

# PINGO-RUÏNES EN KALKGYTTJA IN HET WEERTERBOS

W.Z. Hoek, *Interuniversitair Centrum voor Geo-ecologisch onderzoek (ICG),  
Faculteit der Aardwetenschappen, Vrije Universiteit, De Boelelaan 1085, 1081 MV Amsterdam*  
J.H.J. Joosten, *Onderzoeksschool Sedimentaire Geologie (NSG),  
Laboratorium voor Palaeobotanie en Palynologie, Heidelberglaan 2, 3584 CS Utrecht*

**Verspreid in het Weerterbos (eigendom van de Stichting het Limburgs Landschap) liggen diverse kleine laagten met een moerasbegroeiing. Omdat het Limburgs Landschap in het kader van restauratie- en natuurontwikkelingsmaatregelen een aantal van deze venetjes geheel of ten dele wilde "opschonen", werden twee venetjes verkennend onderzocht op het voorkomen van oude veenpakketten. De noodzaak van zulk onderzoek was gebleken bij het restauratieproject van het ven 'de Banen' (gemeente Nederweert), eveneens een natuurreservaat van het Limburgs Landschap (JOOSTEN *et al.*, 1992). Bij het onderzoek in het Weerterbos bleek verrassenderwijs, dat in de betreffende venetjes een laag kalkgyttja voorkomt, bestaande uit bijna pure kalk. Hieruit werd duidelijk, dat de venetjes zeker geen zure of zwakgebufferde heidevennen geweest zijn, maar een heel bijzonder karakter hebben. Omdat het aantal plaatsen in Noord-Brabant en Limburg waar dergelijke afzettingen worden aangetroffen zeer beperkt is, hebben zulke objecten een belangrijke geologische waarde. Het fenomeen zou echter ook van grote betekenis kunnen zijn voor behoud, herstel en ontwikkeling van bijzondere levensgemeenschappen. De aanwezigheid van kalkgyttja-afzettingen toont namelijk aan, dat in de regio in ieder geval in het verleden zeer kalkrijk kwelwater aanwezig moet zijn geweest.**

**Na deze eerste verkenning werd in opdracht van het Limburgs Landschap nader onderzoek gedaan naar het voorkomen van kalkgyttja (moeraskalk) in het Weerterbos. Een overzicht van deze plekken is gewenst om: - de waarde van de betreffende fenomenen in te kunnen schatten; - de betreffende fenomenen veilig te stellen en adequaat te beheren; - de betreffende "kernen" te gaan gebruiken als uitgangsbasis voor herstel en ontwikkeling van kansrijke gradiënten.**

## WERKWIJZE

Op basis van beschikbaar kaart- en luchtfotomateriaal en mondelinge informatie van medewerkers van het Limburgs Landschap werden de lage en natte plekken in het Weerterbos geïdentificeerd. Deze werden vervolgens door middel van grondboringen

uitgebreid verkend. Daarbij werden profielen vervaardigd die doorlopen tot in de minerale (dekzand-) ondergrond. Van een aantal belangrijke voorkomens (Klein Ven, Groot Ven en Berkenven) werd een gedetailleerde kartering verricht.

De diepste profielen van elke locatie werden palynologisch onderzocht om de globale ouderdom van de basis van de organische

afzettingen te bepalen en nadere gegevens over het afzettingsmilieu te verkrijgen. Daar toe werden met een kleine Dachnowski-sonde ongestoorde monsters met een lengte van 30 cm gestoken. Enkele pollenmonsters werden ook direct uit de guts genomen. Van het Groot Ven werd met de Livingstone-boorinstallatie een complete kern verzameld met een diameter van 8 cm. Deze kern zal in de toekomst nauwkeurig worden geanalyseerd. De opwerking van de monsters voor palynologische analyse bestond achtereenvolgens uit koken in KOH, zeven over een 120  $\mu$ -zeef, behandeling met HF om silicaten te verwijderen en acetolyse gedurende 7 minuten. Vervolgens werden de monsters overgebracht in silicone-olie met een viscositeit van 2000 centistokes (FAEGRI *et al.*, 1989). Vermeld dient te worden dat voor een goede datering eigenlijk aanzienlijk meer analyses per profiel moeten worden uitgevoerd, opdat een nauwkeuriger vergelijking gemaakt kan worden met absoluut gedateerde standaard-diagrammen uit de regio.

De hoogteligging van de monsterpunten werd ingeschat met behulp van de hoogtekart 1:10.000 (Topografische Dienst). Voor het Groot Ven werd daarbij gebruikt gemaakt van een peilschaal, waarvan de N.A.P.-hoogte bekend is.

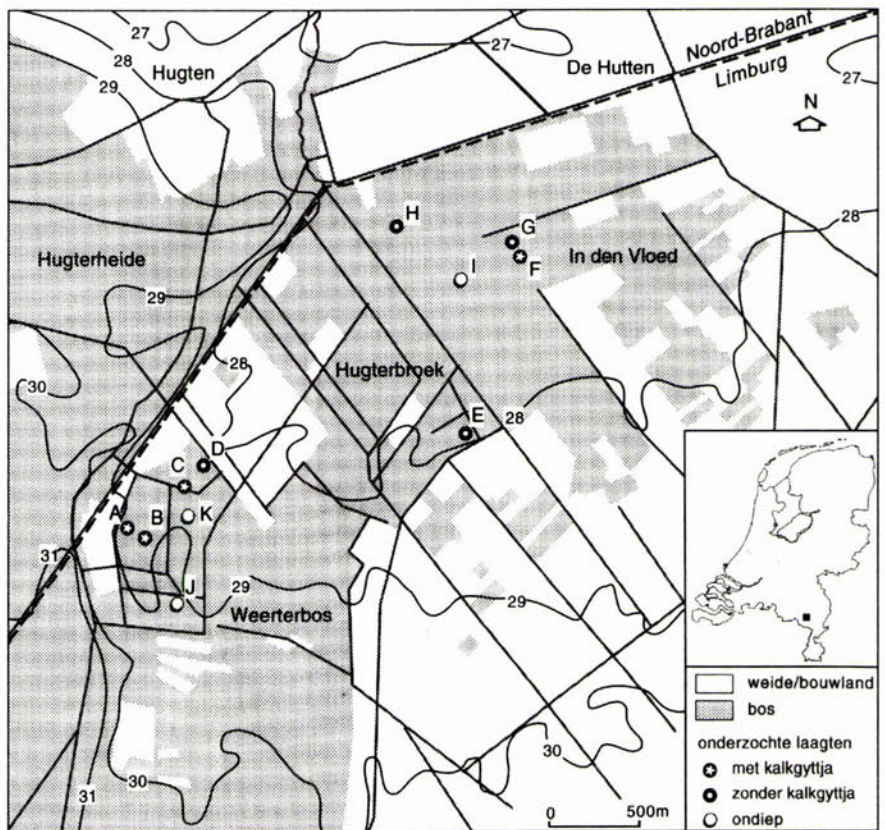
## LIGGING EN ALGEMENE BESCHRIJVING

In totaal werden elf laagten onderzocht. De ligging daarvan is aangegeven in figuur 1. In tabel I staan de Amersfoort-coördinaten en de N.A.P.-hoogten van de locaties vermeld. De geïdentificeerde depressies in het Weerterbos liggen op of aan de rand van een relatief vlak plateau ten noordwesten van de Rug van Weert. Dit plateau vormt de waterscheiding tussen de Sterkselse Aa, die in



noordwestelijke richting en de Kievitsloop die in noordoostelijke richting afstroomt. Niet voor niets ligt daar in de buurt het aloude grenspunt van Hugten, waar thans vier gemeenten en twee provincies aan elkaar grenzen. In vroeger tijden werden de politieke grenzen vaak gelegd op waterscheidingen ("alwaar waar het water her- en derwaarts stroomt"). In figuur 1 is de helling vanaf de Rug van Weert en de relatief vlakke waterscheiding duidelijk te herkennen.

