

# GAASTERLAND, EEN VERRASSEND GEOLOGISCH WAARDEVOL LANDSCHAP

Gerard Gonggrijp

Gaasterland in Zuidwest-Friesland is een van de 43 gebieden die voorkomen op een overzichtskaart met de meest waardevolle aardwetenschappelijke objecten van Friesland. Deze kaart is opgenomen in een rapport dat is gemaakt in het kader van het zogenaamde Gea-project, een inventarisatie van de belangrijkste geologische, geomorfologische en bodemkundige objecten van Nederland. Aan de uitvoering van het project, die berust bij de interinstitutionele werkgroep Gea, is ongeveer 15 jaar geleden begonnen. De belangrijkste reden was dat er in kringen van de natuurbescherming en de plannende overheden slechts weinig rekening werd gehouden met het niet levende landschap, terwijl plant en dier de volle aandacht kregen. Deze situatie was overigens voor een belangrijk deel aan de aardwetenschappers zelf te wijten, daar zij hun vakkenis in onvoldoende mate populariseerden waardoor deze maar weinig toegankelijk was voor anderen. Bovendien riepen de aardwetenschappers alleen in sporadische gevallen op tot het behoud van zeldzame aardvormen en aardlagen. Het gevolg was dat veelal slechts gebieden met een bijzondere planten- of dierenwereld beschermd werden. In het verleden zijn daarom maar enkele terreinen op grond van hun aardwetenschappelijke waarde beschermd (5). Een daarvan is het Oude Mirdumer Klif dat in 1923 werd aangekocht door de Vereniging tot Behoud van Natuurmonumenten in Nederland. Tien jaar daarvoor hadden verscheidene bekende Nederlandse geologen aan de voet van deze door de zee ondermijnde keileemwand discussies gevoerd over de verschillende soorten keileem met betrekking tot het aantal ijsbedekkingen in Nederland. Een ander van oudsher bekend geologisch monument is de Heimansgroeve bij Epen in Zuid-Limburg, die in 1937 werd ingericht. Hier komt ons oudste gesteente, dat ruim 300 mil-

joen jaar geleden gevormd werd in de Carboontijd als lei- en zandstenen aan de oppervlakte. Deze punten hebben beide iets spektakulairs, dat ook voor niet-wetenschappers interessant is, namelijk het voorkomen van een zeldzaam keileemklif en de aanwezigheid van het oudste gesteente. Daarnaast bevatten beide monumenten veel details die zowel voor de wetenschapper als voor de leek boeiend zijn. Zo bestaat de klifwand uit twee soorten keileem van verschillende kleur en samenstelling uit Scandinavië. Beide voorbeelden geven aan dat er in de bodem gegevens liggen opgeslagen, waarmee het mogelijk is stukjes van de aardgeschiedenis te beschrijven. Het zal dan ook duidelijk zijn dat voor het aanvullen en verbeteren van deze geschiedenis, voor het opleiden van de schrijvers en ten behoeve van de lezers het behoud van de belangrijkste aardwetenschappelijke terreinen een noodzaak is. Natuurlijk is het voor de leek onmogelijk alle verschijnselen zonder hulp te ontdekken. Voor hem moge het een troost zijn dat ook voor aardwetenschappers de ontstaanswijze van sommige vormen en afzettingen nog lang niet altijd duidelijk is zoals uit het onderstaande zal blijken. Een reden te meer om zorgvuldig om te gaan met deze aardse goederen.

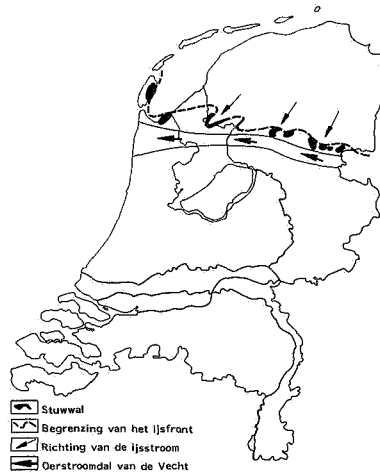
## Getuigen uit een ijzig verleden

Gaasterland is een verrassend, geologisch waardevol gebied. Van welke kant we ook komen, we worden in alle gevallen gekonfronteerd met een geheel ander landschapstype. Geen lage, vlakke klei- en veenweidegebieden meer, maar een gedeeltelijk bebost zand- en keileemlandschap met opvallende heuvels (gaasten), waarvan enkele meer dan 10 m hoog zijn (fig 2). Een gebied dat min of meer dezelfde sfeer oproept als het hoge land van Vollenhove in Noordwest-Overijssel.

