

Het geologisch reservaat 'P. van der Lijn' bij Urk een oppervlak uit de laatste ijstijd

Jaap J.M. van der Meer & Erik Lagerlund

Prof. dr. J.J.M. van der Meer, Fysisch Geografisch en Bodemkundig Laboratorium, Universiteit van Amsterdam; huidige adres: Dept. of Geography, Queen Mary, University of London, Mile End Road, Londen E1 4NS, U.K.

Dr. E. Lagerlund, Kvartärgeologiska Avdelningen, Lunds Universitetet, Sölvegatan 13, 22362 Lund, Zweden.

In 1942 werd de Noordoostpolder als tweede polder van de Zuiderzeewerken drooggelegd. Bij deze werkzaamheden kwamen enige stenenvelden te voorschijn die tevoren voornamelijk aan vissers bekend waren. Naast enkele kleinere velden, verschenen er ook twee van grotere omvang. Eén daarvan lag bij Vollenhove in het oosten, terwijl het andere net ten noorden van het voormalige eiland Urk lag (afb. 1). Van beide plekken was bekend dat ze verbonden waren aan de voorlaatste ijstijd, het Saalien (zie de stratigrafische tabel achterin). Aangezien het verzamelen van stenen ook in die jaren een wijdverbreide hobby was, trokken deze stenenvelden - zoals we zullen zien - veel belangstelling. In dit verhaal beperken we ons overwegend tot het stenenveld bij Urk.

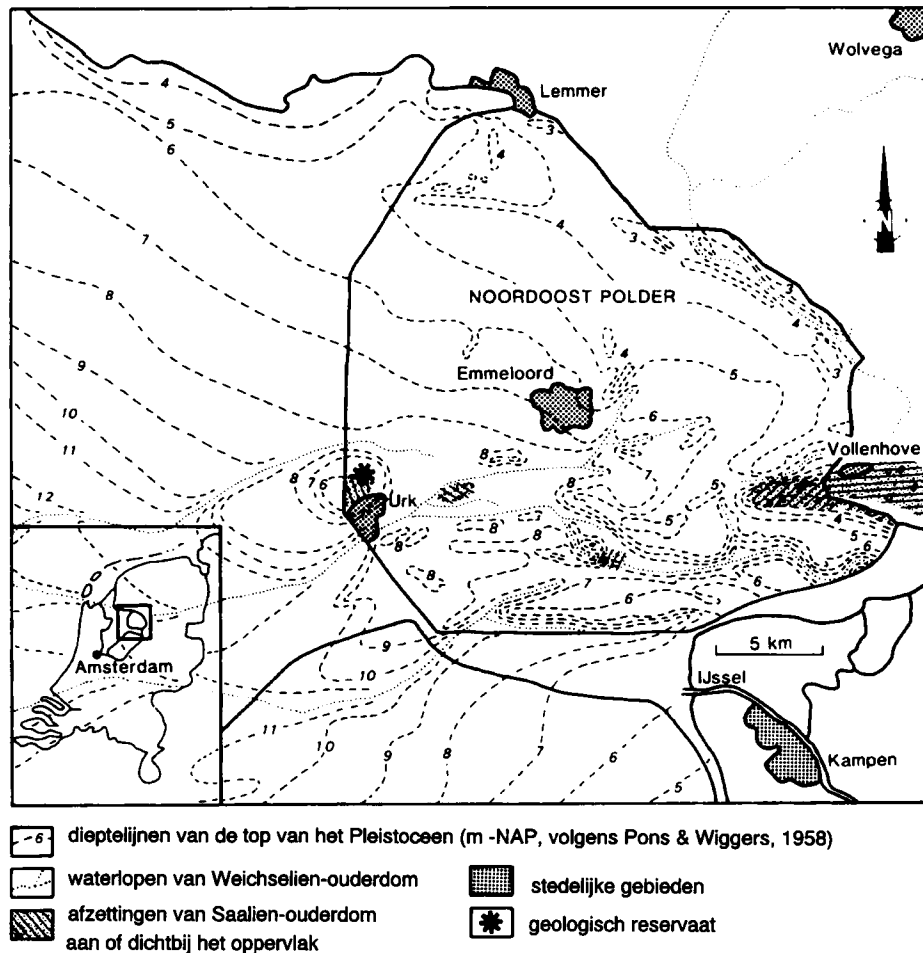
Vroege studies

Waarschijnlijk werd het eerste artikel over één van de stenenvelden door Van der Lijn in 1944 gepubliceerd. In dat artikel geeft hij een korte beschrijving