De laagten bevatten over het algemeen een rijke moerasvegetatie, met Riet (*Phragmites australis*), Hennegras (*Calamagrostis canescens*), Zompzegge (*Carex curta*), Gele lis (*Iris pseudacorus*), Scherpe zegge (*Carex acuta*), Grote lisdodde (*Typha latifolia*), Biezeknoppen (*Juncus conglomeratus*) en Wederik (*Lysimachia vulgaris*). De struiklaag bestaat uit Gagel (*Myrica gale*) (veelvuldig in het Klein Ven), Geoorde wilg (*Salix aurita*) en Grauwe wilg (*Salix cinerea*). Als bomen komen soms Zwarte els (*Alnus glutinosa*) en Berk (*Betula* sp.) voor. De laagten zijn zeer nat en door de dichte begroeiing moeilijk toegankelijk.



FIGUUR 1. Hoogtelijnenkaart van het Weerterbos en omgeving met de ligging van de monsterpunten.

## RESULTATEN EN DISCUSSIE

### GEOMORFOLOGIE

Een deel van de depressies blijkt te bestaan uit cirkelvormige laagten, die vrijwel permanent met water gevuld zijn. Deze ronde depressies (het Klein Ven, het Groot Ven, het Berkenven, het Mallemoer en het Vliegersgat) vertonen grote gelijkenissen met zogenaamde pingo-ruïnes op het Drents Plateau (DE GANS, 1982, 1988). Ook in de Ardennen worden dergelijke fenomenen aangetroffen (MULLENDERS & GULLENTOPS, 1969; PISSART, 1983, 1988).

Uit Noord-Brabant, in de omgeving van het Weerterbos, zijn een aantal cirkelvormige depressies bekend die als pingo-ruïne worden benoemd. Het gaat daarbij om het Rond Venneke op de Strabrechtse Heide, het Klein Hasselsven in het Leenderbos en de Maartensdobbe in de Groote Peel (BISSCHOPS, 1973; VAN LEEUWAARDEN & JANSSEN, 1987; KASSE & BOHNCKE, 1992). Uit Limburg zijn tot op heden geen pingo-ruïnes bekend. JANSSEN & IJZERMANS-LUTGERHORST (1973) beschrijven een kalkgyttja-afzetting bij Echt (Putbroek) die mogelijk ook in een pingo-ruïne is gelegen.

Pingo's zijn cirkelvormige heuvels die ontstaan door de vorming van grote ronde ijslenzen in de bodem. Ze worden onder periglaciale condities (permafrost) in minerogene bodems gevormd. De ijslenzen groeien door watertoevoer als gevolg van hydrostatische druk (kwel) en/of segregatie van bodemwater. Pingo's die ontstaan onder invloed van hydrostatische druk komen voor in dalen of op flauwe hellingen in gebieden met discontinue permafrost (gemiddelde jaartemperatuur tussen -1 en -8 °C) (EMBLETON & KING, 1975). De ijslens smelt af als gevolg van het openbreken en afglijden van de

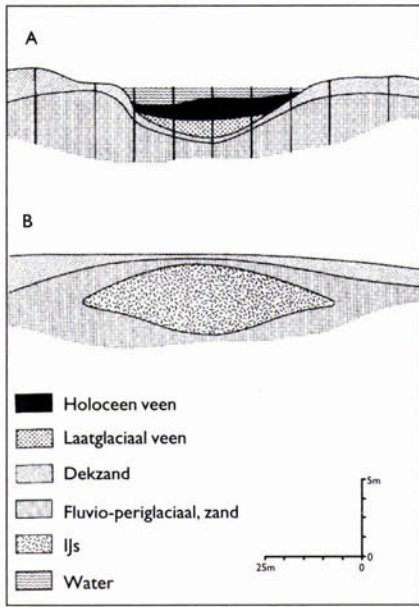
bedekkende isolerende grondlaag of als gevolg van temperatuurstijging bij een klimaatverandering. Dan ontstaat een rond meer met daaromheen vaak een kleine randwal. Een randwal is afwezig wanneer de bedekkende grondlaag niet naar de rand is afgegleeden of wanneer de wal later is weggeërodeerd (zie figuur 2).

De meeste van de thans in Nederland bekende overblijfselen van pingo's zijn gevormd gedurende het Pleniglaciaal (zie figuur 3), het koudste deel van het Weichselien, ca. 18.000 BP (Before Present = 14C jaren voor heden). De afsmelting van de pingo's en daarmee het

TABEL 1. Ligging van de monsterpunten.

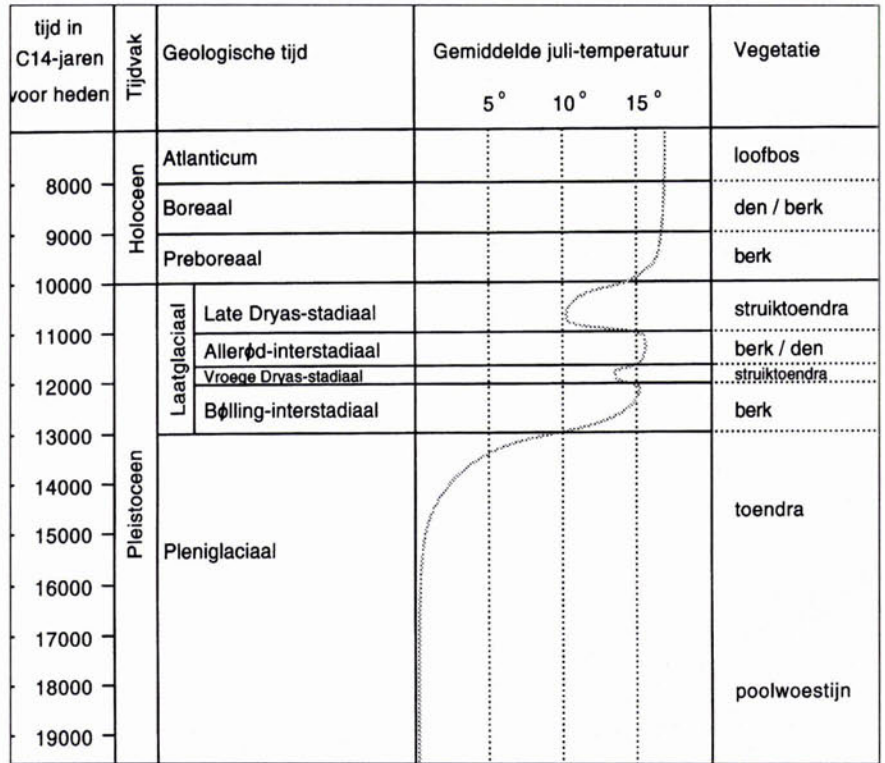
| monsterpunt | locatie        | coördinaten       | hoogte (m+NAP) |
|-------------|----------------|-------------------|----------------|
| A           | Klein Ven      | 173.775 - 367.725 | 28.4           |
| B           | Groot Ven      | 173.875 - 367.675 | 28.3           |
| C           | Berkenven      | 174.100 - 367.925 | 27.8           |
| D           | Grashut        | 174.200 - 368.100 | 27.1           |
| E           | Het Peelke     | 175.650 - 368.250 | 27.0           |
| F           | Vliegersgat    | 175.925 - 369.225 | 27.0           |
| G           | Mallemoer      | 175.975 - 369.275 | 27.0           |
| H           | Molenmoer      | 175.275 - 369.325 | 27.5           |
| I           | In den Vloed   | 175.600 - 369.050 | 27.0           |
| J           | Zuidven        | 174.075 - 367.300 | 29.0           |
| K           | Achterste Hout | 174.125 - 367.800 | 28.4           |





