

RAAP-RAPPORT 928

# Bescherming bodemarchief Waterland- Oost en Waterland-Midden

Eindrapport monitoringonderzoek 1994-2001

**RAAP**

Adviesbureau

Archeologisch

## Colofon

**Opdrachtgever:** provincie Noord-Holland

**Project:** monitoringonderzoek bodemarchief Waterland-Oost en -Midden

**Titel:** Bescherming bodemarchief Waterland-Oost en Waterland-Midden; eindrapport  
monitoringonderzoek 1994-2001

**Status:** eindversie

**Datum:** december 2003

**Auteurs:** *drs. R.P. Exaltus, drs. C.M. Soonius, drs. S. Molenaar & drs. M.C.A. van Waijjen*

**Bestandsnaam:** L:\QXPress\2003\WL01\RA928-WL01.qxd

**Projectcode:** WL01

**Projectleider:** drs. R.P. Exaltus

**Projectmedewerkers:** drs. H. Abechri, drs. K. Anderson & F.A. Perk

**Autorisatie:** dr. R.F.B. Isarin

**ISSN:** 0925-6229

RAAP Archeologisch Adviesbureau B.V.

telefoon: 020-463 4848

Zeeburgerdijk 54

telefax: 020-463 4949

1094 AE Amsterdam

E-mail: raap@raap.nl

Postbus 1347

1000 BH Amsterdam

© RAAP Archeologisch Adviesbureau B.V., 2003

RAAP Archeologisch adviesbureau B.V. aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

## Inhoud

5	<b>1 Inleiding</b>
	1.1 Kader en doelstelling
	1.2 Deelprojecten
	1.3 Het monitoringonderzoek Waterland-Oost en -Midden 1994-2001
	1.4 Financiering
	1.5 Leeswijzer
9	<b>2 Algemene gebiedsbeschrijving</b>
	2.1 Ligging van het gebied
	2.2 Aard en kwetsbaarheid van de archeologische sporen
12	<b>3 Aantasting van archeologische waarden</b>
	3.1 Algemeen
	3.2 Polderpeilverlaging
	3.3 Polderpeilverhoging
	3.4 Lokale verschillen
15	<b>4 Monitoringonderzoek Waterland-Oost en -Midden 1994-2001</b>
	4.1 Algemeen
	4.2 Opzet van het onderzoek
	4.3 De opstartfase
	4.4 Beschermende maatregelen
	4.5 Monitoring en effecttaxatie
25	<b>5 Methoden</b>
	5.1 Algemeen
	5.2 Bepalen oxidatiediepten
	5.3 Micromorfologisch onderzoek
	5.4 Pollenanalyse
	5.5 Wormentelling
35	<b>6 Resultaten</b>
	6.1 Algemeen
	6.2 Oxidatiediepten en neerslaggegevens
	6.3 Maaiveldveranderingen
	6.4 Wormentellingen
	6.5 Micromorfologisch onderzoek
	6.6 Pollenanalyse

53	<b>7 Synthese en effecten beheermaatregelen</b>
55	<b>8 Conclusies en aanbevelingen</b>
	8.1 Conclusies
	8.2 Aanbevelingen
58	<b>9 Evaluatie</b>
	9.1 Inleiding
	9.2 Onderzoeksopzet
	9.3 Evaluatie per methode
69	<b>Literatuur</b>
70	<b>Gebruikte afkortingen</b>
71	<b>Verklarende woordenlijst</b>
71	<b>Overzicht van figuren, tabellen en bijlagen</b>
74	<b>Bijlage 1. Catalogus</b>

# 1 Inleiding

## 1.1 Kader en doelstelling

In opdracht van de provincie Noord-Holland is door RAAP Archeologisch Adviesbureau in de periode 1994 tot en met september 2001 een archeologisch monitoringonderzoek uitgevoerd in de ruilverkavelingsgebieden Waterland-Oost en Waterland-Midden. Het onderzoek heeft plaatsgevonden op een aantal archeologisch waardevolle vindplaatsen (terpen) die gedurende de Late Middeleeuwen en Nieuwe tijd in gebruik zijn geweest als huisplaatsen.

In het kader van diverse landinrichtingsprojecten is in de provincie Noord-Holland vanaf 1985 door (toen nog) Stichting RAAP veelvuldig inventariserend archeologisch onderzoek uitgevoerd. Dit leidde tot de inventarisatie en ontdekking van vele honderden archeologische vindplaatsen. In 1988 heeft de Stichting RAAP, in opdracht van de toenmalige Provinciale Waterstaat van de provincie Noord-Holland, in het kader van de voorbereiding van het intentieprogramma Bodembescherming een nader (kwaliteitsbepalend) onderzoek verricht op een groot aantal archeologische vindplaatsen in de provincie Noord-Holland (Datema, 1988). Uit het kwaliteitsbepalende onderzoek van vindplaatsen bleek dat de omvang en kwaliteit van het bodemarchief sterk achteruit ging. In Noord-Holland werden grote delen van het bodemarchief bedreigd door agrarische activiteiten, diepe grondwerkzaamheden ten behoeve van de bollenteelt en ingrepen in het kader van verschillende landinrichtingsprojecten (o.a. polderpeilverlaging, aanleg van wegen en sloten, etc.). Op basis van dit gegeven achtte de provincie Noord-Holland het noodzakelijk een onderzoek uit te laten voeren naar maatregelen die de langdurige bescherming van archeologische waarden in de (voorgedragen) bodembeschermingsgebieden in de provincie Noord-Holland mogelijk zouden moeten maken (Exaltus & Soonius, 1994: bijlage 2). Men constateerde echter dat kwantificeerbare gegevens met betrekking tot de effecten van bijvoorbeeld polderpeilverlaging voor de conservering van archeologische vindplaatsen nagenoeg ontbraken. Dergelijke gegevens waren echter van groot belang om effectieve beschermende maatregelen te kunnen nemen.

In het kader van de Bijdragenregeling Bodembeschermingsgebieden (1991) is in 1992, op verzoek van de provincie Noord-Holland, door de Stichting RAAP een projectvoorstel geschreven. In grote lijnen werd voorgesteld op archeologisch waardevolle terreinen in de provincie Noord-Holland een monitoringonderzoek uit te voeren. Dit hield in dat op de verschillende terreinen zogenaamde 'monsterpunten' zouden worden ingericht waar, over een periode van enkele jaren, herhaaldelijk

metingen en monsternamen zouden worden uitgevoerd. Op deze manier zou de conserveringstoestand van de archeologische resten over een bepaalde periode kunnen worden gevolgd (gemonitord).

De doelstelling van het monitoringonderzoek was het verkrijgen van inzicht in de kwalitatieve en kwantitatieve achteruitgang van de archeologische resten ten gevolge van verlaging van de grondwaterstand. Op basis van dat inzicht zou men vervolgens kunnen bepalen:

- Wat het effect is van de verschillende waterhuishoudingssituaties (die na de ruilverkaveling zijn te onderscheiden) op de archeologische resten.
- Wat het effect is van specifieke beschermingsmaatregelen die worden getroffen ten behoeve van de archeologische waarden.

## **1.2 Deelprojecten**

In overleg met de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek (ROB) is er destijds voor gekozen het monitoringonderzoek in eerste instantie te concentreren in twee archeologische regio's in de provincie Noord-Holland. Deze regio's waren geselecteerd op basis van de gegevens die waren verkregen tijdens eerder uitgevoerde archeologische inventarisaties. Het betrof:

- Het strandwallen- en strandvlaktengebied (met name het ruilverkavelingsgebied Limmen-Heiloo).
- Een veenweidegebied (met name de ruilverkavelingsgebieden Waterland-Oost en -Midden).

In beide gebieden bevindt zich een groot (Limmen-Heiloo) tot zeer groot aantal (Waterland) waardevolle vindplaatsen, waarvan een aanzienlijk deel direct bedreigd werd door polderpeilverlaging.

Tussen de twee geselecteerde archeologische regio's bestaan grote verschillen in het karakter van het landschap, de omvang van het bodemarchief en de aard en datering van de archeologische vindplaatsen. Er is destijds bewust gekozen voor gebieden die zowel in landschappelijk (geologisch en geomorfologisch) als archeologisch opzicht van elkaar verschillen. Door de keuze van beide gebieden hoopte men dat er voldoende variatie was gewaarborgd om zo een overzicht van een groot deel van de provincie te verkrijgen en om resultaten te kunnen 'extrapoleren' naar andere delen van de provincie (Exaltus & Soonius, 1994: bijlage 2).

In onderhavig rapport wordt het onderzoek in de ruilverkavelingsgebieden Waterland-Oost en -Midden behandeld. Voor het onderzoek in het ruilverkavelingsgebied Limmen-Heiloo wordt verwezen naar Molenaar, Exaltus & Van Waijjen (2003).

## **1.3 Het monitoringonderzoek Waterland-Oost en -Midden 1994-2001**

In eerdere (tussen)rapporten zijn de werkzaamheden beschreven die zijn uitgevoerd in de opstartfase van het monitoringonderzoek (Exaltus & Soonius, 1994). Ook zijn de resultaten van het monitoringonderzoek in de periode 1994 t/m 1996 en

de periode 1996 t/m 1999 reeds in rapporten verschenen (Exaltus & Soonius, 1997; Exaltus, 2001). Onderhavig rapport bevat de resultaten van het monitoringonderzoek op twaalf terpen (zie figuur 1) zoals die in de eerdere rapporten zijn verschenen plus de nog niet eerder gerapporteerde resultaten van het onderzoek in de periode 2000 t/m september 2001 en vormt hiermee de eindrapportage van het monitoringonderzoek in de periode 1994 t/m de eerste helft van 2001.

## 1.4 Financiering

Het monitoringonderzoek is gestart in het voorjaar van 1994 in het kader van de Bijdragenregeling Bodembeschermingsgebieden (BBG). Deze regeling is in 1992 door het ministerie van VROM gepubliceerd in het kader van het stimuleringsbeleid met betrekking tot de bodembeschermingsgebieden. Doel van de regeling was de achterstand die was ontstaan in het beleid dat is vastgelegd in de Wet Bodembescherming ongedaan te maken. In de provincie Noord-Holland zijn daartoe verschillende projecten gestart, waaronder het onderhavige monitoringonderzoek in de ruilverkavelingsgebieden Waterland-Oost en -Midden. Eerder was door RAAP, in het kader van de voorbereiding van het door de provincie vast te stellen Intentieprogramma Bodembeschermingsgebieden, (kwaliteitsbepalend) archeologisch onderzoek verricht op een groot aantal archeologische terreinen in de provincie (Datema, 1988).

Met ingang van 1996 vond het monitoringonderzoek in de ruilverkavelingsgebieden Waterland-Oost en -Midden plaats in het kader van de Bijdragenregeling Gebiedsgericht Milieubeleid (BGM). Ook deze regeling beoogde een gebundeld stimuleringsbeleid op gang te brengen. De regeling was erop gericht activiteiten te financieren die bijdragen aan de verbetering van de kwaliteit van het milieu in de betrokken milieu-aandachtsgebieden.

Met ingang van 1998 vindt financiering van het monitoringonderzoek in Waterland plaats via het Subsidiebesluit Gebiedsgericht Milieubeleid (SGM). Het kan zowel gaan om het bereiken van de algemene milieukwaliteit als het bereiken van een bijzondere milieukwaliteit. De conservering op de lange termijn van de in Waterland aanwezige archeologische waarden, die de neerslag vormen van menselijke bewoning van het gebied in het (verre) verleden, moet gezien worden als het bereiken van een bijzondere milieukwaliteit.

## 1.5 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt een korte beschrijving gegeven van het onderzoeksgebied. Hierin wordt ondermeer de ligging van het onderzoeksgebied besproken en worden tevens de aard en kwetsbaarheid van de archeologische bodemsporen beschreven. In hoofdstuk 3 zullen de verschillende vormen van aantasting worden behandeld die een bedreiging vormen voor de archeologische waarden in de ruilverkavelingsgebieden Waterland-Oost en -Midden. In hoofdstuk 4 zal dieper worden ingegaan op de opzet en uitvoering van het monitoringonderzoek in de periode 1994-2001. In hoofdstuk 5 worden de methoden behandeld die bij het monitoringonderzoek

zijn gehanteerd. In hoofdstuk 6 worden per methode de resultaten van het monitoringonderzoek beschreven in de periode 1994-2001. Hoofdstuk 7 vormt de synthese van de resultaten van het monitoringonderzoek. In hoofdstuk 8 worden de conclusies en aanbevelingen gepresenteerd. Hoofdstuk 9 betreft de evaluatie van het monitoringonderzoek zoals dat in de periode 1994-2001 is uitgevoerd. De catalogus met daarin alle gegevens van de in dit rapport behandelde terreinen is opgenomen als bijlage 1.



## 2 Algemene gebiedsbeschrijving

### 2.1 Ligging van het gebied

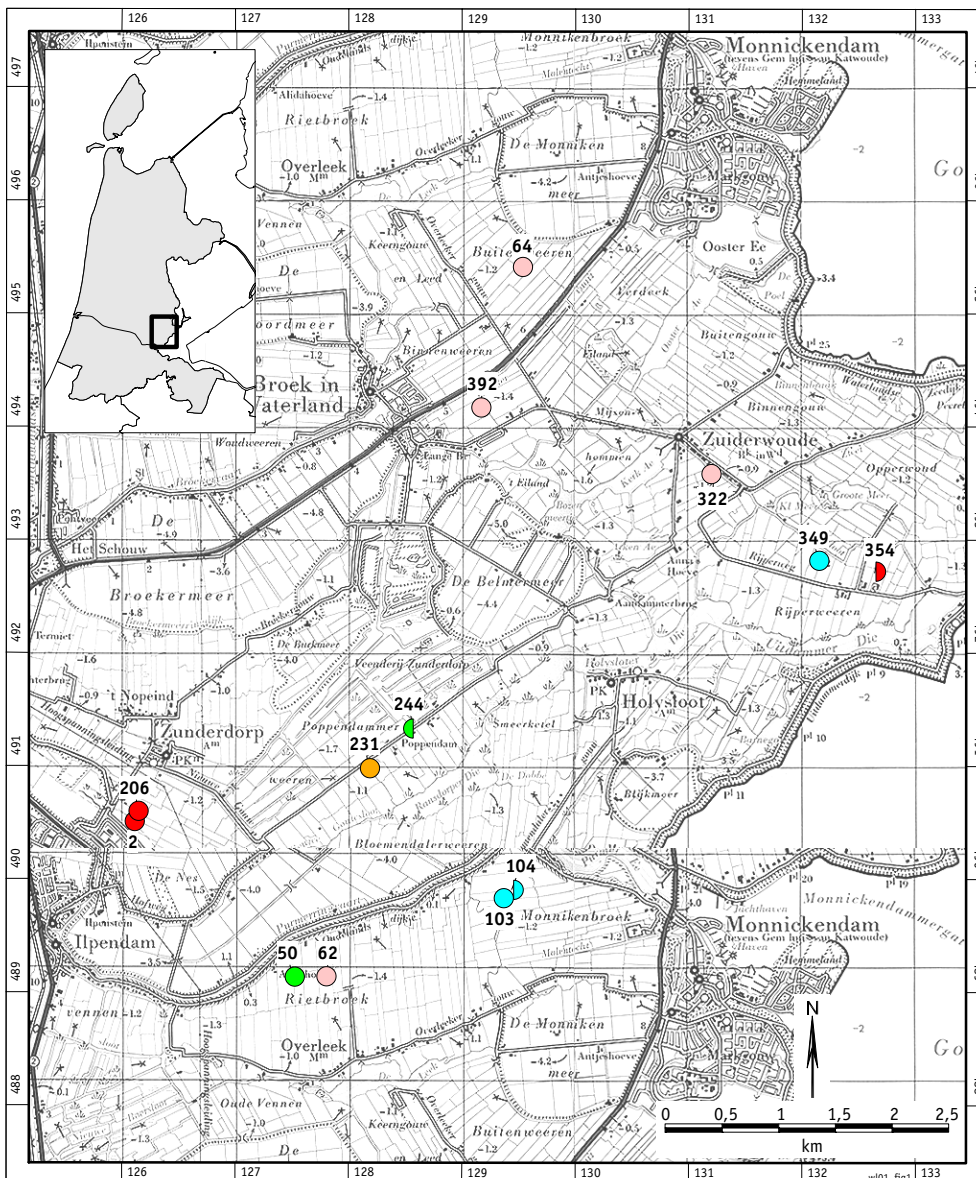
Waterland is een laaggelegen veenweidegebied ten noorden van Amsterdam (figuur 1). Dit veengebied kon ontstaan onder invloed van de stijgende zeespiegel gedurende het Holoceen en het ontstaan van een kustbarrière ten westen van het gebied, waardoor de waterafvoer stagneerde.

Het veengebied van Waterland is in de 10e-11e eeuw ontgonnen vanuit het Almere. Het Waterlandse gebied (waartoe Waterland-Oost en -Midden behoren) is ontgonnen vanuit de benedenloop van de Waterlandse Die en de Uitdammer Die. De bewoning vond in de ontginningsperiode plaats in eenvoudige boerderijtjes op de kavelstroken. Het traditionele beeld in veengebieden is dat men de boerderijen bouwde op de meest gunstige locatie ten opzichte van bouw- en weiland en dat men zich daarnaast liet leiden door sociale factoren als burenbinding en een groter veiligheidsgevoel. Hierdoor werden de boerderijen op gelijke hoogte op de kavelstroken gebouwd en ontstonden karakteristieke, haaks op de verkavelingsrichting georiënteerde lintnederzettingen. Dit beeld gaat in essentie ook op voor Waterland-Oost en -Midden, maar met de toevoeging dat de eerste nederzettingen hier niet aan de ontginningsbasis (veelal een veenriviertje) of de achtergrens van een ontginning lagen, maar in het land, op enige afstand van de basis of achtergrens van de ontginning. De meeste huisplaatsen in Waterland-Oost en -Midden bevinden zich in oligotroof veenmosveen. Er zijn echter ook enkele huisplaatsen die zich in mesotroof rietzeggeveen bevinden. In het monitoringonderzoek zijn beide soorten vertegenwoordigd.

Ondanks de relatief jonge bewonings- en ontginningsgeschiedenis van Waterland-Oost en -Midden is het gebied vele honderden bekende archeologische vindplaatsen rijk. De huisplaatsen zijn tijdens oppervlaktekarteringen en booronderzoek in de jaren 80 van de 20e eeuw ontdekt. Ze zijn voornamelijk herkenbaar als kleine, uit veen- en/of kleiplaggen opgebouwde huisterpjes.

Een groot aantal huisplaatsen is op de Archeologische Monumenten Kaart (AMK) aangegeven als archeologisch waardevolle terreinen. Elk van deze terreinen is op individueel niveau gewaardeerd. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen terreinen van zeer hoge en hoge waarde, terreinen van archeologische waarde en terreinen van archeologische betekenis.

Figuur 1. De ligging van de onderzochte terpen.



### Bescherming bodemarchief Waterland

De ligging van de onderzochte terpen

legenda

**bemonstering**

- jaarlijks
- ◐ inmiddels afgevallen
- ◑ alsnog geselecteerd

**392** terpenummer

**waterhuishoudingssituatie**

- 1 opgenomen in beheersgebied
- 2 beschermd door peilscheidingswanden
- 4 blokbemaling
- 5 particuliere onderbemaling
- 6 blokbemaling na particuliere onderbemaling

## **2.2 Aard en kwetsbaarheid van de archeologische sporen**

De huisplaatsen die uiteindelijk voor monitoring geselecteerd zijn, hebben een met elkaar vergelijkbare inhoud; het zijn allemaal terreinen met een zeer hoge of een hoge archeologische waarde. Het grootste deel van de geselecteerde terpen bevindt zich in het oligotrofe veenmosveen. Drie terpen liggen in een zone langs een afwateringsrivier, waar van nature mesotroof rietzeggeveen aanwezig is (terpen 50, 64 en 392).

Huisplaatsen in het veengebied bestaan in het algemeen uit een met plaggen opgebouwd terplichaam. Dergelijke uit veen- en kleiplaggen bestaande ophogingslagen vormen in het centrum van de terplichamen vaak pakketten van meer dan één meter dikte. In veel gevallen worden deze plaggenpakketten afgewisseld door haardpakketten die uit lagen gebakken klei, as en houtskool bestaan. Op een enkele aan het huidige maaiveld zichtbare terp na, zijn de meeste terplichamen weggezakt in het veen.

Hoewel het onderzoeksgebied en de daarin aanwezige terpen duidelijk door veen worden gedomineerd, komen er ook terpen voor met een duidelijke klei-component. In de meeste gevallen gaat het om enigszins kleiige veenplaggen, doch in enkele gevallen bestaan de terplichamen uit (iets venige) klei. De archeologische sporen bevinden zich vrijwel direct onder de zodelaag en zijn daardoor extra gevoelig voor aantasting.

## **3 Aantasting van archeologische waarden**

### **3.1 Algemeen**

In dit hoofdstuk worden vormen van aantasting beschreven waarvan is vastgesteld dat deze in de ruilverkavelingsgebieden Waterland-Oost en -Midden voorkomen en een negatieve invloed hebben op de kwaliteit van archeologische waarden. Het gaat om gevolgen van verdroging die optreden ten gevolge van polderpeilverlaging en/of een lager grondwaterpeil. Polderpeilverhoging is in het algemeen gunstig voor de archeologische waarden, maar kan ook tot aantasting daarvan leiden. Daarnaast kunnen bepaalde vormen van agrarisch gebruik van invloed zijn op de kwaliteit van archeologische waarden.

### **3.2 Polderpeilverlaging**

Verlaging van het polderpeil in veengebieden zal leiden tot daling van het grondwater. Een deel van de bodem is hierdoor niet langer meer permanent met water verzadigd en wordt blootgesteld aan krimp, bioturbatie, veraarding en klink (Otten, 1985; Schothorst, 1982; Stein, 1983).

De diepte tot waarop het grondwater daalt, is afhankelijk van zowel de hoeveelheid neerslag als van de afstand tot en het waterpeil in de meest nabijgelegen sloot. Deze diepte kan worden afgeleid van de diepte tot waarop in de bodem oxidatie kan plaatsvinden. Overvloedige neerslag kan leiden tot een afname van de oxidatiediepte. De directe nabijheid van een sloot kan een door neerslag veroorzaakte grondwaterstijging echter snel ongedaan maken. De nabijheid van een sloot leidt vooral tijdens droge perioden tot toename van de oxidatiediepte. Indien het slootwaterpeil als gevolg van een polderpeilverlaging in versterkte mate verlaagd is, worden met name dichtbij de sloot gelegen delen van archeologische lagen in extreme mate aan oxidatie blootgesteld.

#### **Krimp**

Materialen waarvan het volume voor een belangrijk deel uit water bestaat, nemen ten gevolge van wateronttrekking in volume af. Het volumeverlies gaat vaak gepaard met scheuring en verpulvering van het krimpemde materiaal. Hierdoor gaat uiteraard de archeologische informatiewaarde van de aangetaste materialen achteruit. Dit proces kan invloed hebben op complete bodemlagen indien deze uit organisch materiaal (veenlagen) en/of uit waterverzadigde klei bestaan. Niet alleen complete bodemlagen, maar ook artefacten zoals organisch bewoningsafval en ten gevolge van van menselijk handelen ontstane kleicoatings (zie § 4.3.1) zullen door krimp worden aangetast.

### **Bioturbatie**

Na daling van de grondwaterspiegel kan er zuurstof doordringen in bodemlagen waarin dat voorheen niet of sporadisch gebeurde. Hierdoor kunnen ook allerlei bodemorganismen dieper in de bodem doordringen. Dergelijke bodemorganismen vreten zich een weg door de bodem waarbij ze de organische materialen verteren en de tussenliggende anorganische materialen doorgraven. Hierdoor zal organisch bewoningsafval op den duur geheel verdwijnen, terwijl de antropogene laagopbouw wordt vernield. De waarde van archeologische lagen is groter naarmate de gelaagdheid ervan beter intact is (met andere woorden: naarmate er meer van de genese van de archeologische lagen te herleiden valt).

### **Veraarding**

Veraarding is de afbraak van organisch materiaal waarbij het desbetreffende materiaal in steeds kleinere delen uiteenvalt. Veraarding van archeologische lagen kan optreden wanneer oxidatie voorkomt tot op grotere diepte dan voorheen. Polderpeilverlaging leidt tot zakking van het grondwater. Hierdoor wordt de bodem tot grotere diepte doorlucht en drogen tot dan toe waterverzadigde organische resten uit. Goed geconserveerde weefselresten krimpen hierdoor en kunnen uiteenvallen in afzonderlijke cellen. Hierdoor worden organische resten minder goed determineerbaar, waardoor palaeobotanische informatie en uit organisch materiaal bestaande artefacten (zoals houten palen en gebruiksvoorwerpen) verloren gaan.

### **Klink**

Door daling van de grondwaterstand neemt het totale gewicht van het boven de grondwaterspiegel gelegen deel van de bodem toe. Een deel van de bodem drijft immers niet langer in water. Hierdoor kan samendrukking van dieper gelegen archeologische lagen plaatsvinden. Dergelijke samendrukking leidt vaak tot beschadiging van de bodemdeeltjes (inclusief artefacten) waaruit de samengedrukte laag bestaat.

## **3.3 Polderpeilverhoging**

Een verhoging van het polderpeil zal in veel gevallen een positieve invloed op de conservering van archeologische waarden in de bodem hebben. Door het waterpeil te verhogen, zullen archeologische waarden immers worden afgesloten van zuurstof zodat natuurlijke afbraakprocessen worden afgeremd of zelfs gestopt. Processen als klink en krimp zullen niet langer optreden. In enkele gevallen zal zelfs opnieuw afzetting van sediment (veengroei) kunnen plaatsvinden. Uit onderzoek is echter gebleken dat ook bij een verhoging van het polderpeil aantasting van archeologische waarden kan optreden.

### **Doorgraving van de bodem**

Bij een verhoging van het polderpeil zal het bodemleven zich naar de hoger gelegen delen in het terrein verplaatsen. Dergelijke hogere delen kunnen bijvoorbeeld terplichamen zijn. Op deze plaatsen zal door de toename van de bodemfauna een versnelde afbraak en/of doorgraving (homogenisatie) van archeologische waarden plaatsvinden (Exaltus & Soonius, 1997).

### Doorworteling van de bodem

Bij waterdiepten van minder dan een meter zal riet gaan groeien. De doorworteling van de rietstengels in de bodem kan leiden tot aantasting (homogenisatie) van archeologische lagen. Door de groei van bomen in een moerasbos zullen de archeologische lagen ook door de wortels van de bomen worden verstoord (Breeuwsema & De Bakker, 1990). Het omvallen van bomen (boomvallen) waarbij veel grond tussen de wortels wordt meegenomen, kan een aanzienlijke verstoring van archeologische lagen tot gevolg hebben.

### 3.4 Lokale verschillen

De in de voorgaande paragrafen beschreven effecten van polderpeilveranderingen op archeologische waarden geven slechts een algemeen beeld van de te verwachten effecten. In de praktijk (met name het monitoringonderzoek in Waterland en Limmen-Heiloo) is gebleken dat een aantal factoren een rol kan spelen in het ontstaan van lokale verschillen in de mate van aantasting dan wel conservering van archeologische waarden:

- **Bodemopbouw:** op sommige terpen worden de dieper gelegen veenplaggen beschermd tegen verdere aantasting als deze worden afgedekt door stookresten en uit klei- en stookresten bestaande betredingslagen (Exaltus, 2001). Terplichamen die zijn opgebouwd uit kleiplaggen zullen bij polderpeilverlaging minder inklinken dan de omliggende veenbodem. Als gevolg hiervan zullen deze terpjes na verloop van tijd als verhogingen in het landschap zichtbaar worden. Deze verhogingen kunnen vervolgens door egalisatiewerkzaamheden worden aangetast (Exaltus, 1997).
- **Ligging archeologische waarden ten opzichte van maaiveld:** terpen die duidelijk boven het maaiveld uitsteken maar wel zijn omgeven door sloten met een hoog waterpeil worden sneller aangetast dan terpen die ook zijn omgeven door sloten met een hoog waterpeil maar die niet duidelijk boven het maaiveld uitsteken. Vermoedelijk is dit toe te schrijven aan het feit dat in dergelijke situaties de bodemfauna de hogere, drogere delen (terpen) in het terrein opzoekt (Exaltus, 2001).
- **Specifieke voorgeschiedenis:** op een aantal van de in de blokbemaling opgenomen en voorheen particulier onderbemalen terpen is sprake van stabilisering van de aantasting. De kwaliteit van de archeologische lagen neemt van boven naar beneden sterk af, maar loopt nauwelijks nog terug. Het feit dat deze terpen als verhogingen in het landschap liggen, lijkt nauwelijks tot grotere aantastinggevoeligheid te hebben geleid. Recentelijk in de blokbemaling opgenomen terpen die als verhogingen in het landschap zichtbaar zijn, lijken na een periode van snelle aantasting (drie jaar na peilverlaging) in een stabiele situatie terecht te komen. Ook voor deze terpen geldt dat de bodemmorfologische kwaliteit (conserveringswaarde; zie figuur 9) van beneden naar boven sterk afneemt, maar inmiddels nauwelijks nog verder terugloopt (Exaltus, 2001).

## 4 Monitoringonderzoek Waterland-Oost en -Midden 1994-2001

### 4.1 Algemeen

In de inleiding is al aangegeven wat de aanleiding en doelstellingen waren van het monitoringonderzoek. In dit hoofdstuk zal aandacht worden besteed aan de opzet van het monitoringonderzoek in Waterland-Oost en -Midden en zal een overzicht worden gegeven van de werkzaamheden die zijn uitgevoerd vanaf de opstartfase in 1994 tot de laatste monitoringronde in 2001.

### 4.2 Opzet van het onderzoek

Voor de uitvoering van het monitoringonderzoek in de ruilverkavelingsgebieden Waterland-Oost en -Midden is de volgende opzet voorgesteld (Exaltus & Soonius, 1994):

1. *Vorbereidende werkzaamheden*: het vervaardigen van kaarten en overleg met betrokkenen (grondgebruikers, waterschappen, etc.).
2. *Kwaliteitsbepalend onderzoek*: vaststellen van de huidige situatie (nulsituatie) van de vindplaatsen.
3. *Vaststellen en uitvoeren beschermende maatregelen*: in overleg met de Land-inrichtingsdienst en de ROB bekijken wat de mogelijkheden zijn voor het vaststellen en uitvoeren van beschermende maatregelen.
4. *Monitoring en effecttaxatie*: uitvoeren van monitoringonderzoek op vindplaatsen met en zonder beschermende maatregelen.
5. *Evaluatie en rapportage*: op basis van effecttaxatie komen tot concrete adviezen voor gerichte en effectieve bescherming van het bodemarchief op lange termijn.

Besloten werd het kwaliteitsbepalend onderzoek onder te brengen in een opstartfase waarbij tevens de selectie van vindplaatsen en de bepaling van de monsterpunten voor het monitoringonderzoek zou plaatsvinden. In de onderstaande paragrafen zullen drie onderdelen van de onderzoeksopzet worden toegelicht, te weten de 'opstartfase', 'beschermende maatregelen' en 'monitoring en effecttaxatie'. Voor meer (gedetailleerde) informatie over de opstartfase en het vaststellen en uitvoeren van beschermende maatregelen wordt verwezen naar RAAP rapport 91 (Exaltus & Soonius, 1994). Voor meer inhoudelijke informatie over monitoring en effecttaxatie wordt verwezen naar de hoofdstukken 5, 6 en 7 van onderhavig rapport.

### **4.3 De opstartfase**

In 1994 is, na het uitvoeren van de voorbereidende werkzaamheden, begonnen met het uitvoeren van de eerste fase van het monitoringonderzoek: de zogenaamde opstartfase. Tijdens deze opstartfase is door middel van een kwaliteitsbepalend onderzoek voor 20 terreinen van hoge of zeer hoge archeologische waarde de zogenaamde uitgangssituatie of nulsituatie vastgesteld. Op basis van de uitkomsten van het kwaliteitsbepalend onderzoek is vervolgens een aantal terreinen geselecteerd dat voor monitoringonderzoek in aanmerking kwam. Voor elk terrein is vervolgens de exacte ligging van de monsterpunten voor het monitoringonderzoek bepaald (Exaltus & Soonius, 1994).

#### **4.3.1 Kwaliteitsbepalend onderzoek**

Doel van het kwaliteitsbepalend onderzoek was het vaststellen van de nulsituatie. Het vaststellen van de nulsituatie is één van de eerste en meest belangrijke stappen bij het opzetten en uitvoeren van een monitoringonderzoek. Het vastleggen van de nulsituatie wil zeggen dat men de kwaliteit van de aanwezige archeologische waarden op een bepaald moment (tijdstip 0) vastlegt. Deze kwaliteit heeft zowel betrekking op de kwaliteit (conservering) van archeologische materialen als de kwaliteit van de vindplaats (verstoord-onverstoord). Tevens is het van belang dat een aantal variabelen ten aanzien van het natuurlijk milieu rond de archeologische vindplaats bekend is. Hieronder vallen bijvoorbeeld het soort sediment waarin de vindplaats is ingebed, de stand en kwaliteit van het grondwater en het type bodem. Tot slot kan het van belang zijn de hoogte van het maaiveld en het type grondgebruik te bepalen. Is eenmaal de nulsituatie vastgelegd, dan kunnen door het op regelmatige tijdstippen uitvoeren van metingen veranderingen ten opzichte van de nulsituatie bestudeerd worden en kan het verloop (mate en snelheid) van aantasting vastgesteld worden. Voor het vaststellen van de nulsituatie is gebruik gemaakt van vijf onderzoeksmethoden (Exaltus & Soonius, 1997):

- bureauonderzoek;
- booronderzoek;
- micromorfologisch onderzoek (slijpplatenanalyse);
- hoogtemetingen;
- botanisch onderzoek.

#### **Bureauonderzoek**

Het bureauonderzoek bestond uit een bestudering van de RAAP-rapporten 5 en 17 (Bos e.a., 1986; Janzen, 1988). Uit de catalogus van deze rapporten zijn 50 huisplaatsen (terpen) geselecteerd die voor booronderzoek in aanmerking kwamen. Het betrof in alle gevallen terreinen met een zeer hoge of hoge archeologische waarde.

#### **Booronderzoek**

Tijdens de veldfase zijn de tijdens het bureauonderzoek geselecteerde terpen in het veld opgezocht om beoordeeld te worden op hun beschikbaarheid en geschiktheid



voor nader onderzoek. In eerste instantie is een aantal geselecteerde terpen afgefallen omdat geen toestemming werd verleend door de grondeigenaar. Deze terpen zijn vervangen door andere terpen.

De 50 geselecteerde terpen zijn in het veld onderzocht door middel van het zetten van enkele boringen. Het doel hiervan was om vast te stellen of deze huisplaatsen ook geschikt waren voor vervolgonderzoek. Uiteindelijk bleven 20 terpen over die geschikt waren voor het booronderzoek. Het booronderzoek is allereerst gebruikt om de exacte ligging van de te onderzoeken terplichamen te bepalen. Hierop volgend is een raai boringen over het terplichaam en de aangrenzende, natuurlijke bodem gezet. De afstand tussen de boringen bedroeg op de terplichamen doorgaans vijf meter en in het gebied daarbuiten maximaal tien meter. Het doel was om inzicht te krijgen in de opbouw van de terpen, de aard van het bodem-materiaal in de omgeving en de voor bemonstering meest geschikte locaties. Van de tijdens het booronderzoek ontstane boorgaten is gebruik gemaakt om de hoogte van de grondwaterspiegel (het freatisch vlak) op het moment van het veldbezoek te bepalen. De boorraai over het terplichaam is aangehouden als meetlijn. Op deze meetlijn lagen ook de monsterpunten voor het slijpplatenonderzoek.

### **Slijpplatenanalyse**

Met behulp van slijpplatenanalyse kan de micromorfologie van bodemlagen onderzocht worden. Het gebruik van slijpplaten maakt het mogelijk om deze bodemlagen zowel kwalitatief als kwantitatief tot in detail te bestuderen. Hierdoor kunnen uitspraken worden gedaan over de genese (structuur en textuur) van bodemlagen en kunnen veranderingen hierin geconstateerd worden. Een meer uitgebreide beschrijving van deze methode zal in hoofdstuk 5 worden gegeven.

Ten behoeve van het slijpplatenonderzoek zijn 153 monsters genomen, verdeeld over 41 monsterpunten (20 terpen). Hierbij is gebruik gemaakt van een guts met een diameter van zes cm. De monsterpunten lagen op de meetlijn. Doorgaans zijn er per meetlijn twee monsterpunten ingericht: één monsterpunt min of meer op de top van de terp en een tweede monsterpunt tussen de sloot en de top van de terp. Het aantal monsters en de diepte van de monsters varieerde per terp en tussen de terpen. In tegenstelling tot het slijpplatenonderzoek in het ruilverkavelingsgebied Limmen-Heiloo (Molenaar, Exaltus & Van Waijjen, 2003) is bovendien vrijwel nergens een ononderbroken traject bemonsterd (zie figuur 9). Reden voor deze grote variatie in bemonstering was de variatie in zowel de archeologische als de natuurlijke opbouw van de terplichamen.

De slijpplaten worden gedomineerd door organisch materiaal. Dit was ook de verwachting aangezien er voor het opwerpen van de terpen vaak gebruik is gemaakt van veenplaggen. Binnen het organische materiaal werden veel verschillen in de mate van veraarding aangetroffen, variërend van slecht veraard tot sterk veraard. De waargenomen afbraak is voornamelijk te wijten aan wormen en insecten. Behalve de uitwerpselen van wormen en insecten zijn ook de uitwerpselen van vee aangetroffen. Het gaat vaak om centimeters dikke, uit vlakliggende plantenresten bestaande mestpakketten. Tussen de veenplaggen die zijn gebruikt voor het opwerpen van de terpen zijn vaak onmiskenbare resten van menselijke activiteiten

aangetroffen, zoals houtskoollaagjes en verbrand bot. De duidelijkste resten van menselijke activiteiten bestaan echter uit de haardpakketten die op de meeste terpen zijn aangetroffen. In sommige gevallen bestaan de haardpakketten uit verkoolde, lichtig gerangschikte, zwarte en grijze plantenresten. Dergelijke stooklagen ontstaan bij het verbranden van kruidachtige gewassen. Bij het verbranden van hout ontstaan er haardpakketten waarvan de stooklagen bestaan uit een laagje grijsbruine as onder een laagje houtskool. Dergelijke hout-as is gewoonlijk erg kalkrijk. Dit blijkt ook in de haardpakketten van veel onderzochte terpen nog het geval te zijn. Door het voorkomen van deze kalkrijke aslagen zijn in veel haardpakketten botresten bewaard gebleven die normaal gesproken in het zure veenmilieu al lang verdwenen zouden zijn.

In sommige gevallen zijn de terpen opgebouwd uit kleiplaggen. Dergelijke kleiplaggen worden vaak gekenmerkt door het voorkomen van organisch materiaal en/of een sterke vermenging met antropogeen afval (zoals houtskool).

De aanwezigheid van kalkrijke as, slecht veraard organisch materiaal en volledig intacte microgelaagdheid wijst op de veelal uitstekende conserveringstoestand en de hoge archeologische (informatie)waarde van de onderzochte terpen. Dit neemt echter niet weg dat vrijwel alle onderzochte terpen duidelijke sporen van afbraak vertonen. Het gaat dan vaak om dieper gelegen lagen die kennelijk tot een vroege fase van het gebruik van de terp behoorden en die tijdens de bijbehorende bewoningsfase al waren aangetast. Doorgaans zijn dergelijke lagen dan ook afgedekt met uit beter geconserveerd materiaal bestaande ophogingslagen. Door de afdekking is de afbraak van de onderliggende lagen gestopt. De waargenomen aantasting wordt dan ook als 'fossiel' beschouwd. De tegenwoordig optredende en daardoor veel ernstiger aantasting vindt plaats vanaf het huidige maaiveld. Vrijwel alle terpen vertonen duidelijke sporen van recente aantasting. Met name de terpen die als bultjes herkenbaar zijn in het landschap vertonen vaak ernstige schade ten gevolge van bioturbatie.

### **Hoogtemetingen**

Hoogtemetingen hebben plaatsgevonden op de meetlijnen van de 20 terpen. In alle gevallen bevonden zich binnen deze meetlijn het terplichaam en het gebied tussen het terplichaam en de voor de grondwaterstand van de terp bepalende sloot. In enkele gevallen waarbij de terpen op smalle percelen lagen, lag de gehele breedte van het perceel binnen de meetlijn.

### **Botanisch onderzoek**

De aard van zowel het natuurlijke als het antropogene bodemmateriaal maakte het gewenst om naast slijpplatenanalyse ook botanisch onderzoek te verrichten. De kwaliteit van het organisch materiaal en de mate waarin het is aangetast door krimp en oxidatie is met behulp van botanisch onderzoek op verschillende manieren waar te nemen. De waarnemingen kunnen zich richten op zowel pollen als macroresten. Om uit te vinden welke vormen van botanisch onderzoek in het onderhavige gebied toepasbaar en zinvol zouden zijn, zijn tijdens de opstartfase zowel monsters voor pollen als voor macroresten genomen. Door de analyse van pollenmonsters kan het totale voorkomen van pollen worden bepaald, alsmede de

soorten pollen en de mate van aantasting. Van de macroresten kan worden vastgesteld hoeveel droog organisch materiaal zich na zeven en filtreren in het monster bevindt (hoe hoger het drooggewicht, hoe geringer de aantasting), uit welke plantensoorten deze resten bestaan en in welke mate deze resten zijn aangetast.

Om de resultaten van het botanisch onderzoek te kunnen vergelijken met de resultaten van de slijpplatenanalyse, werd de monsternamen voor beide technieken zoveel mogelijk aan elkaar gekoppeld. Dit betekende in de praktijk dat uit elke boorkern eerst een monster voor de slijpplatenanalyse werd genomen, gevolgd door een pollenmonster uit het pal ernaast gelegen deel van de kern. Het omringende materiaal uit dezelfde kern werd verzameld voor de analyse van macroresten. Tijdens het uitvoeren van het botanisch onderzoek bleek dat er uit de boorkernen te weinig materiaal kwam voor een goede analyse van de macroresten. Het nemen van grotere monsters zou echter te veel schade toebrengen aan de archeologische vindplaatsen. Derhalve werd besloten alleen monsters te verzamelen voor pollenonderzoek.

#### **4.3.2 Selectie van vindplaatsen voor monitoringonderzoek**

Op basis van de uitkomsten van het kwaliteitsbepalend onderzoek is uit de 20 onderzochte terpen een selectie gemaakt van terpen die aanmerking kwamen voor monitoringonderzoek. Om binnen de duur van het project veranderingen te kunnen registreren, is bij de selectie vooral gezocht naar terplichamen die gezien hun aard en ligging kwetsbaar zijn voor afbraakprocessen ten gevolge van verlaging van het polderpeil. Een tweede aspect dat tijdens de selectie een rol speelde, zijn de verschillende waterhuishoudingssituaties waarin de terpen liggen. Deze verschillen in waterhuishouding zijn zowel het gevolg van de specifieke ontwateringsgeschiedenis van de terpen (o.a. nog nooit ontwatert of particulier onderbemalen) als eventuele beschermende maatregelen die voor deze terpen zijn getroffen (zie § 4.3.4). Door terpen te selecteren in verschillende waterhuishoudingssituaties konden de effecten van de verschillen in ontwatering en de effecten van beschermende maatregelen worden bestudeerd.

Uiteindelijk zijn 12 terpen geselecteerd voor monitoringonderzoek. Deze 12 terpen zijn wat archeologische inhoud betreft zeer vergelijkbaar van karakter. Bovendien zijn de terpen uit vijf verschillende waterhuishoudingssituaties afkomstig. Dit maakt de twaalf geselecteerde terpen zeer geschikt voor vergelijkingsdoeleinden. Het betreft:

- De terpen 103 en 349. Deze terpen liggen in waterhuishoudingssituatie 1. Dat wil zeggen buiten een blokbemalingsgebied en in het verleden niet particulier onderbemalen (opgenomen in een beheersgebied).
- De terpen 50 en 244. Deze terpen liggen in waterhuishoudingssituatie 2. Dat wil zeggen binnen een blokbemalingsgebied, maar beschermd door middel van peilscheidingsdammen en in het verleden niet particulier onderbemalen.
- De terpen 62, 64, 322 en 392. Deze terpen liggen in waterhuishoudingssituatie 4. Dat wil zeggen binnen een blokbemalingsgebied.

- Terp 231. Deze terp ligt in waterhuishoudingssituatie 5. Dat wil zeggen buiten een blokbemalingsgebied, maar binnen een particuliere onderbemaling.
- De terpen 2, 206 en 86. Deze terpen liggen in waterhuishoudingssituatie 6. Dat wil zeggen binnen een blokbemalingsgebied dat daarvoor particulier onderbemalen werd.

In waterhuishoudingssituatie 3 (binnen een blokbemalingsgebied dat in het verleden particulier onderbemalen werd, maar beschermd door peilscheidingsdammen) zijn geen terpen voor het monitoringonderzoek geselecteerd. Door het afvallen van waterhuishoudingssituatie 3 zouden er twee terpen minder gemonitord worden dan aanvankelijk de bedoeling was. Ter compensatie is besloten om twee terpen toe te voegen aan de terpen uit waterhuishoudingssituatie 4. In deze waterhuishoudingssituatie liggen namelijk de meeste terpen. Bovendien komt de waterhuishoudingssituatie sterk overeen met de situatie waarin archeologische vindplaatsen in andere gebieden zich bevinden als deze door grondwaterpeilverlaging aan oxiderende omstandigheden worden blootgesteld.

#### **4.3.3 Selectie van monsterpunten voor het monitoringonderzoek**

Op de 12 geselecteerde terpen zijn meet- en monsterpunten ingericht om gedurende een aantal jaren de conserveringstoestand van de archeologische resten te monitoren. De monsterpunten zijn dezelfde als de monsterpunten voor het kwaliteitsbepalende onderzoek.

#### **4.4 Beschermende maatregelen**

De terpen in Waterland-Oost en -Midden lagen voorafgaand aan de ruilverkaveling in verschillende waterhuishoudingssituaties. Zo werden enkele percelen met terpen particulier onderbemalen. Dat wil zeggen dat de stand van het water in de sloten rond de percelen in grote lijnen door particulieren zelf werd gereguleerd. In het kader van de ruilverkaveling werd het polderpeil in Waterland-Oost en -Midden verlaagd en de bemaling van gebieden centraal gereguleerd (blokbemaling). In tegenstelling tot het ruilverkavelingsgebied Limmen-Heiloo (Molenaar, Exaltus & Van Waijjen, 2003) zijn tijdens de ruilverkaveling (maar voor de uitvoering van het kwaliteitsbepalend onderzoek) voor bepaalde gebieden echter beschermende maatregelen getroffen. In de waterhuishoudingssituaties 1 en 2 is sprake van vormen van bescherming. In waterhuishoudingssituatie 1 zijn terpen opgenomen waar uit het oogpunt van natuurbescherming een hoog polderpeil wordt gehandhaafd. In waterhuishoudingssituatie 2 wordt door middel van peilscheidingsdammen in de sloten rond delen van percelen waarop de terpen liggen een hoog polderpeil gehandhaafd.

