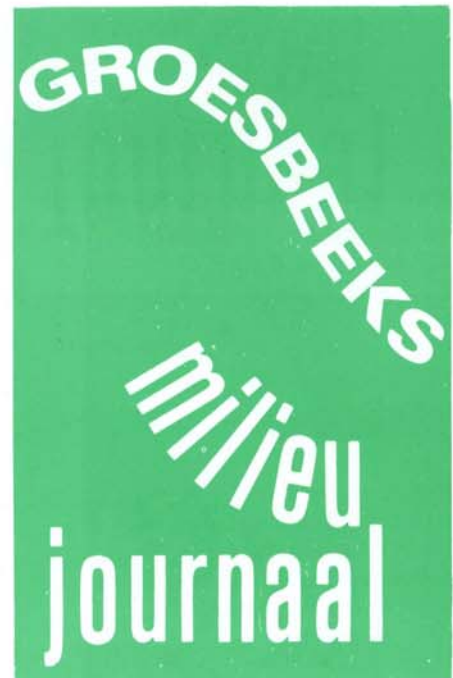


Themanummer

Terugblikken

met:

- * **2000 jaar geleden:**
Bataafse Nederzetting in Groesbeek
- * **1000 jaar geleden:**
Hoe zag het Groesbeekse oerbos
Het Ketelwoud eruit?
- * **De 20ste eeuw:**
mest van alle kanten
- * **Afgelopen 10 jaar:**
De vlinders in De Bruuk
- * **Gemier (6)**



1999-99



kennismakingsprijs f3,50



Verschijningsdatum december 1999

Inhoud

Het Groesbeeks Milieu-
journaal is een uitgave
van de Werkgroep
Milieubeheer Groesbeek
en verschijnt drie-
maandelijks.
kosten: minimaal f20,-
per jaar.
Opgave bij het secre-
tariaat.

REDACTIE

Henny Brinkhof
Niek Willems
Willemijn van Rooij

MEDEWERKERS

Jeske de Bekker
Henk A. Hiddink
J. Weima

SECRETARIAAT

Postbus 26
6560 AA Groesbeek
tel. 024-3971214
gironr. 52.75.384
bankrek. 1174.42305

DRUK

Werkenrode, Groesbeek

OMSLAG

Joep de Bekker
"Ketelwoud"

Voorwoord van de redactie	1
Opgravingen in Groesbeek <i>Een inheems-romeinse nederzetting en een openluchtheiligdom op Klein Amerika bij Groesbeek.</i> Door Henk A. Hiddink	2
Het Ketelwoud, oerbos tussen Nijmegen en Kleef Door Henny Brinkhof	6
Gemier (5), Het insectenlichaam Door Niek Willems	11
Milieu Rondom. Door Willemijn van Rooij	18
Werking van mest in De Bruuk Door Henny Brinkhof	20
Wie kent Groesbeek	26
De Vlinders in de Bruuk Door Prof. Dr. J. Weima	27
Weet je weetje door Jeske de Bekker	30
Aankondiging IVN-wandeling	32

Voorwoord

Ronde getallen hebben een bepaalde aantrekkingskracht op mensen. Binnenkort gaan we zowel een nieuw decennium, een nieuw centennium en een nieuw millennium binnen. Onze 'jaartalkalender' is door mensen bedacht als handigheid en heeft voor de natuur geen waarde. De banen der hemellichamen worden er niet door beïnvloed en ook planten en dieren trekken zich er niets van aan. Alleen mensen trekken zich er iets van aan en sommige door hem gemaakte machines reageren er op.

Maar omdat mensen nu eenmaal van ronde getallen houden, is zo'n gebeurtenis reden om terug te blikken of juist vooruit. Omdat dit milieujournaal in de laatste week van het oude millennium verschijnt en omdat dit toevallig ook tevens milieujournaal nr. 99 is, gebruiken we dit nummer om eens terug te blikken naar natuur en milieu in het verleden.

We gaan zo'n 2000 jaar terug en kijken de Bataafse nederzetting die toen op Klein Amerika lag. Eind 1997 is er een proefopgraving verricht door de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek en de Universiteit van Amsterdam. De resultaten zijn in dit milieujournaal te vinden.

1000 jaar later lag er op de stuwwal tussen Nijmegen en Kleef nog altijd een uitgestrekt oerbos, toendertijd het Ketelwoud geheten. Dit bos verkeerde toen nog in uitstekende staat, maar zes eeuwen later zou het al tot het verleden behoren. In dit milieujournaal geven we een impressie van het uiterlijk van dit bos en van de verscheidenheid aan bostypen die er groeiden.

Vervolgens gaan we naar de afgelopen eeuw, de twintigste eeuw, de eeuw waarin de Nederlandse natuur sterk verarmde. Nederland werd van voedselarm voedselrijk. We zouden kunnen zeggen dat de 20ste eeuw de eeuw van de mest is. Aan het begin van deze eeuw was mest een probleem omdat er een tekort was en de boeren alles uit de kast moesten halen om er voldoende van te hebben om op hun akkers een redelijke opbrengst te realiseren; aan het eind ervan is het weer een probleem omdat we er geen raad meer mee weten. Volgens minister Brinkhorst kunnen we met de jaarlijkse hoeveelheid geproduceerde mest de provincie Utrecht één meter ophogen! Mest bleek op allerlei manieren natuurgebieden binnen te dringen: via grondwater, via de lucht en zelfs indirect vanuit het gebied zelf vrijkomen door chemische reacties in de bodem die door meststoffen in het grondwater en door ontwatering op gang gebracht worden. In dit nummer zullen we zien hoe uit recent onderzoek blijkt hoe dergelijke processen werken in de zeldzame blauwgraslanden, waarvan we er in De Bruuk nog een paar hebben.

Tenslotte gaan we naar het laatste decennium van dit millennium. Gedurende die periode is er onderzoek gedaan naar de vlinders van De Bruuk. We zien hoe tijdens enkele droge jaren de mooie en zeldzame Zilveren Maan, een vlindersoort van blauwgraslanden, die aan het begin van de negentiger jaren nog vrij algemeen voorkomt er in 1996 uitsterft en daarmee in Nederland het laatste leefgebied beneden de grote rivieren verdwijnt.

Ondanks de zorgen die er zijn over onze kwetsbare, voedselarme natuurgebieden gaan ze nog steeds achteruit. Hoewel er plannen zijn om milieumaatregelen te nemen en er in die richting ook al wat gebeurt, lijkt de kloof tussen de gangbare landbouw en die natuur onoverbrugbaar. Hopelijk dat het ons in de volgende eeuw toch lukt de landbouw weer enigszins in evenwicht te brengen met die natuur die schoon water, schone lucht en voedselarme grond nodig heeft.

De redactie

Opgravingen in Groesbeek

Een inheems-romeinse nederzetting en een openluchtheiligdom op Klein Amerika bij Groesbeek

In het najaar van 1997 is op Klein Amerika bij Groesbeek een proefopgraving uitgevoerd door archeologen van de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek en de Universiteit van Amsterdam. Hierbij zijn voornamelijk resten vrijgelegd van inheems-Romeinse bewoning, maar daarnaast bestaan aanwijzingen dat bij de nederzetting een openluchtheiligdom heeft gelegen.

Archeologen wordt altijd weer de vraag gesteld, waarom zij op een bepaalde plaats zijn gaan graven. In het geval van Klein Amerika lag de reden in de vondst van meer dan 500 metalen voorwerpen, opgespoord door een amateurarcheoloog met een metaaldetector. Een proefopgraving was nodig om te zien of zich bijzondere resten in de grond bevonden. Als dat zo was zouden misschien beschermende maatregelen moeten worden genomen. De akkers van Klein Amerika stonden namelijk aan hellingerosie bloot, zodat de ploeg elk jaar weer iets dieper in de ondergrond doordrong.

METAALVONDSTEN UIT DE BOUWVOOR

Zoals gezegd zijn uit de bouwvoor van Klein Amerika meer dan 500 metaalvondsten verzameld met behulp van een metaaldetector. Deze vondsten komen van een oppervlak ca. 6 hectare. Hoewel de vinder amateurarcheoloog is, heeft hij de zaak bijzonder professioneel aangepakt. Van elk voorwerp is de vindplaats namelijk precies vastgelegd. Aldus was het mogelijk de verspreiding van elke vondstgroep te analyseren, hetgeen belangrijk is voor de interpretatie van het materiaal.

Een eerste vondstgroep omvat ca. 175 Romeinse munten, voornamelijk van brons. Het aantal munten is bijzonder hoog, vergeleken met de aantallen afkomstig uit de doorsnee inheems-Romeinse nederzetting in Zuid-Nederland. Daar worden vaak niet meer dan 20 of 30 munten gevonden. Een ander opmerkelijk aspect van de munten van Klein Amerika is dat het vooral gaat om vroege uitgiftes. Ongeveer 87 munten dateren van vóór 70 na Chr., waaronder een 40-tal dat al onder keizer Augustus is geslagen, dus al voor 14 na Chr. Veel vroege munten vinden we alleen in militaire bases. Het vreemde is dat het aantal munten van keizers regerend ná 70 op Klein Amerika snel afneemt, terwijl munten op inheemse nederzettingen juist dan op grotere schaal gebruikt gaan worden. Reeds in het begin van de 2de eeuw houdt de

munttoevoer geheel op. Veel munten zijn voorzien van "kloppen". Dit zijn rechthoekige stempeltjes die legercommandanten lieten aanbrengen op al wat oudere munten, om aan te geven dat deze nog wel degelijk geldig waren.

De tweede belangrijke vondstgroep is die van de *fibulae* of mantelspelden, met zo'n 200 exemplaren. Het aandeel spelden van vóór 70 na Chr. is betrekkelijk hoog (43%). Slechts twee *fibulae* dateren uit de 2de eeuw na Chr. Een bespreking van alle typen mantelspelden zou te ver voeren, maar er moet wel gewezen worden op het geringe aantal Aucissa-*fibulae* (vier). Deze spelden - genoemd naar een bekende producent - werden bij uitstek gedragen door Romeinse militairen.

Een derde groep metaalvondsten is weliswaar klein, maar daarom niet minder interessant. Het gaat om een 20-tal fragmenten van militaire uitrustingsstukken, zoals verzilverde beslagplaatjes van zwaardriemen en onderdelen van paardentuig, als riembeslag, delen van riemverdelers, sierhangers en -schijven (fig. 1).

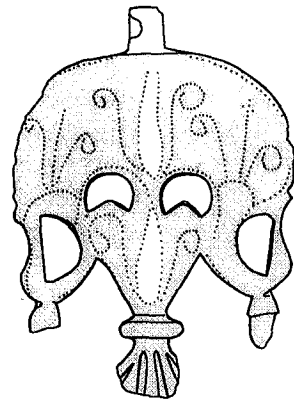


Fig. 1. Vertinde bronzen hanger van paardentuig uit de proefopgraving. Ware grootte.

Buiten het metaal, heeft de ontdekker van de vindplaats ook veel aardewerk en wat glas van de akkers opgeraapt. Heel bijzonder is een klein fragment van zogenaamd *millefiori*-glas, waarvan de wand is opgebouwd uit veelkleurige "bloemetjes". Daarnaast zijn ook ribkommen van gekleurd glas gevonden, alsmede scherven van betrekkelijk zeldzame glasvormen.

Wat is nu uit al de vondsten af te leiden over de functie van de vindplaats en de personen die er verbleven? Op basis van de vele vroege munten met "kloppen", de militaire uitrustingsstukken en andere bijzondere vondsten zou men geneigd zijn te denken dat er Romeinse militairen op Klein Amerika

In milieujournaal 45 uit 1986 publiceerde Huub Borst Pauwels al over archeologische vondsten, die hij in de gemeente Groesbeek gedaan had. Klein Amerika bleek toen al een schat van gegevens te bevatten. Huub had al vondsten gedaan uit de periode uit een ghujs verleden.

Uit het mesolithicum (8000-4400 v. Chr.) had hij vuurstenen pijprijntjes gevonden die door jagers achtergelaten worden.

Uit het Neolithicum (4400-1700 v. Chr.), de periode waar landbouw belangrijk wordt, vond hij stenen werktuigen, waaronder bijlen en klopstenen en aardewerkfragmenten.

Uit de bronstijd (700-600 v. Chr.) vond hij een stuk van een wikkeldraadpot; voorts maakte hij melding van de vondst enkele bronzen bijlen uit die periode door anderen.

Uit de IJzertijd (600-0 v. Chr.) vond hij op Klein Amerika enkele fragmenten van glazen La Tène (Keltische) armbanden. In deze periode waren de vondsten dusdanig dat sprake moet zijn geweest van continue bewoning op die plaats.

Hij maakte ook melding van vondsten uit de Romeinse Tijd (0-450 n. Chr.) van talloze resten op Klein Amerika.

zijn geweest. Het kleine aantal Aucissa-*fibulae* en de geringe hoeveelheden van bepaalde soorten aardewerk wijzen echter op een gebruik van de vindplaats door de inheemse bevolking. Zij kunnen onder meer door hun dienst in Bataafse hulptroepen-eenheden in het bezit van de beschreven goederen zijn gekomen. Uitgaande van een inheems karakter van de vindplaats en het grote aantal bijzondere vondsten, lijken we te maken te hebben met een "rijke" nederzetting of een heiligdom.

Wanneer tenslotte wordt gekeken naar de verspreiding van enkele soorten metaalvondsten, valt op dat er een tweedeling te bespeuren is. De vroegste *fibulae* concentreren zich op het westelijke deel van Klein Amerika (fig. 2A). De vroegste munten daarentegen zijn overal te vinden (fig. 2B). Dit zal te maken hebben met het feit dat deze munten nog lang na hun productiedatum in gebruik bleven. De munten die na 70 zijn vervaardigd blijken echter op het oostelijk deel van het terrein voor te komen.

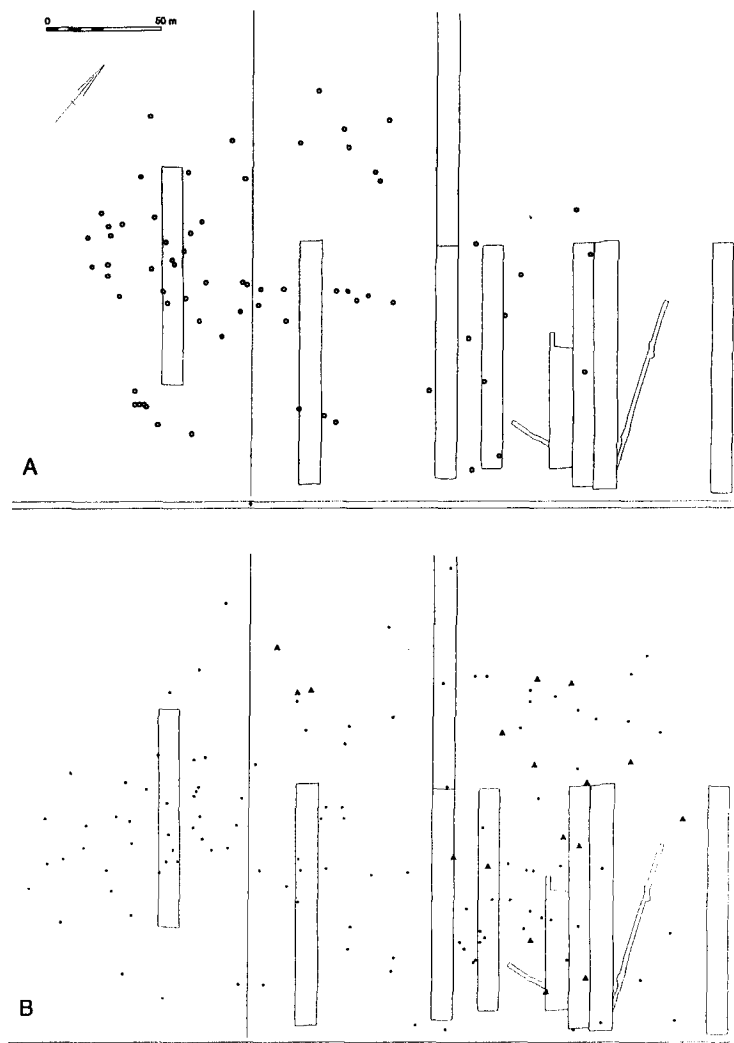


Fig. 2A. Verspreiding van de mantelspelden uit de eerste helft van de 1ste eeuw na Chr.

Fig. 2B. Verspreiding van de Romeinse munten uit de periode voor 70 na Chr. (kleine stippen) en daarna (driehoeken).

