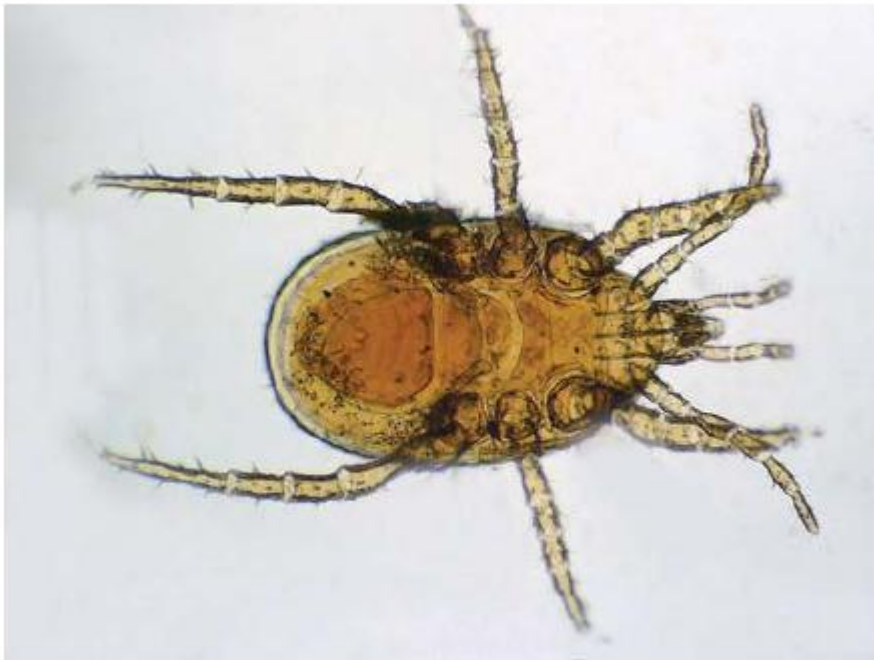
- Bijna altijd wordt water gebruikt om de grond over de zeven te spoelen. Het is daarna van belang dat het botmateriaal langzaam aan de lucht droogt. Doet men dat niet en zet men het bijvoorbeeld in de zon, dan is de kans groot dat het bot of gewei schilfert, barst en uit elkaar valt. Hierdoor kan veel informatie verloren gaan. Zo kunnen door het schilferen van het bot aanvankelijk zichtbare snijsporen verloren gaan, waardoor aanwijzingen over bijvoorbeeld het villen van dieren verdwijnen.
- Soms wordt het residu van de zeef in het veld uitgezocht. De stukjes bot, de visresten, maar ook andere vondsten als kralen of spijkers, worden eruit gehaald en de rest wordt weggegooid. Degene die dit uitzoekwerk doet, moet dus goed kunnen herkennen hoe fragmenten van bijvoorbeeld vogelbotten of visschubben eruitzien. Als die kennis op de opgraving niet aanwezig is, is het raadzaam dit werk aan de specialist over te

laten of de specialist te vragen een goede instructie te geven.

3.2 Monsters voor mijten en andere kleine indicatoren

Voor sommige vragen is het noodzakelijk om grondmonsters te nemen. Dat geldt bijvoorbeeld voor het onderzoek van geleedpotigen, zoals insecten en mijten. Zo worden mosmijten onderzocht als men het landschap in de directe omgeving van een nederzetting wil reconstrueren. Andere typen mijten, zoals roofmijten, worden gebruikt om mest te onderzoeken. Zo kan, zonder een bot te bestuderen, vastgesteld worden welke dieren er in een stal stonden. Resten van mijten bevinden zich in vrijwel iedere archeologische context. Het onderzoek van de chitine-skeletjes van deze minder dan één millimeter kleine diertjes komt vooral van pas op plekken waar bot niet bewaard is gebleven, zoals in zure, venige lagen.

- Monsters van één liter grond zijn nodig, die de specialist verder zelf in zijn lab behandelt en onderzoekt.



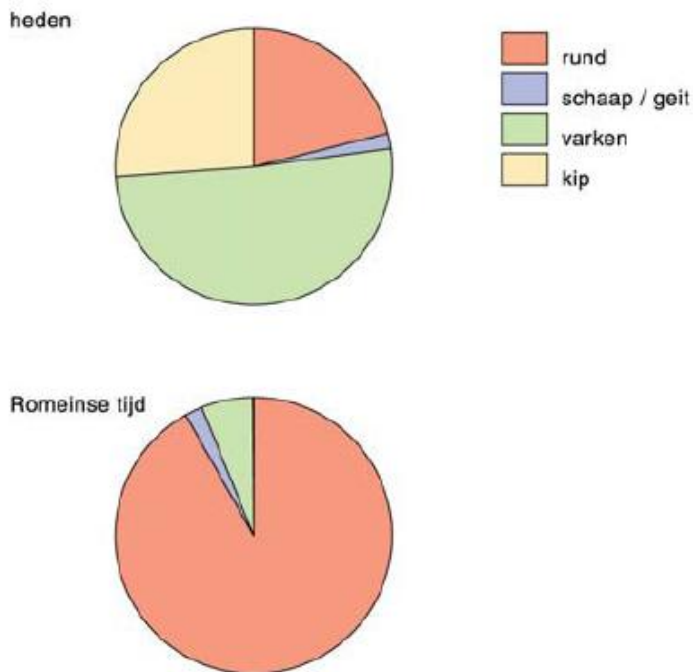
9 Roofmijt, indicatief voor mest.
Foto: Jaap Schelvis.

3.3 Monsters voor (bio)chemisch en fysisch onderzoek

Monsters voor biochemisch onderzoek van dierlijk materiaal (eiwitten en DNA), of voor ander chemisch onderzoek, zoals aan stabiele isotopen en sporenelementen, worden doorgaans na de opgraving genomen. Anders dan bij monsters voor menselijk DNA is het gevaar van contaminatie bij dierlijk materiaal niet zo groot. Ook monsters voor fysisch onderzoek, zoals voor ^{14}C -datering van zowel verbrand als onverbrand bot, worden meestal na de opgraving genomen.

- Voordat monsters van het bot genomen worden, dienen ze archeozoölogisch beschreven te zijn.
- Dierlijk materiaal dat – eventueel in de toekomst – voor dergelijk onderzoek gebruikt gaat worden mag niet met bijvoorbeeld een conserveringsmiddel behandeld worden.

3.4 Aantallen en representativiteit



10 Het belang van verschillende diersoorten voor de vleesconsumptie in Romeins Nijmegen, gereconstrueerd uit het bij opgravingen gevonden bot, vergeleken met de huidige consumptie in Nederland.

Archeozoölogie is een grotendeels kwantitatieve wetenschap. Om bijvoorbeeld vast te stellen hoe de veestapel eruitzag, moet er vooral veel geteld worden: hoeveel skeletdelen van welke dieren er gevonden zijn, hoeveel skeletdelen volgroeid waren en hoeveel niet, hoe groot de aantallen doorgebroken en nog niet doorgebroken tanden en kiezen zijn, enzovoorts. Dergelijke gegevens beginnen pas te spreken als er redelijk wat van zijn. Daarbij komt dat binnen een opgraving vaak meerdere perioden zijn te onderscheiden.