Al spoedig rijst dan de vraag waarom deze streek zo afwijkend is van het omringende gebied. Het antwoord ligt zo'n 150.000 jaar terug in de geschiedenis, in het tijdperk van de

ijstijden, het Pleistoceen. In dit tijdperk dat ongeveer 2,5 miljoen jaar geleden begon, wisselden koude ijstijden en warme tussentijden elkaar af. Vooral gedurende de voorlaatste Saale-ijstijd, die ongeveer 200.000 jaar geleden begon, werd het bijzonder koud op aarde. In de berggebieden van Scandinavië maar ook elders bleven grote hoeveelheden sneeuw liggen, waaruit zich gletsjers ontwikkelden. Maar deze gletsjers beperkten zich niet tot de berggebieden zoals nu bijna overal het geval is. In Scandinavië vormden ze één grote ijskap die zich ook tot buiten het bergland uitstrekte. De voortdurende aanvoer van sneeuw afkomstig van verdampt zeewater leidde ertoe dat de zeespiegel meer dan 100 m daalde. Immers het 'bevroren zeewater' smolt niet, zodat er geen aanvulling meer plaatsvond. Zo kon het gebeuren dat de Oost- en Noordzee droogvielen en het ijs over de voormalige zeebodem zuidwaarts oprukte en oa. Denemarken en Duitsland bedekte. In die tijd was bij ons het klimaat al drastisch veran-

Fig 1 Overzicht van de ligging van de stuwwallen die tijdens de vierde uitloetingsfase zijn ontstaan (naar Jelgersma en Breeuwer)



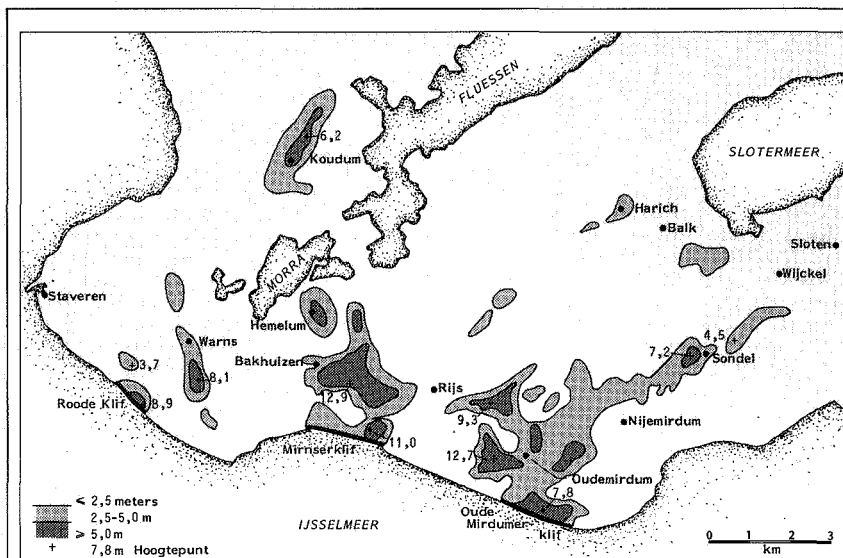


Fig 2 Vereenvoudigde hoogtekaart van Zuidwest-Friesland

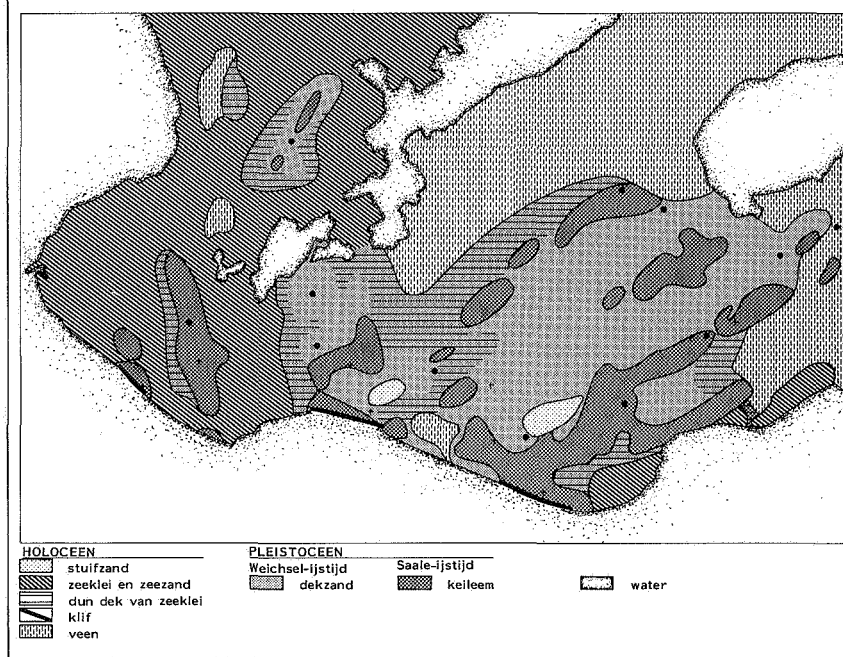
Fig 3 Vereenvoudigd geologisch kaartje van Zuidwest-Friesland (naar de Bodemkaart van Nederland, 15 west en 15 oost)

