

The background of the cover is a faded, high-angle aerial photograph of a city, likely Leiden, showing a river winding through the urban landscape. In the lower-left foreground, there is a detailed image of a reindeer head with large, brown antlers, facing right.

Pleistoceen Woerden

Een archeozoologisch onderzoek naar de ouderdom van de Cervidae,
in het bijzonder *Rangifer tarandus*.

Inge M.M. van der Jagt
Leiden, december 2005

MA-thesis archeozoölogie van het Pleistoceen, Universiteit Leiden

Pleistoceen Woerden

Een archeozoölogisch onderzoek naar de ouderdom van de Cervidae,
in het bijzonder *Rangifer tarandus*

Inge M.M. van der Jagt

Studentnummer: 0117404
Dr. Th. van Kolfschoten
Leiden, december 2005

Inhoudsopgave

Samenvatting	5
Abstract	5
1. Inleiding	6
2. Het Woerdense zandwingebied	7
 Deel I: Het botmateriaal uit Woerden	 9
3. Het botmateriaal	9
4. Systematische beschrijving van het botmateriaal (uit eenheid 1 t/m 51)	10
5. Stratigrafische herkomst van de soorten	14
6. De pleistocene Cervidae in Europa	15
7. De pleistocene Cervidae in Nederland	18
8. Een ouderdomsindicatie van de Cervidae uit Woerden	19
 Deel II: <i>Rangifer tarandus</i> uit Woerden	 20
9. De biologie van het rendier	20
10. De variatie in lichaamsgrootte bij rendieren	21
11. Het onderzoek	23
11.1 De selectie van de skeletelementen	23
11.2 De methode	24
11.3 De standaardpopulatie	24
11.4 Het materiaal	25
11.5 De VSI van Woerden	26
12. Eén populatie	27
13. De betrouwbaarheid	28
14. De ouderdomsbepaling van de rendieren uit Woerden	30
14.1 Het klimaat in het Laat-Pleistoceen	31

14.2	Variatie tussen periodes	33
14.2.1	Zuidwest-Frankrijk	33
14.2.2	Zuid-Duitsland & Zwitserland	33
14.2.3	Noord-Duitsland	34
14.2.4	Groot-Brittannië	34
14.3	Geografische variatie	35
14.4	Algemene trend in de VSI-waarden	37
14.5	De ouderdomsbepaling	39
15	Conclusie	41
	Bibliografie	43
	Bijlagen:	46
	• Foto's	51
	• Tabellen	53
	• Grafieken en diagrammen	67
	• Maten	73
	Dankwoord	84

Samenvatting

Het botmateriaal dat in deze MA-thesis beschreven wordt is afkomstig uit een zandwingsgebied in Woerden en omvat allerlei verschillende pleistocene diersoorten. De meeste botten zijn afkomstig van Cervidae en van deze familie zijn in ieder geval de soorten *Alces*, *Cervus*, *Megaloceros* en *Rangifer* vertegenwoordigd. Zij zijn waarschijnlijk afkomstig uit het Laat-Pleistoceen en/of Vroeg-Pleistoceen.

Het onderzoek richt zich met name op het karakteriseren van de groep rendieren. De rendieren uit Woerden blijken afkomstig uit één populatie met een natuurlijke verhouding tussen het aantal mannelijke en vrouwelijke dieren. De gemiddelde lichaamsgrootte (weergegeven door een VSI-waarde) van de populatie bleek erg laag (-56,16) vergeleken met andere populaties uit Europa. De lichaamsgrootte wordt bepaald door de hoeveelheid beschikbare voeding wat weer afhankelijk is van het klimaat. Op basis van dit gegeven en de informatie over de gemiddelde lichaamsgroottes van andere rendierpopulaties in Europa is de ouderdom van de populatie uit Woerden vastgesteld op 50-60 ka BP. Aangezien al het rendiermateriaal afkomstig is uit de periode rond 50-60 ka BP is het waarschijnlijk dat een complete sequentie van botmateriaal uit het Laat-Pleistoceen ontbreekt en dat andere laat-pleistocene botten uit dezelfde periode afkomstig zijn als de rendierpopulatie.

Abstract

The bonematerial that is described in this MA-thesis comes from a sandquarry area in Woerden and includes all kinds of different Pleistocene animalspecies. Most of the bones originate from Cervidae and from this family at least the species *Alces*, *Cervus*, *Megaloceros* and *Rangifer* are present. They probably have a Late-Pleistocene and/or Early Pleistocene age.

The research concentrates particularly at characterising the group of reindeer. The reindeer from Woerden came from one population with a natural proportion of males and females. The average body size (reflected by a VSI-value) of the population turned out to be very low (-56,16) compared to other populations in Europe. The body size varies as a result of the quantity of available food and that depends on the climate. On the basis of this fact and the information on the average body sizes of other reindeerpopulations in Europe the age of the population from Woerden has been estimated on 50-60 kyr BP. Given that all the reindeermaterial originates from the period around 50-60 kyr BP it is probable that a complete sequence of bonematerial from the Late-Pleistocene is lacking and that other Late-Pleistocene bones originate from the same period as the reindeerpopulation.

1. Inleiding

De omgeving van Woerden stond omstreeks het begin van de westerse jaartelling onder de naam Laur(i)um op de kaart. Het was in deze tijd een vesting aan de noordgrens van het Romeinse rijk. Op of nabij de plaats waar nu de Petruskerk en het Stadsmuseum staan stond zelfs een castellum. In de eerste eeuwen van het tweede millennium werden er een kasteel en een kerk gebouwd. In 1287 kocht Graaf Floris V een 'steenhuus' en gaf het aan Hermanus van Woerden in leen met de opdracht 'een sterke borch ende ene veste (te) maken'. In 1372 kreeg Woerden stadsrechten en kwamen er stadswallen en stadsgrachten. Vervolgens kwam er ook een jaarmarkt en in 1401 kreeg de stad het recht om naast schout en schepenen twee burgemeesters en acht raadsmannen te benoemen. Woerden kreeg steeds meer allure en uiteindelijk werd er zelfs een stede huys gebouwd.¹

Tegenwoordig vormt Woerden samen met Kamerik, Zegveld en Harmelen een gemeente met in totaal 48.000 inwoners. Bijna 34.000 daarvan wonen in de kern Woerden. Van de geschiedenis van de stad is veel bekend. In de stad zijn namelijk nog steeds een aantal historische bouwwerken bewaard gebleven. De oudste twee zijn de Petruskerk uit 1375 en het kasteel uit 1410 en daarna volgt het Stede huys uit 1501.²

Over Woerden voor het begin van onze jaartelling is nauwelijks of geen informatie. Voor het begin van onze jaartelling was Woerden dan ook nog geen Woerden te noemen. Het was een stuk land met mogelijk al wat boerenbewoning. In nog weer eerdere periodes zal er waarschijnlijk helemaal geen bewoning zijn geweest. Inmiddels zitten we dan al in het Pleistoceen. Over het pleistocene 'Woerden' weten we nagenoeg niets. Wel is er wat algemene informatie over de diverse afzettingen uit deze periode, het klimaat in Nederland en de verschillende landschapsvormen die er voorkwamen.

Bij de huidige zandwinning in Woerden is veel materiaal uit het Pleistoceen naar boven gekomen. Een aanzienlijk deel hiervan bestaat uit archeologisch interessant materiaal zoals vuursteen en bot. Dit materiaal is door amateur-archeoloog Pieter Stoel verzameld uit de afvalhopen van de zeefinstallaties. Hij werd hierbij af en toe geholpen door Steven Pels. Het door hen gevonden archeologisch materiaal zou een bijdrage kunnen leveren aan de uitbreiding van de kennis die we hebben over 'Pleistoceen Woerden'. De bijdrage is echter beperkt doordat niet bekend is uit welke lagen het archeologisch materiaal afkomstig is. Het is dus niet mogelijk om bij voorbaat bijvoorbeeld een gedetailleerde ouderdomsbepaling te maken.

In deze MA-thesis staan de resultaten van de determinatie van een deel van het botmateriaal uit Woerden. Het onderzochte materiaal heeft een grote omvang en vertegenwoordigt allerlei diersoorten. Om een gedetailleerder beeld te krijgen van het leven (planten, dieren en mensen) in Pleistoceen Woerden worden in deze MA-thesis de Cervidae bestudeerd. De Cervidae vormen een heel diverse groep die bestaat uit herten afkomstig uit verschillende periodes in het Pleistoceen. Met behulp van een literatuurstudie naar de pleistocene hertenpopulaties in Nederland en de rest van Europa proberen we de Cervidae uit Woerden in hun context te plaatsen.

Vervolgens richten we ons op het botmateriaal afkomstig van *Rangifer tarandus*. Het onderzoek naar *Rangifer tarandus* wordt uitgevoerd met behulp van de VSI-methode van J. Weinstock. Deze methode levert de data om de lichaamsgrootte (massa) van de verschillende rendierpopulaties uit Europa met elkaar te kunnen vergelijken. Met de gegevens die we tijdens het onderzoek verkrijgen proberen we deze groep te karakteriseren. De resultaten zijn spectaculair gezien de verwachtingen die over het algemeen heersen ten opzichte van materiaal zonder context. Het is met name verrassend dat het mogelijk blijkt de ouderdom van de groep rendierbotten vast te stellen.

¹1. www.stadsmuseumwoerden.nl

²2. www.stadsmuseumwoerden.nl

2. Het Woerdense zandwingebed

Het Woerdense zandwingebed ligt ten oosten van Woerden en ten noorden van de snelweg A12. Op de plek waar het zand en grind wordt gewonnen is een heel groot L-vormig meer zichtbaar. (Fig. 1 en 2). Met behulp van grote zuiginstallaties worden de sedimenten uit dit meer opgezogen. (Foto 2). Vervolgens worden deze gezeefd en in verschillende fracties verdeeld. (Foto 3). Het botmateriaal dat is onderzocht is afkomstig uit de afvalhoop van de grofste zeeffractie (Foto 4).

Doordat het botmateriaal afkomstig is uit opgezogen sediment weet men niet precies uit welke stratigrafische laag het komt. De locatie van de slang en de diepte waarop deze zuigt is vaak wel bekend. Met deze gegevens kan echter weinig gedaan worden omdat het sediment mogelijk niet van die plaats en diepte afkomstig is. Door de zuigende werking van de slang ontstaat er namelijk een trechtervormige put waarin materiaal van hoger gelegen lagen naar beneden valt. Als gevolg hiervan wordt het sediment met het daarin aanwezige botmateriaal uit verschillende lagen gemixt opgezogen. De botten die boven water tegelijk worden gevonden hoeven dus niet uit dezelfde laag te komen.

In de regio rond Woerden zijn de pleistocene afzettingen bedekt met een 6-8 meter dikke laag holocene klei- en veenafzettingen.³ In het gebied waar de zandwinning plaatsvindt, zijn de holocene afzettingen vooraf afgegraven. De pleistocene afzettingen in de omgeving van Woerden stammen uit het Vroeg- en het Laat-Pleistoceen (Fig. 9, 10 en 11). De afzettingen uit het Vroeg-Pleistoceen bestaan uit de Formatie van Harderwijk, de Formatie van Kedichem (in de nieuwe lithostratigrafische indeling de Formatie van Beegden) en de Formatie van Sterksel. Waarschijnlijk ligt onder de Formatie van Harderwijk ook de Formatie van Tegelen (in de nieuwe lithostratigrafische indeling de Formatie van Waalre) al ontbreekt deze in het boorprofiel (Fig. 11). De hierboven genoemde afzettingen stammen zowel uit warme als koude periodes.⁴

De Formatie van Tegelen, Kedichem en Sterksel zijn in Midden-Nederland door de Rijn en de Maas afgezet. De formaties bestaan voor een groot deel uit zand maar de Formatie van Tegelen en Kedichem bevatten ook kleilagen. De Formatie van Kedichem bevat daarnaast dikke pakketten dekzand die gevormd zijn onder koude omstandigheden. De Formatie van Harderwijk is afgezet door de Noord-Duitse rivieren. In Midden-Nederland komt deze formatie vertand voor met de Formatie van Tegelen en Kedichem. Hieruit blijkt dat de Rijn/Maas delta en de noordelijke delta tegelijkertijd opgebouwd werden.⁵

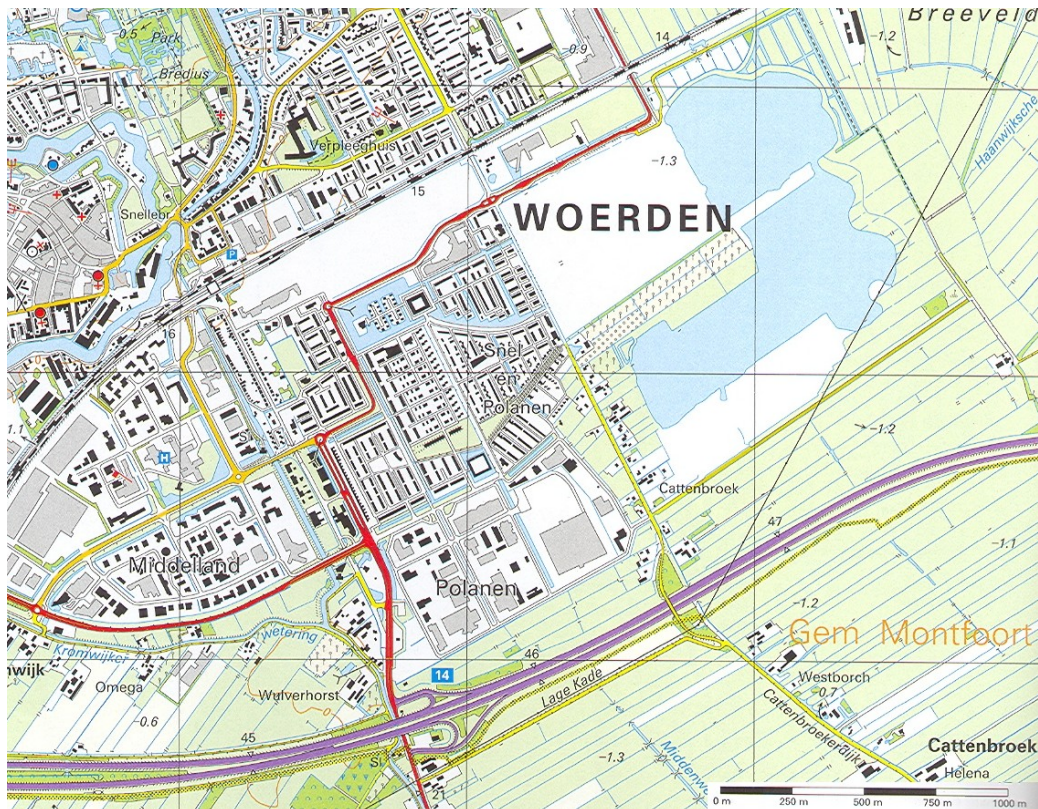
In het Laat-Pleistoceen werd in het gebied rond Woerden de Formatie van Kreftenheye afgezet. Deze formatie bevat alle zand- en grindafzettingen van de Maas en de Rijn vanaf de maximale uitbreiding van het Saalien tot aan het Vroeg-Holoceen.⁶ Het gewonnen materiaal zal voornamelijk bestaan uit deze afzettingen al ontbreken de afzettingen uit het Saalien. Eerdere afzettingen uit het Midden-Pleistoceen zijn ook niet aanwezig. Dit komt omdat in het Midden-Pleistoceen over het algemeen nauwelijks sediment is afgezet in dit gebied omdat de Rijn zijn weg naar zee vond via de IJssel. Naast laat-pleistocene afzettingen zullen op sommige plaatsen ook de toplagen van vroeg-pleistocene afzettingen opgezogen zijn.

³3. Haartsen, 2003.

⁴4. Van Asperen, z.j.

⁵5. Berendsen, 1998.

⁶6. Van Asperen, z.j.



Figuur 1 Topografische kaart Woerden. Het grote meer is de locatie waar de zandwinning plaatsvindt. (Boddaert *et al.* (eds) 2004)



Figuur 2 Luchtfoto Woerden. In het meer is duidelijk de toenmalige ligging van twee zandzuigers te zien. (Hagman & Kersbergen (eds) 2004)

Deel I

Het botmateriaal uit Woerden

3. Het botmateriaal

Conservatie

Het botmateriaal is afkomstig van grote diepte en zal dus nagenoeg constant onder het grondwaterpeil gelegen hebben. Als gevolg daarvan is het botmateriaal goed geconserveerd (Foto 5 en 6). In de bodem was het merendeel van de botten waarschijnlijk intact want het materiaal vertoont weinig oude breuken die veroorzaakt zouden kunnen zijn door verschillende soorten formatieprocessen. De fragmentatie van de botten is voornamelijk recent van aard. Deze is veroorzaakt door de draaiende schoepen in de zuiginstallatie. Ondanks de recente beschadiging van het botmateriaal zijn veel botten duidelijk herkenbaar en goed te determineren.

De determinatie

Het botmateriaal uit Woerden is gedetermineerd met behulp van de referentiecollectie van de Faculteit der Archeologie van de Universiteit Leiden en het Nationaal Natuurhistorisch Museum Naturalis in Leiden. De Access-formulieren die gebruikt zijn bij de determinatie staan in de bijlage (Fig. 7 en 8).

Het botmateriaal dat tijdens één dezelfde zoekbeurt is gevonden zit bij elkaar in een doos of zak omdat er mogelijk een verband is tussen het tegelijk gevonden materiaal. De doos of zak is voorzien van de datum van de vondst. De datum is niet altijd op de dag af genoteerd. Dit betekent niet dat de vondsten niet tegelijkertijd gedaan zijn. De botten in één doos of zak vormen samen een eenheid. De eenheden hebben allemaal een uniek nummer. De eerste doos die onderzocht is, is eenheid 1. Eenheid 1 is gevonden in september 2002 en bestaat uit 16 botten/botfragmenten. Naast de eenheden hebben de botten ook allemaal een uniek nummer binnen de collectie, in dit geval nummer 1 tot en met 16.

In totaal is er botmateriaal uit 102 eenheden bekeken. De botten/botfragmenten uit eenheid 1 tot en met 51 zijn allemaal gedetermineerd. Uit de eenheden 52 tot en met 102 zijn alleen speciaal geselecteerde rendier- en runderbotten gedetermineerd. Bij de systematische beschrijving van het materiaal (hoofdstuk 4) zijn alleen de determinatiegegevens van de botten/botfragmenten uit de eenheden 1 tot en met 51 gebruikt. De determinatiegegevens van de rendierbotten uit eenheid 52 en hoger worden gebruikt in het tweede deel van het onderzoek. De determinatiegegevens van de runderbotten uit eenheid 52 en hoger zijn bestemd voor een ander onderzoek.

In totaal zijn er 2368 botten gedetermineerd. 2198 Botten zijn afkomstig uit eenheid 1 tot en met 51. Uit deze eenheden zijn de meeste botten afkomstig van Cervidae (17,9 %). Bovidae en Equidae volgen daarna. Zeldzame families zijn Suidae, Canidae, Hyaenidae en Castoridae. Verder kwamen er ook nog Rhinocerotidae en Elephantidae voor (Tabel 2).

In vorige jaren hebben andere studenten van de Faculteit der Archeologie ook een deel van het materiaal uit Woerden gedetermineerd. De resultaten van deze onderzoeken staan in tabel 3 en 4 in de bijlage. De gegevens in deze tabellen zijn gemodificeerd zodat de termen overeenkomen met de door ons gebruikte termen. Als gevolg van deze noodzakelijke modificatie konden de determinatiegegevens niet gebruikt worden in het onderzoek.

4. Systematische beschrijving van het botmateriaal (uit eenheid 1 t/m 51)

Tabel 1 (rechts) Lijst van de soorten die aanwezig zijn in eenheid 1 tot en met 51. Met aantal wordt bedoeld het aantal botten dat van een bepaalde soort aanwezig is.

Tabel 2 (onder) De zoogdierfamilies die aangetroffen zijn in eenheid 1 tot en met 51. Met aantal wordt bedoeld het aantal botten dat van een bepaalde familie gevonden is.

Familie	Aantal	Aantal in %
Castoridae	1	0,05
Canidae	5	0,2
Hyaenidae	1	0,05
Elephantidae	27	1,2
Equidae	143	6,5
Rhinocerotidae	31	1,4
Suidae	7	0,3
Cervidae	394	17,9
Bovidae	143	6,5
Overig	1446	65,8
Totaal	2198	100

Pisces

Pisces indet.

Het gedetermineerde materiaal uit Woerden bevat één vissenbotje. Het betreft de rechterhelft van een mandibula, mogelijk afkomstig van een *Esox lucius* (snoek) of een *Acipenser sturio* (steur).

Aves

Aves indet.

In totaal zijn er twee vogelbotjes gevonden. Het betreft een corcoid van mogelijk een *Anas platyrhynchos* (wilde eend) en een stukje cranium van een onbekende vogelsoort. .

Mammalia

Rodentia

Castoridae

Soort	Aantal	Aantal in %
Pisces	1	0,05
Aves	2	0,09
<i>Castor fiber</i>	1	0,05
Carnivora indet.	1	0,05
Canidae indet.	2	0,09
<i>Canis</i> sp.	3	0,14
Hyaenidae indet.	1	0,05
Proboscidea	181	8,23
Elephantidae	14	0,64
<i>Mammuthus</i> sp.	4	0,18
<i>Mammuthus primigenius</i>	1	0,05
<i>Mammuthus</i> cf. <i>primigenius</i>	1	0,05
<i>Mammuthus trogontherii</i>	3	0,14
<i>Mammuthus</i> cf. <i>trogontherii</i>	1	0,05
<i>Elephas antiquus</i>	3	0,14
Perissodactyla	1	0,05
<i>Equus</i> sp.	143	6,51
Rhinocerotidae	25	1,14
<i>Dicerorhinus</i> sp.	1	0,05
<i>Coelodonta antiquitatis</i>	5	0,23
Artiodactyla	45	2,05
<i>Sus</i> sp.	7	0,32
Cervidae	193	8,8
<i>Megaloceros</i> sp.	33	1,5
<i>Megaloceros giganteus</i>	1	0,05
<i>Cervus</i> sp.	37	1,68
<i>Cervus elaphus</i>	16	0,73
<i>Alces</i> sp.	3	0,14
<i>Rangifer tarandus</i>	111	5,05
Bovidae	134	6,1
<i>Bos</i> sp.	2	0,09
<i>Bos primigenius</i>	3	0,14
<i>Bison</i> sp.	2	0,09
<i>Bison priscus</i>	2	0,09
Very large mammal	40	1,82
Large mammal	697	31,71
Medium mammal	217	9,87
Small mammal	17	0,77
Indet.	244	11,1
Totaal	2198	100

Castor fiber

Van *Castor fiber* is slechts één bot gedetermineerd maar bij het doorkijken van het materiaal van eenheid 52 en hoger is gebleken dat er nog enkele stukken aanwezig zijn die behoren tot de Castoridae.

Carnivora

Canidae

***Canis* sp.**

Het gedetermineerde botmateriaal uit Woerden bevat zeven Carnivora. Drie van deze zeven botten behoren toe aan *Canis* sp.. Het gaat om een tibia, axis en een mandibula. De botten bevatten geen kenmerken op basis waarvan het onderscheidt in soort gemaakt kon worden.

Canidae indet.

Van twee tibiae kon alleen geconstateerd worden dat het ging om een hondachtige.

Hyaenidae indet.

Eén van de twee carnivoren atlassen is afkomstig van een Hyaenidae. Het soort hyena is niet duidelijk maar hij komt het meest overeen met de atlas van een *Crocota*.

Carnivora indet.

De tweede atlas is slechts een fragment, waarschijnlijk behorend tot de Ursidae of Hyaenidae.

Proboscidea

Elephantidae

Mammuthus primigenius

Een complete onderkaakkies, melk premolaar, behoort toe aan *Mammuthus primigenius*.

Mammuthus* cf. *primigenius

Een ander kiesfragment is op basis van de emaille dikte waarschijnlijk ook afkomstig van *Mammuthus primigenius*.