FIGUUR 2. Vorming van een pingo-ruïne. A. huidige toestand. B. reconstructie van de situatie vóór het afsmelten (naar BISSCHOPS, 1973).

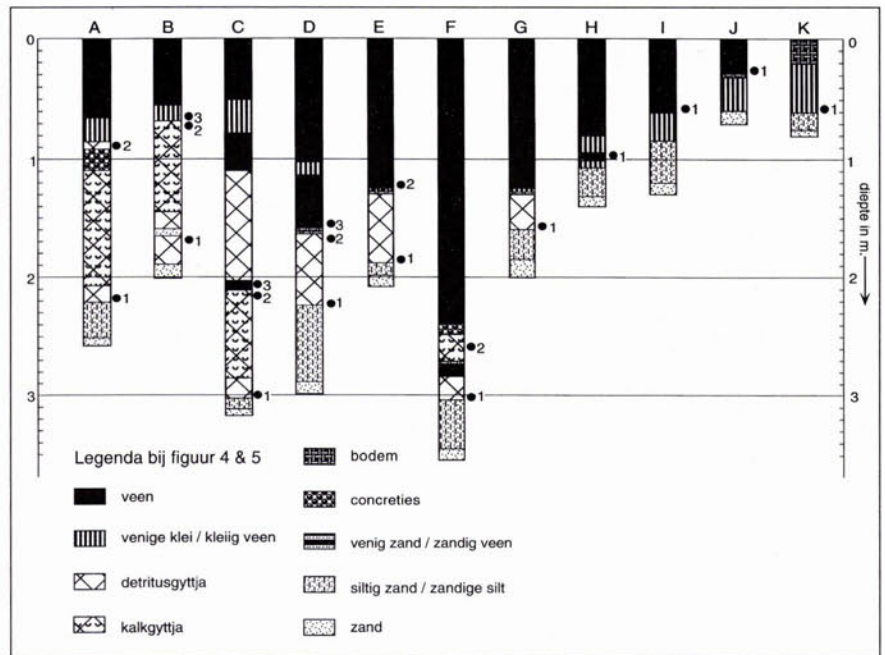
FIGUUR 3. Laat-Pleistocene en vroeg-Holocene chronologie.



ontstaan van de pingo-ruïnes vond plaats bij de opwarming aan het einde van het Pleniglaciaal en het begin van het Laatglaciaal. Vanaf dit moment kan er sedimentatie in het aldus ontstane ronde meer plaatsvinden. De gepubliceerde dateringen (14C en palynologisch) wijzen op een opvulling van pingo-ruïnes in Nederland die begint vanaf het Bølling-Interstadaal (ca. 13.000 BP).

In het Weerterbos komen ook laagten voor die meer langgerekt van vorm en soms droger zijn dan de cirkelvormige laagten. Van alle depressies is de lithologie van het diepste boorprofiel weergegeven in figuur 4. Tevens zijn hierin de diepten aangegeven waaraan pollenanalyse is verricht met het bijbehorende monsternummer.

De vijf ronde depressies die op grond van de geomorfologie als pingo-ruïnes kunnen worden geïnterpreteerd blijken bijna identieke opvullingen te hebben. Ook enkele van de langgerekte laagten hebben in het centrum een soortgelijke opvulling. De opvullingen bestaan uit vooral organogene 2 tot 3 meter dikke afzettingen. Vanaf de zandige basis begint de opvulling meestal met een siltige, zeer fijn-zandige laag die overgaat in een groenbruin gekleurde organische meer-afzetting (detritusgyttja). De detritusgyttja gaat in enkele gevallen over in geel-grijs gekleurde kalkgyttja. Deze kalkgyttja gaat soms weer over in een detritusgyttja. In de meeste gevallen is

