



AFBEELDING 1. | Uitzicht vanaf Mirns op de deels met venig materiaal opgevulde laagte van Brelen en de keileemrug van Bakhuizen-Rijsterbos op de achtergrond.

Geologie van gaast en klif



AFBEELDING 2. | Topografisch schetskaartje van het Gaasterland.

EDUARD KOSTER
FACULTEIT GEOWETENSCHAPPEN
UNIVERSITEIT UTRECHT
WARD.KOSTER@PLANET.NL

“Afgelagen in de zuidwesthoek van Friesland ligt sinds eeuwen het mooie land van gaast en klif. Oud is het land, oud zijn de kliffen, de gaasten en de bossen” (Post-Beuckens, 1947). De geologie en het landschap van het Gaasterland wijken in velerlei opzicht af van de rest van Friesland. De streek is, anders dan het overwegend vlakke weidekarakter van Friesland, juist glooiend en bosrijk (Afb. 1). De lage heuvelruggen heetten vroeger ‘gaasten’ (letterlijk: zandige hoogten; verwant aan het woord ‘geesten’). Het hoogste punt van het Gaasterland nabij Oudemirdum ligt op 12,70 meter boven NAP. Het is dit zwak golvende reliëf, dat het landschap van zuidwestelijk Friesland zo aantrekkelijk maakt. Uit oude kaarten blijkt dat in de achttiende en negentiende eeuw het middengedeelte van het Gaasterland vrijwel geheel met bos bedekt was. Dat het Gaasterland vanouds bewoond is geweest, bewijzen onder andere vondsten van de Neolithische Trechterbekercultuur (ca. 3.000 jaar v. Chr.).





Lithologische opbouw

De top van de fluviatiele afzettingen van vóór de Saale-IJstijd, ligt in het Gaasterland op een diepte van 10–25 m –NAP (Afb. 3 en 4). Dit zijn overwegend grove rivierzanden neergelegd door een oud Rijnsysteem en behorende tot de Formatie van Urk. In de grove, soms sterk grindhoudende zanden komen ingeschakelde klei- en veenlagen voor van enkele meters dikte. De onderzijde van dit pakket rivierzanden ligt op een diepte van 50–70 m –NAP. Op de rivierzanden rusten 5–20 m dikke pakketten matig fijn tot matig grof, kalkloos zand van het Formatie van Drachten (vroeger Formatie van Eindhoven genaamd). Deze Midden-Pleistocene zanden zijn voornamelijk door de wind afgezet en vertonen veelvuldig vorstscheuren en cryoturbate structuren. In deze preglaciale afzettingen zijn vervolgens diepe geulen uitgesleten door de komst van het landijs. Deze lokale, glaciële bekkens zijn geërodeerd tot een maximale diepte van 45 m –NAP en nadien opgevuld door een opeenvolging van grondmorene en fluvioglaciële zanden (Formatie van Drente), die tijdens de Saale ijstijd zijn gedeponeerd. De top van dit glaciële landschap is onregelmatig en varieert in diepte- resp. hoogteligging van 15 m –NAP tot > 10 m +NAP. Volgens de bodemkaart (Stichting voor Bodemkartering, 1970) komt de keileem alleen ter weerszijden van Workum en ten zuiden van Warns direct aan het oppervlak, overal elders wordt keileem in de heuvelruggen bereikt op een diepte van minimaal 40 cm. Gedurende de Weichsel-IJstijd is dit reliëf sterk afgevlakt door de afzetting van lokaal verspoeld materiaal van preglaciale of glaciële ouderdom en afzetting van dekzanden. In glaciële bekkens bereikt het dekzand een dikte van 15–20 m, terwijl het elders slechts decimeters tot enkele meters dik is. Dit pakket wordt tegenwoordig tot de Formatie van Bostel gerekend, die tot voor kort nog bekend stond als de Formatie van Twente. In een NW-ZO georiënteerd geologisch profiel door het tongbekken van het Gaasterland, dat in de publicatie van Ter Wee (1983) is opgenomen, is ook nog een veenlaagje van Eemien-ouderdom getekend. Deze Eemlaag is overigens in de bij dit artikel gevoegde doorsnedes (Afb. 3 en 4) niet aangetroffen of herkend. Maar in een groot gebied ten noorden van het Gaasterland hebben mariene kleien, zanden en veen van Eemien-ouderdom wel degelijk een grote verbreiding.