#### **4.5 Monitoring en effecttaxatie**

Na het uitvoeren van het kwaliteitsbepalend onderzoek kon in het najaar van 1994 op de twaalf geselecteerde terpen een start worden gemaakt met het monitoring-

onderzoek. Aanvankelijk zouden voor het monitoringonderzoek peilbuizen en bodemwaterverzadigingsverklidders worden geplaatst. Daarnaast zou botanisch onderzoek plaatsvinden (macroresten- en pollenanalyse) om de achteruitgang van de organische resten te bepalen. Het gebruik van peilbuizen stuitte echter op weerstand van de grondgebruikers. Aangezien het meten van het grondwater vooral gericht was op het bepalen van het niveau waarop oxiderende omstandigheden in de bodem voorkomen, is besloten de peilbuizen en bodemwaterverzadigingsverklidders te vervangen door anderhalve meter lange ijzeren pennen waarmee de oxidatiediepte kon worden bepaald. Om de relatie tussen neerslag en oxidatiediepte te kunnen begrijpen, zijn de neerslaggegevens van het KNMI-meetstation Schellingwoude verzameld.

Nog voor aanvang van het monitoringonderzoek is besloten het botanisch onderzoek te beperken tot de pollenanalyse. Uit het kwaliteitsbepalend onderzoek was gebleken dat voor macro-restenanalyse teveel monstervolume nodig is. Dergelijke grote monsters zouden teveel schade toebrengen aan de archeologische vindplaatsen.

Voor het kwaliteitsbepalend onderzoek is micromorfologisch onderzoek (slijpplatenanalyse) toegepast. Aangezien dit goede resultaten opleverde, is besloten naast het pollenonderzoek ook micromorfologisch onderzoek uit te voeren. Tot slot zijn op elke geselecteerde terp hoogtemetingen uitgevoerd voor het bepalen van de NAP-hoogte van het maaiveld. In hoofdstuk 5 wordt dieper ingegaan op de methoden die voor het monitoringonderzoek in Waterland-Oost en -Midden zijn gebruikt.

Het monitoringonderzoek kan worden opgedeeld in drie perioden:

- de periode 1994-1996;
- de periode 1996-1999;
- de periode 1999-2001.

In tabel 1 is een overzicht opgenomen van de werkzaamheden zoals die gedurende de gehele monitoringperiode (1994-2001) zijn uitgevoerd.

### **De periode 1994-1996**

De periode waarover het monitoringonderzoek zou lopen, bedroeg aanvankelijk drie jaar: van 1994 t/m mei 1996. Over de uitkomsten van het onderzoek werd in 1997 gerapporteerd (Exaltus & Soonius, 1997). Hoewel er aan het einde deze monitoringperiode al duidelijke inzichten in de aantasting van archeologische resten waren verkregen, was niet duidelijk in hoeverre deze waren toe te schrijven aan uitzonderlijke klimatologische omstandigheden. Gedurende de monitoringperiode waren namelijk uitzonderlijk warme zomers en een periode met langdurige droogte voorgekomen. Voor het onderzoek zou het beter zijn als er binnen de meetperiode een normale of zelfs koele, natte zomer zou voorkomen. Ook bleef de vraag in hoeverre de op elke terp waargenomen aantasting voort zou schrijven en welke eind- of restwaarde na het tot staan komen van de aantasting nog aanwezig zou zijn. Deze vragen waren op basis van twee jaar monitoring nog onbeantwoord. Destijds is geconcludeerd dat voor een betere beoordeling van

**Tabel 1.** Overzicht van de gedurende de monitoringperiode (1994-2001) uitgevoerde werkzaamheden.

	monstername	meten oxidatiediepte	hoogtemeten	wormen tellen
maart 1994	+			
juni 1994			+	
september 1994		+		
december 1994	+	+		
maart 1995		+		
juni 1995		+		
september 1995		+		+
december 1995	+	+		
maart 1996		+		
juni 1996		+	+	
september 1996		+		
december 1996	+	+		
maart 1997		+		
juni 1997		+		
september 1997		+		+
december 1997	+	+		
maart 1998		+		
juni 1998		+	+	
september 1998		+		
december 1998	+	+		
maart 1999		+		
juni 1999		+		
september 1999		+		
december 1999	+	+		
maart 2000		MKZ		
juni 2000		+		
september 2000		+		
december 2000	+	+		
maart 2001		+		
juni 2001		+	+	
september 2001		+		+

de resultaten voortzetting van het project gewenst en zelfs noodzakelijk was. Ter aanvulling zouden op bepaalde terpen wormtellingen worden uitgevoerd. Deze tellingen hadden tot doel het voorkomen van wormen (en de op hen jagende mollen) te inventariseren om zo inzicht te krijgen in hun rol in de aantasting van de gelaagdheid van de terplichamen (zie hoofdstuk 5). In overleg met de opdrachtgever is besloten het onderzoek te verlengen.

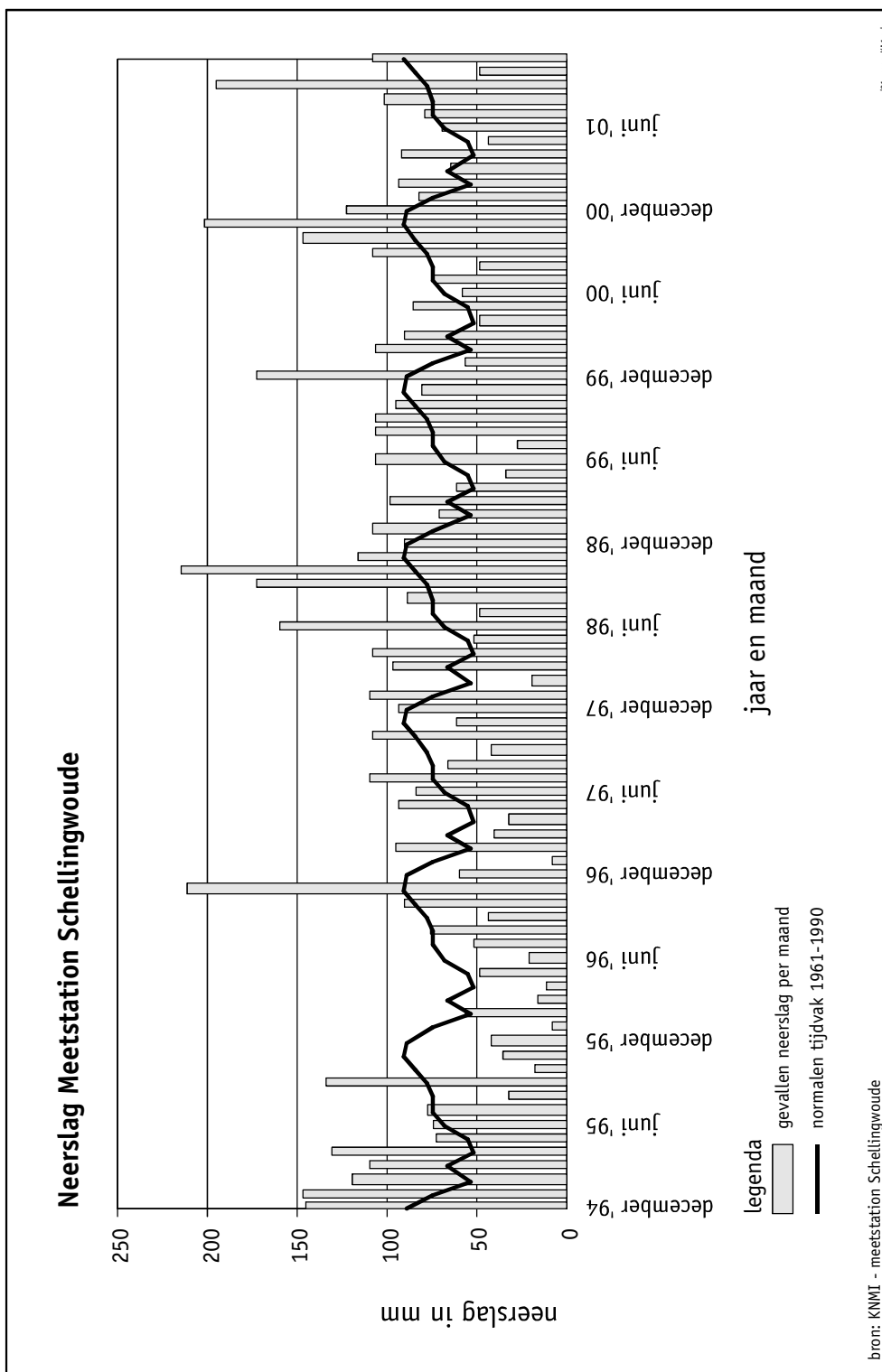
### **De periode 1996-1999**

Het monitoringonderzoek zoals dat in de voorgaande periode op de twaalf geselecteerde terpen was uitgevoerd, is in 1996 voortgezet. In 1996 viel terp 86 echter af omdat er een verandering in het grondgebruik was opgetreden. Als vervanger is terp 354 (dezelfde waterhuishoudingssituatie als terp 86) geselecteerd. In 1999 viel ook terp 244 af door een verandering van grondgebruik. Omdat binnen waterhuishoudingssituatie 2 geen geschikte vervangende terpen beschikbaar waren, is besloten terp 104 uit waterhuishoudingssituatie 2 te selecteren. Deze terp was ook al tijdens het kwaliteitsbepalend onderzoek onderzocht, maar werd toen niet geselecteerd voor het monitoringonderzoek. De uitkomsten van het monitoringonderzoek in deze periode zijn gerapporteerd in RAAP-rapport 509 (Exaltus, 2001).

### **De periode 1999-2001**

De periode 1999-2001 vormde de laatste fase van het monitoringonderzoek in Waterland-Oost en -Midden. Tijdens de jaarlijkse monsternamen in 1999 zijn wel pollenmonsters genomen, maar deze zijn niet geanalyseerd. In plaats van de analyse van deze pollenmonsters is er voor gekozen bij de volgende monsternamen meer (aaneengesloten) pollenmonsters te nemen (zie hoofdstuk 5). In het voorjaar van 2001 kwam een monitoringronde te vervallen door de uitbraak van de veeziekte mond- en klauwzeer (MKZ-crisis). Hierdoor konden de monitoringterreinen niet worden bezocht. Hoewel het monitoringonderzoek feitelijk medio 2001 zou worden afgesloten, werd besloten om de gemiste ronde alsnog in september uit te voeren.

**Figuur 2.** Neerslaggegevens KNMI meetstation Schellingwoude.





## **5 Methoden**

### **5.1 Algemeen**

Na afloop van het kwaliteitsbepalend onderzoek kon begonnen worden met het monitoren van de geselecteerde terreinen. Voor het uitvoeren van het monitoring-onderzoek zijn verschillende methoden toegepast:

1. bepalen oxidatiediepten;
2. micromorfologisch onderzoek;
3. pollenonderzoek;
4. hoogtemetingen;
5. wormentellingen.

Twee van deze methoden, het micromorfologisch onderzoek en de hoogtemetingen, zijn ook gebruikt bij het uitvoeren van de werkzaamheden tijdens de opstartfase (zie hoofdstuk 4). In onderstaande paragrafen zullen de gehanteerde methoden worden toegelicht. In hoofdstuk 9 zal het gebruik van de verschillende methoden worden geëvalueerd.

### **5.2 Bepalen oxidatiediepten**

Ten behoeve van het meten van oxidatiediepten zijn op elk van de voor het monitoringonderzoek geselecteerde archeologische terreinen drie meetpunten ingericht. Per terrein lagen de meetpunten ten opzichte van elkaar in een rechte lijn. De meetpunten zijn gemarkeerd door middel van ijzeren pennen met een lengte van anderhalve meter. Deze pennen zijn tot onder de zodelaag in de bodem geslagen. Met behulp van een metaaldetector zijn de pennen gemakkelijk terug te vinden. Hierdoor was het mogelijk om telkens van dezelfde punten gegevens te verzamelen en monsters te nemen.

Bij het meten van de oxidatiediepten wordt de diepte vastgesteld tot waarop oxidatie in de bodem plaatsvindt. Het met roest aangeslagen deel van iedere meetpen is gelijk gesteld aan de oxidatiediepte ter plaatse. Door van iedere pen dit deel te meten, kan voor elk meetpunt worden bepaald tot welke diepte oxidatie heeft plaatsgevonden. Na het meten van de diepte van de oxidatie is de meetpen ter plaatse schoongemaakt door het roest van de meetpen af te schuren. De pen is vervolgens op dezelfde locatie in de grond teruggeduwd of geslagen. De oxidatiediepten zijn vier keer per jaar (in de maanden maart, juni, september en december) aan de hand van de pennen vastgesteld. Op deze wijze kon het verloop van de oxidatiediepte door de tijd heen worden gevolgd.

Om na te gaan of er een relatie bestaat tussen de gemeten oxidatiediepten en de hoeveelheid neerslag, zijn de meetgegevens vergeleken met de neerslaggegevens van het meetstation van het KNMI te Schellingwoude (figuur 2).

### 5.3 Micromorfologisch onderzoek

#### 5.3.1 Algemeen

Met behulp van slijpplatenanalyse kan de micromorfologie van bodemlagen onderzocht worden. Het gebruik van slijpplaten maakt het mogelijk om deze zowel kwalitatief als kwantitatief tot in detail te bestuderen. Hierdoor kunnen uitspraken worden gedaan over de genese (structuur en textuur) van bodemlagen en kunnen veranderingen hierin geconstateerd worden. Slijpplatenonderzoek is derhalve een zeer bruikbare methode om archeologisch interessante bodemlagen te beoordelen. Zo kan de archeologische inhoud van een laag en de conservering daarvan bepaald worden. Processen in de bodem waardoor archeologisch materiaal wordt of kan worden aangetast, zoals veraarding, bioturbatie, ontkalking en verzuring, zijn waar te nemen en de mate waarin aantasting heeft plaatsgevonden is vast te stellen. Daarnaast is het, door niet alleen archeologische artefacten maar ook natuurlijke bodemdeeltjes in de analyse van de slijpplaten te betrekken, in veel gevallen mogelijk om te bepalen hoe een vondstlaag ontstaan is. Er kan bijvoorbeeld onderscheid gemaakt worden tussen verspoeld, ter plaatse achtergelaten, door natuurlijke processen herafgezet en door betreding/vertrapping gefragmenteerd archeologisch materiaal. Het spreekt voor zich dat voor het vervaardigen van slijpplaten een zorgvuldige monstername van het te bestuderen bodemmateriaal, waarbij de structuur van het bodemmonster intact blijft, een voorwaarde is.

Monstername kan op twee manieren plaatsvinden. Ten eerste kan gebruik gemaakt worden van ontsluitingen in de bodem, waarin de te bemonsteren laag dagzoomt. Zo kunnen bijvoorbeeld tijdens een opgraving monsters uit profielwanden genomen worden. Ten tweede kan, wanneer lagen niet dagzomen, gebruik gemaakt worden van een zes cm brede gutsboor om monsters te steken. Met behulp van aluminiumbakjes kunnen uit de boorkern monsters van 3 x 6 cm genomen worden. Op deze manier kan monstername tot vele meters beneden het maaiveld plaatsvinden. De monsters dienen, om uitdroging te voorkomen, luchtdicht te worden verpakt, waarna transport naar en verdere verwerking in een bodemkundig laboratorium kan plaatsvinden. In het laboratorium worden de monsters met een polyester geïmpregneerd. Wanneer het materiaal krimpgevoelig is, dient impregnatie vooraf te worden gegaan door vervanging van het in het monster aanwezige water door aceton.

Zodra alle holten/poriën zijn opgevuld met polyester, laat men het monster uitharden. Het blok bodemmateriaal dat hierdoor ontstaat, wordt bevestigd op een glasplaat en geslepen tot een dikte van 20 á 30 µm. De aldus ontstane slijpplaat kan onder een doorvallend-licht microscoop bestudeerd worden. Doordat het materiaal zo dun is, kan (door het licht in de microscoop te polariseren) bij de

determinatie gebruik gemaakt worden van de verschillende lichtbrekende eigenschappen van de diverse materialen. De vervaardiging van een slijpplaat vergt, afhankelijk van het soort materiaal en de gevolgde verwerkingsmethode, enkele weken tot enkele maanden. Naarmate het materiaal krimpgevoeliger en het monster dikker is, duurt de verwerking langer.

### 5.3.2 Doelstelling

De monsters zijn tot slijpplaten verwerkt die vervolgens microscopisch zijn geanalyseerd. Door het objectief van de microscoop telkens een fractie te verschuiven, werd door het oculair steeds een nieuw punt van het monster zichtbaar. Op deze manier zijn tijdens de analyse van elk monster 400 punten geteld, waarmee een hoge mate van nauwkeurigheid is bereikt. De doelstelling van het micromorfologisch onderzoek was het vaststellen van het voorkomen van sporen van bioturbatie en veraarding.

#### Bioturbatie

Van elk monster is geschat welk deel inmiddels door bioturbatie is aangetast. Hiervoor is gebruik gemaakt van de volume-schattingsfiguren in Bullock e.a. (1988). De door bioturbatie aangetaste delen van de monsters zijn herkenbaar aan de aanwezigheid van al dan niet opgevulde holten en gangen (die door gravende bodemdieren zijn veroorzaakt). Het percentage gebioturbeerd materiaal kan uitgedrukt worden in een conserveringswaarde (tabel 2).

percentage gebioturbeerd materiaal	conserveringswaarde
100	0
90-99	1
80-89	2
90-79	3
60-69	4
50-59	5
40-49	6
30-39	7
20-29	8
10-19	9
0-9	10

Tabel 2. Het percentage aantasting door bioturbatie met de daaraan gekoppelde conserveringswaarde.

#### Veraarding

Telkens wanneer op een punt organisch materiaal is aangetroffen, is bepaald of het om delen van (planten)weefsels gaat of om losliggende cellen of residuen daarvan. De staat waarin plantenresten verkeren, is indicatief voor de mate waarin veraarding is opgetreden. Hierbij is er van uitgegaan dat delen van weefsels nog determineerbaar zijn en losliggende cellen en residuen daarvan niet meer. Naarmate er meer determineerbare plantenresten aanwezig zijn, is meer palaeobotanische informatie in het bemonsterde materiaal opgesloten en is dus de conserveringswaarde hoger.

Het aantal punten waarop weefselresten en het aantal punten waarop cellen en hun residuen zijn geteld, is gedeeld door honderd. Het aldus verkregen getal is gebruikt om het aantal punten waarop weefselresten zijn aangetroffen mee te delen. Het hiermee berekende getal kan gezien worden als het percentage organisch materiaal dat nog uit weefselresten bestaat. Naarmate dit percentage hoger is, is de mate van conservering van het monster eveneens hoger. Het percentage weefselresten kan uitgedrukt worden in een conserveringswaarde (tabel 3). Veraarding wordt tevens gemeten aan de hand van de pollenanalyse (zie § 5.4).

**Tabel 3.** Het percentage weefselresten met de daaraan gekoppelde conserveringswaarde.

percentage weefselresten	conserveringswaarde
0	0
1-10	1
11-20	2
21-30	3
31-40	4
41-50	5
51-60	6
61-70	7
71-80	8
81-90	9
91-100	10

### 5.3.3 Monstername

Per terrein zijn één maal per jaar (in de maand december) met behulp van boringen op maximaal drie vaste meetpunten grondmonsters genomen voor bodemmicro-morfologisch onderzoek. De boring is steeds dicht bij het vaste meetpunt geplaatst (gemarkeerd door de ijzeren pen) waarbij zoveel mogelijk rekening is gehouden met de ligging van voorgaande boringen. Voor de bemonstering is gebruik gemaakt van een gutsboor met een diameter van 6 cm.

Per meetpunt is minimaal één serie van drie monsters genomen. Elke serie bestond minimaal uit een aaneengesloten deel van het bodemprofiel van 18 cm dat op enkele decimeters diepte onder het maaiveld werd verzameld. In een aantal gevallen is een dikker deel van het bodemprofiel bemonsterd.

## 5.4 Pollenanalyse

### 5.4.1 Algemeen

Voor het pollenonderzoek is onderzoek gedaan naar stuifmeelkorrels (pollen) en sporen die in de bodem aanwezig zijn. Pollen en sporen worden door planten in grote aantallen geproduceerd en gemakkelijk door de wind of dieren verspreid. Wanneer ze eenmaal op en in de bodem terechtkomen, geven ze daarmee een indruk van de vegetatie in de wijde omgeving. Omdat iedere plantensoort en -familie haar eigen karakteristieke pollen- of sporentype heeft, zijn deze determineerbaar. Pollen en sporen hebben bovendien een zeer resistente buitenwand die onder

gunstige omstandigheden (zuurstofarm) goed bewaard blijven. Hierdoor kan onderzoek van pollen en sporen ook een goed beeld geven van de ontwikkeling van vegetaties door de tijd heen (Breeuwsema & De Bakker, 1990). Onder zuurstofrijke (aërobe) omstandigheden staan de exines (de buitenste lagen van de pollen-/sporenwand) bloot aan (bio)chemische aanvallen. Dit kan leiden tot verschillende typen aantasting (Havinga, 1984):

- Perforatie corrosie ('cavitation'): kleine gaatjes tot grote littekens in één of meer lagen van de exine.
- Dun worden ('thinning'): geleidelijk (chemisch) corroderen van de wand.
- Achteruitgang van de wand ('degrading'): verandering/herordering van de exine structuur waardoor de fijne structuur-/sculptuurelementen van de wand niet of nauwelijks te onderscheiden zijn.

Door het bestuderen van de mate aantasting van pollen en sporen kan dus een beeld worden verkregen van de mate waarin de pollen en sporen (en dus ook de laag waarin ze voorkomen) blootstaan aan zuurstof. Om aantasting na monsternamen te voorkomen, zijn de monsters zo snel mogelijk chemisch behandeld, waarbij een standaardmethode is gebruikt (Fægri e.a., 1989). In de eerste monitoringronde is een methode gebruikt om organisch en anorganisch materiaal te scheiden (bromofom/alcohol methode), terwijl in alle hierop volgende monitoringronden de klei is verwijderd met behulp van een zuur. Tot slot zijn van alle pollenresiduen preparaten gemaakt met behulp van glycerine-gel en paraffine. Alle pollenmonsters van de monitoringronden zijn door C.D. Troostheide van het Amsterdams Archeologisch Centrum (AAC) bereid. De pollenanalyse is uitgevoerd door BIAXConsult en vastgelegd in rapporten.

#### 5.4.2 Doelstelling

Doel van de pollenanalyse in het kader van onderhavig onderzoek was:

- Vaststellen van het percentage aangetast pollen.
- Vaststellen van de pollenconcentratie.

##### **Het vaststellen van het percentage aangetast pollen**

Om te kijken in welke mate pollen zijn aangetast wordt het percentage aangetast pollen vastgesteld. Het percentage aangetast pollen in een monster is bepaald door de totale hoeveelheid aangetast pollen te tellen in een monster bij 400x vergroting en uit te drukken als percentage van het totale aantal getelde pollen in dat monster. In het algemeen is dit percentage gebaseerd op een totaal van 200 à 300 getelde pollenkorrels. Vervolgens zijn de gevonden percentages in 10 klassen met stappen van 10% ingedeeld (tabel 4).

Op grond van onderzoek is gebleken dat de diverse pollentypen niet even sterk en even snel worden aangetast. Om die reden zijn tijdens de tweede monitoringronde, bij wijze van experiment, tijdens de telling vijf pollengroepen onderscheiden. De vijf typen zijn: heide-achtigen, grassen, cypergrassen, overig pollen (pollen-divers) en sporen. Dit heeft tot doel om vast te stellen hoe de aantasting in de diverse

pollengroepen verloopt. De sporen tellen overigens niet mee bij het bepalen van het percentage aangetast pollen.

**Tabel 4.** Het percentage aangetast pollen met de daaraan gekoppelde indeling in klassen.

percentage aangetast pollen	klasse
0-10%	1
10-20%	2
20-30%	3
30-40%	4
40-50%	5
50-60%	6
60-70%	7
70-80%	8
80-90%	9
90-100%	10

### Vaststellen van de pollenconcentratie

Het vaststellen van de pollenconcentratie heeft tot doel een indruk te krijgen van de aantasting van minder resistent organisch materiaal dan pollen (bijvoorbeeld plantaardige weefselresten).

De pollenconcentratie wordt berekend door een bekend aantal sporen van een exotische plant (*Lycopodium*) aan elk monster toe te voegen. Tijdens het tellen van de pollen in het preparaat dat van elk monster wordt gemaakt, wordt aldus een aantal van deze gebiedsvreemde, tropische sporen aangetroffen. Met behulp van dit getal kan de absolute hoeveelheid pollen die in dat monster in elke kubieke centimeter bodemmateriaal aanwezig is, worden bepaald. Naarmate de absolute hoeveelheid pollen in een monster groter is, is ook de pollenconcentratie hoger. In het algemeen betekent een toename van de pollenconcentratie dat minder resistent organisch materiaal verloren is gegaan, waardoor de hoeveelheid pollen per kubieke centimeter bodemmateriaal relatief is toegenomen. Een daling van de pollenconcentratie wijst doorgaans op het verloren gaan van pollen.

**Tabel 5.** De pollenconcentratie met de daaraan gekoppelde indeling in klassen.

pollenconcentratie per cm <sup>3</sup>	klasse
0-65.000 pollen	1
65.000-130.000 pollen	2
130.000-195.000 pollen	3
195.000-260.000 pollen	4
260.000-325.000 pollen	5
325.000-390.000 pollen	6
390.000-455.000 pollen	7
455.000-520.000 pollen	8
520.000-585.000 pollen	9
meer dan 585.000 pollen	10

De gevonden pollenconcentraties zijn vervolgens onderverdeeld in negen klassen van 65.000 pollen per cm<sup>3</sup> en één klasse van 585.000 pollen en meer per cm<sup>3</sup> (tabel 5). De onderverdeling in klassen van 65.000 pollen is zo gekozen dat

zowel monsters met een lage pollenconcentratie als monsters met een hoge pollenconcentratie door een bepaalde klasse te onderscheiden zijn.

Pollen is zeer corrosieresistent. In sterk organische bodems en afzettingen zal daarom bij omzetting, oxidatie, bioturbatie en klink een aanrijking van pollen kunnen plaatsvinden, omdat dan ander organisch materiaal verdwijnt of inklinkt. In sterk organisch materiaal (veen, veenplaggen, mest) is dus te verwachten dat de pollenconcentratie aanvankelijk toe zal nemen onder invloed van grondwaterstandverlagingen (Gotjé, 1995). Als het pollen vervolgens verder wordt aangetast, zal pollen onherkenbaar worden en/of verdwijnen, waardoor de pollenconcentratie in de loop van de tijd zal gaan dalen. In anorganische afzettingen zal een sterke relatieve aanrijking niet plaatsvinden en daarom zal de pollenconcentratie dalen als de degeneratie van de pollenkorrels zover is gevorderd dat ze als pollen niet meer herkenbaar zijn. De monsters uit Waterland bestaan voornamelijk uit organisch materiaal en een sterke toename van de pollenconcentratie kan dan ook worden verwacht.

#### 5.4.3 Monstername

Voor de analyse van pollen (stuifmeelkorrels) zijn jaarlijks bodemmonsters genomen uit dezelfde boorkernen en uit dezelfde lagen als de monsters die ten behoeve van het bodemmorfologisch onderzoek zijn genomen. Het terpnummer (bijvoorbeeld terp 103) wordt gevolgd door een letter, die de monsterlocatie op de terp aangeeft. Doordat voor de monstername een guts is gebruikt met een diameter van 6 cm en de monsterbakjes voor de slijpplaatmonsters slechts 3 cm breed zijn, blijft er naast elk slijpplaatmonster voldoende bodemmateriaal in de guts achter om een pollenmonster te nemen. Door op deze manier te bemonsteren, kunnen de resultaten van de slijpplatenanalyse en de resultaten van de pollenanalyse direct met elkaar worden vergeleken. Het pollenmonster was altijd voldoende groot om een submonster van 1 cm<sup>3</sup> te kunnen nemen.

Tijdens het tellen van de preparaten is de hoeveelheid (aangetast) pollen en de hoeveelheid *Lycopodium*-sporen bijgehouden, waardoor zowel het percentage aangetast pollen als de pollenconcentratie konden worden bepaald.

In de zevende monitoringronde (2000) zijn naast het standaard submonster per pollenmonster twee extra submonsters genomen. Steeds zijn aaneengesloten onder elkaar 3 guts-plakjes genomen van 2 cm dik op dezelfde diepte waarop in de voorgaande jaren materiaal van een plak van 6 cm dik is verzameld. Deze monsters worden aangegeven met de letters t(top), m(midden) en o(onder). Deze extra monstername werd uitgevoerd in het kader van een onderzoek naar de verticale variatie in het percentage aangetast pollen en de pollenconcentratie (zie § 5.5.4).

#### 5.4.4 Foutenbronnen en foutenmarges

Bij de analyse van pollen voor monitoringonderzoek moet rekening worden gehouden met een aantal foutenbronnen. Globaal kunnen drie soorten fouten worden onderscheiden (Van Waijjen, 2001):

- Fouten in de monstername.
- Statistische fouten.
- Fouten in de analysemethode.

### **Fouten in de monstername**

Omdat in iedere opeenvolgende monitoringronde nooit exact hetzelfde materiaal bemonsterd kon worden, maar ieder jaar vlak náást het voorgaande monsterpunt geboord werd, was een monsterfout onontkoombaar (horizontale monsterfout). Verder zouden klink van de afzettingen en kleine hoogteverschillen in het maaiveld op de monumenten er voor zorgen dat vrijwel nooit materiaal van exact dezelfde diepte kon worden bemonsterd (verticale monsterfout). Omdat zowel de verticale als de horizontale stratigrafie over zeer korte afstand variëren, was het moeilijk om ieder jaar vergelijkbare monsters te selecteren voor analyse. Dat laatste speelde met name bij het pollenonderzoek een rol omdat maar een klein submonster wordt genomen ( $1 \text{ cm}^3$ ) uit het grotere geheel.

Teneinde meer inzicht te krijgen in fouten die een rol spelen bij de monstername, zijn in 2000 van de standaardmonsters per monsterlocatie en monsterdiepte voor het pollenonderzoek niet één maar steeds drie aaneengesloten submonsters verzameld. Op deze manier zou meer inzicht kunnen worden verkregen in de verticale variatie (over korte afstand), de aantasting en de pollenconcentratie. Na analyse bleek dat de percentages aantasting tussen de drie submonsters slechts relatief weinig verschilde, terwijl de pollenconcentratie op veel plaatsen wel grote variatie tussen de submonsters vertoonde (Van Waijjen, 2001).

Door de monsterfouten heeft het meer zin om te kijken naar de gemiddelde waarden per locatie door de jaren heen dan een nauwkeurige vergelijking te maken van alle individuele monsters. Dat geldt met name voor de pollenconcentratie, die in natuurlijke omstandigheden, afhankelijk van de lokale vegetatie en het soort afzettingen, nogal sterk kan wisselen. Maar wanneer bijvoorbeeld veenplaggen schuin opgebracht zijn, kan ook een sterke variatie in de pollenconcentratie optreden in laterale en verticale richting. Tijdens de uitwerking van de gegevens is dan ook meestal gewerkt met gemiddelde waarden en afwijkingen ten opzichte van die gemiddelden.

### **Statistische foutenmarges**

De grootte van de statistische fouten hangt samen met de grootte van de steekproef (Van Waijjen, 2001). In het algemeen is een totale pollensom van 200 à 300 pollen geteld. Wat betreft het percentage aangetast pollen is, bij een pollensom van 200 à 300, een verschuiving van ten minste 2 klassen tussen twee monitoringronden pas als significant te beschouwen.

Voor de pollenconcentratie geldt dat de klasse-indeling in stappen van 65.000 pollen per  $\text{cm}^3$ , zoals gehanteerd in Waterland en Limmen-Heiloo, betrouwbaar genoeg is. De belangrijkste fout die nog op kan treden, is dat de pollenconcentratie precies op de overgang van twee klassen ligt, waardoor een kleine verandering kan leiden tot een gehele klasse verschil.



Door de mogelijke fouten in de monsternamen is het niet erg betrouwbaar om veranderingen in het percentage aangetast pollen en de pollenconcentratie van alle monsters apart met elkaar te vergelijken. Het is al beredeneerd dat het om die reden beter is naar de gemiddelden te kijken. Een gunstig gevolg daarvan is dat de steekproef toeneemt en de foutenmarge afneemt. Ook om die reden is het dus betrouwbaarder om naar de gegevens als geheel te kijken.

### **Fouten bij de analyses**

Naast statistische fouten kunnen er ook fouten gemaakt worden bij de herkenning van aantasting van pollen. Als de pollenwand niet 'gaaf' is, kan de aantasting variëren van kleine gaatjes in de wand of een lichte wandverdunding tot grote 'weggevreten' wanddelen. Zo kan de aantasting van pollen aanvankelijk zo gering zijn, dat die niet of nauwelijks waar te nemen is. Ook kunnen bepaalde pollengroepen (zoals grassen) zo snel worden aangetast, dat ze al na korte tijd niet meer als pollen herkenbaar zijn. Het is hoe dan ook moeilijk om pollen te determineren bij sterke aantasting. Daarom is het de meest betrouwbare methode om alle pollensoorten op één hoop te gooien.

Het is echter ook van belang om de corrosiegevoeligheid van diverse pollengroepen te kennen. Met deze kennis moet het mogelijk zijn om in de toekomst slechts één goed herkenbaar en veelvoorkomend pollentype als indicator te gebruiken voor monitoring. Totdat de juiste indicatorsoort is gevonden, zijn de getallen van de individuele pollengroepen dus niet bruikbaar als waarde voor de aantasting van pollen en kan slechts naar de gegevens als geheel worden gekeken.

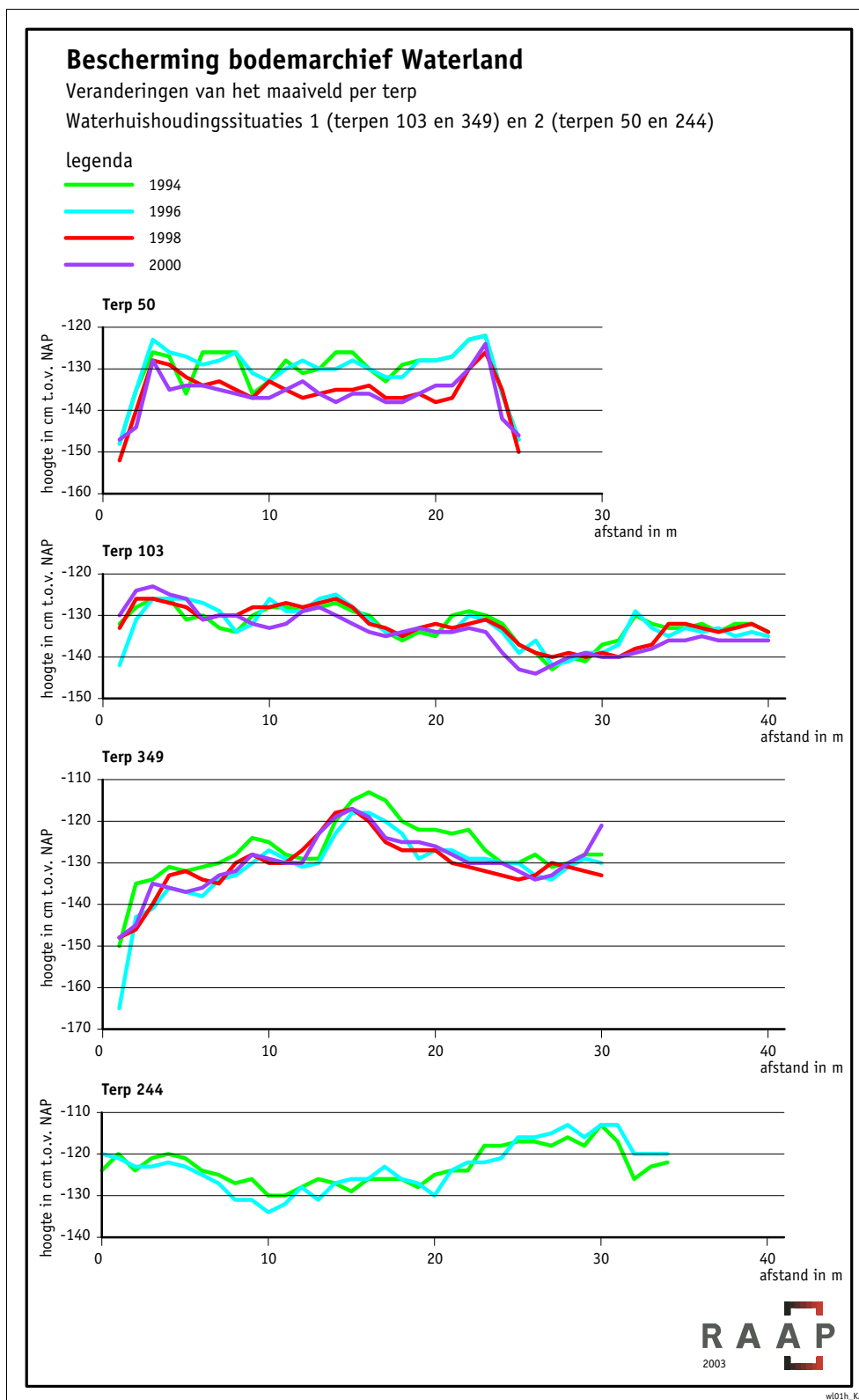
Een bijkomende factor is dat de analyses tijdens de vierde, vijfde en zesde monitoring-ronde door een andere analist zijn uitgevoerd dan de drie ronden daarvoor. De beoordeling van aantasting van pollen is moeilijk, soms subjectief en afhankelijk van de interpretatie van de analist (voor voorbeelden en discussie: zie Van Waijjen, 2001).

## **5.5 Wormentelling**

Op de terpen 104 en 206 is om de vijf meter een boring gezet met een guts met een diameter van 6 cm. Per boring zijn de wormen geteld in de bovenste 10 cm (de zodelaag), de daaropvolgende 23 cm en de daaronder gelegen 33 cm en nog eens in de daar weer onder gelegen 33 cm (een kern van 33 cm met een diameter van 6 cm heeft namelijk een inhoud van 1 liter). Deze zones staan in de figuren met horizontale streepjes aangegeven (zie figuren 7 en 8).

De rode balkjes geven het voorkomen van wormen aan. Horizontaal komt elke millimeter overeen met 0,1 cm<sup>3</sup> wormmassa. De bovenste blauwe lijn geeft de door recente regen bevochtigde bovenlaag aan.

**Figuur 3.** Waterhuishoudingssituaties 1 en 2 - veranderingen van het maaiveld op de terpen 50, 103, 244 en 349.



## 6 Resultaten

### 6.1 Algemeen

In dit hoofdstuk worden per methode de resultaten van het monitoringonderzoek in de periode 1994-2001 behandeld. Er wordt achtereenvolgens een overzicht gegeven van de geïntegreerde resultaten van de bestudering van de oxidatiediepten en neerslaggegevens, de maaiveldveranderingen, de wormtellingen en de resultaten van respectievelijk de slijpplaat- en pollenanalyses. Voor de beschrijving van de resultaten per terp wordt verwezen naar de catalogus (bijlage 1).

### 6.2 Oxidatiediepten en neerslaggegevens

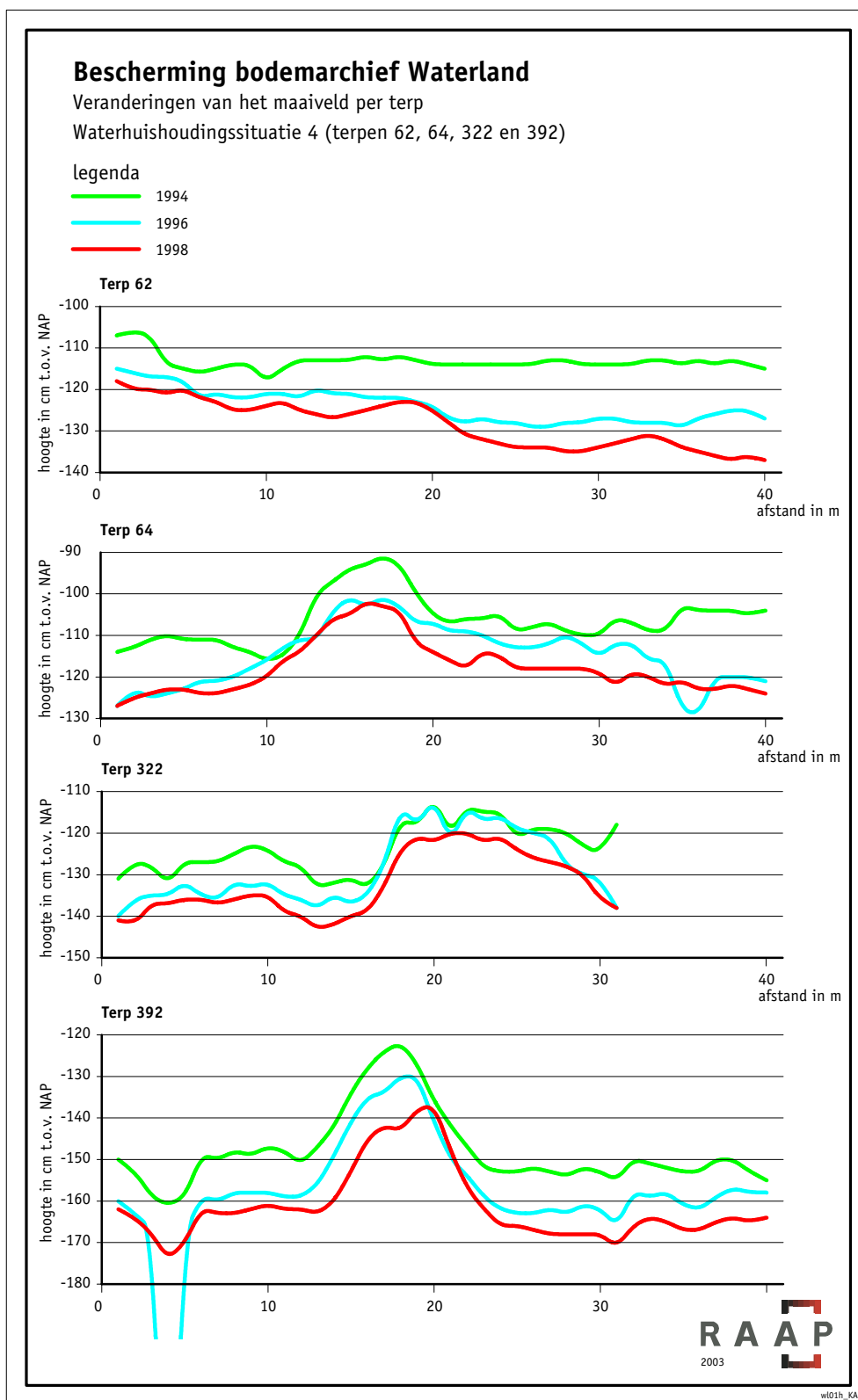
In de twee aan de opstartfase voorafgaande jaren (1992 en 1993) is aanmerkelijk meer neerslag gevallen dan normaal. In deze beide jaren heeft geen droge, warme periode geheerst. De nulsituatie zal derhalve niet vertekend zijn door het optreden van aantastingsprocessen in de periode tijdens of vlak voorafgaande aan de werkzaamheden in het kader van de ruilverkaveling. Ondanks de over het algemeen meer dan gemiddelde hoeveelheden neerslag in 1994 heeft met name op de voor het eerst in de blokbemaling opgenomen terpen een sterke toename van de oxidatiediepten plaatsgevonden.

De warme zomer volgend op het relatief droge voorjaar van 1995 heeft geleid tot daling van de oxidatiediepten op alle terreinen. De droogte in de tweede helft van 1995 heeft voorkomen dat stijging van het grondwater kon plaatsvinden. Hierdoor kon de daling van de oxidatiediepten in de voorgaande periode niet ongedaan worden gemaakt.

De in het voorjaar van 1995 begonnen droogteperiode heeft tot en met juli 1996 geduurd. Hierdoor konden, behalve op de in hoogwaterzones gelegen terpen, aanhoudend tot op grote diepte oxidatieverschijnselen optreden. Behalve op de in hoogwaterzones gelegen terpen lijkt de in de zomer van 1996 ontstane grondwaterdaling nergens ongedaan te zijn gemaakt.

De hoeveelheid neerslag die vanaf de zomer van 1995 vrijwel voortdurend aanmerkelijk geringer is geweest dan normaal, lijkt hiervan de oorzaak te zijn. Behalve op de terpen waarvoor beschermende maatregelen zijn genomen en de terpen die in beheersgebieden liggen, lijkt het tijdens de zomer van 1996 ontstane vochttekort tijdens de winter van 1996/1997 nergens te zijn aangevuld. Hoewel 1997 gekenmerkt werd door maandelijkse hoeveelheden neerslag die nauwelijks afweken van de normale hoeveelheden, kon het grondwaterpeil zich slechts op vier terreinen herstellen. Het betreft de terreinen waarop de terpen 50, 103, 206 en 244 liggen. Op terp 206 na betreft het in hoogwaterzones gelegen terpen. Kennelijk is voor

**Figuur 4.** Waterhuis-houdingssituatie 4 - veranderingen van het maaiveld op de terpen 62, 64, 322 en 392.



het herstel van het grondwater op de buiten hoogwaterzones gelegen terreinen een langdurige periode met een boven gemiddelde hoeveelheid neerslag noodzakelijk. Op de buiten hoogwaterzones gelegen terpen leidde het uitblijven van een dergelijke neerslagperiode in 1997 tot het voortduren van oxidatieverschijnselen tot grote diepten. Hoewel door het achterwege blijven van een periode met een boven gemiddelde hoeveelheid neerslag buiten de hoogwaterzones geen herstel van het grondwaterpeil kon optreden, heeft evenmin verdere uitdroging plaatsgevonden.

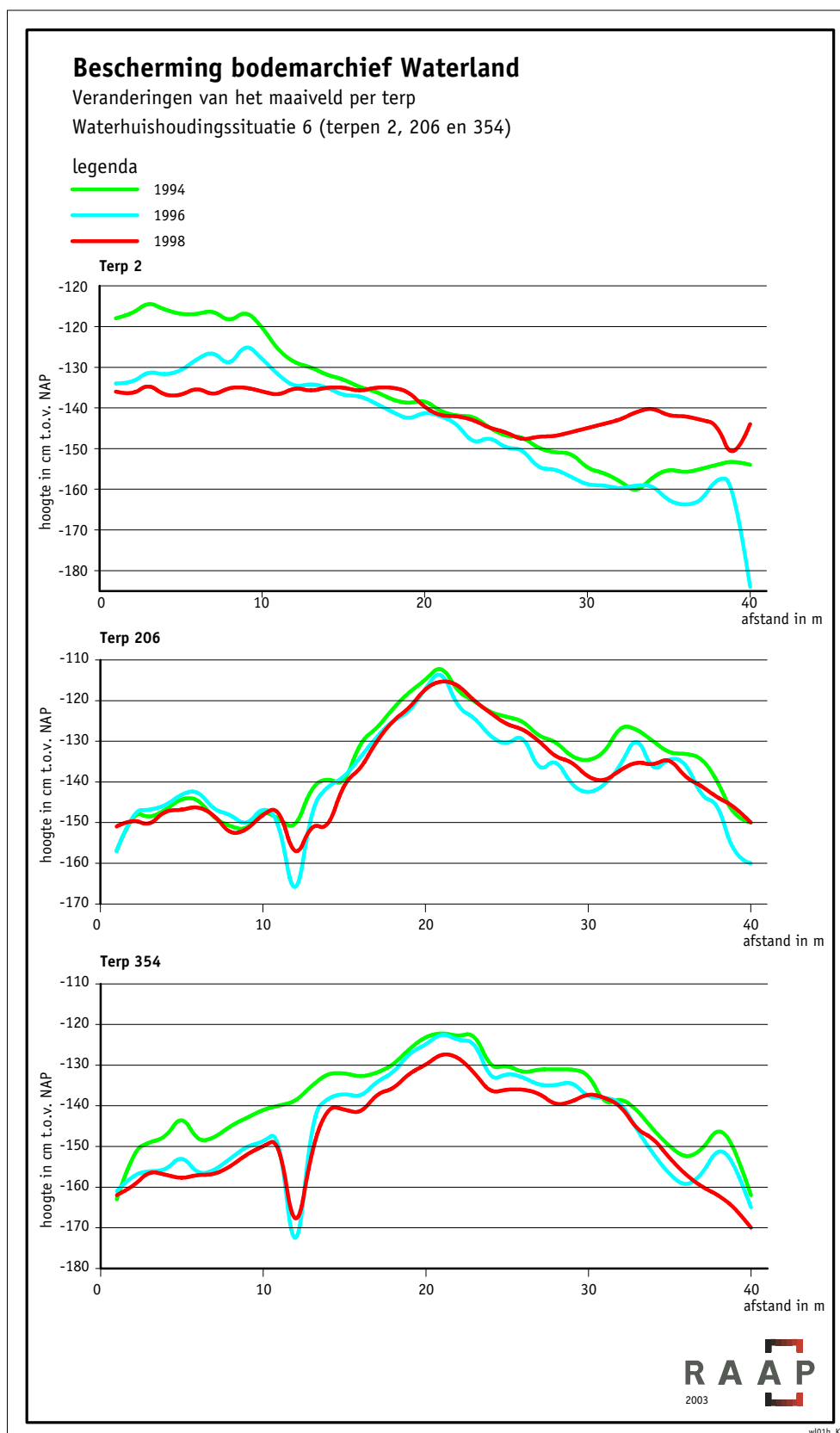
De meer dan gemiddelde hoeveelheid neerslag die behalve in de maanden februari en mei in alle maanden van 1998 is gevallen, heeft op alle terreinen geleid tot herstel van het grondwaterpeil dat tot in de eerste helft van 1995 heerste. Op de terreinen waarop de terpen 64, 231 en 349 liggen, was het grondwater tijdens de in maart verrichte meting weer op het peil van 1995. Op de terreinen met de terpen 2, 62, 322, 354 en 392 duurde het herstel tot in september.