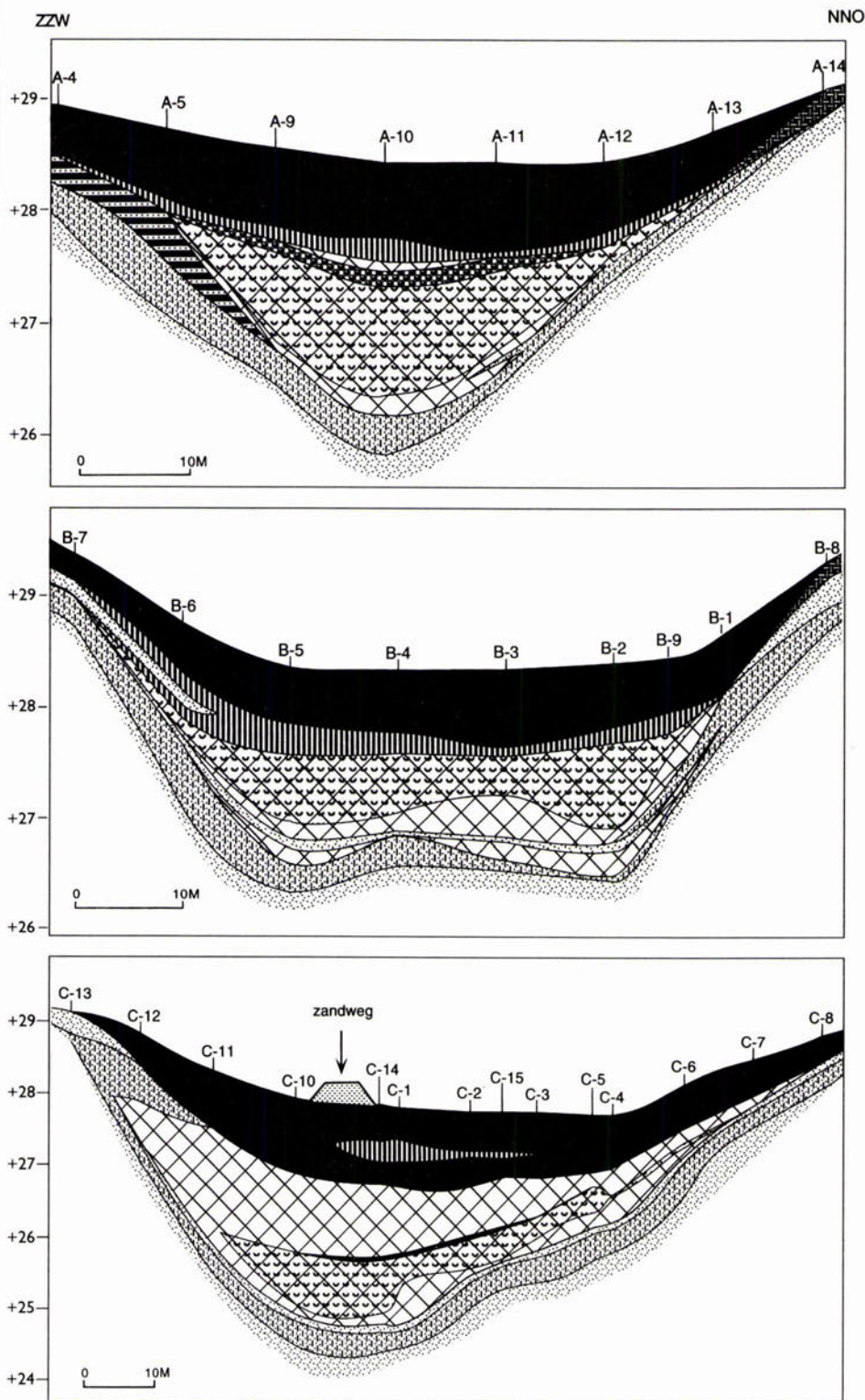


FIGUUR 4. Lithologie van de diepste boorprofielen van de onderzochte depressies.

er echter een scherpe overgang naar een donkerbruine gehumificeerde, veraarde horizon, wat wijst op drogere omstandigheden en het periodiek droogvallen van het meertje. In sommige boorprofielen zijn ook concreties van kalk gevonden, die wijzen op bodemvorming, dus volledig droogvallen en begroeid raken van het meertje in het verle-

den. Het rood-bruin mosveen boven deze bodemhorizont duidt op een hernieuwde vernatting die voortgezet wordt met de vorming van geel-bruin gekleurd zeggeveen of rietveen. Van het Groot Ven, het Klein Ven en het Berkenven zijn geologische dwarsdoorsneden getekend (figuur 5) die een beeld geven van de





FIGUUR 5. Dwarsdoorsneden van het Klein Ven (A), Groot Ven (B) en Berkenven (C).

opvulling van deze cirkelvormige laagten. De grotere, langgerekte laagten (I-K) zijn ondiep. De basis wordt gevormd door een siltige zand- tot zandige siltlaag die van onder naar boven steeds fijner wordt. Mogelijk is deze slecht doorlatende laag een belangrijke oorzaak voor stagnatie van water en dus veenvorming ter plaatse. De dunne organi-

sche opvulling bestaat uit donkerbruin gekleurd veen dat veelal sterk gehumificeerd is.

KALGGYTTJA

Bij toestroming van kalkhoudend grond- (= freatisch) of kwel- (= arthesisch) water in een

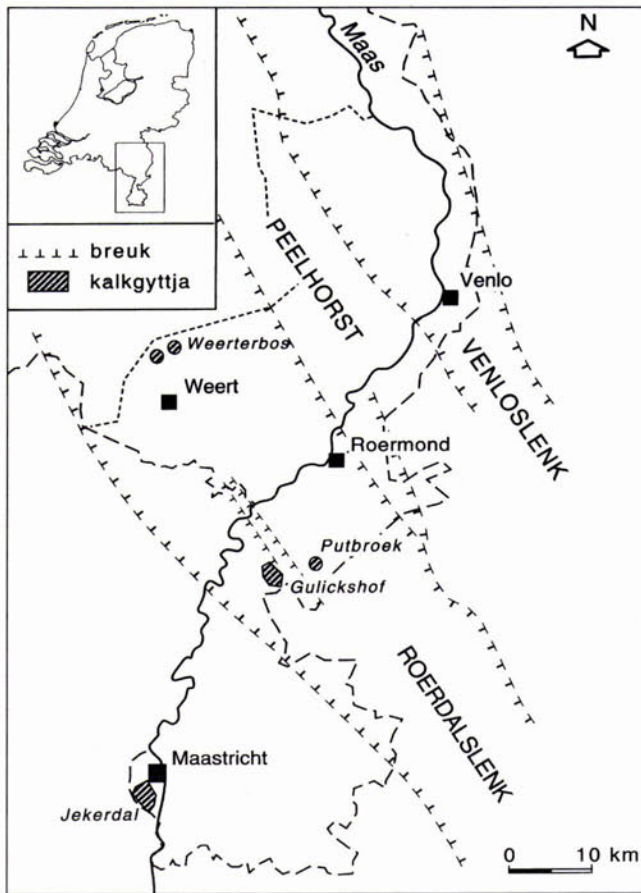
meer kan neerslag van kalk optreden in de vorm van kalkgyttja. Deze neerslag van kalk kan het directe gevolg zijn van oververzadiging ten gevolge van verdamping van water. Een andere mogelijke oorzaak is de verplaatsing van het chemisch evenwicht van kalk in oplossing naar de vaste vorm (= kalkneerslag) als gevolg van onttrekking van koolzuur aan het water. Dit gebeurt o.a. bij hoge activiteit van submerse waterplanten in relatief warme zomers. De in Nederland aangetroffen kalkgyttja blijkt meestal gevormd te zijn gedurende het Laatglaciaal of Vroeg-Holoceen. Dit zijn tijden met relatief grote landschappelijke veranderingen ten gevolge van veranderingen in het klimaat. Kalkgyttja is door ons in het Weerterbos op vier plaatsen aangetroffen: op drie dicht bij elkaar gelegen plekken (Klein Ven, Groot Ven en Berkenven) en in het Vliegiersgat, ongeveer 2,5 km ten noordoosten van de eerder genoemde voorkomens. In figuur 1 zijn deze locaties weergegeven door een cirkel met ster. De kalkgyttja komt voor met een maximale dikte van 95 cm. Kalkgyttja van een dergelijke dikte is slechts van enkele plaatsen in Limburg bekend: het Jekerdal vanaf de Belgische grens tot aan de monding bij Maastricht (oppervlakte 200 ha) en nabij de boerderij Gulickshof ten oosten van Susteren (100 ha). De Wever maakt melding van het voorkomen van moeraskalk in het Grasbroek bij Limbricht (WEE-DA, 1994). Een overzicht van de uit Limburg bekende kalkgyttja-afzettingen wordt gegeven in figuur 6.

DATERING VAN DE AFZETTINGEN

Voor de datering en de tijdsrelatie van de afzettingen is gebruik gemaakt van pollenogrammen uit de omgeving (zie tabel II). Met behulp van pollenanalyse is de ouderdom bepaald van de diepst gelegen organische afzetting in elke depressie. Ook is enkele malen de basis van het veen palynologisch gedateerd. Zoals reeds vermeld moeten de dateringen als een indicatie worden beschouwd. Vast staat wel dat de basis van de depressies A - H in geen geval jonger is dan 7.500 BP, zoals blijkt uit het ontbreken van stuifmeel van relevante warmteminnende bomen als *Alnus*, *Tilia* en *Ulmus* in de monsters. In tabel IV zijn de aangetroffen aantallen van elk pollentype weergegeven.