Mammuthus trogontherii

Drie kiesfragmenten zijn gedetermineerd als afkomstig van *Mammuthus trogontherii*. Het gaat om een kiesfragment van een onderkaakmolaar en tweemaal een lamelfragment.

Mammuthus* cf. *trogontherii

Een ander kiesfragment is op basis van de emaille dikte waarschijnlijk ook afkomstig van *Mammuthus trogontherii*.

***Mammuthus* sp.**

Drie kiezen zijn gedetermineerd als afkomstig van *Mammuthus* sp.. Het gaat om een onderkaakmolaar, een bovenkaakkies en een ongeïdentificeerd kiesfragment. Naast de kiezen is er ook een femur die gedetermineerd is als *Mammuthus* sp.. In tegenstelling tot alle andere botten bezat deze femur voldoende kenmerken om dit bot tot in ieder geval *Mammuthus* sp. te determineren.

Elephas antiquus

De kiezen van *Elephas antiquus* ook wel *Palaeoloxodon antiquus* genoemd zijn in tegenstelling tot de botten goed te onderscheiden van een *Mammuthus*. De kiezen van *E. antiquus* zijn namelijk in vergelijking met *Mammuthus* betrekkelijk hoog en smal en de lamellen zijn vaak ruitvormig in de horizontale doorsnede. Het materiaal uit Woerden bevatte drie van zulke kiezen: één melkpremolaar (waarschijnlijk dp3), één molaar (waarschijnlijk m1) en de derde was niet identificeerbaar. Alle drie zijn ze afkomstig uit de onderkaak.

Elephantidae indet.

Vier kiesfragmenten waren te klein om vast te kunnen stellen of het ging om *Elephas antiquus* of *Mammuthus*. Zij zijn daarom gedetermineerd als afkomstig van Elephantidae indet. Naast deze vier zijn er nog tien botten die ook gedetermineerd zijn als afkomstig van Elephantidae indet.

Proboscidea indet.

181 Botfragmenten zijn gedetermineerd als afkomstig van Proboscidea. Veel van deze grote botten zijn gebroken, als gevolg waarvan niet meer te zien is of ze afkomstig zijn van Gomphotheriidae of Elephantidae. Tot nu toe is er geen bewijs gevonden voor de aanwezigheid van Gomphotheriidae (*Anancus avernensis*), dit in tegenstelling tot Elephantidae.

Perissodactyla

Equidae

***Equus* sp.**

143 Botten zijn afkomstig van *Equus* sp. Op basis van het botmateriaal kunnen we alleen zeggen dat het gaat om een grote paardensoort. Voor gedetailleerde determinatie is het nemen van maten noodzakelijk.

Rhinocerotidae

***Dicerorhinus* sp.**

Eén bovenkaakkies is gedetermineerd als afkomstig van *Dicerorhinus* sp.

Coelodonta antiquitatis

Drie onderkaakkiezen zijn gedetermineerd als afkomstig van *Coelodonta antiquitatis*. Daarnaast zijn er twee botten van deze soort gevonden. Het gaat om een tibia en een carpale (unciform).

Rhinocerotidae indet.

Naast de tot nu toe genoemde zes botten zijn er nog 25 andere die afkomstig zijn van een neushoorn. Van deze 25 is niet bekend tot welke soort ze behoren.

Perissodactyla indet.

De botten van verschillende onevenhoevige zijn over het algemeen goed van elkaar te onderscheiden. Tussen het materiaal uit Woerden zit slechts één bot waarvan niet met zekerheid is te zeggen of deze behoort tot de Equidae of Rhinocerotidae. De femur waar het om gaat lijkt erg op de femora van Equidae en Rhinocerotidae maar komt met beiden niet geheel overeen.

Artiodactyla

Suidae

***Sus* sp.**

Zeven botten zijn afkomstig van *Sus* sp. Van twee van de zeven is waarschijnlijk het formaat te groot om afkomstig te kunnen zijn van *Sus scrofa*.

Cervidae

Megaloceros giganteus

Eén bovenkaakkies is gedetermineerd als afkomstig van *Megaloceros giganteus*. Het gaat om een derde molaar met daaraan vast een stuk van de maxilla.

***Megaloceros* sp.**

Naast de kies van *Megaloceros giganteus* zijn er nog 33 botten afkomstig van een *Megaloceros*. Het is alleen niet duidelijk om welke soort *Megaloceros* het gaat. Mogelijk gaat het om *Megaloceros verticornis*.

Cervus elaphus

16 Botten zijn gedetermineerd als afkomstig van *Cervus elaphus*.

***Cervus* sp.**

Van 37 botten kunnen we alleen zeggen dat ze afkomstig zijn van *Cervus* sp. De botten lijken erg op *Cervus elaphus* maar met name de grootte komt niet altijd overeen met deze soort.

***Alces* sp.**

Er zijn drie botfragmenten van een eland gevonden, een tibia, een mandibula en een stuk van de pelvis. Het is niet duidelijk met welke soort *Alces* we hier te maken hebben. De mogelijkheden zijn *Alces gallicus*, *Alces latifrons* of *Alces alces*.

Rangifer tarandus

111 Botten zijn gedetermineerd als afkomstig van *Rangifer tarandus*. De rendieren vormen de grootste groep herten binnen het gedetermineerde materiaal uit Woerden.

Cervidae indet.

Van 193 botten hebben we alleen kunnen vaststellen dat ze afkomstig zijn van een hertachtige. Onder het kopje 'remarks' in de determinatietabel is bij deze botfragmenten soms een indicatie gegeven van wat voor soort hert het mogelijk zou kunnen zijn. In sommige gevallen wordt de soort genoemd maar het komt ook voor dat er alleen een grootte indicatie wordt gegeven. Hierbij is er gebruik gemaakt van vier categorieën: *large*, *medium*, *small* en *very small*. *Alces* en *Megaloceros* vallen binnen de categorie *large*. *Cervus elaphus* en *Eucladoceros* vallen onder *medium* en *Cervus rhenanus* en *Rangifer tarandus* vallen onder *small*. Dan is er nog een vierde categorie die maar zelden voorkomt in het materiaal uit Woerden en dat is *very small*. Hiertoe behoren *Capreolus* en *Dama* maar het is waarschijnlijk dat er ook een aantal juveniele botten bij deze categorie zijn meegerekend.

Cervus rhenanus is een zeer oude soort die alleen voorkwam in het Tiglien. Gezien hoofdstuk 2 is het niet waarschijnlijk dat er materiaal uit deze periode opgezogen is. De botten waarbij onder het kopje 'remarks' *small* staat zijn dus waarschijnlijk afkomstig van *Rangifer tarandus*. Vanwege de aanvankelijke twijfel zeggen we dat deze groep afkomstig is van cf. *Rangifer tarandus*. Het gaat hierbij om 27 botten (cf. *Rangifer tarandus* is niet apart in tabel 1 opgenomen).

Bovidae

Bos primigenius

Drie botten zijn afkomstig van *Bos primigenius*. Het gaat om twee Os tarsi centralen en een metatarsus.

***Bos* sp.**

Van twee botten, een metacarpus en een metatarsus, is duidelijk dat het gaat om een *Bos* maar de precieze soort is niet bekend.

Bison priscus

Naast *Bos* is er ook *Bison* gevonden in Woerden. Twee botten zijn gedetermineerd als afkomstig van *Bison priscus*. Het gaat om een Os tarsi centrale en een Os carpi ulnare.

***Bison* sp.**

Van *Bison* zijn ook afkomstig een onderkaakkies (m3) en een metatarsus.

Bovidae indet.

Het is lastig om de botten van de Bovidae op soort te determineren omdat er onderling weinig verschil bestaat tussen de botten van de verschillende soorten. Bij 134 botten was het in eerste instantie niet mogelijk om de soort te bepalen. Voor meer informatie wat betreft de Bovidae uit Woerden zie 'Over oude koeien: Een baggerproject te Woerden' (A. de Ridder, 2005).

Artiodactyla indet.

Bij gefragmenteerde botten is meestal goed te zien of we te maken hebben met een even- of een onevenhoevige dier maar het onderscheid binnen de evenhoevige is bij fragmenten niet altijd goed te

maken. Met name Cervidae en Bovidae lijken erg op elkaar. Wanneer het niet duidelijk was met welke evenhoevige soort we te maken hadden zijn de botten gedetermineerd tot Artiodactyla.

Overig

Naast de genoemde botten zijn er nog een heleboel botten die niet op diersoort gedetermineerd konden worden. 40 Van deze botten behoren tot de *very large mammals*. Deze botten zullen waarschijnlijk voor een groot deel afkomstig zijn van Proboscidea. 697 botten behoren tot de *large mammals*, 217 tot de *medium mammals* en 17 tot de *small mammals*. Over 244 botfragmenten was helemaal niets te zeggen en deze groep behoort dus tot de ongeïdentificeerde of wel 'indet.'.

5. Stratigrafische herkomst van de soorten

Het botmateriaal uit Woerden bevat een grote variëteit aan dieren afkomstig uit zowel warme als koude fases. *Rangifer tarandus*, *Coelodonta antiquitatis* en *Mammuthus primigenius* leefden in een koud milieu terwijl *Dicerorhinus* sp., *Sus* sp. en *Elephas antiquus* van de warmte hielden. Een al eerder gevonden en gedetermineerd nijlpaardenbot hoort ook bij deze laatste categorie. Hieruit is af te leiden dat er gedurende het Pleistoceen verschillende milieus aanwezig waren in Woerden.

De vele soorten en met name degene die op species-niveau gedetermineerd konden worden geven een indruk van de ouderdom van de site. *Dicerorhinus* sp., *Castor fiber* en de mogelijke aanwezigheid van *Eucladoceros* duiden op een vroeg-pleistocene ouderdom terwijl soorten als *Mammuthus primigenius*, *Coelodonta antiquitatis*, *Megaloceros giganteus* en *Rangifer tarandus* duiden op een veel latere laat-pleistocene ouderdom.

De aanwezigheid van *Mammuthus trogontherii* wijst volgens Lister et al., 2005 op een midden-pleistocene ouderdom, maar in andere literatuur⁷ wordt hij gezien als een soort uit het Vroeg-Pleistoceen. Binnen welke tijdsspanne *M. trogontherii* leefde is dus nog de vraag, maar beide partijen lijken het in ieder geval eens te zijn over het feit dat de soort tijdens het Cromerien in Europa aanwezig was. Gedurende het Cromerien gaat het Vroeg-Pleistoceen over in het Midden-Pleistoceen. Het is dus mogelijk dat de *Mammuthus trogontherii* uit Woerden een vroeg-pleistocene ouderdom heeft en daarmee past hij dus in het hiervoor geschetste beeld van de ouderdom van Woerden.

Het faunacomplex uit Woerden lijkt erg op Fauna I en II van de Maasvlakte. Ten eerste bestaat zowel de fauna uit Woerden als van de Maasvlakte uit soorten afkomstig uit verschillende milieus in het Vroeg- en Laat-Pleistoceen en ten tweede zijn veel soorten die gevonden zijn in Woerden ook gevonden op de Maasvlakte, zoals: *Cervus elaphus* en *Dicerorhinus* sp., *Bison priscus*, *Bos primigenius*, *Cervus elaphus*, *Megaloceros giganteus*, *Rangifer tarandus*, *Coelodonta antiquitatis*, *Mammuthus primigenius* en *Elephas antiquus*.

De vergelijking van Woerden met de Maasvlakte is vrij oppervlakkig omdat het botmateriaal uit Woerden tot nu alleen nog maar is gedetermineerd. Om een gedetailleerder beeld te krijgen van het Pleistoceen in Woerden proberen we in de volgende hoofdstukken de Cervidae uit Woerden in hun context te plaatsen.

6. De pleistocene Cervidae in Europa.

In Pleistoceen Europa leefden veel verschillende soorten Cervidae. De taxonomische indeling van de fossiele soorten veroorzaakt vaak problemen voor paleontologen want deze is voornamelijk gebaseerd op de geweien. Het is moeilijk het gewei te combineren met de rest van het skeletmateriaal want er worden maar zelden schedels gevonden met de geweien er nog aan vast. Daarnaast is er een variatie in grootte tussen geweien binnen een soort, bijvoorbeeld tussen jonge en oude individuen. Dit betekent dat er gedegen onderzoek nodig is om de geschiedenis van herten in het Pleistoceen te ontrafelen, met name van de herten uit het Vroeg- en het Midden-Pleistoceen.⁸ Als gevolg van de onduidelijkheden

⁷ Van Kolfschoten, 2001.

⁸* Azzaroli, 1994; Glimmerveen et al. 2004; Glimmerveen, Mol & Van der Plicht in press; Van Kolfschoten & Vervoort-Kerkhof 1988; Van Kolfschoten, 2001; Kunst, 1937; Kurtén, 1968; Lister, 1984; Lister, 1986; Lister,

betreffende de taxonomische indeling spreken auteurs elkaar vaak tegen en zijn er nogal wat verschillende taxonomische classificaties in omloop. De taxonomische indeling in dit hoofdstuk is naar eigen inzicht samengesteld uit informatie verkregen uit verschillende artikelen.*

Eucladoceros - Binnen het genus *Eucladoceros* zijn op z'n minst twaalf soorten beschreven. Al deze soorten hebben zo ongeveer dezelfde grootte en allemaal worden ze geassocieerd met dezelfde soort fauna complexen bestaande uit onder andere *Anancus avernensis*, *Mammuthus meridionalis* en *Equus bressanus*. De taxonomie van de *Eucladoceros* is gebaseerd op het gewei. Het gewei van *Eucladoceros* is echter vanwege de ouderdom slechts fragmentarisch bekend.⁹ Als gevolg van het incomplete beeld van de geweien van de verschillende *Eucladoceros*-soorten bestaat er geen overeenstemming wat betreft de geldigheid van deze soorten. Verschillende auteurs hebben desalniettemin geprobeerd de grote hoeveelheid soorten te reduceren en te ordenen. In deze MA-thesis wordt gebruik gemaakt van de taxonomische ordening van het genus *Eucladoceros* volgens De Vos *et al.*, 1995. Deze gaat uit van slechts drie taxonomische soorten behorende tot het genus *Eucladoceros*: *Eucladoceros dicranios*, *Eucladoceros tetraceros* en *Eucladoceros ctenoides*. Bekende soorten zoals *Eucladoceros sedgwicki*, *Eucladoceros senezensis*, *Eucladoceros tegulensis* en *Eucladoceros falconeri* zijn dus geen op zichzelf staande soort maar synoniem aan één van de drie eerst genoemde. Om precies te zijn is *E. sedgwicki* synoniem aan *E. dicranios* en zijn de andere drie synoniem aan *E. ctenoides*.

De *Eucladoceros* komt met name voor in het Vroeg-Pleistoceen. De oudste vondsten stammen uit het Tiglien. In deze periode heeft *Eucladoceros* zich over heel Europa verspreid. *E. ctenoides* is gevonden in de meest uiteenlopende locaties waaronder La Puebla de Valverde (SP), Valdarno (I), Senèze (F), de Forest Bed Formatie (GB), Kempen (B) en Tegelen (NL). De andere twee soorten worden minder vaak aangetroffen maar zijn toch goed verspreid over Europa. Beide soorten zijn gevonden in de Britse Forest Bed Formatie en daarnaast zijn er ook resten van *E. dicranios* in Valdarno (I) en van *E. tetraceros* in Creux de Peyrolles (F) aangetroffen.

Met name *E. ctenoides* wordt veel in en rondom Nederland gevonden. Een aantal vindplaatsen zijn de Oosterschelde en Tegelen in Nederland en Kempen, Beerse en Merxplas in België. Van de andere twee soorten zijn geen Nederlandse of Belgische vindplaatsen bekend.

Megaloceros - Gedurende het Pleistoceen kwamen er in Europa vier soorten reuzenherten voor: *Megaloceros savini*, *Megaloceros verticornis*, *Megaloceros dawkinsi* en *Megaloceros giganteus*. Voor de reuzenherten geldt ook dat de naamgeving problematisch is. De namen zoals hierboven gebruikt komen het meest terug in de literatuur. Er zijn echter auteurs (o.a. Azzaroli, 1994) die de jongere *M. giganteus* van de andere drie scheiden omdat zij de afstamming niet bewezen achten.

M. savini en *M. verticornis* kwamen in Europa voor vanaf het Bavelien tot aan het eind van het Cromerien. Beide soorten waren verspreid over heel Europa, van Groot-Brittannië tot in Italië en Zuid-Rusland. Ze zijn gevonden in het Cromerien van West Runton en andere Forest Bed Formaties (GB), in Voigtstedt, Mosbach, Süssenborn (D) en nog vele andere minder bekende sites. *M. dawkinsi* leefde ook in het Cromerien en was een endemische vorm van *M. verticornis* die alleen voorkwam in Groot-Brittannië. Deze soort is mogelijk ontstaan tijdens een interglaciaal toen de zee hoog stond en de fauna van Groot-Brittannië werd afgeschermd van de rest van Europa.¹⁰

De jongste soort is *M. giganteus*. Deze leefde vanaf het eind van het Elsterien tot aan het begin van het Holoceen. Lang werd op basis van materiaal uit Ierland aangenomen dat *M. giganteus* uitstierf rond 12-10,6 ka BP. Stuart *et al.*, 2004 vechten deze aanname aan en bewijzen met behulp van 6900 jaar oud botmateriaal van *M. giganteus* uit West-Siberië dat hij pas verdween in het Holoceen. *M. giganteus* was gedurende de interglacialen wijdverspreid over Europa en Noord-Azië en hoewel hij zich terugtrok uit bepaalde gebieden tijdens de glacialen was hij in deze periodes niet volledig afwezig.¹¹

1993; Stuart *et al.* 2004; De Vos, Mol & Reumer, 1995

8. Kurtén, 1968.

⁹9. De Vos, Mol & Reumer 1995.

¹⁰10. Lister, 1993.

¹¹11. Lister, 1984.

Dama - *Dama nestii* is de oudste soort binnen het genus *Dama* en wordt vaak ook wel aangeduid met *Pseudodama*. Deze soort leefde vanaf het Tiglien tot aan het vroeg Midden-Pleistoceen en is gevonden op sites in onder andere Valdarno, Olivola (I), Erpfingen (D) en de Forest Bed Formatie (GB). De Vos et al., 1995 noemt nog een tweede *Pseudodama* soort namelijk *Pseudodama farnetensis*. Er wordt echter geen verdere informatie gegeven en in andere artikelen wordt deze soort ook niet vermeld.

De eerste vondsten van *Dama dama* stammen uit deposities uit het Cromerien. De soort *Dama dama* bestaat uit twee subsoorten *Dama dama clactoniana* en *Dama dama dama*. De tweede is waarschijnlijk tussen het Holsteinien en het Eemien uit de eerste ontstaan.¹²

Dama dama was verspreid over Europa, Zuidwest-Azië en Noord-Afrika. Bekende sites in Europa zijn onder andere Swanscombe, Hoxne, Clacton, de Forest Bed Formatie (GB) en Abbeville (F). Gedurende de koude periodes was *Dama dama* afwezig in Noord- en Centraal-Europa. In die periodes kwam deze soort in Europa alleen in het zuiden voor. *Dama dama* had dus de grootste verspreiding in het Cromerien, Holsteinien en Eemien. In het Holoceen slaagde *Dama dama* er niet in om terug te migreren naar Noord- en Centraal-Europa. Pas rond de Romeinse tijd is de soort weer geïntroduceerd in noordelijker gebieden, mogelijk geholpen door de Romeinen of de Galliërs.¹³

Cervus - Binnen het genus *Cervus* zijn een aantal primitieve hertensoorten beschreven zoals *C. pardinensis*, *C. perrieri*, *C. ardei*, *C. cladocerus*, *C. issiodorensis*, *C. cusanus*, enzovoort. Het is niet duidelijk of het hier gaat om op zichzelf staande soorten. Daarnaast is het ook niet zeker of ze daadwerkelijk vallen binnen het genus *Cervus*. Van een andere vroeg-pleistocene *Cervus*-soort zijn we wel zeker en dit is *Cervus rhenanus*. Dit kleine hert kwam voor in het Vroeg-Pleistoceen en wordt vaak samen gevonden met één of meerdere *Eucladoceros* soorten. Net als *Eucladoceros* is deze soort verspreid over heel Europa gevonden op sites in onder andere Senèze, Saint-Vallier, Chillac (F), La Puebla (SP), de Oosterschelde, Tegelen (NL), Kempen (B), Erpfingen, Doveholes en de Forest Bed Formatie (GB).

De *Cervus* die het grootste deel van het Pleistoceen in Europa leefde is *Cervus elaphus*. *Cervus elaphus* bestaat uit twee subsoorten *Cervus elaphus acoronatus* en *C. elaphus elaphus*. De acoronate, de ongekroonde subsoort heeft aan het eind van zijn gewei een simpele vork. *C. elaphus elaphus* was de coronate vorm en deze heeft een aan het uiteinde van zijn gewei een 'kroon' van drie of meerdere geweitakken. De timing en de aard van de overgang van het acoronate naar het coronate edelhert is niet precies bekend. Waarschijnlijk lag het omschakelingspunt ergens rond het Elsterien. Het eerste voorkomen van *C. elaphus acoronatus* lag in het midden-pleistocene Cromerien. *C. elaphus elaphus* leeft vandaag de dag nog steeds in Europa.

De edelherten waren in Groot-Brittannië en waarschijnlijk ook in de rest van Europa aanwezig gedurende alle mid-interglaciale gematigde bosfases van het Midden- en Laat-Pleistoceen. Ze leefden ook gedurende de latere delen van de interglacialen wanneer het bos werd afgewisseld met grote open plekken. Enkele sites geven zelfs het bewijs voor edelherten in een totaal boomloze omgeving waar zij samen leefden met dieren die aan het koude klimaat en een open habitat zijn aangepast.¹⁴ Over het algemeen kan dus geconcludeerd worden dat het edelhert vaker voorkwam in warme fases, maar gedurende de koude fases niet verdween.¹⁵ *Cervus elaphus* kwam verspreid over heel Europa voor in onder andere de Forest Bed Formatie, Swanscombe, Clacton (GB), Mosbach, Mauer, Süssenborn, Voigtstedt (D) en Riana (I).

Alces - In Europa hebben er gedurende het Pleistoceen op zijn minst drie elandensoorten geleefd, *Alces gallicus*, *Alces latifrons* en *Alces alces*. De eerste twee worden soms ook wel aangeduid met *Cervalces* omdat de schedel van deze twee niet lijkt op die van *Alces alces* maar meer weg heeft van andere Cervidae. Volgens Azzaroli, 1994 is *Alces alces* ook niet geëvolueerd uit *Alces gallicus* en/of *Alces latifrons*. Andere auteurs rekenen *Alces gallicus*, *Alces latifrons* en *Alces alces* vaak wel tot dezelfde soort vanwege de overeenkomsten in het gebit.¹⁶

¹²12. Lister, 1986.

¹³13. Lister, 1984 en 1986.

¹⁴14. Lister, 1984.

¹⁵15. Lister, 1986.

¹⁶16. Azzaroli, 1994.

Alces gallicus is de oudste van de drie en leefde in het Vroeg-Pleistoceen. Resten van *A. gallicus* zijn gevonden op verschillende sites in Europa zoals Senèze (F), Erpfingen (D), Farneta (I) en de Forest Bed Formatie (GB). *Alces latifrons* leefde gedurende het Cromerien en kwam voor op locaties zoals Mosbach, Süssenborn, Voigtstedt, Mauer (D) en de Forest Bed Formatie (GB). Wanneer *A. latifrons* uitstierf en/of evolueerde in *Alces alces* is niet duidelijk.