Op vrijwel alle terreinen is de oxidatiediepte vanaf december 1998 geleidelijk weer toegenomen. Dit lijkt in tegenpraak met de meer dan gemiddelde hoeveelheid neerslag die tot en met juni 1999 is gevallen. Behalve in mei was de hoeveelheid neerslag namelijk groter dan de normale hoeveelheden voor die maanden. Het neerslagoverschot aan het einde van 1998 en in de eerste maanden van 1999 is echter aanmerkelijk geringer dan in de zomer van 1998. Hierdoor konden de geringe oxidatiediepten die in 1998 zijn vastgesteld, in 1999 kennelijk niet gehandhaafd blijven. De toename van de oxidatiediepte gemeten in juni 1999 zal veroorzaakt zijn door de minder dan gemiddelde hoeveelheid neerslag in de voorgaande maand mei. In de tweede helft van 1999 zijn de oxidatiediepten verder opgelopen.

Door de relatief grote hoeveelheid neerslag gedurende de zomer van 2000 zijn de oxidatiediepten in dat jaar niet toegenomen ten opzichte van de zomer van 1999. Op een aantal terpen is juist een afname te zien. Dit is duidelijk het geval op de terpen 62, 103, 231 en 322. Op de in waterhuishoudingssituatie 2 gelegen terp 50 was de oxidatiediepte in juni 2000 daarentegen aanzienlijk gestegen ten opzichte van juni 1999. In september 2000 bleken de oxidatiediepten op deze terp echter weer normaal te zijn. Op de in waterhuishoudingssituatie 4 gelegen terp 64 zijn de oxidatiediepten in juni 2000 eveneens aanmerkelijk toegenomen ten opzichte van dezelfde periode in het voorafgaande jaar. Op deze terp was de oxidatiediepte in september 2000 echter nog verder toegenomen.

De meting van de oxidatiediepten werd in het voorjaar van 2001 onmogelijk gemaakt door de MKZ-crisis. Hierdoor waren veeteeltgebieden zoals Waterland niet toegankelijk en konden geen metingen worden verricht. De metingen van juni laten ten opzichte van 2000 een afname van de oxidatiediepten zien op de terpen 2, 50 en 231. Op de terpen 62, 322, 349 en 392 zijn de oxidatiediepten in juni daarentegen juist toegenomen ten opzichte van juni 2000. Op de overige terpen is de situatie ongeveer gelijk gebleven. In september 2001 is op vrijwel alle terpen een aanzienlijke daling van de oxidatiediepten opgetreden. Hierdoor zijn op vrijwel alle terpen zeer lage oxidatiediepten vastgesteld. Op terp 103 werden de meetpennen in september 2001 niet gevonden; derhalve zijn geen oxidatiediepten meer vastgesteld.

**Figuur 5.** Waterhuis-  
houdingssituatie 6 -  
veranderingen van het  
maaiveld op de terpen  
2, 206 en 354.



### 6.3 Maaiveldveranderingen (figuren 3, 4, 5 en 6)

Ten opzichte van de in 1994 vastgestelde nulsituatie bleek in 1996, behalve op de door sloten met een hoog waterpeil omgeven terpen (waterhuishoudingssituaties 1 en 2), een aanzienlijke maaiveld daling te zijn opgetreden (figuur 3). Met name de in de blokbemaling opgenomen terpen (waterhuishoudingssituatie 4) bleken over grote delen van de meetlijn met meer dan 10 cm gedaald te zijn. De daling van de terpen bleek hierbij geringer dan de daling van het omliggende terrein. Hierdoor waren de meeste terpen duidelijker als verhogingen zichtbaar geworden (figuur 4). Ditzelfde verschijnsel was zichtbaar op de in het verleden reeds onderbemalen terpen (waterhuishoudingssituaties 5 en 6). De maaiveld daling op deze terpen bleek echter geringer dan de maaiveld daling van de in de blokbemaling opgenomen terpen (figuren 5 en 6).

De metingen van 1998 hebben voor alle onderbemalen terpen een verdere daling van het maaiveld aangetoond. Deze daling bleek echter aanmerkelijk geringer te zijn dan in 1996.

Uit de metingen van de maaiveldhoogten in 2001 blijkt dat op de in de waterhuishoudingssituaties 1 en 2 gelegen terpen 50, 103 en 349 geen daling is opgetreden (figuur 3). De vorm van het maaiveld blijkt op deze terpen wel enigszins veranderd te zijn. Dit is waarschijnlijk het gevolg van betreding door vee en het rijden met landbouwmachines.

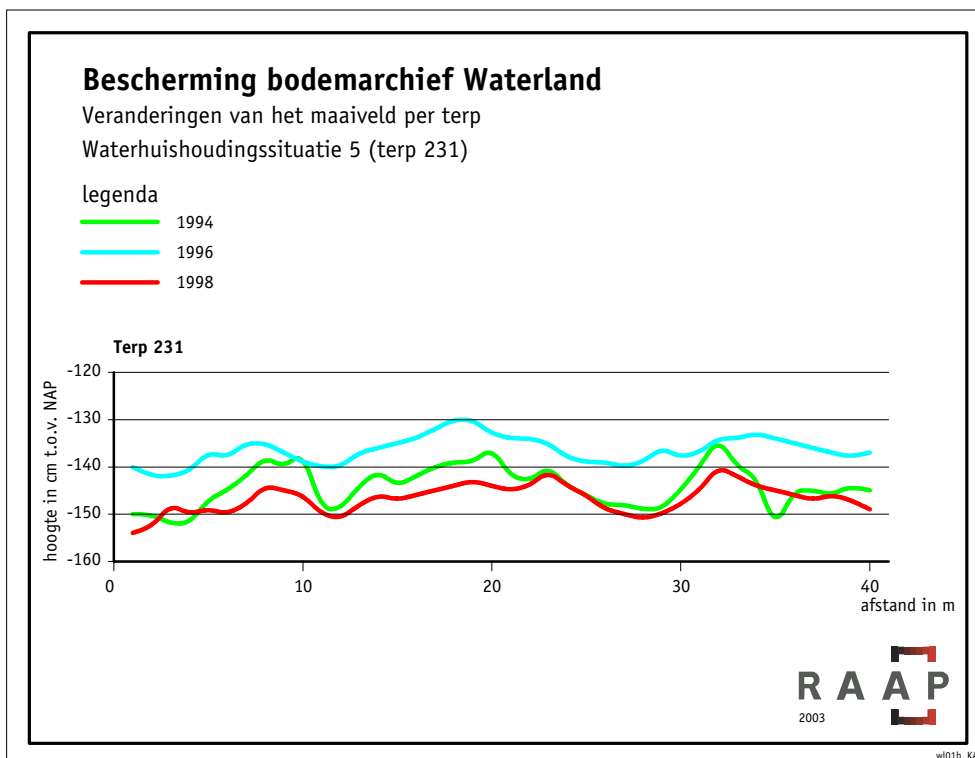
terp	waterhuishoudingssituatie	gemiddelde daling (in cm)	daling verhoogd terreindeel (in cm)	daling Mv rondom terp (in cm)	daling terp t.o.v. Mv in omgeving (in cm)
103	1	0	n.v.t.		
349	1	4	5	3	-2
206	6	4	6	0	-6
50	2	6	n.v.t.		
322	4	9	7	11	+4
354	6	10	8	11	+3
231	5	11	n.v.t.		
392	4	14	12	15	+3
64	4	14	12	15	+3
62	4	15	n.v.t.		

Tabel 6. De gemiddelde zakking per terp over de gehele monitoringperiode.

Op de in waterhuishoudingssituatie 4 gelegen terpen 62, 64, 322 en 392 is in 2001 wederom daling van het maaiveld opgetreden (figuur 4). Met name op de terpen 64 en 322 blijkt deze daling echter aanmerkelijk geringer te zijn dan tijdens de voorgaande meetperioden. Hetzelfde is het geval op de terpen 231 (waterhuishoudingssituatie 5) en 206 (waterhuishoudingssituatie 6). Op de eveneens in waterhuishoudingssituatie 6 gelegen terpen 2 en 354 lijkt hetzelfde te zijn gebeurd, enigszins gemaskeerd door respectievelijk het schonen van een sloot en het uitgraven van een greppel. Hierdoor lijken delen van het maaiveld gestegen te zijn (figuur 5).

De gemiddelde daling van het maaiveld per terp (en de directe omgeving) over de gehele monitoringperiode is weergegeven in tabel 6. De terpen zijn gerangschikt

**Figuur 6.** Waterhuishoudingssituatie 5 - veranderingen van het maaiveld op terp 231.



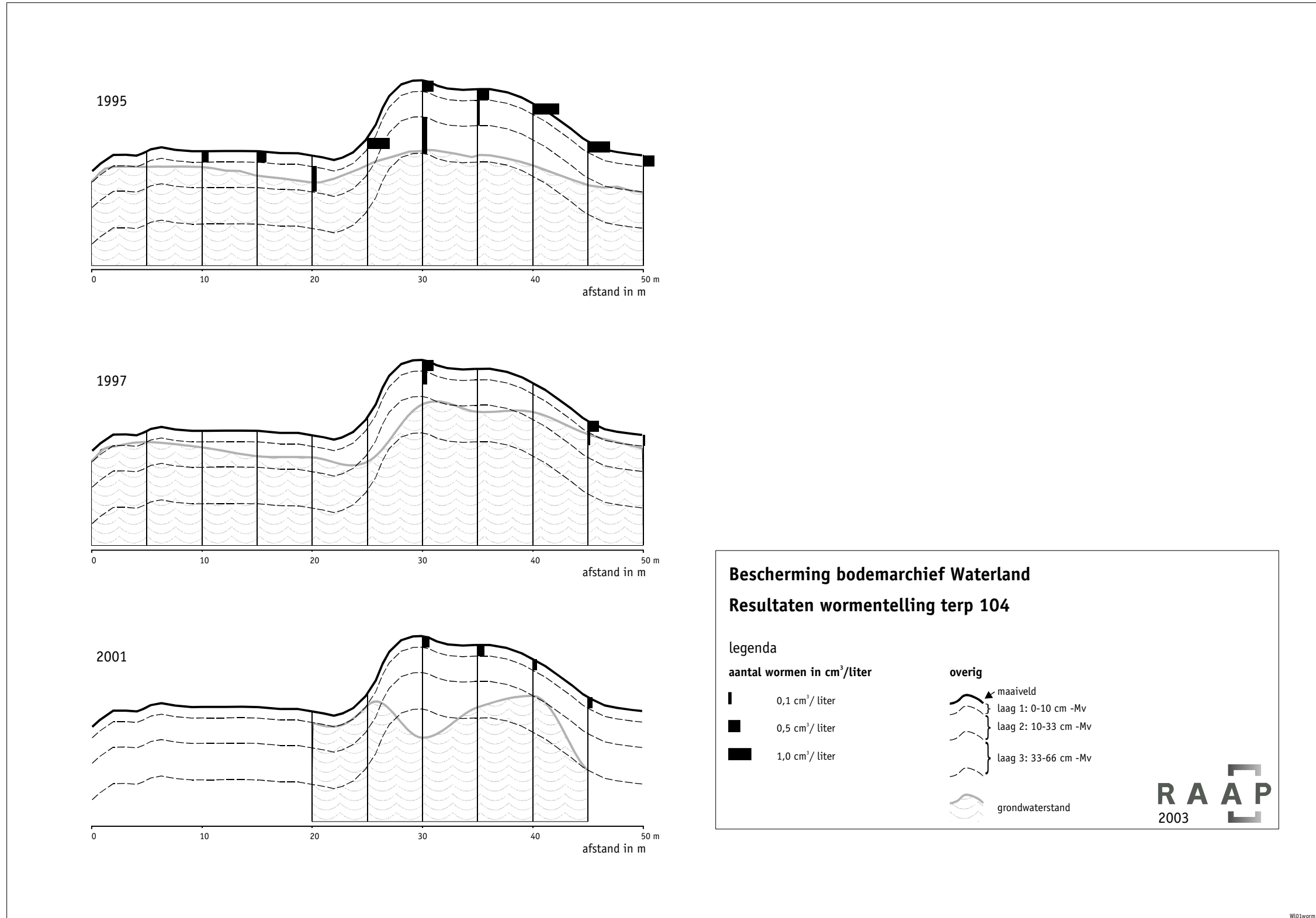
van de terp met de kleinste gemiddelde daling (terp 103) tot de terp met de grootste gemiddelde daling (terp 62). Terp 2 is niet in de tabel opgenomen omdat deze teveel aan grondverplaatsing heeft blootgestaan. Terp 244 is halverwege het onderzoek afgefallen en derhalve evenmin in tabel 6 opgenomen.

Het blijkt dat het maaiveld op de terpen in waterhuishoudingssituatie 1 het minst gedaald is en dat op de terpen in waterhuishoudingssituatie 4 het meest. Terp 322 steekt hierbij gunstig af met een gemiddelde daling van 9 cm. Dit is mogelijk veroorzaakt door de hoogwatersloot aan de noordoostzijde van het perceel. De geringere maaiveldaling van de terpen in de waterhuishoudingssituaties 5 en 6 ten opzichte van die in waterhuishoudingssituatie 4 is waarschijnlijk het gevolg van de onderbemaling voorafgaande aan de monitoringperiode. Hierdoor hadden deze terpen als het ware al een deel van de daling achter de rug. Bovendien heeft op de buiten waterhuishoudingssituatie 4 gelegen terpen geen plotselinge daling van het slootwaterpeil plaatsgevonden, waardoor op deze terpen nauwelijks klink is opgetreden.

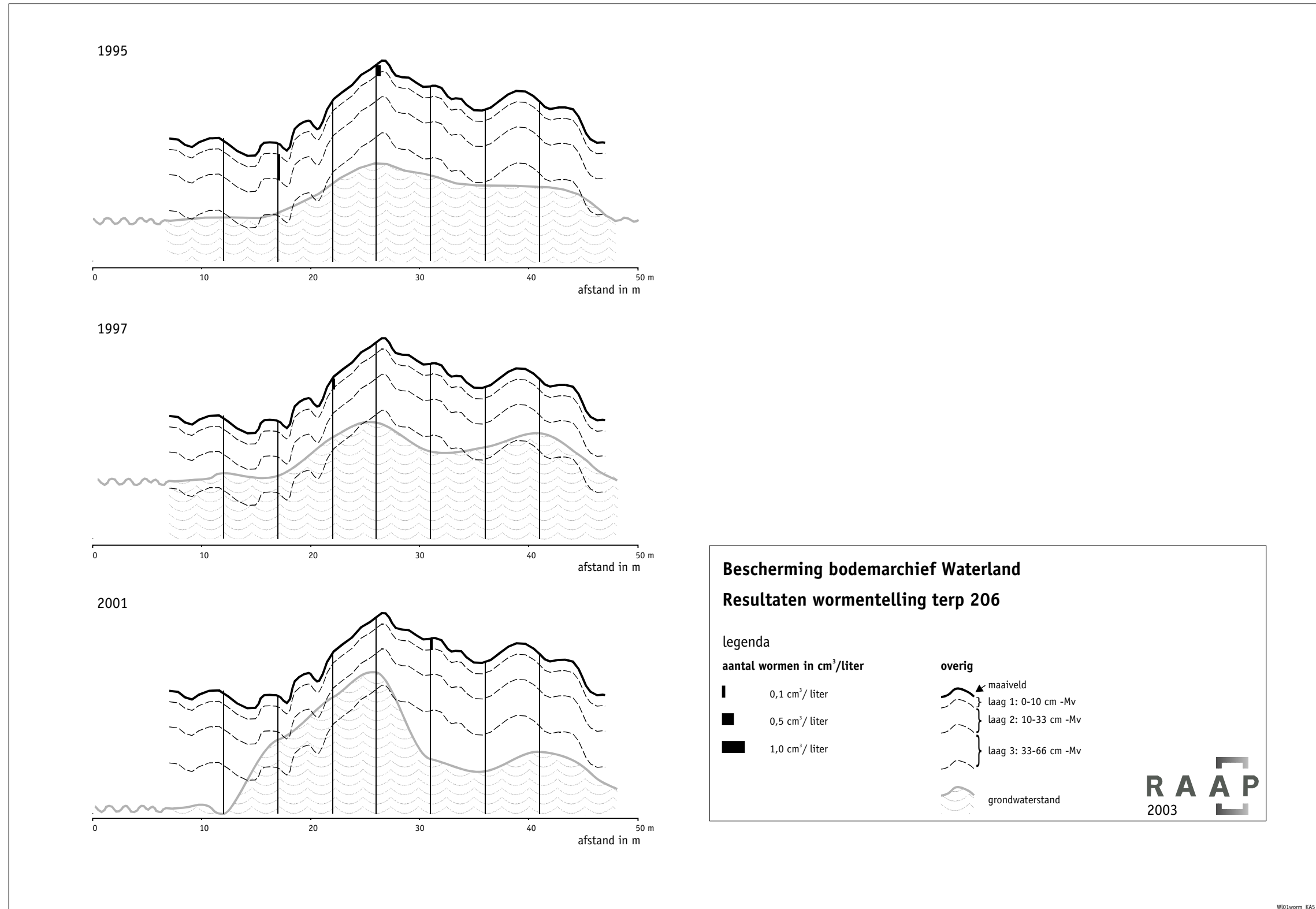
## 6.4 Wormentellingen

In de zomers van 1995, 1997 en 2001 is het voorkomen van wormen geteld op de terpen 104 (figuur 7) en 206 (figuur 8). In september 1995 is op terp 104 (waterhuishoudingssituatie 1) een aanmerkelijk grotere hoeveelheid wormen aangetroffen dan op terp 206 (waterhuishoudingssituatie 6). Op terp 104 is in 1997 ten opzichte van 1995 een drastische afname van de hoeveelheid wormen vastgesteld. Op terp 206 is de in 1995 al geringe hoeveelheid wormen nog verder afgenomen.





Figuur 7. Terp 104 - resultaten wormentelling.



Figuur 8. Terp 206 - resultaten wormtelling.

Het ligt voor de hand dat de afname van de hoeveelheid wormen op de beide terpen in 1997 moet worden geweten aan de geringe hoeveelheid neerslag die na de eerste telling in 1995 is gevallen.

In 2001 bleek de hoeveelheid wormen op terp 206 hetzelfde als tijdens de beide voorgaande metingen. Op terp 104 lijkt de wormenpopulatie zich door de aanmerkelijk minder droge zomer in 2001 hersteld te hebben.

In het algemeen blijkt uit de wormentellingen dat op de in een beheersgebied gelegen terp 104 veel meer wormen voorkomen dan op de in de blokbemaling opgenomen terp 206. De omvang van de wormenpopulatie op terp 104 fluctueert echter sterk. De wormenpopulatie op terp 206 fluctueert daarentegen nauwelijks en is altijd zeer klein.

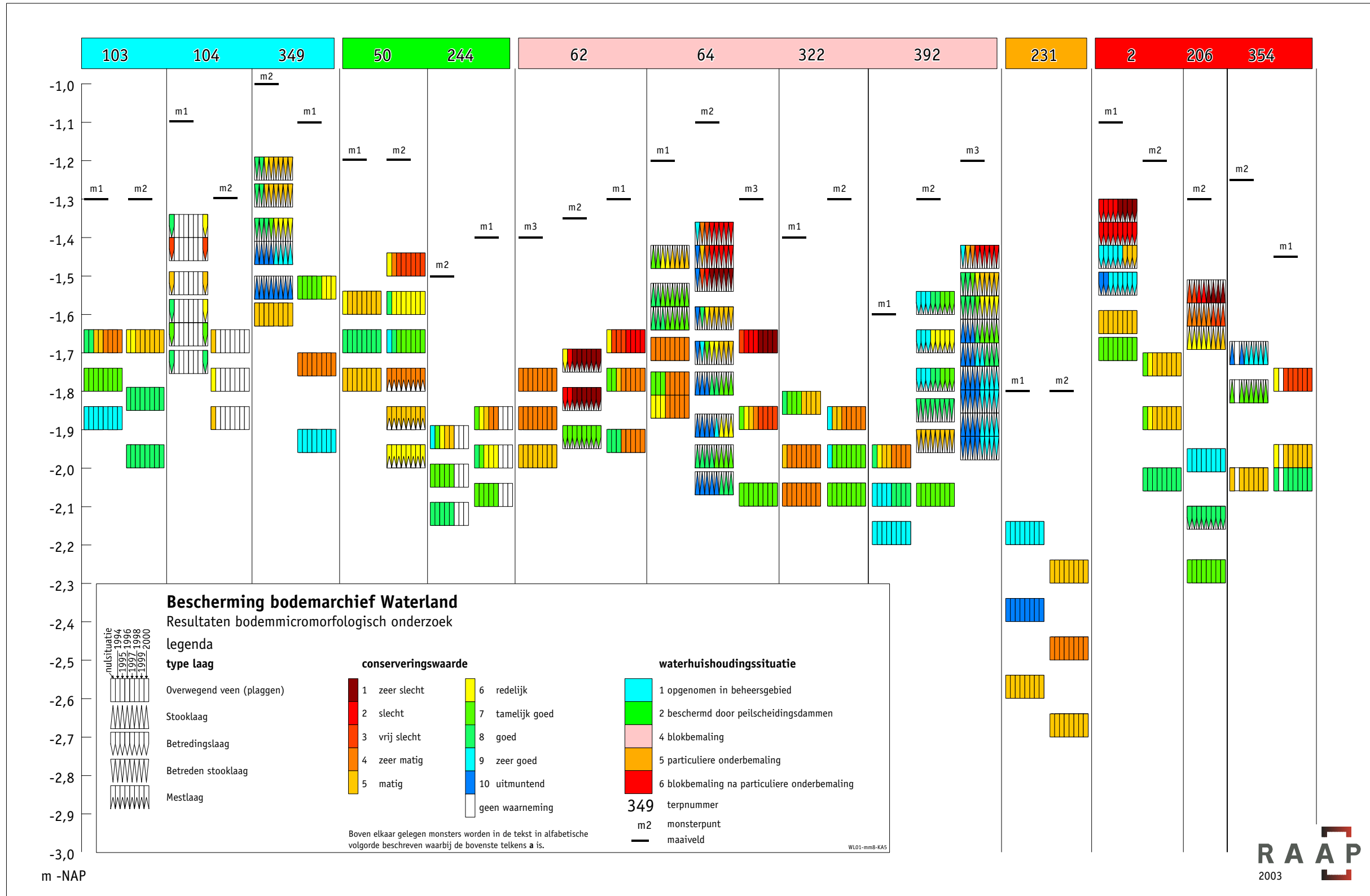
## 6.5 Micromorfologisch onderzoek

De aanname dat de nulsituatie niet vertekend zou zijn door het optreden van aantastingsprocessen in de periode voorafgaande aan de ruilverkaveling, is bevestigd door de micromorfologische kwaliteit (conserveringswaarde) van de archeologische lagen op de voor monitoring geselecteerde monsterpunten; deze is redelijk tot uitmuntend (figuur 9). De tijdens de vaststelling van de nulsituatie waargenomen aantasting blijkt veelal fossiel te zijn en te dateren uit de tijd dat de vindplaats ontstond. Voor zover er sprake is van eventuele recente aantasting, beperkt deze zich tot de hoogstgelegen monsterpunten op in het verleden reeds onderbemalen terpen (de terpen 2 en 206).

Aan het einde van 1994 blijkt met name op de voor het eerst in de blokbemaling opgenomen terpen een sterke achteruitgang van de micromorfologische kwaliteit te hebben plaatsgevonden (terpen 62, 64 en 392; zie figuur 9). De achteruitgang hield gelijke tred met de toename van de oxidatiediepten op deze terreinen. De toename van de aantasting beperkte zich tot de hoogstgelegen monsterpunten. Deze zijn waarschijnlijk tijdens de relatief droge maanden juni en juli aan drogere omstandigheden blootgesteld geweest dan tot dan toe ooit eerder het geval was. Op de terpen die in hoogwaterzones liggen en op de terpen waarop in het verleden al onderbemaling plaatsvond, heeft in 1994 geen verdere achteruitgang plaatsgevonden.

In tegenstelling tot 1994 heeft in 1995 op vrijwel alle terreinen (inclusief die in hoogwaterzones) aantasting plaatsgevonden. De aantasting beperkte zich niet tot de hoogstgelegen monsterpunten, maar bleek op alle monsterpunten tot relatief grote diepte te zijn opgetreden. Dit bleek met name het geval op de terpen die in blokbemalingsgebieden liggen. Op de in de hoogwaterzones gelegen terpen beperkte de aantasting zich tot de hoogstgelegen monsterpunten.

Het voortduren tot in juli 1996 van de in het voorjaar van 1995 begonnen droogteperiode, heeft geleid tot verdere aantasting in 1996 van de archeologische lagen op zeven terpen. Behalve op de terpen 62, 244 en 322 bleek de toename van de aantasting vooral te hebben plaatsgevonden op de terpen 64, 354, 349 en 392: de terpen die als verhogingen in het landschap liggen. Op terp 354 betrof het slechts een zeer geringe achteruitgang. Op de terpen 64, 349 en 392 bleek echter sprake van een aanzienlijke achteruitgang op de hoogstgelegen monsterpunten.



Figuur 9. Resultaten bodemmicromorfologisch onderzoek.

Op deze drie terpen heeft in 1996 tot grotere diepte aantasting plaatsgevonden dan in de voorgaande monitoringjaren. Uit het feit dat ook op de in hoogwaterzones gelegen terpen 244 en 349 verdere aantasting is opgetreden, blijkt dat tijdens langdurig optredende droogte overal aantasting kan plaatsvinden. In blokbemalingsgebieden gelegen terpen zijn echter aanmerkelijk kwetsbaarder dan in hoogwaterzones gelegen terpen. Dit geldt met name voor terpen die als verhogingen in het landschap liggen (zoals de terpen 62, 64 en 392).

Doordat de meest aantastingsgevoelige lagen in 1996 kennelijk al waren aangetast, heeft verdere aantasting van archeologische lagen zich in 1997 beperkt tot de terpen 2, 62, 64, 206, 322 en 392. In 1998 is verdere aantasting beperkt gebleven tot de terpen 2, 64, 206, 349 en 392. Opmerkelijk is dat de betredings- en stooklagen op respectievelijk de terpen 2 en 64 plotseling tot grote diepte blijken te zijn aangetast.

In de aan het einde van 1999 verzamelde slijpplaatmonsters is geen verdere achteruitgang vastgesteld. Het is voor het eerst tijdens de gehele monitoringperiode dat dit het geval is. In de aan het einde van 2000 verzamelde slijpplaatmonsters is evenals in 1999 op geen van de bemonsterde terpen verdere achteruitgang vastgesteld.

## **6.6 Pollenanalyse**

### **6.6.1 Algemeen**

De resultaten van het pollenonderzoek (het percentage aangetast pollen) van de zeven monitoringronden zijn weergegeven in tabel 7. Er is voornamelijk gekeken naar gemiddelde waarden; de resultaten van het pollenonderzoek kunnen op een aantal niveaus worden bekeken (zie hoofdstuk 5):

- De gemiddelden per monster over de zeven monitoringronden.
- De gemiddelden van de monsters per terp over de zeven monitoringronden.
- De gemiddelden van alle monsters over de zeven monitoringronden.

Voor meer gedetailleerde gegevens wordt verwezen naar Van Waijjen (2001). In de volgende paragrafen wordt eerst ingegaan op de gemiddelde over de monsters per terp over de zeven ronden. Vervolgens worden de resultaten van de pollenanalyse afgezet tegen het bodemmicromorfologisch onderzoek.

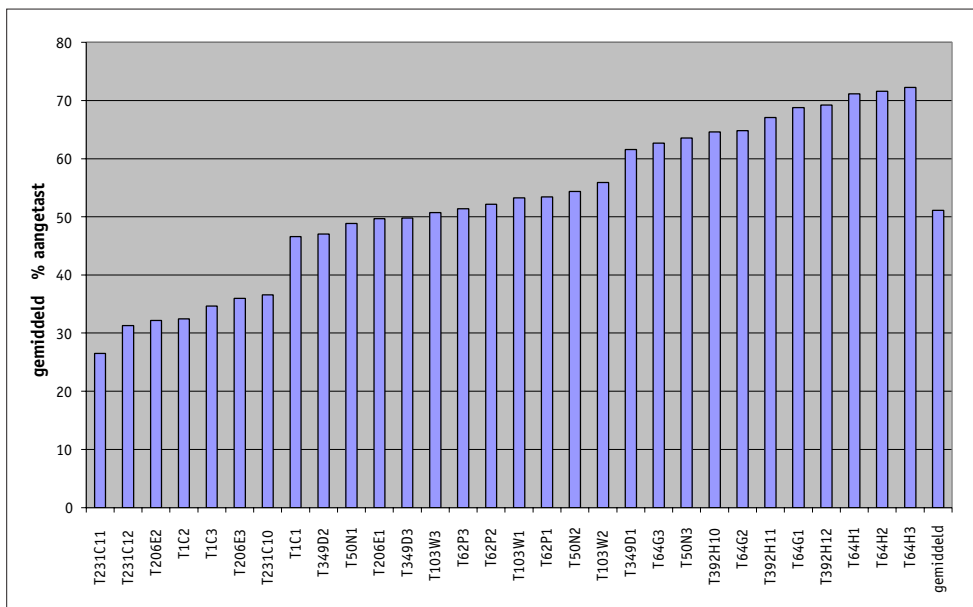
### **6.6.2 De gemiddelde pollenconcentratie**

Uit de gemiddelden (van de monsters) per terp over de zeven monitoringronden blijkt dat de monsters van de terpen 2, 206 en 231 het minst zijn aangetast (figuur 10). Verder blijkt dat de monsters van de terpen 64 en 392 het hoogste percentage aangetast pollen bevatten als de resultaten over de zeven monitoringronden worden gemiddeld. De terpen 50, 62 en 349 nemen een tussenpositie in. De gemiddelde pollenconcentratie over de zeven monitoringronden staan in figuur 11 weergegeven. Het is opvallend dat de monsters van de terpen 64 en 392 gemiddeld een relatief lage pollenconcentratie vertonen in combinatie met een

Tabel 7. De percentages  
aangetast pollen  
gedurende de zeven  
monitoringronden.

monster	opstart	1994	1995	1996	1997	1998	2000
T103W1	41	51	28	70	42	71	69
T103W2	47	48	38	69	48	69	72
T103W3	25	29	65	64	31	73	69
T2C1	14	23	81	42	55	44	67
T2C2	15	21	25	36	28	41	60
T2C3	9	28	21	55	18	48	64
T206E1	28	45	31	74	20	77	74
T206E2	23	27	0	46	16	40	72
T206E3	3	17	29	46	45	54	58
T231C10	17	21	20	56	13	61	68
T231C11	4	8	10	53	18	48	44
T231C12	1	19	14	60	21	43	62
T244E10		30	61	53			
T244E11		23	60	59			
T244E12		28	53	60			
T349D1	92	59	50	77	43	56	54
T349D2	16	54	25	77	22	81	55
T349D3	50	30	59	82	34	43	51
T392H10	36	67	55	87		71	71
T392H11	26	74	79	72	67	75	77
T392H12	55	54	73	75	66	69	93
T50N1		23	34	65	33	63	74
T50N2		30	45	70	33	65	83
T50N3		58	64	83	11	81	85
T62P1	26	46	66	68	37	49	82
T62P2	33	48	61	67	35	37	83
T62P3	43	21	35	53	76	49	83
T64G1	48	60	71	82	50	81	89
T64G2	36	60	56	83	62	70	87
T64G3	32	38	85	74	50	75	85
T64H1			74	57	87	78	59
T64H2			66	73	61	70	89
T64H3			62	78	58	74	88
T64K1	74	22	49				
T64K2	42	71	62				
T64K3	27	51	51				
T322E1			37		33	21	
T322E2			27		32	14	
T322E3			87		21	15	
T354P10			42		39	48	
T354P11			46		40	51	
T354P12			27		45	40	

hoog percentage aangetast pollen, terwijl de monsters van de terpen 231 en 206, die eveneens relatief weinig pollen bevatten, juist een erg laag percentage aangetast pollen vertonen. Dit hangt waarschijnlijk samen met de samenstelling van het materiaal waaruit de bodem op de verschillende terpen bestaat. De vier terpen met een gemiddeld percentage aangetast pollen (terpen 50, 103, 349 en 62) vertonen de hoogste pollenconcentraties.



**Figuur 10.** Het gemiddelde percentage aangetast pollen gedurende zeven monitoringgronden per terp.

Op de terpen 103 en 349 (buiten een grootschalige blokbemaling of particuliere onderbemaling) is sprake van gemiddelde percentages aangetast pollen. Terp 231 (altijd alleen particulier onderbemalen) behoort tot de minst aangetaste terpen. Geconcludeerd kan worden dat particuliere onderbemaling niet tot een versnelde achteruitgang van de conservering leidt. De terpen 1 en 206 zijn particulier onderbemalen geweest, maar liggen tegenwoordig in een grootschalige blokbemaling. Aangezien deze twee terpen tot de minst aangetaste behoren, lijkt het erop dat particuliere onderbemaling een zekere bescherming biedt tegen aantasting als gevolg van grootschalige blokbemaling. Omdat alle terpen die ooit particulier zijn onderbemalen beter zijn geconserveerd dan de terpen die nooit zijn onderbemalen, lijkt het erop dat particuliere onderbemaling een goede beheermaatregel is om aantasting tegen te gaan. De terpen 62, 64 en 392 liggen in het gebied waar alleen grootschalige blokbemaling heeft plaatsgevonden. Deze terpen zijn het sterkst in conservering achteruit gegaan. Concluderend: de grootschalige blokbemaling leidt tot sterke aantasting.

### 6.6.3 Pollenanalyse in combinatie met micromorfologisch onderzoek

Gedurende de gehele monitoringperiode laten de percentages aangetast pollen en de pollenconcentratie schommelingen zien die geen eenduidige verklaring toelaten. Dit geldt met name voor de pollenconcentraties.

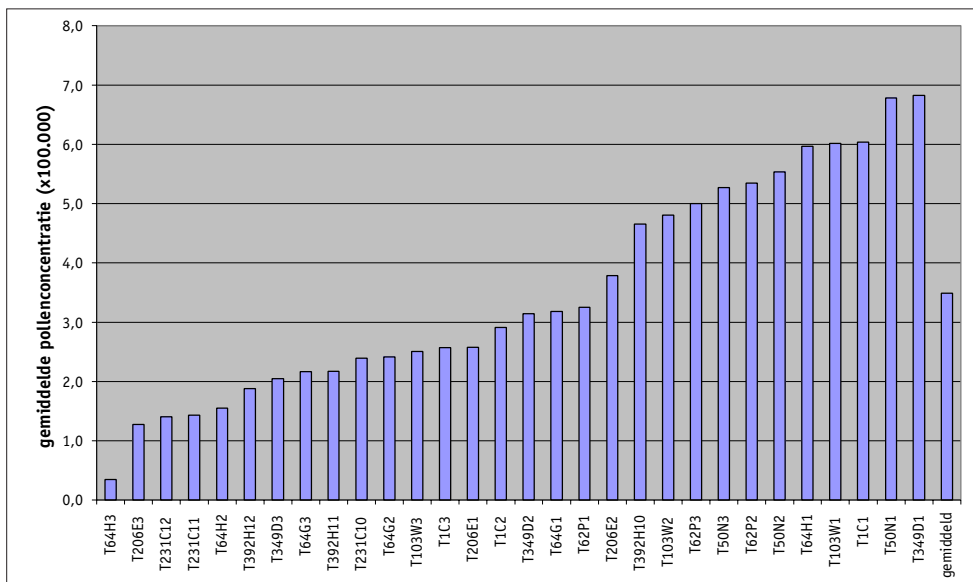
De schijnbaar tegenstrijdige combinatie van daling in het percentage aantasting in combinatie met een stijging van de pollenconcentratie komt herhaaldelijk

monster	percentage aangetast pollen							achteruitgang micromorfologische waarde			
	opstart	1994	1995	1996	1997	1998	2000	1994	1995	1996	1997
T103W1	41	51	28	70	42	71	69	0	1	0	0
T103W2	47	48	38	69	48	69	72	0	0	0	0
T103W3	25	29	65	64	31	73	69	1	0	0	0
T2C1	14	23	81	42	55	44	67	1	1	0	0
T2C2	15	21	25	36	28	41	60	0	1	0	0
T2C3	9	28	21	55	18	48	64	0	0	0	0
T206E1	28	45	31	74	20	77	74	0	1	0	1
T206E2	23	27	0	46	16	40	72	0	0	0	0
T206E3	3	17	29	46	45	54	58	0	0	0	0
T231C10	17	21	20	56	13	61	68	0	0	0	0
T231C11	4	8	10	53	18	48	44	0	0	0	0
T231C12	1	19	14	60	21	43	62	0	0	0	0
T244E10		30	61	53				1	1	1	0
T244E11		23	60	59				1	1	0	0
T244E12		28	53	60				0	0	0	0
T349D1	92	59	50	77	43	56	54	0	0	0	1
T349D2	16	54	25	77	22	81	55	0	0	0	0
T349D3	50	30	59	82	34	43	51	0	0	0	0
T392H10	36	67	55	87		71	71	2	1	0	1
T392H11	26	74	79	72	67	75	77	0	0	0	1
T392H12	55	54	73	75	66	69	93	0	0	0	0
T50N1		23	34	65	33	63	74	1	0	0	0
T50N2		30	45	70	33	65	83	0	0	0	0
T50N3		58	64	83	11	81	85	0	0	0	0
T62P1	26	46	66	68	37	49	82	4	0	0	0
T62P2	33	48	61	67	35	37	83	0	1	0	0
T62P3	43	21	35	53	76	49	83	0	0	0	0
T64G1	48	60	71	82	50	81	89	0	0	0	0
T64G2	36	60	56	83	62	70	87	0	0	3	0
T64G3	32	38	85	74	50	75	85	0	0	2	0
T64H1			74	57	87	78	59	5	1	1	0
T64H2			66	73	61	70	89	5	2	1	0
T64H3			62	78	58	74	88	7	1	1	0
T64K1	74	22	49					1	0	0	1
T64K2	42	71	62					1	1	1	1
T64K3	27	51	51					0	0	0	0
T322E1			37		33	21		1	0	0	2
T322E2			27		32	14		1	0	0	0
T322E3			87		21	15		0	0	0	0
T354P10			42		39	48			3	0	0
T354P11			46		40	51			1	0	0
T354P12			27		45	40			0	0	0

Tabel 8. Vergelijking percentages aangetast pollen met de achteruitgang in micromorfologische waarde per monster per terp.



voor. Afname van het percentage aangetast pollen gaat normaliter gepaard met afname van de pollenconcentratie. Aangetast pollen is dan zo vergaan dat het verdwenen is of niet meer als pollen herkenbaar. Een verklaring voor de stijging van de pollenconcentratie zou het optreden van klink kunnen zijn. Hier moet echter opgemerkt worden dat dit schijnbaar tegenstrijdige fenomeen makkelijk kan berusten op de normale statistische spreiding. Zo is er bij de daling van het percentage aantasting vaak slechts sprake van één klasse verschil.



**Figuur 11.** De gemiddelde pollenconcentratie gedurende zeven monitoringronden per terp.

Een andere mogelijke foutenbron is een verschil in beoordeling van de aantasting van pollen door twee analisten: de eerste drie ronden zijn geanalyseerd door een andere analist dan de laatste drie monitoringronden. Het grootste percentage van de totale pollensom bestaat echter uit 'pollen divers', het pollentype dat juist het nauwkeurigst te beoordelen is. Bovendien zijn de gevonden pollenconcentraties niet afhankelijk van de analist. Daarnaast zou bij een andere beoordeling van de aantasting door de twee analisten een consequent verschil worden verwacht: de ene noemt al eerder iets aangetast dan de ander. Een dergelijk constant verschil is tussen de eerste drie en laatste drie ronden echter niet aanwezig.

De laatste foutenbron die tenslotte van invloed kan zijn, is het bemonsteren van ander materiaal in de verschillende monitoringronden. Gezien de complexe structuur van het bemonsterde materiaal is dit niet uitgesloten (zie hoofdstuk 5). Wat het percentage aangetast pollen betreft, blijkt de verticale variatie niet erg groot te zijn: de tendensen tussen de ronden kunnen goed worden beoordeeld. Wat de pollenconcentratie betreft, blijkt de verticale variatie zo groot te zijn, dat waarschijnlijk geen statistisch betrouwbare uitspraken mogelijk zijn over de tendensen.

Om beter inzicht te krijgen in de schommelingen die in de percentages aangetast pollen en in de pollenconcentratie zijn vastgesteld, is tijdens de laatste bemonstering continue bemonstering toegepast. Hiertoe zijn alleen monsterpunten gekozen die gedurende het gehele monitoringonderzoek zijn bemonsterd. Dit is gedaan om voldoende monsters te kunnen nemen om de altijd bemonsterde

punten in 2000 continue te kunnen bemonsteren. Continue bemonstering van alle bemonsteringspunten financieel niet haalbaar zijn. Om deze reden zijn de terpen 322 en 354 niet in de laatste bemonsteringsronde meegenomen. Ditzelfde geldt voor de monsterpunten B op terp 231 en K op terp 64.

Uit de analyse van de monsters uit de laatste bemonsteringsronde blijkt dat met betrekking tot de pollenconcentratie inderdaad grote verticale verschillen bestaan. Omdat de fluctuaties in de pollenconcentraties met de huidige stand van kennis niet te verklaren zijn, wordt hierop in onderhavig rapport niet verder ingegaan. In de percentages aangetast pollen is de verticale variatie relatief klein. Deze percentages zijn daarom als uitgangspunt gebruikt.

De resultaten van de continue bemonstering zijn per monster gemiddeld. Het hierdoor verkregen percentage voor de laatste bemonstering kan hierdoor als betrouwbaar worden beschouwd.

Uitgaande van deze laatste percentages (zie tabel 8) is gekeken welke percentages ten opzichte van het daarop volgende een min of meer normale verandering laten zien (tabel 8: vet gedrukte getallen).

Het blijkt dat de toename van het percentage aangetast pollen vooral heeft plaatsgevonden in 1994, 1995 en 1996. Dit komt overeen met de jaren waarin de meeste aantasting in de slijpplaten is waargenomen. De afname van de conserveringstoestand (in klassen) waargenomen in de slijpplaatmonsters uit 1994, 1995, 1996 en 1997 (de jaren waarin in de slijpplaten significante achteruitgang is waargenomen) is weergegeven aan de rechterkant van tabel 8. Dat met name 1997 geen normale verandering heeft opgeleverd, wijst er op dat iets is misgegaan met de verwerking of de analyse van de in dat jaar verzamelde monsters.

Op monsterpunt W van terp 103 heeft de sterkste pollenaantasting plaatsgevonden in 1996: één jaar na de sterkste aantasting waargenomen in de slijpplaten in 1995. Op monsterpunt C1 van terp 2 heeft in 1996 en 1999 de sterkste aantasting plaatsgevonden. De toegenomen aantasting van het pollen in 1996 lijkt één jaar achter te lopen bij de afname van de micromorfologische kwaliteit in 1995. De sterke toename in 1998/1999 is moeilijk te verklaren en mogelijk niet juist. Op de terpen 206 en 231 heeft de sterkste toename van het percentage aangetast pollen plaatsgevonden in 1996. In de slijpplaten is op deze monsterpunten geen toename van de aantasting vastgesteld. Dit zou betekenen dat het pollen wel steeds verder is aangetast, maar dat geen aantasting door bioturbatie en/of veraarding van weefselresten heeft plaatsgevonden.

Er kunnen geen uitspraken worden gedaan over de terpen 231, 244 en 322 alsmede monsterpunt K op terp 64. De resultaten bieden daartoe niet voldoende aanknopingspunten.

Op monsterpunt D van terp 349 heeft de sterkste pollenaantasting plaatsgevonden in 1998: één jaar na de sterkste achteruitgang van de micromorfologische kwaliteit in 1997.

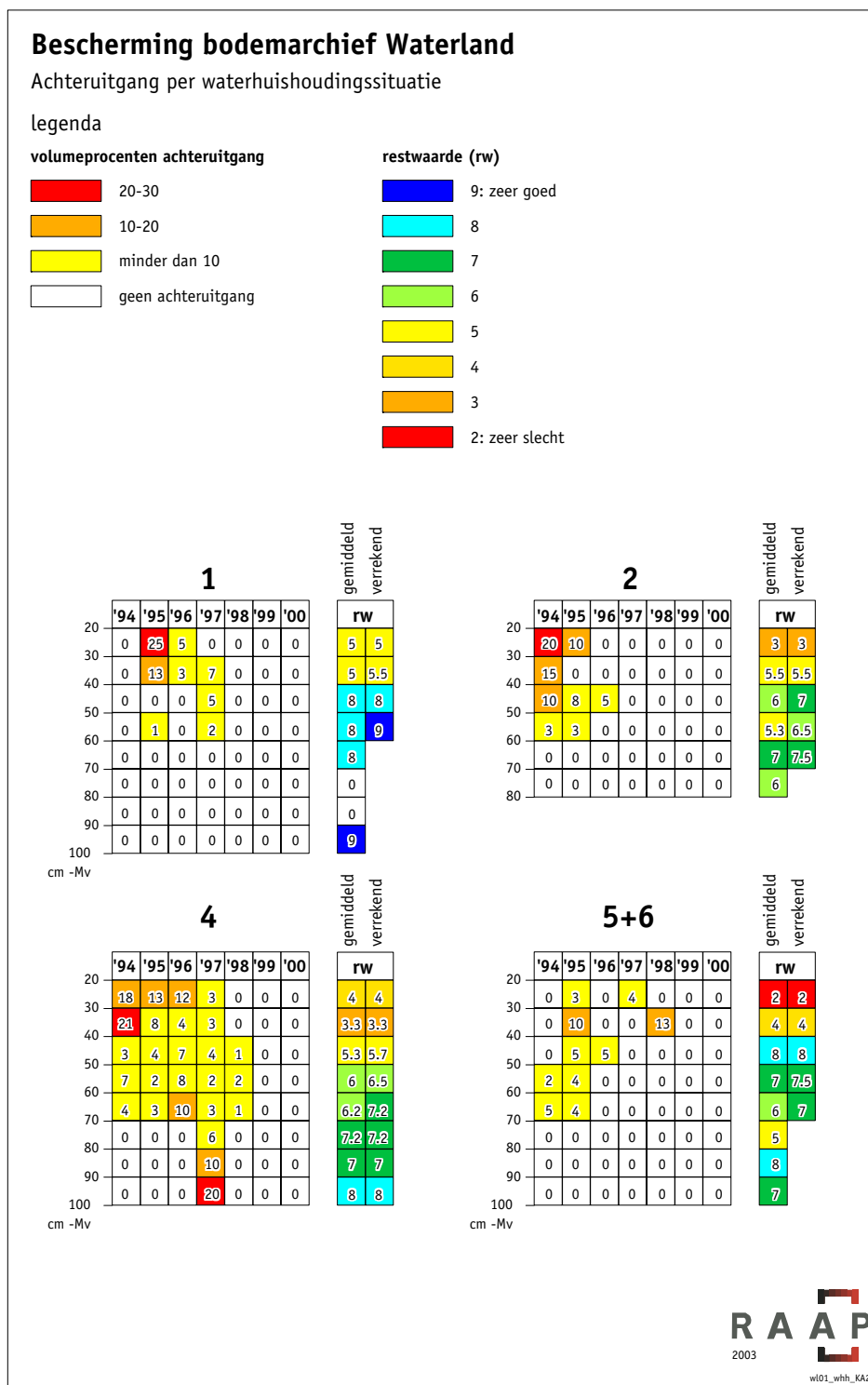
Op monsterpunt H van terp 392 heeft sterke pollenaantasting plaatsgevonden in 1994 en 1995. In dezelfde jaren is ook sterke aantasting (achteruitgang van de micromorfologische kwaliteit) vastgesteld in de slijpplaten. De achteruitgang van het pollen in de laatste bemonsteringsjaren volgt op de toename van de aantasting (achteruitgang van de micromorfologische kwaliteit) in de slijpplaten in 1997.