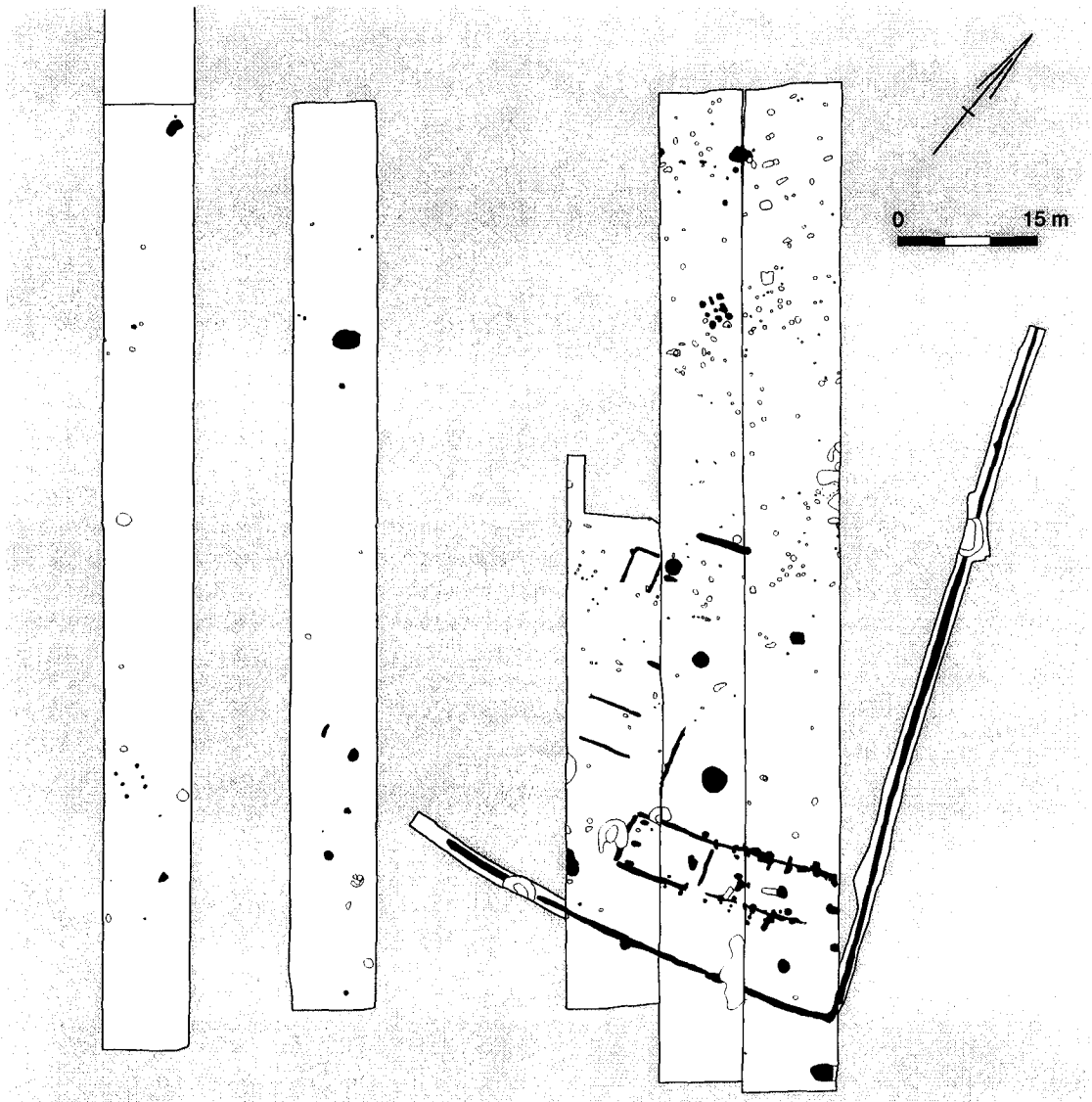


Fig. 3. Tijdens de opgraving aangetroffen grondsporen op het oostdeel van Klein Amerika. Sporen uit de Late IJzertijd en Romeinse tijd zijn zwart gemaakt.

DE PROEFOPGRAVING

Om te bepalen wat het karakter van de vindplaats was en hoe goed of slecht eventuele grondsporen bewaard waren, zijn proefsleuven van 10 m breed en 100-200 m lang gegraven. Aldus is ongeveer 1 hectare van de ondergrond in kaart gebracht. Bij het proefonderzoek is een groot aantal grondsporen aangetroffen, over het algemeen redelijk geconserveerd. Het bleek dat de hellingerosie aan de noordrand van het terrein aanzienlijk was, maar dat daar weinig grondsporen aanwezig waren. Zeker wanneer het land met gras ingezaaid blijft - zoals momenteel het geval is - zal de aantasting van sporen en vondsten binnen de perken blijven.

Veruit de meeste grondsporen zijn op de oostelijke helft van Klein Amerika gevonden (fig. 3). Een groot aantal paalgaten dateert in de Midden IJzertijd en heeft dus niets te maken met hetgeen waarover het in dit artikel gaat. Tussen de sporen uit de Midden

IJzertijd bevinden zich echter ook paalgaten uit de Late IJzertijd. Ongetwijfeld behoren deze tot bewoning, maar huisplattegronden zijn niet gevonden door de toch nog beperkte omvang van de opgraving. De enige herkenbare structuur van rond het begin van de jaartelling is een zogenaamde spieker. Dit schuurtje had een verhoogde vloer, rustend op negen palen. Ongedierte kon zo de hier opgeslagen voorraden (graan?) niet bereiken.

Van de grondsporen uit de Romeinse tijd moeten in de eerste plaats de kuilen worden genoemd. De oorspronkelijke functie van deze kuilen is onbekend, maar zij lijken met bewoning samen te hangen. In een aantal exemplaren is aardewerk uit de vroeg-Romeinse tijd aangetroffen, samen met een enkele mantelspeld of glazen kraal. Eén kraal is heel bijzonder doordat er kleine gezichtjes in aangebracht zijn (fig. 4). Deze zogenaamde *Maskenperle* is gemaakt in Alexandrië en dus helemaal uit Egypte naar Groesbeek gekomen!

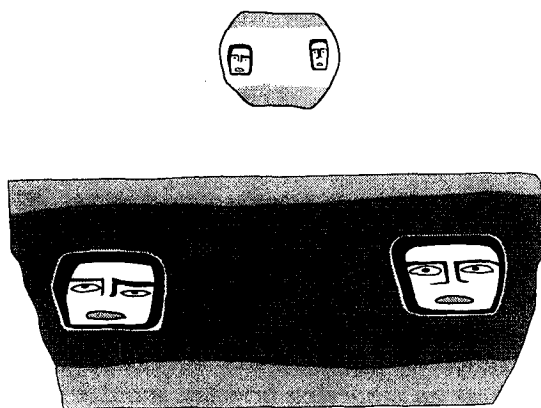


Fig. 4. Zogenaamde Maskenperle. Boven de (halve) kraal op ware grootte, onder het uitgerolde motief, 2.5x overdreven.

Een reeks sporen behoort tot een erf uit de periode van ca. 70 tot 125 na Chr. De huisplattegrond meet ca. 25 x 5.75 m en bestaat uit twee delen. Het westelijke deel is 9 m lang, voorzien van wijd uiteenstaande middenstaanders en een zwaar gefundeerde wand. In het oostelijke deel staan de middenstaanders wat dichterbij elkaar en wordt de licht gefundeerde wand ondersteund door extra palen. Op grond van de constructiewijze en naar analogie met plattegronden elders, mag het westdeel van het huis worden opgevat als het woondeel en de rest als de stal. Het erf wordt afgegrensd door een greppel die oorspronkelijk 50-60 cm diep is geweest. Op het erf liggen enkele kleinere greppels, alsmede een klein bijgebouwtje (3 x 4 m).

EEN CULTUSPLAATS BIJ DE NEDERZETTING?

De grondsporen tonen aan dat het oostelijke deel van Klein Amerika bewoond is geweest vanaf de Late IJzertijd tot in het begin van de 2de eeuw na Chr. Op dit stuk van het terrein heeft waarschijnlijk steeds één boederij gestaan, hoewel eventueel sprake kan zijn geweest van een tweede huis.

Helaas heeft onze proefopgraving geen duidelijk antwoord gegeven op de vraag wat zich op het westelijk deel van de vindplaats heeft afgespeeld. Door de grootste concentratie metaalvondsten alhier konden we

slechts één sleuf graven. De verspreid aangetroffen grondsporen tonen in ieder geval aan dat het terrein hier niet erger is aangetast door bijvoorbeeld verploeging dan het oostdeel. De dichtheid aan sporen is echter wat aan de lage kant om bewoning te veronderstellen, hoewel eventuele boederijen in theorie buiten de sleuf zouden kunnen liggen. De verspreiding van de metaalvondsten suggereert echter dat er iets anders aan de hand is. Immers, de bewoning uit de vroeg-Romeinse tijd op het oostdeel van Klein Amerika heeft bijvoorbeeld nauwelijks *fibulae* uit het begin van de 1ste eeuw opgeleverd, terwijl deze in het westen massaal aanwezig zijn. Samen met nog enkele andere aanwijzingen lijkt het er op dat sprake is van een verschil in functie van beide terreindelen.

Als op het westdeel inderdaad niet gewoond is, kunnen de bijzondere vondsten eigenlijk alleen samenhangen met een cultusplaats. Dat hiervan geen grondsporen zijn teruggevonden hoeft niet te bevreemden, want we moeten ons niet voorstellen dat hier een (stenen) tempel heeft gestaan. Uit Vlaanderen en Zuid-Nederland zijn voorbeelden bekend van kleine openluchtheiligdommen, bestaande uit een omheinde ruimte van een 30-tal meters in het vierkant. Ook hierbij zijn soms vele metalen voorwerpen gevonden. Een soortgelijke cultusplaats kan goed op het westdeel van Klein Amerika hebben gelegen, en zelfs bestaat de mogelijkheid dat sprake was van niet meer dan een open plaats in het bos.

Het archeologisch onderzoek op Klein Amerika heeft enerzijds mooie resultaten opgeleverd, zoals de huisplattegrond met het omringende erf. Anderzijds zijn niet al onze vragen opgelost. Misschien is dat laatste niet zo erg, want zo blijft de vindplaats even intrigerend als voorheen...

Henk A. Hiddink

Het Ketelwoud, oerbos tussen Nijmegen en Kleef

Aan het eind van de laatste ijstijd, zo'n 10.000 jaar geleden, ontwikkelde zich uit de boomloze toendra die zich hier bevonden opnieuw bossen. Eerst waren dat berken- en dennenbossen, maar vanaf 9.000 jaar geleden vormden zich uitgestrekte loofwouden met Hazelaar, Eik, Linde, Iep en Els. De Beuk voegde zich daar 4.000 jaar later bij, maar pas 700 v. Chr. wist deze boomsoort zich flink uit te breiden.

De mens die in de steentijd Groesbeek en omgeving bevolkte, maakte gebruik van dat bos: jaagden er op wild en kapten er bomen. Hun invloed was niet dusdanig dat het bos hier merkbaar onder leed.

Dit woud dat het gebied bedekte tussen de Waal bij Nijmegen en de Maas bij Mook en dat zich verder voortzette tot bij Kleef en Goch. Van Goch tot Gennep werd de zuidgrens gevormd door de Niers. De Romeinse schrijver Tacitus noemt het Sacrum Nemus Batavorum, het Heilige Woud der Batavieren. Zevenhonderd jaar later werd het woud, dat toen nog grotendeels ongeschonden was Ketelwoud genoemd. Hoe heeft dat woud eruit gezien?

Johan en Paul Thissen beschreven in milieujournaal 82/83 hoe het met de ontwikkeling van de bossen rond Groesbeek gegaan is.

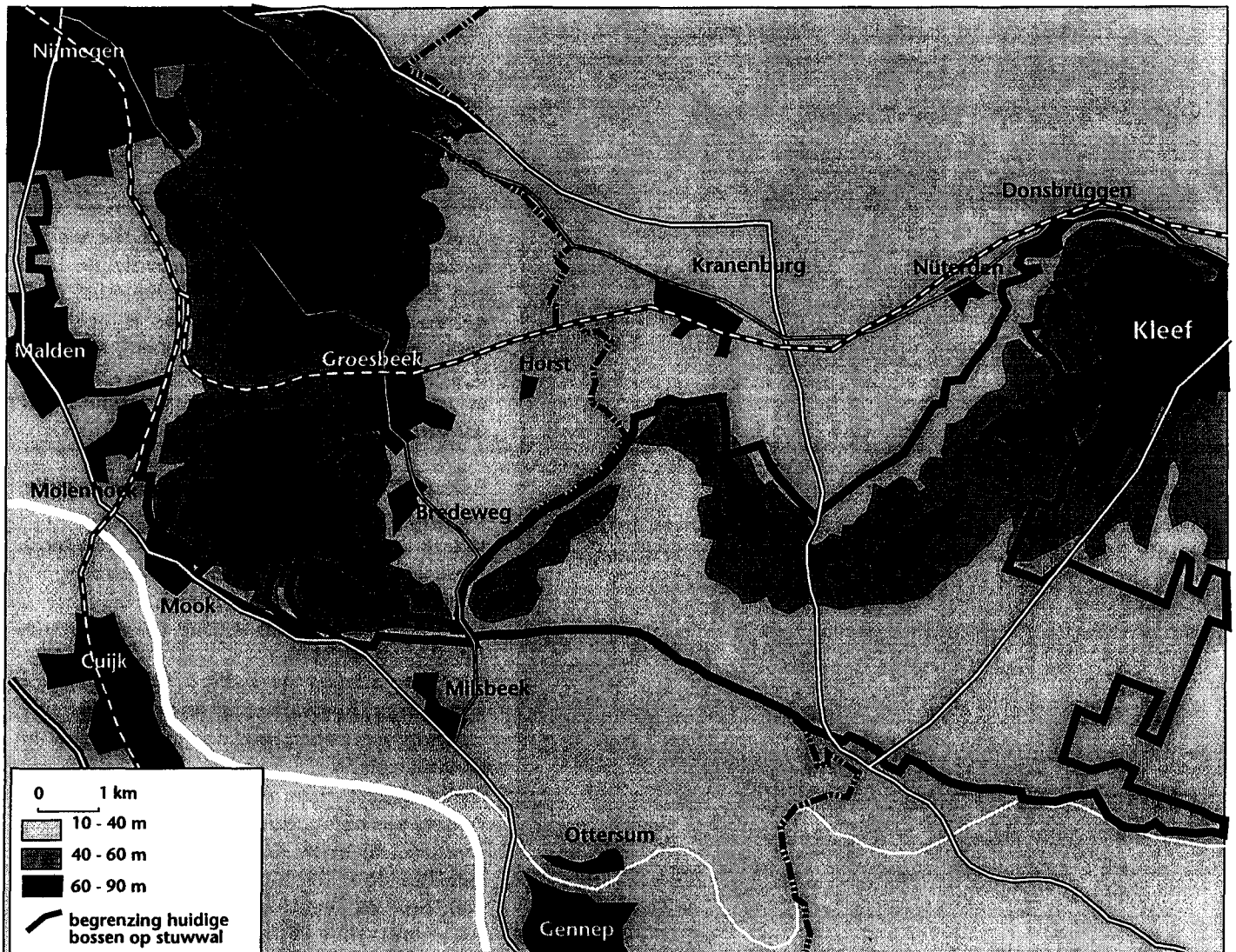
Zij schreven dat in de Romeinse Tijd het woud al vrij intensief gebruikt werd en dat er veel hout gekapt werd. Dit kwam omdat de Romeinen voor hun steen- en dakpannenfabriek van de Holdeurn, die veel brandhout nodig had, dat in het woud gewonnen werd. Na het vertrek van de

Romeinen herstelde het bos zich weer: tussen 410 en 620 bereikte het aandeel van bomen in het stuifmeel in de regio Nijmegen zijn top.

Het grote boscomplex werd door Karel de Grote in 777 bij zijn residentie, de burcht te Nijmegen, gevoegd en diende voornamelijk als jachtgebied. Later kwam het woud, dat toen ketelwoud genoemd werd aan de Duitse keizers. Na de verpanding van de burcht van Nijmegen in 1247 aan de graaf van Gelre - Rooms-koning Willem had geld nodig - werd het bos uiteindelijk eigendom van de graven (later hertogen) van Gelre en van Kleef. De graven en later hertogen van Gelre pleegden echter rooibouw op het bos. De kapcyclus werd steeds korter, tot de absurde termijn van slechts drie jaar in het hakhout. Na een periode van verdere aftakeling van het bos in de zeventiende eeuw werden de laatste oude eiken werden in het Nederlandse deel in 1655 gekapt. Hakhout, struweel, heide en lanen bleven over. Hoewel herbebossingsprojecten in gang werden gezet, mislukten die steeds. Tot rond 1760: de grove den en later de fijnspar hun intrede deden en het bos ingeplant als boomplantage met als belangrijkste doel de productie van hout. Door intensieve sprokkelen van hout en het weggakken van opslag ontstond een open bos, waarin bosbessenstruiken goed gedijden. Ongeveer 25 jaar geleden kreeg de natuur en recreatie een grotere plaats binnen het bosbeheer. Op grote percelen werd natuurlijke verjong toegepast. Dit heeft ertoe geleid dat het bos ondoorzichtiger geworden is. Ook ligt er tegenwoordig veel meer dood hout.



Foto 1.
Een oerbos is vrij open en de bomen hebben een gevarieerde leeftijd.
(Foto H. Brinkhof, oerbos Bialowieza, Polen)



Kaart 1. Ligging van de huidige bossen op stuwwal Nijmegen- Kleef

Hoe zag het oerbos eruit?

Over de samenstelling van het bos schrijven Johan en Paul Thissen.

Vroeger werd aangenomen dat dit bos voornamelijk bestond uit eiken. Recente inzichten wijzen echter op een dominantie van beuk op de leemgronden. Op deze relatief rijke bodems heeft ongetwijfeld een zwaar, gesloten bos gestaan en op de armere gedeelten, waartoe onder andere de vroegere Mookerheide behoorde, lager bos en struikgewas, wellicht met open gedeelten, begroeid met heide.

Eiken zijn beter bestand tegen exploitatie dan beuken. Het eeuwenlange gebruik van het bos heeft de eik bevoordeeld, terwijl de beuk op de rijkere delen eigenlijk de climaxvegetatie is.

Wanneer we momenteel naar de bossen kijken die op de plek van het voormalige Ketelwoud groeien dan zijn er enkele bostypen te onderscheiden, die lijken op dat wat Johan en Paul beschreven. Tevens vinden we in het gebied bossen, die als bijna-natuurlijk te boek

staan, dus die er vroeger ook gestaan moeten hebben, alleen veel beter ontwikkeld, vanwege hun lange, ongestoorde ontwikkeling.

We denken aan: Eiken-Beukenbossen, Eiken-Berkenbossen, Eiken-Haagbeukenbossen, Elzenbronbossen, Elzenbroekbossen en Wilgenvloedbossen.

Het grote verschil met de bossen zoals we ze nu kennen is dat oerbossen in het algemeen wat opener zijn en een diversere leeftijdsopbouw hebben, waarbij tot 40 m hoge woudreuzen een extra boometage vormen. Het opener karakter heeft tot gevolg dat er meer licht de grond bereikt, waardoor daar een rijke ondergroei mogelijk is. Dat de bossen zoals we die nu kennen vaak zo donker zijn, komt omdat de bomen vaak even oud zijn en omdat er vaak maar één soort staat. Beide zaken zijn een gevolg van het feit dat de bomen aangeplant zijn.