- De verzameling gegevens waarmee wordt gewerkt, moet representatief zijn voor die verschillende perioden. Omgekeerd moet, als er veel verschillende typen grondsporen uit een periode zijn, het materiaal ook die diversiteit representeren. Dit leidt ertoe dat er eerder duizenden dan honderden botten en andere resten nodig zijn om archeologische vragen goed te kunnen beantwoorden.
- Overigens betekent dit niet dat, wanneer er maar weinig resten voorhanden zijn, het onderzoek achterwege gelaten kan worden. Uiteraard kunnen sommige vraagstellingen niet met het materiaal van de vindplaats worden beantwoord. Maar als de weinige gegevens goed worden vastgelegd kunnen deze later met die van andere vindplaatsen worden samengevoegd om alsnog een antwoord te kunnen leveren op vragen over bijvoorbeeld de landbouweconomie of de samenstelling van het voedsel.
- Vaak is het – gezien de vraagstelling en de onderzoeksstrategie – van belang om met de hand verzameld en gezeefd materiaal kwantitatief met elkaar te kunnen vergelijken, met name om een idee te krijgen van de representativiteit van het handverzamelde materiaal. Gezien de doorgaans grote diversiteit in de samenstelling van verschillende contexten is het dan handig enkele contexten eerst met de hand te

verzamelen en vervolgens deze zelfde contexten en volumina te zeven. Op deze manier kan direct de effectiviteit van het met de hand verzamelen worden vastgesteld omdat dan zowel de handverzamelde fractie bekend is als het totaal aan dierlijk materiaal (handverzamelde fractie en gezeefde fractie). Uiteraard moeten bij dit soort werk de volumina die worden onderzocht goed worden vastgelegd.

3.5 Skeletten en andere bijzonderheden

De meeste dierlijke resten bestaan uit gefragmenteerde of door de vleesbijl kapot gehakte stukken bot, visresten, mosselschelpen en dergelijke, die als afval in kuilen en greppels terecht zijn gekomen. Soms worden er echter ook skeletten of delen van skeletten aangetroffen, of worden van het normale patroon afwijkende 'bijzondere' deposities aangetroffen. Zoals eerder vermeld kan het bij skeletten gaan om weggegooid dode dieren, maar het kunnen ook zorgvuldig geofferde en begraven beesten zijn of stukken daarvan. Om de aard van dergelijke vondsten goed te kunnen bepalen is het van belang dat een archeozoöloog in het veld te hulp schiet. Hij of zij kan dan zelf vaststellen op welke manier het lijk van het dier in de bodem terecht is gekomen: of dit met zorg is gebeurd of niet, of alle onderdelen van het dier in anatomisch verband liggen, of alle onderdelen aanwezig zijn of dat er sommige ontbreken, en als er zaken ontbreken of dit waarschijnlijk opzettelijk is gebeurd of dat de tand des tijds hier debet aan is. Achteraf, in het laboratorium, is deze informatie niet meer eenduidig vast te stellen en de kennis van een niet-specialist schiet tekort. Dergelijke expertise in het veld is helemaal van belang als skeletten slecht bewaard zijn en dus moeilijk te herkennen; soms is niet meer dan een silhouet van het begraven dier plus wat stukjes tand overgebleven.

Overigens is het van even groot belang dat de gegevens over de context van een skelet of andersoortige bijzondere depositie goed wordt vastgelegd en ter beschikking wordt gesteld aan de archeozoöloog. Dat geldt ook voor de gegevens over eventuele andere vondsten die bij zo'n depositie zijn aangetroffen.

4 Onderzoek algemeen

Nadat het dierlijk materiaal tijdens veldonderzoek is geborgen, wordt het in het laboratorium geanalyseerd. Dit houdt in dat de informatie die nodig is om de archeologische vragen te beantwoorden wordt vastgelegd, bewerkt en in relatie tot de archeologische context wordt geïnterpreteerd. Om dit goed te kunnen doen worden eisen gesteld aan de onderzoeker, de voorzieningen die haar of hem ter beschikking staan en de manier waarop met gegevens wordt omgegaan.

4.1 Eisen aan onderzoeker

Minimum eisen

Onderzoek van archeologisch bot, op het snijvlak tussen archeologie en de natuurwetenschappen, is echt specialistenwerk. Een belangrijke kwaliteitsbepalende factor is dan ook of de onderzoeker daadwerkelijk gespecialiseerd is in dit onderzoek. De Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie stelt dat een archeozoölogisch specialist een afgeronde universitaire opleiding in een van die twee studierichtingen heeft afgerond, aangevuld met aantoonbare kennis van de andere richting. Een andere eis is dat de onderzoeker een aantal jaren aantoonbare ervaring heeft met het determineren, uitwerken en publiceren van archeozoölogisch materiaal. Deze ervaring krijgt natuurlijk

pas echt inhoud als die wordt opgedaan in samenwerking met een al meer doorgewinterde onderzoeker.

Superspecialist

Soms is het inschakelen van een 'superspecialist' noodzakelijk, bijvoorbeeld als er veel resten van vissen zijn gevonden of bij onderzoek aan insecten of mijten. Hetzelfde geldt voor bijvoorbeeld gebruikssporenanalyse of onderzoek aan DNA of sporenelementen.



11 Resten van gekaakte haring uit het zestiende-eeuwse 'Colfschip' uit Biddinghuizen.

Professionalisering

Het is wenselijk dat de specialist niet in zijn eentje werkt, maar contact heeft met zijn of haar nationale en internationale collega's. Omdat het vakgebied zo breed is en de archeozoöloog meestal weinig directe collega's heeft, hangt een flink stuk van de kwaliteit van het werk af van deze onderlinge uitwisseling van kennis, ervaring en ideeën. Geïsoleerd komt men nauwelijks verder dan een pas afgestudeerde. Er zijn gelukkig verschillende – formele of informele – verenigingen van vakgenoten of (digitale) netwerken:

- **ICAZ**, International Council for Archaeozoology (www.alexandriaarchive.org/icaz), een wereldwijde organisatie die ten doel heeft archeozoologisch onderzoek en onderlinge communicatie te stimuleren. Opgericht in 1971; 550 leden uit 57 landen.
- **AEA**, Association of Environmental Archaeologists (www.envarch.net), een oorspronkelijk Engelse vereniging gericht op de studie van de interactie tussen de mens en zijn omgeving. Opgericht in 1997; 400 leden waarvan 30% van buiten de UK, voornamelijk Europa.