van het veld bij Urk. De overwegend N.O.-Z.W.-oriëntatie van het veld werd toegeschreven aan gletsjerbeweging in die richting tijdens de landijsbedekking gedurende het Saalien. Het feit dat de met die ijsbeweging samen-

hangende gletsjerklassen op de stenen niet allemaal in dezelfde richting wezen, werd door hem aan een heroriëntatie van de stenen na afloop van de ijstijd geweten. Jammer genoeg noteerde hij in zijn artikel niet wat de waargenomen oriëntatie van de gletsjerklassen was. Van der Lijn beschreef verder het verse oppervlak van de stenen en noteerde dat de meeste stenen uit het Centraal-Baltische gebied afkomstig zijn (zie ook Zandstra 1987). Het belangrijkste thema van Van der Lijns artikel is echter het pleidooi om een deel van dit stenenveld als geologisch reservaat te bewaren. Na de Tweede Wereldoorlog werd dit idee uitgevoerd en aangezien Van der Lijn de aanzet tot de vorming had gegeven, werd het ongeveer 5 ha grote terrein uiteindelijk naar hem genoemd.

De Waard (1949) bestudeerde zeer uitvoerig de verschillende typen keileem zoals die in de Noordoostpolder direct na de drooglegging waren te zien. In de zeer interessante dissertatie die hij over deze keilemen schreef vinden we een uitvoerige beschrijving van de 'normale' of 'grijze' keileem naast die van de 'rode schollenkeileem' die bovenin de afzetting voorkomt (zie ook Rappol 1987). Waarschijnlijk was het De Waard die als eerste suggereerde dat de stenenvelden moesten worden uitgelegd als abrasievlakken. Deze abrasievlakken zouden dan zijn gevormd door golfslag en zeestromen tijdens de bedekking door de zee gedurende het Holoceen. De Waard concludeerde dit in de eerste plaats vanwege het bestaan van de stenenvelden en omdat hier en daar stenen bovenop de jongere holocene afzettingen liggen. In de tweede plaats zag hij ook een oorzakelijk verband tussen het oostelijke



Afb. 1: Locatie-kaart van de Noordoostpolder. Afzettingen van Saalien-ouderdom voor zover gelegen in het noordelijke deel van de kaart, zijn niet aangegeven.

stenenveld en het aansluitende klif van De Voorst (Z.W. van Vollenhove; afb. 1). Bepaalde vormen in het stenenveld bij Urk die een duidelijke richting vertoonden, bijvoorbeeld de lage ruggen met veel stenen evenals ondiepe, langwerpige kommen, werden door De Waard aan erosie door de zee en de herverdeling van stenen door wind en golven toegeschreven.

Door het aantal stenen per vierkante meter oppervlakte te vergelijken met het aantal stenen in een kubieke meter keileem, berekende hij dat er drie tot vier meter keileem door de zee moest zijn uitgewassen.

Bij hun studie van de stenensoriëntatie in keileem in Nederland bezochten Boekschoten & Veenstra (1967) ook het stenenveld bij Urk. Omdat zij hun metingen overwegend in het bovenste, door vorst verstoorde deel van de keileem deden, vonden zij geen voorkeursrichting (Rappol 1983). Voor wat betreft de hoeveelheid keileem die door de zee geërodeerd zou zijn, merken zij op, dat dit niet meer dan 1,5 meter kon zijn, omdat de rode scholkeileem twee keer zo veel stenen bevat als de grijze. Ter ondersteuning voerden zij aan dat zij kryoturbate structuren (ontstaan door menging van de grond door veelvuldige vorst- en dooicycli tijdens een ijstijd) uit de laatste ijstijd gevonden hadden. In Nederland reiken dergelijke structuren zelden dieper dan 2 meter (Maarleveld 1976).

Oppervlakteverschijnselen in het reservaat

Het geologisch reservaat 'P. van der Lijn' werd onderhouden door Staatsbosbeheer te Emmeloord en wordt tegenwoordig beheerd door het provinciale landschap Flevoland. Het is gesloten voor het publiek en lange tijd vrijgehouden van vegetatie (afb. 2) om wetenschappelijk onderzoek mogelijk te maken. Doordat het reservaat zo vroeg na de drooglegging is gesticht, is het niet al te veel beïnvloed door verzamelaars. Vanuit de omgeving zijn enige grote blokken binnen het reservaat geplaatst.