In een natuurlijke situatie komt een boomsoort nooit tot absolute dominantie. Hoewel een beuk de neiging heeft andere bomen te



Foto 2.
In een oerbos groeien
woudreuzen van 40 m
hoogte en 8 m omtrek. De
ondergroei is weelderig.
(Foto H. Brinkhof, oerbos
Bialowieza, Polen)

verdringen, lukt hem dit onder natuurlijk omstandigheden niet geheel. Wanneer beuken in een beukenbos van ouderdom omwaaien, ontstaat er een gat, waarin andere bomen kunnen groeien. De berk is een pioniersoort, die echter snel verdrongen wordt door eiken en beuken. Ook de eik moet het vaak afleggen tegen de beuk. Lukt het echter een eik om groot genoeg te worden, dan wint hij het van de beuk omdat hij veel ouder kan worden. Doordat er meerdere soorten in dat bos groeien en omdat er steeds open plekken vallen door omvallende woudreuzen, wordt het bos gevarieerd en opener en ontstaat er een afwisselende ondergroei.

Dieren kunnen dit effect mogelijk nog versterken. Wilde zwijnen woelen de bosgrond open en scheppen daardoor kiemgelegenheid voor allerlei bomen, struiken en kruiden. Grote grazers als Edelhert, Wilde Paarden en Wisent knabbelen en wrijven vaak aan de boomschors,

waardoor wonden ontstaan waardoor schimmels zich kunnen vestigen en sterfte optreedt. Hierdoor neemt de openheid verder toe. Toch wordt het effect van deze dieren op de bosontwikkeling ook wel als niet bewezen geacht.

Ondanks het feit dat oude (oer)bossen veel gevarieerder zijn dan de bossen die wij als bijna-natuurlijk beschouwen, kunnen we toch een beeld krijgen hoe het Ketelwoud eruit gezien moet hebben. Dit bos is ook niet eenvormig geweest. In het gebied, waar dit bos groeide, waren, net als nu, grote verschillen in reliëf, bodem- en waterhuishouding. Dit vergrootte de variatie enorm.

Berken-Eikenbos (*Betulo-Quercetum roboris*)

De hoger gelegen delen van de stuwwal zelf bestaan grotendeels uit opgestuwd rivierzand. Deze delen zijn droog en door uitspoeling erg voedselarm geworden.

Op dergelijke plekken vinden we van nature het Berken-Berkenbos.

Dit bostype komt plaatselijk in het gebied nog steeds voor, hoewel het op de meeste plaatsen vervangen is door Grove dennen- Douglas- en Lariksaanplant.

Dit bostype is vrij soortenarm: er kunnen ca. 50 hogere planten, varens en mossen voorkomen. De meest algemene boomsoort is de Zomereik, gevolgd door de Ruwe Berk. Andere bomen zijn: Beuk en Zachte Berk. In de struiklaag zien we vooral Wilde Lijsterbes, Sporkehout, Wilde Kamperfoelie en Blauwe Bosbes en op de bodem Bochtige Smele, Pijpestrootje, Hengel, Struikheide en Rankende Helmbloem. Voorts groeien er talloze mossen, waarvan het Kussentjesmos erg karakteristiek is.

Beuken-Eikenbos (*Fago-Quercetum*)

Op hellingen en kleine dalen is gedurende de laatste ijstijd een dun laagje lössleem op het rivierzand terecht gekomen. Dit leem zorgt ervoor dat de bodem een betere structuur heeft en ietwat voedselrijker is. Dit heeft een ander bostype tot gevolg, het Beuken-Eikenbos. In dit bostype komen ongeveer 60 soorten hogere planten, varens en mossen voor. De begroeiing is duidelijk weelderiger dan in het Berken-Eikenbos. Ook in dit bos is de zomereik nog dominant, maar het aandeel van de Beuk neemt sterk toe ten koste van de Ruwe Berk. Ook de Wintereik komt er regelmatig voor, evenals de Hulst. De Lijsterbes, Sporkehout, Bosbes en kamperfoelie, die we al eerder zagen, bereiken hier hun optimum. Ook Bochtige Smele, Rankende Helmbloem en Pijpestrootje doen het wat beter. Kenmerkend is het voorkomen van Dalkruid en Grote Veldbies. Adelaarsvaren doet het ook goed in dit bostype.



Foto 3.
Beukenbos op De Duivels-
berg (Foto H. Brinkhof)

Eiken-Beukenbossen (*Fagetalia sylvaticae*)

De grotere dalen van de stuwwallen hebben door de dikkere lössleemlaag vaak een nog rijkere bodem. De waterhuishouding is er beter, omdat het grondwater op die plekken niet al te diep meer zit. Er dergelijke plaatsen vinden fraaie bossen met een goed ontwikkelde boom-, struik- en kruidlaag. Er kunnen meer dan 150 soorten planten aangetroffen worden. Met name de kruidlaag is bijzonder. In het voorjaar, net voordat het blad aan de bomen uitloopt, beleeft deze laag zijn bloeiseizoen. Het bos kleurt dan van de bloemen van Bosanemoon, Speenkruid, Witte Klaverzuring, Gele Dovenetel, Slanke Sleutelbloem en Grote Muur. Verder groeit er Gevlekte Aronskelk en Gewone Salamonszegel. Ook Brandnetel en Kleefkruid zijn er altijd te vinden, zij het in kleine hoeveelheden.

In de boomlaag komen diverse bomen voor. De Zomereik is nog steeds algemeen, maar de Gewone Es is minstens zo veel voorkomend. De beuk doet het goed, evenals De Haagbeuk, Esdoorn, Vogelkers, Winterlinde, Zwarte Els en de Gladde Iep. Berk ziet men nog maar sporadisch.

Ook de Struiklaag is rijk aan soorten. Naast Lijsterbes, doet de Hazelaar het goed. Voorts zien we tal van andere struiken zoals: Een- en Tweestijlige Meidoorn, Vlier, Rode Kornoelje, en Aalbes. Sporkehout en Hulst worden nog maar zelden gezien. Klimop en Kamperfoelie doen het nog goed.

Goudveil-Essenbos (*Carici remotae-Fraxinetum*)

Een bijzondere gemeenschap binnen het Eiken-Beukenbos is het Goudveil-Essenbos. Dit bostype dat ook de zo karakteristieke rijke ondergroei heeft van het Eiken-Beukenbos, is een duidelijk natte variant. Dat is te zien aan het veelvuldiger voorkomen van Zwarte Els en

Grauwe Wilg ten koste van de Zomereik. In de kruidlaag treden echter een paar soorten erg op de voorgrond. Het gaat om Boswederik, Reuzenpaardestaart, Bosereprijs, Paarbladig- en Verspreidbladig Goudveil, Hangende Zegge en Bittere Veldkers. We vinden dit bostype op De Duivelsberg en Jansberg op plaatsen waar bronwater omhoog komt, maar niet blijft staan. Het water bevat kleine hoeveelheden kalk en heeft het hele jaar rond een temperatuur van ca. 10°C. Omdat deze bosgemeenschap gebonden is aan stromende water en dus aan een flink reliëf, is het in Nederland erg zeldzaam.



Foto 4.
Enorme Zomereik
(Foto H. Brinkhof, oerbos
Bialowieza, Polen)

Elzenzegge-Elzenbroek (*Carici elongatae-Alnetum*)

Een andere bosgemeenschap vinden we aan de voet van stuwwallen waar beekwater zich verzamelt of waar water uit bronnen omhoog welt en zo voor een moerassige situatie zorgt. Plaatselijk vindt veenvorming plaats. Op dergelijke plaatsen vinden we Elzenbroekbossen, in ons geval het Elzenzegge-Elzenbroek. We vinden ze aan de voet van de Jansberg. Dit bostype moet vroeger een groot deel uitgemaakt hebben van het uitgestrekte Koningsven, dat pas aan het begin van deze eeuw ontgonnen werd.

Kenmerkend voor dergelijke broekbossen is het dominant voorkomen van Zwarte Els en daarnaast Zachte Berk, Grauwe Wilg en Zwarte Bes. In de ondergroei vinden we moerasplanten als Hennegras, Moeraszegge, Riet, Grote



Foto 5.
Elzenzeggenbroek op de
Jansberg.
(Foto H. Brinkhof)

Kattestaart en Gele Lis. Kenmerkend voor het elzenzegge-Elzenbroek is het voorkomen van de Elzenzegge, een soort die we overigens ook in de Elzenbroekbossen van de Bruuk aantreffen.

Wilgenvloedbossen (*Salicetea purpureae*)
Tenslotte waren er nog de rivieren en riviertjes. Voorheen werd het Ketelwoud begrensd door rivieren de Maas aan de zuidkant en de Rijn aan de noordkant. Nu liggen er kilometers cultuurland tussen de vastgelegde rivieren en de bossen op de stuwwal. Dat geldt niet voor de Niers, die op een deel op Duitse grondgebied grenst aan het huidige Reichswald. Dit riviertje dat gedurende het seizoen fluctuaties vertoont, overstroomde in de winter grote delen van zijn omgeving. Op de gebieden die jaarlijks langere tijd onder water stonden, groeien voedselrijke wilgenvloedbossen. Verder van de rivier af waren dat vooral Eiken- Haagbeukenbossen.

Foto 6.
De Niers stroomt in
Duitsland langs het
Reichswald
(Foto H. Brinkhof)



De Wilgenvloedbossen, die zeer ontoegankelijke struwelen vormen bestaan uit een zeventigtal plantensoorten, waaronder vele wilgensoorten als Schietwilg, Katwilg, Kraakwilg, Bittere Wilg, en Amandelwilg. De Zwarte Populier is een hoog opgaande boomsoort die in het struweel voorkomt. Veel voorkomende kruiden zijn: Grote Brandnetel, Smeerwortel, Rietgras, Haagwinde, Dauwbraam, Kleefkruid, gele Lis, fioringras en Riet.

Eiken-Haagbeukenbos (*Stellario-Carpinetum*)

Een andere gemeenschap binnen het Eikenbeukenbos is het Eiken-Haagbeukenbos, een bostype dat gekenmerkt wordt door een zeer weelderige ondergroei, die in het voorjaar een overweldigende bloemenpracht vormt. De Haagbeuk is een kenmerkende soort, evenals de Winterlinde. Zomereik is ook veelvuldig voorkomend. Voor de Beuk is het echter te nat. Haagbeukenbossen staan op leembodems en zijn dus gebonden aan beekdalen of de randen van rivierdalen. 's winters zijn ze nat, zomers droog. We vinden dit bostype nog fragmentair bij de Duivelsberg, maar vroeger heeft het veel grotere oppervlakten beslagen op de kleibodems die ver van de rivier lagen. Die gronden zijn echter in cultuur gebracht en daarmee is het bostype hier grotendeels verdwenen. Mogelijk heeft dit Eiken-Haagbeukenbos ook op de dikke, net iets hoger gelegen, vochtige lössleembodems van het bekken van Groesbeek gestaan.

Wanneer we zien dat er zoveel verschillende bostypen te vinden zijn op de Stuwwal van Nijmegen - Kleef, dan moeten we concluderen dat het Ketelwoud niet alleen een zeer imposant bos geweest is, maar ook heel afwisselend. Bosbeheer die gericht is op het tot ontwikkeling laten komen van natuurlijke bossen, zou leiden tot een bos dat na verloop van tijd steeds meer gaat lijken op het hierboven beschreven, gevarieerd bos. Het zal duidelijk zijn dat dit perspectief zeer aantrekkelijk is.

Henny Brinkhof

Literatuur:

- Stortelder, A.F.H., J.H.J. Schaminée en P.W.F.M. Hommel 1999. De vegetatie van Nederland, deel 5. Ruigten, struwelen en bossen. Opulus Press, Leiden.
Thissen, Johan & Paul. 1995. De geschiedenis van de Boswachterij Groesbeek. Groesbeeks milieujournaal 82-83 pag 2 -9.
Westhoff, V. 1973. Wilde Planten, deel 3. Vereniging tot behoud van natuurmonumenten in Nederland.

Gemier 6

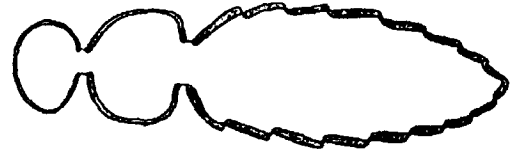
Het insectenlichaam

Insecten zijn het succesverhaal van de evolutie, het is de grootste diergroep op aarde. Er zijn meer soorten insecten dan alle andere soorten dieren bij elkaar. Insecten zijn ook overal om ons heen, zelfs in de winter zie je ze bijna dagelijks.

Iedereen heeft van school en uit ervaring in de keuken wel een heel aardig beeld van het zoogdieren lichaam. En hoe vogels in elkaar steken dat weten de meeste mensen ook wel, maar hoe een insect er van binnen uit ziet en hoe het allemaal reilt en zeilt binnen het insectenlichaam dat is voor de meeste mensen een compleet raadsel.

Het zou me niet eens echt verbazen als er mensen zouden zijn die denken dat het daarbinnen allemaal een structuurloze soep is bij elkaar gehouden door een velletje. Dat is tenslotte wat je ziet als je een vlieg platslaat. Rupsen, maden en andere larven die hebben sowieso een echt "zakjes blubber" imago.

Het lichaam van insecten bevat echter gewoon allerlei organen en het vertoont functies sterk vergelijkbaar met die van ons eigen (zoogdieren)lichaam.



Pantser

Het pantser bestaat uit een stof die chitine heet en uit eiwitstructuren. Die eiwitten zorgen voor de stevigheid, zoals het ijzer in beton. Chitine is uniek voor de geleedpotigen (spinnen, schaaldieren, duizend- en miljoenpoten en insecten) je zou het een beetje kunnen vergelijken met nagel, qua stevigheid en (in)flexibiliteit. De samenstelling en functie zijn natuurlijk totaal anders. Om het pantser te vervolmaken wordt er uit speciale klieren anti-schimmel en anti-bacterie opgesmeerd en ook nog wat was. Dit laatste om het pantser ondoordringbaar te maken voor water dat van buiten naar binnen wil en dat van binnen naar buiten wil. Insecten kunnen immers zowel onder water leven als in kurkdroge woestijnen.

Op het pantser staan verschillende typen haren, die bijvoorbeeld een beschermende functie hebben (zoals de schubben op vlindervleugels). De beharing kan ook dienen als isolatie (hommels komen in koudere streken meer voor dan andere bijen) of een signaal- of camouflagefunctie hebben. Nog belangrijker is de functie van de haren als tastzintuigen, zoals de snorharen van een kat. In speciale gevallen, met name bij sommige rupsen, zien we dat de haren net als bij de Brandnetel gevuld zijn met gif. Dit dient uiteraard de verdediging.

Dit prachtige pantser heeft maar een heel groot nadeel: je kunt er niet in groeien. Om groei mogelijk te maken moeten insecten eens in de zoveel tijd volledig vervellen. Ze scheuren hierbij uit hun oude jas waarna ze heel eventjes kunnen groeien, voor dat de nieuwe jas uithardt.

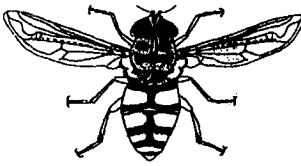
Ademhaling

Insecten hebben geen longen. Om zuurstof in hun lichaam te krijgen en afvalgassen zoals koolzuurgas e.d. er weer uit, is het insectenlijf voorzien van adembuisjes die we tracheeën noemen.

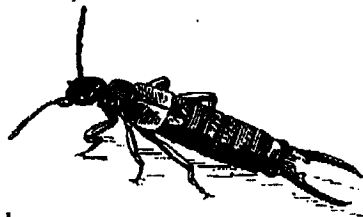
Kop, borststuk en achterlijf

Kop, borststuk en achterlijf, dat is ruwweg wat je ziet aan de buitenkant van een insect. Aan de kop zit 1 paar voelsprieten en aan de onderkant diverse mondwerktuigen. Aan het borststuk zien we maximaal 3 paar poten en maximaal 2 paar vleugels. Aan het achterlijf is meestal niet veel bijzonders te zien, er zijn geen poten e.d. maar het kan wel andere uitsteeksels hebben zoals de tang van een oorworm en de legboor van een sprinkhaan.

Als je beter kijkt zul je echter veel meer zien.



Zweefvlieg

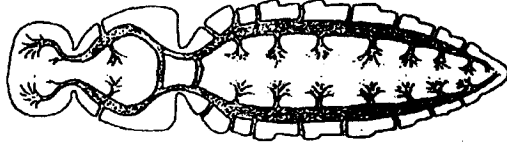


Oorworm

Skelet en huid

Insecten behoren tot de ongewervelde dieren, ze hebben dus geen inwendige wervelkolom en bezitten verder ook geen botten of kraakbeen. De stevigheid van het insectenlichaam is geheel afkomstig van het uitwendige pantser. Dit biedt bescherming tegen fysieke beschadiging van de organen, tegen parasieten en ziekten en tegen waterverlies. Pantser is dus als je het vergelijkt met de gewervelde dieren zowel skelet als huid.

Tracheeënstelsel



Deze tracheeën monden aan de buitenkant uit in gaatjes aan de zijkant in het pantser, meestal in de buurt van waar de poten aan het borststuk zitten en over de zijlijn van het achterlijf. Aan de binnenkant vertakken de buisjes zeer, zeer sterk naar elk orgaantje en spiertje in het lichaam. Door deze buizenstelsel "sijpelt" de zuurstof naar binnen en het koolzuurgas naar buiten.

Hoewel longen dus niet voorkomen zie we wel dat sommige insecten luchtzakken hebben, die zijn te beschouwen als voorraadzakken. Een aantal soorten insecten maakt ook nog pompende bewegingen om de gasuitwisseling te bespoedigen. Spinnen, die geen insecten zijn, kunnen wel echte longen bezitten.