De diepste organische opvullingen van de laagten in het Weerterbos blijken op palyno-





FIGUUR 6.  
Het voorkomen van  
kalkgyttja in Limburg  
(gewijzigd naar  
FELDER, 1989).

waardoor de datering niet geheel betrouwbaar is.

Boven monster B-1 uit het Groot Ven ligt een zandlaag, die mogelijk gedurende het Vroege Dryas-stadiaal (12.000 - 11.800 BP) is afgezet. In deze tijd is op veel plaatsen in Nederland een zandlaag afgezet hetgeen wijst op een geringere bedekking van de vegetatie (BOHNCKE, 1994). Ook de top van de detritusgyttja-afzetting in de Grashut (D-2) valt waarschijnlijk in het einde van het Bølling-interstediaal (12.000 BP). Hierboven bevindt zich een bodemhorizont, die op droge omstandigheden wijst (Vroege Dryas-stadiaal). De veenvorming boven deze bodemhorizont (D-3) begint in de eerste fase van het Allerød-interstediaal.

De vorming van kalkgyttja in het Weerterbos begint in de eerste fase (*Betula*-fase) van het Allerød-interstediaal (11.800 - 11.300 BP). De vorming gaat door tot in de *Pinus*-fase van het Allerød-interstediaal (11.300 - 11.000 BP). Hierop wijst monster C-2 uit het Berkenven. Monster C-3 uit het Berkenven geeft een indicatie van drogere condities: de kalkgyttja gaat over in een mosveen-afzetting, die eveneens gedateerd kan worden in de Allerød *Pinus*-fase. In het Groot Ven vinden we de top van de kalkgyttja (B-2) reeds in het eerste deel van het Allerød-interstediaal. Hierboven zit echter een bodemhorizont. Deze bodemhorizont wijst op droge omstandigheden, waardoor afzettingen uit de tweede fase van het Allerød-interstediaal geoxideerd kunnen zijn en daardoor ontbreken.

De basis van de detritusgyttja-opvulling in het Peelke (E-1) kan worden gedateerd in de eerste fase van het Allerød-interstediaal. Het begin van organische opvulling in het Vliegersgat (F-1) kan worden gedateerd in de tweede helft van het Allerød-interstediaal. De in dit profiel voorkomende kalkgyttja (F-2) ligt direct boven een bodemhorizont, die mogelijk op koudere, drogere condities gedurende het Late Dryas-stadiaal (11.000 - 10.000 BP) wijst.

Ook in het Groot Ven bevindt zich mogelijk een bodemhorizont uit het Late Dryas-stadiaal. Het boven deze bodemhorizont genomen monster B-3 kan gedateerd worden in het Laat-Preboreaal, evenals monster A-2 uit het Klein Ven dat uit een stratigrafisch identieke positie (boven een bodemhorizont) afkomstig is. Op grond hiervan kan worden gesteld dat deze detritusgyttja waarschijnlijk gevormd is in het Preboreaal (10.000 - 9.000 BP). Ook monster F-2, een kalkgyttja, uit het Vliegersgat heeft deze ouderdom. VAN

logische gronden te stammen uit het eerste deel van het Laatglaciaal, het Bølling-interstediaal (13.000 - 12.000 BP). Monsters uit het Groot Ven (B-1), het Berkenven (C-1), de Grashut (D-1) en in mindere mate het Klein

Ven wijzen hierop. Het monster uit het Klein Ven is zeer arm aan stuifmeel, bovendien is er sprake van inspoeling van veel ouder stuifmeel uit afzettingen die stammen uit de laatste tussentijd (onder andere *Alnus* en *Corylus*),

TABEL II. Overzicht van bij de datering gebruikte pollendiagrammen.

| locatie          | referentie                            | coördinaten       |
|------------------|---------------------------------------|-------------------|
| Hoenderboomven   | BISSCHOPS, 1973                       | 172.520 - 377.860 |
| Kievitsloop      | KOELBLOED, 1969                       | 179.225 - 370.380 |
| Klein Hasselsven | VAN LEEUWAARDEN & JANSSEN, 1987       | 164.200 - 371.200 |
| Maartensdobbe    | KASSE & BOHNCKE, 1992                 | 184.075 - 372.710 |
| Putbroek         | JANSSEN & IJZERMANS-LUTGERHORST, 1973 | 195.800 - 346.400 |

TABEL III. De dateringen van het begin van de opvulling van de onderzochte laagten.

| locatie        | geologische tijd                    | <sup>14</sup> Cjaren BP |
|----------------|-------------------------------------|-------------------------|
| Klein Ven      | Bølling-Interstediaal               | 13.000 - 12.000         |
| Groot Ven      | Bølling-Interstediaal               | 13.000 - 12.000         |
| Berkenven      | Bølling-Interstediaal               | 13.000 - 12.000         |
| Grashut        | Bølling-Interstediaal               | 13.000 - 12.000         |
| Het Peelke     | Vroeg Allerød-interstediaal         | 11.800 - 11.300         |
| Vliegersgat    | Laat Allerød-interstediaal          | 11.300 - 11.000         |
| Mallemoer      | Preboreaal of Allerød-interstediaal | 11.800 - 9.000          |
| Molenmoer      | Preboreaal of Allerød-interstediaal | 11.800 - 9.000          |
| In den Vloed   | Vroeg Atlanticum                    | 8.000 - 7.000           |
| Zuidven        | Vroeg Atlanticum                    | 8.000 - 7.000           |
| Achterste Hout | Vroeg Atlanticum                    | 8.000 - 7.000           |



TABEL IV. Lijst van aangetroffen pollentypen (aantallen).