De jongste en nog steeds levende eland is *Alces alces*. Deze soort leefde mogelijk al in het Saalien maar zijn verschijning is pas met zekerheid vast te stellen in het Weichselien. De verspreiding van *A. alces* is net als die van *A. latifrons* niet goed bekend omdat er maar een schaars aantal fossielen zijn. *A. alces* en *A. latifrons* kwamen in ieder geval voornamelijk voor in de gematigde fauna's van het Midden- en Laat-Pleistoceen maar waren niet afwezig in de koude periodes. De leefgebieden van beide soorten komen ook overeen. Deze lagen voornamelijk op de middelste breedtegraden in Europa.¹⁷

Capreolus - Het genus *Capreolus* bestaat uit verschillende soorten zoals *Capreolus constantini*, *Capreolus süssenbornensis*, *Capreolus pyrgargus*, *Capreolus capreolus*, enzovoort. Het is echter niet met zekerheid te zeggen of al deze soorten bestaansrecht hebben want er is maar weinig onderzoek gedaan naar andere soorten dan *Capreolus capreolus*.¹⁸

Capreolus capreolus is net als *Dama* vanaf Cromerien aanwezig in heel Europa, behalve in de koude fases want in die periodes trokken de reeën zich terug naar Zuid-Europa. *C. capreolus* is echter in Groot-Brittannië ook in het Eemien afwezig ondanks dat het klimaat geschikt was en dat het hele vaste land wel bevolkt werd.¹⁹ Een aantal bekende Europese vindplaatsen zijn Mosbach, Mauer, Süssenborn, Voigtstedt (D), de Forest Bed Formatie (GB) en Abbeville (F).

Rangifer - Alle *Rangifer* kunnen geschaard worden onder één soort *Rangifer tarandus*. *Rangifer tarandus* is ontstaan in Noord-Amerika gedurende het Laat-Pliocene en het Vroeg-Pleistoceen. De soort migreerde in het Vroeg-Pleistoceen richting Europa. De eerste rendierfossielen in Europa komen uit Süssenborn en dateren van ongeveer 440 ka BP (Elsterien).²⁰ Vanaf deze periode is de aanwezigheid van rendieren in elke koude fase in Europa heel gewoon. In de warme fases trekken zij zich echter terug naar noordelijker gelegen refugia. *Rangifer* is met name overvloedig aanwezig in het Laat-Pleistoceen en om precies te zijn tijdens het laatste glaciaal. In deze periode zijn in Eurazië soorten aangetroffen van Centraal-Zweden, Denemarken, Engeland en Ierland in het noordwesten tot Zuid-Frankrijk en Noord-Spanje in het zuidwesten en van Siberië in het noordoosten tot Hongarije, Moldavië en de Oekraïne in het zuidoosten. Daarnaast leefden ze ook nog in Noord-Amerika.²¹ Een aantal bekende vindplaatsen uit eerdere periodes zijn Süssenborn, Steinheim, Mosbach (D) en Swanscombe (GB).

7. De pleistocene Cervidae in Nederland.

Bekende pleistocene vindplaatsen in Nederland zijn Tegelen, Maastricht-Belvédère, de Maasvlakte, de Oosterschelde, en de Noordzee (Fig. 12). Tegelen is een vroeg-pleistocene site uit, om precies te zijn, het Tiglien. De hertensoorten die hier gevonden zijn, zijn *Eucladoceros ctenoides* en *Cervus rhenanus*. In Maastricht-Belvédère zijn lagen uit verschillende periodes opgegraven. Maastricht-Belvédère 4 dateert uit het Saalien en bevat de hertensoorten *Megaloceros giganteus*, *Cervus elaphus* en *Capreolus capreolus*. Maastricht-Belvédère 5 heeft een Weichselien datering en bevat de hertensoorten *Cervus elaphus* en *Rangifer tarandus*.²²

De Maasvlakte Fauna kent vier verschillende pleistocene fauna's: Fauna 0 t/m III. Fauna 0 dateert uit het midden van het Vroeg-Pleistoceen, Fauna I uit de periode rond het eind van het Vroeg-Pleistoceen en het begin van het Midden-Pleistoceen en Fauna II uit het Weichselien. Daarnaast is er

¹⁷17. Lister, 1986.

¹⁸18. Lister, 1986.

¹⁹19. Lister, 1984 en 1986.

²⁰20. Weinstock, 2000a.

²¹21. Weinstock, 2000a.

²²22. Van Kolfschoten, 2001.

nog een vierde fauna, Fauna III, en deze komt uit het Holoceen.²³ Fauna 0 bestaat uit de hertensoorten *Eucladoceros* sp., *Cervus* sp. en *Alces* cf. *gallicus*. In Fauna I zitten een aantal fossielen afkomstig van een grote hertensoort. Op basis van het morfologisch karakter van de molaren is een deel van dit materiaal geïdentificeerd tot *Alces latifrons*. De rest is afkomstig van *Megaloceros verticornis* en *Megaloceros* sp.. Daarnaast omvat Fauna I een aantal zwaar gemineraliseerde fossielen behorend tot een klein en middelgroot hert. Deze konden moeilijk geïdentificeerd worden maar zijn mogelijk afkomstig van *Dama dama* en *Cervus elaphus*.²⁴ Fauna II bestaat uit *Megaloceros giganteus*, *Dama dama*, *Cervus elaphus*, *Alces alces* en *Rangifer tarandus*²⁵, een rare combinatie van soorten aangezien *Dama dama* alleen in warme periodes voorkomt en *Rangifer tarandus* alleen in koude. Beide soorten kunnen dus niet in één fauna zitten. Volgens Van Kolfschoten en Vervoort-Kerkhoff, 1988 bestaat Fauna II alleen uit *Megaloceros giganteus* en *Rangifer tarandus*. Als dit klopt dan houdt dit in dat we te maken hebben met een koude periode. Dit komt ook beter overeen met de Weichselien datering. De laatste fauna, Fauna III, bestaat uit *Alces alces*, *Cervus elaphus* en *Capreolus capreolus*.

Het materiaal dat gevonden is in de Oosterschelde en de Noordzee is afkomstig uit zee. Dit materiaal dateert uit verschillende periodes van het Pleistoceen. Een precieze datering is vaak moeilijk wegens gebrek aan stratigrafisch kader. Uit de Oosterschelde komt botmateriaal dat dateert uit verschillende periodes van het Pleistoceen. Het vroeg-pleistocene hertmateriaal bestaat uit gewelffragmenten en postcraniale elementen. Deze bleken na vergelijking met hertmateriaal uit Senèze en Tegelen afkomstig van *Eucladoceros ctenoides* en *Cervus rhenanus*. Naast deze vroeg-pleistocene herten zijn er ook soorten uit het Laat-Pleistoceen aangetroffen. Het gaat hier om de soorten *Cervus elaphus* en *Megaloceros giganteus*.²⁶

Het zuidelijke deel van de Noordzee is befaamd om zijn overvloed aan gefossiliseerd zoogdiermateriaal uit het Pleistoceen. Deze dieren bewoonden het gebied gedurende de periodes in het Pleistoceen waarin de zee laag stond en het land zich uitbreidde. Een groot deel van het materiaal dat in de Eurogeul, vlak voor de kust van Rotterdam, wordt gevonden bestaat uit dieren die behoorden tot de mammoetfauna. Dit zijn onder andere de soorten *Mammuthus primigenius*, *Homotherium latidens*, *Ovibos moschatus*, *Crocota crocuta*, *Megaloceros giganteus* en *Rangifer tarandus*. Zij bewoonden het zuidelijke gebied van de Noordzee van ongeveer 44 tot 28 ka BP. Buiten de mammoetfauna zijn er ook nog andere soorten gevonden waaronder *Alces alces* en *Cervus elaphus*²⁷ en mogelijk ook resten van *Alces latifrons* uit het Vroeg-Pleistoceen.²⁸

8. Een ouderdomsindicatie van de Cervidae uit Woerden.

Met behulp van de literatuurstudie naar de pleistocene Cervidae uit Europa en Nederland kunnen we mogelijk achterhalen uit welke periode de herten uit Woerden stammen.

De volgende hertensoorten uit het Vroeg-Pleistoceen zijn al eens in Nederland gevonden: *Eucladoceros ctenoides* (Tegelen en Oosterschelde), *Cervus rhenanus* (Tegelen en Oosterschelde), *Megaloceros verticornis* (Maasvlakte F1), *Alces* cf. *gallicus* (Maasvlakte F0), en *Alces latifrons* (Noordzee II en Maasvlakte FI), mogelijk ook *Cervus elaphus* (Maasvlakte FI) en *Dama dama* (Maasvlakte FI) (Fig. 12).²⁹ Van geen van deze soorten, met uitzondering van *Cervus elaphus*, is met zekerheid te zeggen dat ze in Woerden aanwezig waren. Dit betekent niet dat ze ook daadwerkelijk afwezig waren. 14 Botten uit Woerden zijn benoemd als *medium size* wat inhoudt dat ze afkomstig zijn van *Cervus elaphus* of van *Eucladoceros* sp.. Daarnaast zijn er 17 botten afkomstig van een *small size* hert en dus mogelijk afkomstig van *Cervus rhenanus*. Het is ook mogelijk dat er zich nog een

²³23. Van Kolfschoten & Vervoort-Kerkhof 1988.

²⁴24. Van Kolfschoten & Vervoort-Kerkhof 1988 en Van Kolfschoten, 2001.

²⁵25. Van Kolfschoten, 2001.

²⁶26. De Vos, Mol & Reumer, 1995.

²⁷27. Glimmerveen *et al.* 2004.

²⁸28. Van Kolfschoten, 2001.

²⁹29. Van Kolfschoten, 2001.

aantal *Cervus rhenanus* botten tussen de *Cervus* sp. bevinden. Verder hebben we bijna geen van de *Megaloceros* botten kunnen determineren op species. De mogelijkheid bestaat dus dat *M. verticornis* aanwezig is. Hetzelfde geldt voor *Alces* want ook deze hebben we niet kunnen determineren op species waardoor de aanwezigheid van *Alces* cf. *gallicus* en *Alces latifrons* niet uitgesloten kan worden. Van *Dama dama* is helemaal geen spoor gevonden al zouden botten van deze soort mogelijk nog kunnen vallen onder de botten die benoemd zijn als *very small*. Het is echter waarschijnlijker dat de *very small* botten afkomstig zijn van *Capreolus*. *Capreolus* is daarentegen voor zover bekend nog nooit in vroeg-pleistocene afzettingen uit Nederland gevonden.

Het is vooralsnog niet bewezen dat er vroeg-pleistocene herten aanwezig waren in Woerden maar het is ook niet uitgesloten. Wanneer alle botten met een twijfelachtige determinatie inderdaad afkomstig blijken van vroeg-pleistocene soorten dan beslaat dit nog maar een klein deel van het totale aantal hertenbotten uit Woerden. Dit komt echter overeen met het feit dat we niet veel Vroeg-Pleistoceen materiaal verwachten omdat bij de zandwinning in Woerden slechts op sommige plaatsen de top laag van de deposities uit het Vroeg-Pleistoceen is geraakt. Omdat het waarschijnlijk is dat het vroeg-pleistocene materiaal alleen uit de top laag afkomstig is, is het niet waarschijnlijk dat *Cervus rhenanus* in het materiaal voorkomt.

Depositie uit het Midden-Pleistoceen ontbreken in de bodem van Woerden omdat er in deze periode nauwelijks sediment is afgezet. Het is dus niet waarschijnlijk dat er Cervidaebotten uit het Midden-Pleistoceen voorkomen in de collectie botmateriaal uit Woerden. Cervidaebotten uit het Laat-Pleistoceen zijn wel aanwezig. Botten uit deze periode vormen de meerderheid omdat er in Woerden met name zand en grind uit deze periode wordt gewonnen. Laat-pleistocene herten die al eens eerder in Nederland zijn gevonden zijn *Cervus elaphus* (M-B5 en Maasvlakte FII), *Rangifer tarandus* (M-B5, Maasvlakte FII en Noordzee III), *Megaloceros giganteus* (Maasvlakte FII en Noordzee III), *Alces alces* (Maasvlakte FII) en *Dama dama* (Maasvlakte FII).³⁰ Een deel van deze soorten is in het materiaal uit Woerden aanwezig. *Cervus elaphus* en *Rangifer tarandus* zijn in redelijke getale gevonden en van *Megaloceros giganteus* is in ieder geval één fragment bekend. Van de overige 33 *Megaloceros* botten is zoals gezegd geen species naam bekend en ook over de aanwezigheid van *Alces* en *Dama dama* bestaat onzekerheid.

Het grootste deel van de Cervidae uit Woerden lijkt beter overeen te komen met de Cervidae uit het Laat-Pleistoceen dan uit het Vroeg-Pleistoceen. De gelijkenis is er met name met de Cervidae uit het koude Weichselien. Dit komt door de grote hoeveelheid rendierbotten en de afwezigheid van *Capreolus capreolus* en *Dama dama*. Mochten de vijf *very small* botten toch van één van deze twee afkomstig zijn dan is het mogelijk dat ook het Eemien in Woerden vertegenwoordigd is. *Dama dama* schijnt echter volgens het artikel van Van Kolfschoten, 2001 ook in het Weichselien voor te komen.

We kunnen concluderen dat er in ieder geval herten uit het Weichselien aanwezig zijn in het materiaal uit Woerden. Daarnaast blijft de mogelijkheid open dat er vroeg-pleistocene soorten en/of soorten uit het Eemien aanwezig zijn.

³⁰30. Van Kolfschoten, 2001.

Deel II

***Rangifer tarandus* uit Woerden**

Rendierresten zijn goed vertegenwoordigd in de fossiele collectie uit Woerden (Tab. 5). Deze resten zijn in detail onderzocht om inzicht te krijgen in:

- de uniformiteit van de fossiele populatie,
- de individuele grootte van de dieren en de variatie in grootte tussen de dieren,
- de opbouw van de populatie (jong-adult, mannelijk-vrouwelijk),
- de mogelijke ouderdom van de populatie.

Het boek dat als leidraad is gebruikt bij het onderzoek naar de rendieren uit Woerden is: *Late Pleistocene reindeer populations in Middle and Western Europe. An osteometrical study of Rangifer tarandus*, van J. Weinstock, 2000a. Veel informatie is afkomstig uit dit boek en daarom zijn er, met uitzondering van hoofdstuk 14.1, alleen voetnoten gebruikt als de informatie in de tekst uit andere bronnen afkomstig is.

9. De biologie van het rendier³¹

Rangifer tarandus is de enige levende rendiersoort waartoe zowel de Noord-Amerikaanse kariboe en het Europese rendier gerekend worden. *Rangifer tarandus* is onder te verdelen in negen subsoorten. Het rendier behoort tot de groep telemetacarpale herten. Kenmerkend voor deze groep is dat de metacarpalen en metatarsalen II en V gereduceerd zijn tot het distale uiteinde.

Rangifer tarandus is een middelgroot hert waarvan zowel de mannetjes als de vrouwtjes een gewei dragen (Foto 1). De soort komt wereldwijd voor in taiga, toendra en bergachtige gebieden. Over het algemeen leven ze dus in gematigde en koude klimaten. Ze zijn echter aangepast aan een grote temperatuur range en kunnen dus ook leven in warmere gebieden. Rendieren en kariboe's migreren tussen gebieden waar ze voedsel kunnen vinden. Zij doen dit relatief vaak omdat in het noorden de aanwezigheid van voedsel per seizoen erg verschilt. De afstand waarover de migratie plaatsvindt verschilt wel. Bosrendieren zijn bijvoorbeeld vrij sedentair en migreren hooguit over korte afstanden.

De vrouwtjes zijn in hun eerste jaar al vruchtbaar maar paren vaak pas in hun tweede jaar. Mannetjes worden net als de vrouwtjes seksueel actief gedurende hun tweede jaar maar doen pas mee in de bronsttijd vanaf hun vierde à vijfde jaar. De bronsttijd valt in de herfst en duurt 3 tot 4 weken. Individuele mannetjes doen hier over het algemeen maar 10 dagen aan mee. Het paargedrag verschilt per populatie en is afhankelijk van het mannetje dat in het ene geval slechts één enkel vrouwtje beschermt en in het andere geval een hele groep.

Na 208 tot 240 dagen draagtijd worden de jongen geboren. De meest gunstige tijd voor een rendiervrouwtje om haar nakomelingen op de wereld te zetten is de lente. Dan is het aangenaam weer en is er genoeg voedsel. In de meeste natuurlijke rendierpopulaties overleeft de helft van de jongen de eerste 6 maanden niet als gevolg van predatie. Met name de wolf is een grote boosdoener. Bij volwassen dieren zorgen aanvallen van roofdieren ook voor de meeste doden. Daarnaast sterven ze als gevolg van verdrinking, gevechten tussen mannetjes, het baren van de jongen, ongelukken, ziekte en ondervoeding. De gemiddelde leeftijd van een rendier in het wild is 4-4,5 jaar. Mannetjes worden in de meeste gevallen niet ouder dan 13 en vrouwtjes niet ouder dan 17 jaar. Mannetjes hebben dus een hoger sterfte cijfer.



Foto 1 Een rendier
(*Rangifer tarandus*)

³¹31. Weinstock, 2002.

Het sterfte cijfer van de mannetjes begint vanaf hun 3^e of 4^e jaar te stijgen ten opzichte van het sterfte cijfer van de vrouwtjes. De verhouding van mannetjes en vrouwtjes is bij de geboorte 1:1 en verandert op den duur naar respectievelijk 1:2. Deze verandering is het gevolg van het feit dat de mannetjes actief worden in de bronsttijd. De individuen die hier aan meedoen eten niet gedurende deze periode waardoor hun lichaamsconditie snel afneemt. Ze gaan daarom over het algemeen de winter in zonder of met gereduceerde vetreserves ondanks het feit dat er in de winter een voedselschaarste is. De meeste mannetjes sterven in deze periode als gevolg van ondervoeding. Vrouwtjes hebben de slechtste lichaamsconditie aan het eind van de winter en het begin van de lente wanneer de jongen geboren worden en er melkafgifte plaatsvindt. De vrouwtjes gaan echter minder snel dood omdat ze minder reserves verliezen en omdat ze in de volgende seizoenen, de lente en de zomer, genoeg te eten hebben om weer aan te sterken.

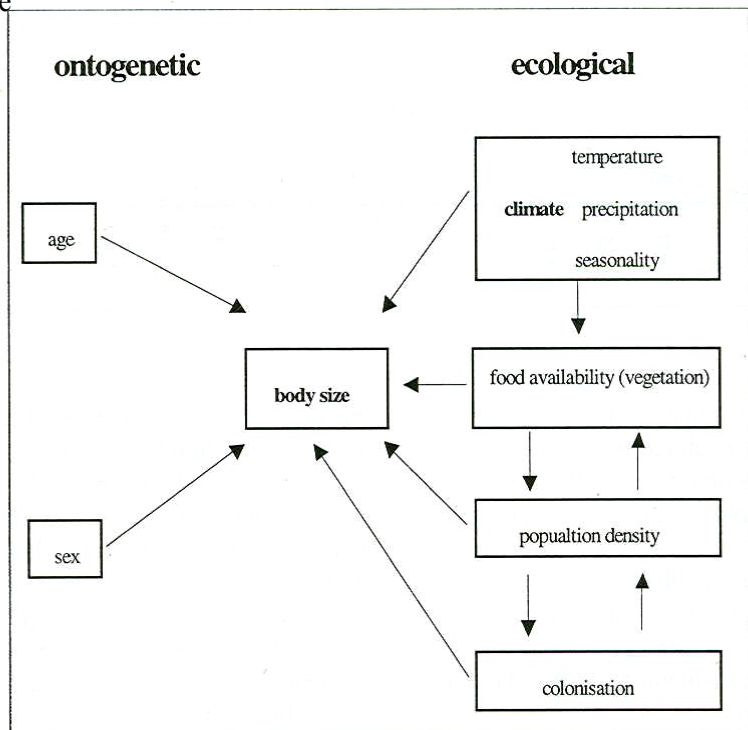
10. De variatie in lichaamsgrootte bij rendieren

De aan- of afwezigheid van diersoorten in een fossiele collectie wordt vaak gebruikt als klimaats- of landschapsindicator. Deze indicatoren kunnen onder andere helpen bij de datering van een site. Het lokaal uitsterven en de verschijning van nieuwe soorten is over het algemeen het gevolg van grote veranderingen in de leefomgeving van een dier. Naast deze grote veranderingen zijn dieren ook onderhevig aan meer subtiele veranderingen van hun omgeving. Middelgrote en grote dieren hebben een groot vermogen om zich fysiek en ethologisch aan deze kleinere veranderingen aan te passen. Aanpassingen vinden vaak plaats in het lichaam of leefgedrag van een dier. Een voorbeeld hiervan is de verandering in lichaamsgrootte.³²

De lichaamsgrootte (hiermee bedoeld de massa van het lichaam) van een dier is heel belangrijk. Het correleert met de metabolische en fysiologische variabelen van het lichaam en daarnaast ook met veel ecologisch relevante karakteristieken zoals dieet, populatiedichtheid, groeisnelheid van een populatie, grootte van de homerange en gedrag.

De factoren die de lichaamsgrootte beïnvloeden kunnen verdeeld worden in twee groepen, ontogenetische en ecologische factoren (Fig. 3). De twee ontogenetische factoren die belangrijk zijn voor dit onderzoek zijn leeftijd en sekse. Het is algemeen bekend dat het lichaam van een dier groter wordt naarmate deze ouder wordt. Met name bij rendieren is de sekse ook erg van belang voor de grootte. De leeftijd en de sekse bepalen voor een groot deel de grootte van het lichaam.

Rendieren groeien gedurende de eerste 6 maanden heel snel. Als ze 12 maanden oud zijn hebben ze al 80-90% van een skeletgroei voltooid en 40-50% van hun asymptotisch gewicht bereikt. De meeste groei vindt plaats in het eerste half jaar na de geboorte. Na een half jaar breekt namelijk de winter aan en gedurende deze periode is er minder voedsel beschikbaar waardoor het gewicht minder snel toeneemt. In de eerste fase van het leven van de



Figuur 3 De factoren die van invloed zijn op de lichaamsgrootte van *Rangifer tarandus*. (Weinstock, 2000a)

³²32. Weinstock, 1999.

rendierjongen vindt er met name skeletgroei plaats. Hiermee wordt bedoeld de groei van botten in de lengte. De breedte- en dieptegroei (met de dieptegroei wordt bedoeld de groei in anterieure-posterieure afmeting) van de botten begint pas in een later stadium. De breedte- en dieptegroei is meer afhankelijk van het gewicht. Het eindpunt van de breedte- en dieptegroei van de verschillende botten wordt op verschillende leeftijden bereikt.

De lengtegroei is bij mannetjes en vrouwtjes rendieren gelijk. De breedte- en dieptegroei verschillen echter per sekse. Het lichaamsgewicht van vrouwelijke rendieren neemt tot ongeveer hun derde jaar en bij mannetjes tot ongeveer hun vijfde à zesde jaar toe. Doordat de vrouwtjes eerder hun asymptotisch gewicht bereiken dan de mannetjes ontstaat er seksueel dimorfisme. De grootte van het dimorfisme verschilt per populatie en is afhankelijk van de hoeveelheid voedsel en de mate van activiteit tijdens de reproductie.

De grootte van het lichaam van een mannetje wordt beïnvloed door de concurrentiestrijd die de mannetjes met elkaar voeren gedurende de bronsttijd. In deze periode is het belangrijk voor een mannetje om een groot lichaam en gewei te hebben want daarmee ben je in het voordeel ten opzichte van andere mannetjes en krijg je de meeste vrouwtjes en dus de meeste nakomelingen. De lichaamsgrootte van het vrouwtje is afhankelijk van het feit of zij blijft doorgroeien nadat ze volwassen is. Als er weinig voedsel is dan stopt het vrouwtje met groeien zodat ze meer energie over heeft voor het reproduceren van nakomelingen.

Naast de ontogenetische factoren zijn er ook ecologische factoren die de lichaamsgrootte beïnvloeden. De temperatuur wordt vaak genoemd als belangrijke ecologische factor. Bergmann heeft daar een speciale regel voor opgesteld die luidt dat zoogdiersoorten uit koudere klimaten over het algemeen groter zijn dan hun soortgenoten uit warmere gebieden. Tegenwoordig wordt deze regel echter vaak aangevochten omdat er veel uitzonderingen op blijken te zijn. Eén van deze uitzonderingen is ook het rendier. De rendieren die tegenwoordig in midden Noord-Amerika en Europa leven zijn namelijk groter dan degene uit de meest noordelijk gelegen gebieden op deze continenten.