derd van een gematigd klimaat met voornamelijk loofbossen in een toendraklimaat met hoogstens her en der wat lage struiken. Maar ongeveer 150.000 jaar geleden kwam ook Nederland in de greep van het ijs en maakte de toendra plaats voor een poolwoestijn, waar nagenoeg alleen nog korstmossen groeiden.

Het landijs dat aanvankelijk met een min of meer gesloten front over het noorden van ons land uitstroomde, vormde op een bepaald moment afzonderlijke tongen. Deze wel 200 meter dikke ijstongen bewogen zich sneller voort dan de hoofdmassa en schuurd daarbij diepe 'dalen' uit en wierpen langs de randen hoge heuvels, de stuwwallen, op. In verscheidene zand- en grindgroeven zijn inderdaad lagen te zien die eens vlak liepen maar door het ijs zijn scheefgedrukt. De Rijn en Maas die naar het noorden liepen, werden gedwongen langs het ijsfront naar het westen te stromen. Tevens werd in het met ijs bedekte gebied een pakket puin afgezet dat het ijs vooral onderin meevoerde. Dit mengsel van leem, zand en stenen wordt keileem of grondmorene genoemd. De stenen verraden voor de kenner de Scandinavische herkomst van dit materiaal. Het ijsfront kwam uiteindelijk niet verder dan ongeveer de lijn Haarlem-Nijmegen. Gedurende drie uitvloeiingsfasen waren de hoge heuvelruggen van het Gooi, de Utrechtse Heuvelrug, de Veluwe, de heuvels van Nijmegen, Montferland en Overijssel gevormd. Tijdens de terugtocht van het front vloeide het ter hoogte van de lijn Texel-Coevorden (fig 1) opnieuw uit, maar met aanmerkelijk minder kracht. Het resultaat was een reeks lagere heuvels, waaronder de hoogten van Gaasterland. De laatste activiteiten aan het ijsfront vonden in Oost-Groningen bij Winschoten plaats.

#### Een deken van zand

Na deze koude Saale-ijstijd werd het ongeveer 125.000 jaar geleden weer warmer en brak de Eemtijd aan. De enorme ijskappen waren afgesmolten, de zeespiegel had weer het oude peil en de oorspronkelijke



TIJDVAK	TIJD	AFZETTINGEN EN VORMEN AAN OF NABIJ HET OPPERVLAK
HOLOCEEN	subatlantisch	zeekleifzettingen, erosie veen en stuwwallen, kustwallen
	2900	
	subboreaal	
	5000	veengroei vooraf tijdens atlantisch en subboreaal
	atlantisch	
	8000	
PLEISTOCEN	boreaal	
	9000	
	preboreaal	
	15.000	dekzand en dekzandduinen, vorstspleten, kryoturbatie, verlaging stuwwallen, erosie
	Weichsel ijstijd 70.000	
PLEISTOCEN	eeamtijd	bodemverwering
	125.000	
	saale ijstijd	keileem, zwerfstenen, stuwwallen, drumtinsering?, fijne wind- en smeltwaterafzettingen

*Fig 4 Overzicht van de perioden en de ouderdom van verschillende afzettingen, vormen en processen in Gaasterland*

planten- en dierenwereld had zich eveneens hersteld. Op het uiterlijk van het landschap heeft deze warme tijd slechts weinig invloed gehad. Wel vonden er ingrijpende veranderingen in de bodem plaats, zoals de oplossing en afvoer van kalk uit het bovenste deel van de keileem.