- **Belgisch-Nederlandse ecologenclub**. Deze in 1987 opgerichte 'club' van Nederlands sprekende archeozoölogen, -botanici en aanverwanten heeft als belangrijkste doelstelling eens per jaar vakgenoten bijeen te brengen tijdens de 'ecologendag', een combinatie van symposium en excursie. Daarnaast wordt een digitaal informatieblad 'Het Lamsoor' verspreid. De club kent geen bestuur, contributie of andere formele zaken. De laatste jaren zijn het vooral Joyce van Dijk van ArcheoplanEco en Henk van Haaster van BIAX Consult die zorgen dat het loopt. Opgave als 'lid': www.archeoplan.nl/eco.
- **Workshops** Regelmatig worden in een informele sfeer collegiale workshops archeozoölogie georganiseerd waar voor de dagelijkse praktijk belangrijke onderwerpen worden aangesneden met als doel uitwisseling van kennis en ervaring maar ook het leggen van onderling contact. Opgave mailinglist: r.lauwerier@cultureelergoed.nl.
- **Zoearch** Deze veelgebruikte mailinglist (ruim 800 leden) heeft als doel de uitwisseling van ideeën, ervaringen en informatie tussen archeozoölogische vakgenoten te faciliteren (www.jiscmail.ac.uk). Behalve dat via de lijst direct vragen worden gesteld, antwoorden worden gegeven en onderwerpen worden bediscussieerd, biedt de lijst een goed doorzoekbaar archief van alle kwesties die vanaf 2000 de revue hebben gepasseerd. Indien foto's of andere grote documenten een rol spelen bij vragen of antwoorden wordt hiervoor gebruikgemaakt van de BoneCommons website (www.bonecommons.org) of Zoobook (zie hieronder).
- **Zoobook** Sinds 2009 bestaat ook Zoobook, een sociaal netwerk op internet dat in het bijzonder bedoeld is voor het uitwisselen en beschikbaar stellen van archeozoölogische artikelen (<http://zooarchaeology.ning.com>).

De archeozoöloog is natuurlijk op de eerste plaats archeoloog: het zijn archeologische vragen die zij of hij door bestudering van dierlijk materiaal wil beantwoorden. Het is dan ook van belang dat zij of hij niet alleen aan het specialistische netwerk deelneemt maar ook aan de meer algemeen archeologische netwerken.

4.2 Voorzieningen

Vergelijkingscollectie

Het is van belang dat de archeozoöloog behalve over specialistische literatuur ook beschikt over een goede vergelijkingscollectie, een collectie recent dierlijk materiaal, die hem of haar in staat stelt ook gefragmenteerd bot te kunnen determineren.

Aan de basis van ieder archeozoölogisch onderzoek ligt de correcte beschrijving van al die meestal in stukken geslagen of gebroken skeletelementen. In Nederlandse opgravingen kunnen skeletelementen voorkomen van een tachtigtal zoogdiersoorten, ruim honderd vogelsoorten, ruim honderd vissoorten, een stuk of dertig soorten reptielen en amfibieën, ongeveer honderdvijftig molluskensoorten, plus allerlei insecten, mijten, kreeftachtigen en dergelijken. Een goede referentiecollectie betekent dus meteen een grote collectie en een grote collectie betekent een zeer grote investering in geld, menskracht en tijd. Daarbij komt dat zo'n collectie ook allerlei nu beschermde diersoorten bevat. Uiteraard zullen, afhankelijk van onder andere de periode, context, functie en status van de te onderzoeken site, slechts een beperkt aantal van deze soorten voorkomen. De bij het onderzoek gehanteerde collectie of collecties moeten dus toegesneden zijn op het te onderzoeken complex. In de praktijk komen drie 'typen'

collecties voor:

- **Handcollectie** Een handcollectie bevat minimaal de meest voorkomende diersoorten zoals landbouwhuisdieren, veelvoorkomend gevogelte en vis.
- **Grote referentiecollectie** Een 'grote referentiecollectie' dekt min of meer het totale scala van in opgravingen voorkomende soorten, inclusief beschermde diersoorten. Deze collecties zullen van meer voorkomende soorten ook meerdere individuen bevatten zodat diversiteit naar leeftijd, geslacht of individu bij het determinatiewerk meegewogen kan worden.
- **Specialistische collectie** Deze bestaan bijvoorbeeld uit exemplaren van een taxon, zoals vissen of mollusken, van bewerkt materiaal of van pathologieën.

Van belang is dat onderzoekers met handcollecties toegang hebben tot grote collecties en specialistische collecties. Daarvoor is het van belang dat bezitters van deze laatste twee soorten collecties, in ieder geval universiteiten en overheden, de aard en omvang van hun collectie beschrijven en hun collecties openstellen voor gebruik van derden.



12a, b Vergelijkingscollectie van recente dieren: hier een vol scheenbeenderen van zoogdieren (a) en een vol botten van verschillende vissen (b).

Bij publicatie van resultaten moet worden aangegeven welke collecties bij de determinatie gebruikt zijn zodat een indruk wordt gegeven van de kwaliteit van de gebruikte infrastructuur.



13 Een middenhandsbeen van een rund wordt opgemeten om de grootte van het dier te kunnen schatten.

Meetapparatuur

Maten worden genomen om soorten te determineren, om wilde en gedomesticeerde vormen uit elkaar te houden om schofthoogten te kunnen berekenen, om voorwerpen te beschrijven, enzovoort. Ook het vaststellen van het gewicht van individuele of groepen fragmenten hoort tot de dagelijkse praktijk. Tot de infrastructuur van een onderzoeker behoort daarom minstens:

- Schuifmaat. Minimaal een schuifmaat met een precisie van 0,2 mm, geschikt voor het meten van de standaardmaten van de meest voorkomende zoogdieren, vogels en vissen (zie onder meer Von den Driesch 1976; Cohen & Serjeantson 1996).
- Weegschaal. Een weegschaal met een precisie van 0.5 g.

Binoculair

Bij de determinatie van kleine soorten zoals muizen, het beoordelen van het weefsel van bewerkt materiaal of van kleine fragmenten moet men kunnen beschikken over een binoculair of toegang hebben tot dergelijke apparatuur.

Specialistische literatuur

De archeozoöloog moet naast kennis van de archeologische literatuur goed op de hoogte zijn en blijven van wat op archeozoölogisch gebied verschijnt. Het gaat dan zowel om 'site reports' als om biologische onderwerpen, theorievorming, methoden en technieken, interpretatiemodellen, overzichten, et cetera.

- **Algemeen** Door de internationale oriëntatie van de archeozoölogie verschijnt verreweg de meeste relevante literatuur over algemene onderwerpen als theorievorming en methoden en technieken in buitenlandse tijdschriften en boeken; tegenwoordig steeds meer ook digitaal. Een goede handbibliotheek en toegang tot een goed voorziene internationaal georiënteerde bibliotheek is een noodzaak (bijvoorbeeld

bibliotheek Rijksdienst (www.bibliotheek.cultureelerfgoed.nl)).