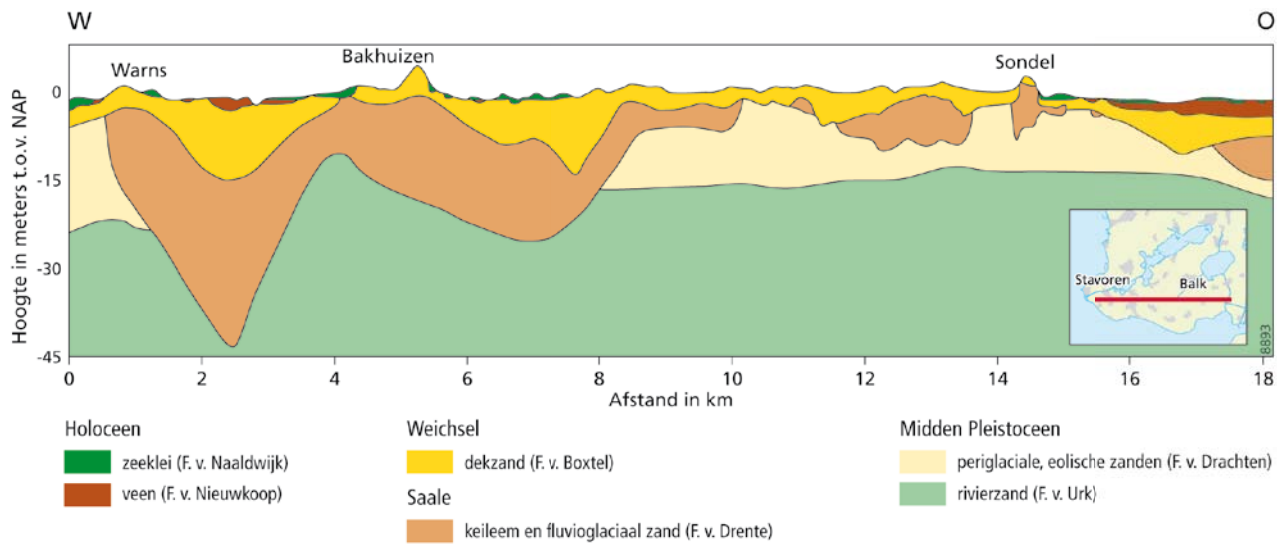
In de kleine keileemrug van Koudum zijn in een voormalige zandgroeve op een diepte van enkele meters glaciële stuwingsverschijnselen in lichtgekleurde rivierzanden van oostelijke herkomst en pre-Saale-ouderdom waargenomen (Stichting voor Bodemkartering, 1970). Ook periglaciële zanden van voor de

Saale-tijd zijn in dit gebied kennelijk door stuwning omhoog gebracht (Gonggrijp, 1983). Door stuwning scheefgestelde laagpakketten zijn door Gonggrijp (1985) eveneens waargenomen in de keileembult van Sondel en nabij Bakhuizen en Harich. De sterk wisselende diepteligging en dikte van de keileem kan mogelijk verklaard worden door het optreden van glaciële stuwning. Echter, daar waar de keileem aan of nabij het oppervlak komt, is het materiaal vaak door cryoturbatie vervormd en zijn eventuele stuwingsstructuren gemaskeerd. Jammer genoeg is er in 2015, voor zover de schrijver bekend is, nergens in het Gaasterland meer een geologisch profiel in een tijdelijke of permanente groeve of steilwand waar te nemen.