Het geologisch reservaat werd in september 1986 bezocht door een internationale groep van keileemonderzoekers (Van der Meer 1987) en nogmaals kort daarna voor gedetailleerde studies van de in twee kuilen ontsloten keileem (Rappol *et al.* 1989). Tijdens deze bezoeken trokken enkele eigenaardigheden van het zogenaamde abrasievlak de aandacht.

De eerste eigenaardigheid wordt gevormd door enige grote blokken (tot ca. 1 meter diameter) die langs een aantal min of meer parallelle scheuren gespleten zijn (afb. 3). De losgemaakte gesteentefragmenten zijn maar een paar centimeter van elkaar af geraakt (afb. 4). Het scheuren van deze grote



Afb. 2: Algemeen beeld van het geologisch reservaat; let op de concentraties van grote blokken.



Afb. 3: Door vorst gespleten blok met een oorspronkelijke lengte van ongeveer één meter. Holoceen zand met schelpen is aanwezig tussen de gesteenteplaten.

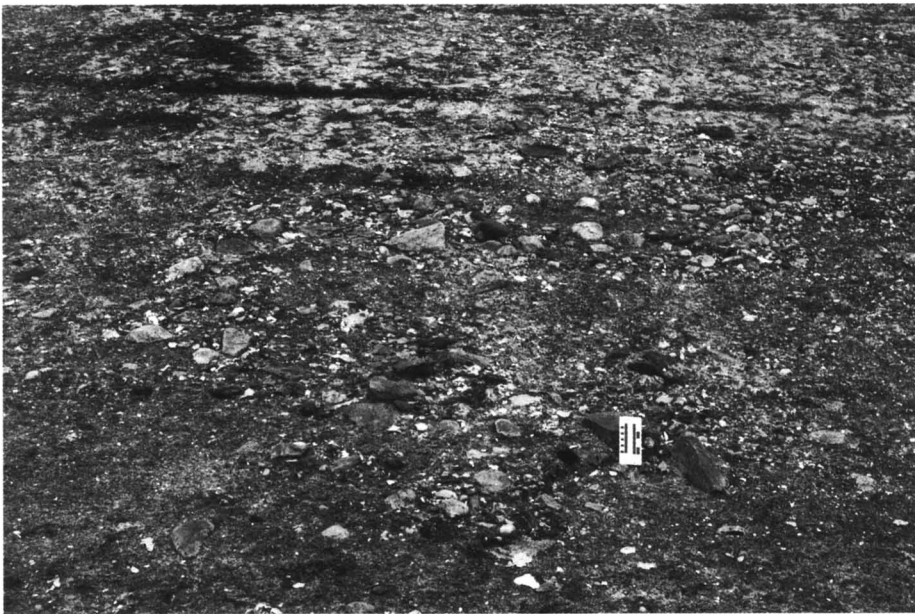
blokken, evenals het scheuren van talloze kleinere stenen wordt verklaard door vorstspijting aan of direct onder het oppervlak. Er is geen ander proces bekend dat hetzelfde resultaat oplevert. Maar vorstspijting kan alleen maar tijdens de laatste ijstijd, het Weichselien, gebeurd zijn, omdat het klimaat in de periode direct na de ijstijd (het vroege Holoceen) en zeker na de drooglegging niet streng genoeg is geweest. Bovendien wijst de aanwezigheid van holoceen zand met stukjes schelp in de ruimtes tussen de gespleten stenen erop, dat de stenen al gespleten waren voordat ze tijdens het Holoceen door de zee werden overstromd. En omdat de stenen nog zo vers zijn kunnen ze niet tegen het einde van het Saalien gespleten zijn.

Want vorstspijting treedt overwegend aan of vlak onder het oppervlak op en als deze gesteentefragmenten tijdens het Eemien (de warme periode tussen Saale- en Weichsel-ijstijd) al aan het oppervlak hadden gelegen, dan zouden ze zwaar verweerd moeten zijn.