Bij waterinsecten zien we een enkele keer kieuwen, bijvoorbeeld bij waterjufferlarven. Die bevinden zich dan als uitsteeksels aan het achterlijf. Dat rovers soms deze kieuwen geheel afbijten lijkt geen nadelige gevolgen te hebben voor de jufferlarve. Ook het gebruik van speciale snorkelbuisjes en het gebruik van lucht tussen haartjes op het lichaam komt voor bij onder water levende insecten, maar dan moeten ze wel steeds even naar boven om lucht te happen. Voorbeelden van snorkelaars zijn de larven van de Steekmug en de larven van de Blinde bij (een zweefvlieg). Die laatste leven in zulk vies zuurstofloos water dat ze alleen via de telescopisch uitschuifbare snorkel aan het achterlijf lucht kunnen krijgen. Om hun typische uiterlijk worden ze ook wel "rattestaartlarve" of "rotje" genoemd.

Landinsecten hebben natuurlijk nooit kieuwen, die zouden zwaar waterverlies veroorzaken, wat in de droge omstandigheden op het land erg nadelig zou zijn. Pissebedden (kleine kreeftachtigen, dus geen insecten) zijn door hun kieuwen veroordeeld tot leven in klamme kelders en in de bodem onder bladeren en boomstronken waar het altijd vochtig is.

Omdat de tracheeën aan de binnenzijde zijn gevoerd met een chitinaagje, wordt dus bij elke vervelling de binnenkant van de tracheeën ook meegenomen, met uitzondering van de allerfijnste

vertakkingen.

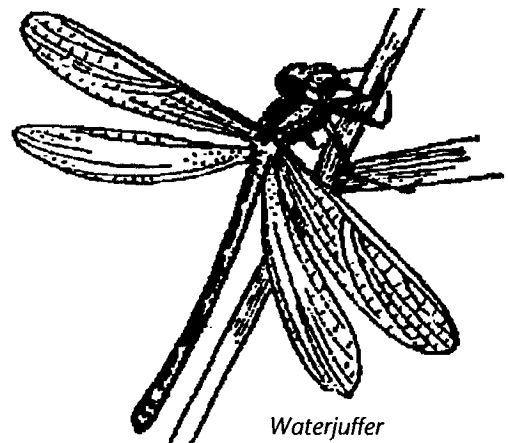
Zeer kleine insecten hebben soms helemaal geen ademhalingsstelsel, ze hebben voldoende aan de natuurlijke gaswisseling die optreedt door concentratie verschillen tussen de binnenkant van het lichaam en de buitenlucht.

Uitsteeksels

De opvallendste uitsteeksels aan het insectenlichaam zijn misschien wel de vleugels. Vleugels zijn voor de meeste insecten van levensbelang. Vliegen is ook de sleutel geweest tot het succes van de insecten. Door hun vleugels bereikten ze een enorme verspreiding, konden ze voedselbronnen beter exploiteren, en hadden ze betere vluchtmogelijkheden. Insecten waren de allereerste vliegers in de evolutie, je kunt je voorstellen wat een sprong voorwaarts dit was. De vleugels lijken misschien levenloze vliesjes, maar schijn bedriegt: ze bevatten tracheeën en zenuwen, en er wordt bloed doorheen gepompt. Vleugels zijn dus levende organen.

Dat vliegen is een heftige bezigheid: muggen kunnen per seconde wel 1000 vleugelslagen maken, (daar komt dat irritante gezoem ook vandaan). Vliegen en bijen gaan langzamer maar maken nog steeds enige honderden slagen per seconde. Vlinders maken slechts enkele tientallen slagen per seconde, dus die fladderen meer, hoewel de pijlstaarten weer echte snelheidsduivels zijn, die bijna 50 kilometer per uur halen.

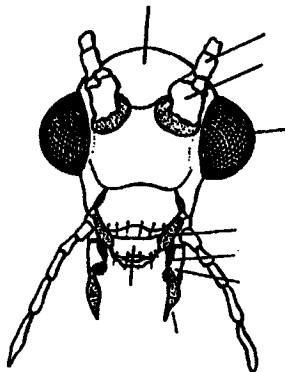
Om het vleugeloppervlak te vergroten haken bijv. de vliesvleugelige insecten (bijen, wespen e.d.) de voor en achtervleugels aan elkaar zodat ze samen een paar grotere



Waterjuffer

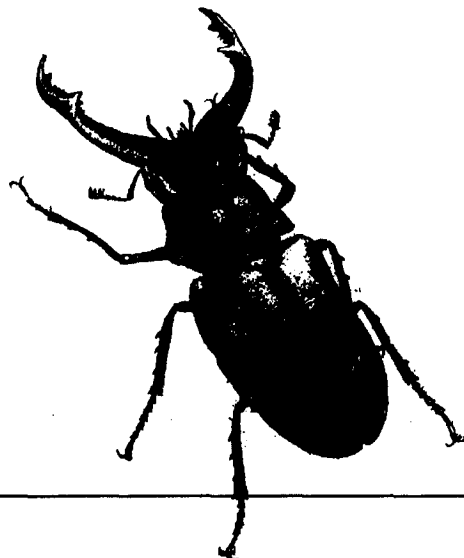
vleugels vormen. Dit kan ook gerealiseerd worden door de voorvleugel en de achternvleugel grotendeels te laten overlappen, hierdoor gaan ze automatisch tegelijk op en neer. Primitievere insecten zoals de libellen bewegen hun voor- en achternvleugels onafhankelijk van elkaar, dit lijkt minder gunstig, omdat in volle vlucht de achternvleugels in de turbulentie van de voorvleugels moeten functioneren.

Normaal hebben insecten 2 paar vleugels maar bij de vliegen en de muggen is het achterste paar vleugels verworden tot een paar knotsvormige stompjes (halters) waarvan gedacht wordt dat het evenwichtsorgaan zijn die bewegen kunnen worden om beter te kunnen manoeuvreren. Ook kevers lijken maar 1 paar vleugels te hebben maar dat is niet zo, de dekschilden van kevers zijn namelijk eigenlijk omgevormde verharde voorvleugels, ze dienen ter bescherming van het achterlichaam. Sommige insecten hadden ook het voorste paar vleugels niet nodig en zijn vleugelloos geworden, denk hierbij bijvoorbeeld aan vlooiën en luizen. De meest primitieve insecten, zoals springstaarten en zilversjjes, stammen af van voorouders die helemaal nooit vleugels ontwikkelden.



Monddelen

De minst opvallende uitsteeksels zijn de mondwerktuigen. Bij de voorouders van de insecten bestonden die monddelen uit drie paren uitsteeksels aan de onderzijde van de kop. In het eenvoudigste geval is dat bij de insecten verworden tot een paar kaken (werktuig) en een paar "onderkaken" of maxillen (voedselopname). Het achterste paar is vergroeit tot een "onderlip". In andere, verder ontwikkelde vorm kennen we ook vergroeiingen tot steekbuis, roltong, slurfje etc. Bij het Vliegend hert zijn de

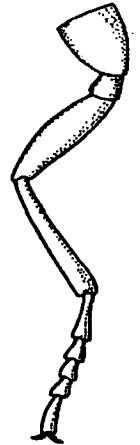


Vliegend Hert

voorkaken een soort gewei geworden, dat door de mannetjes, net als bij echte herten, gebruikt wordt om geritualiseerde gevechten te houden. Vaak staan op de "onderkaken" en op de onderlip nog een paar kaak- en een paar liptasters, kleine voelsprietjes, ook een insect weet wat ie eet.

Poten zie je bij insecten in allerlei vormen, natuurlijk om mee te lopen, om mee te rennen, en om mee te springen. Maar ook om mee te zwemmen, om mee te graven en om mee vast te klampen.

Sprinkhanen strijken hun poten langs hun vleugels om te tsjirpen, Honingbijen gebruiken hun poten om er stuifmeel aan te verzamelen in zgn. korfjes. Bij de bekende bidsprinkhanen zijn de voorpoten verworden tot een paar getande vangklampen.



Poot

De poten van insecten bestaan ruwweg uit een heupstuk dat de poot aan het borststuk bevestigt, een dijbeenstuk, een scheenstuk en een voet. Die voet bestaat uit verschillende kleine stukjes en aan het eind zit meestal een paar haakjes. De haakjes gebruikt het insect alleen om zich vast te houden aan de ondergrond, ze zijn niet bedoeld om, zoals bij roofvogels, een prooi te doden of te verscheuren, daarvoor worden enkel de kaken gebruikt. Huisvliegen hebben een soort flapjes aan hun voeten waarmee ze op gladde ondergrond toch houvast kunnen vinden, ook ondersteboven.

Rupsen lijken geen insecten want vaak zie je behalve 3 paar poten aan het borststuk, ook nog vaak een of meer paren poten aan het achterlijf. Die achterste poten tellen echter niet mee in de "maximaal 3 paar poten", ze zijn namelijk heel anders gebouwd dan de echte poten, het zijn schijnpoten.

Zintuigen en hersenen

Insecten hebben samengestelde ogen; twee meer of minder bolvormige oppervlakken van kleine lensjes waarmee het insect ziet. Deze oogvorm wordt ook wel "facetoog" genoemd. Het aantal facetten kan klein zijn, maar het komt ook voor dat vrijwel de hele kop egaal bedekt is met facetjes.

Zien met facetogen schijnt erg sterk op beweging gebaseerd te zijn in plaats van op

vorm zoals dat bij ons het geval is. Dat het facettoog uit allemaal kleine lensjes bestaat betekent overigens niet dat insecten mozaïek-achtig zien, zoals je dat wel eens op televisie weergegeven ziet. Zien doe je nl. niet met je ogen, dat zijn alleen maar lichtopvangsters, zien (beelden vormen en interpreteren) doe je met je hersenen.

En interessant verschijnsel is dat insecten ultraviolet licht kunnen zien. Met name de bloembezoekende insecten, zoals bijen en zweefvliegen. Dit is erg voordelig want gefotografeerd onder ultraviolet licht zie je vaak dat nectar aanbiedende bloemen perfecte patronen vertonen die als een soort landingsbaan en richtingaanwijzer te gebruiken zijn voor insecten. De bloem wijst zelf aan waar het te halen valt.

Naast de facetogen zien we bij veel insecten ook nog 3 puntvormige oogjes op de kruin of aan de voorzijde van de kop. Deze puntogen worden "ocellen" genoemd en ze staan bijna altijd in de vorm van een driehoek met de punt naar voren. De puntogen zijn zeer gevoelig voor lichtintensiteit en ze schijnen o.a. gebruikt te worden om het insect mooi recht te houden tijdens het vliegen; als het ene oogje iets meer licht krijgt dan het andere dan vlieg je waarschijnlijk scheef. Larven van insecten hebben meestal alleen maar puntogen.

Zoals we al zagen gebruiken insecten haren op hun lichaam worden als tastzintuigen. Ook de poten en voelsprietten bevatten tastzintuigen. De poten en voelsprietten bevatten echter meer soorten zintuigen met name om mee te kunnen ruiken en proeven. Een vlieg heeft ook geur- en smaakzintuigen op zijn voeten, zo proeft ie meteen waarop ie geland is.

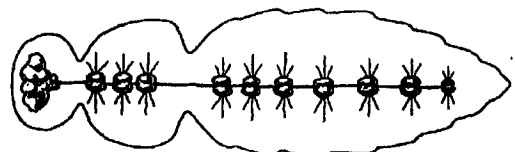
Insecten leven eigenlijk veel meer in een geurenwereld, kunnen ruiken is voor de meeste insecten belangrijker dan kunnen zien. Insecten kunnen dan ook uitstekend ruiken en communiceren ook m.b.v. geurstoffen. Mieren bijv. zijn zondermeer genegen om bepaalde kortschildkevers in hun nest te adopteren hoewel die onophoudelijk om voedsel schooien, de kortschildkevers ruiken gewoon naar larven, en de mieren "zien" het verschil niet met hun eigen larven. Andere staaltjes van reukzin: doodgravers (keversoort) komen van heinde en verre op een vers lijk af en dit hoeft echt geen wild zwijn te zijn, een

spitsmuisje is genoeg. Mannetjesvlinders, kunnen een vrouwtje ruiken op kilometers afstand, en proeven hebben uitgewezen dat een paar moleculen "vrouwtjesgeur" voldoende zijn om het mannetje in de goede richting te leiden.

Een merkwaardig verschil met zoogdieren is, dat insecten stoffen in de gasfase kunnen ruiken; de zintuigcellen reageren direct op moleculen in de lucht. Bij zoogdieren moeten die moleculen eerst oplossen in een laagje water op de slijmvliezen, en pas daarna kunnen de zintuigcellen reageren. Ruiken in de gasfase is efficiënter dan ruiken in oplossing, en een bijkomend voordeel is dat er minder waterverlies is. Een voordelige consequentie van het ruiken in gasfase is ook dat insecten water kunnen ruiken.

Horen kunnen de meeste insecten alleen maar door trillingen waar te nemen via de ondergrond waarop ze zich bevinden of via de lucht. Het ontvangende zintuig is dan vaak een haar (zoogdieren hebben ook haren om geluiden waar te nemen, maar die bevinden zich in het binnenoer). Een aantal soorten communiceert ook middels geluid, bijvoorbeeld om een territorium af te bakken en/of om een voortplantingspartner te lokken. Dit zien we bijvoorbeeld bij sprinkhanen, krekels en cicaden. Bij deze soorten treffen we speciale "oren" aan in de vorm van trommelvliezen, die zijn echter niet te vinden op de kop, maar bijvoorbeeld op de poten (krekels) of op het borststuk (sprinkhaan).

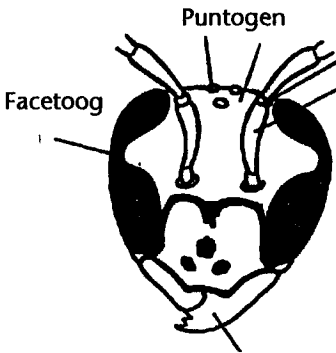
Het zenuwstelsel van insecten is een zgn. touwladder-zenuwstelsel, waarbij er twee knopige strengen zenuwen aan de buikzijde door het lichaam lopen. Hoewel er in de kop



Zenuwstelsel

duidelijke hersenen te onderscheiden zijn, zijn de zenuwcellen duidelijk minder gecentraliseerd dan in het zoogdierenlichaam. Er zijn bijvoorbeeld ook 3 grote zenuwcentra in het borststuk en 6 in het achterlijf. Deze centra spelen een rol bij de voortbeweging en de spijsvertering.

Insecten hebben veel minder zenuwcellen in hun centrale zenuwstelsel: zoogdieren

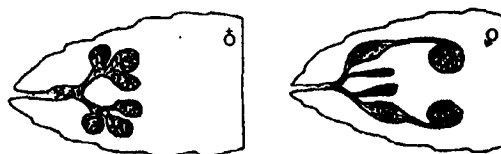


Facetogen en puntogen

hebben er zeker 10.000 tot 100.000 keer zoveel. Toch laat de "taal" van de honingbij, waarbij gedanst en gepiept wordt om de exacte plaats van een nectarbron te communiceren, zien dat insectenbrein niet onderschat moet worden.

Voortplantingsorganen en reproductie

Mechanisme van voortplanting bij insecten is vergelijkbaar met dat bij andere dieren: na de paring versmelten eicel en zaadcel waarna eieren gelegd worden. Hieruit



Voortplantingsorganen

verschijnt een nieuwe generatie. Sommige insectensoorten kunnen (ook) zonder bevruchting nakomelingen produceren maar dit is een uitzondering die je vooral bij bladluizensoorten tegenkomt.

Verreweg de meeste insecten leggen eieren, hoewel "levendbarendheid" ook voorkomt, echter niet zoals bij zoogdieren, met een baarmoeder en een placenta. Insecten kunnen behalve eieren, ook larven en nimfen "leggen". Van de Tsee-tsee vlieg is bekend dat ze poppen legt, de hele larvale ontwikkeling heeft dan in het lichaam plaatsgevonden.

Bij onder andere de bidsprinkhaan en bij de kakkerlak, zien we een extra doosje om alle eieren heen, dit omhulsel is als bescherming bedoeld. Sommige parasieten (zoals sluipwespen) kunnen namelijk al in het eistadium toeslaan. Bij sommige van deze parasieten zien we trouwens een opmerkelijk verschijnsel op ei-gebied: uit een enkel ei kunnen verscheidene larven komen.

De eieren van insecten kunnen plakkerig zijn, om er voor te zorgen dat ze bijv. aan planten blijven kleven. De functie is duidelijk: zo kan het vrouwtje exact bepalen waar de larven terechtkomen. Het zou natuurlijk vervelend zijn als de rupsjes op de grond uitkwamen i.p.v. op een sappig blaadje.

Om eieren exact op de juiste plaats te leggen beschikt een aantal soorten over een speciale legbuis. Met name bij parasieten

zoals sluipwespen is dat belangrijk omdat die bijv. eitjes leggen in de larven van andere insecten. Bij wespen, bijen en mierensoorten kan deze legbuis tot een angel verworden zijn. Deze dient ter verdediging. Mannetjes kunnen dus nooit een angel hebben, want ze hebben ook nooit een legboor!

Insecten hebben, net als bij gewervelde dieren, twee geslachten: mannetjes en vrouwtjes. Tweeslachtigheid (mannetje en vrouwtje in één) zoals dat bij de veel lagere diersoorten zoals wormen en slakken voorkomt, zien we bij insecten niet. Op een website van een Amerikaanse universiteit las ik in dit verband dat insecten "bisexual" zijn, ze bedoelen hetzelfde (dat er 2 geslachten zijn), maar ze gebruiken m.i. een verwarrende term (want ik verzeker u dat alle insecten hetrosexueel zijn).

Een heel enkele keer zie je een "ongelukje" dat half vrouwtje en half mannetje is, maar dat heeft verder geen betekenis, deze exemplaren functioneren niet als mannetje en vrouwtje tegelijk, meestal functioneren ze geheel niet, qua voortplanting. De scheidingen tussen stukjes man en stukjes vrouw kunnen bij zo'n afwijkend dier verspreid liggen over het hele lichaam, als een soort mozaïek patroon, maar het komt ook voor dat de ene zijde van het lichaam man is, en de andere zijde vrouw. Een dergelijk individu wordt een "gynandromorf" genoemd, wat "vrouwmanvormig" betekent.