De lichaamsgrootte van verschillende populaties binnen een soort kunnen ook op een andere manier verklaard worden, namelijk met behulp van de seizoenen. Seizoenen worden gekarakteriseerd door fluctuaties in de aanwezigheid van voedsel. Dieren moeten het seizoen waarin het voedsel schaars is zien te overleven. De lichaamsgrootte is een adaptatie aan het wisselen van de seizoenen en dus het wisselen van de hoeveelheid beschikbare voedsel. In andere woorden, de lichaamsgrootte is een functie van de tijd waarin groeiende individuen onbelemmerd toegang hebben tot voedsel van de hoogste kwaliteit. Rendieren hebben dus in Noord-Amerika en Europa betere toegang tot voedsel dan in het veel koudere noorden en worden in de eerst genoemde gebieden dan ook groter. Voor soorten die minder ver noordelijk voorkomen kan het omgekeerde gelden. Voor hen gaat *Bergmann's rule* wel op.

De strengheid van met name het winterseizoen speelt een belangrijke rol bij de lichaamsgrootte van rendieren. In de meeste noordelijke gebieden is er sprake van een winterbottleneck. In deze periode is de sterfte het hoogst. Hierbij geldt hoe strenger de winter hoe groter de sterfte. De sterfte in de winter zorgt er echter voor dat de competitie binnen een soort in het seizoen erna afneemt waardoor de kwantiteit en de kwaliteit van het voedsel per individu kan toenemen. Het gevolg van deze gereduceerde competitie is ook dat de lengte van het groeiseizoen toeneemt. Dit alles leidt tot individuen met een groter lichaam dan in populaties waar de winterbottleneck meer open is.

Lichaamsgrootte wordt ook beïnvloed door de populatiedichtheid. Het effect van de populatiedichtheid op de lichaamsgrootte verschilt per soort want deze is afhankelijk van het type dier. Bij territoriale dieren is de lichaamsgrootte direct verbonden met populatiedichtheid. Bij niet-territoriale dieren is de lichaamsgrootte verbonden met factoren die afhankelijk zijn van de populatiedichtheid zoals de hoeveelheid voedsel. Het rendier behoort tot de laatste groep. Wanneer de populatiedichtheid klein is, bijvoorbeeld als gevolg van een zware winterbottleneck of in het geval dat de rendieren een groot gebied hebben om in te leven, is er meer voedsel beschikbaar en neemt de lichaamsgrootte van de rendieren toe.

De invloed van de hoeveelheid voedsel en de populatiedichtheid is ook te zien in een door rendieren net gekoloniseerd gebied. In deze gebieden is er in eerste instantie een grote hoeveelheid voedsel waardoor de lichaamsgrootte toeneemt. Na verloop van tijd neemt de lichaamsgrootte echter

ook weer af omdat het voedsel schaars wordt. Door de selectie die inmiddels plaats heeft gevonden voor dieren met een groter lichaamsgewicht zal het lichaamsgewicht echter niet meer dalen tot het niveau van de oorspronkelijke individuen die het gebied koloniseerden.

Hoe groot is de kans dat we kleine variaties in lichaamsgrootte in de archeologische populaties terugvinden? Deze kans is niet zo groot want de meeste sites zijn een accumulatie van rendiermateriaal van mogelijk honderden jaren. De variaties die je meet in een dergelijke fossiele populatie zijn niet de kleine variaties maar het gemiddelde hiervan. Om deze gemiddelde variatie te kunnen gebruiken bij archeologisch onderzoek moeten we op zoek naar de factoren die continu het aantal dieren binnen een populatie reguleren maar die wel geografisch en chronologisch variëren in intensiteit en effect. Twee factoren lijken te voldoen aan deze criteria, namelijk predatie en de winterbottleneck.

Predatie blijkt echter toch niet geschikt om de verschillen in grootte te verklaren. De predatiedruk op de verschillende kuddes verschilt namelijk niet veel van elkaar omdat de roofdieren, bij rendieren met name wolven, ook afhankelijk zijn van de hoeveelheid voedsel. De grootte van de kudde rendieren bepaalt dus hoeveel wolven er in de omgeving van kunnen leven. Zijn er teveel wolven dan neemt het aantal rendieren af waardoor vervolgens minder wolven te eten hebben en het aantal wolven ook daalt. Kortom de predatiedruk is gerelateerd aan de hoeveelheid rendieren.

De winterbottleneck is wel een goede factor om de variatie in grootte te verklaren. De strengheid van de winterbottleneck, veroorzaakt door het klimaat, beïnvloedt het beschikbare voedsel en dus de populatiedichtheid en indirect de lichaamsgrootte. In tegenstelling tot predatie varieert de strengheid van de winter wel geografisch en chronologisch. De winterbottleneck is dus van groot belang in het verklaren van de verschillen in lichaamsgrootte in pleistocene rendierpopulaties.

11. Het onderzoek

11.1 De selectie van de skeletelementen

Voor het geplande onderzoek moet eerst de gemiddelde lichaamsgrootte van de rendieren uit Woerden vastgesteld worden zodat deze vergeleken kan worden met de gemiddelde waarden uit de rest van Europa. Niet al het botmateriaal is geschikt voor het bepalen van de lichaamsgrootte. Daarom moet er eerst een selectie gemaakt worden uit het aanwezige rendiermateriaal.

Het craniale botmateriaal wordt om verschillende redenen niet gebruikt bij de bepaling van de lichaamsgrootte. Ten eerste zijn relatief complete fossiele schedels zeldzaam. Bepaalde elementen uit de schedel die wel vaak worden gevonden zoals tanden zijn over het algemeen wel goed te gebruiken in paleontologische onderzoeken maar voor dit onderzoek zijn zij niet geschikt. Dit komt omdat tanden heel stabiel zijn en veel langzamer reageren op veranderingen in de omgeving die de lichaamsgrootte wel beïnvloeden.

In tegenstelling tot het craniale botmateriaal is er bij hoefdieren wel een grote correlatie tussen de maten van de postcraniale elementen en de massa van het lichaam. De postcraniale botten hebben dus een aan lichaamsgewicht gerelateerde omvang. Niet alle postcraniale elementen spelen een even grote rol in het dragen van het gewicht en dus niet alle elementen correleren even goed met de lichaamsgrootte. De postcraniale elementen die goed correleren met het lichaamsgewicht en dus gebruikt kunnen worden in het onderzoek zijn: atlas, axis, scapula, humerus, radius, ulna, metacarpus, pelvis, femur, tibia, astragalus, calcaneum, os centrotarsale en de metatarsus. De maten van de phalangen kunnen niet gebruikt worden omdat bij gebruik van deze elementen het duidelijk moet zijn van welke voet de phalange afkomstig is en welke positie deze had binnen de voet. Bij fossiel materiaal is het heel moeilijk om dit vast te stellen.

De lichaamsgrootte is afhankelijk van de leeftijd en daarom moeten in een ideale situatie alleen de maten van de volwassen dieren worden vergeleken. Botten van hele jonge individuen kunnen er gemakkelijk uitgesorteerd worden op basis van het ontbreken van de epifyses. Botten van subadults zijn lastiger te herkennen omdat het zelden gebeurt dat botten met één of meer laat fuserende epifyses helemaal bewaard blijven.

Voor dit onderzoek zijn alleen botten gemeten die helemaal waren volgroeid of waarvan zeker was dat ze afkomstig waren van een subadult. De botten die al op jonge leeftijd volgroeien zijn ook

gebruikt in dit onderzoek. Het gaat daarbij om scapula, pelvis, metacarpus, metatarsus, calcaneum en astragalus. Hiervoor is gekozen omdat J. Weinstock deze elementen ook heeft gemeten en gebruikt in zijn onderzoeken. Het is van belang dat het onderzoek naar de botten van Woerden zoveel mogelijk overeenkomt met die van J. Weinstock omdat de in ons onderzoek gebruikte standaard door hem is berekend. Bij de beschrijving van het materiaal zal nader worden ingegaan op welke botten zijn gemeten en waarom.

De lengtematen van de lange beenderen correleren minder goed met de lichaamsgrootte dan de diepte- en breedtematen. De lengtematen zijn dus niet gebruikt in dit onderzoek. Alle maten zijn genomen volgens Weinstock, 2000a (Fig. 24 t/m 34). Weinstock heeft de meeste maten gebaseerd op Von den Driesch, 1976 maar hij heeft er breedte- en dieptematen aan toegevoegd. De maten zijn genomen met een digitale schuifmaat en afgerond op één cijfer achter de komma.

11.2 De methode

Om de relatieve grootte van de rendieren uit de collectie van Woerden vast te stellen is de VSI (*Variability Size Index*) methode gebruikt. Deze methode is gebaseerd op het vergelijken van materiaal met een standaardpopulatie. Er zijn twee redenen om deze methode te gebruiken. Ten eerste kun je met deze methode over een kleine populatie toch veel zeggen. Dit is met name in archeologisch onderzoek, waarin de populaties vaak bestaan uit slechts een aantal fragmenten, erg handig. Daarnaast houdt deze methode er rekening mee dat niet alle maten dezelfde verhouding hebben tot elkaar zoals bij een standaard individu. Binnen deze methode wordt dus rekening gehouden met de variabiliteit binnen een populatie.

Met de VSI-methode wordt een index berekend voor een bepaalde maat van een skeletelement. De formule die bij het berekenen van de indices gebruikt wordt is:

$$VSI = ((x-m)/(2*s))*50$$

De letter **x** geeft de waarde van het fragment voor een gegeven parameter weer, bijvoorbeeld de distale breedte van de radius; **m** is het gemiddelde van dezelfde parameter uit de standaardpopulatie; en **s** is de standaarddeviatie van de standaardpopulatie.

Met de indices van alle maten die van een bepaald skeletelement genomen zijn wordt een gemiddelde VSI berekend voor dat element. De VSI-waarde is positief als het element groter is dan de standaard en negatief als het element kleiner is. De gemiddelde VSI-waarden van alle gebruikte fragmenten worden vervolgens in een histogram gezet en deze is te vergelijken met de histogrammen van andere populaties. Door alle VSI's van alle fragmenten bij elkaar op te tellen en te delen door het aantal gebruikte fragmenten wordt de gemiddelde VSI voor de site Woerden berekend. Op dezelfde manier is ook de gemiddelde VSI voor alle elementen afzonderlijk berekend.

Weinstock heeft voor de statistische analyse het softwarepakket PC-STATISTIK gebruikt. Dit pakket was voor dit onderzoek niet beschikbaar. De berekeningen zijn daarom met behulp van Excel uitgevoerd.

11.3 De standaardpopulatie

De standaardpopulatie wordt gevormd door het rendiermateriaal uit Stellmoor (Tab. 6). Stellmoor is een openlucht site gelegen in een vallei ten noorden van Hamburg in Noord-Duitsland. De site is opgegraven door A. Rust gedurende de jaren '30 en bestaat uit twee bewoningsniveaus. Het eerste niveau is de Hamburgian-laag die dateert uit het Bølling-interstadiaal. Het tweede niveau is de Ahrensburgian-laag en deze heeft een Jonge Dryas datering van rond de 10 ka BP. In deze tweede laag zijn 18.000 rendier botten gevonden. Het is deze laag die de standaard vormt in dit onderzoek.³³

Deze site is als standaard gekozen omdat het botmateriaal heel goed bewaard is gebleven, er vrij veel complete botten aanwezig zijn, de botten op de site in een voor de archeologie zeer korte tijd

³³33. Weinstock, 2000b.

zijn achtergelaten waardoor de botten een homogene en mogelijk bijna biologische populatie vormen en tot slot omdat de hoeveelheid meetbare fragmenten zorgt voor een betrouwbare kwantificatie van de variabiliteit binnen de populatie.

De populatie rendieren uit de Ahrensburgian-laag in Stellmoor bevat zowel mannelijke als vrouwelijke dieren. De gender compositie is gelijk aan de normale samenstelling van een kudde, namelijk 2:1 in het voordeel van de vrouwtjes. De aanwezigheid van mannelijke en vrouwelijke dieren in een natuurlijke verhouding plus het feit dat er rendieren van allerlei verschillende leeftijden zijn gevonden wijst erop dat er *non-selecting* jacht heeft plaats gevonden. Daarnaast is er waarschijnlijk wel sprake geweest van selectieve verwerking van de prooi, met de voorkeur voor mannetjes dieren. Dit wordt gedacht omdat er duidelijk meer geweien en cervicale wervels van mannetjes dan van vrouwtjes dieren zijn gevonden.

11.4 Het materiaal

Het botmateriaal dat gebruikt is voor het onderzoek naar de lichaamsgrootte van de rendieren uit Woerden bestaat uit de volgende elementen: scapula, humerus, radius, ulna, metacarpus, pelvis, femur, tibia, astragalus, calcaneum en metatarsus. De elementen atlas, axis en os centrotarsale zouden ook voor dit onderzoek gebruikt kunnen worden maar waren in het materiaal uit Woerden niet aanwezig of konden niet met zekerheid als *Rangifer tarandus* gedetermineerd worden.

Om een goed beeld te krijgen van het materiaal en daarmee de betrouwbaarheid van de uitkomst van de VSI in te kunnen schatten wordt hieronder per skeletelement een beschrijving van het materiaal gegeven. De hieronder genoemde leeftijden van volgroeing zijn afkomstig uit tabel 7 van Hufthammer, 1995.

Scapula - De tuber scapulae volgroeit al vrij snel, namelijk tussen de 2 en 6 maanden. Een volgroeide scapula wijst er dus niet op dat het dier volwassen is. Vanwege al eerder genoemde redenen (zie hoofdstuk 'De selectie van de skeletelementen.') zijn de maten van deze elementen toch opgenomen in het onderzoek. In totaal zijn er 15 scapulae opgemeten (Tab. 8).

De maat LG was lastig te bepalen omdat het niet eenvoudig was de schuifmaat in de juiste stand te krijgen. Deze maten zijn dus mogelijk niet altijd precies en moeten eigenlijk gezien worden als een $\pm$ waarde. De maat SLC is bij een aantal fragmenten niet genomen en ontbreekt dus in tabel 8.

Humerus - De distale kant van de humerus volgroeit tussen de 6 en 15 maanden. De proximale kant volgroeit tussen de 3,5 en 4,5 jaar. De humeri met onvolgroeide proximale uiteinden of ontbrekende proximale uiteinden zijn niet gemeten want deze zijn afkomstig van een juveniel of mogelijk juveniel individu. In het laatste geval is alleen de vroeg volgroeide kant gevonden. We hebben slechts 2 botten kunnen meten (Tab. 9) omdat de botten over het algemeen niet goed bewaard zijn gebleven en veelal erg verweerd waren aan met name de proximale en/of distale uiteinden.

Radius - De proximale kant van de radius volgroeit tussen de 4 en 10 maanden. Het distale uiteinde volgroeit tussen de 3 en 4 jaar. De radii met onvolgroeide distale uiteinden of ontbrekende distale uiteinden zijn niet gemeten want deze zijn afkomstig van een juveniel of mogelijk juveniel individu. In totaal zijn er 14 botten gemeten (Tab. 10).

Ulna - De proximale kant van de ulna volgroeit tussen de 3,5 en 4 jaar. Alle ulnae met onvolgroeide proximale uiteinden of ontbrekende proximale uiteinden zijn niet gemeten want deze zijn afkomstig van een juveniel of mogelijk juveniel individu. 4 Ulnae waren proximaal volgroeid en zijn dus opgemeten (Tab. 11).

Metacarpus - De epifyse en diafyse van het proximale uiteinde is bij de metacarpalen al bij de geboorte gefuseerd. Het distale uiteinde volgroeit tussen de 1,5 en 2,5 jaar. Wanneer een metacarpus compleet volgroeid is dan hoeft dit dus niet te betekenen dat het afkomstig is van een subadult of adult. Toch zijn alle metacarpalen met een volgroeide distale kant vanwege al eerder genoemde

redenen opgemeten (zie hoofdstuk 'De selectie van de skeletelementen.') en gebruikt in het onderzoek. In totaal zijn er 18 metacarpalen opgemeten (Tab. 12).

De maten BmC en BIC waren lastig te nemen omdat het niet eenvoudig was om de juiste positie van de schuifmaat te bepalen. Deze maten zijn dus mogelijk niet altijd precies en moeten eigenlijk gezien worden als een $\pm$ waarde.

Pelvis - Het acetabulum volgroeit rond de 13 maanden. Een volgroeid acetabulum wijst er dus niet op dat het dier volwassen is. Toch zijn alle 8 pelves met een volgroeid acetabulum opgemeten en gebruikt in het onderzoek (Tab.13).

Femur - Het proximale en distale uiteinde van de femur volgroeit tussen de 3 en de 4 jaar, dus alle femora met één of twee volgroeide epifyses zijn gemeten. Dit betrof een aantal van 7 femora (Tab.14).

Tibia - De proximale uiteinde van de tibia volgroeit tussen de 1,5 en 2,5 jaar. Het distale uiteinde volgroeit tussen de 3 en 4 jaar. Alle tibiae met onvolgroeide distale uiteinden of ontbrekende distale uiteinden zijn niet gemeten want deze zijn afkomstig van een juveniel of mogelijk juveniel individu. In totaal zijn er 7 tibiae gemeten (Tab. 15).

Voor alle gemeten tibiae geldt dat de zijden aan de proximale kant zijn verweerd waardoor de waarden mogelijk iets te laag zijn. Daarom moeten we de Bp maat altijd zien als een $\pm$ waarde. De proximale epifyses van de botten 1483 en 1586 zijn vergroeiend wat inhoudt dat deze individuen tussen de 3 en 4 jaar oud waren en dus subadult.

Astragalus - Het is niet duidelijk op welke leeftijd de astragalus volgroeit of dat deze al compleet volgroeid is bij de geboorte. Er zijn in ieder geval alleen volgroeide astragali gebruikt. In totaal zijn er 17 astragali opgemeten (Tab.16).

Calcaneum - Het calcaneum is volgroeid tussen de 1,5 en 3,5 jaar. Voor dit onderzoek zijn 3 compleet volgroeide calcanea gemeten (Tab. 17).

Metatarsus - De proximale zijde is bij de metatarsus bij de geboorte al volgroeid. Het distale uiteinde volgroeit tussen de 1,5 en 2,5 jaar. Alle metatarsalen met onvolgroeide distale uiteinden of ontbrekende distale uiteinden zijn niet gemeten want deze zijn afkomstig van een juveniel of mogelijk juveniel individu. In totaal zijn er 14 metatarsalen gemeten (Tab. 18).

De maten BmC en BIC waren net zoals bij de metacarpus moeilijk te nemen omdat het niet eenvoudig was de positie van de schuifmaat te bepalen. Deze maten zijn dus mogelijk niet altijd precies en moeten eigenlijk gezien worden als een $\pm$ waarde.

11.5 De VSI van Woerden

In totaal zijn er 109 botten gemeten en de VSI-waarden van alle 109 botten, zoals deze in de tabellen 8 t/m 18 staan vermeld, zijn gemiddeld tot één VSI-waarde voor de groep rendieren uit Woerden. De gemiddelde VSI voor Woerden is -56,16 met een standaarddeviatie van 26,26, een minimum van -142,81 en een maximum van -8,84 (Tab. 19). De VSI-waarde van Woerden is heel laag, lager dan de laagste door Weinstock gemeten VSI-waarde van -45,56. (Voor de door Weinstock berekende VSI-waarden en standaarddeviaties zie tabel 20 t/m 23) De standaarddeviatie is ongeveer gelijk aan het gemiddelde van Weinstock omdat voor de rendieren uit Woerden geldt dat zowel de minimum- als maximumwaarden laag zijn.

Alle 109 VSI-waarden uit Woerden zijn uitgezet in een histogram (Fig. 13). Dit histogram geeft de frequentiedistributie van de VSI-waarden uit Woerden weer. De curve van de frequentiedistributie wordt beïnvloed door de sekse van de volwassen en bijna volwassen dieren. De frequentie distributie laat duidelijk twee pieken zien. De linker piek is vrij groot en de rechter piek is kleiner. De linker piek in de curve representeert de vrouwelijke individuen want die zijn over het algemeen kleiner dan de mannelijke individuen die worden weergegeven door de rechter piek. Het feit dat de linker piek groter is betekent dat er meer vrouwtjes gevonden zijn dan mannetjes.

12. Eén populatie

Om de VSI-waarden van Woerden te kunnen gebruiken voor een ouderdomsbepaling van het materiaal moeten we eerst weten of de rendierbotten uit Woerden afkomstig zijn uit één populatie. Om dit te bepalen is het van belang het begrip populatie te definiëren.

In de meest algemene zin van het woord is een populatie een verzameling van mensen of organismen van een bepaalde soort die leeft in een bepaald geografisch gebied. Het woord populatie wordt echter in verschillende onderzoeksrichtingen gebruikt en de definitie ervan verschilt per keer.

In de zoölogie is de definitie als volgt:

[citaat] *A group of organisms, all of the same species, that occupies a particular area. The term is used of the number of individuals of a species within an ecosystem, or (statistically) of any group of like individuals.*³⁴

Een archeologische definitie van een populatie bestaat er niet. Een populatie in de archeologie is namelijk een *assemblage* (vondstgroep). De definitie van *assemblage* is:

[citaat] *A group of artifacts related to each other based upon recovery from a common archaeological context. Assemblage examples are artifacts from a site or feature.*³⁵

De rendierbotten uit Woerden vormen een *assemblage*. De vraag is of deze *assemblage* bestaat uit individuen uit één populatie. Een populatie wordt onder andere gekenmerkt door het feit dat de individuen uit een populatie gelijktijdig of min of meer gelijktijdig leven of geleefd hebben. In de archeologie, en met name in de archeologie van het Pleistoceen, is het moeilijk om individuen uit één populatie op een specifiek moment te onderscheiden van individuen uit een periode honderd jaar later. Dit komt omdat de enige mogelijkheid om een populatie vast te stellen is met behulp van stratigrafische lagen of duidelijke verschillen binnen één vondstcategorie. De individuen uit een populatie die bestaat uit een archeologische *assemblage* kunnen dus, in tegenstelling tot individuen uit een zoölogische populatie, mogelijk niet tegelijkertijd geleefd hebben. Deze individuen behoren toch tot één populatie omdat ze gemeenschappelijke kenmerken bezitten.

Niet elk individu is hetzelfde en tussen de kenmerken van, in dit geval, de botten bestaan verschillen. Binnen een populatie is er sprake van natuurlijke variatie. Daarnaast zijn er ook verschillen tussen populaties veroorzaakt door bijvoorbeeld verschillende leefomstandigheden. De verschillen tussen populaties zijn vaak groter dan de verschillen binnen een populatie en blijven daardoor duidelijker zichtbaar. Een populatie is dus te herkennen aan de mate van verschil tussen de kenmerken van de botten.

De vraag is nu of de rendieren uit Woerden tot één populatie behoren? Het antwoord op deze vraag is niet gemakkelijk te verkrijgen omdat van Woerden geen stratigrafische gegevens bekend zijn. Het is dus niet bekend of al het rendiermateriaal afkomstig is uit één laag. De botten kunnen bovendien in principe afkomstig zijn uit het gehele Pleistoceen. In het eerste deel van de MA-thesis hebben we de datering van het rendiermateriaal weten te beperken tot Weichselien. Het Weichselien is echter klimatologisch een gevarieerde periode van ongeveer 115 duizend jaar. In deze periode hebben er ongetwijfeld verschillende rendierpopulaties in Nederland geleefd.

Op welke manier is het nog meer mogelijk een populatie te herkennen? Voordat deze vraag kan worden beantwoord moet eerst duidelijk zijn of er voldoende materiaal beschikbaar is om de conclusies op te baseren. In totaal zijn er 109 rendierbotten uit Woerden gemeten. 21 Van de 34 door Weinstock onderzochte sites (allemaal bevatten ze één populatie per site) telden minder botten dan dit

³⁴34. Allabey, 1996.