Op terp 50 lijkt de achteruitgang van de micromorfologische kwaliteit in de slijpplaten in 1994 te worden gevolgd door een sterke toename van het percentage aangetast pollen in 1995. De verdere toename van het percentage aangetast pollen (na 1995) wordt niet gevolgd door een achteruitgang van de micromorfologische kwaliteit.

Op terp 62 blijkt de sterke toename van de percentages aangetast pollen in 1994 en 1995 ook uit de achteruitgang van de micromorfologische kwaliteit in de slijpplaten. Dit geldt echter niet voor de toename aan het einde van het onderzoek. Mogelijk geldt hier hetzelfde als voor terp 2.

De sterke toename van de percentages aangetast pollen op monsterpunt G van terp 64 in 1994, 1995 en 1996 wordt gevolgd door een sterke toename van de aantasting (achteruitgang van de micromorfologische kwaliteit) in de slijpplaten in 1996. Op monsterpunt H van terp 64 komt de sterke toename van de percentages aangetast pollen goed overeen met de sterke achteruitgang van de micromorfologische kwaliteit in de slijpplaten in 1994, 1995 en 1996. Dit geldt echter niet voor de sterke achteruitgang van de micromorfologische kwaliteit aan het einde van de monitoringperiode (zie de terpen 2 en 62).

Figuur 12. Achteruitgang per waterhuishoudingssituatie.



## 7 Synthese en effecten beheermaatregelen

De jaren die volgden op het bepalen van de nulsituatie werden gekenmerkt door neerslaghoeveelheden die aanmerkelijk onder de normale hoeveelheden lagen. De tweede helft van 1995, geheel 1996, geheel 1997 en de eerste helft van 1998 waren hierdoor opmerkelijk droog. Vanaf de tweede helft van 1995 vond hierdoor op de meeste terpen tot grotere diepte oxidatie plaats dan in 1994 en in de eerste helft van 1995. Dit effect was het duidelijkst zichtbaar op de terpen die in beheersgebieden liggen en de terpen waarvoor beschermende maatregelen genomen zijn (waterhuishoudingssituaties 1 en 2). Op de terpen die in het verleden al onderbemalen werden (waterhuishoudingssituaties 5 en 6), trad dit effect het minst sterk op. De voor het eerst in de blokbemaling (waterhuishoudingssituatie 4) opgenomen terpen worden vanaf de tweede helft van 1995 allemaal gekenmerkt door tot op grote diepte optredende oxidatie. Slootpeilverlaging in het kader van de blokbemaling en uitdroging door uitzonderlijk geringe hoeveelheden neerslag gingen hierbij hand in hand.

De droogte in 1995, 1996, 1997 en 1998 valt samen met de periode waarin de percentages aangetast pollen het sterkst toenemen en waarin in de slijpplaten de sterkste toename van de aantasting is opgetreden.

Tijdens de in 1996 en 1998 verrichte hoogtemetingen is met name op de voor het eerst in de blokbemaling opgenomen terpen sterkere maaiveldvaling vastgesteld dan tijdens de in 2001 verrichte metingen. Dit hangt zeer waarschijnlijk ook samen met de langdurige droogteperiode voorafgaande aan deze metingen. Door de droogteperiode leidde verlaging van het polderpeil tot sterke daling van het grondwaterniveau. Doordat hierdoor een groot deel van de bodem niet langer meer in water dreef, trad aanzienlijk druktoename op en vond klink plaats. Krimp en veraarding van organisch materiaal leidde gelijktijdig tot daling van het maaiveld door volumeafname van uit veen opgebouwde bodemlagen. Op de buiten waterhuishoudingssituatie 4 gelegen terpen heeft geen plotselinge daling van het polderpeil plaatsgevonden. Hier heeft daardoor nauwelijks klink kunnen plaatsvinden. De maaiveldvalingen op de buiten waterhuishoudingssituatie 4 gelegen terpen is daardoor vrijwel uitsluitend door krimp en veraarding van organisch materiaal veroorzaakt.

Voor de weergave van de mate van aantasting per jaar zoals vastgesteld in de slijpplaten zijn de terpen onderscheiden naar waterhuishoudingssituatie (figuur 12). De waterhuishoudingssituaties 5 en 6 zijn samengevoegd omdat uit waterhuishoudingssituatie 5 slechts één terp is onderzocht.

De gemiddelde aantasting is uitgedrukt in punten (elke punt is 10% achteruitgang in conserveringswaarde) per waterhuishoudingssituatie (figuur 12: van links naar rechts) ten opzichte van de diepte (figuur 12: van boven naar beneden in trajecten van 10 cm).

Achter de gemiddelde achteruitgang is in figuur 12 per traject van 10 cm de gemiddelde eindwaarde weergegeven in hele punten. Hierachter staat steeds de gecorrigeerde gemiddelde eindwaarde. Deze correctie bestaat er uit dat telkens bij de berekening van de gemiddelde eindwaarde rekening is gehouden met de nulwaarde van een bepaald monster. Indien deze waarde tijdens de opstartfase al onder de gemiddelde eindwaarde van het daarboven gelegen traject lag, is dit monster niet meegeteld.

In elke waterhuishoudingssituatie is gedurende de monitoringperiode achteruitgang van de conserveringswaarden opgetreden. De achteruitgang is het sterkst op de in de blokbemaling opgenomen terpen (waterhuishoudingssituatie 4). De gemiddelde eindwaarden liggen hier het laagst (zie figuur 12).

Op de terpen in waterhuishoudingssituatie 1 heeft daarentegen de minste aantasting plaatsgevonden. Hier liggen de gemiddelde eindwaarden het hoogst: vanaf 20 cm -Mv een 5 (gemiddeld = voor 50% aangetast) en vanaf 40 cm -Mv een 8 (hoog = weinig aangetast).

De terpen in waterhuishoudingssituatie 2 blijken slechts in geringe mate te zijn aangetast. De aantasting is al in 1997 tot staan gekomen, waarbij vanaf 30 cm -Mv een eindwaarde van 5 geldt. Dit doet niet onder voor de eindwaarden van de op hetzelfde niveau gelegen lagen van de terpen in waterhuishoudingssituatie 1. De eindwaarden van de boven 30 cm -Mv gelegen lagen zijn in waterhuishoudingssituatie 2 echter gemiddeld 2 punten lager dan in waterhuishoudingssituatie 1. Noch in waterhuishoudingssituatie 1, noch in waterhuishoudingssituatie 2 is aantasting waargenomen dieper dan 60 cm -Mv. In de waterhuishoudingssituaties 4 en 5/6 is dit echter respectievelijk 100 en 70 cm -Mv.

De boven 30 cm -Mv gelegen lagen van de terpen in de waterhuishoudingssituatie 5 en 6 hebben de allerlaagste eindwaarde.

Vanaf 40 cm -Mv komen de eindwaarden echter overeen met die van de lagen van de in waterhuishoudingssituatie 1 gelegen terpen.

Behalve in waterhuishoudingssituatie 4 hebben de lagen van de in alle overige waterhuishoudingssituaties gelegen terpen vanaf 40 cm -Mv een eindwaarde van 7 of hoger. In waterhuishoudingssituatie 4 is dit pas het geval vanaf 60 cm -Mv.

## 8 Conclusies en aanbevelingen

### 8.1 Conclusies

Het monitoringonderzoek dat van 1994 t/m 2001 is verricht, heeft duidelijk inzicht verschaft in de processen die tot aantasting van archeologische lagen leiden, de snelheid waarmee deze aantasting plaatsvindt en de invloed die de waterhuishoudingssituatie hierop heeft.

De invoering van blokbemaling gepaard gaande met een aanzienlijke verlaging van de slootwaterpeilen heeft geleid tot sterke toename van de oxidatiediepte. Dit effect lijkt te zijn versterkt door de langdurige droogteperioden tijdens de eerste jaren van het monitoringonderzoek. Hierdoor trad krimp op; al in 1996 zijn aanzienlijke maaiveld dalingen vastgesteld.

Uit de analyse van slijpplaatmonsters blijkt dat de maaiveld dalingen het gevolg zijn van aantasting van het veen door veraarding. Gelijktijdig bleek aantasting door bioturbatie plaats te vinden. Met name in de eerste jaren van het monitoringonderzoek is de door veraarding en bioturbatie veroorzaakte aantasting enorm toegenomen.

Vanaf 1996 is de snelheid afgenomen waarmee de aantasting plaatsvond. Uit de in 1998 verrichte maaiveldhoogtemetingen blijkt dat ook de snelheid waarmee het maaiveld daalt vanaf 1996 is afgenomen.

Aan het einde van 1998 is voor het laatst toename van de aantasting door veraarding en bioturbatie vastgesteld. Na 1998 heeft geen verdere aantasting door deze processen plaatsgevonden en lijkt een stabilisatiefase te zijn bereikt. Hoewel de in 2001 voor het laatst verrichte hoogtemetingen nog wel maaiveld dalingen aan het licht hebben gebracht, bleken ook deze van geringere omvang dan tijdens de voorgaande metingen het geval was.

De terpen die in beheersgebieden liggen, blijken gedurende de monitoringperiode het minst te zijn aangetast. Van de terpen waarvoor beschermende maatregelen genomen zijn, is de bovenste 30 cm sterker aangetast dan het geval is op de in beheersgebieden opgenomen terpen. Vanaf 30 cm -Mv doen de eindwaarden van de op deze terpen bemonsterde lagen echter niet onder voor de eindwaarden van de terpen in waterhuishoudingssituatie 1. Dat dit het gevolg is van de beschermende maatregelen, blijkt uit vergelijking met de terpen die aan het begin van het onderzoek in blokbemalingsgebieden zijn opgenomen (waterhuishoudingssituatie 4). Deze zijn aanzienlijk sterker aangetast. Van alle onderzochte terpen bleek de conserveringstoestand van deze terpen aan het einde van de monitoringperiode het slechtst te zijn.

De in waterhuishoudingssituatie 5/6 gelegen terpen zijn minder sterk aangetast dan de in de blokbemaling opgenomen terpen. Hoewel de boven 30 cm -Mv gelegen lagen op deze terpen de allerlaagste eindwaarde hebben, komen de eindwaarden vanaf 40 cm -Mv overeen met die op terpen in waterhuishoudingssituatie 1. Dit betekent dat behalve in waterhuishoudingssituatie 4 de lagen van alle in overige waterhuishoudingssituaties gelegen terpen vanaf 40 cm -Mv een eindwaarde van 7 of hoger hebben. In waterhuishoudingssituatie 4 wordt deze eindwaarde pas bereikt vanaf 60 cm -Mv.

#### Samenvattend:

- Invoering van blokbemaling waarbij plotseling een decimeters lager slootwaterpeil van kracht wordt, leidt onmiskenbaar tot aanzienlijke en diepgaande aantasting van veenterpen.
- Opname van veenterpen in gebieden met een relatief hoog polderpeil ertoe leidt dat de archeologische resten nauwelijks worden aangetast.
- Bescherming van terpen door het handhaven van een relatief hoog polderpeil binnen peilscheidingsdammen is alleen voor de boven 30 cm -Mv gelegen lagen minder effectief dan opname in beheersgebieden.
- Over het geheel genomen kan worden gesteld dat aantasting voornamelijk plaatsvindt tot 70 cm -Mv; ook op terpen in blokbemalingsgebieden is vanaf deze diepte nog sprake van een zeer goede conservering (hoge eindwaarde).
- Voortzetting van particuliere onderbemaling of opname in blokbemalingsgebieden van tot dan toe particulier onderbemalen terpen leidt tot minder aantasting dan opname van tot dan toe nog niet onderbemalen terpen in blokbemalingsgebieden.

## 8.2 Aanbevelingen

De plotselinge invoering van een aanmerkelijk lager slootwaterpeil (bijvoorbeeld door middel van blokbemaling) in gebieden waarin veenterpen liggen, dient zoveel mogelijk vermeden te worden.

Het verdient daarentegen aanbeveling om zoveel mogelijk terpjes op te nemen in beheersgebieden waarin ten behoeve van de weidevogelstand een hoog polderpeil gehandhaafd blijft.

Indien het niet mogelijk is om veenterpen buiten een blokbemalingsgebied te houden, kunnen deze beschermd worden door de aanleg van peilscheidingsdammen. Hieraan voorafgaande is het verstandig om te onderzoeken of de desbetreffende terp nog in dermate goede staat verkeert dat een dergelijke relatief dure maatregel de moeite waard is. Dit kan gedaan worden door éénmalig een onafgebroken serie van slijpplaatmonsters te nemen tussen 20 en 70 cm -Mv. Door microscopische analyse van deze monsters kan bepaald worden in hoeverre de archeologische lagen zijn aangetast door bioturbatie en/of veraarding. Om te bepalen welke delen van welke terpen bemonsterd kunnen worden, kan gebruik gemaakt worden van de voorafgaande aan onderhavig monitoringonderzoek in Waterland verrichte inventarisaties. Op deze manier kan optimaal gebruik worden gemaakt van bestaande kennis en kan met een relatief geringe (financiële) inspanning een



groot en voor Nederland uniek databestand worden opgebouwd van de conserveringstoestand van archeologische vindplaatsen. Op grond hiervan kan vervolgens bepaald worden of het zin heeft een bepaalde terp op te nemen in een beheersgebied of om deze te beschermen door middel van peilscheidingsdammen.

De tijdens het onderhavig monitoringonderzoek onderzochte terpen lijken wat betreft verdere aantasting door bioturbatie en veraarding in een stabilisatiefase terecht te zijn gekomen. De jaren waarin deze stabilisatie is vastgesteld, worden echter gekenmerkt door het ontbreken van lange, relatief droge perioden. Dit betekent dat er rekening mee gehouden moet worden dat gedurende een lange droge zomerperiode opnieuw voortgang van de aantasting zou kunnen plaatsvinden.

Om vast te stellen of dit inderdaad het geval is, verdient het aanbeveling om van elk van de tot dusver onderzochte terpen het meest aantastingsgevoelige traject jaarlijks te blijven bemonsteren (tabel 9). Op elke terp kan hierdoor de monsternamen beperkt blijven tot drie monsters die gezamenlijk een traject van 18 cm beslaan (één slijpplaat). Op deze manier kan de hoeveelheid monsters beperkt worden tot één derde van de tijdens het monitoringonderzoek jaarlijks benodigde monsters. Ditzelfde geldt ook voor de hoeveelheid voor de analyse van de monsters benodigde tijd. Aangezien wordt aanbevolen op alle terpen het traject tussen 40 en 48 cm -Mv te bemonsteren, blijft het mogelijk om de terpen onderling te vergelijken. De bevindingen van de analyses kunnen jaarlijks in briefvorm worden gerapporteerd.

terp	monsterpunt	diepte	traject 30-35-40-45-50-55-60
terp 2	M1	30-48 cm -Mv	XXXXXXXXXXXX
terp 50	M2	32-50 cm -Mv	XXXXXXXXXXXX
terp 62	M3	35-53 cm -Mv	XXXXXXXXXXXX
terp 64	M1	35-53 cm -Mv	XXXXXXXXXXXX
terp 103	M2	36-54 cm -Mv	XXXXXXXXXXXX
terp 104	M1	35-53 cm -Mv	XXXXXXXXXXXX
terp 206	M2	30-48 cm -Mv	XXXXXXXXXXXX
terp 322	M1	35-53 cm -Mv	XXXXXXXXXXXX
terp 231	M1	34-52 cm -Mv	XXXXXXXXXXXX
terp 349	M2	35-53 cm -Mv	XXXXXXXXXXXX
terp 354	M2	40-58 cm -Mv	XXXXXXXXXXXX
terp 392	M3	35-53 cm -Mv	XXXXXXXXXXXX

Tabel 9. Aanbevolen jaarlijks per terp te bemonsteren trajecten.

## **9 Evaluatie**

### **9.1 Inleiding**

In dit hoofdstuk zal het monitoringonderzoek zoals dat in Waterland is uitgevoerd, worden geëvalueerd. Hierbij zal onder meer aandacht worden besteed aan de onderzoeksopzet en de gebruikte methoden. Doel van deze evaluatie is aan te geven hoe het monitoringonderzoek heeft gefunctioneerd en op welke punten er aanpassingen/verbeteringen nodig zijn. Op basis hiervan kan toekomstig monitoringonderzoek nog beter worden uitgevoerd.

### **9.2 Onderzoeksopzet**

Het opzetten en uitvoeren van een archeologisch monitoringonderzoek op deze schaal was, ten tijde van de opstartfase, nog niet eerder gedaan. Hoewel de twee deelgebieden (Limmen-Heiloo en Waterland) die zouden worden onderzocht in geologisch-, archeologisch- en landschappelijk opzicht van elkaar verschilden, is de opzet en uitvoering voor beide projecten vrijwel gelijk geweest. In hoofdstuk 4 is de opzet van het onderzoek behandeld. In onderstaande paragrafen zullen kort de eerste drie onderdelen worden geëvalueerd namelijk:

- Voorbereidende werkzaamheden.
- Opstartfase.
- Monitoring en effecttaxatie.

#### **9.2.1 Voorbereidende werkzaamheden**

Het overleg met grondgebruikers voor het verkrijgen van toestemming voor betreding van de terreinen, het inrichten van monsterpunten en het doen van metingen is veel belangrijker dan men wellicht op het eerste gezicht zou denken. Het succes van het onderzoek is grotendeels afhankelijk van de bereidwilligheid van deze mensen. Dit is vooral belangrijk omdat het monitoringonderzoek meerdere jaren duurt. Wanneer een terrein na enkele jaren van onderzoek plots wegvalt door het weigeren van toestemming, zullen ook de verkregen gegevens min of meer nutteloos worden. Tijdens het onderzoek in Waterland vielen twee terreinen uit door het ontbreken van toestemming. Het betreft de terpen 86 (waterhuishoudingssituatie 6) en 244 (waterhuishoudingssituatie 2).

Grondgebruikers hebben ook directe invloed op de kwaliteit van de archeologische resten die op/in hun gronden liggen. Wanneer een grondgebruiker besluit bepaalde stukken grasland om te zetten in akkerland kunnen daarbij archeologische

vindplaatsen worden verstoord of vernietigd. Kleinere ingrepen (zoals bemesting of het scheuren van de bovengrond) kunnen, na verloop van tijd, eveneens ernstige gevolgen hebben voor de kwaliteit van de archeologische resten. Hoewel een monitoringonderzoek juist gericht kan zijn op het bestuderen van verschillende vormen van landgebruik (normaal agrarisch gebruik), kunnen met name de grootschalige grondingrepen op korte termijn de archeologische resten volledig verstoren. De grondgebruikers moeten zich dus bewust zijn van het feit dat zich op bepaalde delen van hun land archeologische resten bevinden die gebaat zijn bij zo min mogelijk grootschalige grondingrepen. Omdat de onderzochte terreinen archeologisch gezien geen beschermde status hadden (en hebben), kon bescherming van de archeologische terreinen niet worden afgedwongen of opgelegd. Het verdient aanbeveling bij toekomstig monitoringonderzoek terreinen een beschermde status te geven. Het terrein wordt zo veiliggesteld en het monitoringonderzoek kan onbelemmerd plaatsvinden. Een alternatief is dat de desbetreffende grondgebruiker schadeloos wordt gesteld voor het niet kunnen gebruiken van dat deel van zijn land. Dergelijke afspraken dienen dan wel schriftelijk te worden vastgelegd en bij overdracht van het land te worden meegenomen. De ervaring heeft overigens geleerd dat het regelmatig terugkeren voor het doen van metingen tot goede contacten met de verschillende grondgebruikers heeft geleid.

In het kader van het monitoringonderzoek is met name in het begin veel contact geweest met grondeigenaren. Een aantal van hen wilde ook op de hoogte worden gehouden van de ontwikkelingen en resultaten. Binnen de opzet van het monitoringonderzoek was ook ruimte voor voorlichting. Zo is bijvoorbeeld een brochure uitgegeven waarin de opzet en doelstellingen van het onderzoek werden uitgelegd. Ook zijn er lezingen en interviews gegeven om het onderzoek te promoten en toe te lichten.

### **9.2.2 Opstartfase**

Binnen de opzet van het monitoringonderzoek was er veel aandacht voor het vastleggen van de nulsituatie door middel van het kwaliteitsbepalend onderzoek. Voor 20 terreinen is een uitgebreid kwaliteitsbepalend onderzoek uitgevoerd (zie hoofdstuk 4). Het voordeel van een dergelijke aanpak is dat van alle onderzochte terreinen vergelijkbare gegevens beschikbaar zijn en dat er vervolgens een goed afgewogen selectie kan plaatsvinden van terreinen die voor monitoringonderzoek in aanmerking komen. Een ander voordeel is dat het mogelijk is om bijvoorbeeld aan het eind van het monitoringonderzoek op de niet geselecteerde terreinen opnieuw een kwaliteitsbepalend onderzoek uit te voeren om de huidige situatie te bepalen. Door de nulsituatie en de huidige situatie van deze terreinen met elkaar te vergelijken, kunnen de inzichten die het monitoringonderzoek hebben opgeleverd worden gecontroleerd en waar mogelijk geëxtrapoleerd.

Voor het kwaliteitsbepalend onderzoek is gebruik gemaakt van booronderzoek, micromorfologisch onderzoek, pollenanalyse en hoogtemetingen (zie hoofdstuk 4). Het bepalen van de kwaliteit van een archeologische vindplaats met behulp

van deze methoden kent uiteraard beperkingen (zie ook § 9.3). Tijdens het booronderzoek is gezocht naar terpen met een ophogingspakket dat voor een belangrijk deel uit veenplaggen bestaat. Dit is gedaan omdat veenplaggen hoogstwaarschijnlijk aanmerkelijk gevoeliger voor verdroging zijn dan uit kleiig materiaal bestaande ophogingslagen. Op elke terp is een raai boringen gezet. De afstand tussen deze boringen bedroeg vijf á tien meter; er is geboord tot maximaal 2,0 m -Mv.

Het gebruik van een booronderzoek voor het vaststellen van de nulsituatie heeft als voordeel dat dit vrijwel non-destructief van karakter is. Het nadeel is echter dat wellicht niet zo'n gedetailleerde indruk wordt verkregen van de aard en de horizontale en verticale verspreiding van de archeologische resten. Het aanleggen van proefsleuven voor het verkrijgen van dergelijke gedetailleerde informatie heeft als nadeel dat het destructief van karakter is. Locaties die eenmaal door middel van een proefsleuf zijn onderzocht, zijn niet meer geschikt voor monitoringonderzoek omdat er door de aanleg van de proefsleuven te grote veranderingen zijn opgetreden in de oorspronkelijke situatie (bijvoorbeeld bodemopbouw).

Het uitvoeren van een monitoringonderzoek op basis van gegevens verkregen uit een booronderzoek kan dus een zekere mate van onzekerheid met betrekking tot de aard van de archeologische resten met zich meebrengen. Het gebruik van proefsleuven geeft dit probleem overigens ook, zoals is gebleken uit een monitoringonderzoek in Purmerend (Exaltus, 1999). Tijdens een karterend en waarderend booronderzoek was een aantal middeleeuwse huisplaatsen aangetroffen (Lascaris & Oudhof, 1994). Een aansluitend onderzoek met proefputten leek dit beeld te bevestigen. Omdat deze huisplaatsen werden bedreigd door woningbouw, zou een aantal huisplaatsen worden opgegraven en een aantal voor monitoringonderzoek worden geselecteerd. Tijdens de opgraving bleek het toch niet om huisplaatsen te gaan. Vervolgens werd een huisplaats opgegraven die werd gemonitord, waaruit bleek dat ook dit geen huisplaats was. Het monitoringonderzoek werd direct stilgelegd. Het uitvoeren van een karterend en waarderend booronderzoek en zelfs het uitvoeren van een proefsleuvenonderzoek kan dus niet altijd zekerheid geven over de aard van de archeologische resten. Hierbij moet wel worden opgemerkt dat het herkennen van huisplaatsen in het veengebied van Noord-Holland in de praktijk zeer moeilijk is gebleken. Het gecombineerde gebruik van booronderzoek en micromorfologisch onderzoek is wellicht een goed compromis. Door het booronderzoek wordt weliswaar slechts een globaal inzicht verkregen in de aard en verspreiding van de archeologische resten, door middel van het micromorfologisch onderzoek wordt een gedetailleerde indruk verkregen van specifieke locaties en specifieke bodemlagen (zie ook § 9.3.2).

### **9.2.3 Monitoring en effecttaxatie**

Aangezien er terpen uit vijf verschillende waterhuishoudingssituaties zijn gemonitord, konden verschillen worden waargenomen tussen de effecten die elk van deze waterhuishoudingssituaties heeft op de hierin gelegen terpen. Hierbij

bleek het een belangrijk voordeel dat beschermende maatregelen en hoogwaterzones al van kracht waren tijdens het vastleggen van de nulsituatie en dat hierin tijdens de duur van het onderzoek geen verandering is opgetreden.

Door de relatief droge zomers tijdens de eerste jaren van het onderzoek zijn de verschillen in conserveringsomstandigheden die tussen de verschillende waterhuishoudingssituaties bestaan, waarschijnlijk nog sterker naar voren gekomen dan onder normale omstandigheden het geval zou zijn geweest. Uiteindelijk blijkt elk van de vijf waterhuishoudingssituaties een ander effect te hebben op de mate en snelheid van afbraak. Ook kon onderscheid worden gemaakt tussen terpen die als verhogingen boven het omliggende maaiveld uitsteken en terpen waarbij dit niet het geval is. Dit bleek mogelijk in de waterhuishoudingssituaties 1, 4 en 5.

Doordat uit waterhuishoudingssituatie 4 tweemaal zoveel terpen geselecteerd waren als uit de overige waterhuishoudingssituaties, konden de effecten van opname in de blokbemaling van voorheen niet onderbemalen terpen, uitstekend vergeleken worden met de effecten van de overige waterhuishoudingssituaties. Het bleek een nadeel dat tijdens de duur van het onderzoek verandering van grondgebruik kon plaatsvinden op enkele terreinen waarop voor het onderzoek geselecteerde terpen lagen. Naast het terrein waarop terp 86 ligt, bleek dit ook het geval te zijn op het terrein waarop terp 244 ligt. Nota bene een terp waarvoor speciaal beschermende maatregelen zijn genomen.

### **9.3 Evaluatie per methode**

#### **9.3.1 Het bepalen van de oxidatiediepten**

De belangrijkste functie van de anderhalve meter lange, ijzeren meetpennen is het bepalen van de diepte tot waarop zuurstof in de bodem aanwezig is: op plaatsen waar zuurstof in de bodem aanwezig is, zal het ijzer van de meetpen gaan roesten (oxideren).

Het voordeel van het gebruik van de meetpennen is dat ze tot net onder het maaiveld in de grond kunnen worden gestoken en dus geen belemmering vormen voor het vee en oppervlakkige grondwerkzaamheden (zoals maaien). De meetpennen zijn bovendien met behulp van een metaaldetector makkelijk op te sporen en snel en eenvoudig af te lezen. De meetpennen zijn overigens wel met opzet in een rechte lijn geplaatst om het terugvinden ervan te vergemakkelijken. Tot slot is het gebruik van de meetpennen goedkoop. Het vervangen van de meetpennen na een meting door een nieuwe pen bleek in de praktijk niet nodig. De meetpennen werden in het veld schoongemaakt en vervolgens weer terug in de grond gestoken. Omdat de meetpennen wel worden aangetast door de roestvorming, dienen ze na verloop van tijd vervangen te worden door nieuwe pennen. Behalve voor het bepalen van de oxidatiediepte fungeerden de meetpennen ook als oriëntatiepunt voor het nemen van de monsters ten behoeve van micromorfologisch onderzoek (slijpplaatjes) en pollenanalyse.

Het gebruik van de meetpennen heeft ook een aantal beperkingen of nadelen. De meetpennen geven geen informatie over de exacte hoeveelheid zuurstof die in de bodem aanwezig is. In het veld bleek dat de roestlaag op de meetpen met name vlak onder het maaiveld vaak dikker was dan lager op de meetpen, maar er was geen direct meetbare relatie met de hoeveelheid zuurstof. Dit is overigens ook niet onderzocht. De meetpennen geven ook geen directe informatie over de diepte en de kwaliteit van het grondwater. Voor deze laatste groep van informatie is het plaatsen van peilbuizen feitelijk de meest geschikte methode. De meetpennen zijn niet te gebruiken op terreinen die als akkerland in gebruik zijn. Grondwerkzaamheden zoals ploegen zullen de meetpennen beschadigen en verplaatsen. De meetpennen zijn na aflezing en schoonmaken weer op dezelfde plaats in de grond gestoken. Het is denkbaar dat op deze manier na verloop van tijd de ruimte rond de meetpen groter wordt, waardoor het voor zuurstof makkelijker wordt in de grond door te dringen. Hierdoor zouden de metingen een verkeerd beeld kunnen geven van de oxidatiediepte ter plaatse. De keuze voor het op dezelfde locatie terugplaatsen van de meetpen kwam met name voort uit het feit dat de meetpennen ook als oriëntatiepunt fungeerden voor de monsternamen. In de praktijk bleek overigens dat het terugsteken van de meetpennen vaak zeer moeilijk ging, hetgeen er op wees dat de ruimte rond de meetpennen (zeer) gering was. Een laatste nadeel van het gebruik van de meetpennen was dat anonieme schatgravers gewapend met metaaldetectors de pennen soms uit de grond trokken.

De frequentie van de metingen voor het bepalen van de oxidatiediepten bedroeg vier keer per jaar (elke drie maanden). Voor deze opzet is gekozen omdat op deze manier het verloop van de oxidatiediepte door de tijd (jaar) heen kon worden bepaald. Met name lokale en tijdelijke verschillen in de mate van oxidatie konden zo worden vastgesteld. Aangezien het meten van de oxidatiediepten relatief snel en eenvoudig kan verlopen en door één persoon kan worden uitgevoerd, hoeft het vier keer per jaar meten geen kostbaar en arbeidsintensief werk te zijn.

### **9.3.2 Bodemmicromorfologisch onderzoek**

Tijdens het monitoringonderzoek in Waterland en Limmen-Heiloo is gekozen voor een combinatie van bodemmicromorfologisch onderzoek (slijpplatenanalyse) en pollenonderzoek met het doel te bepalen in hoeverre de twee methoden vergelijkbare resultaten opleverden. Mocht na verloop van tijd blijken dat beide methoden inderdaad vergelijkbare resultaten opleverden, dan zou een van de twee methoden wellicht kunnen afvallen. In deze paragraaf zal het slijpplatenonderzoek worden geëvalueerd. In § 9.3.3 zal dieper worden ingegaan op de voor- en nadelen van de combinatie van beide methoden.

Het uitvoeren van slijpplatenanalyse biedt de mogelijkheid zeer nauwkeurig de conserveringstoestand van de bemonsterde lagen te bepalen. Met behulp van een slijpplaat is namelijk zeer gedetailleerd te bepalen hoe en in welke mate bepaalde organische en anorganische resten in de bodem die deel uitmaken van bijvoorbeeld archeologische (vondst)lagen worden aangetast. Bovendien kan op deze

manier niet alleen de aard van de (archeologische) lagen of gelaagdheid worden vastgesteld (stooklagen, betredingslagen, etc.), maar ook de eventuele aantasting ervan. Het gebruik van slijpplaten heeft nog meer voordelen. Zo is het mogelijk om bij het vaststellen van de nulsituatie van de archeologische vindplaats nauwkeurig de reeds aanwezige (fossiele) aantasting te bepalen. Tijdens het monitoringonderzoek moet de fossiele aantasting bekend zijn om nieuw opgetreden aantasting te kunnen herkennen. Een ander voordeel van slijpplatenonderzoek is dat de slijpplaten bewaard kunnen worden en altijd door derden of op latere tijdstippen nogmaals kunnen worden bekeken. Er ontstaat op deze wijze tevens een goede vergelijkingscollectie van verschillende vormen en stadia van aantasting.

Voor het verkrijgen van de monsters voor de slijpplatenanalyse is gebruik gemaakt van een brede gutsboor (diameter 6 cm). Het gebruik van de guts heeft als voordeel dat de verstoring van de archeologische vindplaats minimaal is en dat voldoende informatie wordt verzameld over de opbouw van de bodem en de daarin aanwezige archeologische lagen. In Limmen-Heiloo zijn per monsterpunt drie monsters genomen over een aaneengesloten traject van 18 cm. Elk monster omvatte dus 6 cm van dit traject. Uiteraard werd elk monster zo genomen dat het de gehele archeologische laag met de overgangen naar de boven- en onderliggende natuurlijke lagen besloeg. Voor Waterland verliep de monstername anders. Dit was voornamelijk het gevolg van de grote verschillen in de aard en dikte van de archeologische lagen. Er is wel gebruik gemaakt van een brede gutsboor (diameter 6 cm), maar het aantal monsters en de diepteligging van de monsters verschilde per locatie. De monsters werden ook niet altijd over een ononderbroken traject genomen. Uit het monitoringonderzoek blijkt echter dat het bemonsteren van een ononderbroken traject de voorkeur verdient boven monstername van een onderbroken traject. Het bemonsteren van een ononderbroken traject geeft minder kans op fouten in verticale richting dan monstername van een onderbroken traject. In het laatste geval kan bijvoorbeeld door een kleine verschuiving in verticale richting het beoogde monster net een niet eerder bemonsterd bevatten. vallen. Tijdens de analyse van de slijpplaten kunnen deze afwijkingen overigens vaak nog wel worden gecorrigeerd. Het nadeel van het bemonsteren van een ononderbroken traject is dat dit voor dikke vondstlagen zeer kostbaar wordt.

Voor het monitoringonderzoek is gekozen voor het jaarlijks nemen van monsters. De monsters werden genomen vlakbij de meetpen die werd gebruikt voor het bepalen van de oxidatiediepten. Hierdoor konden de gegevens van de slijpplaten en pollenanalyse direct worden gekoppeld aan de verkregen oxidatiediepten. Aanvankelijk zou het monitoringonderzoek slechts drie jaar beslaan. Het nemen van de monsters leverde hierdoor in het begin geen problemen op. Toen het monitoringonderzoek echter met een paar jaar werd verlengd, werd de kans op het steken van een gaaf monster bemoeilijkt door de (onbekende) ligging van eerder gestoken monsters rond de meetpen. Om de directe koppeling met de oxidatiediepten niet te verliezen en de jaarlijkse monsters niet te ver uit elkaar te nemen, konden de monsters niet te ver van de meetpen worden gestoken. Dit probleem kan bij toekomstig monitoringonderzoek worden voorkomen door de

ligging van de monsters vooraf vast te leggen. Hiervoor kan bijvoorbeeld een ronde plaat worden gebruikt waarvan het centrum overeenkomt met de meetpen. In de plaat zijn rond het centrum gaten geboord op de plaats waar de monsters genomen moeten worden. Voor een goede oriëntatie van de plaat kan een kompas worden gebruikt.

Het herhaaldelijk nemen van monsters rond een centraal punt heeft nog een bijkomend probleem. Doordat het nemen van monsters nooit op dezelfde plek plaatsvindt (en kan plaatsvinden), zullen de monsters elk jaar iets afwijken van de monsters die in de jaren daarvoor rond dezelfde meetpen zijn genomen. Indien de bemonsterde laag een duidelijke gelaagdheid heeft en de monsters in horizontaal opzicht niet te ver uit elkaar liggen, zijn de monsters onderling wel met elkaar te vergelijken. Indien er echter op korte afstand grote verschillen in de gelaagdheid optreden (hetgeen niet onwaarschijnlijk is op archeologische vindplaatsen), kan het onderling vergelijken van de monsters problemen opleveren. Een oplossing zou kunnen zijn om voor langjarige monitoringonderzoeken niet jaarlijks, maar bijvoorbeeld eens in de twee jaar monsters te nemen. Hierdoor wordt het aantal monsters kleiner en kunnen de monsters dicht bij elkaar worden gestoken. Het nadeel van deze oplossing is dat men uiteraard minder informatie over de (mate en snelheid van) aantasting verkrijgt.

### 9.3.3 Het pollenonderzoek

Het doel van de pollenanalyse was het krijgen van een indruk van de aantasting van pollen en ander organisch materiaal (bijvoorbeeld plantaardige weefselresten) dat in het algemeen minder resistent is dan pollen (zie hoofdstuk 5). In de oorspronkelijke opzet van het monitoringonderzoek was er een belangrijke rol weggelegd voor het botanisch onderzoek. Door het regelmatig uitvoeren van botanisch onderzoek (pollenonderzoek en macrorestenonderzoek) zou de achteruitgang van pollen en macroresten kunnen worden vastgesteld, waarmee een indruk kan worden verkregen van de achteruitgang van het (kwetsbare) organische materiaal in archeologische lagen. Botanisch onderzoek was echter nog niet eerder op grote schaal toegepast voor monitoringdoeleinden en de mogelijkheden en beperkingen van deze methode waren derhalve niet duidelijk. Voor het kwaliteitsbepalend onderzoek werd uiteindelijk afgezien van botanisch onderzoek. Micromorfologisch onderzoek leek betere perspectieven te bieden voor het vaststellen van de nulsituatie, het selecteren van de terreinen en het bepalen van de monsterpunten. Bovendien bleek het uitvoeren van macrorestenonderzoek niet mogelijk omdat hiervoor te grote monsters nodig waren. Voor het monitoren van de terreinen werd besloten wel pollenonderzoek uit te voeren, in combinatie met micromorfologisch onderzoek. De monsternamen voor het pollenonderzoek zou gelijktijdig plaatsvinden met de monsternamen voor het micromorfologisch onderzoek. Direct naast het monster voor het micromorfologisch onderzoek werd het monster voor het pollenonderzoek verzameld. Op deze manier zouden de resultaten van beide onderzoeken direct aan elkaar kunnen worden gekoppeld.



Het langjarige monitoringonderzoek heeft inzicht verschaft in de mogelijkheden en beperkingen van pollenonderzoek voor het vaststellen van het verloop van de aantasting van archeologische waarden. In de loop van het monitoringonderzoek werden bijvoorbeeld onverklaarbare schommelingen zichtbaar in de door de jaren heen vastgestelde percentages aangetast pollen en de pollenconcentraties. Al vrij snel werd duidelijk dat dit, behalve statistische fouten en fouten bij de (subjectieve) analyse van aangetast pollen, verband hield met de monstername. Omdat de jaarlijkse monstername nooit op dezelfde plek plaats kon vinden, weken de monsters in horizontale en verticale richting steeds iets af van de monsters uit voorgaande jaren. Blijkbaar was de horizontale en verticale variatie in de bodem (-opbouw) zo groot dat hierdoor bij elke nieuwe monstername sterke schommelingen optraden in de vastgestelde percentages aangetast pollen en de pollenconcentraties (zie hoofdstuk 5). Dit had op haar beurt weer grote gevolgen voor de statistische aspecten van het pollenonderzoek en de vergelijkbaarheid van de jaarlijkse resultaten.

Hoewel al in 1997 werd vastgesteld dat de monstername voor het pollenonderzoek feitelijk anders zou moeten worden uitgevoerd werd vastgehouden aan de bestaande monstername. Dit was toe te schrijven aan het feit dat het onderzoek naar een andere manier van monstername veel tijd vergde en feitelijk in het kader viel van een gedegen wetenschappelijke studie naar de degradatie van pollen op archeologische monumenten. Het lopende pollenonderzoek pretendeerde derhalve niet meer te zijn dan een onderzoek naar de tendensen in de conserveringstoestand van het pollen door de tijd heen. Men stelde vast dat (Gotjé, 1997):

- Het waarschijnlijk meer zin heeft om te kijken naar de gemiddelde waarden per locatie door de jaren heen, dan een nauwkeurige vergelijking te maken van alle individuele monsters. Dat geldt met name voor de pollenconcentratie, die onder natuurlijke omstandigheden, afhankelijk van de lokale vegetatie en het soort afzettingen, nogal sterk kunnen wisselen. Tijdens de uitwerking van de gegevens is dan ook meestal gewerkt met gemiddelde waarden en afwijkingen ten opzichte van die gemiddelden.
- Het niet erg betrouwbaar was om veranderingen in het percentage aangetast pollen en de pollenconcentratie van alle monsters apart met elkaar te vergelijken. Het is beter naar de gemiddelden te kijken. Een gunstig gevolg daarvan is dat de steekproef toe- en de foutenmarge dus afneemt. Ook om die reden is het dus betrouwbaarder om naar de gegevens als geheel te kijken.

In 2000 werd uiteindelijk toch besloten een klein onderzoek te doen naar de verticale variatie in de percentages aangetast pollen en de pollenconcentratie. Hieruit bleek dat met betrekking tot de pollenconcentratie inderdaad sprake is van grote verticale verschillen. In de percentages aangetast pollen is deze variatie relatief klein (zie hoofdstuk 5).

Men zou dus kunnen concluderen dat het bepalen van de pollenconcentratie (vooralnog) geen bruikbare indicator is voor het vaststellen van de mate van aantasting van archeologische vindplaatsen door de tijd. Het bepalen van het

percentage aangetast pollen lijkt daarentegen wel een bruikbare indicator voor het in grote lijnen vaststellen van het verloop van de aantasting van archeologische vindplaatsen door de tijd. Het vaststellen van subtiele verschillen tussen de monsters door de jaren heen wordt bemoeilijkt door het voorkomen van de (onduidelijke) jaarlijkse schommelingen.

Een andere conclusie is dat men voorafgaand aan het monitoringonderzoek (bij het bepalen van de nulsituatie) eerst een goede indruk verkregen dient te worden van de horizontale en verticale variatie in het percentage aangetast pollen en de pollenconcentratie. Op basis van dit inzicht kan men verschillen en schommelingen die tijdens het monitoringonderzoek worden geconstateerd beter op waarde schatten.

Al met al is het uit wetenschappelijk oogpunt interessant om een meer doordacht onderzoek uit te voeren naar de aantasting van pollen op bedreigde archeologische monumenten om zodoende een betrouwbare methode te ontwikkelen voor de bepaling van de conserveringstoestand van een monument. Hiervoor is reeds een eerste opzet gemaakt, met een evaluatie van de tot nu toe bereikte resultaten bij dit soort monitoringonderzoek en aanbevelingen voor onderzoek in de toekomst (Van Waijjen, 2001).

Bij het huidige onderzoek in Limmen-Heiloo en Waterland wordt een globale methode toegepast zonder dat die volledig op zijn merites is getest. Voorlopig lijken de gegevens als geheel en de gemiddelden de tendensen in de conserveringstoestand van de monumenten goed weer te geven. Op dit moment is dat het maximaal haalbare.

### **Vergelijking micromorfologisch onderzoek en pollenonderzoek**

Wanneer de resultaten van het micromorfologisch onderzoek (slijpplaten) worden vergeleken met de resultaten van het pollenonderzoek, lijkt de eerste methode beter geschikt te zijn voor (archeologisch) monitoringonderzoek. De analyse van slijpplaten levert meer (gedetailleerde) informatie op over de mate en snelheid van aantasting van archeologische lagen/vindplaatsen dan het pollenonderzoek. In de slijpplaten zijn immers ook gegevens over niet-organische resten en microgelaagdheid zichtbaar. Verticale en horizontale verschillen in de opbouw van archeologische lagen/vindplaatsen lijken bij het micromorfologisch onderzoek minder problemen op te leveren dan bij pollenonderzoek. De slijpplaten blijven bewaard en kunnen op een later tijdstip of door derden opnieuw worden bekeken. De kosten voor de monstername en de analyse zijn voor beide methoden vergelijkbaar.

Het koppelen van de gegevens van het micromorfologisch onderzoek aan de gegevens van het pollenonderzoek is in de praktijk zeer lastig gebleken. De relatief gedetailleerde gegevens verkregen met behulp van de slijpplaten zijn moeilijk te vergelijken met de minder gedetailleerde, vaak grillige gegevens van het pollenonderzoek. Dit wordt bovendien nog eens versterkt door het feit dat er voor het bepalen van de mate en snelheid van aantasting zowel relaties moeten worden gelegd tussen de verschillende bemonsterde niveaus per monsterlocatie als tussen de metingen van de specifieke monsterlocatie als geheel door de jaren heen.

### 9.3.4 Hoogtemetingen

Op alle bemonsterde terreinen zijn in 1994, 1996, 1998 en 2001 hoogtemetingen uitgevoerd op de meetlijn waarop de meetpunten waren ingericht (zie hoofdstuk 5). Het doel van deze metingen was het vaststellen van veranderingen in de hoogte en vorm van het maaiveld. Omdat de metingen langs een rechte lijn zijn uitgevoerd, is geen informatie beschikbaar over veranderingen van het maaiveld aan weerszijden van de meetlijn. De keuze voor het meten van alleen de meetlijn kwam vooral voort uit praktische overwegingen. Het meten van een groot aantal punten in een vlak vereist niet alleen een min of meer vast grid, maar kost ook meer tijd. De metingen op de meetlijn worden overigens wel geacht min of meer representatief te zijn voor de veranderingen die optreden in de hoogte en vorm van het maaiveld rond de meetlijn. Lokale vergravingen of ophogingen worden op deze manier echter niet geregistreerd. Voor de hoogtemetingen is gebruik gemaakt van een waterpasinstrument en een vast hoogtepunt (NAP-punt) in de buurt van het te onderzoeken terrein. In sommige gevallen moest dit vaste punt eerst van elders naar het te onderzoeken terrein worden overgebracht. Het uitkiezen of inrichten van een stabiel, vast punt in de nabijheid van de te onderzoeken terreinen kan in een aantal gevallen problemen geven. Werkzaamheden door boeren maar ook natuurlijke factoren kunnen de vaste punten verstoren of vernietigen.

Het regelmatig terugmeten naar vaste NAP-punten is de enige manier om meetfouten te voorkomen, maar dit is gezien de afstanden vaak ondoenlijk. Het gebruik van gespecialiseerde meetapparatuur zoals een Global Positioning System (GPS) voor het uitvoeren van hoogtemetingen is een goed alternatief. Dergelijke metingen zullen echter door gespecialiseerde bureaus moeten worden uitgevoerd omdat de bediening van de apparatuur complex is en de kosten van het aanschaffen van de meetapparatuur hoog zijn.