- **Nederlandse site reports** Om het onderzoek te kunnen vergelijken met resultaten uit het verleden is al het gepubliceerde botonderzoek in Nederland door de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed ontsloten door het via www.cultureel-erfgoed.nl toegankelijke attenderende systeem voor archeozoölogische informatie BoneInfo.
- **Zooarch** De eerdergenoemde mailinglist Zooarch fungeert tevens als een continue stroom van informatie over specialistische literatuur. Ook het doorzoekbaar archief is daarbij een belangrijke bron van informatie.
- **BoneCommons** Dit is een door de ICAZ gesteund project van het Alexandria Archive Institute. Via de website www.bonecommons.org kunnen onder andere publicaties van ICAZ-leden worden gedownload.
- **Zoobook** Het al eerdergenoemde Zoobook is in het bijzonder bedoeld voor het uitwisselen en beschikbaarstellen van archeozoölogische artikelen (<http://zooarchaeology.ning.com>).

4.3 Primaire en secundaire data

Het is goed wetenschappelijk gebruik dat ieder die een rapport of artikel leest zich vanuit de gegevens zelf een oordeel kan vormen over de interpretatie van deze gegevens en de conclusies die daaruit getrokken worden. Daarbij komt dat archeozoölogie grotendeels ook een vergelijkende wetenschap is. Gegevens van 'oud' onderzoek worden herhaaldelijk opnieuw gebruikt en gecombineerd met gegevens uit nieuw onderzoek. Om dit mogelijk te maken moeten deze gegevens dan wel gepubliceerd worden. Dit lijkt een open deur, maar bij onderzoek naar de kwaliteit van rapporten van veldwerk in 2006 bleek bij 28% van deze rapporten de resultaten van specialistisch onderzoek niet, of slechts gedeeltelijk, te zijn opgenomen (van den Dries & Zoetbrood 2008).

Primair en secundair

Van belang is dat goed onderscheid wordt gemaakt tussen primaire en secundaire data (Clason 1972). Bij leeftijdsgegevens bijvoorbeeld vormen de beschrijvingen van de doorbraak- en slijtagepatronen de primaire dataset. De hierop gebaseerde slachtleeftijden vormen de secundaire data. Een ander voorbeeld zijn botmaten en de hierop gebaseerde schofthoogten. Slachtleeftijden en schofthoogten zijn interpretaties van de 'harde' gegevens en afhankelijk van de standaard die gebruikt wordt, zullen de uitkomsten licht verschillen. Bij vergelijking van verschillende datasets zal dus teruggerepen moeten kunnen worden naar de primaire datasets. Er zijn gelukkig tal van mogelijkheden om primaire gegevens vooral in tabelvorm gecondenseerd weer te geven.

E-depot

Primaire gegevens in de vorm van de oorspronkelijke, onbewerkte dataset, kunnen worden gedeponeerd in een goed toegankelijk digitaal depot. Het e-depot van de Nederlandse Archeologie (EDNA) is ondergebracht bij DANS (Data Archiving and Network Services) en maakt gebruik van het Electronic Archiving System (EASY) (easy.dans.knaw.nl).

Macroscopische parameters en informatie

Het zou handig zijn als alle archeozoölogen hun informatie op dezelfde manier zouden vastleggen en bewerken. Van tijd tot tijd klinkt dan ook de roep om standaardisering en uniformering. Maar – terecht – is steeds het antwoord dat dit de dood in de pot is voor de ontwikkeling van het vakgebied, want ontwikkeling komt immers voort uit diversiteit. Wel is van belang dat altijd nauwkeurig wordt aangegeven, welke gegevens beschreven zijn, welke methodiek gebruikt is, welke criteria gehanteerd zijn, et cetera. Om dit proces te stroomlijnen en op een consistente manier uit te voeren is het raadzaam te werken volgens een vast protocol. Zo wordt binnen de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed en zijn voorgangers gewerkt volgens een 'Laboratorium protocol archeozoölogie – ROB' (Lauwerier 1992; 1997).



14 Schouderbladen van runderen uit Romeins Nijmegen met sporen van het roken van vlees. Te zien zijn de gaten waar tijdens het roken een haak door geslagen was.

Hieronder volgt een korte beschrijving van verschillende soorten informatie die worden vastgelegd plus enkele suggesties voor methodieken, criteria of hulpmiddelen (literatuur) die gebruikt kunnen worden.

Diersoort

Zoals boven vermeld is (de toegang tot) een goede vergelijkingscollectie onontbeerlijk om dit meest primaire gegeven vast te kunnen leggen. Daarnaast is er allerlei literatuur die kan helpen om tot een soortdeterminatie te komen, vooral bij zeer verwante soorten. Enkele voorbeelden: zoogdieren algemeen (Schmidt 1972; Hillson 1996), schaap en geit (Boessneck 1969; Payne 1984; Prummel & Frisch 1986), onvolwassen landbouwhuisdieren (Prummel 1987a, 1987b, 1988a), verwante wilde en gedomesticeerde soorten (Prummel 1988b), microtus (Dienske 1969), gebitselementen (Hillson 2005), vogels algemeen (Cohen & Serjeantson 1996). De website van de

Nederlandse Malacologische Vereniging (www.spirula.nl) biedt een overzicht van literatuur en zoekkaarten voor de determinatie van mollusken. Bij de wilde soorten is het van belang dat, eventueel naast de Nederlandse naamgeving, de soorten worden aangeduid volgens de in de biologie gebruikelijke eenduidige binominale nomenclatuur. Overigens moet men er alert op zijn dat ook deze naamgeving aan verandering onderhevig is.

Bijzonder lastig is de determinatie van het materiaal en de diersoort van objecten gemaakt van dierlijke grondstoffen omdat veel uiterlijke kenmerken door de bewerking zijn verdwenen. De 'Handleiding voor de determinatie van harde dierlijke materialen' van Rijkelijkhuizen (2008) biedt hier een goed handvat.

Skeletelement

Bij de verschillende skeletelementen is het voor de interpretatie vaak van belang te weten welk deel ervan is teruggevonden. Doorgaans wordt dit gegeven vastgelegd door te vermelden of een geheel, of gedeeltelijk element is gevonden, en of het bijvoorbeeld een diafyse, een proximaal of distaal element betreft. De grootte van de elementen kan worden aangegeven in (klassen) van percentages, bijvoorbeeld <25%, \pm 25%, \pm 50%, \pm 75%, \pm 100% van het totale bot of in vaste gecodeerde beschrijvingen van het bot zoals voorgesteld door Uerpmann (1976). In sommige gevallen, bijvoorbeeld wanneer het aantal individuen binnen een spoor van belang is, is het ook noodzakelijk te vermelden of het een linker of rechter element betreft.

Pathologie en modificatie

Van pathologische verschijnselen zal de aard en de plaats goed in woorden omschreven moeten worden. Een eenvoudige en bruikbare manier om deze gegevens eenduidig vast te leggen biedt het systeem van Vann & Thomas (2006). Zeer informatief als referentiemateriaal zijn bijvoorbeeld de algemene werken van Baker & Brothwell uit 1980 'Animal Diseases in archaeology' of de meer recente bundel 'Diet and health' met een scala aan onderwerpen van Davies et al. (2005).