³⁵35. www.archaeolink.com/glossary-p.htm

aantal. 109 Botten lijkt dus voldoende om te kunnen vaststellen of er wel of niet sprake is van één populatie.

Behoren al deze 109 botten ook tot dezelfde populatie? Er zijn twee manieren om dit te bepalen. Ten eerste is er de mogelijkheid om te kijken of alle botten samen een eenheid vormen. Verschillen de maten erg van elkaar of is er sprake van natuurlijke variatie? Ten tweede is het met de gegevens uit dit onderzoek ook mogelijk om de samenstelling van de populatie vast te stellen. Zijn de verhoudingen binnen de *assemblage* van rendierbotten uit Woerden hetzelfde als die binnen een natuurlijke populatie, dus zowel bestaande uit jonge als volwassen dieren en een verhouding van volwassen vrouwtjes en mannetjes van respectievelijk 2:1? Is er geen verhouding van 2:1 dan hoeft dit niet te betekenen dat we te maken hebben met verschillende populaties. Het is dan echter niet op deze manier te bewijzen dat de *assemblage* bestaat uit botten afkomstig uit één populatie. Is er sprake van veel kauw- of snijsporen, kortom zijn de rendieren gestorven als gevolg van jacht of predatie, dan zijn er mogelijk andere verhoudingen binnen de *assemblage*. Deze verhoudingen zijn veroorzaakt door selectie van de gedode dieren door mensen of roofdieren. Omdat deze verhoudingen bekend zijn en verklaard kunnen worden is het in deze gevallen wel mogelijk vast te stellen dat het gaat om één populatie.

Om vast te stellen of de groep botten een eenheid vormt kijken we naar de variatie van de maten binnen de groep. De variatie van de maten wordt weergegeven door de standaarddeviatie. De gemiddelde standaarddeviatie van alle populaties die Weinstock heeft gemeten is 25,77. De standaarddeviatie van Woerden is 26,26. Deze waarde komt min of meer overeen met de gemiddelde standaarddeviatie van Weinstock. De variatie tussen de maten van Woerden is dus ongeveer gelijk aan de variatie binnen één populatie. Daarnaast is vast te stellen dat er sprake is van een natuurlijke populatie waarin zowel volwassen als jonge dieren voorkomen en gezien de vorm van de VSI-curve met een vrouw-man verhouding van respectievelijk 2:1. De conclusie luidt dus dat de rendieren uit Woerden hoogstwaarschijnlijk behoren tot één populatie. Dit is een opmerkelijk en belangrijk resultaat. Fossielen en collecties zoals die uit Woerden worden vaak beschouwd als waardeloos omdat een stratigrafische context ontbreekt. Deze uitkomsten bewijzen dat het met materiaal zonder context toch mogelijk is om vast te stellen dat er sprake is van een populatie. Met deze kennis over de rendieren uit Woerden is de weg vrij gemaakt voor verder onderzoek.

13. De betrouwbaarheid

De VSI-waarde van Woerden is zoals gezegd in hoofdstuk 11.5 heel laag. Het is daarom van belang de betrouwbaarheid te testen van het materiaal. Ondanks dat er in het vorige hoofdstuk op basis van de samenstelling van de *assemblage* is vastgesteld dat het gaat om één populatie moet er voor de betrouwbaarheid van het onderzoek getest worden of de lage VSI-waarde niet het gevolg is van overrepresentatie van vrouwelijke en/of juveniele dieren. Deze overrepresentatie kan veroorzaakt worden door selectie van jagers of roofdieren. Als eerst wordt er geprobeerd de mogelijke overrepresentatie van vrouwelijke dieren uit te sluiten door middel van een sekse determinatie.

Het seksueel dimorfisme tussen de lichaamsgrootte van mannelijke en vrouwelijke rendieren wordt het best gereflecteerd door de diepte- en breedtematen. Het dimorfisme is echter niet bij alle skeletelementen even duidelijk te zien. Bij rendieren dragen de voorpoten het meeste gewicht en deze geven het verschil tussen mannetjes en vrouwtjes dus het duidelijkst weer. Botten uit de voorpoten die met name goed gebruikt kunnen worden zijn de lange beenderen: humerus, radius en metacarpus. Naast deze drie kunnen we ook de axis gebruiken omdat deze de nek omhoog houdt en dus ook een deel van het gewicht draagt.

De axis ontbreekt in het materiaal uit Woerden en van de humeri was het niet mogelijk alle benodigde maten te nemen. De radii en metacarpalen konden wel gebruikt worden. Hiervan zijn de volgende maten tegen elkaar uitgezet.

Radius proximaal:

- grootste breedte (Bp)
- grootste breedte van het articulatie oppervlak (BFp)

Metacarpus proximaal:

- diepte (Dp)
- grootste breedte (Bp)

Metacarpus distaal:

- diepte (Dd)
- grootste breedte (Bd)³⁶

Van de radii en de proximale metacarpalen zijn er te weinig botten en dus te weinig punten om iets over het aantal vrouwtjes en mannetjes te kunnen zeggen (Fig. 14 en 15). De maten van de distale metacarpalen leveren wel genoeg punten in het diagram op (Fig. 16). In de puntenwolk zijn duidelijk twee groepen te onderscheiden. De eerste groep bevat 9 punten en ligt schuin links onder de tweede groep die 8 punten bevat. De maten van de eerste groep zijn kleiner dan die van de tweede groep. De eerste groep bestaat dus uit vrouwelijke dieren. Dit betekent dat er 9 vrouwelijke metacarpalen en 8 mannelijke metacarpalen in het materiaal aanwezig zijn wat inhoudt dat er geen sprake is van overrepresentatie van vrouwtjes dieren. Deze conclusie is echter alleen gebaseerd op één botelement wat een beetje weinig is voor een solide conclusie. Daarom kijken we ook naar de maten van de distale metatarsus en naar de dikte van de ventro-mediale rand van het acetabulum

De distale metatarsus wordt gebruikt voor aanvullend onderzoek omdat hiervan genoeg maten beschikbaar zijn en omdat de maten van dit element op dezelfde manier als die van de metacarpus in het diagram gezet kunnen worden. In de geraadpleegde literatuur staat namelijk niet welke maten van de botten uit de achterpoot gebruikt moeten worden en hoe deze tegen elkaar uitgezet moeten worden. De tegen elkaar uitgezette maten van de distale metatarsus laten een minder duidelijk beeld zien dan de maten van de metacarpus maar toch zijn er twee groepen te onderscheiden (Fig. 17). De groep van de vrouwtjes bevat 9 punten en de groep van de mannetjes 5. Een verschil van 4 lijkt op een overrepresentatie van vrouwtjes maar een verhouding van vrouwtjes tot mannetjes van respectievelijk 9:5 is nog steeds ongeveer gelijk aan de verhouding van een natuurlijke populatie, namelijk 2:1.

De ventro-mediale rand van het acetabulum is bij mannelijke rendieren dikker dan bij vrouwelijke.³⁷ In totaal zijn er 7 acetabula opgemeten, de maten zijn in een staafdiagram weergegeven (Fig. 18). Naar eigen mening is in dit diagram te zien dat er 3 staven boven de andere uitsteken. Dit betekent dat er sprake is van 4 vrouwtjes en 3 mannetjes pelvissen. De conclusie is dus dat er voor de derde maal geen sprake is van overrepresentatie van vrouwelijke rendieren. De eindconclusie luidt dan ook dat de lage VSI-waarde van Woerden niet is veroorzaakt door overrepresentatie van vrouwelijke dieren.

Vervolgens moet er nog uitgesloten worden dat de VSI-waarde is veroorzaakt door overrepresentatie van juveniele dieren. Dit doen we op twee manieren. Ten eerste gaan we de VSI voor Woerden berekenen zonder de risicobotten. Met risicobotten wordt bedoeld de botten waarvan niet te zien is dat ze afkomstig zijn van een jong individu omdat bijvoorbeeld de epifyses in een vroeg stadium fuseren. Het gaat hier bij om de scapula, pelvis, distale metacarpus, distale metatarsus, astragalus en het calcaneum. Over de overgebleven botten kunnen we zeggen de dieren waarvan ze afkomstig zijn in ieder geval 3 jaar zijn geworden. Met behulp van deze overgebleven botten is de VSI voor Woerden opnieuw berekend. De nieuwe VSI-waarde valt echter veel lager uit dan de oorspronkelijke. Deze is namelijk -72,10 met een standaarddeviatie die omhoog is gegaan naar 32,14. De maten van de groep vroeg volgroeide botten blijken dus gemiddeld groter te zijn dan de maten van de laat volgroeide botten. Dit houdt in dat de groep vroeg volgroeide botten niet onevenredig veel meer jongere dieren bevat dan de groep met laat volgroeide botten. Er is dus geen sprake van overrepresentatie van juveniele dieren.

Met behulp van het frequentiedistributie diagram (Fig. 19) dat gemaakt is van de VSI-waarden van de laat volgroeide botten wordt er nog eens apart naar deze groep gekeken. De grafiek laat twee pieken zien waarvan de tweede, die dus de mannetjes zouden moeten weergeven, veel hoger ligt. De

³⁶36. Weinstock, 2000b.

³⁷37. Weinstock, 2000b.

piek van de mannetjes ligt nu echter op de plek (rond de -60) waar in het eerste diagram de piek van de vrouwtjes lag. Het is dus onmogelijk dat de tweede piek de groep mannelijke dieren voorstelt omdat dat zou betekenen dat hun formaat gekrompen is. Wat deze piek wel weergeeft is niet duidelijk. Dit komt waarschijnlijk omdat het diagram niet klopt. Normaal gesproken wordt de vorm van de curve namelijk bepaald door een groep botten waarin ook een klein aantal jongere individuen aanwezig is (zie hoofdstuk 11.1).

De tweede manier om te kijken of er sprake is van overrepresentatie van juveniele dieren is de VSI per skeletelement berekenen en die met elkaar te vergelijken (Tab. 19). Alle berekende waarden staan in een staafdiagram waarin duidelijk te zien is hoeveel de VSI-waarden van elkaar en van de gemiddelde VSI afwijken (Fig. 20). Uit dit diagram blijkt dat bijna alle botten een VSI hebben die ongeveer even groot is. Het is in ieder geval niet zo dat de risicobotten een lager VSI hebben dan de andere. We kunnen dus concluderen dat de lage VSI-waarde van Woerden ook niet veroorzaakt is door een overrepresentatie van juveniele dieren.

Wat wel in het diagram opvalt is dat juist twee skeletelementen, de tibia en de femur, waarvan zeker is dat ze afkomstig zijn van een volwassen dier, extreem lage VSI-waarden hebben vergeleken bij de rest en het gemiddelde. Waardoor zou dit veroorzaakt kunnen zijn en doet het af aan de betrouwbaarheid van de VSI van Woerden? De extreem lage waarden zouden het gevolg kunnen zijn van meetfouten. Wanneer we naar de maten van de desbetreffende elementen kijken (Tab. 14 en 15) zien we echter dat alle maten een stuk kleiner zijn dan de maten uit de standaardpopulatie (Tab. 6). Daarnaast verschillen de maten van de tibiae en femora elk onderling niet veel van elkaar. Uit beide observaties kunnen we afleiden dat er binnen de maten van de tibiae en femora in de populatie uit Woerden niet veel variatie is. Wanneer de extreem lage waarden veroorzaakt zouden zijn door meetfouten dan zouden slechts een aantal maten extreem laag zijn en niet allemaal. Het is dus niet waarschijnlijk dat de lage waarden het gevolg zijn van meetfouten.

Bij de tibia's zouden de lage waarden veroorzaakt kunnen zijn door verwerking van het botmateriaal (zie hoofdstuk 11.4). Bij de femora is echter geen sprake van verwerking. Het is voornamelijk dus niet duidelijk wat de lage VSI-waarde voor beide elementen veroorzaakt heeft. Het is wel opmerkelijk dat beide elementen afkomstig zijn uit de achterpoot. We zouden dus mogelijk ook kunnen denken aan een genetische oorzaak. Dit is echter speculatie en moet nader onderzocht worden.

Wel van belang is de vraag of de beide lage waarden van invloed zijn op de lage VSI-waarde van Woerden. Dit blijkt mee te vallen. De gemiddelde VSI-waarde zonder femora en tibiae stijgt maar een klein beetje naar -49,35. Ook de standaarddeviatie stijgt iets naar 21,84 en daarnaast verschuift het minimum naar -115,20. De VSI-waarde van -49,35 ligt nog steeds lager dan de waarden van Weinstock en daarmee is de populatie van Woerden nog steeds erg klein van formaat. De vorm van de curve in het frequentiedistributie diagram (Fig. 21) verandert niet veel met uitzondering van de linkerkant. De twee pieken van mannetjes en vrouwtjes dieren blijven ook hetzelfde. De lage waarden van de femora en de tibiae hebben dus nauwelijks invloed op de VSI van Woerden.

De eindconclusie luidt dat de lage VSI-waarde van de populatie rendieren uit Woerden niet veroorzaakt is door dominantie van vrouwelijke of juveniele dieren of door uitschieters in de afzonderlijke waarden van de skeletelementen. De VSI-waarde van Woerden is dus betrouwbaar en kan gebruikt worden voor het onderzoek naar de datering van de populatie.

14. De ouderdomsbepaling van de rendierpopulatie uit Woerden

Gedurende het Laat-Pleistoceen leefde er meerdere rendierpopulaties in Europa. De vraag is uit welke periode stamt de populatie uit Woerden? Het antwoord op deze vraag kan worden gegeven door gebruik te maken van de berekende VSI-waarde van de rendieren uit Woerden die de gemiddelde lichaamsgrootte van deze rendierpopulatie weergeeft.

De lichaamsgrootte varieerde gedurende het Laat-Pleistoceen per periode en locatie. Twee van de variabelen die genoemd zijn in de vorige zin zijn bekend: de locatie (Woerden) en de gemiddelde lichaamsgrootte (-56,16). De derde variabele, de periode of wel de ouderdom van de rendieren uit Woerden, wordt met behulp van deze twee, de kennis over de klimatologische ontwikkeling tijdens het Laat-Pleistoceen en de kennis over de verschillen in grootte van rendieren in Europa in verschillende periodes geprobeerd te bepalen.

14.1. Het klimaat in het Laat-Pleistoceen

Het Laat-Pleistoceen begint met zuurstofisotopen stage (OIS) 5e, een interglaciale periode genaamd het Eemien. Deze periode loopt van ongeveer 130 tot 110 ka BP. In deze periode lag de temperatuur 2 à 3 graden hoger dan in de huidige tijd. De ijskap had in deze periode dan ook een omvang die bijna gelijk was aan de huidige ijskap en het zeeniveau lag tot 5 à 6 meter boven het huidige peil. De warme condities zijn verder terug te zien in de ontwikkeling van bos in West- en Centraal-Europa. De interglaciale condities gingen aan het eind van het Eemien geleidelijk over in glaciële condities. Dit betekende het begin van het Weichselien.³⁸

Het Weichselien beslaat OIS 5d tot en met 2 en is onderverdeeld in verschillende periodes. De eerste periode is het Vroeg-Weichselien die loopt van OIS 5d tot en met OIS 5a en grofweg de periode van 110 tot 75 ka BP beslaat. Deze periode wordt gekarakteriseerd door een aantal snelle klimaatsfluctuaties, 5a,b,c en d. OIS 5b en d zijn stadiaal van karakter. In deze periodes was er sprake van ijsaangroei van de ijskap rond de Noordpool. Als gevolg hiervan kreeg met name Noord-Europa te maken met een koude luchtmassa waardoor van Nederland tot Polen de temperatuur gemiddeld niet boven de 8 graden kwam. De vegetatie in Noord- en West-Europa was in beide stadia toendra/steppeachtig met onder andere veel grassen en zegge. Meer naar het zuiden was de temperatuurdaling ten opzichte van nu iets minder drastisch. De vegetatie was hier meer steppeachtig. De condities waren niet vreselijk koud zodat er zowel in Noord- als in Zuid-Europa af en toe ook gebieden met bomen zoals coniferen, berken en wilgen voorkwamen. In de periodes 5b en d was er een scherpe klimaatsgradiënt van Noord- naar Zuid-Europa en van Oost- naar West-Europa.³⁹

In het warmere OIS 5a en c was de ijskap nog steeds groter dan in de interglacialen, echter minder groot dan in OIS 5b en d. De julitemperatuur in Scandinavië en Noord-Duitsland lag rond een gemiddelde van 12 °C. In Zuid-Frankrijk lag deze hoger, namelijk rond een gemiddelde van 18-20 °C. In Nederland, Groot-Brittannië, Denemarken en Noord-Duitsland kwamen in deze periode dennen en berken bossen voor op plaatsen waar eerst toendra/steppe was. Verder naar het zuiden stonden meer warmteminnende bomen en planten. In deze periodes bestond er nog steeds een klimaatsgradiënt van Noord- naar Zuid-Europa.⁴⁰

De echte uitbreiding van de ijskap in Europa begon pas in het Vroeg-Pleniglaciaal. Deze periode valt in OIS 4 en loopt van grofweg 75 tot 60 ka BP. De klimaatscondities verslechterden in deze periode. Het was slechts iets minder koud dan gedurende het *Last Glacial Maximum*. De midzomertemperatuur in Nederland, Denemarken en Noord-Duitsland was gemiddeld slechts 5 °C en het merendeel van het jaar lag deze onder het vriespunt. Het landschap in deze gebieden bestond uit een open toendravegetatie en in de meest koude periodes mogelijk zelfs uit poolwoestijn. In Noordoost-Frankrijk was het ook kouder dan in eerdere koude periodes en lag de temperatuur 3 à 4 graden lager. De vegetatie was hier steppeachtig van karakter met iets meer bomen dan in het noorden.⁴¹ Aan de vegetatie is te zien dat er in deze tijd een arctisch klimaat heerste met droge, koude zomers en een lage bioproductiviteit. Het ijs zal in deze tijd niet zo ver zijn uitgebreid dat deze de zuidelijke en westelijke kust van de Baltische zee bereikte. Op de Alpen en Pyreneeën was ook nog geen grote ijskap aanwezig.⁴²

Na het Vroeg-Pleniglaciaal volgt het Midden-Pleniglaciaal. Deze periode valt in OIS 3 en loopt van grofweg 60 tot 25 ka BP. Het Midden-Pleniglaciaal begon met een plotselinge opwarming en bestond uit een reeks lange en milde Dansgaard/Oeschger-events. Deze events werden slechts enkele keren onderbroken door een korte koude periode.⁴³ Over het algemeen heerste er dus een relatief mild klimaat. In deze periode waren er twee duidelijke interstadiale pieken rond 58-54 ka BP en 50-48 ka BP, respectievelijk het Oeral-interstadiaal en het Glinde-interstadiaal geheten. Daarnaast zijn er nog drie andere interstadialen geïdentificeerd in Noord-Europa: het Moershoofd-interstadiaal

³⁸38. Weinstock, 2000a

³⁹39. Weinstock, 2000a

⁴⁰40. Weinstock, 2000a

⁴¹41. Weinstock, 2000a

⁴²42. Andel & Davies 2003.

⁴³43. Andel & Davies 2003.

(46-44 ka BP), het Hengelo-interstadiaal (39-36 ka BP), en het Denekamp-interstadiaal (32-28 ka BP). In de rest van Europa zijn ook min of meer gelijktijdig interstadialen waargenomen. Zij hebben in de meeste gevallen andere namen gekregen maar het gaat waarschijnlijk om dezelfde periodes. De interstadialen in OIS 3 waren niet zo warm als OIS 5a en c.⁴⁴ Vanaf 45 ka BP verslechterde het klimaat en verschenen er D/O events met hele lage minimumtemperaturen waardoor de warme periodes kouder waren dan die ervoor. Dit betekent niet dat we vanaf dan al te maken hadden met een echte koude periode. Pas rond 25-26 ka BP begon het ijs zich sterk uit te breiden. Dit was het begin van het *Last Glacial Maximum*.⁴⁵

Het Midden-Pleniglaciaal werd over het algemeen gekenmerkt door een hoge bioproductiviteit en zomers die warmer maar droger waren dan tegenwoordig. De gemiddelde jaarlijkse neerslag (in Frankrijk) was echter gemiddeld 500-600 mm wat betekent dat er nog geen sprake was van droge omstandigheden. Het klimaat was niet in heel Europa hetzelfde. In het noorden was het over het algemeen kouder dan in het zuiden en er was ook verschil tussen oost en west. Het oosten had namelijk een veel continenter klimaat dan het westen. Als gevolg hiervan was het in het oosten droog en waren de winters kouder en de zomers warmer dan in het westen. In de periode van 50 tot 12 ka BP was zelfs sprake van verhoogde continentaliteit in Oost-Europa. Dit werd veroorzaakt doordat de kustlijn meer noordwaarts kwam te liggen als gevolg van de zeespiegeldaling. Het sterk continentale klimaat zorgde voor een zeer droog klimaat waardoor in de periode dat het kouder begon te worden, dus zo rond 30/35 ka BP, er bij gebrek aan neerslag in het oosten geen gletsjervorming plaatsvond. In Scandinavië en de Barentssee heerste een maritiem klimaat waardoor er veel neerslag aan de westkant van de ijskap viel en de ijskap daar snel aangroeide.⁴⁶

De laatste subperiode van het Pleniglaciaal is het Laat-Pleniglaciaal. Deze periode valt in OIS 2 en loopt van 27 tot 16 ka BP. Vanaf het Denekamp-interstadiaal was er een trend naar glaciële condities. Deze werd ogenschijnlijk alleen kort onderbroken rond 23 ka BP. De trend bereikte zijn climax in het *Last Glacial Maximum* rond 20-18 ka BP. Gedurende het glaciële maximum heerste er een extreem koud en droog klimaat. In Groot-Brittannië lag de gemiddelde temperatuur 7 à 13 graden onder het huidige gemiddelde. Dit gold ook voor de rest van Noord- en Zuid-Europa. Als gevolg van de weinige neerslag waren er in deze periode in Noord- en West-Europa bijna geen bomen. België en Nederland worden in sommige gevallen zelfs beschreven als zijnde een poolwoestijn.

In het Laat-Glaciaal, de periode die volgt op het Laat-Pleniglaciaal en duurt van 16 tot 10 ka BP, is een duidelijke klimaatsverbetering te zien. Het Laat-Glaciaal is onder te verdelen in drie subperiodes. De eerste is de *Late Glacial Transition* die loopt van 17-12,5 ka BP. Deze periode begint dus iets eerder dan het Laat-Glaciaal zelf. In deze periode heerste er nog steeds redelijk koude en droge condities in Noord- en Centraal-Europa en was er sprake van een periglaciaal landschap in het noorden van Europa.⁴⁷

Vanaf 12,5 begint het Bølling/Allerød-interstadiaal. In deze periode werden de ijskappen zichtbaar kleiner en steeg het zeeniveau. Daarnaast nam de neerslag ook toe waardoor er meer begroeiing terugkwam. In Noordwest-Europa zat er rond 12 ka BP een koude periode tussen het Bølling- en Allerød-interstadiaal, het Oude Dryas genoemd. Aan de warme en vochtige periode van het Allerød kwam een einde rond 11 ka. Dit was het begin van het Jonge Dryas. In deze periode daalde de temperatuur weer en nam de ijskap in grootte toe. Als gevolg hiervan ontstonden er wederom periglaciële condities in Noord-Europa. In de zuidelijke regionen is slechts een kleine verandering merkbaar. Het Jonge Dryas eindigt rond 10 ka BP.⁴⁸ Het Pleistoceen is ook rond 10 ka BP afgelopen, waarna een nieuw interglaciaal begint, het Holoceen.

⁴⁴44. Weinstock, 2000a.

⁴⁵45. Andel & Davies 2003.

⁴⁶46. Andel & Davies 2003.

⁴⁷47. Andel & Davies 2003.

⁴⁸48. Weinstock, 2000a.

14.2. Variatie tussen periodes

Het Laat-Pleistoceen is een periode van 115 duizend jaar waarin klimatologisch gezien veel gebeurde. Als gevolg van deze klimatologische ontwikkelingen varieerde de lichaamsgrootte van de rendieren binnen een bepaald gebied sterk. In de volgende paragrafen wordt de variatie in lichaamsgrootte per gebied besproken.