De tweede eigenaardigheid is gelegen in het vage gesorteerde patroon (afb. 5) dat door kleine stenen op het oppervlak gevormd wordt en dat overgaat in strepen (afb. 6) zodra er een kleine helling is. Een dergelijk patroon wordt niet door golfslag gevormd. Golfslag leidt tot een patroon van rozetten bestaande uit zeer dicht opeengedrukte gesteente- en schelpfragmenten. Gesorteerde patronen zoals deze in het reservaat waargenomen kunnen wor-



Afb. 4: Door vorst gespleten steen met enkele, over kleine afstand verplaatste, platte fragmenten. Mogelijk is deze kleine verplaatsing het resultaat van golfwerking tijdens de holocene bedekking door de zee. Let ook op de concentratie van kleinere Stenen op het oppervlak, als onderdeel van een polygonaal patroon.



Afb. 5: Sorteringspatroon van kleine stenen, zoals dat in verschillende delen van het reservaat te zien is.

den zijn goed bekend uit arctische gebieden. Een belangrijk element in hun ontstaan is de vorming van ijsnaalden bij vorst, waardoor de stenen omhoog komen. Bij dooi zakken ze echter niet evenveel terug en dus verzamelen de stenen zich na verloop van tijd aan het oppervlak. Kleine oneffenheden in dit oppervlak zorgen ervoor dat de stenen zich uiteindelijk concentreren in banen die cirkels, polygonen of strepen vormen. Door de toegenomen vegetatie is dit patroon tegenwoordig niet meer waar te nemen.

De derde eigenaardigheid betreft het

oppervlak van een aantal blokken. Delen van het oppervlak van deze blokken vertonen sporen van polijsting door de wind (windkeien). Dit oppervlakteverschijnsel was al waargenomen door Van der Lijn (1944), die opmerkte: *'... de goede staat, de frisheid, het onverweerde en veelal glanzende uiterlijk der stenen, soms, alsof deze gepolijst zijn'*. De polijstlaag is grotendeels alweer verdwenen. Waarschijnlijk is dit het resultaat van veengroei en het daaruit voortvloeiende effect van organische zuren. Het oppervlak van de blokken dat bestaat uit aaneengesloten ondiepe komme-

tjes is typisch voor het oppervlak van uit meerdere mineralen bestaande windkeien en is dus een verdere aanwijzing voor windwerking (afb. 7; zie bijvoorbeeld Lagerbäck 1988: fig. 5 en 6; Lagerlund 1987b: fig. 3). Windkeien komen in Nederland veelvuldig voor in het laatste deel van het Weichselien (Schönhage 1969). Er ligt één goed gevormde zogenaamde driekanter in het 'P. van der Lijn'-reservaat (W. Oosterhof, pers. meded.).

De waarnemingen van door vorst gespleten stenen in combinatie met polijsting door de wind en het sorteren van kleine stenen is goed in overeenstemming met het koude, periglaciaire milieu tijdens het Weichselien (zie ook Laban, Van der Meer & Krol, 1998). Weliswaar is abrasie zeker opgetreden op het stenenveld van Urk, de aanwezigheid van holocene zand onder zwerfkeien wijst hier bijvoorbeeld op. Maar de hiervoor opgesomde waarnemingen wijzen er ook op, dat het abrasieproces niet het hele oppervlak van het reservaat heeft beïnvloed. Delen van het stenenveld zijn dus volledig ontsnapt aan de bewerking door de zee.

Conclusies en reconstructie

Uit het bovenstaande blijkt duidelijk dat tenminste een gedeelte van wat tot nu toe bekend stond als abrasieveld en wat nu het geologisch reservaat 'P. van der Lijn' vormt, in feite een bewaard gebleven periglaciaal oppervlak uit het Weichselien is. Een soortgelijke situatie met een ondergelopen maar goed bewaard gebleven periglaciaal oppervlak doet zich hier en daar voor in Z.W.-Zweden (Berglund & Lagerlund 1981; Lagerlund 1987a, b). In de Nederlandse sector van de Noordzee, westelijk van Castricum (blok Q5) ligt een grindrijke rug met windkeien die slechts door een dunne laag holocene sedimenten bedekt is (mededeling van C. Laban, TNO-NITG). We mogen dan ook concluderen dat het bewaard blijven van periglaciaire oppervlakken uit het Weichselien zeker niet ongewoon is. Bovendien zijn veel van dergelijke oppervlakken in doorsnede waargenomen in de verticale wanden van groeves en bouwputten. Wat echter wel ongewoon is, is dat men in het 'P. van der Lijn'-reservaat over een dergelijk oppervlak kan lopen en het bestuderen.