Ongeveer 70.000 jaar geleden kondigde zich een nieuwe ijstijd aan. Tijdens deze Weichsel-ijstijd vormde zich opnieuw een ijskap in Scandinavië en daalde wederom het zeenivo. Ditmaal kwam het ijs echter niet verder dan Hamburg, zodat ons een ijsbedekking bespaard bleef. Maar toch had deze positie langs de rand van de kap merkbare gevolgen voor ons land. Gedurende een groot deel van de tijd heerste er een toendrakiimaat. In dit kale landschap kreeg de wind gemakkelijk vat op de zandbodem, waardoor veelvuldig grootschalige verstuingen konden optreden. Nagenoeg het gehele land werd op deze wijze bedekt met een dunnere of dikkere deken van zand en stof. Dit zogenaamde dekzand werd echter niet alleen door de wind neergelegd, ook het sneeuwsmeltwater droeg plaatselijk bij aan deze dekzanddeken. In Gaasterland is het dek plaatselijk dun of zelfs afwezig. Elders zijn in die tijd ook lage duinen van verschillende vorm en afmetingen opgewaaid. Enkele kilometers ten noorden van Gaasterland ligt tussen Oudega en Langweer een bijna 20 kilometer lange dekzandrug. Andere strekken zich slechts enkele tientallen meters uit.

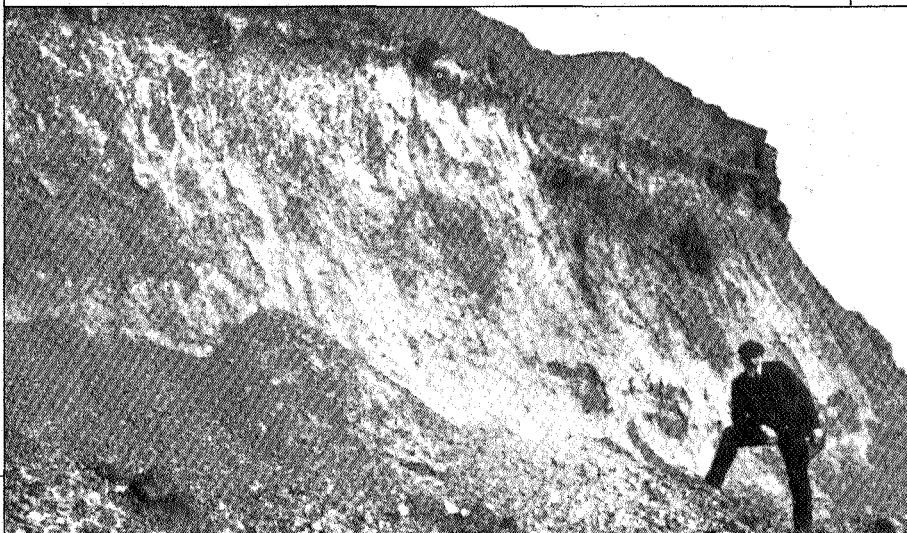
Nog een gevolg van de strenge koude was de aanwezigheid van een permanent bevroren bodem, waarvan alleen in de zomer de toplaag ontdooide. Sneeuwsmeltwater kon

hierdoor niet in de bodem wegzakken. Op hellende terreinen zoals in Gaasterland leidde dit ertoe dat de met water doordrenkte bovengrond over de bevroren ondergrond afgleed. Vooral dit proces heeft een belangrijke bijdrage geleverd aan de verlaging van de stuwwallen. Andere verschijnselen die onder deze koude omstandigheden voorkwamen en waarvan we de gevolgen ook nu nog in de bodem kunnen terugvinden, zijn de vorstspleten die ontstonden door het krimpen van de bevroren bodem bij extreme temperatuursdalingen en de verfrommeling (kryoturbatie) van bodemlagen bij het opnieuw bevriezen van de 's zomers ontdooide bovengrond. Soms zijn deze verschijnselen in ontsluitingen te zien (fig 3, 4).

### **Veen, klei, kliffen en kustwallen**

De laatste fase in de natuurlijke ontwikkeling van het Gaasterlandse landschap zette 10.000 jaar geleden in. De recente tijd, het Holoceen was begonnen. Opnieuw trok het ijs weg en steeg de zeespiegel. Dit laatste leidde ook tot een stijging van de grondwaterspiegel, waardoor aanvankelijk vooral in de lage kommen in het dekzandlandschap veengroei mogelijk werd. Maar ook langs de kust ontstond een brede veengordel, die zich met het opkomen van de zeespiegel geleidelijk oostwaarts uitbreidde.