Het gebruiken van hoogtemetingen voor het vaststellen van veranderingen van het maaiveld heeft in zijn algemeenheid beperkingen. Zo kan een daling van het maaiveld worden gecompenseerd door een ophoging van het maaiveld (bijvoorbeeld door het uitbaggeren van een sloot) zonder dat dit tijdens de hoogtemetingen wordt opgemerkt. Dit geldt met name wanneer er een relatief lange tijd tussen de hoogtemetingen zit en/of de relatieve stijging of daling van het maaiveld gering is (1 tot 2 cm). Zolang men geen goede controle heeft over wat voor grondwerkzaamheden er op het onderzochte terrein plaatsvinden of hebben plaatsgevonden is het moeilijk om de oorzaak van bijvoorbeeld maaiveld dalingen te achterhalen. Eenmaal met een zware landbouwmachine over een venige bodem rijden kan bijvoorbeeld hetzelfde effect hebben als het inklinken van dezelfde bodem door natuurlijke processen over een periode van enkele jaren. De daling van het maaiveld als gevolg van bijvoorbeeld inklinking zal bovendien sterk afhangen van de opbouw van de bodem. Reeds compacte bodems zullen minder inklinken dan 'losse' bodems. Men moet de bodemopbouw van het te onderzoeken terrein dus goed kennen om de veranderingen in het maaiveld zinvol te kunnen verklaren.

### 9.3.5 Wormentellingen

Alleen voor het monitoringonderzoek in Waterland-Oost en -Midden is gebruik gemaakt van wormentellingen. Doel van deze wormentellingen was te bepalen hoe het voorkomen van wormen zich verhoudt tot het niveau van de grondwater-spiegel en het niveau van de (archeologische) bewoningslagen. Aanleiding was de constatering dat (archeologische) bewoningslagen van terpen die boven het maaiveld uitsteken en die al geruime tijd aan oxiderende omstandigheden waren blootgesteld, nauwelijks aantasting door bioturbatie vertonen. De nadruk lag specifiek op de rol van (regen)wormen omdat uit micromorfologisch onderzoek was gebleken dat zij verantwoordelijk zijn voor de meeste (versturende) graaf-activiteiten. Uit de wormentellingen blijkt dat er een relatie bestaat tussen de hoogte van het grondwater, de ligging van de (archeologische) bewoningslagen, de aantallen wormen en de mate van aantasting van de (archeologische) bewoningslagen. Uiteraard speelde ook de hoeveelheid organische componenten in de archeologische bewoningslagen een rol. Een laag met weinig organische componenten is minder aantrekkelijk voor een wormenpopulatie dan een laag met veel organische componenten (zie § 4.4.1 en 5.5). Voor het tellen van de wormen werd gebruik gemaakt van een gutsboor met een diameter van 6 cm. Het is uiteraard de vraag of de aantallen wormen die worden aangetroffen in een gutsboor met een diameter van 6 cm representatief zijn voor de totale hoeveelheid wormen in de bodem. Er kan gebruik worden gemaakt van een Edelmanboor met een diameter van 15 of 20 cm; dan is het volume opgeboord materiaal veel groter en dus de kans op het aantreffen van wormen groter. Het nadeel van deze methode is echter dat op deze manier de verstoring van de (archeologische) bewoningslagen vele malen groter is dan bij gebruik van de gutsboor.

Bij het wormentellen is getracht de hoeveelheid aangetroffen wormen uit te drukken in een volume-eenheid. Hiermee voorkomt men de vraag wat nu precies gemeten wordt: de aantallen wormen of de grootte van de wormen. Het uitdrukken van de wormen in een volume-eenheid kan echter bij geringe aantallen of kleine wormen problemen opleveren.

## Literatuur

- Bos, J.M., H. Brongers & F.P. Janzen**, 1986. Archeologische waarden in de ruilverkaveling Waterland: III Waterland-Oost (Durgerdam, Holysloot, Ransdorp, Schellingwoude, Uitdam, Zuiderwoude, Zunderdorp en een deel van Broek in Waterland). *RAAP-rapport 5* (W.A.R. IV). Stichting RAAP, Amsterdam.
- Breeuwsema, A. & H. de Bakker**, 1990. Bodemvorming. In: W.P. Locher & H. de Bakker (red.); *Bodemkunde van Nederland. Deel 2, Bodemgeografie*. Malmberg, Den Bosch.
- Bullock, P., N. Federoff, A. Jongerius, G.J. Stoops & T. Turstina**, 1988. *Handbook for thin section description*. Warne Research, Wolverhampton.
- Datema, R.R.**, 1988. Een inventarisatie van archeologische elementen ten behoeve van het intentieprogramma bodembescherming in de provincie Noord-Holland. *RAAP-rapport 29*. Stichting RAAP, Amsterdam.
- Exaltus, R.E.**, 1997. Provincie Noord-Holland, ontwerppeilbesluiten Waterland-Oost en Twiske; een archeologische bureaustudie. *RAAP-rapport 302*. Stichting RAAP, Amsterdam.
- Exaltus, R.P.**, 1999. VINEX-locatie Purmerend-West, gemeente Purmerend; monitoringonderzoek op drie vindplaatsen. *RAAP-rapport 517*. Stichting RAAP, Amsterdam.
- Exaltus, R.P.**, 2001. Bescherming bodemarchief Waterland-Midden en Waterland-Oost; monitoringonderzoek juni 1996 tot en met juni 1999. *RAAP-rapport 509*. RAAP Archeologisch Adviesbureau, Amsterdam.
- Exaltus, R.P. & C.M. Soonius**, 1994. 'Bescherming antropogeen waardevolle terreinen t.b.v. de uitvoering Bijdragenregeling Bodembeschermingsgebieden'. Opstartnotitie t.b.v. het deelproject: Waterland, onderzoeksfase eerste jaar. *RAAP-rapport 91*. Stichting RAAP, Amsterdam.
- Exaltus, R.P. & C.M. Soonius**, 1997. 'Bescherming antropogeen waardevolle terreinen t.b.v. de uitvoering Bijdragenregeling Bodembeschermingsgebieden'. Eindverslag Deelproject Waterland, monitoring 1994-1996. *RAAP-rapport 189*. Stichting RAAP, Amsterdam.
- Fægri, K., P.E. Kaland & K. Krzywinski**, 1989 (derde herziene druk). *Textbook of Pollen Analysis*. Munksgaard, Copenhagen.
- Gotjé, W.**, 1995. *Conservering van organisch materiaal in een aantal archeologische monumenten (terpen) in Waterland: de tweede monitoringronde*. Intern rapport Stichting RAAP/BIAX, Amsterdam.
- Gotjé, W.**, 1997. *Conservering van organisch materiaal in een aantal terpen in Waterland (Noord-Holland): vierde monitoringronde*. Intern rapport Stichting RAAP/BIAX, Amsterdam.

- Havinga, A.J.**, 1984. A 20-year Experimental Investigation into the Differential Corrosion Susceptibility of Pollen and Spores in Various Soil Types. *Pollen et Spores* 26: 541-558.
- Janzen, F.P.**, 1988. Archeologische waarden in de ruilverkaveling Waterland: VII Waterland-Midden. *RAAP-rapport* 17 (W.A.R. IX). Stichting Raap, Amsterdam.
- Molenaar, S., R.P. Exaltus & M.C.A. van Waijjen**, 2003. Monitoringonderzoek ruilverkavelingsgebied Limmen-Heiloo 1994-2001 (provincie Noord-Holland). *RAAP-rapport* 856. RAAP Archeologisch Adviesbureau, Amsterdam.
- Lascaris, M. & J.W. Oudhof**, 1994. Purmerend plan-west, een aanvullende kartering en waardering. *Interne Rapporten* nr. 17. Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek, Amersfoort.
- Otten, W.**, 1985. Nader onderzoek naar oxydatie van veengronden, literatuur-overzicht en metingen aan veenmonsters. *ICW-nota* 1620. Instituut voor cultuurtechniek en waterhuishouding, Wageningen.
- Schothorst, C.J.**, 1982. Drainage and behaviour of peat soils. In: H. de Bakker & M.W. van den Berg (eds.); Proceedings of the symposium on peat lands below sealevel. *ILRI-publication* 30: 131-163. ILRI, Wageningen.
- Stein, J.K.**, 1983. Earthworm activity: A source of potential disturbance of archaeological sediments. *American Antiquity* 48(2): 277-289.
- Stiboka**, 1965. *Bodemkaart van Nederland, schaal 1:50.000. Blad 25 Oost Amsterdam*. Stichting voor Bodemkartering, Wageningen
- Waijjen, M.C.A. van**, 2001. Conservering van pollen in een aantal archeologische monumenten nabij Waterland (Noord-Holland). De zevende en laatste monitoringronde. *BIAXiaal* 116. BIAX consult, Amsterdam.

## Gebruikte afkortingen

<b>AAC</b>	Amsterdams Archeologisch Centrum
<b>AMK</b>	Archeologische Monumenten Kaart
<b>BBG</b>	Bijdragenregeling Bodembeschermingsgebieden
<b>BGM</b>	Bijdragenregeling Gebiedsgericht Milieubeleid
<b>GPS</b>	Global Positioning System
<b>KNMI</b>	Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut
<b>MKZ</b>	mond- en klauwzeer (-crisis)
<b>-Mv</b>	beneden maaiveld
<b>NAP</b>	Normaal Amsterdams Peil
<b>SGM</b>	Subsidiebesluit Gebiedsgericht Milieubeleid
<b>VRM</b>	Ministerie van Verkeer, Ruimtelijke Ordening en Milieu

## Verklarende woordenlijst

<b>anorganisch</b>	niet organisch (niet van plantaardige of dierlijke oorsprong)
<b>antropogeen</b>	ten gevolge van menselijk handelen (door mensen gemaakt/ veroorzaakt)
<b>artefact</b>	alle door de mens gemaakte of gebruikte voorwerpen
<b>bioturbatie</b>	zie § 3.2
<b>freatisch vlak</b>	grondwaterspiegel
<b>Holoceen</b>	jongste geologisch tijdvak (vanaf de laatste IJstijd: ca. 8800 jaar voor Chr. tot heden)
<b>klink</b>	zie § 3.2
<b>krimp</b>	zie § 3.2
<b>mesotroof veen</b>	veen dat in een matig voedselrijk milieu is ontstaan
<b>oligotroof veen</b>	veen dat in een voedselarm milieu is ontstaan
<b>oxidatie</b>	zie § 3.2
<b>veraarden</b>	zie § 3.2

## Overzicht van figuren, tabellen en bijlagen

- Figuur 1.** De ligging van de onderzochte terpen.
- Figuur 2.** Neerslaggegevens KNMI meetstation Schellingwoude.
- Figuur 3.** Waterhuishoudingssituaties 1 en 2 - veranderingen van het maaiveld op de terpen 50, 103, 244 en 349.
- Figuur 4.** Waterhuishoudingssituatie 4 - veranderingen van het maaiveld op de terpen 62, 64, 322 en 392.
- Figuur 5.** Waterhuishoudingssituatie 6 - veranderingen van het maaiveld op de terpen 2, 206 en 354.
- Figuur 6.** Waterhuishoudingssituatie 5 - veranderingen van het maaiveld op terp 231.
- Figuur 7.** Terp 104 - resultaten wormtelling.
- Figuur 8.** Terp 206 - resultaten wormtelling.
- Figuur 9.** Resultaten bodemmicromorfologisch onderzoek.
- Figuur 10.** Het gemiddelde percentage aangetast pollen gedurende zeven monitoringronden per terp.
- Figuur 11.** De gemiddelde pollenconcentratie gedurende zeven monitoringronden per terp.
- Figuur 12.** Achteruitgang per waterhuishoudingssituatie.
- Figuur 13.** Terp 2 - ligging monsterpunten.
- Figuur 14.** Terp 2 - gemeten oxidatiediepten.

- Figuur 15.** Terp 50 - ligging monsterpunten.
- Figuur 16.** Terp 50 - gemeten oxidatiediepten.
- Figuur 17.** Terp 62 - ligging monsterpunten
- Figuur 18.** Terp 62 - gemeten oxidatiediepten.
- Figuur 19.** Terp 64 - ligging monsterpunten.
- Figuur 20.** Terp 64 - gemeten oxidatiediepten.
- Figuur 21.** Terp 103 - ligging monsterpunten.
- Figuur 22.** Terp 103 - gemeten oxidatiediepten.
- Figuur 23.** Terp 104 - ligging monsterpunten.
- Figuur 24.** Terp 206 - ligging monsterpunten.
- Figuur 25.** Terp 206 - gemeten oxidatiediepten.
- Figuur 26.** Terp 231 - ligging monsterpunten.
- Figuur 27.** Terp 231 - gemeten oxidatiediepten.
- Figuur 28.** Terp 322 - ligging monsterpunten.
- Figuur 29.** Terp 322 - gemeten oxidatiediepten.
- Figuur 30.** Terp 349 - ligging monsterpunten.
- Figuur 31.** Terp 349 - gemeten oxidatiediepten.
- Figuur 32.** Terp 354 - ligging monsterpunten.
- Figuur 33.** Terp 354 - gemeten oxidatiediepten.
- Figuur 34.** Terp 392 - ligging monsterpunten.
- Figuur 35.** Terp 392 - gemeten oxidatiediepten.

- Tabel 1.** Overzicht van de gedurende de monitoringperiode (1994-2001) uitgevoerde werkzaamheden.
- Tabel 2.** Het percentage aantasting door bioturbatie met de daaraan gekoppelde conserveringswaarde.
- Tabel 3.** Het percentage weefselresten met de daaraan gekoppelde conserveringswaarde.
- Tabel 4.** Het percentage aangetast pollen met de daaraan gekoppelde indeling in klassen.
- Tabel 5.** De pollenconcentratie met de daaraan gekoppelde indeling in klassen.
- Tabel 6.** De gemiddelde zakking per terp over de gehele monitoringperiode.
- Tabel 7.** De percentages aangetast pollen gedurende de zeven monitoringronden.
- Tabel 8.** Vergelijking percentages aangetast pollen met de achteruitgang in micromorfologische waarde per monster per terp.
- Tabel 9.** Aanbevolen jaarlijks per terp te bemonsteren trajecten.
- Tabel 10.** Terp 2 - percentage aangetast pollen.
- Tabel 11.** Terp 2 - pollenconcentratie.
- Tabel 12.** Terp 50 - percentage aangetast pollen.
- Tabel 13.** Terp 50 - pollenconcentratie.
- Tabel 14.** Terp 62 - percentage aangetast pollen.
- Tabel 15.** Terp 62 - pollenconcentratie.
- Tabel 16.** Terp 64 (monsterpunt 1) - percentage aangetast pollen.
- Tabel 17.** Terp 64 (monsterpunt 1) - pollenconcentratie.
- Tabel 18.** Terp 64 (monsterpunt 2) - percentage aangetast pollen.
- Tabel 19.** Terp 64 (monsterpunt 2) - pollenconcentratie.



**Tabel 20.** Terp 103 - percentage aangetast pollen.

**Tabel 21.** Terp 103 - pollenconcentratie.

**Tabel 22.** Terp 206 - percentage aangetast pollen.

**Tabel 23.** Terp 206 - pollenconcentratie.

**Tabel 24.** Terp 231 - percentage aangetast pollen.

**Tabel 25.** Terp 231 - pollenconcentratie.

**Tabel 26.** Terp 349 - percentage aangetast pollen.

**Tabel 27.** Terp 349 - pollenconcentratie.

**Tabel 28.** Terp 392 - percentage aangetast pollen.

**Tabel 29.** Terp 392 - pollenconcentratie.

**Bijlage 1.** Catalogus.

## Bijlage 1. Catalogus

### Bijlage 1.1: Toelichting bij de catalogus

In deze catalogus zijn de gegevens van de terpen 2, 50, 62, 64, 103, 104, 206, 231, 322, 349, 354 en 392 opgenomen; deze terpen hebben deel uitgemaakt van het monitoringonderzoek van 1994 tot en met september 2001.

1. **RAAP-terpnummer:** het nummer dat de terp in Bos e.a. (1986), Janzen (1988) en/of Datema (1988) heeft gekregen.
2. **Oude RAAP-codes:** de objectnummers en catalogusnummers die de terpen in voorgaande rapporten gekregen hebben; **CMA-code:** code samengesteld uit het kaartbladnummer (schaal 1:25.000) en een volgnummer.  
**Monumentnummer:** het ARCHIS-monumentnummer.
3. **Type vindplaats:** het type of de aard en de datering van de vindplaats.
4. **Coördinaten (centrum) en Kaartblad:** de topografische coördinaten van de terp en het kaartblad van de topografische kaart van Nederland (schaal 1:25.000) waarop het terrein ligt.
5. **Gemeente, Plaats en Veldnaam:** de gemeente en een nadere plaatsaanduiding van het gebied waar de terp ligt alsmede (indien bekend) de veldnaam.
6. **Relatie ruilverkaveling:** de waterhuishoudingssituatie van het terrein (zie § 4.3.2); **Polderpeil:** peil waarbinnen het terrein ligt (voor alle peilen geldt hier dat ze zijn vastgesteld door Gedeputeerde Staten op 9 april 1998);  
**Bodemtype:** het bodemtype volgens bodemkaart (Stiboka, 1965).
7. **Algemene terreinbeschrijving:** een beschrijving van het terrein. Gegevens zijn deels overgenomen uit Bos e.a. (1986), Janzen (1988) en/of Datema (1988).
8. **Monitoring:** beschrijving van de plaats(en) waar metingen zijn verricht en waarvan monsters zijn genomen ten behoeve van het monitoringonderzoek.
9. **Resultaten:** de resultaten van achtereenvolgens de meting van oxidatiediepten, hoogtemetingen, bodemmicromorfologisch onderzoek, pollenanalyse en (indien van toepassing) wormtelling.
10. **Conclusies:** de conclusies gebaseerd op alle op het desbetreffende terrein verrichte metingen sinds het begin van het monitoringonderzoek in 1999.

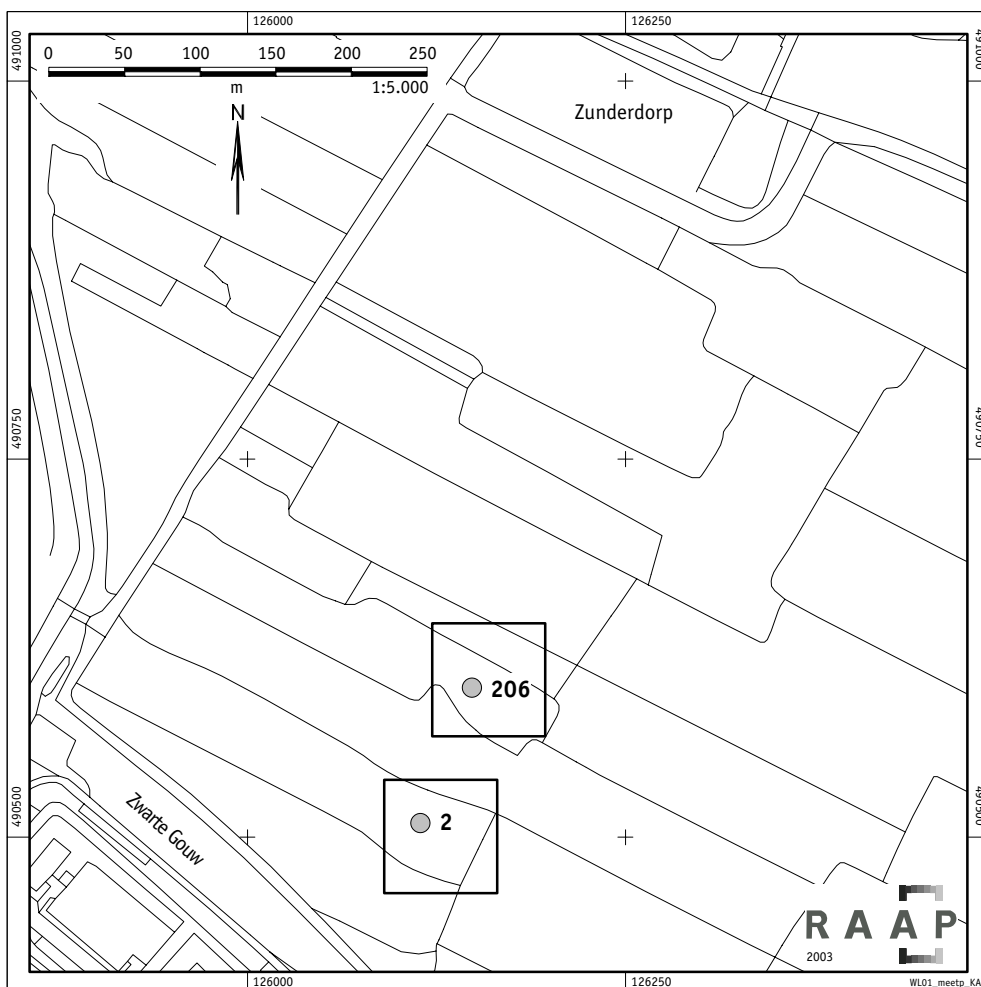
## 1.2 Catalogus

### Catalogusnummer 1: Terp 2 (figuren 9, 13 en 14)

1. **RAAP-terpnummer:** terp 2
2. **Oude RAAP-codes:** Bos e.a. (1986): WOQ007, cat.nr. 2; Datema (1988): cat.nr. 316; **CMA-code:** 25E-068; **Monumentnummer:** 5978
3. **Type vindplaats:** meer-perioden huisplaats (terp); **Datering:** 1000-1300 na Chr. (en 14e eeuw)
4. **Coördinaten:** 126.12/490.52; **Kaartblad:** 25E
5. **Gemeente:** Amsterdam; **Plaats:** Zunderdorp; **Veldnaam:** Kees Immeslaan
6. **Relatie tot ruilverkaveling:** binnen een blokbemalingsgebied dat daarvoor particulier onderbemalen werd (waterhuishoudingssituatie 6); **Polderpeil:** vast peil Zunderdorp: 2,22 m -NAP; **Bodemtype:** Waardveengronden (veengronden met kleidek zonder minerale eerdlaag) gevormd in veenmosveen.
7. **Algemene terreinbeschrijving:** terrein van zeer hoge archeologische waarde; er is een duidelijk reliëf zichtbaar en een afwijkend slootpatroon aanwezig. Terp 2 vormt samen met de terpen 1 en 3 t/m 7 (Bos e.a., 1986: cat.nrs. 1, 26, 27, 28, 29 en 30) een buurtje bestaande uit meerdere bewoningsfasen. Hoeveel huizen hier gelijktijdig hebben gestaan, is niet vast te stellen. Ze maken deel uit van de vroegste nederzetting Zunderdorp. Het perceel heet 'Kees Immeslaan'. Een laan is het perceel tussen de weg en de boerderij(en). Het buurtje ligt dan ook achter op het perceel. Het is herkenbaar aan de uitstulpingen in de sloten en aan een serie duidelijke bulten en bultjes.
8. **Monitoring:** de meetpunten 1 en 2 zijn respectievelijk op 50 en 35 m van de oostelijke sloot ingericht (figuur 13). Op beide meetpunten zijn monsters voor bodemmicromorfologisch onderzoek verzameld. Op meetpunt 2 zijn ook pollenmonsters verzameld. De bemonsterde trajecten van meetpunt 1 bestaan uit betredingslagen, stooklagen en veenplaggen; die van meetpunt 2 bestaan uit veenplaggen.
9. **Resultaten**

**Meting van oxidatiediepten:** nadat in 1995 en 1996 de oxidatiediepten maximaal 50 cm -Mv bedroegen, is begin 1997 (net als in 1994) een oxidatiediepte van 60 cm -Mv bereikt (figuur 14). Ditmaal gebeurde dat echter niet aan het einde van de zomer (zoals in 1994), maar aan het einde van de winter (1996/1997). Gedurende geheel 1997 bleef de diepte tot waar in de bodem oxidatie optrad tussen de 50 en 60 cm -Mv schommelen. In de eerste helft van 1998 kwamen de oxidatiediepten ongeveer overeen met die in 1997. In de tweede helft van 1998 vond echter een drastische afname van de oxidatiediepten plaats tot slechts 20 cm -Mv in december. Dit hangt samen met de hoeveelheden neerslag in de maanden augustus en september van dat jaar (zie figuur 2). De grootste oxidatiediepten zijn op terp 2 doorgaans in september vastgesteld. In september 1999 is met 70 cm de grootste oxidatiediepte in de gehele monitoringperiode vastgesteld. Onder invloed van de overvloedige neerslag in augustus en september van 2001 zijn de oxidatiediepten afgenomen tot maximaal 40 cm in september 2001. Dergelijke geringe oxidatiediepten zijn in de voorgaande jaren slechts incidenteel bereikt.

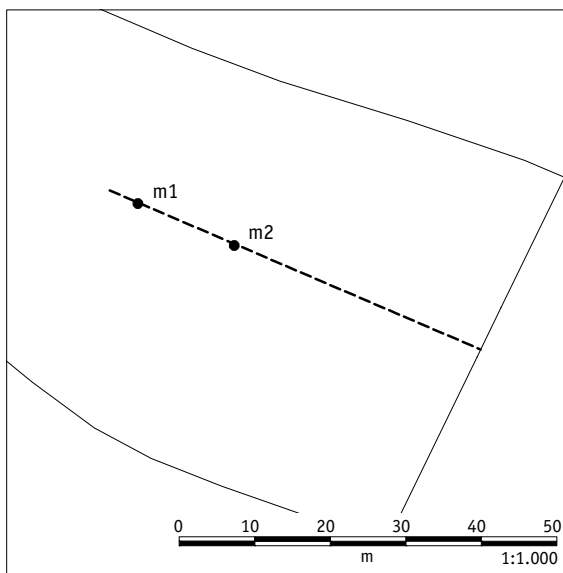
Figuur 13. Terp 2 - ligging monsterpunten.



**Bescherming bodemarchief Waterland**  
Terp 2 - ligging monsterpunten

legenda

- terp
- monsterpunt
- 2 terpnummer
- m1 monsternummer
- meetlijn



**Hoogtemetingen:** de maaiveld daling die in 1996 ten opzichte van 1994 is vastgesteld, heeft zich in beperkte mate voortgezet (figuur 5). De in 1998 verrichte metingen laten een iets gedaald maaiveld zien, waarbij de terp minder geprononceerd is dan voorheen het geval was. Dit komt met name ook doordat het terrein naast de sloot ten gevolge van graafwerkzaamheden verhoogd is. Mogelijk heeft door grondbewerking een zekere afvlakking van het terrein plaatsgevonden. Aangezien deze terp in het verleden al onderbemalen werd, is het immers onwaarschijnlijk dat krimp of klink plotseling tot daling van het maaiveld heeft geleid. In 2001 is door het schonen van een sloot het beeld enigszins vertroebeld. Naast een nog steeds geringe daling van het hoogste deel lijkt er ook sprake van een maaiveldstijging (nabij de sloot).

**Bodemmicromorfologisch onderzoek:** op monsterpunt 1 heeft incidenteel achteruitgang plaatsgevonden van de in de bovenste vier monsters aangetroffen betredingslagen (figuur 9). Voor het eerst werd hier achteruitgang vastgesteld aan het einde van 1995, toen het tot dan toe uitmuntend geconserveerde vierde monster van boven door lichte bioturbatie 1 punt achteruit bleek te zijn gegaan. Aan het einde van 1997 is achteruitgang met 1 punt vastgesteld in het al slecht geconserveerde bovenste monster. Voor de laatste maal is achteruitgang vastgesteld in 1998. In dit jaar bleek het tot dan toe zeer goed geconserveerde derde monster van boven met 4 punten achteruit te zijn gegaan. De uit klei- en veenplaggen bestaande lagen op monsterpunt 2 zijn tijdens de monitoringperiode alleen aangetast in 1994 en 1995. In beide jaren betrof het een achteruitgang met 1 punt in de beide bovenste monsters.

**Pollenanalyse:** de maximaal 15% aantasting die tijdens de opstartfase is vastgesteld, blijkt in 2000 tot boven de 60% te zijn toegenomen (tabel 10).

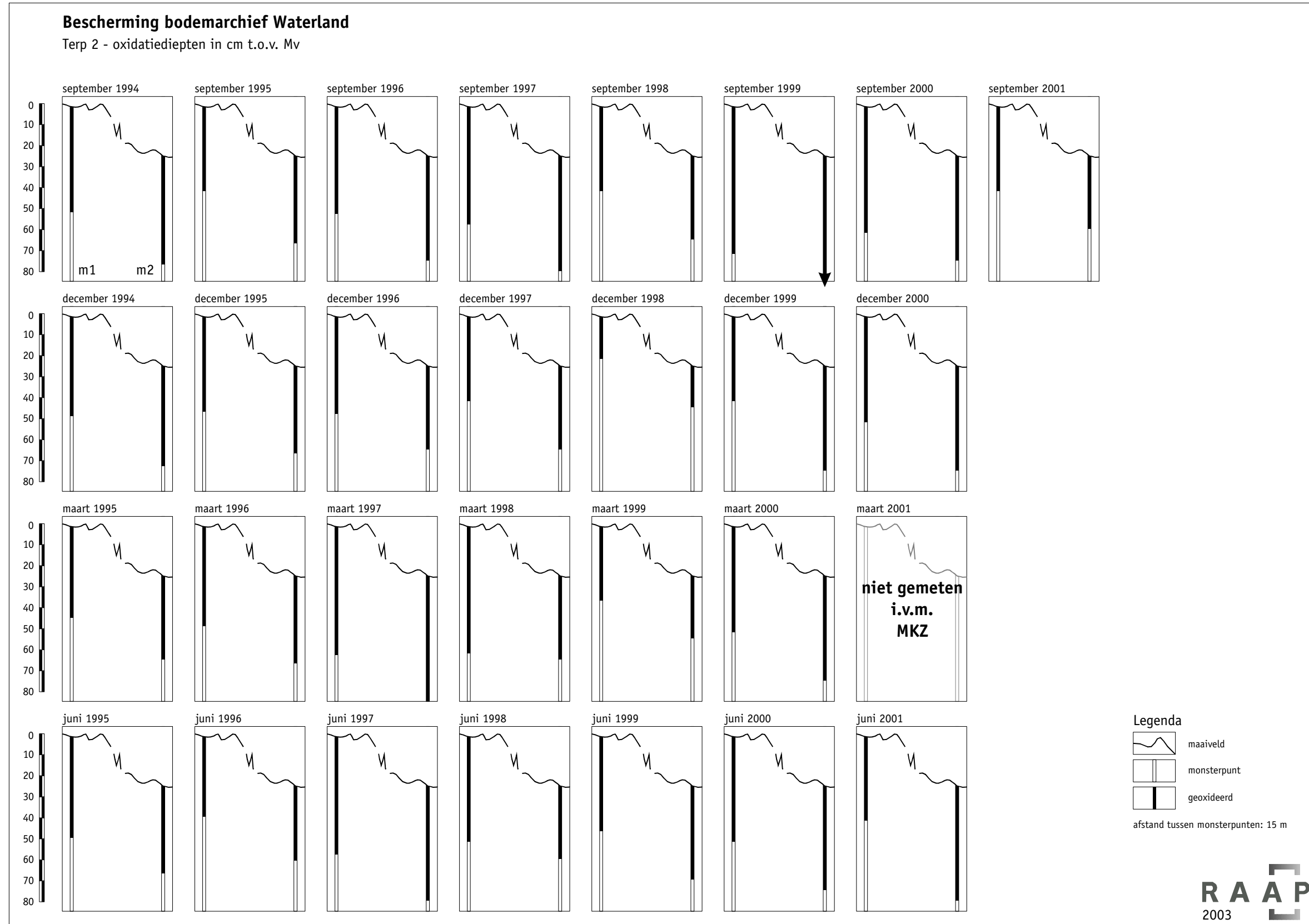
monster	percentage aangetast pollen							gemiddeld
	opstart	1994	1995	1996	1997	1998	2000	
T2C1	14	23	81	42	55	44	67	47
T2C2	15	21	25	36	28	41	60	32
T2C3	9	28	21	55	18	48	64	35
gemiddeld	13	24	42	44	34	45	64	38

Tabel 10. Terp 2 -  
percentage aangetast  
pollen.

Ondanks de sterke toename zijn de percentages aangetast pollen op deze terp, in vergelijking met de overige terpen, nog altijd relatief laag. De van monsterpunt 2 afkomstige pollenmonsters vertonen over het geheel genomen een toename van de percentages aangetast pollen. Alleen het bovenste monster uit 1995 en alle monsters uit 1997 passen niet in dit beeld. Vergelijking van de percentages aangetast pollen van 1998 met die van 1996 lijkt te wijzen op een stabilisatie van de aantasting in deze periode. In 1996 en in 2000

monster	pollenconcentratie							gemiddeld
	opstart	1994	1995	1996	1997	1998	2000	
T2C1	277.503	134.055	691.575	257.986	1.811.521	502.433	549.825	603.557
T2C2	317.453	294.679	236.487	117.965	253.876	441.177	376.477	291.159
T2C3	150.768	182.576	281.430	730.328	185.932	128.376	139.293	256.958
gemiddeld	248.574	203.770	403.164	368.760	750.443	357.329	355.198	383.891

Tabel 11. Terp 2 - pollenconcentratie.



Figuur 14. Terp 2 - gemeten oxidatiediepten.

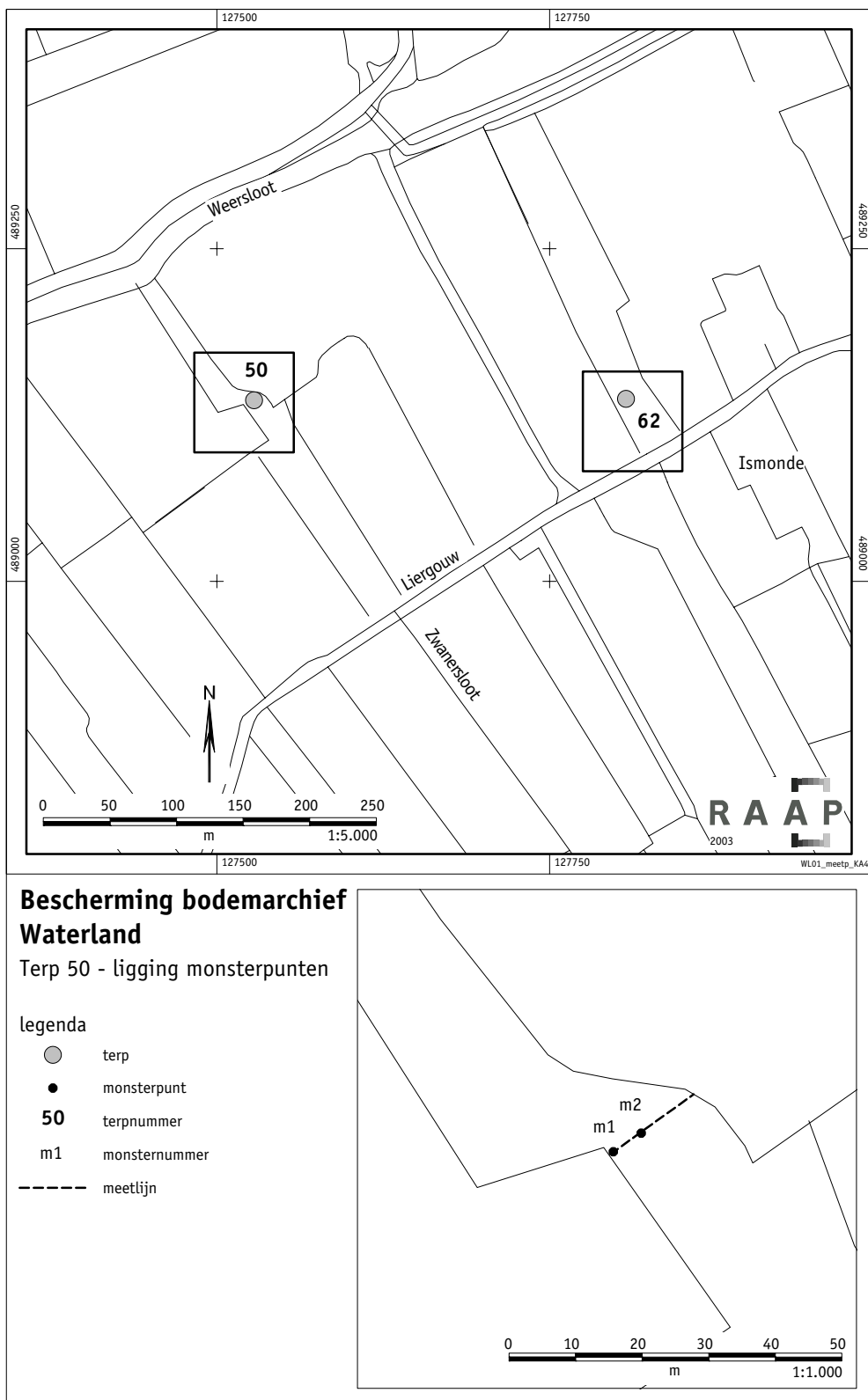
lijkt de sterkste toename van de aantasting van het pollen te hebben plaatsgevonden. De pollenconcentraties (tabel 11) fluctueren zodanig dat hier nauwelijks enige gevolgtrekkingen op te baseren zijn.

10. **Conclusies:** op deze terp heeft met name aantasting van archeologische lagen plaatsgevonden in 1997 en 1998 tijdens de zeer droge zomers in deze jaren. Door egalisatiewerkzaamheden is verandering van het maaiveld opgetreden. De aantasting van plaggen is beperkt gebleven tot de bovenste lagen en is na 1995 niet verder voortgeschreden. Ondanks de op deze terp ver voortgeschreden aantasting binnen 30 cm -Mv, zijn vanaf 30 cm -Mv nog archeologische lagen aanwezig met een eindwaarde van 5. Vanaf 0,5 m -Mv zijn zelfs nog archeologische lagen aanwezig met eindwaarde 9. De percentages aangetast pollen zijn van maximaal 15% gestegen tot boven de 60%. Desondanks behoort deze terp tot de minst aangetaste van de onderzocht terpen. De conserveringswaarden zijn al stabiel vanaf respectievelijk 1998 (meetpunt 1) en 1996 (meetpunt 2). Naar verwachting zal bij voortzetting van het huidige landgebruik pas verdere achteruitgang van de conserveringswaarden plaatsvinden zodra opnieuw verlaging van het slotwaterpeil plaatsvindt.

## Catalogusnummer 2: Terp 50 (figuren 9, 15 en 16)

1. **RAAP-terpnummer:** terp 50
2. **Oude RAAP-codes:** Bos e.a. (1986): WOV008, cat.nr. 50; Datema (1988): cat.nr. 342; **CMA-code:** 25E-102; **Monumentnummer:** 6009.
3. **Type vindplaats:** nederzetting/huisplaats, meer-perioden huisplaats (terp); **Datering:** 1300-1600 na Chr., mogelijk ook 1000-1300 na Chr.
4. **Coördinaten:** 127.51/489.13; **Kaartblad:** 25E
5. **Gemeente:** Amsterdam; **Plaats:** Ransdorp; **Veldnaam:** De Blooke en 't Laantje
6. **Relatie tot ruilverkaveling:** binnen een blokbemalingsgebied maar beschermd door middel van peilscheidingsdammen en in het verleden niet particulier onderbemalen (waterhuishoudingssituatie 2); **Polderpeil:** vast peil Waterlandboezem 1,53 m -NAP; **Bodemtype:** Vlierveengronden (gerijpte veengronden met weinig of niet veraarde bovengrond) gevormd in rietveen of zeggerietveen.
7. **Algemene terreinbeschrijving:** terrein van zeer hoge archeologische waarde; er is licht reliëf zichtbaar en een afwijkende perceelsvorm aanwezig. Deze terp ligt met terp 51 (Bos e.a., 1986: cat.nr. 51) op een perceel dat deels 't Laantje en deels de Blooke heet, allebei namen die op bewoning wijzen. De beide terpen maken deel uit van de zuidelijke nederzetting bij Ransdorp en wel van het deel ten noorden van de Liergouw. Ze zijn goed herkenbaar door de sterk afwijkende perceelsvorm; bovendien vertonen ze een licht reliëf. Terp 50 is gekozen als vertegenwoordiger van deze nederzetting vanwege het dikke mestpakket. Mest heeft zeer goede conserveringseigenschappen. Meestal dateren dergelijke mestpakketten pas uit het eind van de 13e of uit de 14e eeuw; het is niet zeker wanneer de bewoning op deze terp precies is begonnen.

**Figuur 15.** Terp 50 -  
ligging monsterpunten.





8. **Monitoring:** de meetpunten 1 en 2 liggen respectievelijk op één en zes meter uit de zuidwestelijke sloot (figuur 15). Op beide meetpunten zijn monsters voor bodemmicromorfologisch onderzoek verzameld. Op meetpunt 1 zijn ook pollenmonsters verzameld. De bemonsterde trajecten van meetpunt 1 bestaan uit kleiige veenplaggen en die van meetpunt 2 uit kleiige veenplaggen bovenin en mestlagen onderin.

9. **Resultaten:**

**Meting van oxidatiediepten:** over het geheel genomen zijn de op deze terp vastgestelde oxidatiediepten geleidelijk aan toegenomen (figuur 16). Dit is het duidelijkst te zien aan de in juni vastgestelde waarden. Deze lopen van maximaal 10 cm -Mv in juni 1994 op tot maximaal 65 cm -Mv in juni 2000. Deze laatste waarde betreft de grootste oxidatiediepte die in de gehele monitoringperiode op deze terp is vastgesteld. In de winter zijn de oxidatiediepten over het algemeen het laagst. Als gevolg van de overvloedige regenval in augustus en september 2001 zijn de oxidatiediepten afgenomen tot respectievelijk 0 en 15 cm -Mv.

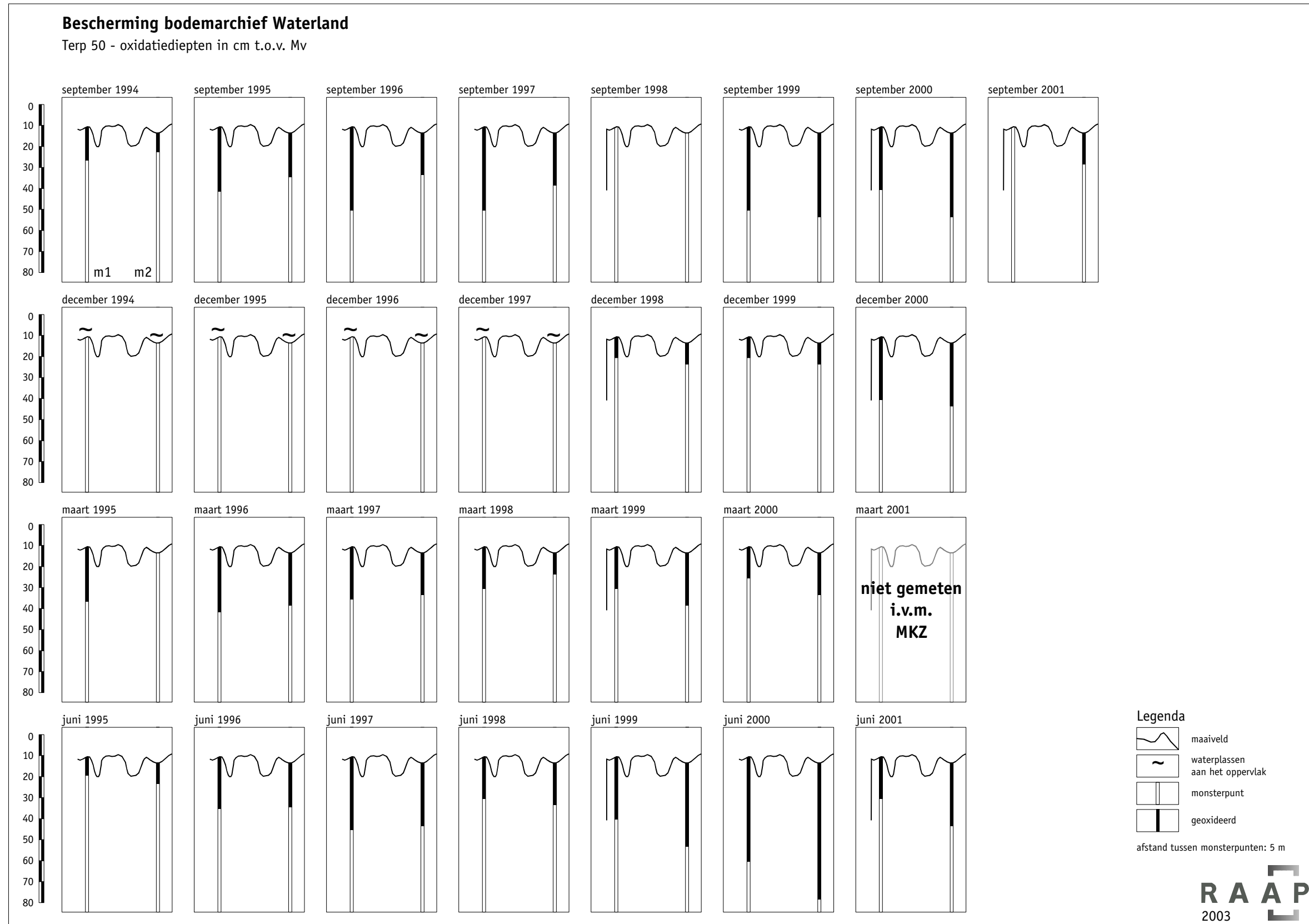
**Hoogtemetingen:** in tegenstelling tot 1996 is in 1998 een gemiddelde maaiveld daling op terp 50 vastgesteld van 6 cm (figuur 3). Dit komt zeer waarschijnlijk doordat dit tamelijk natte (en daardoor makkelijk vervormbaar) terrein de doorgang tussen twee percelen vormt, waardoor hier vaak met landbouwvoertuigen overheen gereden wordt. De metingen van 2001 wijken nauwelijks af van die uit 1998. De gemiddelde daling van de meetlijn gedurende de monitoringperiode bedraagt 6 cm.

**Bodemmicromorfologisch onderzoek:** op terp 50 is in 1994 achteruitgang met 1 punt vastgesteld van de tot dan toe redelijk geconserveerde kleiplaggen bovenin monsterpunt 1 (zie figuur 9). Hierna is gedurende de gehele monitoringperiode op dit monsterpunt geen achteruitgang meer vastgesteld. Op monsterpunt 2 is aan het einde van 1994 achteruitgang met 1 à 2 punten vastgesteld van de kleiplaggen in de bovenste 3 monsters. Aan het einde van 1995 bleken het bovenste monster en het derde monster van boven beide opnieuw met 1 punt in conserveringswaarde achteruit te zijn gegaan. Na 1995 is op dit monsterpunt geen verdere achteruitgang meer vastgesteld.

**Pollenanalyse:** de van monsterpunt 1 afkomstige pollenmonsters vertonen over het geheel genomen een toename van de percentages aangetast pollen (tabel 12). Alleen de monsters uit 1997 passen niet in dit beeld. Vergelijking van de percentages aangetast pollen van 1998 met die van 1996 lijkt te wijzen op een stabilisatie van de aantasting in deze periode. In 1996 lijkt de sterkste toename van de aantasting van het pollen te hebben plaatsgevonden. De slechts 23% aantasting die in 1994 in het bovenste monster is vastgesteld, blijkt in 2000 tot 74% te zijn toegenomen. In de hieronder gelegen twee

monster	percentage aangetast pollen							gemiddeld
	opstart	1994	1995	1996	1997	1998	2000	
T50N1	-	23	34	65	33	63	74	49
T50N2	-	30	45	70	33	65	83	54
T50N3	-	58	64	83	11	81	85	64
gemiddeld	-	37	48	73	26	69	81	56

Tabel 12. Terp 50 - percentage aangetast pollen.