Verder is er een breed scala aan publicaties over bijvoorbeeld de effecten van het gebruik van runderen als trekdier (Bartosiewicz, Van Neer & Lentacker 1997), het effect van een bit bij paarden (Brown & Anthony 1998) of het ontstaan van afwijkingen aan tanden bij varkens (Dobney & Ervynck 2000). Veel informatie biedt de website van de ICAZ Animal Palaeopathology Working Group (www.apwg.supanet.com). Deze site biedt onder andere een regelmatig bijgewerkte bibliografie over dit onderwerp en presenteert foto's van pathologische verschijnselen met bijbehorende beschrijvingen en discussies van leden van de werkgroep.

Over het algemeen wordt onderscheid gemaakt tussen sporen van honden en kleine knagers. Tijdens de Workshop Archeozoölogie in november 2008 gewijd aan materiaal en modificaties werd geconcludeerd dat een goede standaard voor het determineren van knaagsporen op botmateriaal ontbreekt. Enige voorzichtigheid bij de registratie en interpretatie van deze gegevens is dus geboden.



15 Tiende-eeuwse kammen van gewei uit de ringwalburg van Oost-Souburg.

Een systeem voor het vastleggen van hak-, snij-, schraap- en zaagsporen geeft de 'butchery mark code' van Lauwerier (1988). Onlangs zijn initiatieven gestart deze code uit te breiden en meer algemeen toepasbaar te maken. Diagrammen waarmee de sporen van snijden, hakken, schrapen, zagen en kapotslaan 'gedefinieerd' worden geven Reitz en Wing (2008, 129-132).

Er is een heel scala aan publicaties dat bruikbaar is voor de determinatie, duiding en interpretatie van voorwerpen gemaakt van bot, gewei, ivoor en keratine. Klassiekers zijn 'Bone, antler, ivory and horn' van MacGregor (1985) en de dissertatie van Roes (1963) over vondsten uit de terpen. Algemene werken zijn de determinatiehandleiding van Rijkelijkhuizen (2008) en het overzicht van Van Vilsteren (1987). Daarnaast zijn er tal

van publicaties over specifieke onderwerpen en voorwerpen. De website van de Worked Bone Research Group van de ICAZ (www.wbrg.net) presenteert een bibliografie vooral gericht op de identificatie van de gebruikte materialen.

Voor het vastleggen van de mate van fragmentatie en degradatie van het bot kan gebruik worden gemaakt van een globale indeling in klassen of stadia (zie Huisman et al. 2006; 2009).

Leeftijd

Er zijn allerlei methoden om de leeftijd bij overlijden vast te stellen. Hierbij wordt onder andere gebruikgemaakt van de vergroeiing van de epifysen, de doorbraak en slijtage van tanden en kiezen, groeilijnen op tanden, de kroonhoogte van kiezen en histologische patronen. Een klassieker met methodieken op dit gebied is Wilson, Grigson & Payne uit 1982, een recent overzicht biedt de congresbundel van Ruscillo (2006) waarin ook nieuwe methodieken worden gepresenteerd, onder andere voor het vaststellen van de slachtleeftijd bij edelhert, ree, damhert en wild zwijn (diverse auteurs in Ruscillo 2006). Vooral gebitsgegevens voor een hele reeks in het wild levende dieren geeft Habermehl 1985. Bij al deze methoden is het goed te realiseren dat er vaak een discrepantie is tussen het primaire gegeven van, bijvoorbeeld, de doorbraak van een tand, en de biologische leeftijd die daaraan wordt toegekend (secundair gegeven). De verschillen in biologische leeftijden van de landbouwhuisdieren bij verschillende auteurs (zoals Silver 1969, Habermehl 1975 of diverse auteurs in Wilson, Grigson & Payne 1982) wordt veroorzaakt door het feit dat zij verschillende populaties gebruikten voor hun standaarden en omdat soms veterinaire gegevens aan levende dieren, soms gegevens aan het skelet van dode dieren worden ontleend. Twee zaken zijn daarom van belang. Als eerste moeten niet alleen de interpretaties worden gegeven maar vooral ook de primaire gegevens. Vooral bij vergelijkend onderzoek zijn deze onmisbaar. Methodieken om deze primaire gegevens vast te leggen worden onder andere gegeven door Grant (1982) voor doorbraak en slijtage van het gebit van varkens, runderen, schapen en geiten, Payne (1987) voor schapen en geiten en Levine (1982) voor tandhoogtemetingen bij paarden. Ten tweede moet helder worden omschreven welke referentietabellen worden gebruikt om de primaire gegevens te vertalen naar biologische leeftijden.

Geslacht

Incidenteel wordt het geslacht vastgesteld door middel van het al dan niet voorkomen van elementen zoals gewei, penisbeen en ruinentand of het wordt afgeleid van de vorm van bijvoorbeeld hoornpitten en bekkens (onder andere Wilson, Grigson & Payne 1982). Een zeer bijzondere techniek is de 'table test' van Ruscillo (in Ruscillo 2006) om humeri van honden te sexen. Het meest frequent worden metrische kenmerken gebruikt om het geslacht van dieren vast te stellen die een sexueel dimorfisme kennen, zoals het rund. Een complicerende factor daarbij is natuurlijk dat het niet zozeer om twee, maar om drie geslachten gaat: mannetjes, vrouwtjes en castraten. Eigenlijk gaat het bij deze methodieken, die meestal gebruikmaken van indices, niet zozeer om het vaststellen van het geslacht maar om het formeren van metrische groepen die mogelijk geïnterpreteerd kunnen worden als geslachtsgroepen.

Maten

De standaard voor hoe maten genomen moeten worden is nog steeds het werk van Von den Driesch uit 1976. Een standaard voor vis geven Morales en Rosenlund (1979). Voor specifieke vraagstellingen zijn ook aanvullende of andere maten voorgesteld zoals voor tanden en beenderen van varkens en wilde zwijnen door Payne en Bull (1988). Welke maten genomen worden is afhankelijk van de vraagstelling. Zo zullen lengtematen van pijpbeenderen altijd gemeten worden om een indruk te krijgen van de schofthoogten. Deze zijn immers meestal hiervan afgeleid (bijvoorbeeld Harcourt 1974 voor hond; Von den Driesch & Boessneck 1974 voor rund, schaap en varken en May 1985 voor paard). Om een indruk te krijgen van de geslachtsverdeling van herkauwers wordt meestal een reeks maten van metapoden gebruikt (zie hierboven). Meer in het algemeen kan een maat die binnen een complex in een relatief grote aantal genomen kan worden een beeld geven van de diversiteit binnen die populatie. Welke maten hiervoor geschikt zijn hangt onder andere af van de zekerheid of de maat genomen wordt van een volgroeid element. Von de Driesch (1976, tabel 1) geeft een overzicht van de combinatie van frequentie van voorkomen van de maat, de meetbaarheid en de relatieve waarde in verband met leeftijdsverschillen.