| MONSTER                    | A-1 | A-2 | B-1 | B-2 | B-3 | C-1 | C-2 | C-3 | D-1 | D-2 | D-3 | E-1 | E-2 | F-1 | F-2 | G-1 | H-1 | I-1 |
|----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Betula                     | 1   | 137 | 27  | 259 | 77  | 49  | 96  | 116 | 53  | 80  | 83  | 104 | 13  | 43  | 211 | 104 | 44  | 8   |
| Pinus                      | 16  | 49  | 29  | 68  | 88  | 15  | 84  | 143 | 40  | 8   | 4   | 26  | 155 | 106 | 3   | 17  | 30  | 121 |
| Populus                    |     | 1   |     |     | 1   | 2   | 1   | 6   | 1   | 3   |     | 3   |     |     |     |     |     | 1   |
| Salix                      | 2   | 1   | 12  | 3   | 4   | 5   | 7   | 7   | 11  | 24  | 38  | 8   | 10  | 1   | 20  | 11  | 2   | 4   |
| Abies                      |     |     | 1   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Corylus                    | 3   | 3   | 2   |     | 6   | 1   |     |     | 12  | 1   |     |     | 35  |     | 1   |     |     | 31  |
| Fraxinus                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 2   |
| Myrica                     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 1   |     |     |     |     |     |     |
| Picea                      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 1   | 1   |     |
| Quercus                    |     |     |     |     | 2   |     |     |     | 2   |     |     | 1   | 5   | 1   |     | 1   | 2   | 7   |
| Tilia                      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 1   |     | 8   |
| Ulmus                      |     |     | 1   |     |     |     |     |     |     |     |     | 1   | 2   |     |     |     |     | 4   |
| Alnus                      | 6   |     | 1   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 3   | 1   | 3   | 6   | 62  |
| Juniperus                  |     | 1   |     | 2   | 3   | 3   | 3   | 5   |     | 9   | 2   | 5   |     |     | 22  | 14  | 1   |     |
| Ephedra fragilis           |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 1   |     |     |     |
| Calluna                    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 1   |     |     |     |     |     |
| Empetrum                   |     |     |     |     | 7   |     |     | 3   |     | 1   |     |     |     | 1   |     | 2   |     |     |
| Ericaceae                  | 3   |     | 1   | 2   | 2   |     |     |     | 1   | 1   |     |     |     | 2   |     | 3   | 1   | 1   |
| Cyperaceae                 | 5   | 3   | 25  | 7   | 3   | 91  | 47  | 66  | 29  | 94  | 111 | 40  | 9   | 74  | 33  | 103 | 50  | 9   |
| Gramineae                  | 8   | 14  | 26  | 20  | 24  | 80  | 32  | 48  | 27  | 54  | 39  | 35  | 10  | 50  | 66  | 87  | 60  | 8   |
| Artemisia                  |     | 4   | 9   | 7   | 8   |     | 7   | 13  | 3   | 7   | 25  | 2   | 2   | 12  | 16  | 11  | 5   | 2   |
| Campanulaceae              |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 1   |     |     |     |     |     |     |
| Caryophyllaceae            |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 1   |     |     |     |     |     |     |     | 1   |
| Chenopodiaceae             |     |     |     |     |     |     |     | 1   | 1   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Compositae liguliflorae    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 1   |     |     |     | 1   |     |     |     |
| Compositae tubuliflorae    |     |     | 2   |     | 1   |     |     |     | 1   | 3   | 1   |     | 1   |     | 1   | 3   | 1   |     |
| Cruciferae                 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 2   |     |     | 1   |
| Galium-TYPE                |     |     |     |     | 1   |     |     | 2   |     | 6   | 2   |     | 2   | 1   | 4   |     |     | 1   |
| Helianthemum               |     |     | 2   |     |     | 2   |     |     |     | 2   | 1   | 2   |     |     |     |     |     | 1   |
| Hypericum                  |     |     |     |     |     |     |     |     | 1   |     |     | 2   |     |     |     |     |     |     |
| Liliaceae                  |     |     |     |     |     |     |     | 1   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Papaver                    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 2   |     |     |     |     |
| Plantago                   |     | 1   |     | 1   | 1   | 1   | 3   | 3   | 2   | 3   | 1   | 2   |     |     |     |     |     |     |
| Polygonum aviculare        |     |     |     |     |     |     |     | 1   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Rosaceae                   |     | 1   |     |     |     |     |     | 1   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Rumex                      |     |     | 1   | 1   |     | 1   | 3   |     |     | 4   | 3   |     |     |     |     |     |     |     |
| Sanguisorba minor          |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 1   |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Sanguisorba officinalis    |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 1   |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Saxifraga stellaris-TYPE   |     |     |     |     |     |     |     | 1   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Stachys-TYPE               |     |     |     |     | 1   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Thalictrum                 |     |     |     |     |     |     | 1   | 1   | 1   | 4   | 6   | 2   | 1   | 1   | 3   |     | 1   |     |
| Equisetum                  |     | 1   |     |     |     | 4   | 3   | 20  |     | 4   | 246 | 3   | 17  | 4   | 100 | 3   |     |     |
| Filipendula                |     | 1   | 1   | 2   | 1   |     | 6   | 5   | 5   |     | 8   | 2   | 2   |     | 1   |     |     |     |
| Mentha-TYPE                |     |     | 1   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Potentilla-TYPE            |     |     |     |     |     | 1   |     |     | 1   | 4   |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Ranunculaceae              |     |     |     |     | 13  |     | 1   | 1   |     | 4   | 5   | 2   | 1   | 5   |     |     |     |     |
| Sparganium                 |     | 1   |     |     |     |     |     |     |     | 1   | 2   |     |     |     |     |     |     | 11  |
| Typha angustifolia         |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 1   |     |     |     | 2   |     |     |     |
| Typha latifolia            |     |     |     |     |     |     |     |     | 1   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Umbelliferae               |     | 1   |     | 3   | 1   |     |     | 1   |     | 2   | 4   |     | 3   |     | 4   | 1   |     |     |
| Menyanthes                 |     |     |     |     |     |     | 1   | 6   |     |     |     |     |     | 2   |     |     |     |     |
| Myriophyllum alterniflorum |     | 1   |     |     |     |     | 1   |     |     |     | 2   | 1   |     |     |     |     |     |     |
| Myriophyllum spicatum      |     |     |     |     |     |     |     |     | 1   | 1   |     | 5   |     |     |     |     |     | 2   |
| Myriophyllum verticillatum |     |     |     |     | 1   |     |     | 3   | 1   |     |     |     |     |     |     |     |     | 290 |
| Nymphaea alba              |     | 2   |     | 6   |     |     | 3   | 1   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Polygonum amphibium        |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 1   |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Potamogeton                |     |     |     |     |     | 3   | 2   | 2   | 1   | 5   |     | 3   |     |     |     |     |     |     |
| Selaginella selaginoides   |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 2   | 2   |     |     |     |     |     |     |     |
| Utricularia                |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 1   |
| Dryopteris                 |     |     | 1   |     |     |     |     |     |     |     |     | 1   |     | 1   |     |     | 2   |     |
| Monoletes psilates         |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 5   |
| Ophioglossum               |     |     |     | 1   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Polypodium                 |     |     |     |     |     | 1   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Pteridium                  |     |     | 2   |     |     |     |     |     | 1   |     |     | 1   |     |     |     |     |     |     |
| Sphagnum                   |     | 1   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 1   |     | 2   |     |
| Triletes psilates          |     | 2   | 3   | 1   | 39  |     |     |     | 5   |     |     | 3   | 4   |     |     |     |     | 1   |
| Botryococcus               |     |     | 17  |     |     | 33  |     | 5   |     | 13  |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Pediastrum                 |     |     | 73  | 4   | 25  | 97  | 1   | 23  | 47  | 15  |     | 37  |     |     |     |     |     | 12  |
| Tetraedron                 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 1   |     |     |     |     |     |     |
| Zygnemataceae              |     |     |     |     |     |     |     |     | 1   | 3   | 1   | 2   |     |     |     |     |     |     |
| Indeterminabel             | 2   |     | 3   |     | 2   | 2   | 1   | 2   | 1   | 3   | 2   | 1   | 1   |     |     |     |     |     |



LEEUWAARDEN & JANSSEN (1987) beschrijven ook kalkgyttja's uit deze periode in het Vroeg-Holoceen.