De hierboven beschreven waarnemingen leiden tot de volgende reconstructie van gebeurtenissen (afb. 8 en de tabel):

Fase A geeft de situatie kort na het verdwijnen van het landijs tijdens het Saalien weer. De twee verschillende keileemtypen zijn in hun kenmerkende opeenvolging weergegeven. Men moet er echter rekening mee houden, dat dit

een reconstructie is. Het is ook mogelijk, dat de grens tussen de twee keileemtypen golvend verliep. In dat geval zijn de bewaard gebleven schollen van rode keileem (zie fase E) alleen maar de diepste 'uitsteeksels' van de basis van het rode keileempakket.

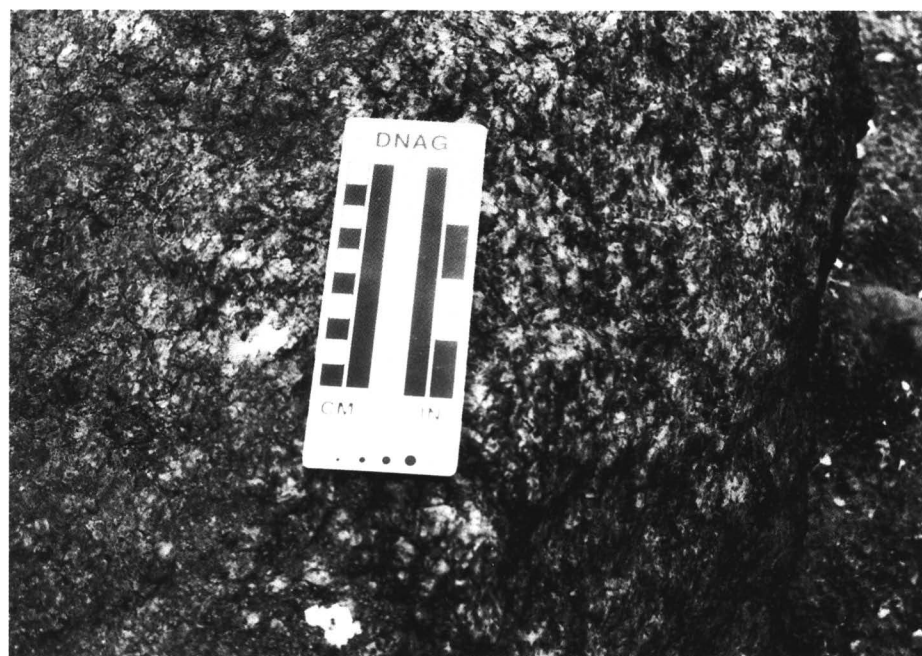
Fase B geeft de situatie tijdens het Eemien weer. Aangezien dit deel van Nederland tijdens het Eemien niet door de zee is overstroomd (zie kaart no. 9 in Zagwijn 1974) mogen we aannemen dat er in deze periode alleen verweering en bodemvorming in het keileem-oppervlak is opgetreden. De condities tijdens het Eemien verschilden niet wezenlijk van die in de huidige periode, het Holoceen. Maar het Holoceen is nog niet afgelopen, terwijl het Eemien uiteindelijk ca. 30.000 jaar duurde. We mogen dan ook zonder meer aannemen dat de bodemvorming gedurende het Eemien vergelijkbaar was met de huidige en bovendien langer actief was. Dit betekent dat we rekening mogen houden met bodemvorming tot een diepte van circa twee meter. Omdat de rode keileem kleiiger en dichter is dan de grijze, normale keileem was de bodemvorming in de schollen mogelijk iets minder diep.