*Fig 5 De steile keileemwand van het Oude Mirdumerklif van voor de afsluiting van de Zuiderzee*



Grote delen van West-, Midden- en Noord-Nederland werden door een pakket veen bedekt. Ook de Zuidwesthoek van Friesland verdween geleidelijk onder een dikke laag veen. Alleen de hoogste delen, Gaasterland, bleven gevrijwaard. Met de voortdurende stijging van het zeenivo werd de invloed van de zee steeds groter. Via verschillende kreekssystemen verschaftte de zee zich toegang tot het achterland. Ook de omgeving van Gaasterland ontquam hier niet aan. Omstreeks de jaartelling werd tijdens overstromingen een paar decimeter dikke laag zeeklei in het veengebied ten westen van de lijn Bakhuizen-Koudum neergelegd. In die tijd kreeg het binnenmeer Flevo verbinding met de Noordzee, en groeide later uit tot de Zuiderzee.

Overigens ging de veengroei in de niet beïnvloede gebieden gewoon door. Enkele eeuwen later werd een aanmerkelijk groter gebied regelmatig overstromd, waarbij zelfs op de niet met veen bedekte pleistoceen gronden een laag klei werd neergelegd. De meeste meren zoals de Morra, Fluessen en het Slotermeer zijn omstreeks de veertiende eeuw uit kleinere meren ontstaan toen grote overstromingen de afslag van het veengebied veroorzaakten. Om zich tegen deze voortdurende uitbreiding van de zee te beschermen, begonnen de bewoners dijken te bouwen. In feite zijn dit de eerste duidelijke ingrepen van de mens in de natuurlijke geologische processen. Door deze activiteiten werd de kust langs de Zuiderzee vast-

gelegd en kreeg de kustlijn zijn huidige vorm. Waar de Zuiderzee aan het hoge pleistocene landschap van Friesland grensde, ontstonden door golfafslag kliffen die door het stugge karakter van de keileem zeer steil waren (fig 4). Van het afgeslagen materiaal werd een deel langs de kust vervoerd en neergelegd in de vorm van kustwallen. De fraaiste exemplaren liggen in de Huitebuursterbuitenpolder (fig 5).

In het Rijsterbos en ten noorden van Oudemirdum liggen twee kleine stuifzandgebieden die ontstaan zijn door slecht beheer.

In de zeventiende en achttiende eeuw zijn deze stuifzanden bebost.

### Gaasterland nader beschouwd

In Gaasterland is het landijs de belangrijkste landschapsarchitekt geweest, zodat zijn ontwerp zeker wat aandacht mag krijgen. Het lijkt zo eenvoudig: Scandinavische stenen hierheen gebracht door het Scandinavische ijs; heuvels bedekt met Scandinavisch materiaal en opgeduwd door Scandinavisch ijs. Toch is het nog maar 110 jaar geleden dat de Zweed Torell als eerste bewees dat dit Scandinavische ijs ook buiten het Scandinavische territorium moet zijn gekomen en dat de stenen dus door het ijs vervoerd waren. Dat de stenen uit het noorden afkomstig waren wist men al langer, hoewel overigens ook het zuiden wel als bron is genoemd. Het transportmiddel was tot dan toe het probleem geweest. In de Middeleeuwen stelde men wel reuzen verantwoordelijk voor de aanwezigheid van de grote hunebedstenen, maar ook de rivieren, ijsschotsen en de zondvloed zijn voor de vervoerders gehouden. In Gaasterland zelf deed het hardnekkige gerucht de ronde dat één van de heuvels aan zee, het Roode Klif, een vulkaan zou zijn (fig 7). In de kronieken worden uitbarstingen omstreeks het begin van onze jaartelling en tweehonderd jaar later gemeld. In 1863 toonde een Leeuwarder apotheker aan dat de rode leem van het klif geen vulkanische oorsprong had. De stenen in de leem waren dan ook geen vulkanische bommen. Toch zal ook de landijstheorie velen aanvankelijk ongeloofwaardig in de oren geklonken hebben. Aan het einde van de negentiende eeuw twijfelde er echter niemand meer aan. Wel waren de meningen verdeeld over de vraag wat nu precies de rol van het ijs bij ons was geweest. Waren er