De analyses van het begin van de organische opvulling van het Molenmoer (monster H-1) en het Mallemoer (monster G-1) wijzen op het eerste gezicht op een Preboreale ouderdom. Het ontbreken van stuifmeel van *Corylus* en de relatief hoge waarden van kruidenstuifmeel wijzen echter meer op een Laatglaciale ouderdom. Mogelijk is ook niet het diepste punt van deze opvullingen bemonsterd waardoor een Laatglaciale ouderdom voor de basis van beide opvullingen meer waarschijnlijk is. Bijzonder aan het monster uit het Molenmoer is het veelvuldig voorkomen van het pollen van *Myriophyllum verticillatum*, wijzend op de locale aanwezigheid van deze soort.

Monster E-2 uit de basis van het veen boven de bodemhorizont in het Peelke wijst op een laat-Boreale tot vroeg-Atlantische ouderdom. Ook de monsters uit de basis van In den Vloed (I-1), Zuidven (J-1) en Achterste Hout (K-1) geven duidelijk veel jongere dateringen, namelijk uit het eerste deel van het Atlanticum (8.000 - 7.000). Deze monsters worden gekenmerkt door grote hoeveelheden *Alnus*-pollen, naast pollen van *Corylus*, *Quercus*, *Ulmus* en *Tilia*. Het begin van veenvorming in deze laagten kan gezien worden als het gevolg van een hernieuwde vernatting, die overigens in die tijd over grote delen van Nederland plaatsvond (ZAGWIJN, 1986). In tabel III zijn de dateringen van het begin van opvulling in de onderzochte laagten in volgorde van oud naar jong samengevat.

## CONCLUSIES

### GEOMORFOLOGISCHE EN PALAEO-ECOLOGISCHE WAARDEN

De cirkelvormige laagten, die opgevuld zijn met meer-afzettingen (detritusgyttja en kalkgyttja) uit het Laatglaciale en Vroeg-Holoceen, vormen de eerste aanwijzingen voor het voorkomen van pingo-ruïnes in Limburg. Uit de rest van Zuid-Nederland zijn slechts enkele pingo-ruïnes bekend, zodat met het voorkomen in het Weerterbos het aantal bekende Zuidnederlandse pingo-ruïnes meer dan verdubbeld is. Ook even ten zuidwesten van het Weerterbos zijn geomorfologische aanwijzingen voor het voorkomen

van pingo-ruïnes en mogelijk ook kalkgyttja in de ondergrond aanwezig. Hier is echter sprake van meer menselijke verstoring dan in het Weerterbos.

De palynologische dateringen ondersteunen de karakterisering als pingo-ruïnes. Zoals in het merendeel van de in Nederland bekende pingo-ruïnes begint de opvulling van de in het Weerterbos onderzochte laagten vanaf het Bølling-interstadaal. Naar onze mening zijn nog niet alle plekken met Laatglaciale en vroeg-Holocene afzettingen, al dan niet met voorkomen van kalkgyttja, in het Weerterbos gevonden. Daarvoor zou een vlakdekende inventarisatie van het gebied nodig zijn. De onderhavige studie toont echter wel aan, dat in het Weerterbos uitzonderlijke geologische, palaeo-ecologische en geomorfologische fenomenen voorkomen die een nader onderzoek waard zijn. Vooral het voorkomen van een veelvoud van afzettingen uit het Laatglaciale/Vroeg-Holoceen in dicht bij elkaar gelegen, doch geïsoleerde depressies biedt ongekende mogelijkheden tot een fijn-schalige ruimtelijke en temporele reconstructie van veranderingen in landschap en vegetatie.

### VERLANDINGS-GESCHIEDENIS

De opvulling van de diepere laagten begint in het Bølling-interstadaal met de afzetting van detritusgyttja, een typische meer-afzetting. Aan het einde van het Bølling-interstadaal vindt er in deze detritusgyttja bodemvorming plaats en wordt op sommige plaatsen een dunne laag zand afgezet hetgeen wijst op drogere omstandigheden gedurende het Vroege Dryas-stadaal. In het Allerød-interstadaal stijgt de waterspiegel opnieuw wat leidt tot de vorming van detritusgyttja en in sommige laagten kalkgyttja als gevolg van kalkrijke kwel. Aan het einde van het Allerød-interstadaal gaat als gevolg van een dalende waterspiegel de afzetting van detritusgyttja over in de vorming van een laag mosveen of zelfs bodemvorming waardoor in de laagten met kalkgyttja kalkconcreties kunnen ontstaan. Deze drogere fase valt samen met het koudere Late Dryas-stadaal. Een hernieuwde vernatting leidt in het Preboreaal opnieuw tot de afzetting van detritusgyttja of kalkgyttja. In het Atlanticum leiden de overal in Nederland stijgende grondwaterstanden ook tot het begin van veengroei in de minder diepe laagten.

### HET OPTREDEN VAN KWEL

De waargenomen fenomenen wijzen erop, dat kwel al lang in het onderzoeksgebied voorkomt. In het Pleniglaciaal leidde de kwel waarschijnlijk tot de vorming van ijslenzen in de ondergrond (pingo's). Na het afsmelten van deze ijslenzen in het Laatglaciaal werden de depressies opgevuld met meer-afzettingen. Een deel van die afzettingen bestaat uit kalkgyttja, wat erop wijst, dat het kwelwater kalkrijk geweest moet zijn. Het ligt voor de hand te veronderstellen, dat deze kalkrijke kwel haar oorsprong had in de Rug van Weert, waar uitgebreide afzettingen van (kalkrijke) Brabantse leem aanwezig zijn. Uit de hoogtelijnenkaart blijkt, dat de beschreven pingo-ruïnes in het brongebied van de Sterkselse Aa en de Kivietsloop liggen.

Ook thans komt, ondanks alle ontwatering, nog steeds kwel voor tot bijna aan de oppervlakte. In de zuidelijke zijtak van de Vloedloosing ten westen van het Molenmoer en het Mallemoer treedt nog steeds ijzerhoudende kwel uit op een niveau, dat op dezelfde hoogte ligt als de top van de opvullingen in de nabijgelegen depressies met ondermeer kalkgyttja.

Uit onderzoek aan de Biebrza-venen in Polen is bekend, dat kwelstromen door kalkgyttja heen kalk opnemen en als kalkrijk water aan de oppervlakte kunnen komen om daar te leiden tot bijzondere soortenrijke moerasvegetaties (WASSEN & JOOSTEN, 1994).

### PERSPECTIEVEN VOOR NATUURONTWIKKELING

De onderzochte depressies vormen de rijke en vochtige kernen van het Weerterbos. Ook het recente voorkomen van soorten als Dotterbloem in de belendende graslanden en Bosanemoon in de omringende bossen zijn aanwijzingen voor de potenties tot herstel en ontwikkeling van dit gebied.

Ten gevolge van de aanleg van productiebos, die ter plaatse gepaard is gegaan met de aanleg van een intensief en diep rabattenstelsel, door ontginningen en ontwatering ten behoeve van de landbouw, en door de onttrekking van grondwater voor drinkwater en industrie, is de grondwaterstand in het gehele gebied sterk gedaald, waardoor het kalkrijke kwelwater zich nog slechts op enkele plaatsen aan de oppervlakte kan manifesteren. Dit



zijn vooral de laagten, waar thans nog kalkgyttja wordt aangetroffen.