Gedurende het Weichselien, *fase C*, is door het ontbreken van vegetatie en het optreden van aan grote koude gebonden processen, de in het Eemien gevormde bodem verwijderd. Hierdoor is het oppervlak dus met tenminste twee meter verlaagd en bleven nog niet verweerde stenen en blokken als erosierest op dat oppervlak achter. De in afb. 1 weergegeven hoogtelijnen van de bovenkant van de pleistocene afzettingen geven aan, hoe kwetsbaar de plek voor erosie was: het is een goed geëxposeerde, lage waterscheiding tussen twee beken. De voor een koud klimaat kenmerkende processen zoals winderosie, afspoeling door regen- en sneeuwsmeltwater, en het glijden van de bodem over de bevroren ondergrond werken juist op dergelijke onbeschutte plekken op volle kracht. Datzelfde koude klimaat had ook vorstspijting van stenen en blokken tot gevolg, terwijl het ontbreken van vegetatie in combinatie met stuwend zand en/of sneeuw voor polijsting door de wind zorgde. Uit het laatste deel van het Weichselien kennen we uit Nederland en aangrenzende gebieden zeer veel windafzettingen, de zogenoemde dekzanden (Maarleveld 1976). Tegelijkertijd zorgden sorteringsprocessen voor het ontstaan aan het oppervlak van ringen en strepen van kleine stenen.

Het zijn juist deze twee elementen: bodemvorming tijdens het Eemien en erosie tijdens het Weichselien, die bij studies van Saale-glaciale afzettingen over het hoofd zijn gezien in het verleden.



Afb. 6: Gesorteerde ringen van kleine stenen, die op licht hellende oppervlakken overgaan in gesorteerde strepen.

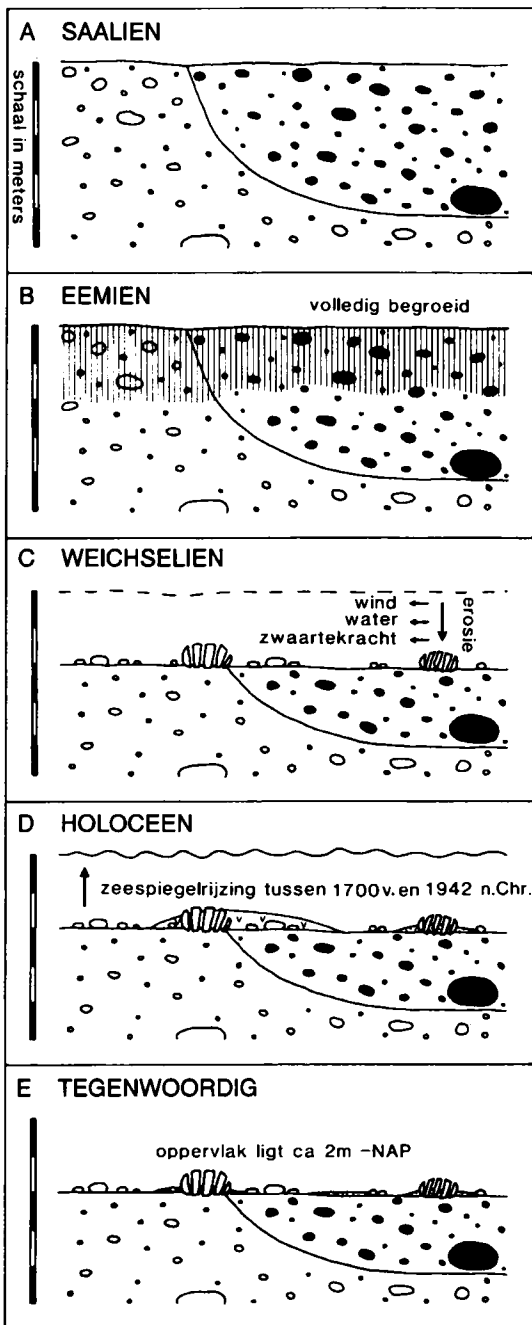


Afb. 7: Blok met gedeeltelijk bewaard gebleven, door de wind gepolijst oppervlak; let op het schelpvormige oppervlak naast de schaal.

Fase D toont het verdrinken van het landschap tijdens het Holoceen. Dat onderlopen begon in dit gebied rond 3.700 jaar geleden (Zagwijn 1986: kaart 5) en duurde tot 1942. Maar voordat de zee kwam had er al vanaf 5.300 jaar geleden veengroei plaatsgevonden (Zagwijn 1986: kaart 3). Het veen dat in eerste instantie over de stenen heen is gegroeid, heeft de stenen mogelijk beschermd voor de directe werking van de zee. Aan de andere kant zijn de uit het veen vrijkomende organische zuren waarschijnlijk de oorzaak van het verdwijnen van een groot deel van de windpolijsting. Zoals de geringe verplaatsing van de gesteentefragmenten aantoonde, is abrasie door de zee zeker niet overal opgetreden. Waarschijnlijk

is deze hoofdzakelijk beperkt gebleven tot de randen van het stenenveld. Vissers hebben de verdeling van de stenen en blokken niet beïnvloed, omdat zij dit gebied ontweken om te voorkomen dat hun netten achter de stenen bleven haken. Volgens Moerman & Reijers (1925) dachten ze dat ze hier met de muren van een verdrinken dorp te maken hadden.