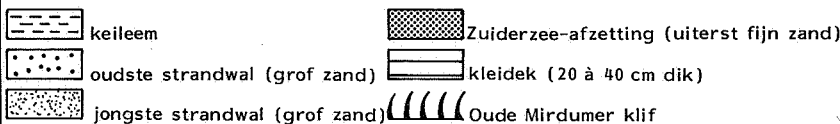
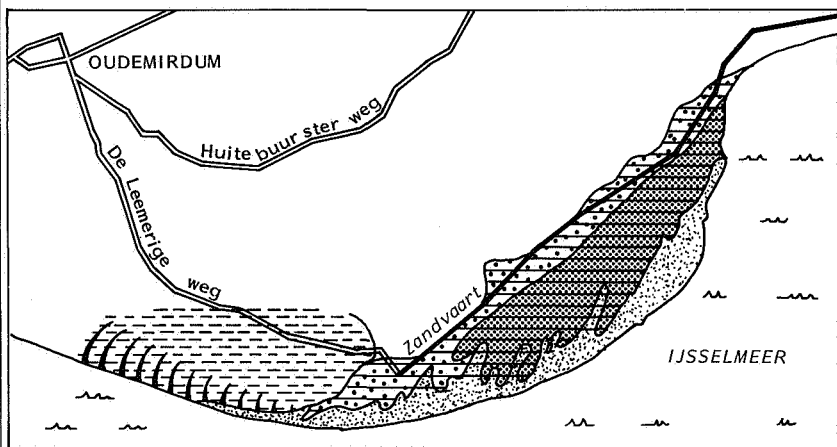


Fig 6 Haakwallensysteem in de Huitebuursterbuitenpolder ten oosten van het Oude Mirdumerklif (uit Bodemkaart van Nederland)

verschillende soorten keileem en was op grond hiervan een meervoudige ijsbedekking aantoonbaar? Hoe waren de heuvelruggen van oa. Gaasterland ontstaan? Bij de theorievorming namen de Gaasterlandse kliffen een belangrijke plaats in, omdat daarin de inhoud van de heuvels zo goed te bestuderen was. Om het keileemvraagstuk op te lossen werd in 1913 de reeds genoemde excursie georganiseerd langs een aantal keileemvindplaatsen, waaronder het Oudemirdumer klif. De belangrijkste konklusie was dat de keileem uit materiaal kon bestaan van verschillende herkomst, maar dat dit feit op zichzelf niet pleitte voor meer dan één ijsbedekking. Wat men pas veel later ontdekte was de aanwezigheid van schollen rood gekleurde keileem in de normale grijze keileem. De eerste bestaat vooral uit materiaal uit het oostelijk deel van het Oostzeegebied, de laatste uit het westelijk deel zodat

de rode keileem niet opgevat kan worden als een verweringsproduct van de grijze. In het Oudemirdumer klif zijn de punten waar de kleirijkere rode keileem aan de dag treedt, herkenbaar aan de wat vochtiger plaatsen. De ontdekker van de rode schollenkeileem De Waard was van mening dat de rode keileem tijdens een vroegere vergletsjering in Scandinavië was gevormd en vervolgens door het ijs van de voorlaatste ijstijd was opgenomen (9). Anderen gaan ervan uit dat de keileemsoorten even oud zijn, maar dat de ijsstroom met de rode keileem als het ware meegereden is met de ijsstroom die de grijze keileem vervoerde. Ook na bijna veertig jaar is dit probleem nog niet opgelost.

De vraag hoe de (Gaasterlandse) heuvels door het ijs zijn gevormd, heeft eveneens menig geoloog bezig gehouden. Van Cappelle meende in 1889 dat de ruggen naar analogie van de alpiene situatie beschouwd moesten worden als eindmorenen, achtergelaten door stagnerend landijs (4). Brouwer schreef in 1950 dat de heuvels inderdaad eindmorenen zijn maar ontstaan door

optrekkend ijs (3). Van Baren noemde de heuvels drumlins (1). Deze vormen ontstaan onder het ijs, zijn door dat ijs gestroomlijnd en bestaan voor een belangrijk deel uit keileem. Botke verklaarde het heuvelkarakter

Fig 7 Op de achtergrond de uitbarsting van de 'vulkaan' bij het Clifffus Ruber — Het Rode Klif

door de aanwezigheid van sterk ontwikkelde gedeelten van de grondmorene (keileem) (2). Naar analogie van de bevindingen van Van Maarleveld in Midden-Nederland beschrijft Ter Wee de noordelijke heuvels als door het landijs opgeduwde ruggen (stuwwallen). Ter plaatse van de huidige natuurlijke laagte met de meren Morra, Fluesen en het Slotermeer zou de ijstong heb-