14.2.1. Zuidwest-Frankrijk

De lange geschiedenis van prehistorisch onderzoek in Frankrijk en met name in de Périgord is terug te zien in de grote hoeveelheid materiaal dat beschikbaar is voor onderzoek. Veel van de onderzochte sites zijn grotdeposities en bevatten lange sequenties van materiaal uit verschillende periodes en verschillende klimaten. Voorbeelden zijn Combe Grenal en Laugerie Haute. In het noorden en oosten van Frankrijk is veel minder gevonden en uit deze gebieden zijn geen lange stratigrafische sequenties bekend. Het onderzoek van Weinstock richt zich daarom voornamelijk op Zuidwest-Frankrijk. Omdat het veel tijd kostte de botten van alle sites te meten heeft hij vijf sites uitgekozen met veel materiaal en lange stratigrafische sequenties om zoveel mogelijk periodes uit het Laat-Pleistoceen te omvatten. De sites die hij hiervoor gebruikt heeft zijn Combe Grenal, Roc de Combe, Laugerie Haute, Gare de Couze en La Madeleine.

De oudste rendieren die zijn opgemeten komen uit Combe Grenal laag 64-58. Deze dieren stammen uit de voorlaatste ijstijd, OIS 6. In deze periode is een duidelijke toename van de lichaamsgrootte te zien. Na Combe Grenal 58 is er een periode van 40 à 50 ka waaruit niets bekend is van de ontwikkeling in lichaamsgrootte. In Combe Grenal 35 is er weer voldoende materiaal aanwezig. De rendieren waren toen iets kleiner dan de rendieren uit Combe Grenal 58 en de grootte nam sterk af gedurende de periodes die volgden, OIS 4 en 3. In Combe Grenal 19-17 waren de rendieren kleiner dan die uit laag 60. Na Combe Grenal 19-17 is er weer een hiaat van 20-15 ka. Roc de Combe 7 is de eerste site waarvan weer iets bekend is. Deze site stamt waarschijnlijk uit 33-31 ka BP en de rendieren waren er groter dan die uit Combe Grenal 19-17. In de periode die erop volgde, Roc de Combe 5, bleef de lichaamsgrootte ongeveer gelijk om vervolgens te dalen naar Roc de Combe 1, 23-20 ka BP. Daarna veranderde er gedurende de periode van 21-19,5 ka BP niet veel. Vanaf Laugerie Haute e 20-18 dat dateert uit het begin van het Magdalenien was er sprake van een duidelijke afname tot aan halverwege het Magdalenien. Daarna begon de lichaamsgrootte weer te stijgen en dit bleef zo totdat de rendieren in dit gebied uitstierven (Tab. 20 en Fig. 22).

De schommelingen in lichaamsgrootte lijken afhankelijk van de vochtigheid en niet zo zeer van de temperatuur. Koude en natte condities zorgden in tegenstelling tot koude en droge condities voor een dikke laag sneeuw waardoor voedsel onbereikbaar werd. Als gevolg hiervan gingen er meer rendieren dood in de winter waardoor de overgebleven dieren meer voedsel hadden in de volgende seizoenen en in lichaamsgrootte toenamen. Dit is terug te zien in de schommelingen van de VSI-waarden. In OIS 6 werden rendieren groter terwijl het klimaat natter werd en in OIS 4 vond er een reductie in lichaamsgrootte plaats gelijktijdig met een trend naar drogere condities. In het Laat-Glaciaal waarin het klimaat gematigder en dus natter werd nam de lichaamsgrootte weer toe.

14.2.2. Zuid-Duitsland & Zwitserland

Meetbaar rendiermateriaal uit het midden-paleolithicum in Zuid-Duitsland & Zwitserland is schaars. De collectie met materiaal uit het Aurignacien en Gravettien is iets groter maar ook uit deze periodes is het rendiermateriaal niet overvloedig aanwezig. De gegevens van verschillende sites zijn daarom samengevoegd tot een groep Aurignacien rendieren en een groep Gravettien rendieren. Hoewel het samenvoegen van sites misleidend kan zijn geeft de uitkomst van het onderzoek een minder vertekend beeld dan wanneer er een te klein aantal botten gebruikt zou zijn.

De rendieren uit het Aurignacien komen uit de periode 34-30 ka BP en zijn afkomstig van vier Zuid-Duitse sites Geißenklösterle (laag IIIa-IIa), Brillenhöhle (laag XIV), Hohlenstein-Stadel (laag IV en IVa) en Vogelherd (laag IV, IV/V en V). De rendieren uit het Gravettien zijn afkomstig van

Geißenklösterle (laag Iab-Ip) en Brillenhöhle (laag IV-VII). Het samen nemen van de sites uit het Gravettien is gerechtvaardigd want er zijn goede bewijzen dat beide sites uit dezelfde periode stammen.

In het Magdalenien, de periode die volgt op het Gravettien, bevatte de sites meer rendieren waardoor het materiaal van verschillende sites uit deze periode niet gebundeld hoeft te worden. De gebruikte sites uit deze periode zijn Schussenquelle, Petersfels en Kesslerloch. De laatste genoemde site is afkomstig uit Zwitserland. Het is de enige site uit Zwitserland die gebruikt is in dit onderzoek.

De VSI-waarden van de rendieren uit het Aurignacien en het Gravettien zijn bijna identiek en laten zien dat de rendieren van vrij groot formaat waren hoewel wel iets kleiner dan de standaard. De rendieren uit het Magdalenien waren veel kleiner. Dit betekent dat de lichaamsgrootte tussen 23-20 ka BP en 13 ka BP is afgenomen. Wanneer dit precies gebeurde is niet duidelijk (Tab. 21). Het verschil tussen rendieren uit het Magdalenien en rendieren uit eerdere periodes zit in de minimum VSI-waarden. Het minimum uit het Magdalenien ligt veel lager dan het minimum uit het Aurignacien en Gravettien (Fig. 23).

Wat het klimaat ten tijde van het leven van de rendieren in Zuid-Duitsland & Zwitserland betreft kunnen we zeggen dat OIS 3 (o.a. het Aurignacien en Gravettien) werd gekarakteriseerd door verschillende snelle klimaatsfluctuaties. De meeste Aurignacien sites dateren uit het Denekamp-interstadiaal. Dit interstadiaal was niet zo mild als zijn voorgangers. In het Gravettien lijken de klimaatscondities veel stabiel en over het algemeen was het in deze periode koud en vochtig.

14.2.3. Noord-Duitsland

In Noord-Duitsland liggen niet veel sites met voldoende rendieren. De vier sites die voor dit onderzoek gebruikt zijn, zijn Salzgitter-Lebenstedt, Königsau, Meiendorf en Stellmoor. Het botmateriaal uit Meiendorf is samengevoegd met het botmateriaal uit de Hamburgian-laag uit Stellmoor. Naast botmateriaal uit de Hamburgian-laag uit Stellmoor is ook botmateriaal uit de Ahrensburgian-laag uit Stellmoor onderzocht (Tab. 22).

De vroegste site in Noord-Duitsland is Salzgitter-Lebenstedt. Deze site dateert uit een koude periode uit het eerste deel van het Weichselien. De rendieren van deze site waren klein van formaat. Een iets jongere site dan Salzgitter is Königsau. De precieze datering van deze site is onbekend maar waarschijnlijk stamt Königsau uit het Brørup-interstadiaal. De rendieren uit Königsau worden geassocieerd met boslandschap en waren groot van formaat, zeker groter dan de rendieren uit Salzgitter die leefden in een steppe-toendra omgeving.

In Noord-Duitsland is er een groot hiaat tussen de sites uit het midden-paleolithicum en het Laat-Glaciaal. Pas vanaf het de Bølling-interstadiaal zijn er weer rendieren in grote getalen gevonden. De rendieren uit deze periode zijn afkomstig van de beide Hamburgian-sites. Gedurende het warme Bølling-interstadiaal waarin voornamelijk struik- en steppe-toendralandschap voorkwam waren de rendieren iets kleiner dan degene uit Königsau en veel groter dan degene uit Salzgitter. De rendieren uit de Ahrensburgian-laag van Stellmoor dateren uit het Jonge Dryas-stadiaal. De gemiddelde lichaamsgrootte van deze rendieren was iets kleiner dan die uit Königsau maar wel groter dan die van de Hamburgian-sites.

14.2.4. Groot-Brittannië

Voor het onderzoek naar de lichaamsgrootte is rendiermateriaal gebruikt van drie sites uit Groot-Brittannië: Sandfort Hill, Kent's Cavern en Ossom's Cave. Het botmateriaal uit Chelm's Combe bleek achteraf niet representatief voor een populatie omdat het materiaal afkomstig was van slechts een klein aantal mannelijke dieren (Tab. 23).

Sandfort Hill is een site uit het Midden-Weichselien en is waarschijnlijk afkomstig uit de periode van 44 tot 48 ka BP. Dit is net voor het begin van het Upton Warren-interstadiaal (43-42 ka BP). Deze dateringen liggen echter dicht tegen de limiet van de resolutie van de C14-dateringsmethode. Het is daarom mogelijk dat het Upton Warren ouder is dan nu gedacht wordt. Sites uit de periode voorafgaande aan het Upton Warren hebben over het algemeen een vrij streng arctisch

klimaat met gemiddelde temperaturen van -4 tot -8°C, een jaarlijkse neerslag van 400-600 mm en meer dan 50 cm sneeuw in de winter. De rendieren uit Sandfort Hill zijn relatief klein wat mogelijk verband houdt met de beschreven klimaatscondities in het pre-Upton Warren. Het is echter mogelijk dat het Upton Warren Interstediaal ouder is en dat Sandford Hill dus in dit interstediaal valt. Dit zou betekenen dat de rendieren uit Sandfort Hill in een warmer klimaat geleefd hebben.

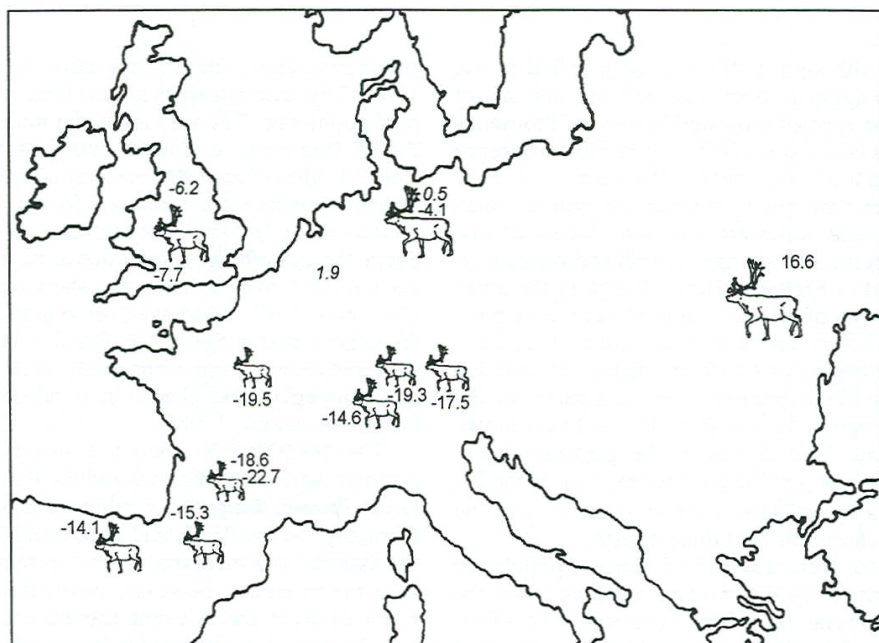
Rendieren van Ossom's cave waren duidelijk groter dan Sandford Hill. Ossom's Cave dateert uit het Jonge Dryas, 11-10 ka BP. De rendieren uit deze periode worden geassocieerd met een zeer koud en droog klimaat en een open landschap. De zomertemperaturen zijn er 10 tot 20 °C, de wintertemperaturen liggen rond de -20 °C en de neerslag is 200-300 mm.

Sommige auteurs associëren zowel Sandfort Hill als Ossom's Cave met een koud klimaat, hoewel er gedurende het midden-paleolithicum en het Laat Glaciaal een toename in lichaamsgrootte van de rendieren plaatsvond. De verschillen in lichaamsgrootte zijn mogelijk veroorzaakt door de hoeveelheid neerslag. Het Jonge Dryas (Ossom's Cave) was namelijk wat droger dan de het pre-Upton Warren (Sandford Hill). Het is ook mogelijk dat, zoals al eerder gezegd, Sandfort Hill in het Upton Warren-interstediaal ligt en niet ervoor.

De rendieren uit Kent's Cavern dateren uit de Allerød/Bølling-interstediaalcomplex en zijn ongeveer even groot als de rendieren uit Ossom's Cave. Als de datering van Kent's Cavern klopt dan zijn de rendieren uit het interstediaal voorafgaande aan het Jonge Dryas stadiaal niet veel kleiner.

14.3. Geografische variatie

Naast chronologische variatie is er ook sprake van geografische variatie binnen de rendierpopulaties in Europa. Deze variatie is niet constant maar verschilt per periode. Door het vergelijken van de VSI-waarden uit verschillende gebieden in dezelfde periode kunnen we achterhalen hoe deze VSI-waarden zich met elkaar verhouden. Als gevolg van het ontbreken van een complete sequentie, met name in het begin van het Weichselien, is een vergelijking echter niet altijd mogelijk. De vergelijking is daarom beperkt tot het rendiermateriaal uit het eind van het Midden-Weichselien en het Laat-Weichselien (Fig. 4).

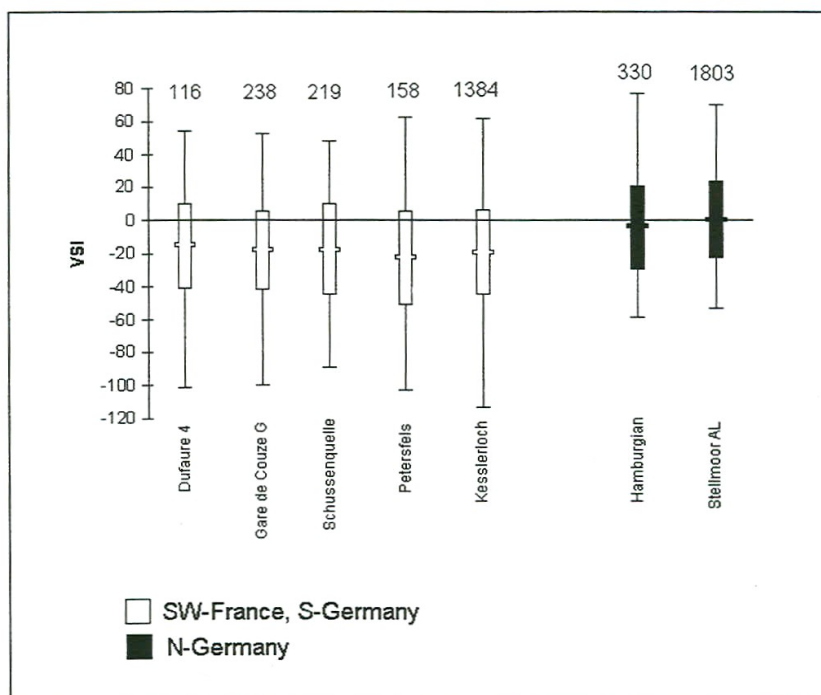


Figuur 4 De schematische representatie van rendiergrootte en gemiddelde VSI's van laat-glaciale sites. Getallen in standaard vorm = sites uit Bølling-Allerød periode (ca. 13-11 ka BP); getallen in cursief = sites uit het Jonge Dryas (ca. 10 ka BP). De grootte van de afgebeelde rendieren is alleen bedoeld voor een visuele impressie van de verschillen in grootte; ze zijn niet exact op schaal getekend (Weinstock, 1999).

In de periode van het eind van het Midden-Weichselien tot en met het begin van het Laat-Weichselien bevinden zich het Aurignacien en Gravettien. Het rendiermateriaal uit deze periodes is voornamelijk afkomstig uit Zuidwest-Frankrijk en Zuid-Duitsland. Uitsluitend materiaal uit deze gebieden kan dus met elkaar vergeleken worden. In het Aurignacien zijn de rendieren in Zuid-Duitsland groter dan die uit Zuidwest-Frankrijk. Dit verschil kan niet verklaard worden door klimaatsfactoren omdat deze in beide gebieden nagenoeg hetzelfde zijn. Wat wel de oorzaak is, is onduidelijk. Mogelijk dat de oorzaak achterhaald kan worden door te kijken naar de samenstelling van de fauna in beide gebieden. Het meest opvallende verschil tussen de Franse en Duitse sites is namelijk de hoeveelheid aanwezige rendieren ten opzichte van de rest van de fauna. In Duitsland zijn er in verhouding minder rendieren aanwezig dan in Frankrijk. Op de Duitse sites zijn daarnaast wel veel meer andere soorten gevonden. Dit is een aanwijzing voor het feit dat de omgeving in beide gebieden verschillend moet zijn geweest. In het Gravettien, de periode die volgt op het Aurignacien, is hetzelfde beeld zichtbaar. De rendieren zijn in die periode dus ook groter in Zuid-Duitsland maar wel relatief minder in aantal.

Aan het eind van het Laat-Weichselien, in het Laat-Glaciaal, is er wel genoeg botmateriaal uit alle vier de gebieden en alle sites uit deze periode kunnen dus met elkaar vergeleken worden. In het Laat-Glaciaal is er een duidelijk verschil in grootte tussen de rendieren van Noord- en Zuid-Europa. De noordelijke rendieren zijn over het algemeen veel groter dan de zuidelijke rendieren. Daarnaast bestaan er binnen de noordelijke en zuidelijke groep ook regionale verschillen. In het noorden is er een duidelijk verschil tussen de dieren uit het oosten en uit het westen. De Britse dieren zijn namelijk kleiner dan de Noord-Duitse en Belgische. In Zuid-Europa is het verschil tussen oost en west niet zo duidelijk aanwezig maar toch bestaat er enige variatie. De rendieren uit Noord-Spanje zijn bijvoorbeeld groter dan degene uit de Dordogne, Zuid-Duitsland of Zwitserland.

Het verschil in VSI-waarden tussen de sites uit het noorden en zuiden wordt veroorzaakt door de hoogte, in dit geval kunnen we beter spreken van de laagte, van de minimumwaarden. Vrouwtjes in het zuiden blijken relatief kleiner te zijn dan de vrouwtjes in het noorden terwijl de mannetjes ongeveer even groot zijn (Fig. 5). Dit komt omdat de selectie voor een groot lichaam bij mannetjes anders is dan bij vrouwtjes. Zoals gezegd in het hoofdstuk over lichaamsgrootte is er bij mannetjes rendieren altijd sprake van selectie voor een zo groot mogelijk lichaam en gewei. Bij de vrouwtjes rendieren ligt dit ingewikkelder. De lichaamsgrootte is bij vrouwtjes afhankelijk van de groei nadat ze volwassen zijn geworden. Als er veel voedsel beschikbaar is blijven de vrouwtjes doorgroeien. Bij schaarste stopt de groei om er voor te zorgen dat er genoeg energie is voor de voortplanting. Het feit dat de vrouwtjes in het zuiden kleiner bleven houdt dus in dat ze leefden onder condities waarin voedsel gelimiteerd was.



Figuur 5 VSI distributie in laat-glaciale sites in Centraal- en West-Europa (alleen sites met $n > 100$ zijn gebruikt). (Weinstock 1999)

De verschillen tussen populaties uit het oosten en westen zijn mogelijk veroorzaakt door de mate van continentaliteit. De in het oosten gelegen gebieden zijn continentaler dan de gebieden uit het westen en hebben daardoor strengere winters en dus een grotere winterbottleneck waardoor er meer dieren sterven en de lichaamsgrootte van de overgebleven dieren groeit.

14.4. Algemene trend in de VSI-waarden

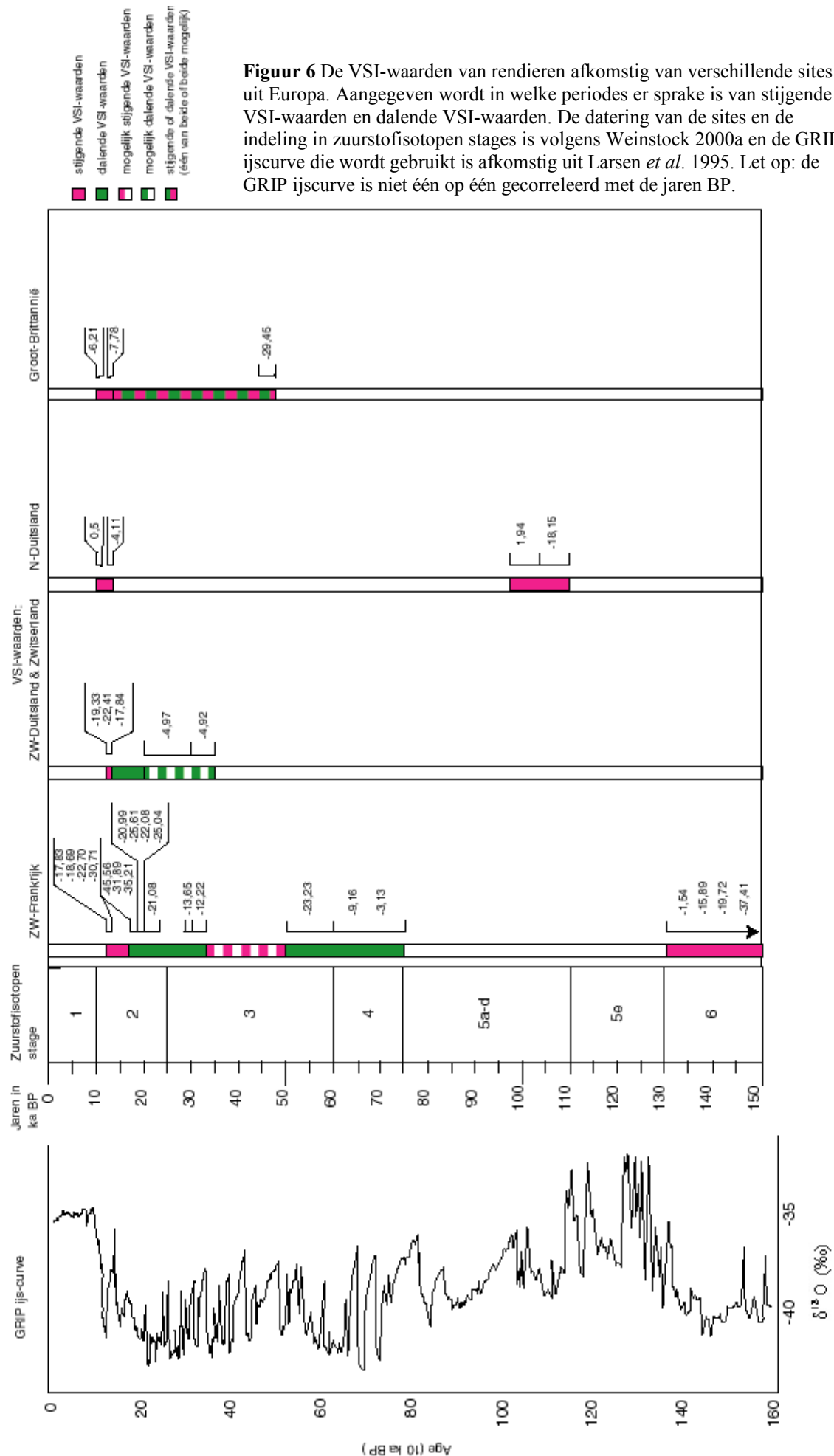
In verschillende gebieden veranderde de lichaamsgrootte en de rendieren waren niet overal even groot. Dit maakt het dateren van de rendierpopulatie uit Woerden lastig want gegevens uit Nederland ontbreken en gegevens uit Noord-Europa zijn maar beperkt aanwezig. Het is daarom van belang een manier te zoeken waarop alle gegevens uit Europa gebruikt kunnen worden bij een datering. Er moet dus gezocht worden naar een algemene trend in Europa. Een voorbeeld van een algemene trend is het klimaat want al is het klimaat verschillend in het noorden, zuiden, oosten en westen, de klimaatswisselingen vinden overal in Europa min of meer gelijktijdig plaats. Hiermee wordt bedoeld dat, al is het interstadiaal in het zuiden warmer dan in het noorden, op het moment dat het interstadiaal overgaat in een stadiaal gebeurt dit in het noorden en zuiden tegelijkertijd en wordt het overal iets kouder hoewel het in het zuiden wel iets warmer blijft dan in het noorden. Hier wordt natuurlijk een vrij grof beeld geschetst dat waarschijnlijk in werkelijkheid veel genuanceerder is geweest maar dat genuanceerde beeld is in dit geval niet van belang.