De bepaling van het geslacht is in de insectenwereld gevarieerder dan bij zoogdieren. Bij zoogdieren zien we dat individuen met een Y chromosoom mannetjes zijn en individuen zonder een Y chromosoom vrouwtjes. Deze variant kennen insecten ook, maar het XO mechanisme komt voor, waarbij vrouwtjes 2 X chromosomen hebben en mannetjes slechts 1. Het blijkt bij insecten meer te gaan om een verhoudingskwestie tussen X chromosomen en overige chromosomen. Een ander mechanisme is dat vrouwtjes de normale dubbele set chromosomen hebben en mannetjes een enkele set, met andere woorden: mannetjes ontstaan uit onbevruchte eieren. Bij een aantal (sociale) vliesvleugelige insecten (Mieren, Bijen, Wespen) zien we dat het vrouwtje zo zelf haarfijn kan bepalen of er mannetjes geboren worden of vrouwtjes door te beslissen tot bevruchting of geen

bevruchting.

In de meest oorspronkelijke vorm vind de paring buiten het lichaam plaats, doordat het vrouwtje een door het mannetje gemaakte spermapakketje "opraapt". Bij de meeste soorten echter is de bevruchting in de loop van de evolutie inwendig geworden, waarbij het mannetje een spermapakketje of de losse zaadcellen direct in de vrouwelijke geslachtsopening plaatst.

Vrouwtjes insecten hebben een speciaal zaadblaasje waarin zaadcellen lang opgeslagen kunnen worden. Hierdoor is één paring genoeg voor vele nakomelingen. Als je bedenkt dat een mierenkoningin maar één keer in haar leven paart (meestal met een aantal mannetjes) en daar na 15 jaar nog eieren van legt, dan is het voordeel van zo'n zaadblaas meteen duidelijk.

Voedsel en vertering

Zoals u misschien wel weet eten insecten gevarieerd. Dat is te zeggen: als we de insecten als groep in zijn geheel bekijken. Op soortniveau zien we dat het overgrote deel van de insecten volledig is gespecialiseerd op één bepaald soort voedsel. Voorbeelden van populair voedsel zijn: schimmels, plantaardig materiaal zoals bladeren en nectar, dierlijk materiaal, o.a. bloed, lijken en levende prooi, bacterieel materiaal, etc. etc.

Het darmstelsel van insecten bestaat uit een voor-, een midden- en een einddarm. Elk met een eigen functie. De voordarm dient als opslag en voor het vermalen van het voedsel. Mieren delen de inhoud van de



Darmstelsel

voordarm met hun nestgenoten, deze kropachtige voordarm wordt daarom wel "sociale maag" genoemd. De middendarm is bestemd voor de vertering (vergelijk onze maag). De einddarm dient om water en zouten terug te winnen en afval uitscheiden (vergelijkbaar met onze dikke darm en endeldarm).

De voordarm kan chitineuze delen bevatten, bijvoorbeeld een richels om te malen dit betekent dat de binnenkant van

de voordarm mee moet vervellen. Hetzelfde geldt voor de einddarm, ook deze is gevoerd met chitineuze delen, die ook weer bij elke vervelling mee gaan. De insectenmaag (middendarm) bevat vreemd genoeg geen zuur, zoals bij ons, maar bevat basische vloeistoffen, precies het tegenovergestelde.

Eenmaal opgenomen in het lichaam wordt het voedsel als vet, eiwit en glycogeen (suikerketens) opgeslagen. Sociale insecten kunnen soms ook anders voorraden aanleggen, denk bijvoorbeeld aan de Honingbij met haar honingraten. Door deze opgeslagen stoffen kunnen insecten een aantrekkelijke voedselbron zijn voor andere dieren (en ook voor mensen!).

Insecten scheiden sterk geconcentreerde urine uit, dit is een maatregel om het waterverlies te beperken. Land insecten gebruiken urinezuur uit om overtollige stikstofverbindingen kwijt te raken. Aquatische insecten scheiden ook ammonia uit, dat is energetisch "goedkoper". De "nieren" van insecten, de organen die overtollige stikstofverbindingen verzamelen, zijn dunne buisjes die in een krans om de



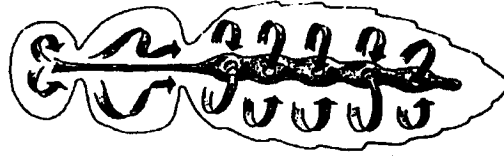
'nieren'

darm staan waar deze overgaat van middendarm in einddarm. Vanuit deze plaats verspreiden ze zich in het lichaam, zodat op alle plaatsen waar stikstofafval zich ophoopt ook een afvoermogelijkheid is. Insecten hebben geen lever of een orgaan dat daar op lijkt.

Bloedsomloop

Insecten hebben een open hart! Het hangt aan de rugkant van het lichaam, in de vorm van een lange buis die bloed naar voren pompt. Voor de rest zijn er geen aders, het "bloed" loopt gewoon los door het lichaam, een volledig open bloedsomloop. De organen "baden" in het "bloed" en worden zo van afvalstoffen bevrijd en met voedsel bevoorrad. Dit is de belangrijkste oorzaken van het "zak met blubber" image van insecten en larven natuurlijk.

Het bloed dient bij insecten voor het vervoer van o.a. vocht, voedsel, zouten, afval en

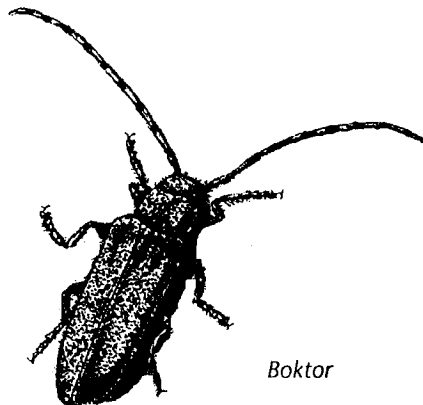


open hart

hormonen door het lichaam. Soms bevat het bloed ook kleurstof en smaakstof, dit heeft dan bijvoorbeeld een verdedigende functie. Bij lieveheersbeestjes is het bloed geel en bitter. De bittere smaak zorgt ervoor dat jagers (m.n. vogels) ze vies vinden. De kleur komt soms al tot uiting bij dreigend gevaar, dan kan een Lieveheersbeestje namelijk "preventief bloeden". Dan is het goed dat het bloed een kleurtje heeft want, dat kostbare bloed moet natuurlijk wel zichtbaar zijn!

Het bloed vervoert dus geen zuurstof en kooldioxide bij insecten, dat gaat zoals we zagen via speciale buisjes. Er zitten in insectenbloed dus ook geen cellen vergelijkbaar met onze rode bloedcellen, die zijn immers voor het zuurstoftransport. Wel zijn er cellen vergelijkbaar met onze witte bloedlichaampjes, die bacteriën en virussen vernietigen. Ook insectenbloed bevat stollingsstoffen die wondjes moeten dichten.

We zagen eerder dat de vleugels van insecten levende organen zijn en dat ook de vleugels van bloed worden voorzien. Bij intensieve vliegers kan het zelfs zo zijn dat er kleine "bijhartjes" in de basis van de vleugels liggen. Die zorgen er voor dat bij zware inspanning de vleugels en de vleugelspieren niet zonder voedingsstoffen komen te zitten. Bij verpoppende insecten wordt bloed gebruikt om uit de pop te barsten als de metamorfose gereed is. Hiertoe wordt veel bloed naar het borststuk gepompt,



Boktor

waardoor de pophuid openbreekt. Bij het uitvouwen van de vleugels daarna, wordt ook weer bloed gebruikt om ze op te pompen.



Thermoregulatie

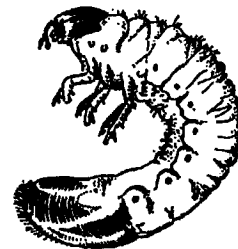
Insecten zijn wat men vroeger "koudbloedig" noemde. tegenwoordig heet dat "poikilotherm", maar de duitse term "wechselwarm" is misschien gemakkelijker. Het houdt eenvoudigweg in dat insecten een variabele lichaamstemperatuur hebben. Als het buiten koud is zijn ze kouder, als het buiten warm is zijn ze warmer. Insecten kunnen hun lichaamstemperatuur wel in beperkte mate reguleren door middel van hun gedrag, bijv. door te zonnen. Van een paar soorten is ook bekend dat ze door spiersamentrekkingen warmte opwekken zodat ze ook bij koud weer actief kunnen zijn en zelfs kunnen vliegen.

Ik hoop dat ik u met dit stukje wat meer inzicht heb gegeven in wat er zich in zo'n insectenlijfje allemaal afspeelt.

Niek Willems

Mocht u nog geen genoeg hebben van al deze insectenanatomie: echt alles over dit onderwerp vindt u in het boek van Snodgrass, dat geheel op het Internet te vinden is: <http://entmuseum9.ucr.edu/ent205/snodgrass/contents.html>

Plaatjes bij dit stukje komen o.a. van IVN Heuvelrug en Kromme Rijn en werden door Rob de Graaf via zijn website beschikbaar gesteld.



Engerling

NATUURMUSEUM NIJMEGEN "SPEUREN NAAR SPOREN", VANAF 23 JANUARI 2000 TOT 26 MAART 2000

Dieren laten zich meestal niet zo gemakkelijk zien. Zodra ze mensen opmerken vluchten ze en verstoppelen zich. Door de aanwezigheid van sporen kun je toch zien of er dieren geweest zijn. Veel sporen verdwijnen weer snel door de regen of door wind, maar sommige sporen blijven lang bestaan: denk maar aan fossielen. Elk dier heeft zijn eigen bijzonderheid: de pootafdruk is verschillend, of de soort poep. Een specht laat op een andere manier sporen na op een dennennappel wanneer hij er de zaadjes uitpikt dan een muis. Veel vogels laten braakballen achter en zo zijn er nog veel meer voorbeelden te noemen. De tentoonstelling besteedt aandacht aan sporen in het water, het bos en het grasland. Alles is op een aantrekkelijke manier te zien met diorama's, mooie foto's en opgezette dieren. Met elektrospelletjes test je je kennis over de eetgewoontes van de dieren. Het is echt een kijk- en doe-het-zelf tentoonstelling

ondertekend. Volgens dat plan dienden bestrijdingsmiddelen voortaan ook op milieucriteria getoetst te worden. Dat zou leiden tot het schrappen van ca. 90 middelen tussen 1993 en 2000.

Omdat ongeveer de helft van die middelen volgens het LTO nog onmisbaar was is besloten ze tot 2000 vrij te stellen van beoordeling. Het CTB beoordeelde ze in 1998 alsnog en moest er toen 40 verbieden. De druk van de boeren op de Kamer was echter groot zodat een nieuwe Commissie Ginjaar moest onderzoeken of de claims van onmisbaarheid terecht waren. Pronk en Faber verwachtten 1 a 2 middelen, maar de Commissie had een ander plan: het voorstel om "onmisbaarheid" op te nemen in de wet. Een maatregel waarmee boeren de mogelijkheid krijgen de aanpak van elk bestrijdingsmiddel tot in het oneindige te frustreren.

(Uit: Natuur en Milieu, november 1999)

MILIEU RONDOM

geworden, die geschikt is voor alle leeftijden! Natuurmuseum Nijmegen: Gerard Noodtstraat 121 (bij het Valkhof)
Open van ma-vrij van 10.00-17.00 uur en op zondagmiddag 13.00-17.00 uur. Entree 4,- volw./3,- kind.

BESTRIJDINGSMIDDELEN IN NEDERLAND TERUG NAAR AF...?

Er dreigt van alles mis te gaan met de aanpak van de allerschadelijkste bestrijdingsmiddelen. Minister Pronk en staatssecretaris Faber hebben op het overleg van de belanghebbende partijen LTO (boeren), VEWIN (waterleiding), de Agridis (bestrijdingsmiddelenhandel) en de stichting Natuur en Milieu geen eensluidend antwoord gekregen. De opdracht was om te komen tot een lijstje van ca. 6 van de meest onmisbare middelen, maar LTO en Agridis kwamen met een definitief aantal van ca. 14 middelen. Het overleg was overigens een vervolg op een advies van het College Toelating Bestrijdingsmiddelen (CTB) dat zich baseert op het Meerjarenplan Gewasbestrijding 1991, een plan dat in 1993 ook door de boeren in een convenant werd

ELEKTRICITEITSVERBRUIK GESTEGEN

Het RIVM publiceerde de Milieubalans '99. Hieruit blijkt dat het consumptiegedrag van de nederlandse bevolking aanzienlijk meer energie is gaan kosten. Was in 1970 het elektriciteitsgebruik per huishouden per jaar nog 2310 kWh, in 1998 was het gemiddelde 3280 kWh. Ook de bestedingen aan auto's, buitenlandse reizen en elektrische apparaten zijn sterk toegenomen. De apparaten zijn over het algemeen wel wat zuiniger in het gebruik, maar apparaten die de hele dag moeten aanstaan kosten al gauw zo'n 10 % van het huishoudelijk gebruik. Het totale energieverbruik per hoofd van de bevolking, inclusief de productie van goederen en diensten, is in veertig jaar tijd verdrievoudigd.

MilieuCentraal en het NIBUD hebben een handzame brochure samengesteld om zowel milieu- als budgetvriendelijk aanschaf van huishoudelijke apparatuur te kunnen doen. Met behulp van praktische voorbeelden wordt uitgelegd waarop men moet letten. Ook actuele onderwerpen zoals de verwijderingsbijdrage en de energiepremie komen aan bod. Het boekje is te bestellen bij MilieuCentraal, tel. 0900-2025445 of via website www.milieu-

centraal.nl De kosten bedragen (excl.porto) 7,50.
(Uit: Milieudefensie, oktober 1999)

DE CENTRALE VERWARMING ALS VERSPILLER..?

Via kleine technische ingrepen en wat vernuft is volgens de heer Deinum van de Stichting Onafhankelijke Milieuingenieurs (Somi) het energieverbruik in huizen en gebouwen te halveren.

"Misschien is het idee wel te simpel. In mijn eigen huis heb ik het gasverbruik teruggebracht met de helft, en ook in andere woningen en enkele scholen. Financieel komt het er dan op neer dat een gezin honderden gulden bespaart, voor scholen kan het om 200 miljoen gulden per jaar gaan, en landelijk om vele miljarden. Een paar kleine ingrepen zijn nodig om dit tot stand te brengen. Radiatoren zijn niet "waterzijdig ingeregeld" wat wil zeggen dat de warmte niet optimaal verdeeld wordt. Zo is een radiator nabij de ketel gloeiend heet, terwijl een radiator ver weg nauwelijks bereikt wordt door het hete water. Door de opening van de nabijgelegen kranen kleiner te maken, stroomt er meer water door naar de volgende. Verder moet het temperatuurverschil tussen de in- en uitlaat bij de radiator 15 a 20 graden zijn om het meeste rendement uit de ketel te halen. Door bij grote radiatoren te zorgen voor grote waterinvoer en bij kleinere voor een kleine invoer. Ook de thermostaat dient zo zuinig mogelijk te worden afgesteld."

De heer Deinum vindt het onbegrijpelijk dat aan de ene kant er veel energiezuinige hightech apparatuur wordt ontwikkeld, maar dat dit aan de andere kant wordt verklungeld. Hij heeft vele instanties benaderd met zijn idee om korte metten te maken met de niet waterzijdige inregeling van de cv, maar heeft het idee dat er tegenkrachten zijn, alsof de politiek omwille van de economie op dergelijke bezuiniging niet zit te wachten.

Meer informatie bij het Somi, Postweg 181, 6523 KZ Nijmegen, tel. 024-3234838

(Uit: Milieudefensie, november/december 1999)

BROCHURE HANDHAVING MILIEU-VERGUNNINGEN

Er zijn nogal wat bedrijven die zich niet houden aan de voorschriften in hun milieuvergunning. De voorbeelden van Vulcanus uit Doetinchem en vetsmelterij/palletfabriek Vierhouten in Ermelo waren al eerder in het nieuws. Vaak blijven hinderlijke of zelfs gevaarlijke situaties voortduren omdat omwonenden of organisaties de weg niet weten in het onoverzichtelijke woud van handhavingsinstanties en -procedures. Een nieuwe brochure samengesteld door de Stichting Natuur en Milieu is speciaal geschreven voor burgers en lokale organisaties, en geeft aan wat zij kunnen ondernemen bij overtredingen. Er staat een groot aantal mogelijkheden in, en een overzicht van adressen die belangrijk kunnen zijn. Ook een interview met een officier van justitie en lokale actievoerder zijn opgenomen.

Er loopt momenteel een project ter verbetering van de handhaving van milieuvergunningen, waaraan tien landelijke en provinciale milieuorganisaties meewerken. De brochure is gratis verkrijgbaar bij de Gelderse Milieufederatie, tel. 026-3515069.

(Uit: Gelderse Milieukrant, september 1999)

MILIEU RONDOM

Werking van mest in De Bruuk

De negatieve werking van mest op voedselarme natuurgebieden hebben we de afgelopen eeuw in Nederland goed kunnen merken. Nederlands werd één van de armste landen ter wereld wat natuur betreft. Een voorbeeld: van de tienduizenden hectaren Blauwgrasland die Nederland een eeuw geleden had verdween 99,99%. Slechts zo'n 40 ha bleef er over, waarvan ca. 3 ha in De Bruuk liggen. En dat terwijl Nederland het middelpunt vormt van dit zo rijke ecosysteem. Dat wil zeggen dat het zich in Nederland van nature het beste kan ontwikkelen. Maar ook andere voedselarme ecosystemen kregen het zwaar te verduren, zoals heides, venen, vennen, andere natte en droge schrale graslanden en diverse bostypen.