Figuur 16. Terp 50 - gemeten oxidatiediepten.

monsters bedraagt het percentage aangetast pollen in 2000 respectievelijk 83% en 85%. Dit maakt deze terp tot één van de sterkst aangetaste terpen wat betreft het pollen. De pollenconcentraties (tabel 13) fluctueren zodanig, dat hier nauwelijks enige gevolgtrekkingen op te baseren zijn.

monster	pollenconcentratie							gemiddeld
	opstart	1994	1995	1996	1997	1998	2000	
T50N1	-	2.000.000	395.470	310.017	682.904	417.330	264.432	678.359
T50N2	-	1.545.856	216.030	147.932	472.974	440.759	496.627	553.363
T50N3	-	502.403	717.808	194.754	327.187	642.046	776.939	526.856
gemiddeld	-	1.349.420	443.102	217.567	494.355	500.045	512.666	586.193

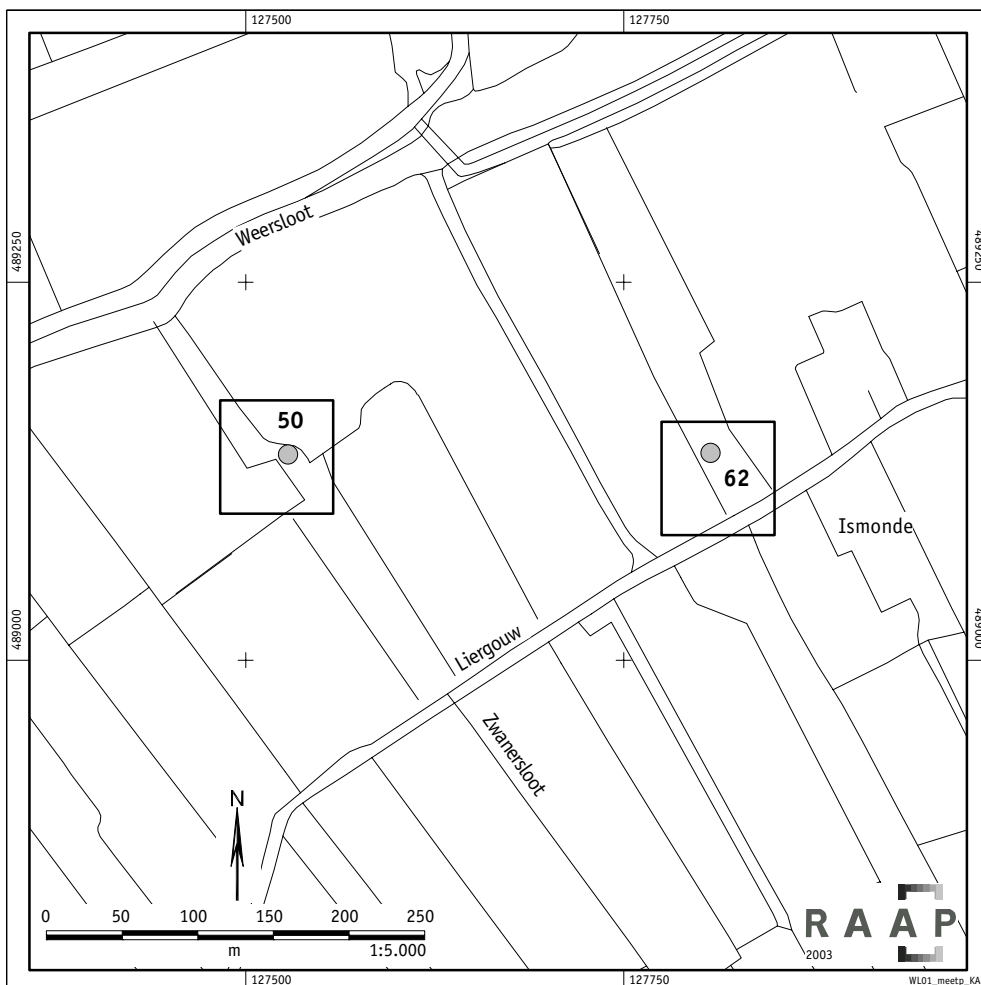
Tabel 13. Terp 50 - pollenconcentratie.

10. **Conclusies:** op deze terp hebben de beschermende maatregelen ertoe geleid dat alleen tijdens zeer droge zomers aantasting van archeologische lagen heeft plaatsgevonden en maaiveldafval is opgetreden. De aantasting van archeologische lagen is beperkt gebleven tot de bovenste lagen en is na 1995 niet verder voortgeschreden. Hierdoor zijn op deze terp binnen 0,5 m -Mv nog archeologische resten aanwezig met eindwaarden van 7 en 8. Voor het behoud van de archeologische resten in de toekomst verdient het aanbeveling om terp 50 te blijven beschermen door middel van een hoog slotwaterpeil. Het resultaat van het pollenonderzoek is enigszins afwijkend. Het percentage aangetast pollen is sterk gestegen sinds 1994. Terp 50 is een van de sterkst aangetaste terpen wat betreft pollen. Een duidelijke verklaring is hier niet voor te geven.

### Catalogusnummer 3: Terp 62 (figuren 9, 17 en 18)

1. **RAAP-terpnummer:** terp 62
2. **Oude RAAP-codes:** Bos e.a. (1986): WOV012, cat.nr. 62; Datema (1988): cat.nr. 350; **CMA-code:** 25E-105; **Monumentnummer:** 6012
3. **Type vindplaats:** nederzetting/huisplaats, meer-perioden huisplaats (terp); **Datering:** waarschijnlijk 1000-1300 na Chr., 1300-1600 na Chr.
4. **Coördinaten:** 127.82/489.14; **Kaartblad:** 25E
5. **Gemeente:** Amsterdam; **Plaats:** Ransdorp
6. **Relatie tot ruilverkaveling:** binnen een blokbemalingsgebied (waterhuishoudingssituatie 4); **Polderpeil:** vast peil Liergouw 1,90 m -NAP; **Bodemtype:** Vlierveengronden (gerijpte veengronden met weinig of niet veraarde bovengrond) gevormd in veenmosveen.
7. **Algemene terreinbeschrijving:** terrein van hoge archeologische waarde; er is licht reliëf zichtbaar en een afwijkende perceelsvorm aanwezig.
8. **Monitoring:** de meetpunten 1, 2 en 3 liggen op respectievelijk 35, 47 en 50 m uit de zuidelijke sloot (figuur 17). De oxidatiediepten zijn gemeten op de meetpunten 1 en 3. Op de drie meetpunten zijn monsters voor bodemmicro-morfologisch onderzoek verzameld; op meetpunt 1 zijn ook pollenmonsters verzameld. De bemonsterde trajecten van de meetpunten 1 en 2 bestaan uit veenplaggen en die van meetpunt 3 uit kleiige veenplaggen.

**Figuur 17.** Terp 62 -  
ligging monsterpunten

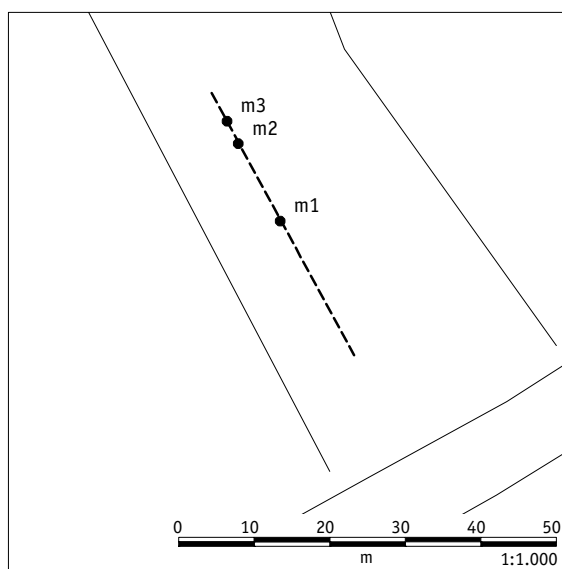


**Bescherming bodemarchief  
Waterland**

Terp 62 - ligging monsterpunten

legenda

- terp
- monsterpunt
- 62** terpnummer
- m1 monsternummer
- meetlijn



## 9. Resultaten:

**Meting van oxidatiediepten:** tijdens de eerste drie jaar van het monitoring-onderzoek zijn op dit terrein telkens in september de grootste oxidatiediepten vastgesteld (figuur 18). Na 1996 wijken de in september op deze terp vastgestelde waarden niet veel meer af van de waarden die in de overige maanden zijn gemeten (schommelend tussen 30 en 50 cm -Mv). De geringste oxidatiediepten op deze terp zijn vastgesteld in de periode december 1994 tot en met juni 1995. In maart 1995 bleek zelfs in het geheel geen oxidatie te hebben plaatsgevonden. Dergelijke geringe oxidatiediepten zijn alleen nog in september 1998 en september 2001 vastgesteld. Dit hangt ongetwijfeld samen met de uitzonderlijk grote hoeveelheden neerslag in deze maanden.

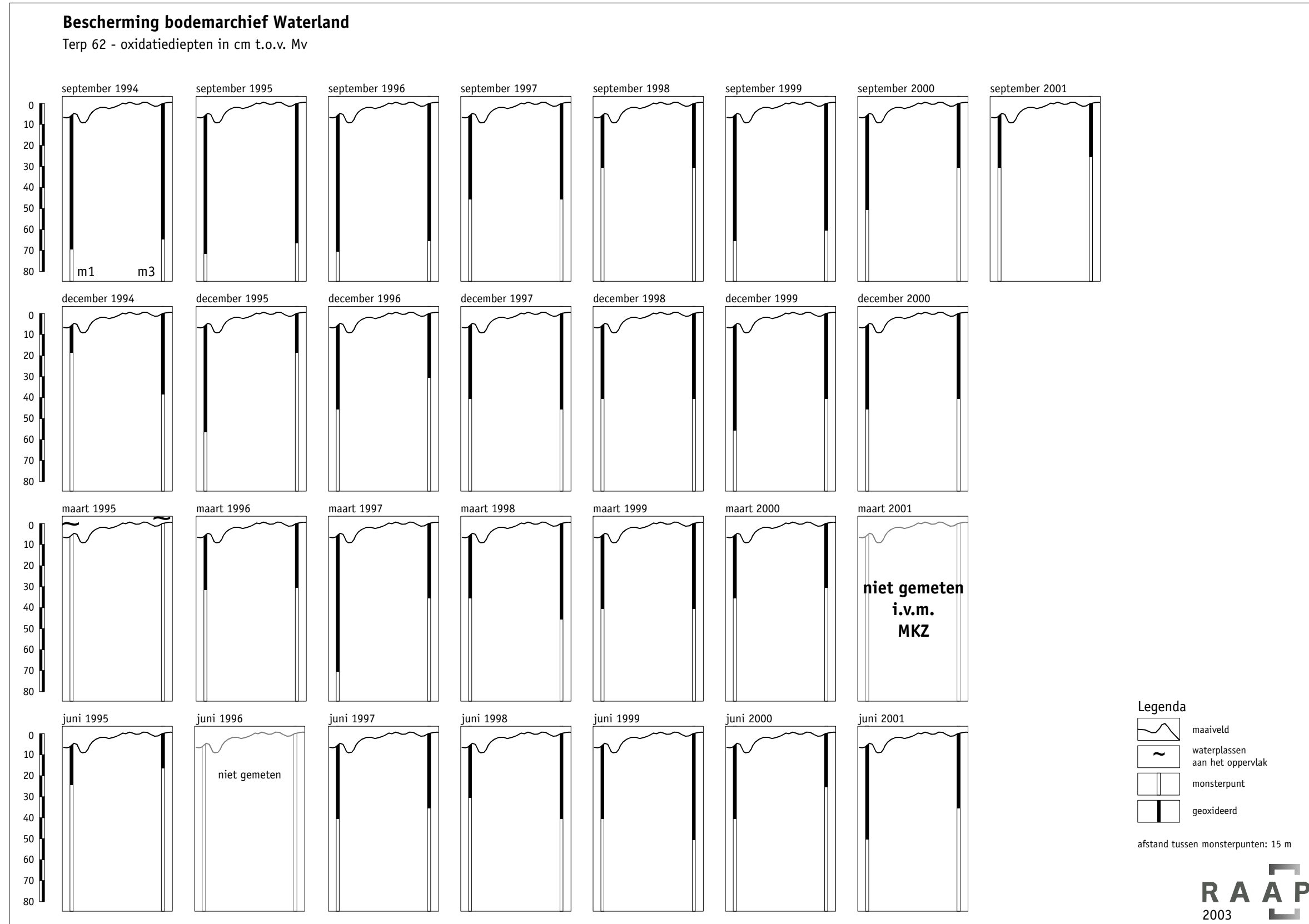
**Hoogtemetingen:** de maaiveld daling van 11 cm die ten opzichte van 1994 op dit terrein in 1996 is vastgesteld, heeft zich in beperkte mate voortgezet (figuur 4). De daling bedroeg in 1998 op het gehele terrein enkele centimeters (maximaal 8 cm) ten opzichte van 1996. De gemiddelde daling van de meetlijn gedurende de monitoringperiode bedraagt 15 cm.

**Bodemmicromorfologisch onderzoek:** in 1994 zijn de tot dan toe matig geconserveerde kleiplaggen in het bovenste monster van monsterpunt 1 met 3 punten in waarde achteruitgegaan. In 1995 ging het middelste monster met 2 punten in waarde achteruit (figuur 9). In 1996 ging ditzelfde monster wederom 1 punt in waarde achteruit. het hieronder gelegen monster ging in ditzelfde jaar met 4 punten in waarde achteruit. In 1997 is voor de laatste maal achteruitgang op monsterpunt 1 vastgesteld. het betreft het bovenste monster dat 1 punt in waarde daalde. Op monsterpunt 2 is aan het einde van 1994 achteruitgang met 2 punten vastgesteld van de betreden stooklagen in het bovenste monster. Aan het einde van 1995 bleken de beide bovenste monsters van monsterpunt 2 met 1 punt in conserveringswaarde achteruit te zijn gegaan. Na 1995 is op dit monsterpunt geen verdere achteruitgang meer vastgesteld. Op terp 62 is op monsterpunt 3 gedurende de gehele monitoringperiode geen achteruitgang vastgesteld van de zeer matig tot matig geconserveerde kleiplaggen.

**Pollenanalyse:** de van monsterpunt 1 afkomstige pollenmonsters vertonen over het geheel genomen een toename van de percentages aangetast pollen (tabel 14). Het onderste monster uit 1994 en de monsters uit 1997 en 1998 passen niet in dit beeld. In 1994 en 1995 lijkt de sterkste toename van de aantasting van het pollen te hebben plaatsgevonden. De slechts 26% aantasting die tijdens de opstartfase in het bovenste monster is vastgesteld, blijkt in 2000 tot 82% te zijn toegenomen. In 2000 is in de hieronder gelegen twee monsters 83% van het pollen aangetast. Dit maakt deze terp tot één van de sterkst aangetaste terpen wat betreft het pollen. De pollenconcentraties

monster	percentage aangetast pollen							gemiddeld
	opstart	1994	1995	1996	1997	1998	2000	
T62P1	26	46	66	68	37	49	82	57
T62P2	33	48	61	67	35	37	83	57
T62P3	43	21	35	53	76	49	83	55
gemiddeld	34	38	54	63	49	45	83	56

Tabel 14. Terp 62 - percentage aangetast pollen.



Figuur 18. Terp 62 - gemeten oxidatiediepten.

(tabel 15) lijken over het geheel genomen te zijn afgenomen. Mogelijk wijst dit op het verloren gaan van pollen op deze terp.

monster	pollenconcentratie							gemiddeld
	opstart	1994	1995	1996	1997	1998	2000	
T62P1	387.974	754.813	175.875	228.759	268.626	44.573	416.148	325.252
T62P2	247.579	706.505	324.590	152.003	890.304	59.592	1.359.414	534.284
T62P3	260.863	2.000.000	243.852	266.123	205.004	18.714	506.102	500.094
gemiddeld	298.805	1.153.772	248.105	215.628	454.645	40.960	760.555	453.210

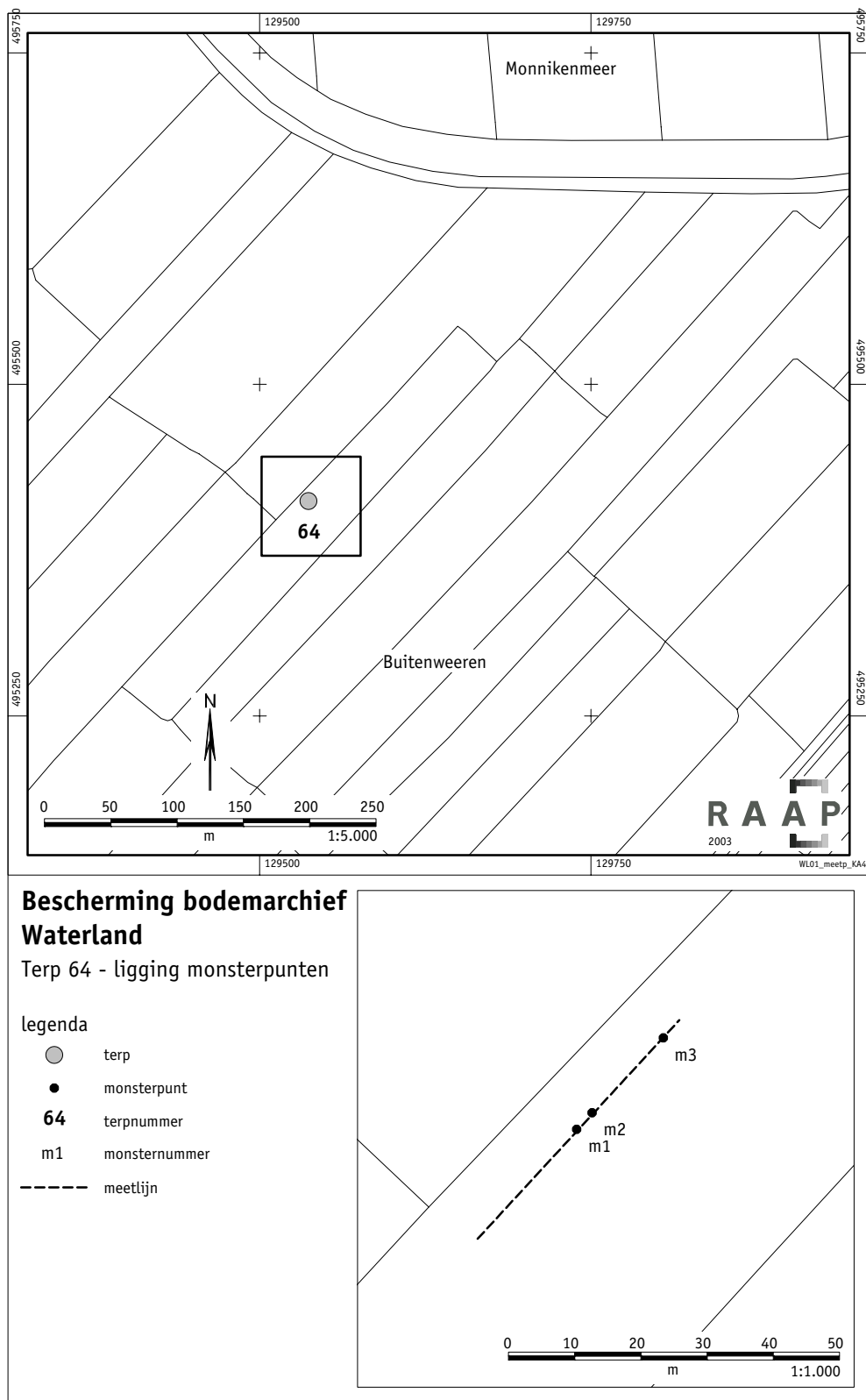
Tabel 15. Terp 62 - pollenconcentratie.

10. **Conclusies:** op deze terp heeft opname in de blokbemaling al in 1994 geleid tot zeer sterke aantasting van archeologische lagen. De aantasting van archeologische lagen heeft vooral plaatsgevonden tot 50 cm -Mv. Na 1997 is deze niet verder voortgeschreden. De ontwatering heeft geleid tot een maaiveld-daling van gemiddeld 15 cm. Vanaf 50 cm -Mv zijn nog archeologische lagen aanwezig met een eindwaarde van 5. Deze waarden zijn al stabiel vanaf 1997. Naar verwachting zal hier pas verandering in komen zodra opnieuw verlaging van het slootwaterpeil plaatsvindt.

#### Catalogusnummer 4: Terp 64 (figuren 9, 19 en 20)

1. **RAAP-terpnummer:** terp 64
2. **Oude RAAP-codes:** Janzen (1988): WM064, cat.nr. 64; Datema (1988): cat.nr. 314; **CMA-code:** 25E-124; **Monumentnummer:** 6030
3. **Type vindplaats:** nederzetting/huisplaats, meer-perioden huisplaats (terp); **Datering:** 1000-1300 na Chr.
4. **Coördinaten:** 129.53/495.40; **Kaartblad:** 25E
5. **Gemeente:** Waterland
6. **Relatie tot ruilverkaveling:** binnen een blokbemalingsgebied (waterhuishoudingssituatie 4); **Polderpeil:** vast peil Overlekergrouw 2,20 m -NAP; **Bodemtype:** Weideveengronden (met een kleidek waarin een minerale eerdlaag is ontwikkeld) gevormd in rietveen of zeggerietveen.
7. **Algemene terreinbeschrijving:** terrein van zeer hoge archeologische waarde; er is een duidelijk reliëf zichtbaar. De terp maakt deel uit van een nederzetting in de Buitenweren, tussen de Overleker Gouw en het Monnikenmeer, met een korte voortzetting aan de andere zijde van de Broekervaart. Op grond van de aslagen en verbrand materiaal van in totaal 87 cm dikte gaat het zeker om meerdere bewoningsfasen. Er zijn geen aanwijzingen aangetroffen voor latere (meer recente) bewoning dan 1300.
8. **Monitoring:** de meetlijn A-A' van 50 m lengte ligt parallel aan de noordwestelijke sloot. De meetpunten 1, 2 en 3 liggen respectievelijk op 22, 25 en 40 m uit het nulpunt van deze lijn (figuur 19). Op de meetpunten 1 en 2 zijn zowel monsters voor bodemmicromorfologisch onderzoek als pollenanalyse verzameld; terwijl op meetpunt 3 zijn alleen monsters voor bodemmicromorfologisch onderzoek verzameld. Op de meetpunten 2 en 3 zijn de oxidatiediepten gemeten. De bemonsterde trajecten van meetpunt 1 bestaan uit stooklagen,

**Figuur 19.** Terp 64 -  
ligging monsterpunten.





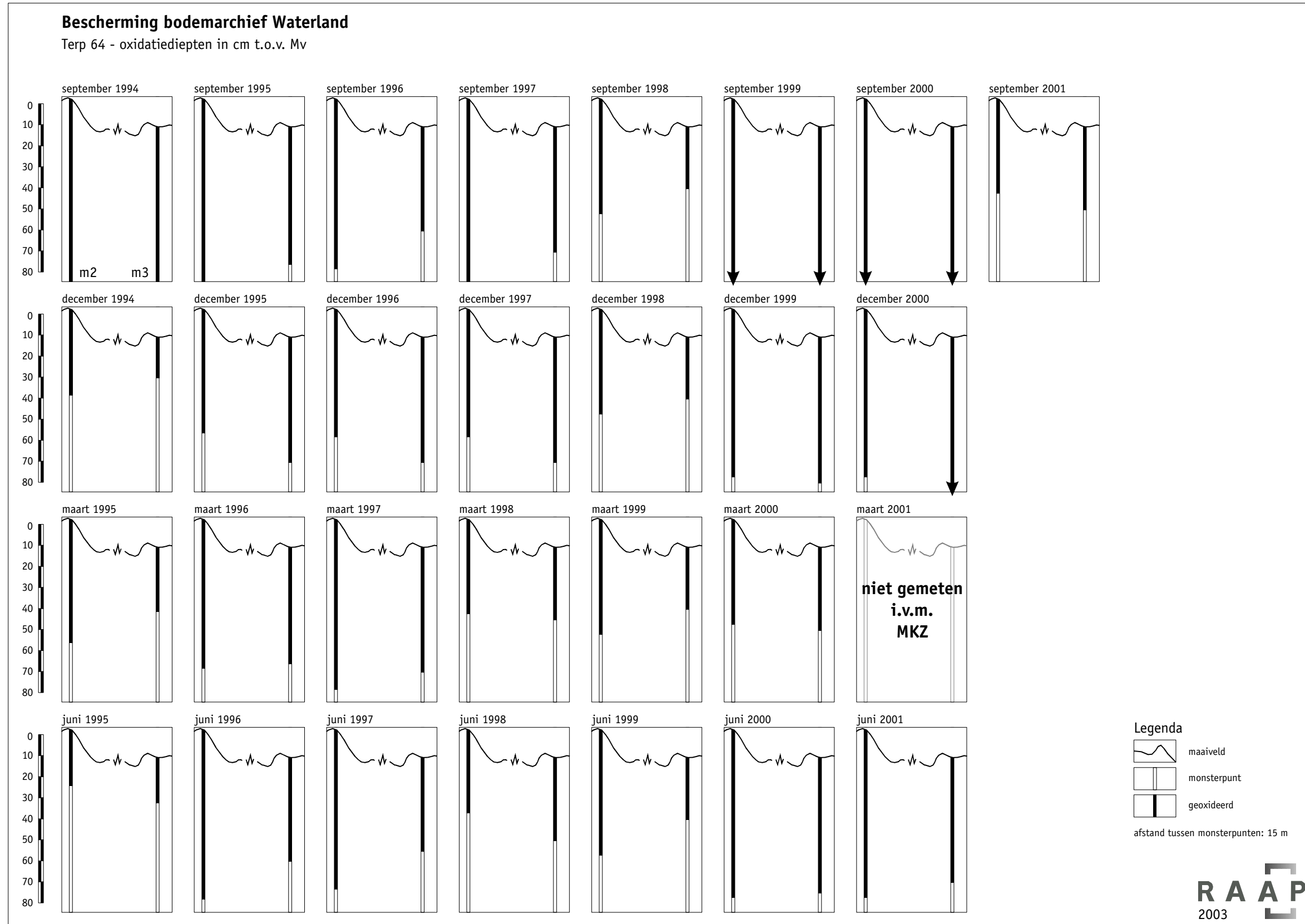
veenplaggen en kleiige veenplaggen, die van meetpunt 2 bestaan uit betreden stooklagen en stooklagen en die van meetpunt 3 uit veenplaggen.

## 9. Resultaten:

**Meting van oxidatiediepten:** de tijdens de eerste metingen in september 1994 op deze terp vastgestelde oxidatiediepten van 90 cm -Mv zijn alleen in september 1999 en september 2000 overtroffen (figuur 20). De op deze terp in september 1998 en september 2001 vastgestelde geringe oxidatiediepten van maximaal 55 cm -Mv zijn ongetwijfeld het resultaat van de uitzonderlijk grote hoeveelheden neerslag in deze maanden. De geringste oxidatiediepten op deze terp zijn vastgesteld in de periode december 1994 tot en met juni 1995. In juni 1995 is de geringste oxidatiediepte (25 cm -Mv) op deze terp vastgesteld. Van september 1995 tot en met december 1997 zijn op deze terp geen geringere oxidatiediepten dan 55 cm -Mv gemeten. Dit is het gevolg van de relatief geringe hoeveelheden neerslag in deze periode.

**Hoogtemetingen:** de maaiveld daling van gemiddeld 7 cm die in 1996 (t.o.v. 1994) is vastgesteld, lijkt tussen 1996 en 1998 beperkt te zijn gebleven tot de top van de terp (figuur 4). Hierdoor is de terp hoger komen te liggen ten opzichte van het maaiveld in de omgeving. Uit de resultaten van de metingen van 2001 blijkt dat sprake is van een lichte maaiveld daling over vrijwel de gehele meetlijn. Hierbij is het terplachaam zelf opnieuw hoger komen te liggen dan het maaiveld in de omgeving. De gemiddelde daling van de meetlijn gedurende de monitoringperiode bedraagt 14 cm.

**Bodemmicromorfologisch onderzoek:** op monsterpunt 1 is achtereenvolgens in 1995, 1996 en 1997 achteruitgang van de conserveringswaarde vastgesteld (figuur 9). In 1995 betrof deze achteruitgang de bovenste 2 uit stooklagen bestaande monsters die elk met 1 punt achteruitgingen. In 1996 ging het eveneens uit stooklagen bestaande derde monster van boven 1 punt in conserveringswaarde achteruit. De twee onderste uit kleiplaggen bestaande monsters gingen in ditzelfde jaar met 3 en 2 punten achteruit. In 1997 beperkte de achteruitgang zich tot het bovenste monster (1 punt achteruitgang). Op monsterpunt 2 bleek al eind 1994 een aanzienlijke achteruitgang te hebben plaatsgevonden van de betreden stooklagen in de bovenste vijf monsters. De tot dan toe zeer goed tot uitmuntend geconserveerde monsters bleken van boven naar beneden met 3, 4, 7, 2 en 1 punten in conserveringswaarde achteruit te zijn gegaan (zie figuur 12). In 1995 bleek de achteruitgang in deze zelfde monsters te zijn voortgeschreden met van boven naar beneden 1, 2, 1, 2 en 2 punten. In 1996 betrof de achteruitgang in al deze monsters 1 punt. Bovendien bleken de tot dan toe uitmuntend geconserveerde stooklagen in het vijfde monster van boven in 1996 met 2 punten in conserveringswaarde achteruit te zijn gegaan. In 1997 bleken de tot dan toe goed tot uitmuntend geconserveerde stooklagen in de onderste drie monsters van boven naar beneden met 2, 1 en 2 punten in conserveringswaarde achteruit te zijn gegaan. In 1998 is in het zesde en zevende monster van boven een verdere achteruitgang met respectievelijk 1 en 2 punten opgetreden. Na 1998 is in de monsters 5, 6, 7 en 9 van boven respectievelijk 1, 1, 3 en 2 punten achteruitgang opgetreden. Op monsterpunt 3 zijn de kleiplaggen in het bovenste monster in 1994 en in 1997 met 1 punt achteruitgegaan. De hieronder bemonsterde veenplaggen zijn in



Figuur 20. Terp 64 - gemeten oxidatiediepten.

1994, 1995, 1996 en 1997 telkens met 1 punt in conserveringswaarde achteruit gegaan om hierna te stabiliseren op een vrij slechte conserveringswaarde.

**Pollenanalyse:** van de monsterpunten 1 en 2 zijn tot in het laatste monitoringjaar pollenmonsters verzameld. Met uitzondering van de in 1997 verzamelde monsters blijkt uit de pollenmonsters over het geheel genomen een toename van de percentages aangetast pollen (tabellen 16 en 18). Vergelijking van de percentages aangetast pollen in 1998 met die in 1996 lijkt te wijzen op een stabilisatie van de aantasting in deze periode. De sterkste toename van de aantasting van het pollen lijkt in 1996 te hebben plaatsgevonden. Uiteindelijk ligt het percentage aangetast pollen in vrijwel alle monsters boven de 80%. Dit maakt deze terp tot één van de sterkst aangetaste terpen wat betreft het pollen. De 59% aangetast pollen die in 2000 in het bovenste monster van monsterpunt 2 is vastgesteld, lijkt (gezien de 78% aantasting die hier in 1998 is vastgesteld) onjuist te zijn. De pollenconcentraties op de monsterpunten 1 en 2 zijn door de jaren heen zowel relatief laag als relatief constant gebleven (tabellen 17 en 19). Mogelijk betekent dit dat de relatief geringe hoeveelheid pollen die hier aanwezig is nog niet significant is afgenomen.

monster	percentage aangetast pollen							gemiddeld
	opstart	1994	1995	1996	1997	1998	2000	
T64G1	48	60	71	82	50	81	89	69
T64G2	36	60	56	83	62	70	87	65
T64G3	32	38	85	74	50	75	85	63
gemiddeld	39	53	71	80	54	75	87	65

Tabel 16. Terp 64 (monsterpunt 1) - percentage aangetast pollen.

monster	pollenconcentratie							gemiddeld
	opstart	1994	1995	1996	1997	1998	2000	
T64G1	174.908	487.911	528.618	123.460	271.504	271.938	367.536	317.982
T64G2	159.843	171.209	456.745	94.254	176.868	364.105	267.852	241.554
T64G3	169.810	62.892	653.817	72.484	125.822	267.787	162.078	216.384
gemiddeld	168.187	240.671	546.393	96.733	191.398	301.277	265.822	258.640

Tabel 17. Terp 64 (monsterpunt 1) - pollenconcentratie.

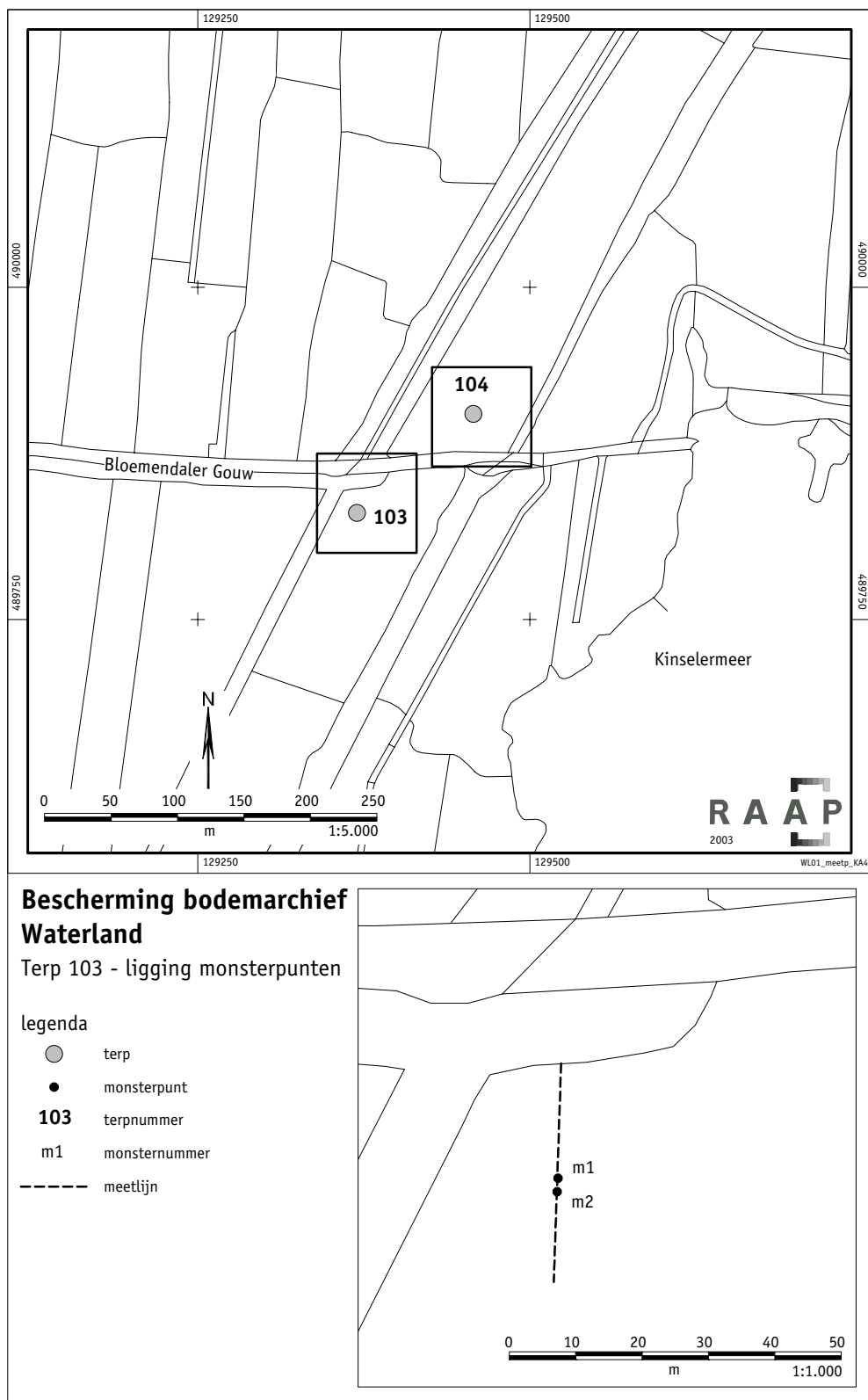
monster	percentage aangetast pollen							gemiddeld
	opstart	1994	1995	1996	1997	1998	2000	
T64H1	-	-	74	57	87	81	59	72
64H2	-	-	66	73	61	70	89	72
64H3	-	-	62	78	58	75	88	72
gemiddeld	-	-	67	69	69	75	79	72

Tabel 18. Terp 64 (monsterpunt 2) - percentage aangetast pollen.

monster	pollenconcentratie							gemiddeld
	opstart	1994	1995	1996	1997	1998	2000	
T64H1	-	-	59.438	231.007	241.124	1.747.222	706.408	597.040
T64H2	-	-	89.925	37.036	351.569	160.512	134.767	154.762
T64H3	-	-	41.376	27.537	57.768	9.220	37.173	34.615
gemiddeld	-	-	63.580	98.526	216.820	638.984	292.783	262.139

Tabel 19. Terp 64 (monsterpunt 2) - pollenconcentratie.

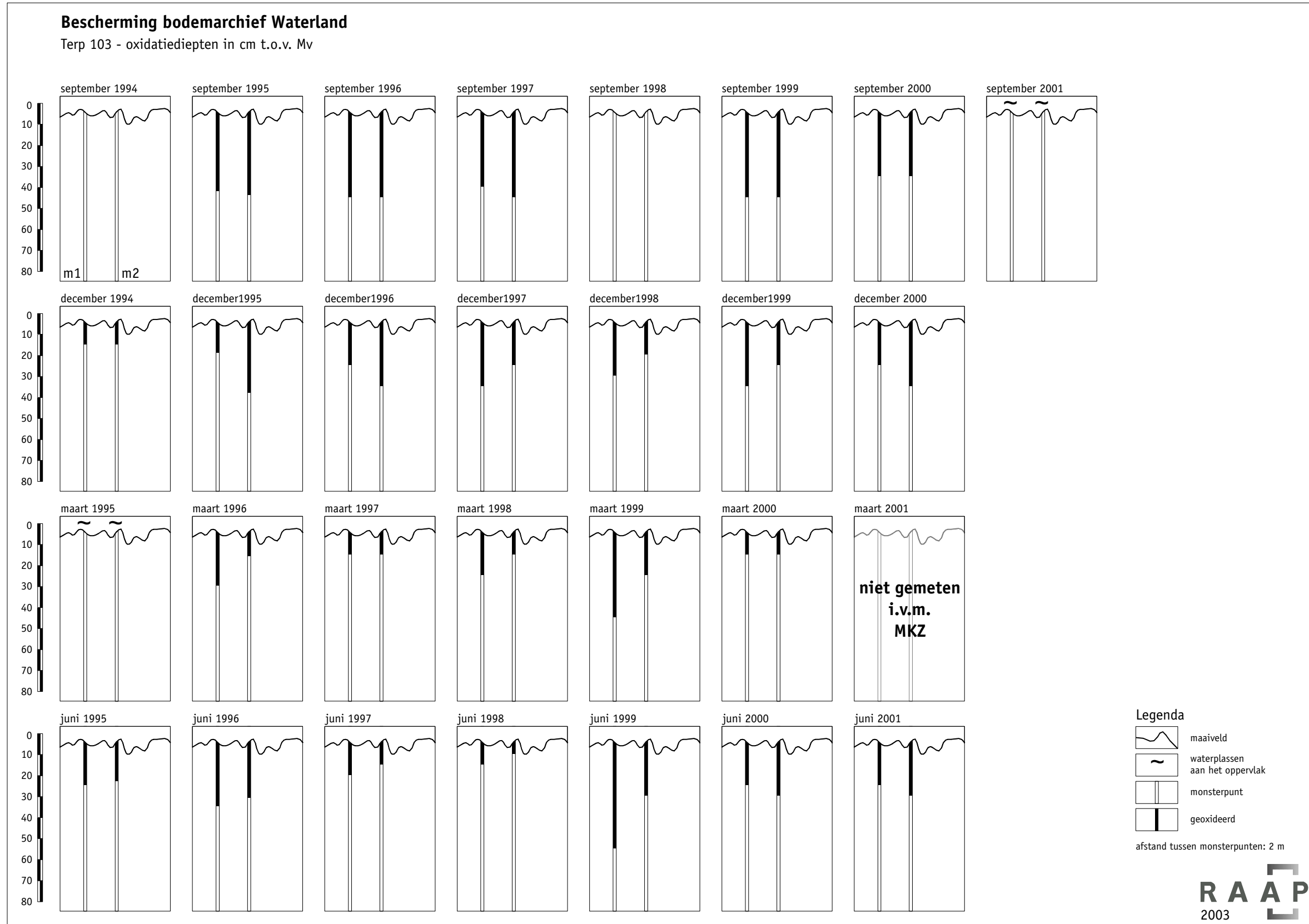
**Figuur 21.** Terp 103 -  
ligging monsterpunten.



10. **Conclusies:** op deze terp heeft opname in de blokbemaling geleid tot continue voortdurende aantasting tussen 1994 en 1998. Gelijktijdig is een gemiddelde maaiveldval van 14 cm opgetreden en is de terp ten opzichte van het maaiveld in de omgeving 3 cm hoger komen te liggen. De aantasting van archeologische lagen heeft tot grote diepte plaatsgevonden. Ondanks de sterke aantasting zijn vanaf 40 cm -Mv nog archeologische lagen aanwezig met een eindwaarde van 5. Deze waarden zijn pas stabiel vanaf 1998. Naar verwachting zal bij handhaving van de huidige waterhuishoudingssituatie tijdens droge zomers opnieuw achteruitgang van de conserveringswaarden optreden. De monsters van terp 64 hebben gemiddeld een relatief lage pollenconcentratie en een hoog percentage aangetast pollen. Dit hangt waarschijnlijk samen met de samenstelling van het bodemmateriaal. Het hoge percentage aangetast pollen heeft ook te maken met het feit dat terp 64 in een blokbemaling ligt.

#### Catalogusnummer 5: Terp 103 (figuren 9, 21 en 22)

1. **RAAP-terpnummer:** terp 103
2. **Oude RAAP-codes:** Bos e.a. (1986): WOW001, cat.nr. 103; Datema (1988): cat.nr. 372; **CMA-code:** 25E-083; **Monumentnummer:** 5993
3. **Type vindplaats:** nederzetting/huisplaats (terp); **Datering:** 1300-1600 na Chr.; waarschijnlijk ook 1600-1900 na Chr.
4. **Coördinaten:** 129.40/489.84; **Kaartblad:** 25E
5. **Gemeente:** Amsterdam; **plaats:** Ransdorp
6. **Relatie tot ruilverkaveling:** buiten een blokbemalingsgebied en in het verleden niet particulier onderbemaald (opgenomen in beheersgebied; waterhuishoudingssituatie 1); **Polderpeil:** vast peil Waterlandboezem 1,53 m -NAP; **Bodemtype:** Weideveengronden (met een kleidek waarin een minerale eerdlaag is ontwikkeld) gevormd in veenmosveen.
7. **Algemene terreinbeschrijving:** terrein van hoge archeologische waarde; er is enig reliëf zichtbaar.
8. **Monitoring:** de meetpunten 1 en 2 liggen op respectievelijk 17 en 19 m van het noordelijke toegangshek (figuur 21). Dit toegangshek is aan het eind van de jaren 90 van de 20e eeuw verplaatst door aanleg van een fietspad. Op beide meetpunten zijn monsters voor bodemmicromorfologisch onderzoek verzameld. Op meetpunt 1 zijn ook pollenmonsters verzameld. De bemonsterde trajecten van meetpunt 1 bestaan uit veenplaggen en die van meetpunt 2 uit kleiige veenplaggen.
9. **Resultaten:**  
**Meting van oxidatiediepten:** tijdens de eerste drie metingen bleek op deze terp nauwelijks enige oxidatie plaats te vinden (figuur 22). Hierna zijn de geringste oxidatiediepten op deze terp gedurende de gehele monitoringperiode in maart gemeten. In deze maand overtrof de oxidatiediepte op deze terp zelden 40 cm -Mv. De maximale oxidatiediepten zijn op deze terp meestal in september vastgesteld. In deze maand bedroegen de oxidatiediepten meestal 40 cm -Mv. De geringe oxidatiediepten die in september 2001 zijn vastgesteld hangen ongetwijfeld samen met de uitzonderlijk grote hoeveelheden neerslag in deze maand.



Figuur 22. Terp 103 - gemeten oxidatiediepten.

**Hoogtemetingen:** net als in 1996 is in 1998 en 2001 slechts plaatselijk verandering in de vorm van het maaiveld op dit terrein vastgesteld (figuur 3). Deze plaatselijke veranderingen zijn zeer waarschijnlijk het gevolg van de natte en daardoor makkelijk vervormbare bovengrond, vooral ten gevolge van het rijden met landbouwvoertuigen. De gemiddelde daling van de meetlijn gedurende de monitoringperiode bedraagt 0 cm.

**Bodemmicromorfologisch onderzoek:** op monsterpunt 1 is eind 1995 achteruitgang met 3 punten vastgesteld van de tot dan toe goed geconserveerde veenplaggen in het bovenste monster. Eind 1997 bleken de plaggen opnieuw 1 punt in conserveringswaarde achteruit te zijn gegaan. Na 1997 is op dit monsterpunt geen verdere achteruitgang meer vastgesteld. Op terp 103 is op monsterpunt 2 gedurende de gehele monitoringperiode slechts één maal achteruitgang vastgesteld. Het betrof achteruitgang in 1995 met 1 punt van de tot dan toe redelijk geconserveerde veenplaggen in het bovenste monster. In 1996 is in de conserveringswaarde van de op deze terp bemonsterde plaggen geen verdere achteruitgang opgetreden. In 1997 is de kwaliteit van het materiaal in het bovenste monster van monsterpunt 1 met één punt achteruit gegaan (figuur 9).

**Pollenanalyse:** de van monsterpunt 1 afkomstige pollenmonsters vertonen over het geheel genomen een toename van de percentages aangetast pollen (tabel 20). De 1995 en 1997 verzamelde monsters passen niet in dit beeld. Vergelijking van de percentages aangetast pollen uit 1996 met die uit 1994 lijkt te wijzen op een sterke toename van de aantasting van het pollen in 1995 en/of 1996. Indien de 65% aantasting die in 1995 in het onderste monster is vastgesteld juist is, ligt het voor de hand dat de sterkste aantasting in 1995 heeft plaatsgevonden. De maximaal 47% aantasting die tijdens de opstartfase is vastgesteld, blijkt in 2000 in alle monsters rond de 70% te liggen. De pollenconcentraties op terp 103 zijn door de jaren heen relatief constant gebleven (tabel 21). Mogelijk betekent dit dat de hoeveelheid pollen nog niet significant is afgenomen.