ben gelegen die verantwoordelijk zou zijn voor het min of meer boogvormige heuvel-komplex van het Gaasterland (10). Inderdaad zijn op enkele plaatsen in ontsluitingen scheefgestelde lagen waargenomen, oa. door de schrijver bij Sondel (fig. 8). De versnippering van de stuwwal in geïsoleerde heuvels en heuvelruggen zou door latere erosie hebben plaatsgevonden. Toch is er recent opnieuw gepleit voor de drumlingene van de heuvels. Zonneveld schreef in 1975 dat de Noordnederlandse heuvels zouden zijn vervormd door 'overrijding', drumlinisering van eerder opgeduwde stuwwallen. Opvallend zijn in dit verband de fraaie noord-oost-zuid-vest gerichte heuvels van de reeks Tjerkgaast, Wijckel, Sondel en Nijemirdum, die van Harich en Westerend Harich en de rug van Koudum die de flanken van de stuwwalboog vormen. Deze liggen in de stroomrichting van het landijs. Min of meer dwars daarop staan de heuvelreeks van Warns, de heuvel van Hemelum en die van Bakhuizen-Rijs. Deze laatste vormen als het ware het front van de stuwwalboog en wekken niet de indruk te zijn gedrumliniseerd (12). Het zal naar aanleiding van het bovenstaande duidelijk zijn dat over de wordingsgeschiedenis van de Gaasterlandse en de overige Noordnederlandse heuvels het laatste woord nog niet gesproken is.

**Enkele krenten uit de Gaasterlandse pap**  
Gaasterland is een betrekkelijk klein gebied en leent zich daarom uitstekend voor ontdekkingsstochten te fiets of te voet. Als we uit de richting van Lemmer komen valt ons al meteen de overgang naar de ruggen van Sondel (links) en Wijckel (rechts) op. De route van Sondel naar Oudemirdum loopt gedeeltelijk langs en over de met keileem bedekte ruggen; door erosie aangetaste of toch gedrumliniseerde stuwwallen? Op verscheidene plaatsen is hier het keileemdek dun en liggen de gestuwde fijne zanden, die kort voor de komst van het ijs zijn afgezet door smeltwater en de wind en afkomstig zijn van oude rivierafzettingen, dicht onder het oppervlak (fig 8). Plaatselijk heeft men de keileem en het zand afgegraven waardoor er nogal wat laaggelegen percelen zijn. Een zeer grote Rapakivigraniet van de Ålandseilanden gelegen tussen Zweden en Finland staat enkele honderden meters van de eerste afslag links na Sondel in een weiland aan de rechter kant.



Interessant maar moeilijker te onderscheiden is een kustwallensysteem in de Huitbuursterbuitenpolder ten oosten van het Oude Mirdumerklif (fig. 6). Vanaf het klif loopt via de Zandvaart een oudere kustwal. Langs de kust zelf ligt waarschijnlijk het mooiste haakwallensysteem van ons land. Het Oude Mirdumerklif is helaas niet meer voor het publiek toegankelijk, omdat zich hier nu ook biologen over hebben 'ontfermd'. In de vervallen klifwand (fig 9) is nog steeds de dekzandbedekking en de grijze en rode schollenkeileem aantoonbaar. Aan de voet en op de helling liggen verscheidene zwerfstenen. Omdat het oude klif enige van de zeer weinige ontsluitingen in het Gaasterland herbergt, zou Natuurmonumenten dienen te overwegen of niet een klein deel van het klif weer schoon gemaakt zou kunnen worden en opengesteld voor het publiek.

Tussen Sondel en Oudemirdum ligt een aantrekkelijk, tamelijk vlak en enigszins gesloten dekzand- en keileemlandschap. Indrukwekkend zijn de hoogten van het Jolderenbos en het Rijsterbos. In dit laatste bos is in 1849 het enige Friese hunebed aange troffen. Helaas is dit oude steentijdgraf vernield. Wel zijn de plaatsen waar de stenen eens stonden gemarkeerd. Bij het Paviljoen 't Klif en op het 6 km westwaarts gelegen Rode Klif met zijn grote zwerfsteenmonument kunnen wij ons misschien nog een voorstelling maken van het oorspronkelijke aanzicht van een door de zee afgeslagen ho-

*Fig 9 Het fossiele Oude Mirdumerklif nabij het Schermhaventje met op de voorgrond een zwerfsteen*

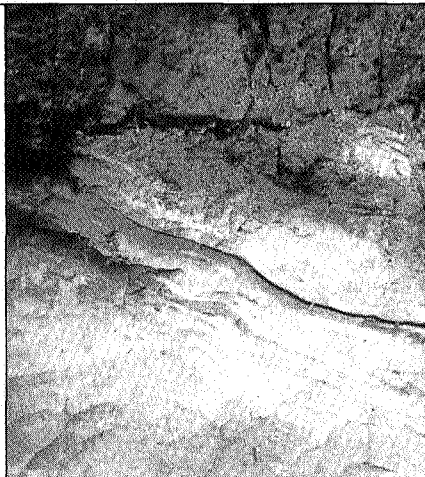
ge kust.