Gewicht

Afhankelijk van de vraagstelling wordt het gewicht vastgesteld per afzonderlijk element of per taxon per opgravingseenheid.

Archeozoölogie en het programma van eisen (PvE)

Omdat bij veel opgravingen goed archeozoologisch onderzoek een belangrijke bijdrage kan leveren aan de kennis over het verleden moet dat onderzoek ook goed geregeld zijn. In de praktijk betekent dit dat de opdrachtgever ervoor moet zorgen dat het onderzoek op zijn minst voldoet aan de Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie. Natuurlijk gaat het bij goed onderzoek veel meer om kennis, kunde, creativiteit en enthousiasme van de onderzoekers dan om regels. Maar de Kwaliteitsnorm borgt in ieder geval de basiskwaliteit door de minimumeisen te geven van onderzoek. Dit zorgen voor kwaliteit houdt in dat in het programma van eisen voor het archeologische veldwerk dat de bevoegde overheid laat opstellen allerlei zaken goed zijn vastgelegd. Dit is te meer van belang, omdat specialistisch onderzoek vaak in onderaanneming wordt uitgevoerd en daardoor – volgens de wetten van de markt – soms geminimaliseerd wordt ten gunste van de hoofdaanneming. De Erfgoedbalans 2009 toont met harde cijfers aan dat archeozoologisch en archeobotanisch onderzoek fors achterblijft bij andere vormen van archeologisch onderzoek (De Boer et al. 2009: 107-108). En ook het onderzoek naar de kwaliteit van programma's van eisen, veldwerk en rapportages laat zien dat er nog veel schort aan de wijze waarin specialistisch onderzoek wordt ingebed in het archeologisch onderzoek (Lauwerier et al. 2006; Van den Dries & Zoetbrood 2007, 2008). Dat vergt dus extra aandacht.

De brochure 'Archeologie en resten van dieren' (Lauwerier 2008) gaf aan wat in een programma van eisen geregeld moet worden. Hieronder wordt dit specifieker gemaakt door de relatie te leggen tussen de onderdelen van een programma van eisen en onderdelen van de voorliggende leidraad.

Resultaten van vorig onderzoek

Een programma van eisen begint met terug te kijken naar voorgaand onderzoek om daarmee een verwachting te kunnen formuleren voor het huidige. Raadpleging via www.cultureelerfgoed.nl van BoneInfo, het attenderende systeem voor archeozoölogische informatie, levert binnen een paar minuten een overzicht van voorgaand onderzoek aan bot en andere dierlijke resten.



16 Schapen worden gehouden voor de mest, de wol en – na de slacht – voor de vacht en het vlees.

Vraagstelling

Bij de vraagstelling moet aangegeven worden in hoeverre het onderzoek ook vragen kan beantwoorden die genoemd worden in hoofdstuk 10, *Archeozoölogie en fysische antropologie*, van de Nationale Onderzoeksagenda Archeologie op www.noaa.nl. De Onderzoeksagenda, een gezamenlijk product van onderzoekers van bedrijven, universiteiten en overheden, geeft immers zowel de stand van kennis als de belangrijkste onderzoeksvragen die er leven in de vakwereld.

Hoofdstuk 2 van de voorliggende leidraad biedt ideeën om – met het oog op de mogelijkheden die archeozoologisch onderzoek biedt – deze vraagstellingen mede vorm te geven.

Veldwerk

Benoemd moet worden wat er tijdens de opgraving gedaan dient te worden om archeologische vragen met behulp van het archeozoölogische materiaal te kunnen beantwoorden. Zo zal dus aangegeven moeten worden welk type grondsporen gezeefd moet worden en over welke maaswijdte de onderzoekers moeten beschikken om bijvoorbeeld vragen over visserij te kunnen beantwoorden of hoeveel monsters van een liter er genomen moeten worden voor onderzoek aan mijten. Ook kan aangegeven

worden wanneer er een specialist in het veld aanwezig moet zijn, bijvoorbeeld bij het vrijleggen en ter plaatse interpreteren van vondsten van dierlijke skeletten.

Hoofdstuk 3 geeft mogelijkheden en aanwijzingen om bij het veldwerk optimaal rekening te houden met de potentie die dierlijk materiaal heeft om de archeologische vragen mede te beantwoorden.

Uitwerking

In dit deel van het programma van eisen wordt aangegeven hoe, in onderling overleg tussen opgraver en botspecialist, eventuele keuzes gemaakt gaan worden om het nader te onderzoeken materiaal te selecteren. Overigens stelt de Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie ook aan de uitvoering van het specialistische onderzoek eisen. Deze zijn onder andere in het *Protocol specialistisch onderzoek* van de norm opgenomen.

Door te verwijzen naar deze leidraad, en in het bijzonder naar de hoofdstukken 4 en 5, wordt aangegeven dat men het archeozoologisch onderzoek op een kwalitatief goede manier wil laten uitvoeren.

Rapportage

Vaak worden specialistische onderzoeken als losse rapporten of bijlagen uitgebracht. Een veel beter resultaat krijg je als de resultaten en conclusies uit het archeozoologische onderzoek geïntegreerd worden in de rapportage van de opgraving, en de discussie en conclusies door de opgravers en de specialisten gezamenlijk worden geschreven. Een dergelijk co-auteurschap betekent namelijk meer onderlinge discussie en dus een wetenschappelijk beter resultaat. Een dergelijke stimulans tot kwaliteit kan in het programma van eisen worden vastgelegd.



17 Mens en dier: de slacht van een varken.

Randvoorwaarden

Ook aan de opleiding en ervaring van de specialist stelt de Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie minimumeisen, te vinden in het onderdeel *Eisen aan actoren*. Wat niet in de Kwaliteitsnorm staat, maar de basis is voor goed archeozoologisch onderzoek is toegang tot een goede vergelijkingscollectie van recente dieren. Onder de kop *Randvoorwaarden* in het programma van eisen mogen deze eisen zeker niet ontbreken.

Informatie over de auteur

Roel Lauwerier werkt als senior onderzoeker archeozoölogie bij de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed.

Een deel van de tekst in deze uitgave komt overeen met de op het schrijven van programma's van eisen gerichte brochure 'Archeologie en resten van dieren' (Lauwerier 2008).

Dankwoord

Ik dank Joyce van Dijk en Kinie Esser (Archeoplan Eco), Jessica Grimm, Maaïke Groot (Vrije Universiteit), Thijs van Kolfschoten en Wim Kuijper (Universiteit Leiden), Jørn Zeiler (ArchaeoBone), en mijn collega's van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed Otto Brinkkemper, Gerda de Bruijn, Jos Deeben, Iepie Roorda en Dirk Snoodijk voor opmerkingen, commentaar op de tekst of delen daarvan, voor suggesties en ideeën.