Het stijgen en dalen van de VSI-waarden is afhankelijk van het klimaat. Op het moment dat de klimaatswisselingen in Europa gelijktijdig zijn moet de afwisseling tussen stijgende en dalende VSI-waarden ook gelijktijdig plaatsvinden en mogelijk zelfs samenhangen met de klimaatswisselingen. In de rest van dit hoofdstuk zal gekeken worden of het stijgen en dalen van de VSI-waarden inderdaad gelijktijdig is in heel Europa en of dit samenhangt met het klimaat. (Zie hiervoor figuur 6)

De eerste VSI-waarden komen uit OIS 6, het eind van het Saalien, en zijn afkomstig uit Zuidwest-Frankrijk. De VSI-waarde stijgt in dit gebied in deze periode van -37,41 naar -1,54. Dit is een aanzienlijke stijging van 35,87. VSI-waarden uit andere gebieden in deze periode ontbreken. Uit de volgende periode, het Eemien, zijn ook geen VSI-waarden bekend. Dit was te verwachten aangezien het Eemien een interglaciaal is en er dus weinig rendieren geleefd hebben met uitzondering van het hoge noorden.

Uit het Vroeg-Weichselien zijn er wel VSI-waarden bekend. Deze komen uit het Brørup-interstadiaal en uit de koude periode ervoor, waarschijnlijk respectievelijk OIS 5c en d. Deze VSI-waarden komen uit Noord-Duitsland en stijgen van -18,15 naar 1,94. VSI-waarden uit andere gebieden ontbreken. Tussen de VSI-waarden uit OIS 6 en het Vroeg-Weichselien zit een hiaat. Wat er precies gebeurd is (een stijging of daling van de VSI-waarde) in de tussenliggende periode is niet duidelijk. Dit kan ook niet voorspeld worden omdat de VSI-waarden uit OIS 6 en het Vroeg-Weichselien uit verschillende gebieden (Noord-Duitsland en Zuidwest-Frankrijk) komen. De rendieren uit het noorden zijn over het algemeen groter dan die uit het zuiden waardoor een vergelijking van de VSI-waarden niet zinvol is.

Na het Brørup-interstadiaal valt er weer een hiaat. De eerstvolgende VSI-waarden komen uit Zuidwest-Frankrijk, OIS 4. De eerste VSI-waarde uit deze periode is -3,13. Dit is een daling ten opzichte van de -1,54 uit OIS 6. Tussen de datering van beide waarden zit echter ongeveer 40 à 50 ka. Deze periode is dusdanig lang dat er van alles gebeurd kan zijn. Er is wel sprake van een daling vanaf begin OIS 4 tot aan ongeveer 50 ka BP. De VSI-waarden dalen in deze periode van -3,13 naar -23,13. Rond 48-44 ka BP is er in Groot-Brittannië een VSI-waarde van -29,45. Vanaf het Aurignacien, 35 à 33 ka BP, hebben we ook weer VSI-waarden uit Zuidwest-Frankrijk en Zuid-Duitsland & Zwitserland. In de VSI-waarden uit Zuidwest-Frankrijk zit een hiaat tussen 50 ka BP en 33 ka BP. Het is mogelijk dat in deze periode de VSI-waarden zowel gestegen als gedaald zijn maar omdat het om een redelijk korte periode gaat kunnen we zeggen dat er over het algemeen een stijgende trend moet zijn geweest. In de periode hierna, die loopt van 33 ka BP tot 17-18 ka BP, volgt in Zuidwest-Frankrijk een dalende trend. Dat wil in dit geval niet zeggen dat er constant sprake was van een dalende VSI-waarde. In de korte periode van 20 tot 18 ka BP bleef de VSI-waarde rond hetzelfde punt schommelen en was er soms sprake van een lichte stijging. In Zuid-Duitsland was er van 35 tot 20 ka BP sprake van een hele



lichte, bijna verwaarloosbare, daling. Tussen het Gravettien en het Bølling-interstadiaal was deze daling echter vrij sterk.

In Zuidwest-Frankrijk was er tussen 17 en 13 ka BP weer een hiaat. Het gaat echter om een korte periode zodat we kunnen zeggen dat er in deze periode waarschijnlijk sprake was van een stijging die zich na 13 ka BP voortzette tot aan het Jonge Dryas. In de andere gebieden was vanaf het Bølling-interstadiaal ook sprake van een stijging in VSI-waarden die doorliep tot in het Jonge Dryas.

In Groot-Brittannië zou die stijging mogelijk al begonnen kunnen zijn rond 48-44 ka Bp. Dit is echter niet waarschijnlijk aangezien er een groot hiaat zit tussen de gegevens uit Sandford Hill en Kent's Cavern. Daarnaast geven de VSI-waarden uit Zuidwest-Frankrijk en Zuid-Duitsland & Zwitserland een daling weer in het Aurignacien en Gravettien.

In geen enkel geval spreken de dalende of stijgende trends in de verschillende gebieden elkaar tegen en wanneer dit wel het geval is, is er altijd sprake van een hiaat in het gegevensbestand. Op basis van de huidige gegevens nemen we daarom aan dat het stijgen en dalen van de VSI-waarden binnen Europa min of meer gelijktijdig plaatsvond.

Het stijgen en dalen van VSI-waarden hangt samen met de klimaatswisselingen. Op het moment dat er een klimaatswisseling plaatsvindt, is er ook een verandering in de lichaamsgrootte van de rendieren. In de overgang van een koude naar een warme periode neemt de lichaamsgrootte toe. Dit kunnen we als volgt verklaren. In warme periodes is het over het algemeen vochtiger dan in koude periodes. In de overgang van koud naar warm is er een periode waarin het al wat warmer wordt en er wat meer neerslag gaat vallen maar waarin het nog koud genoeg is voor een grote hoeveelheid neerslag in de vorm van sneeuw. Dit houdt dus in dat er een toename is van sneeuwval waardoor de vegetatie bedekt wordt en de overlevingskansen voor de rendieren dalen. Uiteindelijk zorgt deze winterbottleneck voor een toename in grootte van de dieren die wel overleven. Grootte hangt dus voornamelijk samen met vochtigheid en minder met temperatuur.

Dat het stijgen en dalen van de VSI-waarden samenhangt met de klimaatswisselingen zien we terug in de algemene trend. Aan het eind van het Saalien in de overgang naar het Eemien stijgen bijvoorbeeld de VSI-waarden. De stijgende VSI-waarden van OIS 5d naar c is het gevolg van de overgang van koud en droog naar warm en vochtig. In het koude en droge OIS 4 dalen de VSI-waarden. In de loop van OIS 3, wanneer het weer warmer en vochtiger wordt, zouden de VSI-waarden weer moeten stijgen. Deze stijging is mogelijk ook aanwezig maar niet bewezen omdat er op dat moment een hiaat is in de gegevens. Aan het eind van OIS 3 wordt het weer kouder en droger in de aanloop naar het eerste deel van OIS 2 (*Late Glacial Maximum*). Deze verandering van het klimaat is wederom te herkennen aan de VSI-waarden die vanaf eind OIS 3 dalen. Na het *Late Glacial Maximum* warmt het weer op en volgt er het Bølling/Allerød-interstadiaalcomplex en vervolgens het Holoceen. Deze periode wordt kort onderbroken door het koude Jonge Dryas. Over het algemeen kunnen we zeggen dat deze periode een overgangsperiode is van koud naar warm en wederom is dit terug te zien aan de VSI-waarden die in deze periode een stijgende lijn vertonen.

14.5. De ouderdomsbepaling

We hebben nu een beeld gekregen van de rendierpopulaties in Europa in het Laat-Pleistoceen. We weten ongeveer hoe groot de rendieren waren en hoe de lichaamsgroottes geografisch en door de tijd heen met elkaar en met het klimaat in verhouding stonden. Om de ouderdom van de rendierpopulatie uit Woerden te achterhalen moeten we de VSI-waarde van Woerden inpassen in dit beeld van de rendierpopulaties uit Europa.

Woerden is gelegen in het noorden zodat de VSI-waarde van Woerden in principe vergeleken moet worden met de VSI-waarden van andere sites uit Noord-Europa. Het blijkt echter dat de VSI-waarde van Woerden veel lager is dan de VSI-waarden van de andere noordelijke sites. Op het eerste gezicht lijkt de rendierpopulatie uit Woerden dus slecht te passen tussen de andere populaties uit het noorden.

De VSI-waarden uit Zuid-Europa zijn over het algemeen lager dan die uit het noorden en komen daarom beter in de buurt van de VSI-waarde van Woerden. Het dichtst in de buurt van de -56,16 (of de -49,35 als je de maten van de femora en de tibiae niet meerekent) van Woerden komen de Zuidwest-Franse sites Combe Grenal 64-61 met -37,41, Laugerie Haute e20-18 met -35,51 en

Lagerie Haute e8-4 met -45,56. Dit wijst ons op de mogelijkheid dat de rendieren uit Woerden verwant zijn aan de rendieren uit Zuidwest-Frankrijk en dat er dus mogelijk sprake is geweest van migratie tussen deze gebieden. Migratie is echter lastig te bewijzen omdat het met behulp van osteometrie alleen mogelijk is om aan te tonen dat twee populaties niet aan elkaar verwant zijn. Een positieve correlatie kan alleen met behulp van genetisch onderzoek worden vastgesteld.

Weinstock heeft in zijn onderzoek met behulp van osteometrisch onderzoek uitgesloten dat in het Laat-Glaciaal migratie heeft plaats gevonden tussen Frankrijk en België. Deze conclusie was gebaseerd op het feit dat het verschil tussen de VSI-waarden van de populaties uit het noorden en uit het zuiden te groot was. De grens tussen de twee gebieden lag in Noord-Frankrijk. In het Laat-Glaciaal kunnen er volgens deze hypothese dus geen dieren uit Zuidwest-Frankrijk naar Woerden gemigreerd zijn. De VSI-waarden uit Zuidwest-Frankrijk die het meest in de buurt komen van de VSI-waarde van Woerden komen echter niet uit het Laat-Glaciaal maar uit de periode van het *Late Glacial Maximum* en het eind van het Saalien. In beide periodes ontbreken echter VSI-waarden uit Noord-Europa waardoor een migratie niet uitgesloten kan worden. In andere gebieden en periodes is echter nooit sprake geweest van migratie van rendieren van het zuiden naar het noorden of andersom. De vraag is dus of dit überhaupt te verwachten is? De kans lijkt niet groot omdat we er van uitgaan dat er gedurende het hele Laat-Pleistoceen een verschil is geweest tussen de VSI-waarden in het noorden en in het zuiden. Een dergelijk verschil geeft weer dat er geen sprake was van migraties tussen deze gebieden.

Wanneer we naar de Noord-Europese sites kijken is te zien dat de sites uit Groot-Brittannië gemiddeld de laagste VSI-waarden hebben. Gezien het feit dat deze sites gelegen zijn in het westen en een minder continentaal klimaat hebben is het logisch dat de rendieren kleiner zijn dan de rendieren van de meer oostelijk gelegen sites uit Noord-Duitsland. De laagste VSI-waarde in Groot-Brittannië is -29,45 uit Sandfort Hill. Deze waarde ligt vrij ver af van de VSI-waarde uit Woerden. Het is daarom niet waarschijnlijk dat de rendieren uit Woerden gelijktijdig met de rendieren uit Sandfort Hill hebben geleefd. We zullen met behulp van de algemene trend van stijgende en dalende VSI-waarden na moeten gaan of de VSI-waarde op andere voor ons nog onbekende momenten lager kan zijn geweest.

De laagste VSI-waarden zullen waarschijnlijk voorkomen aan het eind van een periode waarin de VSI-waarden daalden. In het Laat-Pleistoceen zijn twee 'dalende periodes' bekend. De eerste periode loopt van het begin van OIS 4 tot aan 50 ka BP. De tweede periode loopt vanaf ongeveer het Aurignacien, 35 ka BP, tot aan de overgang naar het Laat-Glaciaal. De laagste VSI-waarden verwachten we zoals gezegd aan het eind van deze periodes, dus rond 60-50 ka (begin OIS 3) en rond 25-15 ka (begin OIS 2). De VSI-waarden uit Groot-Brittannië die qua datering het dichtst in de buurt van deze periodes komen zijn de VSI-waarde uit Sandfort Hill die dateert uit de periode 48-44 ka BP en de VSI-waarde uit Kent's Cavern die dateert van rond 13-12 ka BP. De eerste heeft een waarde van -29,45 en de tweede een waarde van -7,78. Beide waarden komen uit een periode waarin de VSI-waarde stijgende was maar voor beide waarden geldt dat het waarschijnlijk is dat in de periode kort ervoor de daling van de VSI-waarden gestopt is. De VSI-waarden uit Sandfort Hill en Kent's Cavern zijn dus iets hoger dan de onbekende VSI-waarde op het diepte punt van de daling. Hieruit kunnen we afleiden dat de VSI-waarde op het dieptepunt rond 50 ka BP lager moet zijn geweest dan die op het dieptepunt rond 25 ka BP. We kunnen dus concluderen dat het waarschijnlijker is dat de rendierpopulatie uit Woerden stamt uit de periode rond 60-50 ka BP dan uit 25-15 ka BP.

Het feit dat het waarschijnlijker is dat de rendierpopulatie stamt uit de periode rond 60-50 ka BP wil nog niet zeggen dat dit ook daadwerkelijk het geval is. Het verschil tussen -29,45 en -56,16 (of -49,35) is namelijk erg groot. De vraag is dus of de VSI-waarde in minimaal 2 ka en maximaal 24 ka kan stijgen met ongeveer 26. Om erachter te komen of dit mogelijk is kijken we wederom naar de VSI-waarden uit Europa. We zien dan dat in Zuidwest-Frankrijk de VSI-waarde in de periode tussen 13 en 12 ka BP maar liefst gestegen is van -30,71 naar -17,83. Dit betekent een stijging van ongeveer 13 in een periode van 1 ka. Omgerekend lijkt een stijging van 26 in minimaal 2 ka dus ook mogelijk.

In de bovenstaande redeneringen werd er steeds vanuit gegaan dat Woerden past in een groter geheel. Is het echter mogelijk dat we te maken hebben met een uitschieter? De gegevens van andere gebieden worden gebruikt omdat er uit Nederland geen andere VSI-waarden bekend zijn. Zou het zo kunnen zijn dat de lichaamsgroottes van de rendieren uit Nederland een uitzondering vormen ten opzichte van de rendieren van andere sites uit Noord-Europa? Aanwijzingen voor de oorzaak van een

dergelijke uitzonderingspositie, bijvoorbeeld als gevolg van klimaat of ligging, zijn er echter niet en daarom achten we de kans dat dit het geval is niet groot.

De rendierpopulatie uit Woerden kan ook een uitzondering zijn doordat deze afkomstig is uit een periode waarover we in Europa geen gegevens hebben. Het gaat dan om OIS 5a en b, het Eemien en het Saalien (behalve OIS 6). De afwezigheid van VSI-waarden in het Eemien is het gevolg van het feit dat er geen of nauwelijks rendieren leefden in de gebieden waarover we nu praten. De rendieren uit Woerden kunnen dus niet uit deze periode stammen. Het is ook niet waarschijnlijk dat de rendieren afkomstig zijn uit OIS 5a en b omdat we gezien de VSI-waarden in de voorgaande en erop volgende periodes gedurende OIS 5a en b een hoogtepunt verwachten. De rendieren uit Woerden zijn dusdanig klein dat het niet te verwachten is dat ze geleefd hebben in een periode waarin de VSI-waarden op z'n hoogst zijn.

De enige periode waarvan de VSI-waarden ontbreken is het Saalien voor OIS 6. Het is echter niet waarschijnlijk dat de rendieren uit Woerden afkomstig zijn uit deze periode. In het begin van deze thesis is er namelijk vastgesteld dat het onwaarschijnlijk is dat er midden-pleistocene vondsten gedaan zouden worden omdat de afzettingen uit die periode ontbreken in de bodem van Woerden. De rendieren uit Woerden stammen dus niet uit het Saalien.

Na alle mogelijkheden bekeken te hebben blijkt dat er maar één periode is waarin de rendieren uit Woerden geleefd kunnen hebben en dit is rond 60-50 ka BP. Deze periode ligt aan het begin van OIS 3. Deze zuurstofisotopenstage blijkt een roerige periode wat het klimaat betreft, waarin warm en koud elkaar snel afwisselen, een prima voedingsbodem voor uitschieters in de natuur zoals een erg klein lichaam.

15. Conclusie

De pleistocene geschiedenis van Woerden en omstreken was onbekend. Met behulp van het onderzoek naar een deel van de collectie uit Woerden is hier verandering in gekomen. Uit dit onderzoek zijn een aantal belangrijke conclusies te trekken.

Het botmateriaal uit Woerden is afkomstig uit zowel warme als koude fases uit het Vroeg- en Laat-Pleistoceen. Dit wordt bevestigd door het bestudeerde Cervidae materiaal. De Cervidae uit Woerden zijn afkomstig uit het Laat-Pleistoceen en mogelijk ook uit het Vroeg-Pleistoceen. De laat-pleistocene soorten komen in ieder geval uit het Weichselien. Het is niet bewezen maar ook niet uitgesloten dat er soorten uit het Eemien aanwezig zijn. Soorten uit het Midden-Pleistoceen zijn afwezig omdat afzettingen uit deze periode ontbreken. Het faunacomplex uit Woerden vertoont qua samenstelling en ouderdom veel gelijkenis met de fauna's van de Maasvlakte.

Rendieren zijn de best vertegenwoordigde Cervidae in Woerden. Een opmerkelijk resultaat van het uitgevoerde onderzoek is, dat de rendierbotten uit Woerden afkomstig zijn van één populatie. Deze populatie heeft een natuurlijke verhouding van mannelijke en vrouwelijke dieren van respectievelijk 1:2 en bestaat uit zowel jonge als volwassen dieren. Met behulp van de VSI-methode van J. Weinstock is een indexcijfer (VSI-waarde) voor de gemiddelde lichaamsgrootte van de populatie bepaald. De lichaamsgrootte van de rendieren uit Woerden bleek, vergeleken met andere rendierpopulaties uit Europa, erg klein te zijn. De VSI-waarde heeft in combinatie met de door J. Weinstock verzamelde informatie over rendieren in Europa geleid tot een ouderdomsbepaling van de rendierpopulatie uit Woerden. De ouderdom bleek vrij nauwkeurig te bepalen op 50-60 ka BP.

Het feit dat alle rendierbotten uit één periode komen terwijl er het hele Weichselien rendieren in Nederland geleefd kunnen hebben zegt iets over de ouderdom van de andere botten afkomstig uit het Weichselien. Het is namelijk waarschijnlijk dat deze andere botten ook uit de periode rond 50-60 ka BP afkomstig zijn. Dit betekent dat de bodem van Woerden geen sequentie van botmateriaal uit het hele Laat-Pleistoceen bevat maar dat de sedimenten tijdens beperkte periodes zijn afgezet. Dit geldt natuurlijk ook voor de ouderdom van de in Woerden gevonden archeologische voorwerpen. Ook die beperkt zich dus tot enkele periodes.

De gevonden archeologie bestaat voornamelijk uit complete vuurstenen werktuigen. Afslagen die bij de vervaardiging van de werktuigen worden geproduceerd ontbreken. Hieruit is te concluderen dat er in Woerden geen sprake was van een 'productiecentrum' van vuurstenen werktuigen. De gevonden vuurstenen werktuigen zijn in het landschap achtergelaten na de vervaardiging die ergens

anders heeft plaatsgevonden. Een voorwerp kan per ongeluk of expres worden achtergelaten. In het eerste geval is er sprake van verlies. In het tweede en meest voorkomende geval wordt het voorwerp afgedankt nadat het is gebruikt. In dat geval worden er naast het werktuig meestal ook botten gevonden die snijsporen en/of andere sporen van bewerking vertonen. De rendierbotten uit Woerden vertonen geen van deze sporen. Een relatie tussen de fossiele rendierassemblage van Woerden en de Neanderthaler is dus niet aangetoond.

Sporen van slacht of bewerking ontbreken ook op andere botten uit de voornamelijk laat-pleistocene collectie van Woerden. De ouderdom van de stenen werktuigen is daarom nog steeds een probleem. De artefacten zouden dus nader onderzocht moeten worden.

Naast een onderzoek naar de werktuigen uit Woerden is ook vervolgonderzoek naar het botmateriaal gewenst. De determinatie van het overige deel van de collectie en het bestuderen van andere diersoorten kan nog meer informatie opleveren waarmee een compleet inzicht in de pleistocene geschiedenis van Woerden verkregen kan worden.

In de toekomst is het ook van belang onderzoek te doen naar andere rendierpopulaties in Nederland. Het onderzoek naar de rendierpopulatie in Woerden heeft bewezen dat het mogelijk is om met een VSI-waarde de ouderdom te bepalen van een populatie. Dit is zeker een interessante methode om toe te passen op sites waar er een relatie bestaat tussen mensen en rendieren omdat hiermee de ouderdom van menselijke bewoning in een bepaald gebied vastgesteld kan worden.

Bibliografie

Geraadpleegd:

- Andel, T.H. van & W. Davies (eds) 2003: *Neanderthals and the modern humans in the European landscape during the last glaciation: archaeological results of the Stage 3 Project*, Cambridge.
- Allabay M., (ed) 1996: *The Concise Oxford Dictionary of Zoology*, New York.
- Asperen, E. van, z.j.: *De tafonomie van de collectie van Woerden*, Leiden (scriptie, Faculteit der Archeologie).
- Azzaroli, A., 1994: Forest Bed elks and giant deer revisited, *Zoological Journal of the Linnean Society* 112, 119-33.
- Berendsen, H.J.A., 1997: *Fysisch-geografisch onderzoek. Thema's en methoden*, Assen.
- Berendsen, H.J.A., 1998: *De vorming van het land: Inleiding in de geologie en de geomorfologie*, Assen.
- Boddaert, M. et al. (eds) 2004: *ANWB Topografische Atlas Utrecht/Flevoland, 1:25.000*, Den Haag.
- Glimmerveen, J. et al. 2004: The North Sea project: the first palaeontological, palynological, and archaeological results, in: N.C. Flemming (ed.): *Submarine prehistoric archaeology of the North Sea. CBA Research Report 141*, 43-52.
- Glimmerveen, J., D. Mol & H. van der Plicht in press: The Pleistocene reindeer of the North Sea – initial palaeontological data and archaeological remarks, *Quaternary International*.
- Haartsen, A., 2003: *Het Land van Woerden*, Woerden.
- Hagman, F. & R. Kersbergen (eds) 2004: *Luchtfoto-atlas Utrecht loodrechtluchtfoto's provincie Utrecht, schaal 1:14.000*, Landsmeer.
- Hufthammer, A.K., 1995: Age determination of Reindeer (*Rangifer tarandus* L.), *Archaeozoologia* 7, 33-42.
- Kolfschoten T. van & Y. Vervoort-Kerkhof 1988: Pleistocene and Holocene mammalian faunas from the Maasvlakte near Rotterdam (the Netherlands), *Meded. Werkgr. Tert. Kwart. Geol.* 25 (1), 87-98.
- Kolfschoten, T. van, 2001: Pleistocene Mammals from the Netherlands, *Bollettino della Società Paleontologica Italiana* 40 (2), 209-15.
- Kunst, C.E., 1937: *Die Niederländischen Pleistozanen Hirsche*, Leiden.
- Kurtén, B., 1968: *Pleistocene Mammals of Europe*, London.
- Lister, A.M., 1984: Evolutionary and ecological origins of British deer, *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh* 82B, 205-29.
- Lister, A.M., 1986: New Results on Deer from Swanscombe, and the Stratigraphical Significance of Deer in the Middle and Upper Pleistocene of Europe, *Journal of Archaeological Science* 13, 319-38.
- Lister, A.M., 1993: The stratigraphical significance of deer species in the Cromer Forest-bed Formation, *Journal of Quaternary Science* 8 (2), 95-108.