DE VELE WEGEN VAN MEST

Aanvankelijk dacht men dat mest via rechtstreekse mestgift of via het grondwater de schrale natuurgebieden bereikte. Daar zorgde met name fosfaat en nitraat ervoor dat enkele planten hard gingen groeien en de andere overwoekerden. Ook was al snel duidelijk dat ontwatering ook leidde tot vermisting. Later bleek dat bemesting zelfs via de lucht geschiedde; denk maar aan zure regen en onlangs is gebleken dat er mineralen zijn die niet als meststof te boek staan toch via een omweg een vermestende invloed hebben. Jan Roelofs medewerker van de afdeling Aquatische Oecologie aan de Katholieke Universiteit van Nijmegen heeft er veel onderzoek aan gedaan. In onderstaand artikel zullen we aan de hand van de voedingsstoffenhuishouding van De Bruuk zien hoe ingewikkeld de chemische

processen zijn die zich in de bodem kunnen afspelen.

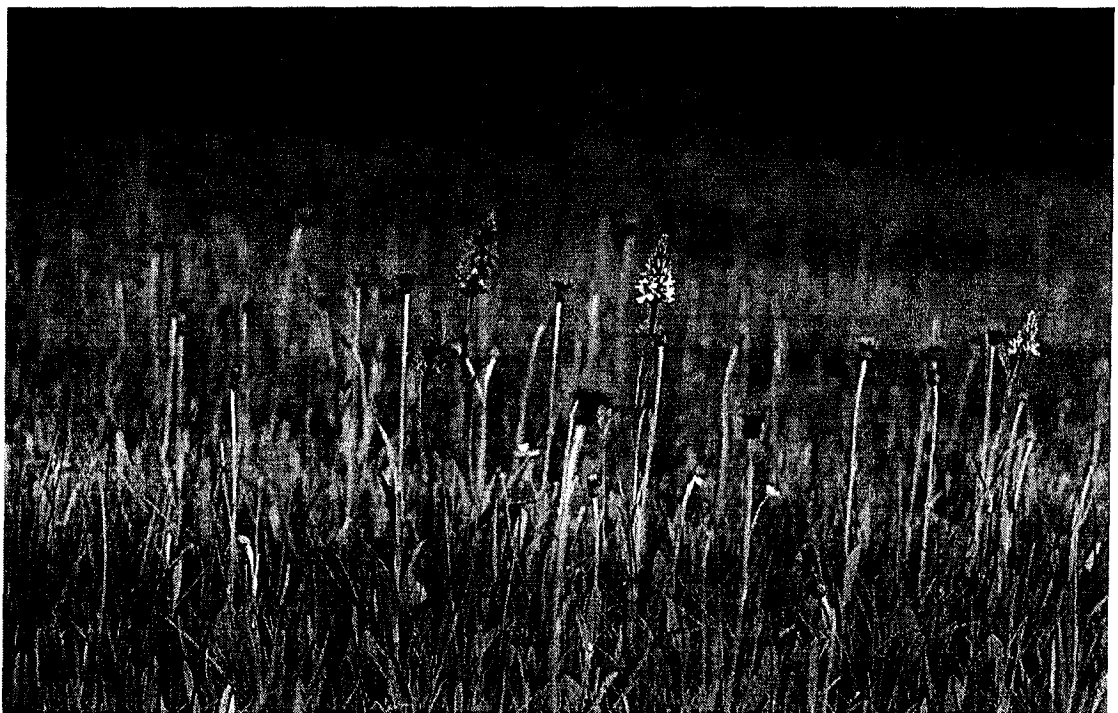
HET MILIEU VAN BLAUWGRASLANDEN

Blauwgraslanden staan op natte, voedselarme bodems, die zwak gebufferd zijn en in de zomer licht uitdrogen. Ze worden jaarlijks eenmaal gemaaid en het hooi wordt afgevoerd en daarmee voedingsstoffen. We zullen hieronder de voornaamste voedingsstoffen bespreken en vervolgens kijken welke invloed ze op elkaar uitoefenen. (2)

DE HOOFDROLSPELERS

Fosfaat

Fosfaat (PO_4^{3-}) is een hoofdvoedingsstof voor planten. In blauwgraslanden is deze stof in de wortelzone van de plant in water opgeloste vorm vaak niet meetbaar. Dat is minder dan 0,1 milligram per liter. Dat wil niet zeggen dat er geen fosfaat aanwezig is, maar het zit krachtig gebonden aan bodemdeeltjes of aan mineralen. Belangrijk in dit opzicht is ijzer (Fe). Aan ijzer gebonden fosfaat slaat neer en is nauwelijks oplosbaar. Door middel van zwakke zuren die plantenwortels of schimmels afscheiden kunnen ze wat fosfaat oplossen en door erg zuinig met de eenmaal opgenomen fosfaat om te gaan, lukt het de planten toch om juist voldoende van deze belangrijke voedingsstof binnen te krijgen. Wel blijven de planten vaak vrij klein. Fosfaat is een groei beperkende stof in blauwgraslanden.



Blauwgras in de Bruuk met Spaanse Ruiter en Gevlekte Orchis.

(Foto Henny Brinkhof)

De afgelopen eeuw is de eeuw van de mest geweest. Aan het begin van de eeuw kwam het gebruik van kunstmest in zwang. Heides en schrale graslanden die van oudsher geplagd of gehooid werden om samen met dierlijke uitwerpselen in potstallen vercomposteerd te worden tot mest, waren niet meer nodig. De meeste hei ging op de schop en werd omgezet in grasland. De schraallanden werden ontwaterd en bemest en ook omgezet in hoogproductief cultuurland. De oppervlakte hoogproductief cultuurland nam dus eigenlijk sterk toe.

Ruilverkavelingen waren bij uitstek het instrument. Aanvankelijk maakte zich alleen een handjevol natuurleefhebbers zich hier druk over. Zij zagen dat veel opgeofferd werden en dat het cultuurland zelf sterk verarmde. Het aantal soorten planten en dieren (biodiversiteit) van cultuurland nam door ontwatering, bemesting, egalisatie en het overal voeren van hetzelfde beheer enorm af.

Ontwatering van cultuurland leidde er toe dat ook natuurterreinen verdroogden. Wanneer deze terreinen een bureuze of veenachtige ondergrond hadden, leidde dit tot een omzetting van deze organische stoffen in minerale meststoffen. Zo verdwenen veel voedselarme natuurgebieden.

De tweede helft van deze eeuw werd de productiviteit van met name de veehouderij nog verder verhoogd, door veevoer op grote schaal te importeren vanuit het buitenland, vaak uit goedkope landen. Niet alleen de bio-industrie draaide op dit geïmporteerde voer, maar ook een melkkoe kon niet meer zonder haar dagelijkse portie krachtvoer. De productiviteit steeg enorm. De schaduwzijde hiervan kennen we allemaal: het mestprobleem. De hoeveelheden mest werden zo groot dat het gewas het niet meer allemaal op kon nemen, de mest sijpelde door naar het grondwater en kwam zo in de overgebleven natuurgebieden terecht, die inmiddels grotendeels de status van natuurreservaat gekregen hadden. Hierdoor gingen veel voedselarme natuurterreinen, met name in het zandige oostelijke deel van Nederland achteruit. Dit proces werd nog versterkt doordat de mest ook vanuit de lucht naar vernietigende werk verrichtte. Ammoniak uit stallen en uit drijfmest kwam via de lucht in natuurterreinen terecht en zorgde daar niet alleen voor bemesting, maar ook voor verzuring, waardoor de natuur aangelast werd. Bomen werden er zelfs ziek van en stierven, heidegebieden, vergrasten en venen en poelen verzuurden. De noodklok werd geluid. Iedereen zag dat dit zo niet kon en er moesten radicale maatregelen genomen worden. Inmiddels zijn er plannen in de maak om het mestprobleem terug te dringen.

Stikstof

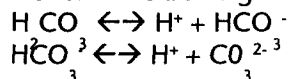
Stikstof is een andere belangrijke voedingsstof. Deze stof kan in twee vormen aanwezig zijn: nitraat (NO_3^-) en ammonium (NH_4^+). De totale hoeveelheid stikstof ligt tussen 39,5 en 95,3 micromol per kilo (bodem). Nitraat is meestal in grotere hoeveelheden aanwezig dan ammonium, hoewel ammonium als gevolg van zure regen flink kan toenemen. Nitraat is door alle planten opneembaar. Voor ammonium geldt dit niet. Slechts sommige plantensoorten (waaronder grassen) zijn in staat ammonium op te nemen. Zij profiteren van de ammonium die uit de lucht komt. Pijpestrootje is daar een goed voorbeeld van. Deze plant domineert is een wat droger blauwgrasland. Voor andere planten is ammonium al snel giftig.

Onder zuurstofloze omstandigheden kunnen bacteriën nitraat omzetten in ammonium en in stikstofgas (N_2), dat als gas uit de bodem ontsnapt. Ook nitraat is in blauwgraslanden vaak in groei beperkende hoeveelheden aanwezig.

Bicarbonaat

Bicarbonaat (HCO_3^-) is voor landplanten geen voedingsstof³, maar is erg belangrijk voor de regulering van de zuurgraad. De stof vormt een buffer. Wanneer zuur (H^+) toegevoegd wordt neutraliseert bicarbonaat dit en wanneer base (OH^-) toegevoegd wordt, wordt het effect daarvan ook grotendeels opgeheven.

De reactie is als volgt:



Blauwgraslanden behoren tot zgn. zwak gebufferde systemen. Dat wil zeggen dat bicarbonaat in kleine hoeveelheden aanwezig is. De zuurgraad (PH) ligt daardoor tussen 4,5 en 6,5. (neutraal water heeft zuurgraad 7). In onderstaande tabel staat hoeveel bicarbonaat in diverse systemen aanwezig is (1):

	hoeveelheid bicarbonaat	
	in millimol/l	in milligram/l
Niet-gebufferde of zure wateren	0 - 0,1	0 - 6,1
zeer zwak gebufferde of zeer zachte wateren	0,1 - 0,5	6,1 - 30
zwak gebufferde of zachte wateren	0,5 - 1,0	30 - 61
matig gebufferde of matig harde wateren	1,0 - 2,0	61 - 122
sterk gebufferde of harde wateren	2,0 - 4,0	122 - 244
zeer harde wateren	>4,0	> 244

Waarom zijn voedselarme natuurgebieden vaak zo rijk aan soorten

Wie in voedselarme gebieden als De Bruuk rondloopt en goed rondkijkt in de graslanden, zal al snel ontdekken dat hier heel veel soorten planten groeien op een klein gebiedje. In de naburige, zwaar bemeste weilanden van de boeren, groeien maar een paar soorten. Voedselarmoede leidt in de natuur vaak tot soortenrijkdom en voedselrijkdom vaak tot soortenarmoede. Hieronder zullen we uitleggen hoe dat komt.

Veel planten zijn aangepast aan voedselarmoede.

Nederland is een nat land. Dat weet iedereen. Het regent er meer dan dat er water verdampt. Dit neerslagoverschot leidt ertoe dat het niet alleen op veel plaatsen nat is, maar ook dat van nature voedingsstoffen in de bodem uitspoelen. De Nederlandse bodem is zodoende op de meeste plaatsen van nature voedselarm. De flora heeft zich in de loop der tijd hieraan aangepast. Planten hebben allerlei methoden ontwikkeld om onder dergelijke omstandigheden te leven.

- Veel planten hebben een uitgebreid wortelstelsel, zodat ze efficiënter voedingsstoffen kunnen opnemen.
- Veel planten gaan zuinig om met eenmaal opgenomen voedingsstoffen. Ze groeien langzaam en slaan in het najaar de voedingsstoffen uit de bladeren op in hun wortels. Zo gaat er zo weinig mogelijk verloren.
- Veel planten leven in symbiose met een schimmel, die in de plantenwortel groeit. De microscopisch dunne schimmeldraden die de grond doorwoekeren, kunnen uiterst efficiënt voedingsstoffen opnemen en geven die in ruil voor suikers aan de plant. Zeer veel planten leven in deze symbiose die mycorrhiza genoemd wordt. Bij orchideeën is de samenwerking wellicht het verst gevorderd. Ze kunnen niet blijven leven zonder deze symbiose. Sterker nog: om te kunnen kiemen moet de schimmel al contact gemaakt hebben met de kiem.
- Vlinderbloemigen (oa. klaver, wikke, brem) leven in symbiose met bacteriën die in staat zijn stikstof uit de lucht te binden. Deze 'mestfabriekjes' bevinden zich in wortelknolletjes, waar ze door de plant gevoed worden.
- Er zijn ook planten die hun voeding op een heel andere wijze bemachtigen dan via hun wortels. Plantensoorten als Gewoon Vetblad en Ronde Zonnedauw zijn vleesetend, of beter insectenetend. Hun slachtoffer blijft aan lijmdruppeltjes op de bladeren plakken en wordt vervolgens verteerd, waarbij de plant de voedingsstoffen opneemt.
- Door het gebrek aan voedingsstoffen kunnen sommige planten hun celsappen niet goed vasthouden en dreigen zo snel uit te drogen. Door kleine bladeren te maken met een waslaag erop, kunnen ze verdamping tegengaan. Men noemt dit 'hongervormen'. Struikheide is er een voorbeeld van.

Plantensoorten die aanpassingen aan voedselarmoede niet hebben, zoals Engels Raaigras, Gewone Paardebloem, Veldbeemdgras, die in gewone graslanden de dienst uitmaken, zullen we hier in de schrale hooilanden tevergeefs zoeken. De soorten die de aanpassingen wel hebben, blijven echter wel klein.



Potstal

Kleine formaat der planten.

Het feit dat de planten van voedselarme standplaatsen zo klein zijn, vergroot nog eens de soortenrijkdom. Als we in een hooiland in De Bruuk staan, kunnen we altijd tot op de bodem kijken. Enkele sprietten van planten kunnen wel meer dan een halve meter hoog zijn, maar het gros van het plantenmateriaal is aan het eind van het seizoen niet hoger dan 20 cm. Dat betekent dat het zonlicht altijd tot op de bodem kan doordringen. Hierdoor is iedere plant, hoe klein ook, verzekerd van het levensnoodzakelijke zonlicht. Daarom groeien er op de grond van de graslanden ook veel mossen. Velen ervan zijn zeer klein en teer en vaak niet hoger dan een centimeter. Op voedselrijkere bodems kunnen planten harder groeien en kunnen ook snelgroeiende soorten zich vestigen. Zij overwoekeren dan de andere, kleine soorten, die vervolgens sterven van lichtgebrek. Het klein blijven van de planten zorgt zo voor leefruimte voor iedereen.

Daar waar weinig is, hebben kleine verschillen grote gevolgen.

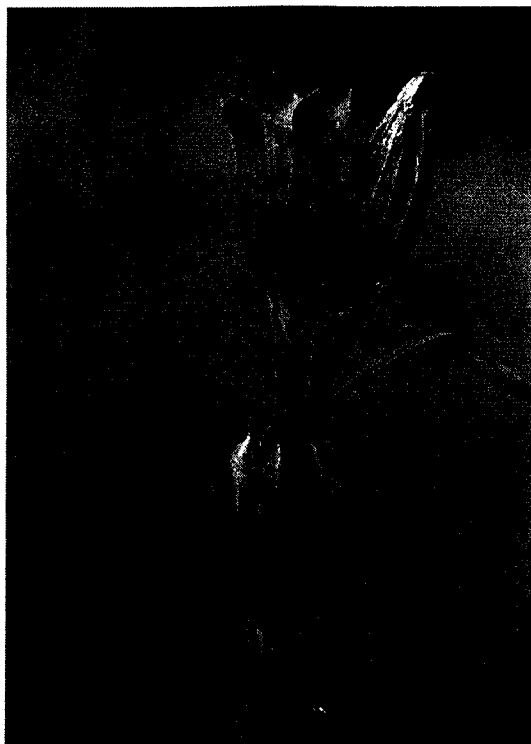
Een laatste reden die zorgt voor een grote soortenrijkdom is, dat de bodem niet overal even voedselarm is. Binnen een schraal hooiland zijn er behoorlijke verschillen in hoeveelheden voedingsstoffen. Op een plekje zit 1 mgr fosfaat per vierkante meter en iets verderop 3 of 4 mgr. Dit kan komen omdat er op een plaats een tak heeft liggen wegrotten of een dier er gepoept heeft. Op een plekje die toch wat voedselrijker is dan een andere plekje, kan zich een soort vestigen van iets voedselrijkere bodems, zoals bijvoorbeeld de Pinksterbloem of de Echte Koekoeksbloem. Door deze verschillen neemt de diversiteit aan soorten toe. Daar waar weinig is, hebben kleine verschillen grote gevolgen.

In de bodem van zwaar bemeste graslanden zien we deze verschillen in voedingsstoffen ook. Alleen brengen ze daar geen effect teweeg. In een weiland waar 10.000 mgr fosfaat per vierkante meter zit, heeft het geen effect als er verderop 10.005 mgr zit. Waar veel is, hebben dezelfde kleine verschillen geen gevolgen.

Constant beheer

De graslanden in bijvoorbeeld De Bruuk zijn heel oud. Al vanaf de Middeleeuwen (of misschien zelfs lange), zijn deze graslanden in cultuur gebracht. In de landbouwcultuur van toen hadden deze graslanden een belangrijke functie. Ze dienden als mestbron. Ze werden eenmaal per jaar gemaaid. Het hooi werd vervolgens afgevoerd en diende als strooisel voor in de potstallen. De mest van de dieren werd vermengd met het strooisel (en heideplaggen) en vercomposteerd tot mest, die de boer op zijn akkers bracht. De hooilanden werden door dit jaarlijkse maaien en afvoeren in de loop van de eeuwen nog voedselarmer dan ze van nature al zouden zijn.

Dit eeuwenlange zelfde beheer zorgde er ook voor dat het grasland zich kon ontwikkelen tot een uitgebalanceerd hooiland. Net als iedere levensgemeenschap ontwikkelt een grasland zich ook. Wanneer men een akker inzaait met gras en verder alleen maar hooit, dan zal men een ontwikkeling bespeuren. Er komen nieuwe soorten, oude verdwijnen. De concurrentie is in het begin groot. Gaande dit proces wordt de diversiteit steeds groter, de concurrentie neemt af. Uiteindelijk ontstaat er na verloop van tijd een soort eindstadium, waarbij alle individuen die er leven min of meer in harmonie verkeren. Biologisch gezien spreekt men van een grasland als het ouder is dan 10 jaar. Daarvoor is het nog zozeer een pioniersbegroeiing dat men ze eerder tot een akkerland rekent. De graslanden van de meeste boeren worden tegenwoordig iedere 5 jaar omgeploegd en daarna opnieuw ingezaaid. Deze werkwijze van een steeds wisselend beheer bevordert de soortenarmoede in de huidige graslanden. Het weiland krijgt niet de kans zich te ontwikkelen.