In *fase E* wordt de situatie na de drooglegging weergegeven. De vegetatie werd door de beheerders zoveel mogelijk weggehouden, en dit maakte het bestuderen van dit bewaard gebleven, periglaciale Weichselien-oppervlak mogelijk. Omdat gebruik van herbiciden al een aantal jaren niet meer is



-  grijze of normale keuleem
-  rode schollenkeuleem
-  bodemvorming
-  veenrestanten
-  zand met schelpen
-  door vorst gespleten steen

Afb. 8: Reconstructie van de verschillende stadia in de ontwikkeling van het oppervlak van het geologisch reservaat.

toegestaan, is het onmogelijk gebleken om het reservaat verder vrij te houden van vegetatie. Een aantal van de genoemde verschijnselen is daardoor tegenwoordig niet of nauwelijks meer waar te nemen.

Het bovenstaande is niet bedoeld om alle stenen velden in de Noordoostpolder voortaan als periglaciale oppervlakken te interpreteren. Het tweede grote stenen veld, vlak bij de Voorst, verschilt van dat bij Urk omdat het duidelijk gebonden is aan een keuleemklif. En dat wijst toch wel heel sterk in de richting van abrasie. Maar omdat na de drooglegging van de Noordoostpolder geen andere stenen velden bewaard zijn gebleven, is het niet mogelijk om deze opnieuw te bestuderen. Zoals de hierboven opgevoerde voorbeelden van bewaard

gebleven oppervlakken met o.a. windkeien, zowel in Z.W.-Zweden als in de Noordzee, aantonen, is het zeker niet ongewoon dat periglaciale oppervlakken van Weichselien-ouderdom een overstroming door de zee min of meer ongeschonden overleven. Nog in 1991 werd de aanwezigheid van zo'n periglaciaal oppervlak voor de omgeving van het 'P. van der Lijn'-reservaat bevestigd door de waarneming van vorstwiggen (verticale structuren die ontstaan door het splijten van de grond bij zeer strenge vorst) in een bouwput in de bebouwde kom van Urk (M. Rappol, persoonlijke mededeling). Als in het iets hoger gelegen plaatsje Urk de verschijnselen uit de laatste ijstijd zo dicht onder het maai veld liggen, dan is de aanwezigheid ervan, slechts enkele kilometers naar het noorden, niet uitzonderlijk.

Dankwoord

De auteurs stellen het op prijs de heer W.M. Oosterhof (Museum Schokland) en de medewerkers van Staatsbosbeheer, kantoor Emmeloord te bedanken voor de geboden mogelijkheid om het reservaat te bestuderen. Tevens willen zij de heren Ch. Snabilié, F. Bakker (Amsterdam) en T. Nihlén (Lund) danken voor hun hulp bij het maken van de illustraties.

Abstract

Features like frost-cracked stones and boulders, windpolished stones and sorted stones at the surface of an unvegetated geological reserve in the centre of The Netherlands are described and consequently interpreted as indicative of a Weichselian periglacial surface. Up to now this surface was interpreted as a Holocene abrasion platform.