Lister, A.M. *et al.* 2005: The pattern and process of mammoth evolution in Eurasia, *Quaternary International* 126-128, 49-64.

Meene, E.A. van de, M. van Meerkerk & J. van der Staay, 1988: *Geologische Kaart van Nederland Utrecht Oost*, Haarlem.

Stuart, A.J. *et al.* 2004: Pleistocene to Holocene extinction dynamics in giant deer and woolly mammoth, *nature* 431, 684-89.

Vos, J. de, D. Mol & J.W.F. Reumer 1995: Early Pleistocene Cervidae (Mammalia, Artiodactyla) from the Oosterschelde (the Netherlands), with a revision of the cervid genus *Eucladoceros* Flaconer, 1868, *Deinsea* 2, 95-121.

Weinstock J., 1999: Geographical variation of reindeer (*Rangifer tarandus*) in Europe during the Late Glacial (ca. 13-10 ky BP), in: N. Benecke (ed.), *The Holocene History of the European Vertebrate Fauna. Archäologie in Eurasien* 6, 283-94.

Weinstock, J., 2000a: *Late Pleistocene reindeer populations in Middle and Western Europe. An osteometrical study of Rangifer tarandus*, Tübingen: Mo Vince Verlag.

Weinstock J., 2000b: Osteometry as a source of Refined Demographic Information: Sex-Ratios of Reindeer, Hunting Strategied, and Herd Control in the Late Glacial site of Stellmoor, Northern Germany, *Journal of Archaeological Science* 27, 1187-95.

Weinstock J., 2002: Reindeer Hunting in the Upper Palaeolithic: Sex Ratios as a Reflection of Different Procurement Startegies, *Journal Araeological Science* 29, 365-77.

Internetsites geraadpleegd:

www.archaeolink.com/glossary-p.htm

www.stadsmuseumwoerden.nl

Voor meer informatie:

Berg, R. van den, 1987: Het kleine hert van Tegelen, een onderzoek naar synoniemen onder Vroeg-Pleistocene Europese soorten, *Cranium* 4 (1), 24-9.

Breda, M. & M. Marchetti 2005: Systematical and biochronical review of Plio-Pleistocene Alceini (Cervidae; Mammalia) from Eurasia, *Quaternary Science Reviews* 24, 775-805.

Gaudzinski, S. & W. Roebroeks 2000: Adults only. Reindeer hunting at the Middle Palaeolithic site Salzgitter Lebenstedt, Northern Germany, *Journal of Human Evolution* 38, 497-521.

Guérin, C. & M. Patou-Mathis 1996: *Les grands mammifères Plio-Pléistocènes d'Europe*, Paris.

Hundertmark, K.J. *et al.* 2002: Mitochondrial Phylogeography of Moose (*Alces alces*): Late Pleistocene Divergence and Population Expansion, *Molecular Phylogenetics and Evolution* 22, 375-87.

Kaiser, T.M. & R. Croitor 2004: Ecological interpretations of early Pleistocene deer (Mammalia, Cervidae) from Ceyssaguet (Haute-Loire, France), *Geodiversitas* 26 (4), 661-74.

- Kiple K.F. & K.C. Ornelas (eds) 2000: *The Cambridge World History of Food*, Cambridge.
- Lister, A.M., 2004: The impact of Quaternary Ice Ages on mammalian evolution, *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 359, 221-41.
- Louwe Kooijmans L.P. *et al.* (eds) 2005: *Nederland in de prehistorie*, Amsterdam.
- Pitra, C. *et al.* 2004: Evolution and phylogeny of old world deer, *Molecular Phylogenetics and Evolution* 33, 880-95.
- Ridder, D. de, 2005: *Over oude koeien: Een baggerproject te Woerden*, Leiden (MA-thesis, Faculteit der Archeologie).
- Spaan, A., 1992a: Het grote hert van Tegelen, *Cranium* 9 (1), 23-6.
- Spaan, A., 1992b: A revision of the deer from Tegelen (province of Limburg, The Netherlands), *Scripta Geol.* 98, 1-41.
- Street, M.J., 1993: *Analysis of Late Palaeolithic and Mesolithic faunal assemblages in the northern Rhineland, Germany*, dissertation University of Birmingham.
- Turner, E., 2002: Solutré. An archaeological analysis of the Magdalenian horizon, *Verlag des Römisch-Germanischen Zentralmuseums, Monographien band 46*, Mainz.
- Weinstock J., 1997: The relationship between body size and environment: the case of Late Pleistocene reindeer (*Rangifer tarandus*), *Archaeofauna* 6, 123-35.

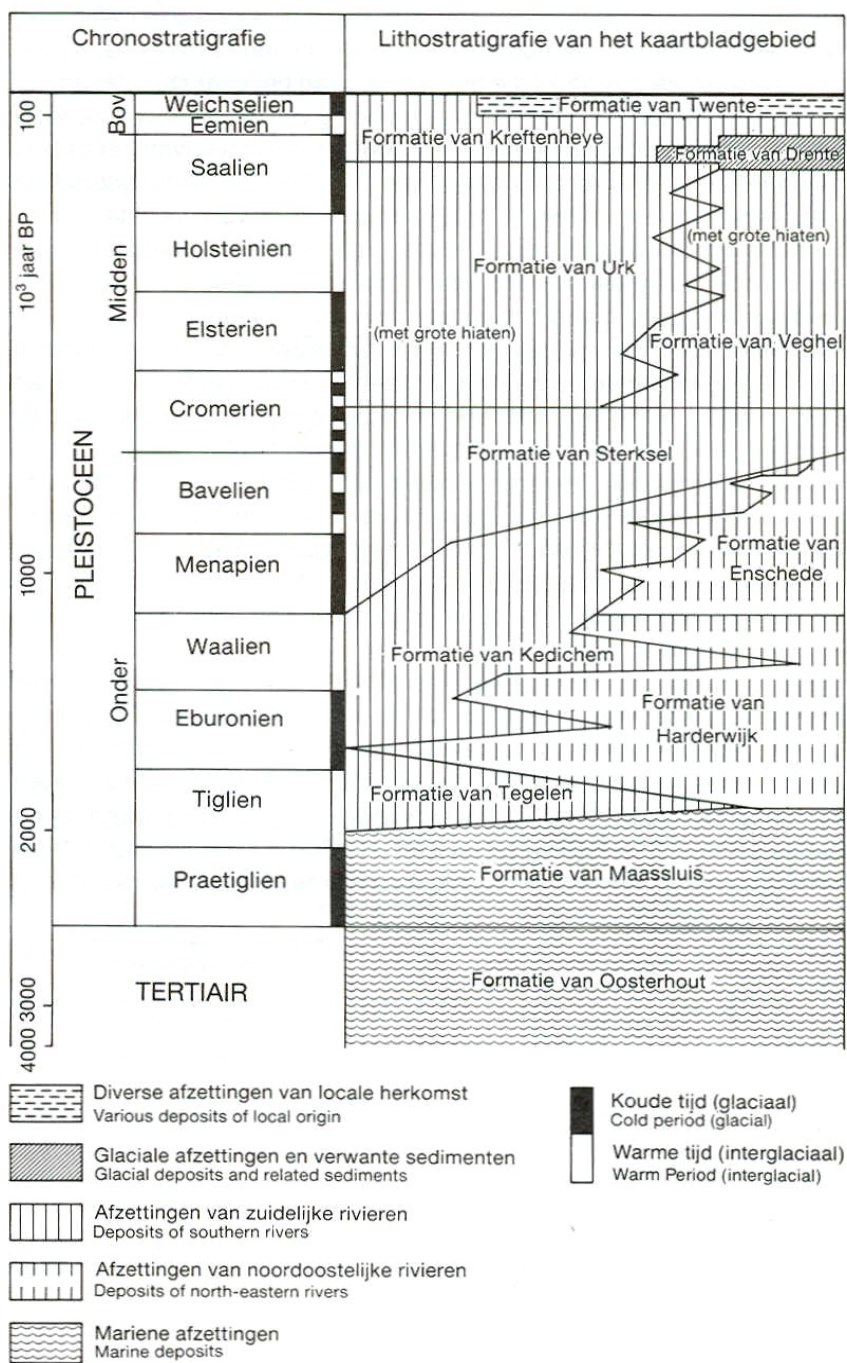
Bijlagen:

Figuur 7 Access-formulier waarop de gegevens van elke eenheid ingevuld werden.

Unity number	Recovery date	Archaeologist	Site	Researcher	Research date
1					

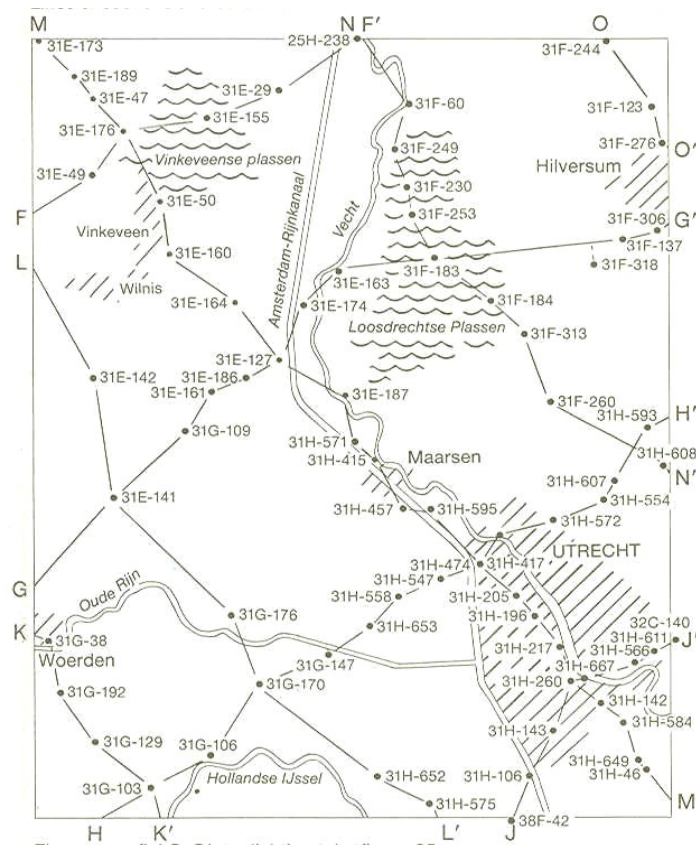
Figuur 8 Access-formulier waarop de gegevens van elk bot ingevuld werden.

Unity number	1	Photonumber camera 1	
Own number	1	Photonumber worked 1	
Codspect		Photonumber camera 2	
Order		Photonumber worked 2	
Familie			
Genus			
Species			
Element			
Great			
Left/Right			
Number			
Juvenile	☐		
Sex			
Pathology	☐		
Gnawing marks	☐		
Fire	☐		
Human traces	☐		
Measure 1		Remarks	
Measure 2			
Measure 3			
Measure 4			

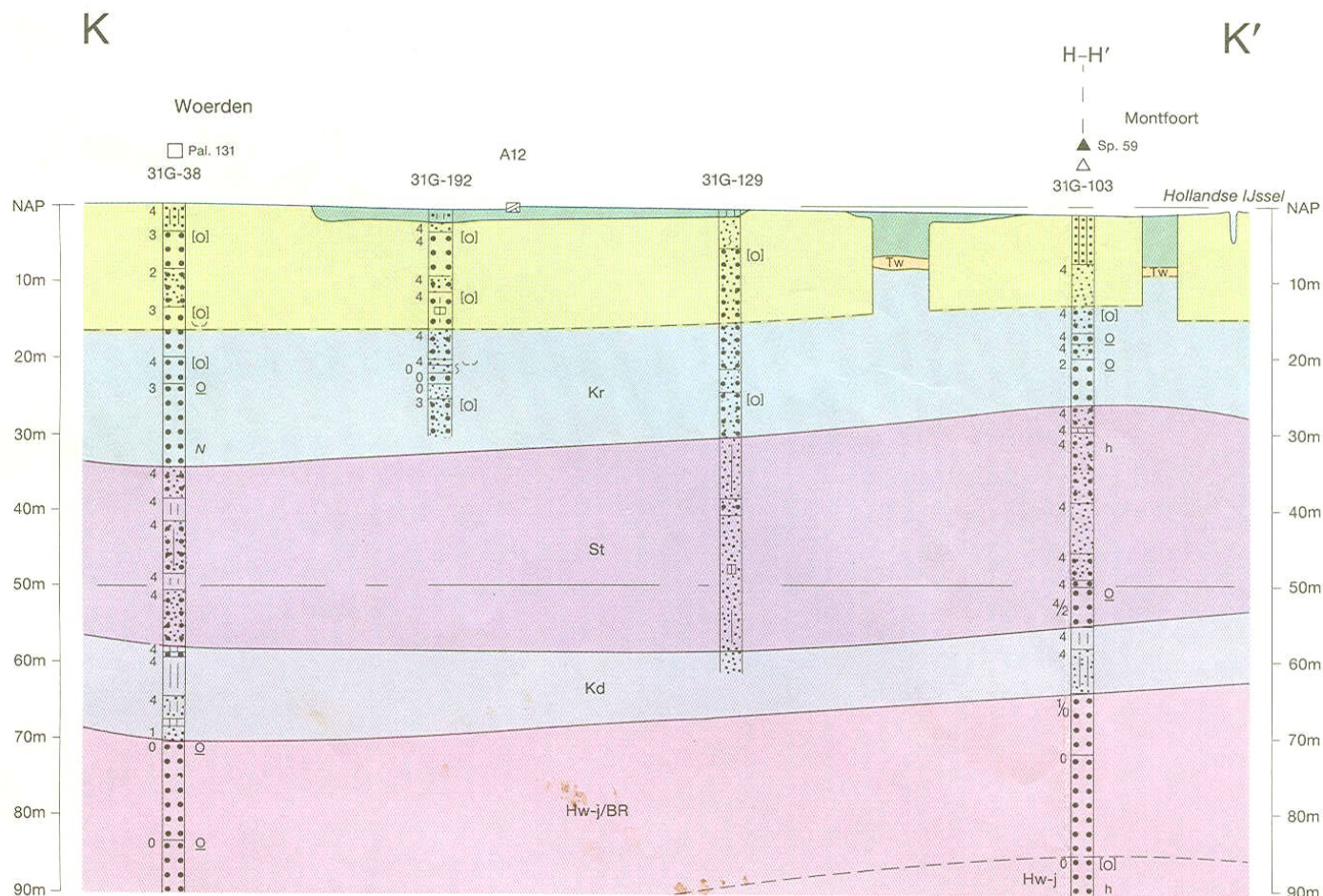


Figuur 9 Stratigrafische tabel van het Pleistoceen in het gebied rond Utrecht (RGD kaart 31O)
(Van de Meene et al. 1988)

Figuur 10 (rechts) Ligging van de profielen en boorputten op RGD kaart 31O (Van de Meene *et al.* 1988)



Figuur 11 (onder) Profiel van K-K' (de lijn Woerden-Montfoort) op RGD kaart 31O (Van de Meene *et al.* 1988)



LEGENDA STRATIGRAFIE LEGEND STRATIGRAPHY

KWARTAIR QUATERNARY

HOLOCEN HOLOCENE

- Westland Formatie, geulafzettingen (zand)
Westland Formation, channel deposits (sand)
- Westland Formatie, overige afzettingen (klei en veen)
Westland Formation, other deposits (clay and peat)

PLEISTOCEN PLEISTOCENE

- Formatie van Twente
Twente Formation
- Formatie van Kreftenheye, jongere deel
Kreftenheye Formation, younger part
- Formatie van Kreftenheye, afzettingen van Tienhoven
Kreftenheye Formation, Tienhoven deposits
- Formatie van Kreftenheye, met een bijmenging van fluvioglaciaal materiaal
Kreftenheye Formation, intermingled with some fluvioglacial components
- Formatie van Drente, smeltwaterafzettingen
Drente Formation, fluvioglacial deposits
- Formatie van Urk
Urk Formation
- Formatie van Veghel
Veghel Formation
- Formatie van Veghel, met een bijmenging van Rijn materiaal
Veghel Formation, intermingled with some Rhine components
- Formatie van Sterksel
Sterksel Formation
- Formatie van Enschede
Enschede Formation
- Formatie van Kedichem
Kedichem Formation
- Formatie van Kedichem, met een geringe bijmenging van oostelijk materiaal
Kedichem Formation, intermingled with little components of eastern provenance
- Formatie van Harderwijk, jongere deel
Harderwijk Formation, younger part
- Formatie van Harderwijk, jongere deel, met een bijmenging van Bunnik Rijn materiaal
Harderwijk Formation, younger part, intermingled with some Bunnik Rhine components
- Formatie van Harderwijk, oudste deel
Harderwijk Formation, older part
- Formatie van Tegelen
Tegelen Formation

GESTUWDE FORMATIES ICE-PUSHED FORMATIONS

- Formatie van Drente, Formatie van Urk, Formatie van Sterksel
Drente Formation, Urk Formation, Sterksel Formation
- Midden pleistocene formaties, plaatselijk bedekt met jongere afzettingen (F.v.Dr., F.v.Tw.)
Middle Pleistocene formations, locally covered with younger deposits (Dr. F., Tw. F.)

DIVERSEN MISCELLANEOUS

- Water
- Opgebracht- en/of geroerde grond
Fill, reworked

LEGENDA LITHOLOGIE LEGEND LITHOLOGY

- Opgebrachte – en/of geroerde grond
Fill, reworked
- Grind
Gravel
- Sterk grindig
Very gravelly
- Grindig
Slightly gravelly
- Zeer en uiterst grof zand (300–2000 μm)
Very coarse sand (300–2000 μm)
- Matig grof zand (210–300 μm)
Medium coarse sand (210–300 μm)
- Fijn zand (63–210 μm)
Fine sand (63–210 μm)
- Zandig
Sandy
- Sterk zandig
Very sandy
- Klei of leem
Clay or loam
- Kleilig of lemig
Clayey or loamy
- Sterk kleilig of lemig
Very clayey or -loamy
- Klei- of leembrokjes
Clay or loam lumps
- Veen
Peat
- Venig
Peaty
- Veenbrokjes
Peat lumps
- Humeus
Humic
- Plantenresten
Plant remains
- Houtresten
Wood remains
- Schelpfragmenten
Shell remains
- Glauconiet
Glauconite
- Glaciaal materiaal
Glacial components

Kalkgehalte Lime contents

- 0 = kalkvrij no lime
- 1 = spoor kalk trace
- 2 = weinig kalk low
- 3 = matig kalkhoudend medium
- 4 = sterk kalkhoudend high

Legenda bij figuur 11

DIVERSEN MISCELLANEOUS

- Water
- Opgebracht- en/of geroerde grond
Fill, reworked
- Breuk
Fault
- Grens onzeker
Boundary uncertain
- Grens Formatie van Harderwijk – Formatie van Maassluis:
163 m-NAP
Boundary Harderwijk Formation – Maassluis Formation: 163 m-NAP
- 31E-49 R.G.D.-archiefnummer
R.G.D. file number
- * Geprojecteerde boring
Projected borehole
- Geofysische boorgatmeting
Geophysical well log

LABORATORIUM ONDERZOEK LABORATORY INVESTIGATIONS

- ▲ Sedimentpetrologie (grind)
Sedimentpetrology (gravel)
- △ Sedimentpetrologie (zware mineralen)
Sedimentpetrology (heavy minerals)
- Paleobotanie (pollen)
Palaeobotany (pollen)
- Macropaleontologie (mollusken)
Macropalaeontology (molluscs)

	Oosterschelde	Noordzee I	Tegelen	Maasvlakte Fauna 0	Noordzee II	Maasvlakte Fauna I	Neede	Maastricht-Belvédère 4	Maastricht-Belvédère 5	Maasvlakte Fauna II	Noordzee III
<i>Maccaca florentina</i>			+								
<i>Canis lupus</i>											+
<i>Ursus etruscus</i>			+								
<i>Ursus</i> aff. <i>deningeri</i>						+					
<i>Ursus spelaeus</i>											+
<i>Ursus arctos</i>											+
<i>Ursus</i> sp.								+			
<i>Enhydriactis ardea</i>			+								
<i>Martes martes</i>											
<i>Mustela palerminea</i>			+								
<i>Mustela nivalis</i>								+			
<i>Aonyx antiqua</i>						+					
<i>Crocuta crocuta spelaea</i>										+	+
<i>Hyaena perrieri</i>	cf.		+								
<i>Panthera leo spelaea</i>										+	+
<i>Panthera gombaszoegensis</i>			+								
<i>Lynx lynx</i>						+					
<i>Homotherium</i> sp.	+										
<i>Mammuthus primigenius</i>								+		+	+
<i>Mammuthus</i> (A.) <i>meridionalis</i>	+	+	+		+	+					
<i>Mammuthus trogontherii</i>					+						
<i>Palaeoloxodon antiquus</i>										+	
<i>Anancus arvernensis</i>	+	+									
<i>Equus bressanus</i>					+						
<i>Equus</i> sp.	+					+	+	+	+	+	+
<i>Equus hydruntinus</i>											+
<i>Dicerorhinus etruscus</i>	cf.		+		+	+					
<i>Stephanorhinus kirchbergensis</i>							+				
<i>Stephanorhinus hemitoechus</i>								+			
<i>Coelodonta antiquitatis</i>									+	+	+
<i>Sus stozzii</i>	+		+								
<i>Sus scrofa</i>						+					
<i>Hippopotamus major</i>					+	+					
<i>Eucladoceros tegulensis</i>			+								
<i>Eucladoceros ctenoides</i>	+										
<i>Eucladoceros</i> sp.				+							
cf. <i>Megaloceros verticornis</i>						+					
<i>Megaloceros</i> sp.						+					
<i>Megaloceros giganteus</i>								+		+	+
<i>Dama dama</i>						+				+	
<i>Cervus elaphus</i>						+	+	+	+	+	
<i>Cervus rhenanus</i>	+		+								
<i>Cervus</i> sp.				+							
<i>Alces</i> cf. <i>gallicus</i>				+							
<i>Alces latifrons</i>					+	+					
<i>Alces alces</i>										+	
<i>Rangifer tarandus</i>									+	+	+
<i>Capreolus capreolus</i>								+			
<i>Soergelia minor</i>						+					
<i>Leptobos elatus</i>	sp.		cf.								
<i>Bos taurus</i>											
<i>Bos primigenius</i>										+	
<i>Bison priscus</i>										+	+
<i>Bison menneri</i>					cf.						
<i>B. primigenius/B. priscus</i>								+	+		
<i>Praeovibos priscus</i>					cf.	cf.					
<i>Ovibos moschatus</i>										+	+

Figuur 12 Lijst van grote zoogdieren uit de belangrijkste pleistocene fauna's in Nederland (Kolfshoten, 2001)

Foto's:



Foto 2 Met behulp van grote zuiginstallaties worden er grote hoeveelheden zand en grind van de bodem van dit meer omhoog gezogen.



Foto 3 (boven) Het omhoog gezogen materiaal wordt met behulp van grote installaties gezeefd en verdeeld over verschillende fracties.

Foto 4 (links) Het botmateriaal dat in deze MA-thesis wordt beschreven is afkomstig van de afvalhoop met de grofste zeeffractie.

Foto 5 en 6 geven de goede conservatie van het botmateriaal weer.

Foto 5 Scapula van een *Equus* sp. (Wo1103a).



Foto 6 Onderkaakkies van een *Mammuthus primigenius* (Wo1040b).