*Klokjesgentiaan,
regelmatige bewoner
van blauwgraslanden.
(Foto H. Brinkhof)*

Naarmate de hoeveelheid bicarbonaat toeneemt, neemt ook de zuurgraad af. Het water wordt meer basisch. Dit is een belangrijk gegeven, want in zuur water wordt de werking van bacteriën die organische stof afbreken sterk geremd. In bodems met veel bicarbonaat wordt humus snel afgebroken en komen veel voedingsstoffen vrij. Blauwgraslanden zijn zwak gebufferd. Dat wil zeggen dat ze vrij zuur zijn, maar toch in staat verzuring weerstand te bieden.

Calcium en Magnesium

Calcium (Ca^{2+}) en Magnesium (Mg^{2+}) zijn voedingsstoffen die de plant in geringe mate nodig heeft. Ze zijn in de regel voldoende aanwezig. Het belang is dus ook niet zozeer dat deze stoffen voedingsstof zijn, maar vooral dat ze vaak voorkomen als kalk (CaCO_3) of dolomiet ($\text{Ca Mg}(\text{CO}_3)_2$). Kalk is in De Bruuk aanwezig doordat er vroeger meren hebben gelegen waar op de bodem zich wat kalk van dieren of planten met kalkskelet (oa. slakachtigen, kalkalgen) zich afzette, de zgn kalkgyttia. Die kalk nu is een bron van CO_3^{2-} , dat met zuur reageert tot bicarbonaat. Daarmee is kalk de bron van de zwak gebufferde systeem en houdt dit, mits het niet te zeer verzuurd in stand.

Ijzer

Ijzer (Fe) is ook een belangrijke stof, die als voedingsstof altijd in voldoende mate aanwezig is, maar die in de bodem een

belangrijke rol vervuld in het binden van chemische stoffen. Ijzer kan in twee vormen aanwezig zijn: tweewaardig ijzer (Fe^{2+}) en driewaardig ijzer (Fe^{3+}). Tweewaardige ijzerionen binden erg sterk met fosfaten en maken ze onoplosbaar en dus onbereikbaar voor planten. Tweewaardig ijzer is goed oplosbaar in water. Wanneer dit water aan de oppervlakte komt, bijvoorbeeld bij een bron opwelt en in contact met zuurstof komt, dan maken ijzerbacteriën van dit tweewaardige ijzer driewaardig ijzer dat neerslaat als $\text{Fe}(\text{OH})_3$, dat als een lichtbruine drab uitvlokt. In De Bruuk zien we op veel plaatsen deze hydroxide in het water.

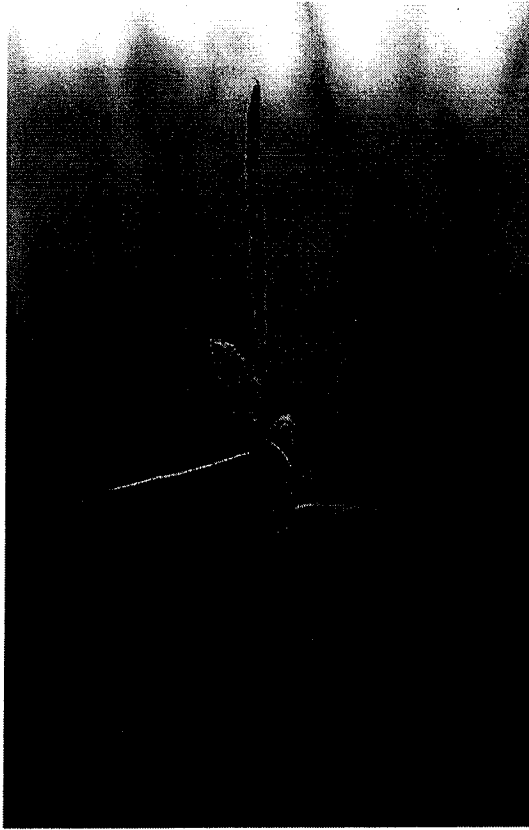
Zwavelverbindingen

Zwavelverbindingen kunnen in diverse vormen aanwezig zijn. Sulfaat (SO_4^{2-}) is een voedingsstof, waarvan een plant niet erg veel nodig heeft en die dus altijd in voldoende mate aanwezig. Sulfaat wordt onder zuurstofloze omstandigheden door bacteriën omgezet in sulfide (S^{2-}), een giftige stof. Het kan daarna weer met ijzer reageren tot het onoplosbare ijzersulfide (FeS) of Pyriet (FeS_2).

DE HOOFDROLSPELERS AAN HET WERK

Zoals gezegd is er in de blauwgraslanden van De Bruuk een niet-meetbare hoeveelheid fosfaat in het grondwater aanwezig en weinig stikstof. De fosfaat zit gebonden aan tweewaardig ijzer en is maar in kleine hoeveelheden beschikbaar voor planten. Doordat de bodem vrij zuur is vindt er nauwelijks afbraak van organische stof plaats. Hierdoor blijft de hoeveelheden fosfaat en stikstof laag.

Voorts zijn blauwgraslanden zwak gebufferd. De bron van de buffering zit in kleine hoeveelheden kalk die in de ondergrond aanwezig zijn. De aanvoer van dit gebufferde grondwater is erg belangrijk. In de zomer treedt bij blauwgraslanden oppervlakkige verdroging op. Dit betekent dat het grondwater de wortelzone dan niet bereikt. Die verdroging is belangrijk omdat fosfaat dan sterker gebonden wordt aan ijzer. Een ander effect is dat tijdens die 'droogteperiode' door zure regen, door activiteiten van bacteriën, door allerlei bodemprocessen en door activiteit van veenmos neemt in die periode de zuurgraad toe. Dit zou een probleem worden ware het niet dat in de winter het grondwaterniveau stijgt en door het zwak kalkrijke water de verzuring weer teniet gedaan en het blauwgrasland in de lente



Blauwe Zegge, een kenmerkende soort van het blauwgrasland. De plant geeft met zijn blauwgroene kleur aan de vegetatie. (Foto: H. Brinkhof)

weer met een schone lei kan beginnen. Het vervelende in De Bruuk is echter dat de hoeveelheid grondwater afgenomen is doordat er om De Bruuk diepe watergangen liggen die veel grondwater afvangen. Het gevolg is dat in de winter de periode waarin het grondwater tot op het maaiveld staat te kort is en de verzuring niet voldoende geneutraliseerd wordt. Hierdoor breiden mossen als veenmos zich uit. Deze plant versterkt vervolgens de verzuring doordat het is staat is positieve kaliumionen (K^+) uit te wisselen voor zuur (H^+). Zure regen versterkt dit proces nog verder. Staatsbosbeheer probeert deze verzuring tegen te gaan door het regenwater versnelt van de (blauw)graslandpercelen af te voeren. Nadeel ervan is dat verdroging in de zomerperiode tezeer kan toenemen.

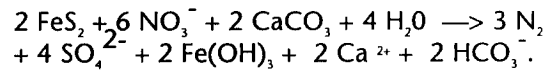
Nitraat, Pyriet en de bemestende rol van sulfaat

Groesbeek is een gemeente met moderne landbouw en dat betekent dat het grondwater sterk verontreinigd is met nitraat. Er worden gehalten van 60 tot 90 milligram per liter grondwater aangetroffen. Dergelijke gehalten zijn zeer hoog, meer dan 20 tot 30 keer de hoeveelheden die in blauwgraslanden aanwezig is. Het zal duidelijk zijn dat wanneer dergelijk water in De Bruuk terecht komt, dit het einde betekent van de Blauwgraslanden. Wanneer dit water onder De Bruuk terecht

gekomen is en zijn weg omhoog naar de oppervlakte zoekt, verdwijnt echter de nitraat. Het wordt omgezet in stikstofgas (N_2), een gas dat voor planten onbruikbaar is. Volgens Hoeks (3) komt dit door dat er pyriet in de bodem zit. Dit pyriet reageert onder invloed van bacteriën met nitraat. De reactie is als volgt.

pyriet + nitraat + kalk + water geeft stikstofgas + sulfaat + ijzer(3)hydroxide + calcium + waterstofbicarbonaat.

oftewel in scheikundige formules:

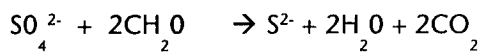


Bij de reactie komt sulfaat SO_4^{2-} vrij in de verhouding t.o.v nitraat van 2 tot 3. Uit deze verhouding blijkt dat de verdwijning van nitraat geheel voor rekening komt van deze pyrietreactie.

Pyriet lijkt dus de redder van De Bruuk. Deze stof is net als de kalkgyttia afgezet in de bodem van het meer dat hier ooit gelegen heeft.

Echter de reactie heeft ook een schaduwzijde, nl. het vrijkomen van sulfaat in grote hoeveelheden. Onlangs is met de schadelijke invloed van deze stof op het spoor gekomen (4, 5,6).

In de natte, zuurstofloze bodem van De Bruuk wordt dit sulfaat door bacteriën met behulp van organische stof (CH_2O) gereduceerd tot sulfide.



Het vrijgekomen sulfide is erg giftig voor planten en met name zeggensorten, die veel in blauwgraslanden voorkomen en orchideeën zijn er erg gevoelig voor.

Het sulfide heeft nog een effect, het bindt zich aan tweewaardig ijzer, dat als zwart ijzersulfide (FeS) neerslaat. Zo verdwijnt al het opgeloste tweewaardig ijzer uit het grondwater. Hierdoor gaat het ijzer dat vast zit aan fosfaat in oplossing, waardoor meteen ook het fosfaat in oplossing gaat. Hierdoor gebeurt wat in een blauwgrasland taboe is. Het fosfaatgehalte in het water stijgt.

Dit verschijnsel is door Jan Roelofs in De Bruuk al vastgesteld in de Leigraaf. Daar stierf het Duizendknoop Fonteinkruid af. De hoeveelheden fosfaat en sulfide bleken duidelijk verhoogd. Toen men in een bak op locatie een stukje Leigraaf afzonderde van de omgeving en daarin ijzerchloride toevoegde (= tweewaardig ijzer) werd fosfaat weer



De Grote Keverorchis komt maar met enkele exemplaren voor in een blauwgrasland in De Bruuk. Dergelijke zeldzame soorten kunnen als gevolg van een kortdurende storing al uitsterven.
(Foto: H. Brinkhof)

gebonden evenals de sulfide. Het fonteinkruid groeide in die bak weer goed (4).

Uit laboratoriumexperimenten met plaggen bleek dat toevoeging van sulfaat inderdaad leidde tot toename van fosfaat.(5)

Bicarbonaat

De Bruuk is zoals gezegd een zwak gebufferd systeem. Bicarbonaat is de belangrijkste bufferende stof, die in de juiste hoeveelheid aanwezig moet zijn (30-61 milligram per liter).

In veel zwak gebufferde gebieden in Nederland treedt neemt de hoeveelheid bicarbonaat toe doordat de boeren in de omgeving veel kalk strooien en zo een bron van bicarbonaat vormen. Volgens metingen verricht ten behoeve van de monitoring van de stortplaats De Dukenburg, die grenst aan De Bruuk blijkt de hoeveelheid bicarbonaat in het diepere grondwater (2,5 m diepte) buiten invloed van het stort wel nog wel binnen de 30 en 61 mgr te liggen, maar het oppervlakkige grondwater is al duidelijk verhoogd (60 - 87 mgr) (monsterpunt 2A). Het lijkt erop dat het hierboven genoemde effect ook in Groesbeek speelt (7). Daarnaast hebben we gezien dat bij de afbraak van nitraat door pyriet ook bicarbonaat vrijkomt. Tenslotte hebben we het stort zelf. In het water dat zich buiten het bentoniet scherm bevindt vinden we zeer hoge bicarbonaat gehalten. In het oppervlakkige grondwater ten oosten en zuidoosten van het stort waarden die liggen tussen 100 en 460 mgr en het diepe grondwater tussen 100 en 160 mgr. Dit is veel te hoog. De waarden nemen in de loop van de tijd eerder toe dan af. De effecten hiervan zijn negatief. Hard water verandert de zuurgraad van de bodem in de richting van minder zuur. Hierdoor wordt de afbraak van organische stof door bacteriën minder geremd. Dat betekent dat er meer fosfaat vrijkomt en meer nitraat. Kortom de interne bemesting van de blauwgraslanden van De Bruuk neemt er door toe. Dit is al duidelijk te zien. Vanuit de randen van het open water die de blauwgraslanden omgeven, treedt verzuuring op. De gevolgen van te hoge bicarbonaatgehalten zijn ook al in het verleden opgetreden. Al tientallen jaren geleden zijn er plantensoorten verdwenen, die de hoogste eisen stelden aan de zwakke buffering van het systeem(8)

Conclusie

Uit het voorafgaande blijkt dat zowel door verharding van het water door de toename van bicarbonaat als door de aanvoer van sulfaat door de afbraak van nitraat door pyriet in het systeem er een interne bemesting op gang komt van fosfaat, een stof die in een blauwgraslanden in nauwelijks meetbare hoeveelheden in het water mag voorkomen. Voorts zorgt een te geringe aanvoer van grondwater en de zure regen voor verzuring van de toplaag. Kortom zowel het zwak gebufferde karakter van de blauwgraslanden van De Bruuk als de voedselarmoede komen ernstig in gevaar.

Aanbevelingen

1. De afvang van grondwater door diepe watergangen die De Bruuk omgeven dient op korte termijn aangepakt te worden.
2. De aanpak van de nitraatvervuiling van het grondwater verdient een hoge prioriteit.
3. Onderzoek naar de bijdrage van het stort aan de waterverharding van De Bruuk is gewenst. Gezien het belang van de stof zou het sulfaatgehalte bij de monitoring meegenomen dienen te worden.

Henny Brinkhof

Literatuur

1. Bloemendaal, F.H.J.L. en J.G.M. Roelofs. 1988. *Waterplanten en waterkwaliteit*. Stichting Uitgeverij KNNV.
2. Leon Lamers, Maaik de Graaf, Roland Bobbink & Jan Roelofs 1997. *Verzuring en eutrofiëring van blauwgraslanden*. Uit: *De levende Natuur* pag 246-252.
3. Hoeks, J. 1987. *Effecten van de vuilstortplaats "Dukenburg" op het Natuurreservaat De Bruuk*. ICW.
4. Smolders A.J.P., R.C. Nijboer and J.G.M. Roelofs. 1995. *Prevention of sulphide accumulation and phosphate mobilization by the addition of iron(II)chloride to a reduced sediment: an enclosure experiment*. Uit: *freshwater Biology*, 559-568.
5. Smolders A. and J.G.M. Roelofs 1993. *Sulphate-mediated iron limitations and eutrophication in aquatic ecosystems*. Uit: *Aquatic Botany* 46. Pag 247-253.
6. Leon Lamers, Fons Smolders & Jan Roelofs 1999. *Hoe gevoelig is natte natuur voor grondwaterverontreiniging?* Uit: *Landschap* 16(3).
7. Reijerink, J.G.A. 1998. *Voormalige stortplaats De Dukenburg. Evaluatie monitoring grond- en oppervlaktewater* 1997. Grontmij.
8. Steeg, H. van der. 1984. *Wat is er mis met De Bruuk?* Botanisch laboratorium, Katholieke Universiteit Nijmegen.

De oplossing van de vorige keer was de oprit van de golfbaan Rijk van Nijmegen ongeveer 100 m van de Nieuwe weg. Zoals verwacht waren er dit keer geen juiste inzendingen. Daarvoor was de beschrijving teveel gebonden aan dat specifieke plekje.

Deze keer weer een makkelijker plek

We staan dit keer op 60 m NAP, dus ergens op de stuwwal die Groesbeek omgeeft. We staan op een asfaltweg aan de rand van een vrij fors plateau. Dergelijk plateau's zijn schaars op de stuwwal. Bijzonder is voorts dat we hier een mengeling van bodemsoorten vinden die landbouwkundig gezien gunstig zijn. Het is een mengeling van Löss en zand. Deze mengeling heeft de gunstige eigenschappen van beide grondsoorten. Het is makkelijk (met de hand) te bewerken als zandgrond en vruchtbaar als löss. Daarnaast is het niet te nat, zoals in het bekken van Groesbeek en ook niet al te droog, vanwege de fijnkorreligheid van de löss. Al lang geleden heeft de mens deze plek als goed leefgebied herkend. Zo'n 2500 jaar geleden woonden er al mensen op deze plek. Dat duurde tot in de Romeinse tijd. Daarna is men vertrokken en heeft het bos bezit genomen van dit plateau. Waarschijnlijk heeft er lange tijd een beuken- eikenbos gestaan. Dit woud viel in de 12-15^e eeuw ten prooi aan roofbouw en het verloor niet alleen zijn allure, maar ook zijn opgaande bomen. Toch bleef het onbewoond natuurgebied en werd het de herbebossing in de 18^e eeuw weer bos. Blijkbaar was bij de mens de kwaliteit niet meer bekend. Pas aan het begin van deze eeuw werd het ontgonnen. Het werd goede tuinbouwgrond. Door deze late ontginning is het bodemarchief nog grotendeels in tact. Met andere woorden: er zijn nog veel resten te vinden van de prehistorische bewoning, hoewel ploegen, met name als dat diep gaat veel kapot kan maken.