Adressen

Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed
Smallepad 5, 3811 MG Amersfoort
Postbus 1600, 3800 BP Amersfoort
(www.cultureelerfgoed.nl)

Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie (KNA)
Centraal College van Deskundigen Archeologie (CCvD)
Stichting Infrastructuur Kwaliteitsborging Bodembeheer (SIKB)
Groningenweg 10
Postbus 420, 2800 AK Gouda
(www.sikb.nl)

Vereniging van Ondernemers in Archeologie
Postbus 601, 2300 AP Leiden
(www.voia.nl)

Nederlandse Vereniging van Archeologische Opgravingsbedrijven
Postbus 2194
5260 CD Vught
(www.opgravingsbedrijven.nl)

Literatuur

- Baker & Brothwell 1980:** J. BAKER & D. BROTHWELL: *Animal Diseases in Archaeology*. London: Academic Press, 1980.
- Bartosiewicz, Van Neer & Lentacker 1997:** L. BARTOSIEWICZ, W. VAN NEER & A. LENTACKER: *Draught cattle: their osteological identification and history*. Tervuren: Koninklijk Museum voor Midden-Afrika (Annalen Zoölogische Wetenschappen 281), 1997.
- de Boer et al. 2009:** M. DE BOER, E. VAN AS, H.J.P.M. VAN DEN BERSELAAR, E. BEUKERS, O. BRINKKEMPER, P.W.F. BRINKMAN, A. HAYTSMA, M.C. KOSIAN, R.C.G.M. LAUWERIER, M.W. SCHNITKER & H.J.T. WEERTS (red.): *Erfgoedbalans 2009, Archeologie, monumenten en cultuurlandschap in Nederland*. Amersfoort, Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, 2009.
- Boessneck 1969:** J. BOESSNECK: 'Osteological differences between sheep (*Ovis aries* Linné) and goat (*Capra hircus* Linné)'. In: D.R. Brothwell & E.S. Higgs (eds.), *Science in archaeology* (2nd edition), London: Thames and Hudson, 1969, pp. 331-358.
- Brown & Anthony 1998:** D. BROWN & D. ANTHONY: 'Bit wear, horseback riding and the Botai site in Kazakstan'. In: *Journal of Archaeological Science* 25 (1998), pp. 331-347.
- Carmiggelt & Schulten 2002:** A. CARMIGGELT & P.J.W.M. SCHULTEN (red.): *Veldhandleiding Archeologie, Archeologie Leidraad 1*. Zoetermeer: College voor de Archeologische Kwaliteit, 2002 (www.sikb.nl).
- Claassen 1998:** C. CLAASSEN: *Shells*. Cambridge: Cambridge University Press (Cambridge Manuals in Archaeology), 1998.
- Clason 1972:** A.T. CLASON: 'Some remarks on the use and presentation of archaeozoological data'. In: *Helinium* 12, 2 (1972), pp. 139-153.
- Cavallo et al. 2006:** C. CAVALLO, K. ESSER, R. LAUWERIER, W. PRUMMEL, L. SMITS & J. ZEILER: 'Archeozoölogie en fysische antropologie'. In: *Nationale Onderzoeksagenda Archeologie*, hoofdstuk 10 (versie 1.0) (2006), (www.noaa.nl).
- Cohen & Serjeantson 1996:** A. COHEN & D. SERJEANTSON 1996: *A manual for the identification of bird bones from archaeological sites*. revised edition. London: Archetype Publications, 1996.
- Davies et al. 2005:** J. DAVIES, M. FABIŠ, I. MAINLAND, M. RICHARDS & R. THOMAS: *Diet and Health in past animal populations: current research and future directions*. Oxford: Oxbow Books, 2005.
- Dienske 1969:** H. DIENSKE: 'Notes on Differences between some External and Skull Characters of *Microtus arvalis* (Pallas, 1778) and of *Microtus agrestis* (Linnaeus, 1761) from the Netherlands'. In: *Zoologi-sche Mededelingen* 44, 6 (1969), pp. 83-108.
- Dobney & Ervynck 2000:** K. DOBNEY & A. ERVYNCK: 'Interpreting developmental stress in archaeological pigs: the chronology of linear enamel hypoplasia'. In: *Journal of Archaeological Science* 27 (2000), pp. 597-607.
- van den Dries & Zoetbrood 2007:** M.H. VAN DEN DRIES & P.A.M. ZOETBROOD: *Werk in uitvoering (1): van PvE tot veldwerk. Onderzoek naar de kwaliteit van archeologische programma's van eisen en van de uitvoering in het veld*. Den Haag: Erfgoedinspectie, 2007.
- van den Dries & Zoetbrood 2008:** M.H. VAN DEN DRIES & P.A.M. ZOETBROOD: *Werk in uitvoering (2): van veldwerk tot standaardrapport. Onderzoek naar de kwaliteit van rapporten van archeologische proefsleuvenprojecten en opgravingen*. Den Haag: Erfgoedinspectie, 2008.
- von den Driesch 1976:** A. VON DEN DRIESCH: *A guide to the measurement of animal*