Literatuur

- Berglund, B.E. & E. Lagerlund, 1981. Eemian and Weichselian stratigraphy in South Sweden. *Boreas* 10: 323-362.
- Boeschoten, G.J. & H.J. Veenstra, 1967. Over stenenoriëntatie in het Nederlandse keuleem. *Geologie en Mijnbouw* 46: 195-205.
- Laban, C., J.J.M. van der Meer & E. Krol, 1998. *Klimaat in Beeld*. Teleac/NOT, Educatieve Omroep, Hilversum; 192 pp.
- Lagerbäck, R., 1988. Periglacial phenomena in the wooded areas of Northern Sweden - relicts from the Tändö Interstadial. *Boreas* 17: 487-499.
- Lagerlund, E., 1987a. An alternative Weichselian glaciation model, with special reference to the glacial history of Skåne, South Sweden. *Boreas* 16: 433-459.
- Lagerlund, E., 1987b. Weichseliens avsmältning från Skåne. *Svensk Geografisk Arsbok* 63: 9-26.
- Lijn, P. van der, 1944. Een eersterangs geologisch natuurmonument bij Urk. *De Levende Natuur* 49: 1-7.
- Maarleveld, G.C., 1976. Periglacial phenomena and the mean annual temperature during the last glacial time in The Netherlands. *Biuletyn Peryglacialny* 20: 57-78.
- Meer, J.J.M. van der, 1987. Field trip 'Tills and end moraines in The Netherlands and NW Germany'. In: J.J.M. van der Meer (ed.): *Tills and Glaciotectonics*, 261-268, Balkema, Rotterdam/Brookfield.
- Moerman, H.J. & A.J. Reyers, 1925. Schokland. *Tijdschrift van het Koninklijk Nederlands Aardrijkskundig Genootschap* 42: 151-188.
- Pons, L.J. & A.J. Wiggers, 1958. De morfologie van het Pleistocene oppervlak in

Noord Holland en het Zuiderzeegebied, voor zover gelegen beneden gemiddeld zeeniveau (NAP). Tijdschrift van het Koninklijk Nederlands Aardrijkskundig Genootschap 75: 140-153.

Rappol, M., 1983. Glacigenic properties of till. Studies in glacial sedimentology from the Allgäu Alps and The Netherlands. Dissertatie Universiteit van Amsterdam, Publikaties van het Fysisch Geografisch en Bodemkundig Laboratorium, UvA no. 34.

Rappol, M., 1987. Saalian till in The Netherlands: a review. In: J.J.M. van der Meer (ed.): Tills and Glaciotectonics, 3-21. Balkema, Rotterdam / Brookfield.

Rappol, M., S. Haldorsen, P. Jørgensen, J.J.M. van der Meer & G.H.M.P. Stoltenberg, 1989. Composition and origin of petrographically stratified thick till

in the northern Netherlands and a Saalian glaciation model for the North Sea Basin. Mededelingen van de Werkgroep voor Tertiaire en Kwartaire Geologie 26: 31-64.

Schönhage, W., 1969. Note on the ventifacts in The Netherlands. Biuletyn Peryglacjalny 20: 355-385.

Waard, D. de, 1949. Glacigeen Pleistoceen, een geologisch detailonderzoek in Urkerland (Noordoostpolder). Dissertatie Rijks Universiteit Utrecht, Verhandelingen van het Nederlands Geologisch en Mijnbouwkundig Genootschap, Geologische Serie 15: 70-46.

Zagwijn, W.H., 1974. Palaeogeographic evolution of the Netherlands during the Quaternary. Geologie en Mijnbouw 53: 369-385.

Zagwijn, W.H., 1986. Nederland in het Holoceen. Geologie van Nederland 1. Rijks Geologische Dienst/Staatsdrukkerij, Haarlem/Den Haag.

Zandstra, J.G., 1987. Explanation to the map 'Fennoscandian crystalline erratics of Saalian age in The Netherlands'. In: J.J.M. van der Meer (ed.): Tills and Glaciotectonics, 127-132. Balkema, Rotterdam / Brookfield.

Ook in Grondboor & Hamer / Publicaties der NGV is in de loop der jaren veel gepubliceerd over het geologisch reservaat 'P. van der Lijn' bij Urk. Zie hiervoor de Inhoudsopgave 1947 t/m 1996 [redactie].

Stratigrafische tabel

TIJD	OUDERDOM IN JAREN	KLIMAAT	GEBEURTENISSEN ROND GEOLOGISCH RESERVAAT
	nu		
Holoceen		warm	Drooglegging door de mens Overstroming door de zee Veenvorming Terugkeer vegetatie Stijging zeespiegel
	10.200		
Weichselien		koud	Winderosie en -polijsting (Smelt-)watererosie Hellingbewegingen, sortering Daling zeespiegel Vegetatie vermindert sterk
	90.000		
Eemien		warm	Bodemvorming Ontwikkeling vegetatie Stijging zeespiegel
	130.000		
Saalien		koud	Afzetting keileem Landijsbedekking Vegetatie verdwijnt Zeespiegel daalt
	200.000		
Holsteinien		warm	