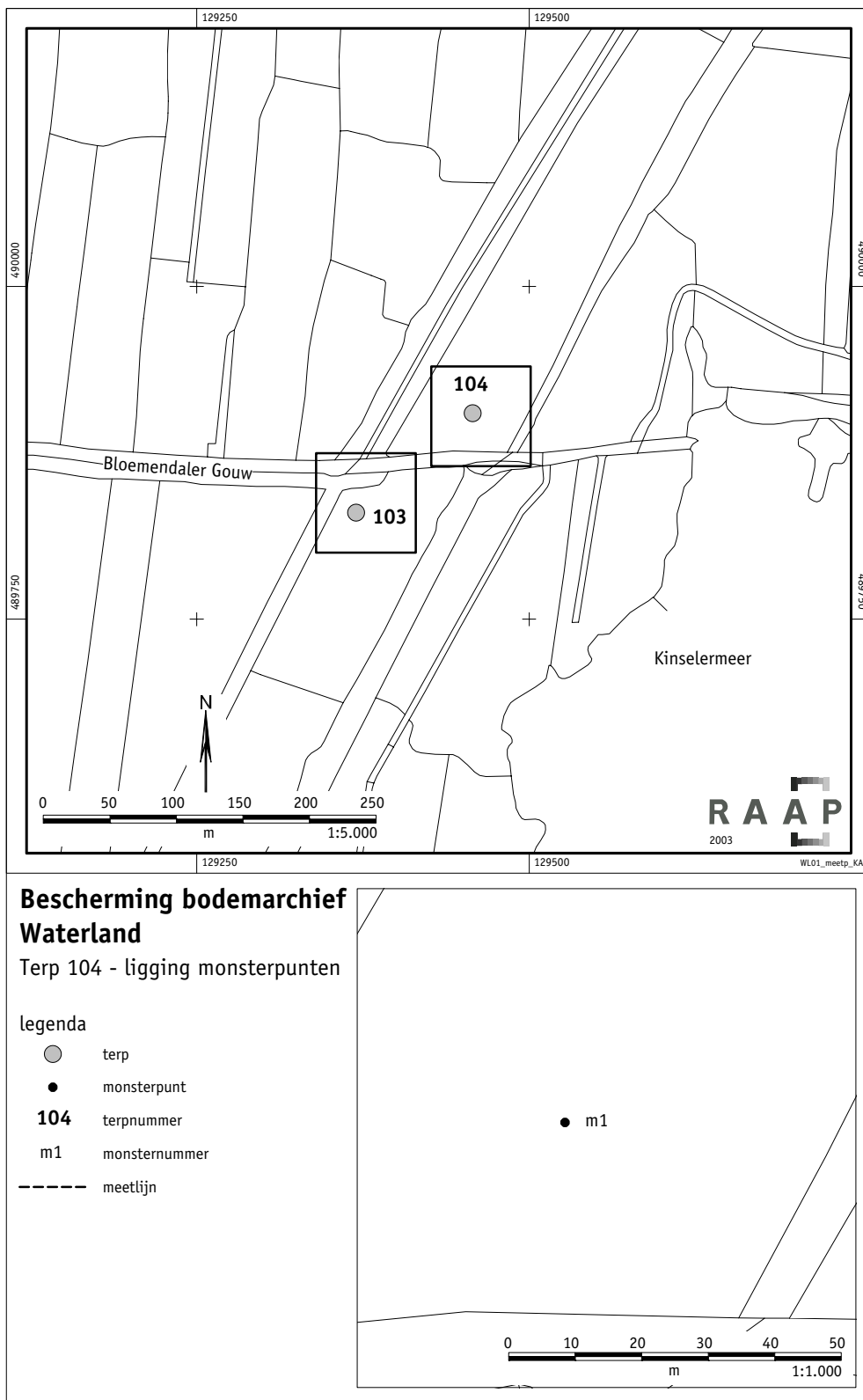
monster	percentage aangetast pollen							gemiddeld
	opstart	1994	1995	1996	1997	1998	2000	
T103W1	41	51	28	70	42	71	69	53
T103W2	47	48	38	69	48	69	72	56
T103W3	25	29	65	64	31	73	69	51
gemiddeld	38	43	44	68	40	71	70	53

Tabel 20. Terp 103 - percentage aangetast pollen.

monster	pollenconcentratie							gemiddeld
	opstart	1994	1995	1996	1997	1998	2000	
T103W1	475.648	152.609	1.871.030	319.291	638.269	262.570	493.561	601.854
T103W2	362.310	355.409	739.602	490.095	430.579	358.208	627.063	480.466
T103W3	213.360	242.469	194.754	178.647	362.845	319.953	241.267	250.471
gemiddeld	350.439	250.162	935.128	329.344	477.231	313.577	453.964	444.264

Tabel 21. Terp 103 - pollenconcentratie.

**Figuur 23.** Terp 104 -  
ligging monsterpunten.





10. **Conclusies:** op deze terp heeft opname in een beheersgebied ertoe geleid dat alleen tijdens de droge zomers van 1995 en 1997 aantasting van archeologische lagen heeft plaatsgevonden en dat in het geheel geen maaiveld daling is opgetreden. De aantasting van archeologische lagen is beperkt gebleven tot 40 cm -Mv en is na 1997 niet verder voortgeschreden. Hierdoor zijn op deze terp binnen 0,5 m -Mv nog archeologische lagen aanwezig met een eindwaarde van 7. Het pollen lijkt nog wel gevoelig voor aantasting; het percentage aangetast pollen stijgt nog steeds licht. Om de archeologische waarden op deze terp ook in de toekomst tegen aantasting te beschermen, verdient het aanbeveling de opname van terp 103 in een beheersgebied te handhaven.

### Catalogusnummer 6: Terp 104 (figuren 7, 9 en 23)

1. **RAAP-terpnummer:** terp 104
2. **Oude RAAP-codes:** Bos e.a. (1986): WOW002, cat.nr. 104; Datema, 1998: cat.nr 373; **CMA-code:** 25E-084; **Monumentnummer:** 5992
3. **Type vindplaats:** zekere huisplaats, meer-perioden huisplaats (terp); **Datering:** 1300-1600 en 1600-1900 na Chr.
4. **Coördinaten:** 129.45/489.90; **Kaartblad:** 25E
5. **Gemeente:** Amsterdam; **Plaats:** Ransdorp
6. **Relatie ruilverkaveling:** buiten een peilverlagingsgebied en in het verleden niet onderbemalen (waterhuishoudingssituatie 1); **Polderpeil:** vast peil Waterlandboezem 1,53 m -NAP; **Bodemtype:** Weideveengronden (met een kleidek waarin een minerale eerdlaag is ontwikkeld) gevormd in veenmosveen.
7. **Algemene terreinbeschrijving:** terrein van hoge archeologische waarde; er is een duidelijke verhoging in het terrein aanwezig.
8. **Monitoring:** er is op dit terrein één meetpunt ingericht (figuur 23). De bemonsterde trajecten van meetpunt 1 bestaan uit betredingslagen en kleiige veenplaggen.
9. **Resultaten:**

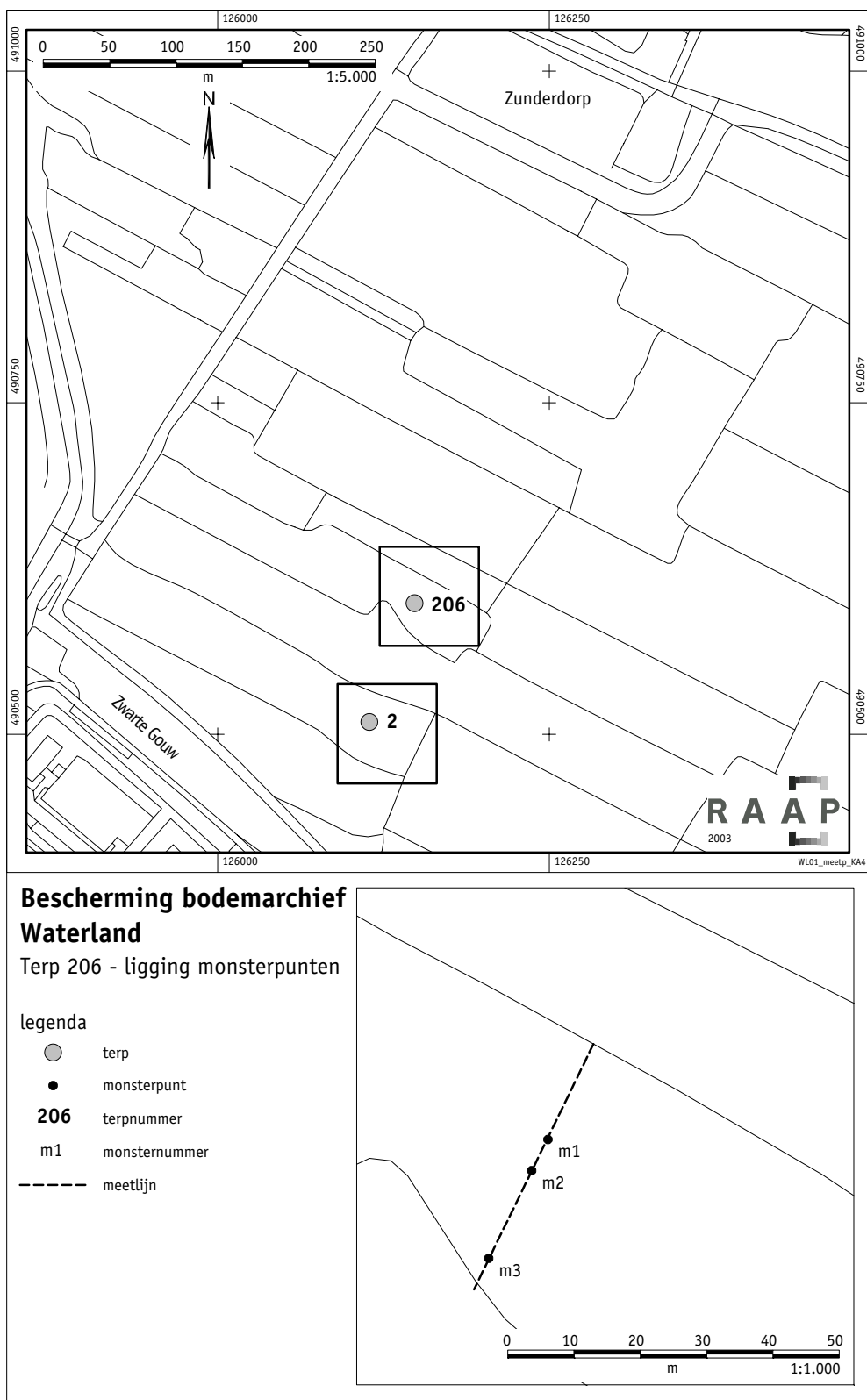
**Meting van oxidatiediepten:** in september 2001 zijn op dit terrein zeer geringe oxidatiediepten waargenomen (5 tot 10 cm -Mv).

**Hoogtemetingen:** uit de metingen in 2001 blijkt dat een geringe daling van het maaiveld is opgetreden. Tegelijkertijd blijkt het maaiveld enigszins vervormd te zijn.

**Bodemmicromorfologisch onderzoek:** deze terp is slechts tijdens de opstartfase en aan het einde van de monitoringperiode bemonsterd. In 2001 bleken op monsterpunt 1 de betredingslagen in het bovenste monster en in het vierde monster van boven elk met 2 punten in conserveringswaarde achteruit te zijn gegaan. Verder is op deze terp geen achteruitgang vastgesteld.

**Wormenonderzoek:** in de zomers van 1995, 1997 en 2001 is het voorkomen van wormen geteld op deze terp (figuur 7). In september 1995 is op de in waterhuishoudingssituatie 1 gelegen terp 104 een aanmerkelijk grotere hoeveelheid wormen aangetroffen dan in de in waterhuishoudingssituatie 6 gelegen terp 206. Op terp 104 is in 1997 ten opzichte van 1995 een drastische afname

**Figuur 24.** Terp 206 -  
ligging monsterpunten.



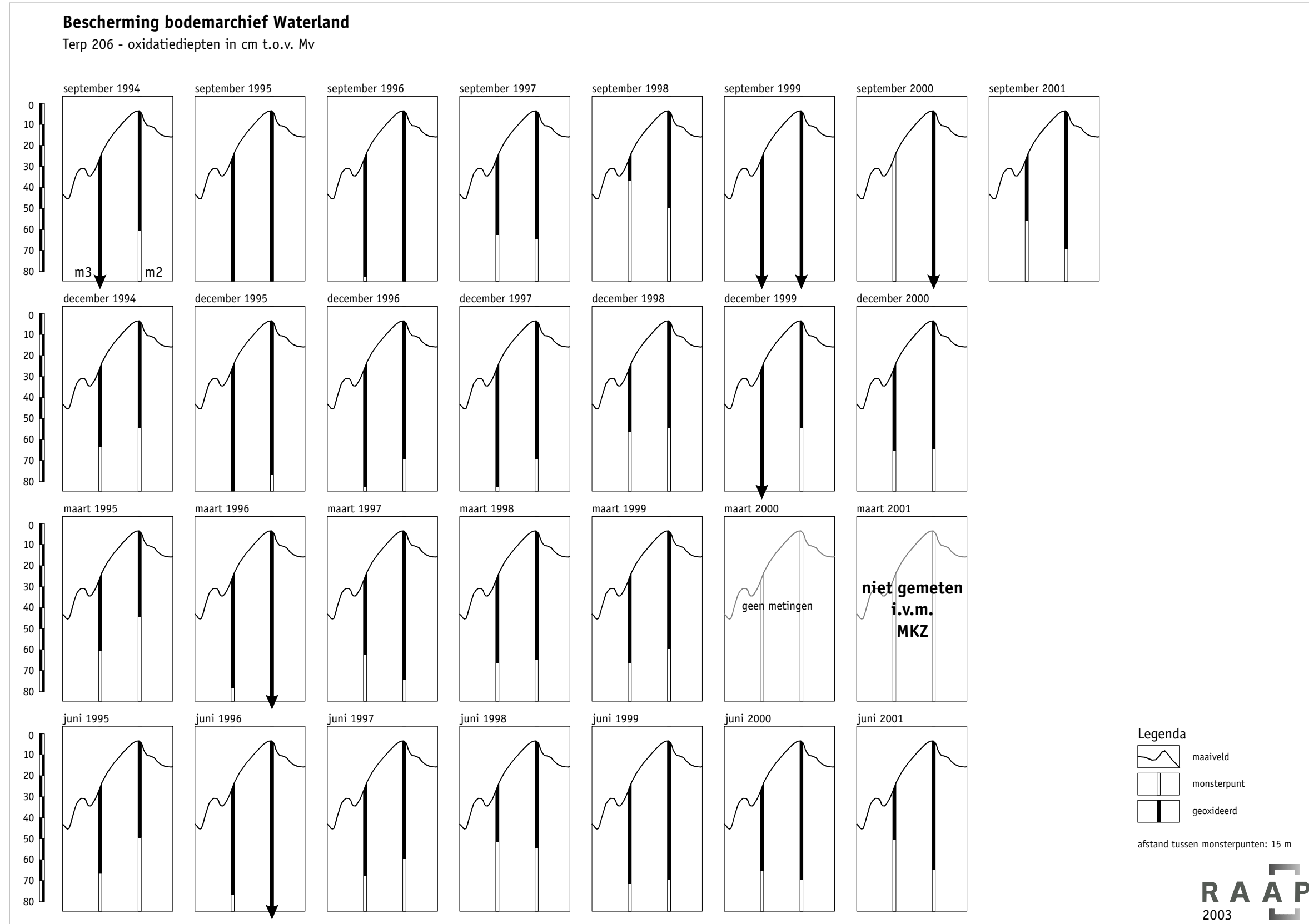
van de hoeveelheid wormen per telpunt vastgesteld. Het ligt voor de hand dat de afname van de hoeveelheid wormen in 1997 aan de geringe hoeveelheden neerslag geweten moet worden die na de eerste telling in 1995 zijn gevallen. In 2001 lijkt de wormenpopulatie zich door de aanmerkelijk minder droge zomer in 2001 hersteld te hebben.

**Pollenanalyse:** er heeft op deze terp geen pollenonderzoek plaatsgevonden.

10. **Conclusie:** de opname van deze terp in een beheersgebied heeft niet kunnen voorkomen dat de archeologische lagen tot 60 cm -Mv zijn aangetast. Dit komt waarschijnlijk doordat deze terp een duidelijke verhoging vormt. Door de ligging in een zeer nat beheersgebied vormt deze bult als het ware een eilandje waarop wormen zich terugtrekken in zeer natte perioden. Ondanks de bioturbatie door wormen zijn op deze terp vanaf 60 cm -Mv nog archeologische lagen aanwezig met een eindwaarde van 7. Deze zijn gedurende de monitoringperiode niet achteruitgegaan en zullen bij voortzetting van de opname in een beheersgebied in de toekomst niet verder achteruitgaan.

### Catalogusnummer 7: Terp 206 (figuren 8, 9, 24 en 25)

1. **RAAP-terpnummer:** terp 206
2. **Oude RAAP-codes:** Bos e.a. (1986): WOQ001, cat.nr. 206; Datema (1988): cat.nr. 421; **CMA-code:** 25E-066; **Monumentnummer:** 5976
3. **Type vindplaats:** nederzetting/huisplaats, meer-perioden huisplaats (terp); **Datering:** in elk geval 1000-1300 na Chr.
4. **Coördinaten:** 126.15/490.59; **Kaartblad:** 25E
5. **Gemeente:** Amsterdam; **Plaats:** Zunderdorp; **Veldnaam:** Taamseland
6. **Relatie tot ruilverkaveling:** binnen een blokbemalingsgebied dat daarvoor particulier onderbemalen werd (waterhuishoudingssituatie 6); **Polderpeil:** vast peil Zunderdorp 2,22 m -NAP; **Bodemtype:** Waardveengronden (veen-gronden met kleidek zonder minerale eerdlaag) gevormd in veenmosveen.
7. **Algemene terreinbeschrijving:** terrein van zeer hoge archeologische waarde. Deze terp (op het 'Taamseland') maakt evenals de terpen 1 t/m 7 (Bos e.a. 1986: cat.nrs. 1 t/m 7) deel uit van de zuidelijke nederzetting uit de periode vóór 1300 bij Zunderdorp. De terp is als een duidelijke verhoging in het veld te herkennen en ligt in een uitstulping van de sloot.
8. **Monitoring:** er zijn drie meetpunten ingericht op respectievelijk 15, 20 en 35 m uit de noordelijke sloot (figuur 24). Meetpunt 2 is gebruikt als monsterpunt voor zowel bodemmicromorfologisch onderzoek als pollenanalyse. Op de meetpunten 2 en 3 zijn de oxidatiediepten gemeten. De bemonsterde trajecten op meetpunt 2 bestaan uit betredingslagen, stooklagen en veenplagen.
9. **Resultaten:**  
**Meting van oxidatiediepten:** de op deze terp vastgestelde oxidatiediepten zijn onmiskenbaar het resultaat van de lange droogteperiode vanaf de tweede helft van 1995 tot en met voorjaar 1997 (figuur 25). In deze periode zijn op deze terp vrijwel voortdurend oxidatiediepten van 70 á 80 cm -Mv vastgesteld. Voor 1995 en na 1997 waren de oxidatiediepten aanmerkelijk geringer. Hoewel de oxidatiediepten op deze terp in september 1998 en in september 2001



Figuur 25. Terp 206 - gemeten oxidatiediepten.

geringer zijn dan die in de voorgaande twee jaar in dezelfde maand, lijkt de overvloedige neerslag in augustus en september 2001, minder effect te hebben gehad dan op andere terpen. Dit komt waarschijnlijk doordat terp 206 een verhoging vormt die tussen twee sloten ligt ingeklemd. Hierdoor stroomt overvloedige neerslag voor een groot deel direct weg.

**Hoogtemetingen:** de maaiveld daling van gemiddeld 5,5 cm die op dit terrein in 1996 is opgetreden (t.o.v. 1994), lijkt zich niet te hebben voortgezet (figuur 5). De in 1998 verrichte metingen laten een lichte afvlakking van het terrein zien, waarbij de top van het terplichaam enkele centimeters gedaald is. Op de overige delen van het terrein lijkt behalve een geringe afvlakking weinig verandering te zijn opgetreden. Uit de metingen in 2001 blijkt dat op deze terp voornamelijk vervormingen van het maaiveld zijn opgetreden. Dit is met name het geval aan de noordzijde van de terp, die hierdoor lager is geworden. Waarschijnlijk komt dit doordat er een pad over deze zijde van de terp loopt. De gemiddelde daling van de meetlijn gedurende de monitoring-periode bedraagt 4 cm.

**Bodemmicromorfologisch onderzoek:** in 1996 is geen verdere achteruitgang opgetreden van de op meetpunt 2 bemonsterde pluggenlagen en betreden en onbetreden stooklagen. In 1997 zijn de stooklagen in het bovenste monster 1 punt in kwaliteit achteruit gegaan (figuur 9).

**Pollenanalyse:** de van monsterpunt 2 afkomstige pollenmonsters vertonen over het geheel genomen een tamelijk geleidelijke toename van de percentages aangetast pollen (tabel 22). De 1995 en 1997 verzamelde monsters passen niet in dit beeld. De maximaal 28% aantasting die tijdens de opstartfase is vastgesteld, blijkt in 2000 te zijn toegenomen tot 74%. De slechts 3% aantasting die tijdens de opstartfase in het onderste monster is vastgesteld, was in 2000 toegenomen tot 58%. De pollenconcentraties (tabel 23) fluctueren zodanig, dat hier nauwelijks enige gevolgtrekkingen op te baseren zijn.

monster	percentage aangetast pollen							gemiddeld
	opstart	1994	1995	1996	1997	1998	2000	
T206E1	28	45	31	74	20	77	74	50
T206E2	23	27	0	46	16	40	72	32
T206E3	3	17	29	46	45	54	58	36
gemiddeld	18	30	20	55	27	57	68	39

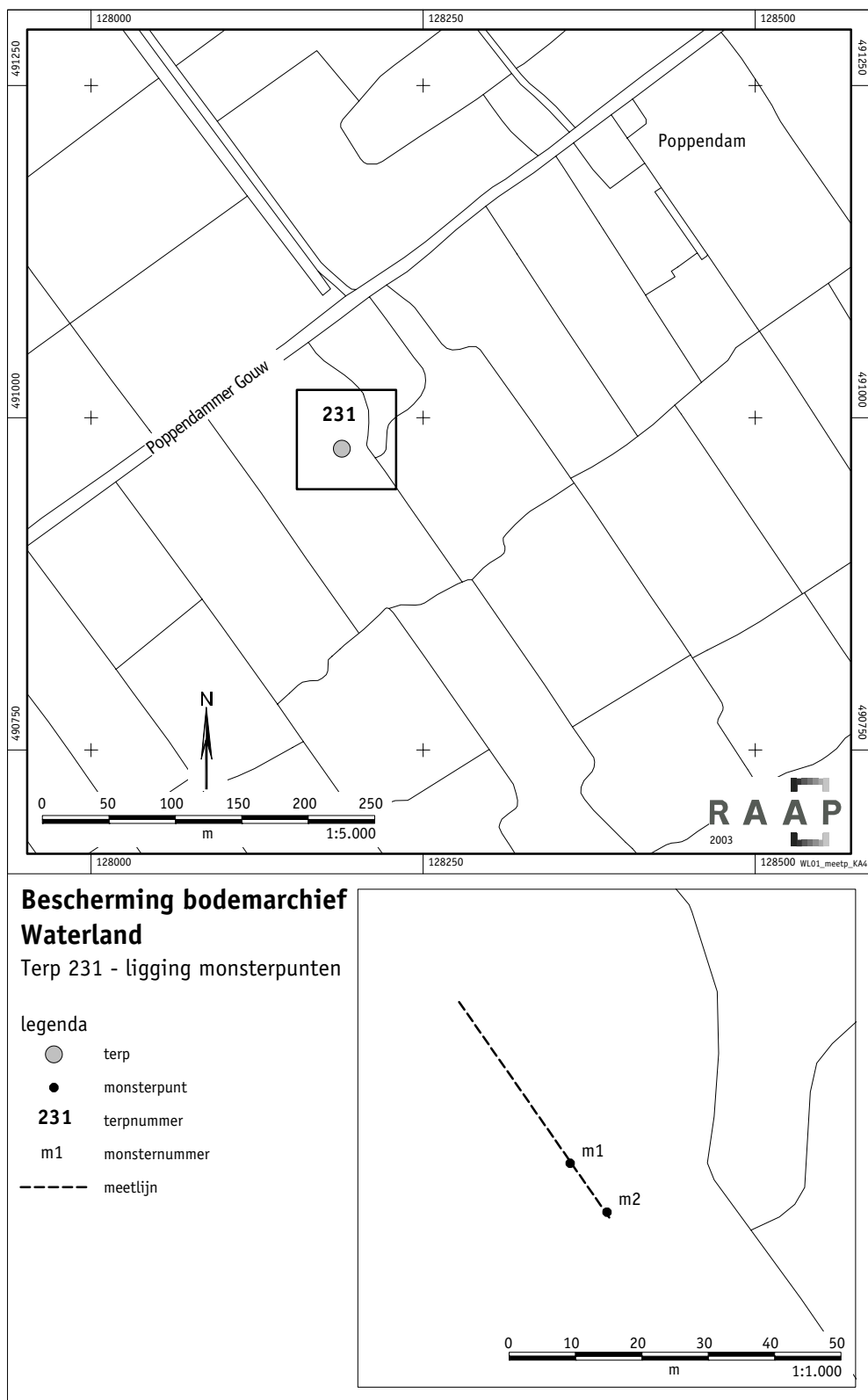
Tabel 22. Terp 206 -  
percentage aangetast  
pollen.

monster	pollenconcentratie							gemiddeld
	opstart	1994	1995	1996	1997	1998	2000	
T206E1	365.531	163.395	77.609	96.821	179.518	370.154	550.038	257.581
T206E2	72.112	283.810	2.000.000	94.019	75.665	115.861	5.833	378.186
T206E3	120.233	44.345	64.100	32.033	322.272	40.269	267.389	127.234
gemiddeld	185.959	163.850	713.903	74.291	192.485	175.428	274.420	254.334

Tabel 23. Terp 206 - pollenconcentratie.

**Wormentelling:** in de zomers van 1995, 1997 en 2001 is het voorkomen van wormen geteld op deze terp (figuur 8). In september 1995 waren nauwelijks wormen aanwezig. In 1997 is de hoeveelheid wormen nog verder afgenomen.

**Figuur 26.** Terp 231 -  
ligging monsterpunten.

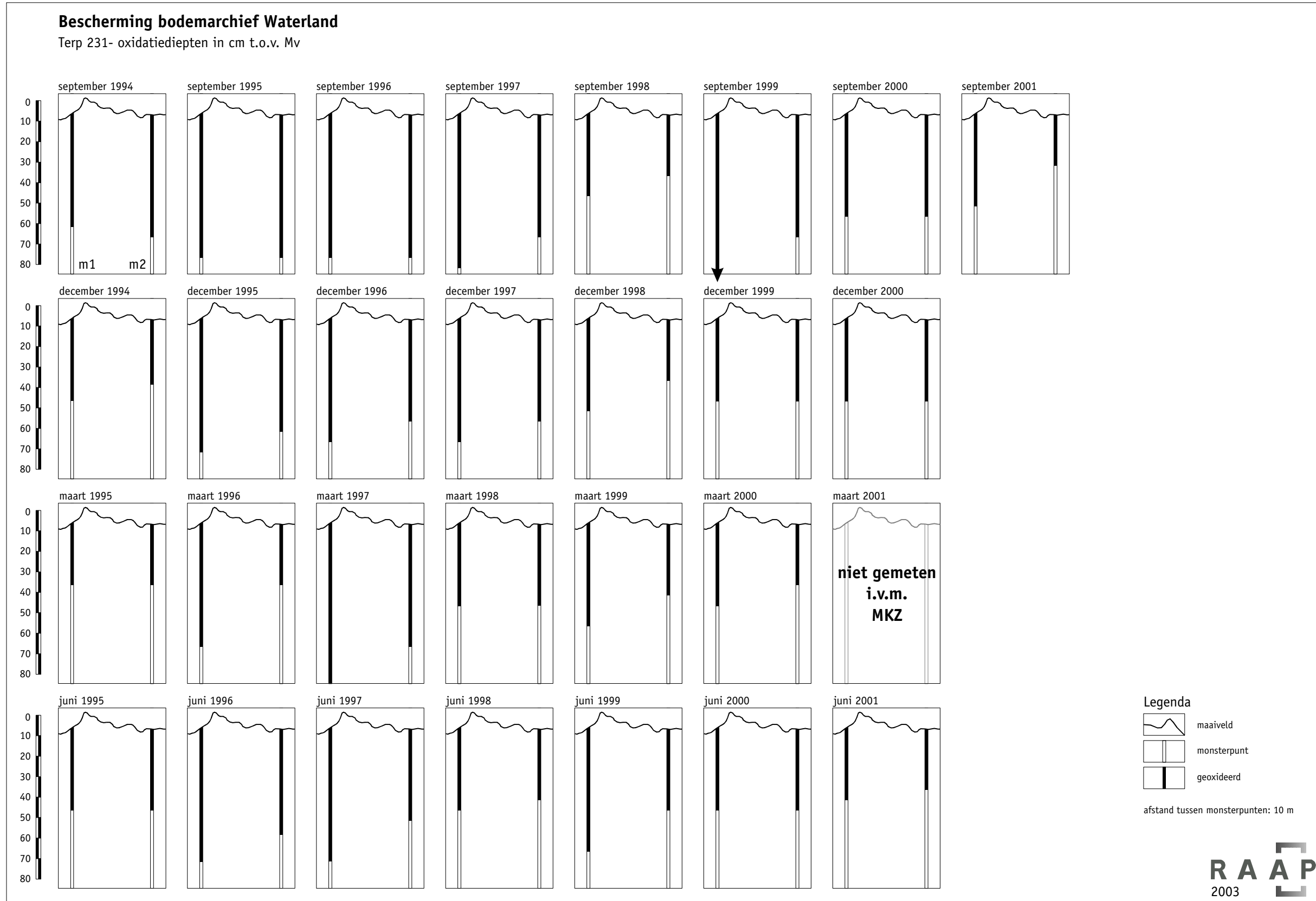


Het ligt voor de hand dat de afname van de hoeveelheid wormen in 1997 aan de geringe hoeveelheden neerslag geweten moet worden die na de eerste telling in 1995 zijn gevallen. In 2001 bleek de hoeveelheid wormen net zo gering als tijdens de voorgaande metingen (figuur 8).

10. **Conclusies:** op deze terp heeft opname in de blokbemaling na particuliere onderbemaling slechts tot 40 cm -Mv tot aantasting van archeologische lagen geleid. De aantasting van archeologische lagen is na 1998 niet verder voortgeschreden. De maaiveldddaling is in deze periode beperkt gebleven tot 4 cm en lijkt voornamelijk het gevolg te zijn van daling van de terp ten opzichte van het maaiveld in de omgeving. Vanaf 60 cm -Mv zijn nog archeologische lagen aanwezig met een eindwaarde van 9. Deze waarden zijn gedurende de gehele monitoringperiode stabiel gebleven. Naar verwachting zullen bij voortzetting van het huidige landgebruik nauwelijks veranderingen in de conserveringswaarden optreden.

### Catalogusnummer 8: Terp 231 (figuren 9, 26 en 27)

1. **RAAP-terpnummer:** terp 231
2. **Oude RAAP-codes:** Bos e.a. (1986): WOK008, cat.nr. 231; Datema (1988): cat.nr. 438; **CMA-code:** 25E-072; **Monumentnummer:** 5981
3. **Type vindplaats:** nederzetting/huisplaats (terp); **Datering:** 1000-1300 na Chr.?; in ieder geval 1300-1600 na Chr.
4. **Coördinaten:** 128.18/490.98; **Kaartblad:** 25E
5. **Gemeente:** Amsterdam; **Plaats:** Poppendam
6. **Relatie tot ruilverkaveling:** buiten een blokbemalingsgebied maar binnen een particuliere onderbemaling (waterhuishoudingssituatie 5); **Polderpeil:** vast peil Poppendamergouw 2,15 m -NAP; **Bodemtype:** Vlierveengronden (gerijpte veengronden met weinig of niet veraarde bovengrond) gevormd in veenmosveen.
7. **Algemene terreinbeschrijving:** terrein van hoge archeologische waarde; er is reliëf zichtbaar en een slootbocht. De terp wordt in 1667 genoemd als 'de verdolven werf'; uit de boringen blijkt dat niet alles 'verdolven' is.
8. **Monitoring:** er zijn twee monsterpunten ingericht op 71 en 81 m van de weg die in het noordwesten langs het terrein loopt (figuur 26). Op beide meetpunten zijn monsters verzameld ten behoeve van bodemmicromorfologisch onderzoek en pollenanalyse. De bemonsterde trajecten bestaan op de meetpunten 1 en 2 uit veenplaggen.
9. **Resultaten:**  
**Meting van oxidatiediepten:** de lange periode van droogte die heerste van de tweede helft van 1995 tot en met 1997 blijkt duidelijk uit de van september 1995 tot en met september 1997 vastgestelde oxidatiediepten (figuur 27). In deze periode zijn in september vrijwel voortdurend oxidatiediepten van 70 á 80 cm -Mv vastgesteld. Voor 1995 en na 1997 bedroegen de oxidatiediepten zelden meer dan 50 cm -Mv.  
**Hoogtemetingen:** de maaiveldddaling die in 1996 is vastgesteld (t.o.v. 1994), lijkt tussen 1996 en 1998 beperkt te zijn gebleven tot enkele centimeters



Figuur 27. Terp 231 - gemeten oxidatiediepten.



(figuur 6). In plaats van een daling van gemiddeld 5 à 6 cm (zoals in 1996 t.o.v. 1994 is vastgesteld) is in 1998 slechts sprake van een gemiddelde daling van 2 à 3 cm. Over het geheel genomen lijkt op basis van de hoogtemetingen in 2001 sprake te zijn van een lichte daling van het maaiveld. De gemiddelde daling van de meetlijn gedurende de monitoringperiode bedraagt 11 cm.

**Bodemmicromorfologisch onderzoek:** op deze terp is gedurende de gehele monitoringperiode geen achteruitgang van de conserveringswaarde vastgesteld op de monsterpunten 1 en 2 (figuur 9). Terp 231 is bodemmicromorfologisch gezien de meest stabiele terp.

**Pollenanalyse:** gedurende de monitoringperiode zijn de pollenmonsters onmiskenbaar steeds sterker aangetast (tabel 24). De monsters uit 1997 passen echter niet in dit beeld. Mogelijk geldt dit ook voor de in 1996 verzamelde monsters. Deze geven ten opzichte van 1995 namelijk een zeer aanzienlijke toename van de percentages aantasting te zien; deze waarden overtreffen de in 1998 vastgestelde percentages aangetast pollen in twee gevallen. In plaats van een zeer sterke plotselinge toename in 1996 lijkt er dan ook eerder sprake te zijn van een voortdurende geleidelijke toename van het percentage aangetast pollen. Tijdens de opstartfase werd op dit monsterpunt het laagste percentages aangetast pollen gemeten van alle terpen. In het middelste en het onderste monster was in 1994 respectievelijk slechts 4% en 1% van het pollen aangetast. In 2000 variëren de percentages aangetast pollen op dit monsterpunt van 44% in het middelste monster tot 68% in het bovenste monster. Ondanks de sterke toename van de percentages aangetast pollen is het pollen op dit monsterpunt in 2000 (in vergelijking met de overige terpen) nog altijd het minst aangetast. Op terp 231 is de laagste gemiddelde pollenconcentratie van alle onderzocht terpen waargenomen (tabel 25).

monster	percentage aangetast pollen							gemiddeld
	opstart	1994	1995	1996	1997	1998	2000	
T231C10	17	21	20	56	13	61	68	37
T231C11	4	8	10	53	18	48	44	26
T231C12	1	19	14	60	21	43	62	31
gemiddeld	7	16	15	56	17	51	58	31

Tabel 24. Terp 231 - percentage aangetast pollen.

monster	pollenconcentratie							gemiddeld
	opstart	1994	1995	1996	1997	1998	2000	
T231C10	397.831	364.994	198.027	240.382	160.279	176.206	136.943	239.237
T231C11	59.948	162.086	123.138	257.552	129.836	267.260	314	142.876
T231C12	301.289	154.317	108.410	132.927	93.734	56.193	136.509	140.483
gemiddeld	253.023	227.132	143.192	210.287	127.950	166.553	91.255	174.199

Tabel 25. Terp 231 - pollenconcentratie.

10. **Conclusies:** op deze terp heeft voortzetting van particuliere onderbemaling gedurende de gehele monitoringperiode niet tot verdere aantasting geleid. Het percentage aangetast pollen is wel toegenomen, maar terp 231 behoort nog tot de minst aangetaste terpen. In de monitoringperiode heeft een maaiveld-daling van 11 cm plaatsgevonden. Vanaf 30 cm -Mv zijn nog archeologische

lagen aanwezig met een eindwaarde van 9. Naar verwachting zullen bij voortzetting van het huidige landgebruik nauwelijks veranderingen in de conserveringswaarden optreden.

### Catalogusnummer 9: Terp 244 (sinds 1998 afgevallen)

1. **RAAP-terpnummer:** terp 244
2. **Oude RAAP-codes:** Bos e.a. (1986): WOK004, cat.nr. 244; Datema (1988): cat.nr. 442; **CMA-code:** 25E-081; **Monumentnummer:** 5989
3. **Type vindplaats:** nederzetting/huisplaats (terp); **Datering:** 1300-1900 na Chr.
4. **Coördinaten:** 128.57/491.33; **Kaartblad:** 25E
5. **Gemeente:** Amsterdam; **Plaats:** Poppendam
6. **Relatie tot ruilverkaveling:** binnen een blokbemalingsgebied maar beschermd door middel van peilscheidingsdammen en in het verleden niet particulier onderbemalen (waterhuishoudingssituatie 2); **Polderpeil:** vast peil Waterlandboezem 1,53 m -NAP; **Bodemtype:** Vlierveengronden (gerijpte veengronden met weinig of niet veraarde bovengrond) gevormd in veenmosveen.
7. **Algemene terreinbeschrijving:** terrein van zeer hoge archeologische waarde; de perceelsvorm wijkt af. Dit erfperceeltje werd 'een werf, bekend in Albertslandje' genoemd. Gezien het vondstmateriaal was het in de twee perioden (1300-1600 en 1600-1900) bewoond. De terp werd gekozen als vertegenwoordiger van de voormalige nederzetting langs de zuidzijde van de Poppendammer Gouw.
8. **Monitoring:** de meetpunten 1 en 2 zijn op respectievelijk 10 en 20 m uit de noordoostelijke sloot ingericht. Op beide meetpunten zijn monsters voor bodemmicromorfologisch onderzoek verzameld. Monsters voor pollenanalyse zijn alleen op meetpunt 2 verzameld. De bemonsterde trajecten bestaan op de meetpunten 1 en 2 uit kleiige veenplaggen.
9. **Resultaten:**

**Meting van oxidatiediepten:** in 1997 is (net als in de voorgaande jaren) op dit terrein in maart de geringste oxidatiediepte vastgesteld. In de daaropvolgende maanden vond net als in de voorgaande jaren een toename van de oxidatiediepten plaats. Gedurende 1997 is op dit terrein een recreatiehuisje gebouwd; rondom het huisje is een boomgaardje aangelegd. Hierdoor konden in juni 1997 geen meetpennen meer worden teruggevonden. De opnieuw geplaatste pennen konden in september voor het laatst worden afgelezen. Vanwege bebouwing en een boomgaard was deze terp niet meer voor het monitoringonderzoek geschikt en is daarom afgevallen vanaf 1998.

**Hoogtemetingen:** in 1996 bleek het oppervlak van dit terrein (ten opzichte van 1994) plaatselijk gestegen en plaatselijk gedaald te zijn (figuur 3). In verband met het veranderde gebruik en de inrichting van dit terrein konden in 1998 geen hoogtemetingen meer worden verricht.

**Bodemmicromorfologisch onderzoek:** in 1996 zijn de bovenste monsters op de monsterpunten 1 en 2 met 1 punt in kwaliteit achteruit gegaan. De plaggen in het middelste monster van monsterpunt 1 zijn in 1996 voor het eerst sinds het begin van het monitoringonderzoek niet verder aangetast. Ook in

1997 heeft geen verdere aantasting plaatsgevonden. In 1998 konden geen monsters meer verzameld worden.

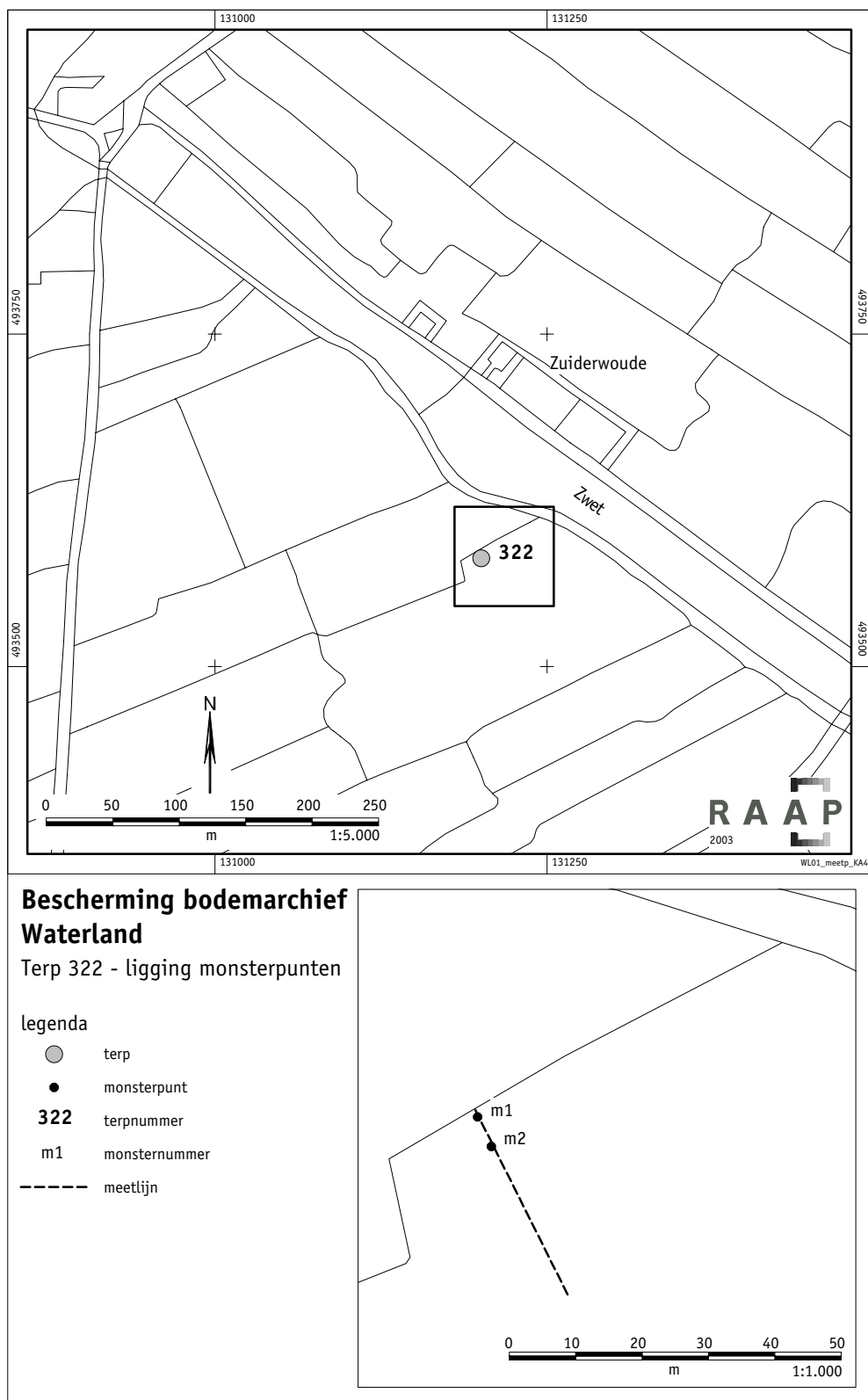
**Pollenanalyse:** in 1996 is het percentage aangetast pollen ten opzichte van 1995 niet verder toegenomen. In elk van de drie monsters is echter wel een afname van de pollenconcentratie opgetreden. Dit wijst er op dat door veraarding inmiddels pollen verloren is gegaan. In 1997 zijn geen pollen-monsters verzameld.

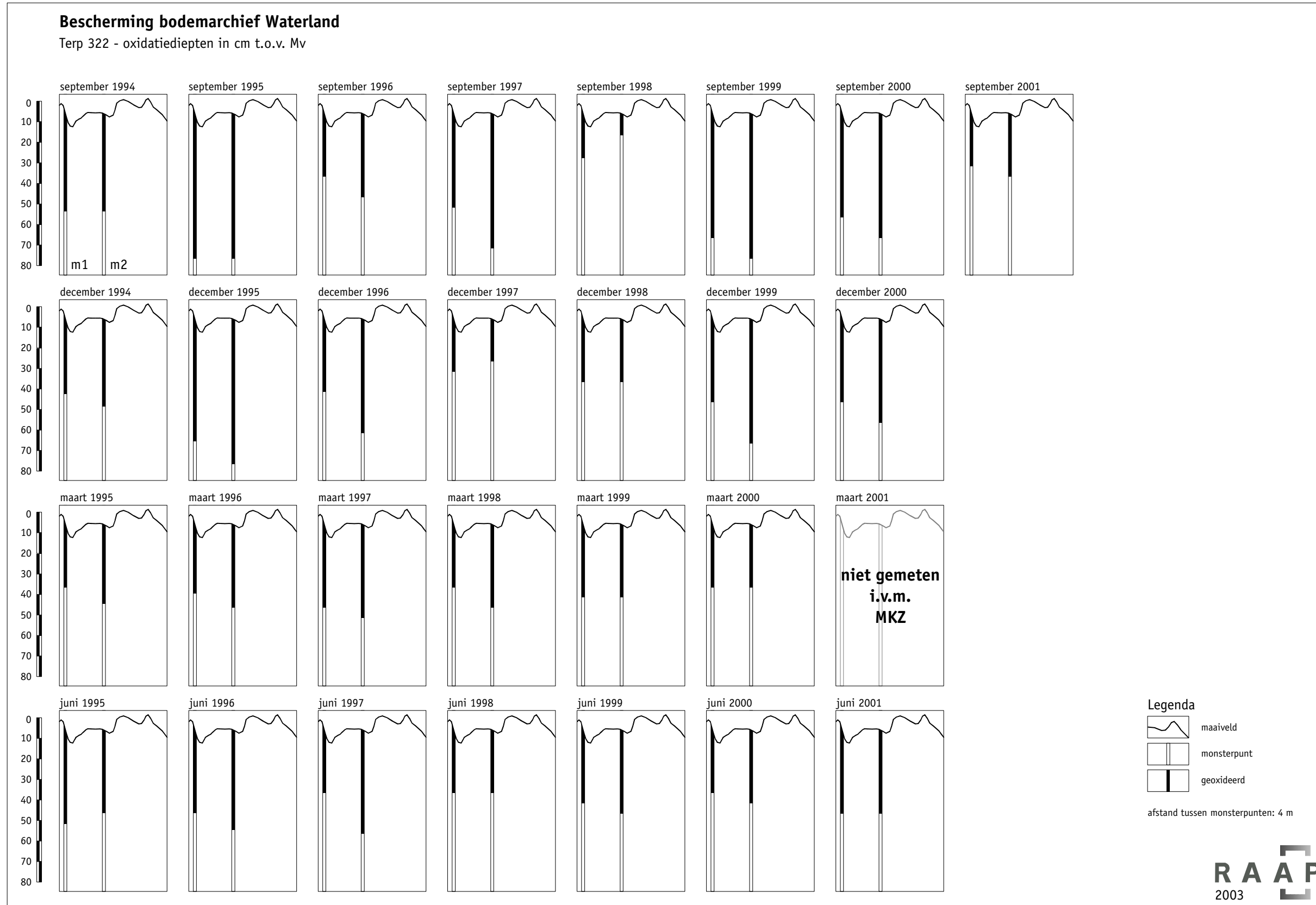
10. **Conclusies:** in 1996 heeft de aantasting van de archeologische lagen op dit terrein zich beperkt tot de bovenste monsters. Dit ondanks de relatief grote oxidatiediepten die in 1996 op dit terrein zijn vastgesteld. Vanaf 1998 was geen onderzoek meer mogelijk. Hierdoor kon niet worden vastgesteld of de beschermende maatregelen (peilscheidingsdammen) die de terp in 1996 grotendeels lijken te hebben behoed voor aantasting, ook een blijvend effect hebben. Vanwege de drastisch gewijzigde inrichting is terp 244 vanaf september 1997 niet meer onderzocht.