Deze plekken zijn daarom van groot belang als kernen wáár en van waaruit het herstel van de verloren gegane en de ontwikkeling van nieuwe natuurwaarden plaats kan vinden. De top-tien van "hooggekwalificeerde ecologische gradiënten" wordt in ons land aangevoerd door de situatie, waar zuur-venig-nat domineert over basisch-mineraal-nat (VAN LEEUWEN, 1968). Dit is precies de situatie waar de kalkgyttja in het Weerterbos op wijst. Niet voor niets schrijven WESTHOFF *et al.* (1970) dan ook: "Daar bevonden zich indertijd de terreinen waar het wemelde van botanische exclusiviteiten. ... In dit opzicht moet het zuidwestelijk randgebied van de Peel, de streek tussen Eindhoven en Weert, wel de kroon gespannen hebben." De uitzonderlijke natuurlijke rijkdom van het gebied rondom Weert zou dus toegeschreven kunnen worden aan het plaatselijk voorkomen van (extreem) kalkrijke omstandigheden in een overigens uitgestrekt voedselarm en venig gebied van heiden en hoogvenen.

Dit onderzoek heeft een eerste inzicht gegeven in het voorkomen van deze kalkkernen die van groot belang kunnen zijn voor de ontwikkeling van een kansrijke ontwikkelings- en beheersstrategie voor dit gebied.

## DANKWOORD

De dank van de auteurs gaat uit naar de medewerkers van de stichting "Het Limburgs Landschap" en drs. E.A. Schorn en P. de Klerk die behulpzaam waren bij het veldwerk en de palynologische analyse.

Het onderzoek maakt deel uit van het door de Nederlandse organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek (NWO) gesubsidieerde project: *Paleogeografie van Laatglaciale vegetaties: analyse in ruimte en tijd* (NWO/GOA projectnummer 750-57-016). Deze publicatie is NSG-publicatie nummer 950201.

## SUMMARY

### PINGO REMNANTS AND CALCAREOUS GYTTJA IN THE WEERTERBOS AREA (LIMBURG, THE NETHERLANDS)

Circular depressions in the Weerterbos area can, on geomorphological grounds, be interpreted as remnants of glacial ice cores (pingos). These pingos probably originated from hydrostatic pressure in conditions of discontinuous permafrost during the Weichselian Pleniglacial. Today, some of these depressions are filled with calcareous gyttja, implying that hydrostatic pressure and groundwater exfiltration continued after the decay of the ice cores. Palynological analysis indicates that the infilling of the depressions started in the Weichselian Lateglacial (Bølling/Allerød interstadial), supporting their characterization as pingo remnants. Since both pingo remnants and calcareous gyttja are extremely rare in the southern part of the Netherlands, these objects have an important geological and geomorphological value. The presence of lateglacial and early-Holocene deposits in various isolated depressions concentrated in a small area allows the reconstruction of small-scale developments of vegetation patterns. Furthermore, the calcareous spots show great promise for the restoration of considerable nature conservation values in the Weerterbos area.

## LITERATUUR

- BISSCHOPS, J.H., 1973. Toelichtingen bij de Geologische Kaart van Nederland 1:50.000. Blad Eindhoven oost (S10). Rijks Geologische Dienst Haarlem.
- BOHNCKE, S.J.P., 1994. Lateglacial environmental changes in the Netherlands: spatial and temporal patterns. *Quaternary Science Reviews* 12: 707-717.

- EMBLETON, C. & C.A.M. KING, 1975. *Periglacial Geomorphology*. Edward Arnold Ltd., Londen, 203 p.
- FAEGRI, K., JOHS. IVERSEN, P.E. KALAND & K. KRZYWINSKI, 1989. *Textbook of Pollen Analysis*, IV edition. John Wiley and Sons Ltd., 328 p.
- FELDER, W.M., 1989. Moeraskalk. *Grondboor en Hamer* 43: 203-204.
- GANS, W. DE, 1982. Location, age and origin of pingo remnants in the Drentsche Aa valley area (The Netherlands). *Geologie en Mijnbouw* 61: 147-158.
- GANS, W. DE, 1988. Pingo scars and their identification. In: M.J. CLARK ed., *Advances in Periglacial Geomorphology*. Wiley & Sons Ltd., 299-322.
- JANSSEN C.R. & W. IJZERMANS-LUTGERHORST, 1973. A "local" Late-Glacial pollendiagram from Limburg, Netherlands. *Acta Botanica Neerlandica* 22: 213-220.
- JOOSTEN, J.H.J., J.A.A. BOS & H. VAN DAM, 1992. Palaeoecologisch onderzoek aan oude en recente afzettingen in het ven "De Banen" (gemeente Nederweert). *Laboratorium voor Palaeobotanie en Palynologie*, Utrecht, 28 p. + bijlagen.
- KASSE, K. & S. BOHNCKE, 1992. Weichselian and Upper Pleniglacial Aeolian and Ice-cored Morphology in the Southern Netherlands (Noord-Brabant, Groote Peel). *Permafrost and Periglacial Processes* 3: 327-342.
- KOELBLOED, K.K., 1969. Pollendiagram Kievitsloop. *Intern Rapport Stiboka Wageningen, afdeling palaeobotanie* 57F-1.
- LEEUWAARDEN, W. VAN & C.R. JANSSEN, 1987. Differences between valley and upland vegetation development in Eastern Noord-Brabant, the Netherlands, during the Late Glacial and Early Holocene. *Review of Palaeobotany and Palynology* 52: 179-204.
- LEEUWEN, C.G. VAN, 1968. Soortenrijke graslanden en hun milieu. *Kruipnieuws* 30: 16-28.
- MULLENDERS, W. & F. GULLENTOPS, 1969. The age of the pingos of Belgium. In: T.L. PÉWÉ ed., *The Periglacial Environment*. McGill-Queen's University Press, 321-335.
- PISSART, A., 1983. Remnants of periglacial mounds in the Hautes Fagnes (Belgium): structure and age of the Ramparts. *Geologie en Mijnbouw* 62: 551-555.
- PISSART, A., 1988. Pingos: An overview of the present state of knowledge. In: M.J. CLARK ed., *Advances in Periglacial Geomorphology*. Wiley & Sons Ltd., 279-297.
- WASSEN, M. & J.H.J. JOOSTEN, 1994. The impact of groundwater flow on water and peat chemistry along a gradient from rich fen to transitional fen in the Biebrza Wetlands. In: M.J. WASSEN & H. OKRUSKO (eds.) *Towards protection and sustainable use of the Biebrza Wetlands*. Dept. of Environmental Studies, Utrecht, 103-131.
- WEEDA, E.J., 1994. *Plantensociologie 'avant la lettre'*. *Stratiotes* 9: 3-21.
- WESTHOFF, V., P.A. BAKKER, C.G. VAN LEEUWEN & E.E. VAN DER VOO, 1970. *Wilde planten. Flora en vegetatie in onze natuurgebieden. Deel 1. Natuurmonumenten*, 320 p.
- ZAGWIJN, W.H., 1986. *Nederland in het Holoceen*. *Geologie van Nederland, deel 1*, Rijks Geologische Dienst Haarlem, 40 p.