Heel mooi is het uitzicht vanaf Mirms naar het noordoosten waar een meer dan 10 m hoge rug oprijst.

Voor Laaxum ligt langs de dijk een tweede haakwallensysteem dat vanaf het Rode Klif is opgebouwd door de voormalige Zuiderzee. Wanneer we vanaf Laaxum over de reeks van elliptische heuvels fietsen, kunnen we ons voorstellen dat hier wel eens aan drumlins gedacht is, hoewel die dan dwars op de stroomrichting van het ijs hebben gelegen. Ook bij Scharl en het Rode Klif kunnen we ons niet aan die indruk onttrekken. Hoewel het wat verder van de overige heuvels af ligt, is een bezoek aan Koudum zeker op zijn plaats. Dit dorp ligt geheel op een langgerekte fraaie, drumlinoïde rug. Bovendien zijn aan de noordkant van het dorp, waar de hoofdweg (Nieuwe Weg) een bocht maakt en aan de zuidzijde tegenover het kerkhof nog oude zandgaten. Hierin is de gestuwde zandondergrond en plaatselijk keileem zichtbaar.

Een bezoek aan Hemelum is ook zeker de moeite waard. Vanaf ongeveer de Galamadammen bij het Johan Friso-kanaal hebben we over de Morra een mooi uitzicht op het hoge land van Hemelum. Eenmaal in Hemelum kunnen we genieten van een blik over het meer aan de voet van de stuwwal- rest (?).

Tot slot mag het wat achteraf gelegen intieme landschap dat zich uitstrekt van Westerend Harich tot Harich niet onvermeld blijven. Na een bezoek aan dit prachtige geologische landschap zal het duidelijk zijn dat dit gebied waard is bewaard te worden.



*Fig 8 Scheefgestelde, omgewerkte rivierzanden van voor de komst van het ijs, bedekt door een zeer dunne laag keuleem, ont sloten in een bouwput in de rug van Sondel. De lagen hellen naar het noordwesten*

#### Literatuur

- 1 Baren, J. van, 1910. De morfologische bouw van het diluvium ten Oosten van den IJssel. T.K.N.A.G. 2e serie, XXVII.
- 2 Botke, J. 1919. De Friesche kliffen. T.K.N.A.G. 2e serie, XXXVI, 387-406.
- 3 Brouwer, A. 1950. De glaciene landschapstypen in Nederland. T.K.N.A.G. 2e serie. LXVII, 20-32.
- 4 Cappelle, H. van 1889. Het Roodde Klif. Handelingen v.h. Tweede Ned. Nat. en Geneesk. Congres te Leiden. 238-246.
- 5 Gonggrijp, G. P. 1978. Doelstelling, werkwijze en resultaten van het Gea-project. Geogr. Tijdschr. NR XII, 3, 220-230.
- 6 Mooij, J. 1963. Stuwwallen in Noord-Nederland, speciaal in Gaasterland. Geogr. tijdschr. 110-119. 1985. Van eindmorenen tot stuwwallen. Grondboor en Hamer 1, 21-24.
- 7 Rijks Geologische Dienst. 1975. Toelichting bij de geologische overzichtskaarten van Nederland. 93-103.
- 8 Stichting voor Bodemkartering. 1970. Bodemkaart van Nederland. Blad 15 west en 15 oost. Schaal 1: 50.000. Wageningen.
- 9 Waard, D. de. 1949. Glaciceen Pleistoceen, een geologisch detailonderzoek in Urkerland. Diss. Utrecht.
- 10 Wee, M. W. ter. 1962. The Saalian Glaciation in the Netherlands. Meded. Geol. Sticht. N.S. 15, 57-76.
- 11 Zandstra, J. G. 1971. Keileem en zwerfstenen in de Zuidwesthoek van Friesland. It Beaken. 33, 1, 13-51. 1980. Aantekeningen bij de toepassingen van Scandinavische zwerfstenen en keileem in Friesland. 42, 5/6, 225-238.
- 12 Zonneveld, J. I. S. 1975. Zijn de Noordnederlandse stuwwallen overreden of niet? Ber. Fys. Geogr. Afd. 9, 3-14. Geogr. Inst. RU.