### Catalogusnummer 10: Terp 322 (figuren 9, 28 en 29)

1. **RAAP-terpnummer:** terp 322
2. **Oude RAAP-codes:** Bos e.a. (1986): WOG010, cat.nr. 322; Datema (1988): cat.nr. 483; **CMA-code:** 25F-022; **Monumentnummer:** 6672
3. **Type vindplaats:** nederzetting/huisplaats (terp); **Datering:** in elk geval 1300-1600 na Chr.
4. **Coördinaten:** 131.22/493.57; **Kaartblad:** 25F
5. **Gemeente:** Waterland; **Plaats:** Zuiderwoude
6. **Relatie tot ruilverkaveling:** binnen een blokbemalingsgebied (waterhuishoudingssituatie 4); **Polderpeil:** vast peil Aandamergouw 1,96 m -NAP; **Bodemtype:** Waardveengronden (veengronden met kleidek zonder minerale eerdlaag) gevormd in veenmosveen.
7. **Algemene terreinbeschrijving:** terrein van zeer hoge archeologische waarde; er is een duidelijke verhoging en een afwijkend slootpatroon zichtbaar.
8. **Monitoring:** de meetpunten 1 en 2 liggen op respectievelijk 1 en 5 m uit de noordwestelijke sloot (figuur 28). Op beide meetpunten zijn monsters voor bodemmicromorfologisch onderzoek verzameld. Op meetpunt 1 zijn ook monsters voor pollenanalyse verzameld. De bemonsterde trajecten bestaan op de meetpunten 1 en 2 uit veenplaggen.
9. **Resultaten:**  
**Meting van oxidatiediepten:** van september 1994 tot en met juni 1995 overschreden de oxidatiediepten op deze terp zelden 40 cm -Mv; in september en december 1995 namen de oxidatiediepten opeens aanmerkelijk toe (figuur 29). In september 1995 is een oxidatiediepte van 70 cm -Mv vastgesteld; deze waarde is daarna alleen nog in september 1999 bereikt. In alle overige maanden kwamen de oxidatiediepten op deze terp zelden boven de 50 cm -Mv. De geringste oxidatiediepten op deze terp zijn vastgesteld in september 1998 en september 2001. Dit hangt ongetwijfeld samen met de uitzonderlijk grote hoeveelheden neerslag in deze maanden.

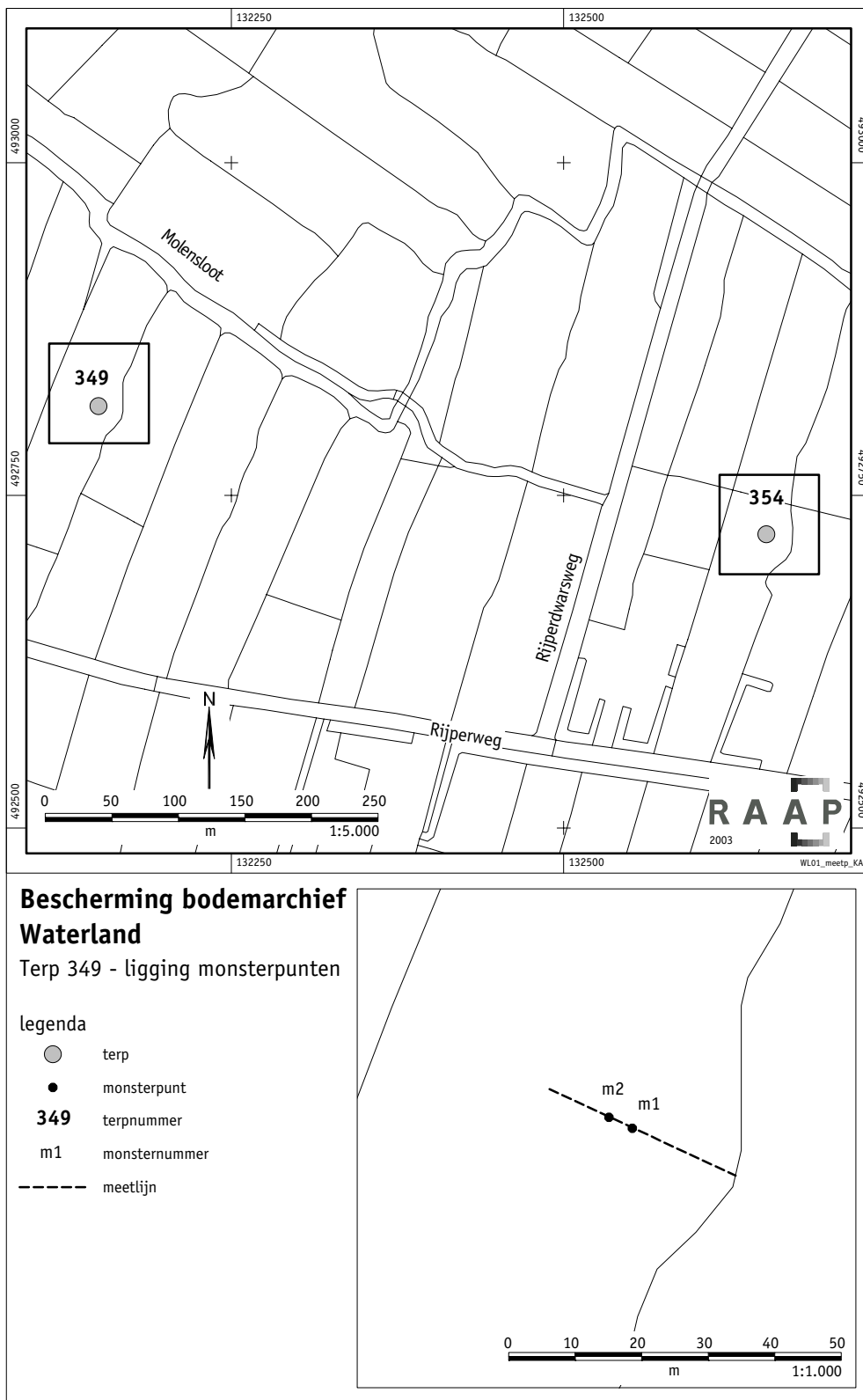
**Figuur 28.** Terp 322 -  
ligging monsterpunten.





Figuur 29. Terp 322 - gemeten oxidatiediepten.

**Figuur 30.** Terp 349 -  
ligging monsterpunten.



**Hoogtemetingen:** de daling van het maaiveld rond de top van de terp in 1996 (t.o.v. 1994) op dit terrein met 10 cm heeft zich tot 1998 slechts in geringe mate voortgezet (figuur 4). Ook de top van de terp blijkt inmiddels iets gedaald te zijn. Uit de metingen in 2001 blijkt een zeer lichte daling van zowel de terp als het maaiveld in de omgeving. De gemiddelde daling van de meetlijn gedurende de monitoringperiode bedraagt 9 cm.

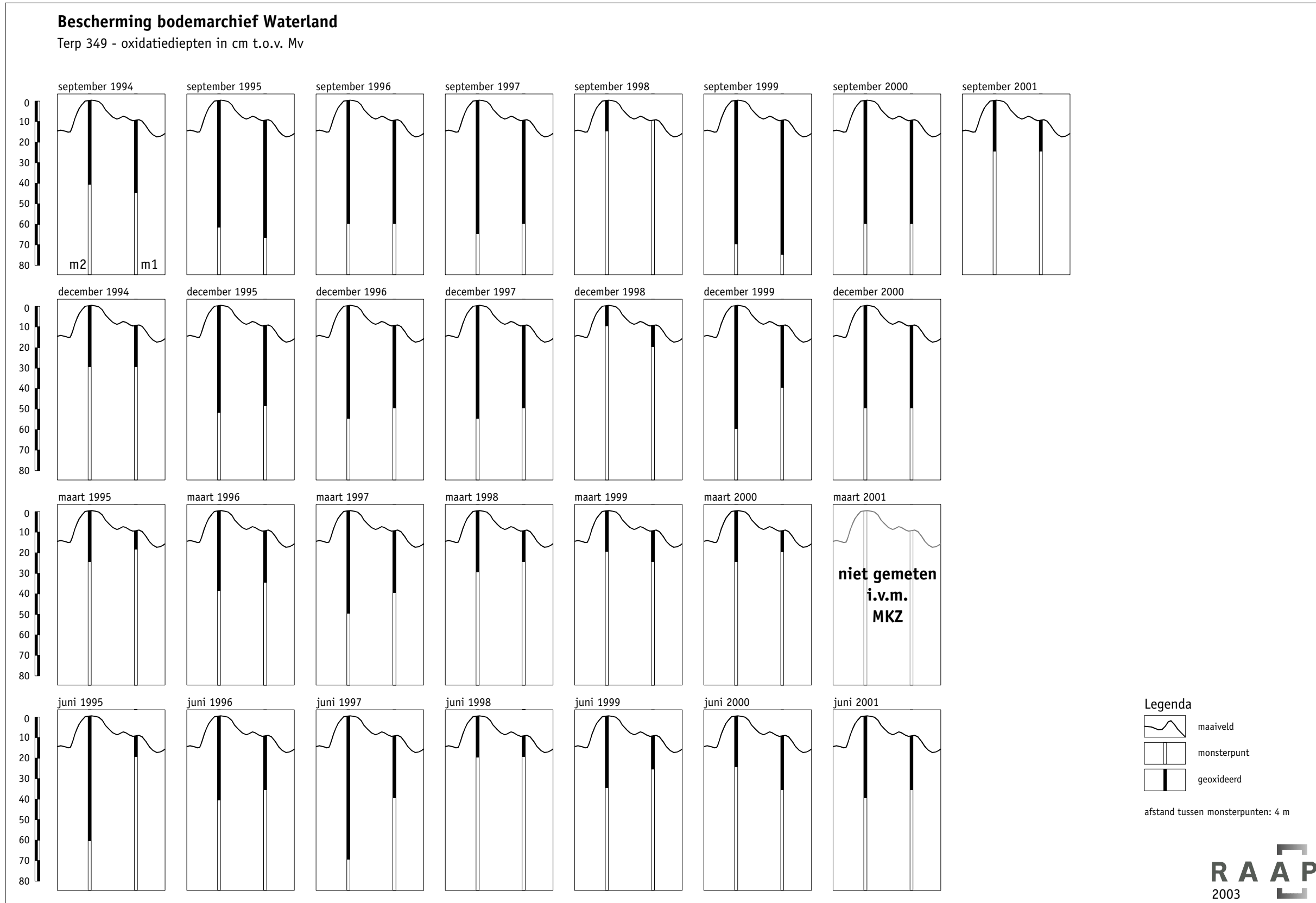
**Bodemmicromorfologisch onderzoek:** in 1996 zijn in de bovenste monsters van de monsterpunten 1 en 2 met 1 punt in kwaliteit achteruitgegaan. In 1997 heeft de achteruitgang zich beperkt tot het bovenste monster van monsterpunt 1. Hier bedroeg de achteruitgang 1 punt (figuur 9). Vanaf 1998 zijn alle monsters stabiel.

**Pollenanalyse:** in 1997 is in de bovenste twee monsters van meetpunt 1 een ongeveer gelijk percentage aangetast pollen vastgesteld als in 1995. In het onderste monster is dit percentage in 1997 echter aanmerkelijk geringer dan in 1995. De stijging van de pollenconcentraties in de onderste twee monsters betekent mogelijk dat de aantasting van organisch materiaal met name in het onderste monster heeft geleid tot het verloren gaan van in het verleden reeds aangetast pollen. De in 1995, 1997 en 1998 op meetpunt 1 verzamelde pollenmonsters vertonen geen consistent beeld wat betreft de percentages aangetast pollen. De percentages fluctueren zodanig, dat hier nauwelijks enige gevolgtrekkingen op te baseren zijn. De terp is niet bemonsterd tijdens de opstartfase, 1994, 1996 en 2000.

10. **Conclusies:** op deze terp heeft opname in de blokbemaling al in 1994 geleid tot zeer sterke aantasting van archeologische lagen. De aantasting van archeologische lagen heeft plaatsgevonden tot 70 cm -Mv. Na 1997 is geen verdere aantasting opgetreden. De ontwatering heeft geleid tot een maaiveld daling van gemiddeld 9 cm. Vanaf 50 cm -Mv zijn nog archeologische lagen aanwezig met een eindwaarde van 5. Deze waarden zijn al stabiel vanaf 1997. Naar verwachting zal pas bij verdere verlaging van het slootwaterpeil verdere achteruitgang van de conserveringswaarden optreden.

### **Catalogusnummer 11: Terp 349 (figuren 9, 30 en 31)**

1. **RAAP-terpnummer:** terp 349
2. **Oude RAAP-codes:** Bos e.a. (1986): WOH003, cat.nr. 349; Datema (1988): cat.nr. 497; **CMA-code:** 25F-032; **Monumentnummer:** 6682
3. **Type vindplaats:** nederzetting/huisplaats (terp); **Datering:** 1000-1300 na Chr.
4. **Coördinaten:** 132.14/492.81; **Kaartblad:** 25F
5. **Gemeente:** Waterland
6. **Relatie tot ruilverkaveling:** buiten een blokbemalingsgebied en in het verleden niet particulier onderbemalen; opgenomen in beheersgebied (waterhuishoudings-situatie 1); **Polderpeil:** vast peil Waterlandboezem 1,53 m -NAP; **Bodemtype:** Waardveengronden (veengronden met kleidek zonder minerale eerdlaag) gevormd in veenmosveen.
7. **Algemene terreinbeschrijving:** terrein van zeer hoge archeologische waarde; er is een verhoging en een afwijkend slootpatroon zichtbaar. Deze vertegen-



Figuur 31. Terp 349 - gemeten oxidatiediepten.



woordiger van (waarschijnlijk) de voormalige nederzetting Onderwoude is tevens de qua opbouw meest spectaculaire terp. Hij is goed te herkennen aan een uitstulping in de sloot in combinatie met een verhoging (bult). Het verzamelde schervenmateriaal wijst op een datering vóór 1300. De terp is in verschillende perioden opgeworpen met veenplaggen.

8. **Monitoring:** de meetpunten 1 en 2 liggen op respectievelijk 17 en 21 m van de westelijke sloot (figuur 30). Op beide meetpunten zijn monsters voor bodemmicromorfologisch onderzoek verzameld. Op meetpunt 2 zijn ook pollenmonsters verzameld. De bemonsterde trajecten op meetpunt 1 bestaan uit betreden stooklagen, stooklagen en veenplaggen en die op meetpunt 2 uit kleiige veenplaggen.

9. **Resultaten:**

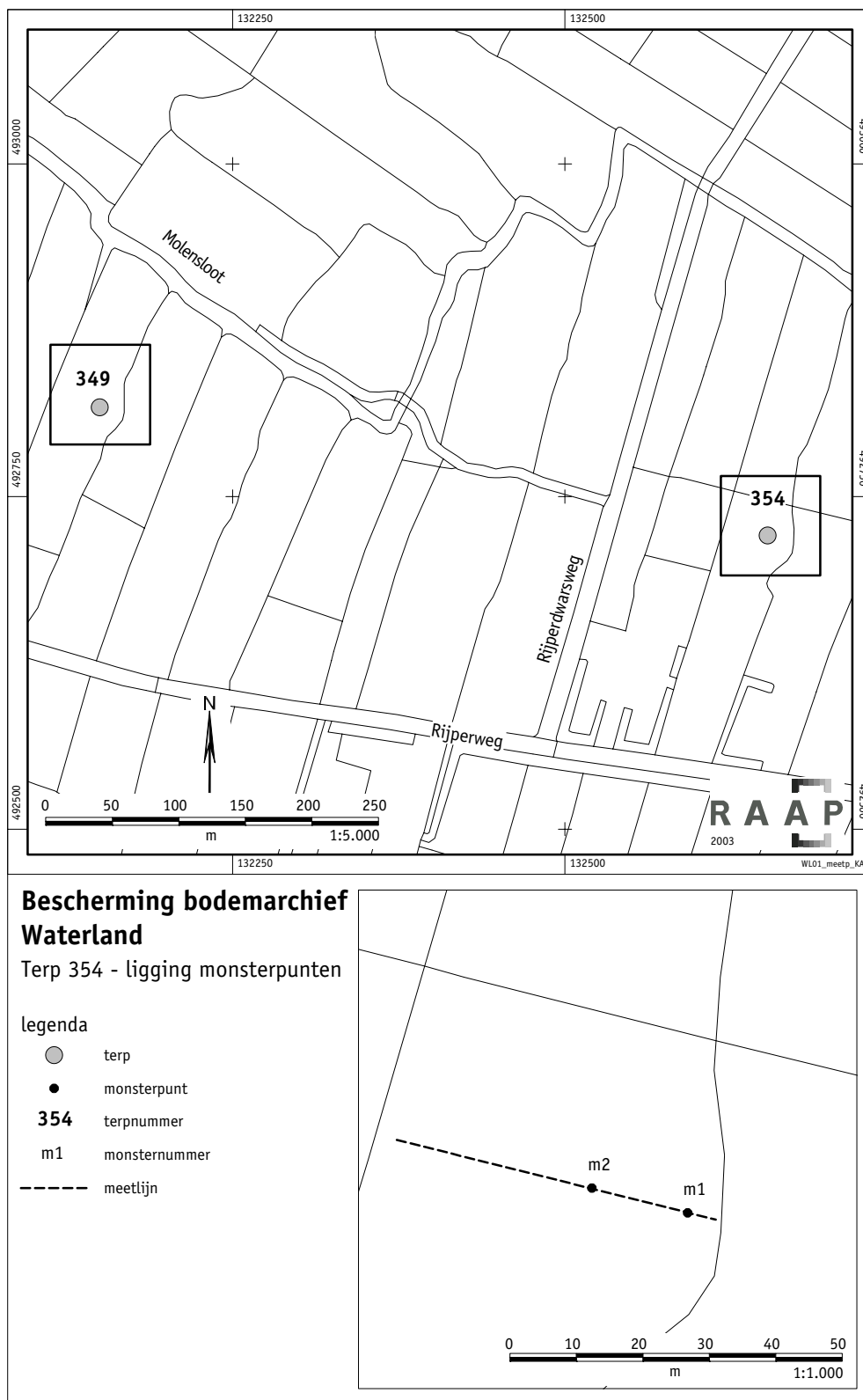
**Meting van oxidatiediepten:** op deze terp hebben van juni 1995 tot en met december 1997 relatief grote oxidatiediepten geheerst (figuur 31). Niettemin overtroffen ook in deze periode de oxidatiediepten zelden 60 cm -Mv. Na september 1997 zijn vergelijkbare waarden alleen nog gehaald in september en december 1999 en in september 2000. De geringste oxidatiediepten op deze terp zijn doorgaans vastgesteld in maart en juni. Behalve in 1997 en 1998 overtroffen de oxidatiediepten in deze maanden zelden 30 cm -Mv. De maximale oxidatiediepten zijn op deze terp doorgaans in september vastgesteld. De extreem lage waarden in september 1998 en september 2001 hangen ongetwijfeld samen met de uitzonderlijk grote hoeveelheden neerslag in deze maanden.

**Hoogtemetingen:** de daling van het maaiveld met 3,5 cm in 1996 (t.o.v. 1994) lijkt niet verder te zijn voortgeschreden in 1997 en 2001 (figuur 3). Wel lijkt enige afvlakking van het terrein te zijn opgetreden. De vastgestelde veranderingen lijken het gevolg te zijn van vervormingen van het maaiveld. De gemiddelde daling van de meetlijn gedurende de monitoringperiode bedraagt 4 cm.

**Bodemmicromorfologisch onderzoek:** op monsterpunt 1 is aan het einde van 1995 achteruitgang met respectievelijk 2 en 3 punten vastgesteld van de tot dan toe goed geconserveerde betreden stooklagen in de beide bovenste monsters. Eind 1996 bleek het bovenste monster wederom met 1 punt in conserveringswaarde achteruit te zijn gegaan. In ditzelfde jaar zijn ook de tot dan toe tamelijk goed geconserveerde betreden stooklagen in het derde monster van boven met 1 punt in conserveringswaarde achteruit gegaan. In 1997 is ditzelfde monster wederom met 1 punt achteruit gegaan. De tot dan toe uitmuntend geconserveerde betreden stooklagen in het hieronder gelegen monster zijn in 1997 eveneens met 1 punt in conserveringswaarde achteruit gegaan. Na 1997 is op dit monsterpunt geen verdere achteruitgang meer vastgesteld. Op monsterpunt 2 is gedurende de gehele monitoringperiode slechts in 1997 achteruitgang vastgesteld. Het betreft achteruitgang met 1 punt van de tot dan toe tamelijk goed geconserveerde kleiplaggen in het bovenste monster.

**Pollenanalyse:** in 1996 heeft op monsterpunt 2 een sterke toename van het percentage aangetast pollen plaatsgevonden (tabel 26). Uit de geleidelijke

Figuur 32. Terp 354 -  
ligging monsterpunten.



toename van de pollenconcentraties door de jaren heen blijkt dat de voortgaande aantasting in 1996 nog niet tot het verloren gaan van pollen heeft geleid. In 1997 is echter een drastische toename van de pollenconcentraties vastgesteld. Deze toename is gepaard gegaan met een afname van het percentage aangetast pollen. Bovenin monsterpunt 2 lijkt nauwelijks toename van de percentages aangetast pollen te hebben plaatsgevonden. Dit is het geval indien de tijdens de opstartfase in het bovenste monster en de in 1997 in alle monsters vastgestelde percentages aangetast pollen als onjuist worden beschouwd. De percentages aangetast pollen in de middelste en onderste monsters fluctueren zodanig, dat hier nauwelijks enige gevolgtrekkingen op te baseren zijn. Ditzelfde geldt voor de pollenconcentraties (tabel 27).

monster	percentage aangetast pollen							gemiddeld
	opstart	1994	1995	1996	1997	1998	2000	
T349D1	92	59	50	77	43	56	54	62
T349D2	16	54	25	77	22	81	55	47
T349D3	50	30	59	82	34	43	51	50
gemiddeld	53	48	45	79	33	60	53	53

Tabel 26. Terp 349 -  
percentage aangetast  
pollen.

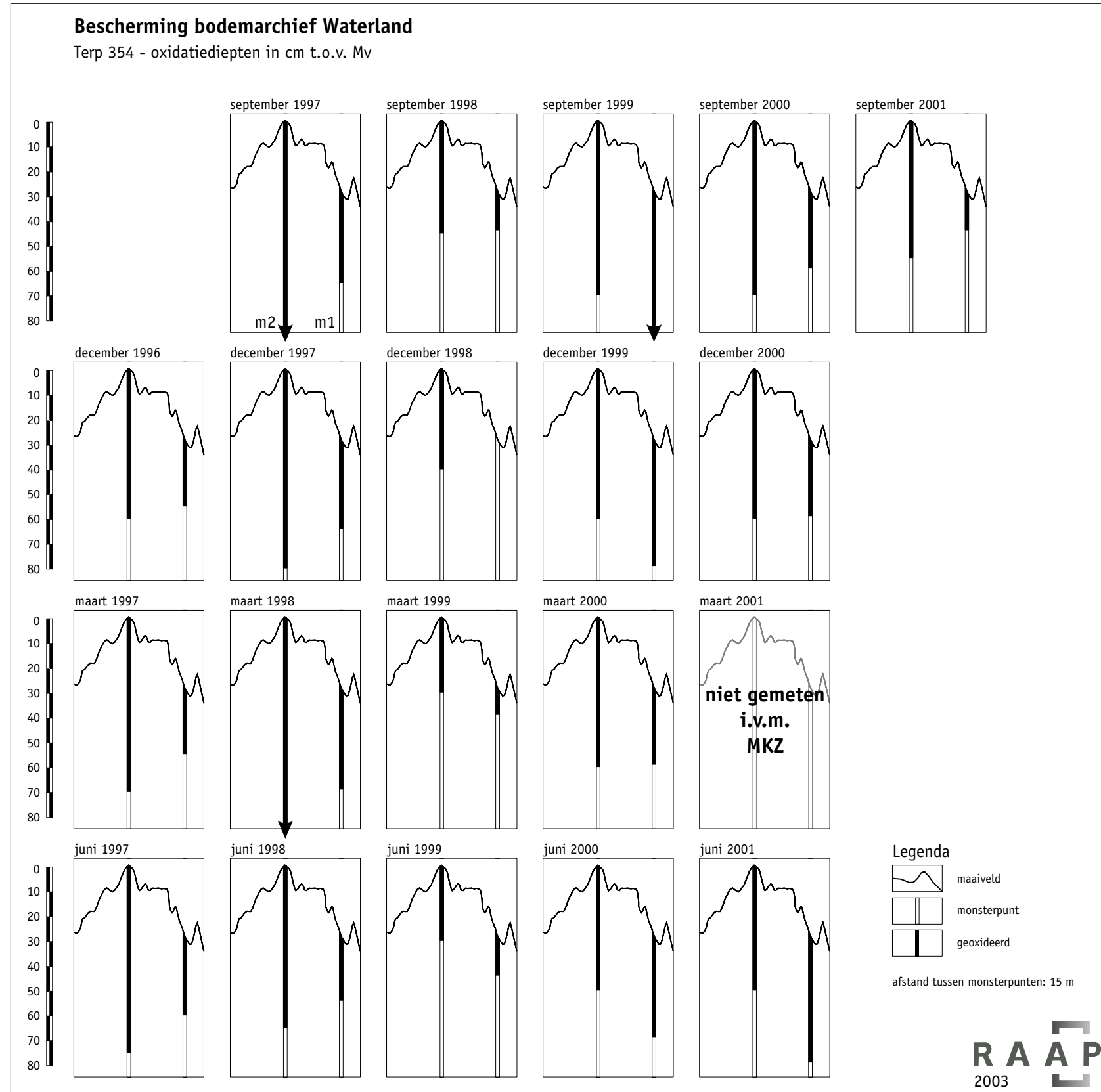
monster	pollenconcentratie							gemiddeld
	opstart	1994	1995	1996	1997	1998	2000	
T349D1	176.965	2.000.000	268.946	581.733	688.595	689.986	372.140	682.623
T349D2	113.666	365.329	139.806	223.419	430.884	848.571	79.637	314.473
T349D3	115.145	186.791	293.870	95.844	360.727	215.442	163.849	204.524
gemiddeld	135.259	850.707	234.207	300.332	493.402	584.666	205.209	400.540

Tabel 27. Terp 349 - pollenconcentratie.

**10. Conclusies:** doordat de terp hoger ligt dan het maaiveld in de omgeving, heeft de opname in een beheersgebied niet kunnen voorkomen dat tijdens droge zomers aantasting van archeologische lagen heeft plaatsgevonden en maaiveldddaling is opgetreden. De aantasting van archeologische lagen heeft plaatsgevonden tot 60 cm -Mv, maar is na 1997 niet verder voortgeschreden. Hierdoor zijn op deze terp binnen 50 cm -Mv nog archeologische lagen aanwezig met een eindwaarde van 9. Om de archeologische waarden op deze terp ook in de toekomst tegen aantasting te beschermen, verdient het aanbeveling de opname van terp 103 in een beheersgebied te handhaven.

### Catalogusnummer 12: Terp 354 (figuren 9, 32 en 33)

- 1. RAAP-terpnummer:** terp 354 (alsnog geselecteerd sinds 1995 nadat terp 86 was afgevallen)
- 2. Oude RAAP-codes:** Bos e.a. (1986): WOH008, cat.nr. 354; Datema (1988): cat.nr. 500; **CMA-code:** 25F-035; **Monumentnummer:** 6685
- 3. Type vindplaats:** nederzetting/huisplaats (terp); **Datering:** waarschijnlijk 1000-1300 na Chr.
- 4. Coördinaten:** 132.64/492.71; **Kaartblad:** 25F
- 5. Gemeente:** Waterland; **Plaats:** Uitdam



Figuur 33. Terp 354 - gemeten oxidatiediepten.

6. **Relatie tot ruilverkaveling:** binnen een blokbemalingsgebied dat daarvoor particulier onderbemalen werd (waterhuishoudingssituatie 6); **Polderpeil:** vast peil Uitdam 1,96 m -NAP; **Bodemtype:** Waardveengronden (veengronden met kleidek zonder minerale eerdlaag) gevormd in veenmosveen.
7. **Algemene terreinbeschrijving:** terrein van hoge archeologische waarde; er is een afwijkend slootpatroon aanwezig.
8. **Monitoring:** de meetpunten 1 en 2 zijn op respectievelijk 5 en 20 m van de oostelijke sloot ingericht (figuur 32). Op beide meetpunten zijn monsters voor bodemmicromorfologisch onderzoek verzameld. Op meetpunt 1 zijn ook monsters voor pollenanalyse verzameld. Deze terp is eind 1996 geselecteerd in plaats van terp 86. De bemonsterde trajecten bestaan op meetpunt 1 uit kleiige veenplaggen (top) en veenplaggen (basis); op meetpunt 2 gaat het om betredingslagen, stooklagen en veenplaggen.
9. **Resultaten:**

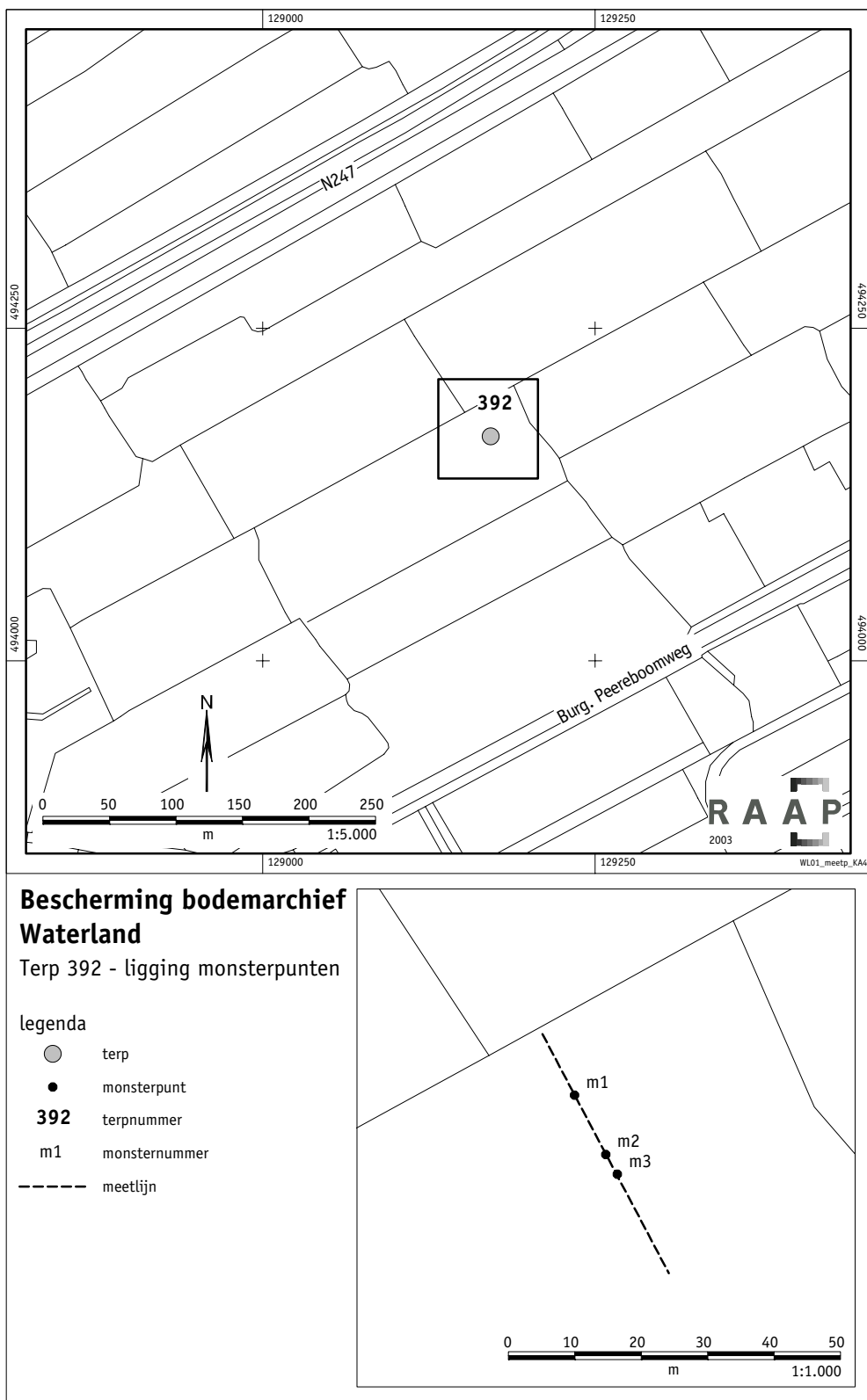
**Meting van oxidatiediepten:** de grootste oxidatiediepten zijn op deze terp gemeten tussen juni 1997 en maart 1998 (figuur 33). In deze periode is regelmatig een oxidatiediepte van 70 cm -Mv overschreden. Voor 1997 en na 1998 waren de oxidatiediepten aanmerkelijk geringer en is alleen in september en december 1999 nog 70 cm -Mv gemeten. De periode met de geringste oxidatiediepten (september 1998 t/m juni 1999) volgde opmerkelijk genoeg direct op de periode waarin op deze terp de maximale oxidatiediepten zijn vastgesteld.

**Hoogtemetingen:** in 1996 is (t.o.v. 1994) een maaivelddaling van gemiddeld 6 cm vastgesteld (figuur 5). Deze maaivelddaling was het sterkst rondom de terp. Hierdoor is de terp iets hoger komen te liggen ten opzichte van het maaiveld in de omgeving. Na 1996 lijkt dit proces niet verder te zijn voortgeschreden. Uit de in 1998 en 2001 verrichte metingen blijkt dat (t.o.v. 1996) slechts sprake is van een geringe maaivelddaling. De gemiddelde daling van de meetlijn gedurende de monitoringperiode bedraagt 10 cm.

**Bodemmicromorfologisch onderzoek:** op monsterpunt 1 is eind 1996 achteruitgang met 1 punt vastgesteld van de tot dan toe uitmuntend geconserveerde stooklagen in het bovenste monster. Na 1996 is op dit monsterpunt geen verdere achteruitgang meer vastgesteld. Op monsterpunt 2 zijn in 1995 de tot dan toe redelijk geconserveerde kleiplaggen in de bovenste twee monster van boven naar beneden met 3 en 1 punten in conserveringswaarde achteruit gegaan. Na 1995 is op dit monsterpunt geen verdere achteruitgang meer vastgesteld.

**Pollenanalyse:** de percentages aangetast pollen in de in 1995, 1997 en 1998 verzamelde monsters lijken tamelijk constant te zijn. Dit suggereert dat tussen 1995 en 1998 nauwelijks aantasting van het pollen heeft plaatsgevonden. De pollenconcentraties laten voor wat betreft de bovenste twee monsters een afname zien. Dit zou betekenen dat (ondanks de niet voortschrijdende aantasting) pollen verloren is gegaan.
10. **Conclusies:** op deze terp heeft opname in de blokbemaling geleid tot halvering van de conserveringswaarde van archeologische lagen binnen 40 cm -Mv. Dit neemt echter niet weg dat vanaf 40 cm -Mv nog archeologische lagen aanwezig

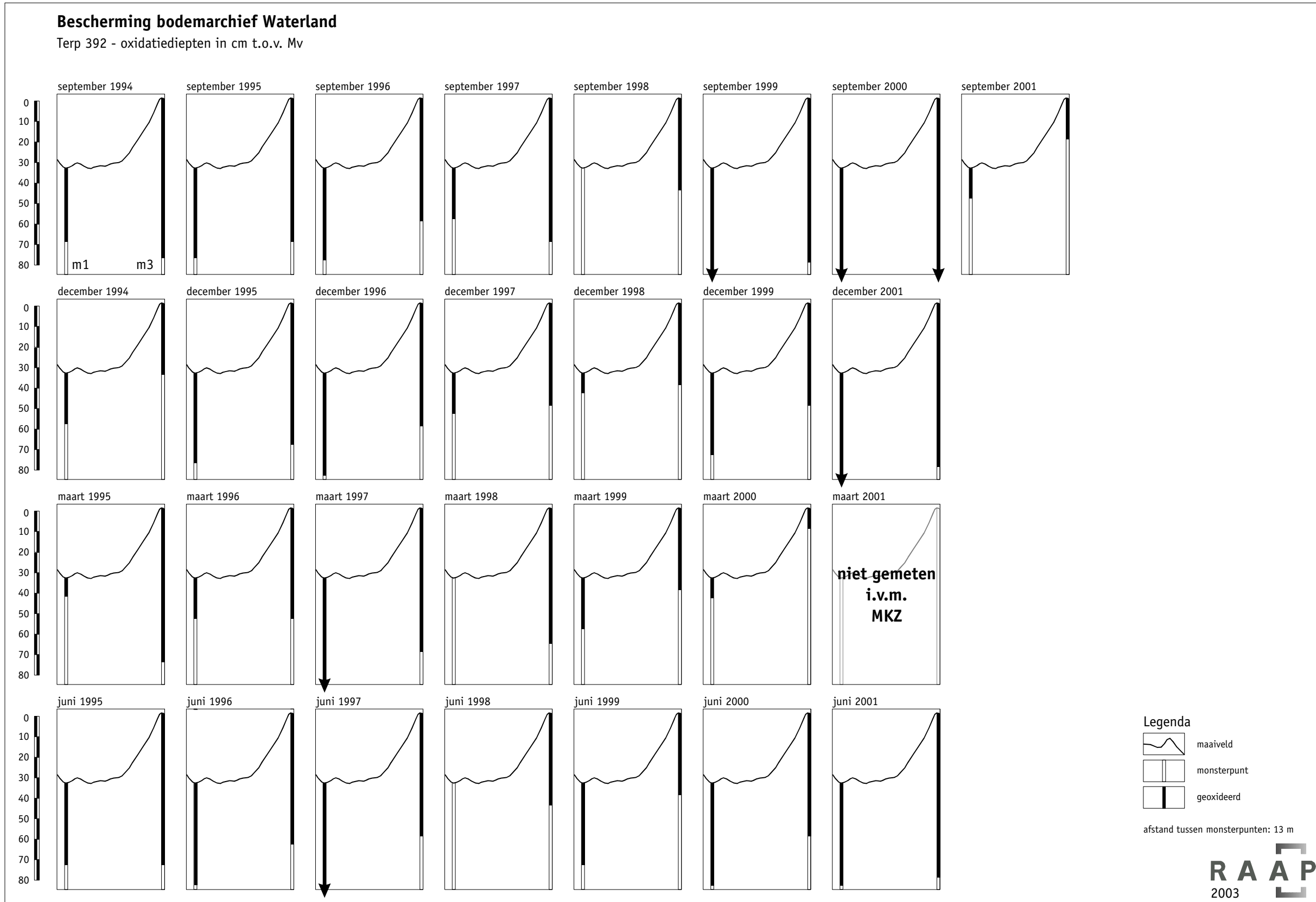
**Figuur 34.** Terp 392 -  
ligging monsterpunten.



zijn met een eindwaarde van 9. De aantasting van archeologische lagen is bovendien na 1996 niet verder voortgeschreden. Het is met name opmerkelijk dat de zeer goed geconserveerde stooklagen bovenin monsterpunt 2 niet verder zijn aangetast, terwijl dit in het voorgaande jaar wel het geval was. Mogelijk is dit het gevolg van de gedurende geheel 1997 gemeten grote oxidatiediepten op dit terrein. Het is goed denkbaar dat hierdoor de wormenpopulatie gedecimeerd is. In dat geval is op terp 354 eenzelfde situatie van toepassing als op terp 206 (cat.nr. 7), waarvoor dezelfde waterhuishoudings-situatie geldt en waar wormentelling heeft aangetoond dat door langdurig tot op grote diepte heersende oxiderende omstandigheden de wormenpopulatie in omvang afneemt. Mogelijk vindt hierdoor op deze terp, ondanks de opname in een blokbemalingsgebied, geen verdere aantasting van archeologische lagen door bioturbatie plaats. Naar verwachting zal pas bij verdere verlaging van het slootwaterpeil weer achteruitgang van de conserveringswaarden optreden. De opname in een blokbemaling heeft geleid tot een maaiveld daling van gemiddeld 10 cm. Hierbij is de terp 3 cm hoger komen te liggen ten opzichte van het maaiveld in de omgeving.

### Catalogusnummer 13: Terp 392 (figuren 9, 34 en 35)

1. **RAAP-terpnummer:** terp 392
2. **Oude RAAP-codes:** Bos e.a. (1986): WOC016, cat.nr. 392; Datema (1988): cat.nr. 519; **CMA-code:** 25E-115; **Monumentnummer:** 6021
3. **Type vindplaats:** nederzetting/huisplaats (terp); **Datering:** 1000-1300 na Chr.
4. **Coördinaten:** 129.17/494.16; **Kaartblad:** 25E
5. **Gemeente:** Waterland
6. **Relatie tot ruilverkaveling:** binnen een blokbemalingsgebied (waterhuishoudingssituatie 4); **Polderpeil:** vast peil Atjehgouw 2,0 m -NAP; **Bodemtype:** Weideveengronden (met een kleidek waarin een minerale eerdlaag is ontwikkeld) gevormd in rietveen of zeggerietveen.
7. **Algemene terreinbeschrijving:** terrein van zeer hoge archeologische waarde; er is reliëf zichtbaar. Deze terp vertegenwoordigt met terp 393 (Exaltus & Soonius, 1997) de op voedselrijk(er) veen gelegen nederzetting ten oosten van Broek in Waterland. De terp is zichtbaar als een licht afgeplatte bult met een diameter van circa 10 bij 10 m. De nabijgelegen korte dwarssloot vertoont een lichte bocht ter hoogte van de terp. Waarschijnlijk gaat het om een meerperioden terp. Uitgaande van de vondsten dateert de terp uit de periode vóór 1300. Het ligt in de directe nabijheid van terp 393 (Exaltus & Soonius, 1997).
8. **Monitoring:** de meetpunten 1, 2 en 3 zijn op respectievelijk 10, 20 en 23 m van de noordelijke sloot ingericht (figuur 34). Hoewel op elk van deze drie meetpunten de oxidatiediepten zijn gemeten, zijn alleen de resultaten van de metingen op de meetpunten 1 en 3 afgebeeld (figuur 35). Dit is gedaan omdat de meetpunten 2 en 3 dicht bij elkaar op de terp liggen. De resultaten van de metingen van de oxidatiediepten op deze twee punten komen dan ook nagenoeg overeen. Elk van de drie meetpunten is in gebruik als monsterpunt voor bodemmicromorfologische onderzoek. Op monsterpunt 1 zijn ook de



Figuur 35. Terp 392 - gemeten oxidatiediepten.



monsters voor pollenanalyse verzameld. De bemonsterde trajecten bestaan op meetpunt 1 uit veenplaggen, op meetpunt 2 uit betredingslagen, betreden stooklagen en veenplaggen en op meetpunt 3 uit betreden stooklagen en stooklagen.

## 9. Resultaten:

**Meting van oxidatiediepten:** gedurende 1994, 1995, 1996 en de eerste helft van 1998 zijn op dit terrein tamelijk grote oxidatiediepten vastgesteld; oxidatiediepten tot 70 cm -Mv waren op de terp eerder regel dan uitzondering en ook op het lager gelegen deel van het terrein traden regelmatig tot op grote diepte oxidatieverschijnselen op. Vanaf eind 1997 is hierin echter verandering opgetreden; er treden tot aanmerkelijk minder grote diepte oxidatieverschijnselen op. Gedurende vrijwel geheel 1998 zijn in het laagste deel van het terrein zelfs geen oxidatieverschijnselen vastgesteld. Vanaf december 1998 vindt weer een geleidelijke toename van de oxidatiediepten plaats tot 40 cm -Mv in juni 1999 naar maximale diepten in september 1999 en september 2000. Maart 2000 en september 2001 vertonen geringere oxidatiediepten veroorzaakt door een neerslagoverschot in de voorafgaande maanden.

**Hoogtemetingen:** de daling van het maaiveld met gemiddeld 7,5 cm in 1996 (t.o.v. 1994) lijkt in geringe mate in 1998 en 2001 te zijn voortgeschreden (figuur 4). De gemiddelde daling van de meetlijn gedurende de monitoringperiode bedraagt 14 cm.

**Bodemmicromorfologisch onderzoek:** in 1996 heeft op de monsterpunten 2 en 3 een aanzienlijke toename van de aantasting plaatsgevonden. Het betreft de betredingslagen alsmede de betreden en onbetreden stooklagen in de bovenste en onderste monsters van monsterpunt 2 en de bovenste vijf monsters van monsterpunt 3, die elk met 1 punt achteruit zijn gegaan. De betredingslagen in monster 2b zijn in 1996 zelfs met 2 punten achteruit gegaan. In 1997 is de achteruitgang beperkt gebleven tot de plaggen in de bovenste twee monsters van monsterpunt 1. In elk van deze monsters is de kwaliteit met 1 punt achteruit gegaan (figuur 9). In 1998 is nog een geringe achteruitgang waargenomen in het middelste monster van monsterpunt 3 en het bovenste en derde monster van monsterpunt 2. In 1999 en 2000 is geen achteruitgang waargenomen.

**Pollenanalyse:** gedurende de gehele monitoringperiode zijn de van monsterpunt 1 afkomstige pollenmonsters onmiskenbaar steeds sterker aangetast (tabel 28). De bovenste twee monsters lijken al in 1994 vrijwel volledig te zijn aangetast. Voor wat betreft het onderste monster lijkt de sterkste aantasting in 1995 te hebben plaatsgevonden (tabel 29). Gemiddeld gezien behoort terp 392 tot de sterkst aangetast terpen, hetgeen mogelijk veroorzaakt is door het opnemen van het terrein in een blokbemaling.

monster	percentage aangetast pollen							gemiddeld
	opstart	1994	1995	1996	1997	1998	2000	
T392H10	36	67	55	87	-	71	71	65
T392H11	26	74	79	72	67	75	77	67
T392H12	55	54	73	75	66	69	93	69
gemiddeld	39	65	69	78	66	72	80	67

Tabel 28. Terp 392 -  
percentage aangetast  
pollen.

monster	pollenconcentratie							gemiddeld
	opstart	1994	1995	1996	1997	1998	2000	
T392H10	255.853	1.195.623	245.181	354.731	-	294.529	446.349	465.378
T392H11	158.051	167.266	90.885	195.346	221.733	342.255	343.964	217.071
T392H12	269.410	71.772	94.104	200.937	54.264	497.867	125.448	187.686
gemiddeld	227.772	478.220	143.390	250.338	137.999	378.217	305.253	290.045

Tabel 29. Terp 392 - pollenconcentratie.

10. **Conclusies:** op deze terp heeft opname in de blokbemaling geleid tot vrijwel voortdurende achteruitgang van de conservering van archeologische lagen tussen 1994 en 1998. De archeologische lagen zijn aangetast tot maximaal 76 cm -Mv. Dit neemt echter niet weg dat vanaf 24 cm -Mv nog archeologische lagen aanwezig zijn met een eindwaarde van 7. De aantasting van deze archeologische lagen is al vanaf 1997 niet verder voortgeschreden. Het gemiddeld percentage aangetast pollen neemt per monitoringronde echter wel gestaag toe van 39% in de opstartfase tot 80% in 2000. De ontwatering heeft geleid tot een maaiveldval van gemiddeld 14 cm. Hierbij is de terp 3 cm hoger komen te liggen ten opzichte van het maaiveld in de omgeving. Naar verwachting zal pas bij verlaging van het slootwaterpeil weer achteruitgang van de conserveringswaarden optreden.