- bones from archaeological sites*. Cambridge: Peabody Museum (Peabody Museum Bulletin 1), 1976.
- von den Driesch & Boessneck 1974:** A. VON DEN DRIESCH & J. BOESSNECK: 'Kritische Anmerkungen zur Widerristhöhenberechnung aus Längenmassen vor- und frühgeschichtlicher Tierknochen aus vor- und frühgeschichtlichen Siedlungen'. In: *Säugetierkundliche Mitteilungen* 22 (1974), pp. 325-348.
- Erwynck et al. 2009:** A. ERVYNCK, P. DEGRYSE, P. VANDENABEELE & G. VERSTRAETEN: *Natuurwetenschappen en archeologie. Methoden en interpretatie*. Leuven & Den Haag: Acco, 2009.
- MacGregor 1985:** A. MACGREGOR: *Bone, antler, ivory and horn: The technology of skeletal materials since the Roman Period*. London: Barnes and Noble, 1985.
- Grant 1982:** A. GRANT: The use of tooth wear as a guide to the age of domestic ungulates. In: Wilson, Grigson & Payne (eds.) 1982, pp. 91-108.
- Groot 2010:** M. GROOT 2010: *Handboek zoöarcheologie*. Amsterdam: Archeologisch Centrum van de Vrije Universiteit (Materiaal en Methoden 1), 2010.
- Habermehl 1975:** K.-H. HABERMEHL: *Die Altersbestimmung bei Haus- und Labortieren*. 2. Auflage. Berlin & Hamburg: Verlag Paul Parey, 1975.
- Habermehl 1985:** K.-H. HABERMEHL: *Altersbestimmung bei Wild- und Pelztieren*. 2. Auflage. Hamburg & Berlin: Verlag Paul Parey, 1985.
- Hillson 1996:** S. HILLSON: *Mammal bones and teeth. An introductory guide to methods of identification*. 3rd edition. London: Institute of Archaeology, University College London, 1996.
- Hillson 2005:** S. Hillson: *Teeth*. 2nd edition. Cambridge: Cambridge University Press, 2005.
- Huisman et al. 2006:** D.J. HUISMAN, R.C.G.M. LAUWERIER, M.M.E. JANS, A.G.F.M. CUIJPERS & F.J. LAARMAN: 'Degradatie en bescherming van archeologisch bot'. In: *Praktijkboek Instandhouding Monumenten II-11, Overige onderwerpen 14*, Den Haag: Sdu Uitgevers, 2006, pp. 1-21.
- Huisman et al. 2009:** D.J. HUISMAN, R.C.G.M. LAUWERIER, M.M.E. JANS, A.G.F.M. CUIJPERS & F.J. LAARMAN: 'Bone'. In: D.J. Huisman (ed.), *Degradation of archaeological remains*. Den Haag: Sdu Uitgevers, 2009, pp. 33-54.
- KNA 2006:** *Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie (KNA)*. versie 3.1. (www.sikb.nl).
- Lauwerier 1988:** R.C.G.M. LAUWERIER: *Animals in Roman times in the Dutch eastern river area*. 's-Gravenhage: Sdu Uitgeverij / Amersfoort: Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek (Nederlandse Oudheden 12), 1988.
- Lauwerier 1997:** R.C.G.M. LAUWERIER: *Laboratorium protocol archeozoölogie – ROB*. 2^e versie. Amersfoort: Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek, 1997.
- Lauwerier et al. 2006:** R.C.G.M. LAUWERIER, J.G.A. BAZELMANS, O. BRINKKEMPER, J.H.C. DEEBEN, J. VAN DOESBURG & P.A.M. ZOETBROOD 2006: 'The quality of project outlines produced by commercial agencies'. In: *Berichten van de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek* 46 (2006), pp. 91-109.
- Lauwerier 2008:** R. LAUWERIER: *Archeologie en resten van dieren*: Amersfoort: Rijksdienst voor Archeologie Cultuurlandschap en Monumenten (Brochure Cultuurhistorie 14), 2008.
- Levine 1982:** M.A. LEVINE: 'The use of crown height measurements and eruption-wear sequences to age horse teeth'. In: B. Wilson, C. Grigson & S. Payne (eds.): *Ageing and sexing animal bones from archaeological sites*. Oxford: **British** Archaeological Reports (BAR International Series 124), 1982, pp. 223-250.
- Morales & Rosenlund 1979:** A. MORALES & K. ROSENLUND: *Fish bone measurements. An attempt to standardize the measuring of fish bones from archaeological sites*. Copenhagen: Steenstrupia, 1979.
- Payne 1985:** S. PAYNE: 'Morphological distinctions between mandibular teeth of young sheep, Ovis, and goats, Capra'. In: *Journal of Archaeological Science* 12, 2 (1985), pp. 139-147.
- Payne 1987:** S. PAYNE: 'Reference codes for wear stages in the mandibular cheek teeth of sheep and goats'. In: *Journal of Archaeological Science* 14, 6 (1987), pp. 609-614.
- Payne & Bull 1988:** S. PAYNE & G. BULL: 'Components of variation in measurements of

- pig bones and teeth, and the use of measurements to distinguish wild from domestic pig remains'. In: *Archaeozoologia* 2, 1/2 (1988), pp. 27-66.
- Prummel & Frisch 1986:** W. PRUMMEL & H.J. FRISCH: 'A guide for the distinction of species, sex and body side in bones of sheep and goat'. In: *Journal of Archaeological Science* 13, 6 (1986), pp. 567-577.
- Prummel 1987a:** W. PRUMMEL: 'Atlas for identification of foetal skeletal elements of cattle, horse, sheep and pig, part 1'. In: *Archaeozoologia* 1, 1 (1987), pp. 23-30.
- Prummel 1987b:** W. PRUMMEL: 'Atlas for identification of foetal skeletal elements of cattle, horse, sheep and pig, part 2'. In: *Archaeozoologia* 1, 2 (1987), pp. 11-41.
- Prummel 1988a:** W. PRUMMEL: 'Atlas for identification of foetal skeletal elements of cattle, horse, sheep and pig, part 3'. In: *Archaeozoologia* 2, 1 (1988), pp. 13-26.
- Prummel 1988b:** W. PRUMMEL: 'Distinguishing features on postcranial skeletal elements of cattle, *Bos primigenius* f. *taurus*, and red deer, *Cervus elaphus*'. In: *Schriften aus der Archäologisch-Zoologischen Arbeitsgruppe Schleswig-Kiel* 12 (1988), pp. 3-52.
- Reitz & Wing 2008:** E.J. REITZ & E.S. WING: *Zooarchaeology*. 2nd edition. Cambridge: Cambridge University Press (Cambridge Manuals in Archaeology), 2008.
- Rijkelijkhuisen 2008:** M. RIJKELIJKHUIZEN: *Handleiding voor de determinatie van harde dierlijke materialen*. Amsterdam: Amsterdam University Press, 2008.
- Roes 1963:** A. ROES: *Bone and antler objects from the Frisian terp-mounds*. Haarlem: Tjeenk Willink, 1963.
- Ruscillo 2006:** D. RUSCILLO (ed.): *Recent advances in ageing and sexing animal bones*. Oxford: Oxbow Books, 2006.
- Serjeantson 2009:** D. SERJEANTSON: *Birds*. Cambridge: Cambridge University Press (Cambridge Manuals in Archaeology), 2009.
- Schmid 1972:** E. SCHMID: *Atlas of animal bones for prehistorians, archaeologists, and Quaternary geologists*. Amsterdam: Elsevier Science Publishers, 1972.
- Silver 1969:** I.A. SILVER: 'The ageing of domestic animals'. In: D. Brothwell & E. Higgs (eds.): *Science in archaeology*. 2nd edition. London: Thames & Hudson, 1969, pp. 283-302.
- Uerpmann 1976:** H.-P. UERPMANN: 'The 'Knocod' system for processing data on animal bones from archaeological sites'. In: R. Meadow & M.A. Zeder (eds.): *Approaches to faunal analysis in the Middle East*. Cambridge: Harvard University Press (Peabody Museum Bulletin 2), 1976, pp. 149-167.
- Vann & Thomas 2006:** S. VANN & R. THOMAS: 'Humans, Other Animals and Disease: A comparative approach towards the development of a standardised recording protocol for animal palaeopathology'. In: *Internet Archaeology* (URL: http://intarch.ac.uk/journal/issue20/vanthomas_toc.html; last updated: 8th November 2006).
- van Vilsteren 1987:** V.T. van VILSTEREN: *Het benen tijdperk. Gebruiksvoorwerpen van been, gewei, hoorn en ivoor 10.000 jaar geleden tot heden*. Assen: Drents Museum, 1987.
- Wheeler & Jones 1989:** A. WHEELER & A.K.G. JONES: *Fishes*. Cambridge: Cambridge University Press (Cambridge Manuals in Archaeology), 1989.
- Wilson, Grigson & Payne 1982:** B. WILSON, C. GRIGSON & S. PAYNE (eds.): *Ageing and sexing animal bones from archaeological sites*. Oxford: **British** Archaeological Reports (BAR British Series 109), 1982.