Staande met het gezicht in noordoostelijke richting evenwijdig aan de weg, zien we links

WIE KENT GROESBEEK

akkerland en grasland omzoomd door een fraaie bosrand. Met de blik naar rechts draaiend, zien we Groesbeek-dorp liggen met als meest prominente gebouwen de katholieke kerk en de Zuidmolen. Rechts daarvan kijken we uit over het vlakke stroomgebied van Waal en Rijn. Verder naar rechts, waarbij onze blik het verlengde van de weg kruist, waar we op staan en die fors daalt, zien we bij helder weer de stuwwal aan de overkant van de Rijn: de stuwwal van Hoch Elten. Iets rechts daarvan zien we de zwarte torenspits van de kerk van Kranenburg en iets rechts daarvan het witte kerkje van de Horst. Nog iets verder rechts begrenst de stuwwal van het Reichswald ons blikveld. Wat dichterbij zien we enkele huizen, waaronder een witte, oude boerderij. Wat rechts daarvan zien we de Breedeweg met kerk en nog verder rechts de stuwwal waarop de Jansberg ligt. Verder naar rechts draaiend, wordt ons uitzicht belemmerd door woningen die langs de weg staan. Pas als onze blik de weg weer kruist, krijgen we een idee van het formaat van het plateau. De weg en het land rechts ervan blijft, gedurende zo'n 300 m vrijwel vlak, waarna het nog wat stijgt en daarbij het hoogste punt (70 m) bereikt. Verder naar rechts draaiend zien we weer de akkers en boomkwekerij en de fraaie bosrand, waarna we weer terug zijn bij het beginpunt.

Dat was het deze keer. Oplossingen sturen naar Henny Brinkhof, Binnenveld 31, 6562 ZW Groesbeek.

Succes met het speurwerk!

De Vlinders in de Bruuk

De Bruuk is het oudste natuurreservaat van Nederland. Het terrein werd in 1940 aangekocht door Staatsbosbeheer en werd nog onlangs uitgebreid tot de huidige omvang van ca 120 hectare.

Het reservaat, dat hoofdzakelijk bestaat uit vochtige en schrale graslanden, is in verschillende opzichten interessant, maar in dit artikel stellen we uiteraard vooral de vlinderstand aan de orde. Over de vlinders in de Bruuk is zeer veel bekend dankzij het feit dat er gedurende vele aaneengesloten jaren, onder de auspiciën van de Vlinderstichting te Wageningen werd "gemonitord". Dit hield in dat er gedurende het seizoen wekelijks een aantal vaste routes werden gelopen waarbij alle waargenomen vlindersoorten werden geteld per sectie van 50 meter. Deze tellingen werden uitgevoerd in de jaren 1983, 1985, 1986, 1990 en in elk jaar daarna tot en met 1999.

In deze periode is er in de Bruuk veel veranderd. Van de rijkbloeiende flora, en dat is uiteraard voor de vlinders van zeer veel belang, verdwenen er vele soorten. Moeilijk op te lossen problemen ontstonden als gevolg van veranderingen in de waterhuishouding. De geleidelijke verzuring van het water in de bovenste bodemlaag kon niet worden gecompenseerd door de aanvoer van kalkrijk kwelwater omdat de gegraven sloten dwars door de leemlaag heensneden waardoor de kweldruk wegviel.

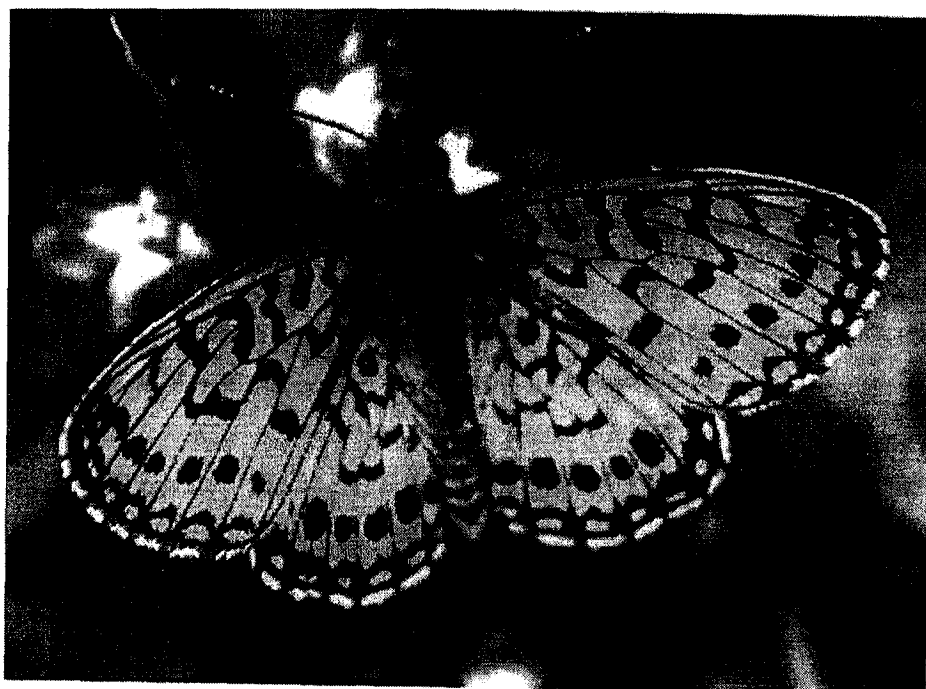
Ondanks de vele negatieve invloeden op het milieu laten de tellingen zien dat de totale aantallen vlinders in dit gebied weinig afnamen. Ze namen gemiddeld zelfs enigszins toe, ook dan wanneer we uitgaan van het totaal aantal per jaar waargenomen

vlinders gedeeld door het aantal tellingen! Vergelijken we de periode van 1990 t/m 1994 met die van 1995 t/m 1999 dan komen we tot een totaal aantal vlinderwaarnemingen van respectievelijk 4945 en 5766. (Zie de tabel op de volgende pagina). Deze uitkomst lijkt op het eerste gezicht nogal verrassend, vooral wanneer we kennis nemen van de landelijke gegevens over onze vlinderfauna. In de periode van 1990 tot 1998 constateerde het Centraal Bureau voor de Statistiek een achteruitgang van ca 40% tot 50% sinds 1990. (Zie het tijdschrift "Vlinders", aug. 1999) Deze achteruitgang is natuurlijk erg verontrustend, omdat het hier niet slechts de bedreigde, maar ook de meer algemene soorten betreft. En de vlinders die wij in de Bruuk aantreffen behoren de laatste jaren nog uitsluitend tot de algemene en de zeer algemene soorten.

Hoewel de totale vlinderpopulatie dus redelijk op peil lijkt te zijn gebleven, geldt dit in mindere mate wanneer we kijken naar het aantal soorten. Vooral de zeer algemene vlinders, zoals het Kleine Koolwitje, het Klein Geaderd Witje, het Koevinkje en het Bruine Zandoogje deden het goed. Ook het Oranjetipje wist zich redelijk te handhaven, hoewel het peil van 1995 bij lange na niet meer bereikt werd. Maar andere betrekkelijk algemene soorten, die in de Bruuk nooit in grote aantallen aanwezig waren geweest zoals de Kleine Vuurvlinder, de Argusvlinder en het Hooibeestje verdwenen vrijwel geheel. Dat ook een algemene vlinder als de Kleine Vos in 1999 niet meer werd

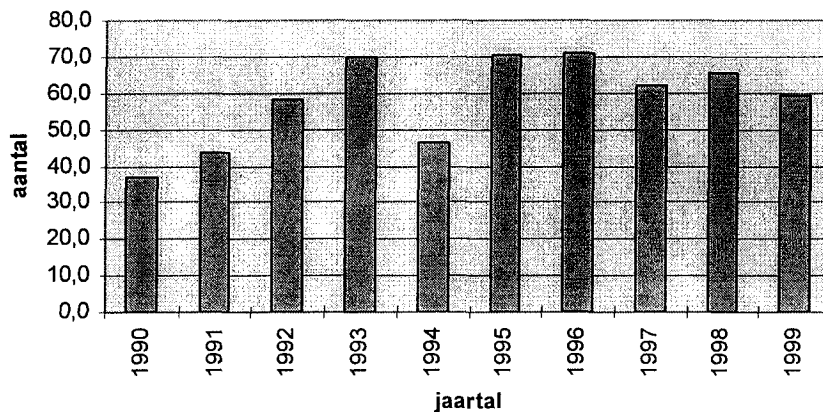
De Zilveren Maan; de oranje bovenkant die soms moeilijk te onderscheiden is van die van andere parelmoervlinders. Deze foto en die van de volgende pagina werden gemaakt in De Bruuk in 1994.

(Foto: J. Weima)



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	totalen
Zwartsprietdikkopje	5	7	23	26	26	80	43	53	37	14	314
Groot Dikkopje	14	6	19	41	27	46	16	4	3	1	177
Citroenvlinder	3	0	6	8	1	1	5	0	0	7	31
Groot Koolwitje	9	1	26	5	7	15	11	18	12	23	127
Klein Koolwitje	11	8	30	55	47	133	98	98	98	86	664
Kein Geaderd Witje	146	70	168	213	86	269	152	72	164	129	1469
Oranjwitje	18	22	23	95	124	135	59	45	49	60	630
Kleine Vuurvlinder	23	14	1	6	1	5	5	0	0	0	55
Icarusblauwtje	3	2	1	0	0	0	1	4	2	0	13
Boomblauwtje	1	0	2	1	1	3	0	2	1	0	11
Atalanta	3	0	3	3	10	7	4	5	5	1	41
Distelvlinder	0	0	2	0	0	3	36	0	0	0	41
Kleine Vos	7	6	5	0	7	4	7	3	7	0	46
Dagpauwoog	4	10	20	9	6	28	19	28	14	1	139
Gehakkelde Aurelia	1	0	0	1	1	0	0	1	4	0	8
Landkaartje	30	7	47	19	8	16	15	34	13	9	198
Zilveren Maan	15	27	18	16	15	2	0	0	0	0	93
Bont Zandoogje	52	24	43	60	25	47	35	40	95	88	509
Argusvlinder	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	5
Koevinkje	148	158	302	303	206	201	305	413	229	248	2513
Hooibeestje	10	0	4	1	1	0	0	0	0	0	16
Bruin Zandoogje	271	332	473	465	331	341	401	171	312	514	3611
Aantal vlinders	775	695	1217	1328	930	1337	1212	991	1045	1181	10711
Aantal tellingen	21	16	21	19	20	19	17	16	16	20	
Aantal soorten	21	15	20	21	24	21	20	22	19	12	
Aant vlinders per telling	36,9	43,4	58,0	69,9	46,5	70,4	71,3	61,9	65,3	59,1	

Aantal vlinders per telling



Opmerkingen:

1. De cijfers over 1999 zijn nog ongecorrigeerd.
2. Wanneer wordt gesproken over het aantal vlinders dan wordt natuurlijk steeds het aantal vlinderwaarnemingen bedoeld.



De Zilveren Maan: de onderkant met de karakteristieke parelmoervlekken.

gesignaleerd lijkt in overeenstemming te zijn met een landelijke trend. Ditzelfde geldt voor het Hooibeestje, hoewel landelijk gezien deze soort zich juist de laatste jaren weer aan het uitbreiden is. In de Bruuk is daar echter niets van te merken.

Buitengewoon betreurenswaardig is echter geweest het verdwijnen uit de Bruuk van twee parelmoervlinders: de Moerasparelmoervlinder en de Zilveren Maan. De Moerasparelmoervlinder verdween al eerder, voordat er in de Bruuk regelmatig geteld werd. Het betrof de laatste populatie in Nederland, die daarmee dus ook in Nederland nergens meer voorkwam. De Zilveren Maan was echter in de eerste jaren van de tellingen nog volop in de Bruuk aanwezig. In het Groesbeeks Milieu-journaal, nr 77 uit 1994, kon zijn aanwezigheid nog met enige voldoening worden genoemd, terwijl elders in Nederland deze

soort sterk achteruit ging. Twee jaar later echter, in 1996, was de Zilveren Maan reeds uitgestorven. Merkwaardigerwijs juist op het moment dat er in de de andere Nederlandse populaties sprake was van enig herstel. Met het uitsterven van de Zilveren Maan ging tevens de laatste populatie ten Zuiden van het rivierengebied verloren. Naar de oorzaken hiervan kan men slechts gissen. Een kleine populatie op een beperkt territorium is uiteraard bijzonder kwetsbaar. De waterstand in de Bruuk had zich nog niet hersteld en bovendien waren een paar zeer droge zomers aan het uitsterven voorafgegaan. Dit had ook gevolgen voor de aanwezigheid van het moerasviooltje, een voedselplant voor de rupsen van de Zilveren Maan. Hoewel het moerasviooltje zich de laatste jaren weer redelijk heeft hersteld kwam dit herstel te laat voor het overleven van deze prachtige vlinder.

Prof. Dr. J. Weima

BON

Ik geef me op voor het Groesbeeks Milieu-journaal:

naam.....

adres.....

**woon-
plaats**.....

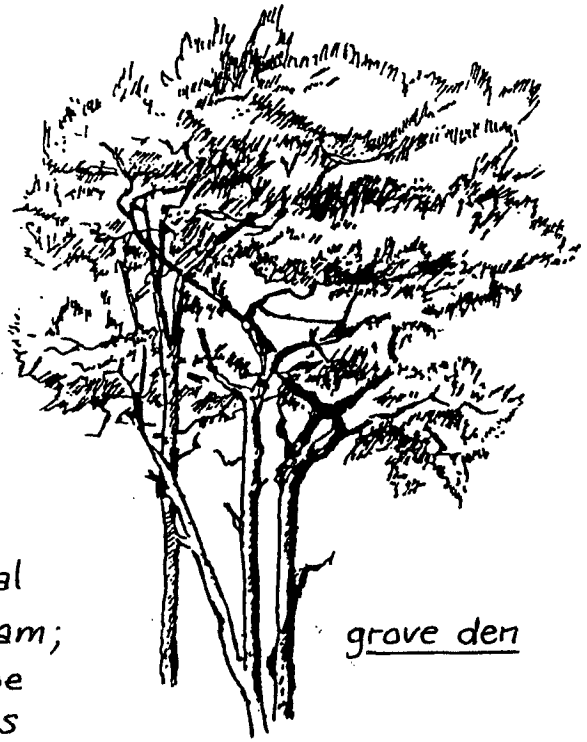
(U betaalt met een acceptgiro of een incasso-formulier, die u krijgt toegezonden)

o denneboom

En weer hebben we dit jaar een verkeerd liedje gezongen: niks denneboom; die versierde boom in de huiskamer is een..... spar!

De spar en de den zijn allebei naaldbomen, maar het verschil is duidelijk te zien:

De stam van een den is voor het grootste deel kaal. Pas bovenaan groeien er zijtakken. De schors is heel grof en ruw.



grote den

spar

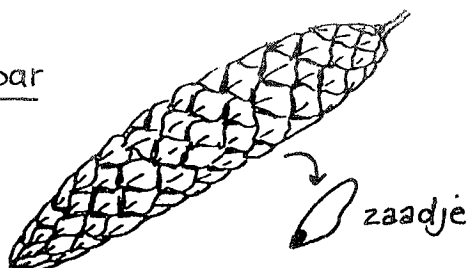


Bij de spar groeien er al takken helemaal onderaan de stam; naar boven toe zijn ze steeds korter. Hierdoor krijgt de boom zijn mooie puntvorm.

Ook aan de zaadkegels (de denne- en sparappels) kun je zien welke boom je voor je hebt:

Een denne-appel is ronder en ook grover en houtiger dan de gladde en langwerpige sparappel.

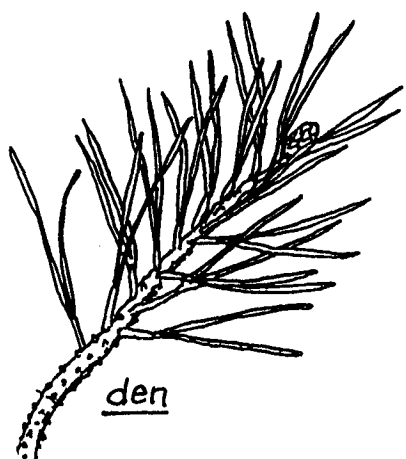
spar



den



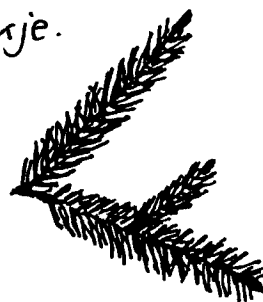
Tenslotte moet je de naalden eens goed bekijken:



den

Bij de den zijn de naalden lang en zitten ze steeds 2 aan 2 bij elkaar.

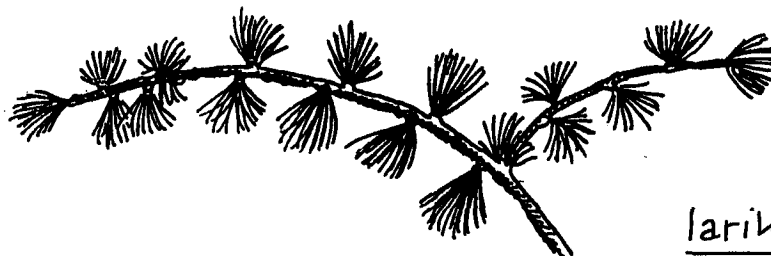
Bij de spar zijn de naalden veel korter en groeien ze dicht op elkaar, maar toch ieder apart, rond het takje.



spar

Er zijn verschillende soorten dennen en sparren, elke soort ziet er weer een beetje anders uit.

Maar als je een naaldboom ziet met naalden in trosjes bij elkaar, dan is het een lariks. Anders dan andere naaldbomen verliest deze wel zijn naalden in de winter.



lariks

Tot slot nog een proefje dat je thuis kunt doen met twee denne- of sparappels: leg er één op een droge warme plaats, en de andere in een vochtige doek of op natte watten. Je zult zien dat de droge al zijn schubben openzet en dat de natte zich juist helemaal sluit. Dit is logisch als je bedenkt dat de boom zijn zadjes, die tussen de schubben verstopt zitten, het liefst loslaat bij droog weer. Dan is de kans het grootst dat de wind het zaadje een stukje meeneemt. Bij regen valt het recht naar beneden onder de oude boom; en dat is niet de bedoeling!

een mooi 2000! Jeske de Bekker.



Zondag 16 januari IVN-rondwandeling

Thema: zandwegen en zandpaden rondom De Horst

verzamelpunt: Kerk De Horst

deelname: gratis

inlichtingen: Henk Eikholt tel: 024-3973886