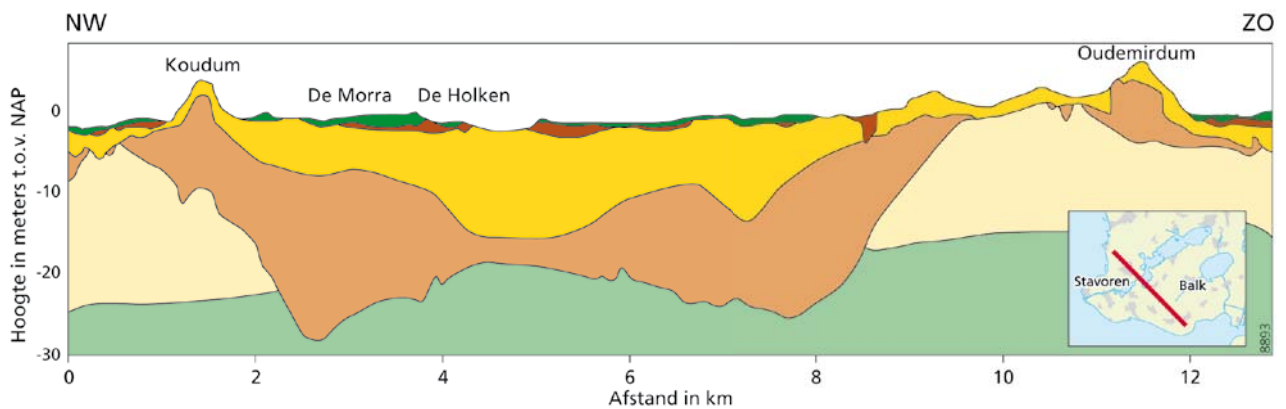
Fasen van ijsuitbreiding

Het Gaasterland maakt deel uit van de reeks lage stuwwallen, die zich laat vervolgen van Texel, via Wieringen en Gaasterland, tot aan Steenwijk, Hoogeveen en Coevorden (Afb. 5). Ook de keileemopduikingen rond Urk en Vollenhove worden tot dit systeem gerekend. Wat betreft de naamgeving van deze heuvelruggen bestaat echter geen overeenstemming. Meestal worden ze aangeduid als stuwwallen, maar daarnaast zijn deze heuvelruggen ook wel benoemd als 'stuwmorenes', 'keileem- of grondmoreneruggen', 'eindmorenes',





AFBEELDING 3. | W-O geologische doorsnede van Warns tot Sloten. Bron: DINOloket, GeoTOP model, TNO (vereenvoudigd).



AFBEELDING 4. | NW-ZO geologische doorsnede van Koudum tot Oudemirdum. Legenda zie Afb. 3. Bron: DINOloket, GeoTOP model, TNO (vereenvoudigd).

‘dumpporenes’, ‘drumliñoïde ruggen’ of ‘drumlins’ (NB: een drumlin is een langerekte, gestroomlijnde heuvel bestaande uit glaciaal (morene) materiaal, ontstaan door de schurende werking van landijs; de zwak hellende ‘punt’ van de drumlin wijst veelal tegen de voormalige bewegingsrichting van het ijs in). Mooij (1985b) geeft een aardig overzicht van alle termen, die in de loop van de tijd voor deze terreinvormen zijn voorgesteld en beargumenteerd. De relatief grote dikte van de keileempakketten – tussen Warns en Bakhuizen werd zelfs een keileemdikte van 30 m gemeten – tezamen met het voorkomen van glaciotektonische deformatiestructuren en de oriëntatie van langwerpige stenen in de keileem in de ondergrond, wijzen op een ontstaanswijze door stuwning. Ook de grote lokale variabiliteit in de diepteligging van de basis van de keileem is hiermee

in overeenstemming. Echter, de vaak gestroomlijnde, op drumlins gelijkende vorm en de oriëntatie van de ruggen zijn een aanwijzing voor latere ‘overrijding’ van de landschapsvormen door het landijs. Ook tijdens dit proces treedt subglaciale deformatie van de ondergrond op. Rappol *et al.* (1991) zijn van mening dat verreweg de meeste keileem als grondmorene beschouwd moet worden. Afzetting vond vooral plaats tijdens regionaal stagneren van de ijsbeweging. De meeste keileem wordt gerekend tot het grijze, vuursteenrijke type van West-Baltische herkomst. Een geringer deel van de keileem in het Gaasterland wordt gerekend tot het Voorst-type; het vuursteenarme deel van de Oostbaltische keileem, ook wel ‘schollenkeileem’ genaamd (Rappol *et al.*, 1991). Dit is eveneens het geval in de keileemheuvels van Texel, Wieringen, Urk en Vollenhove.

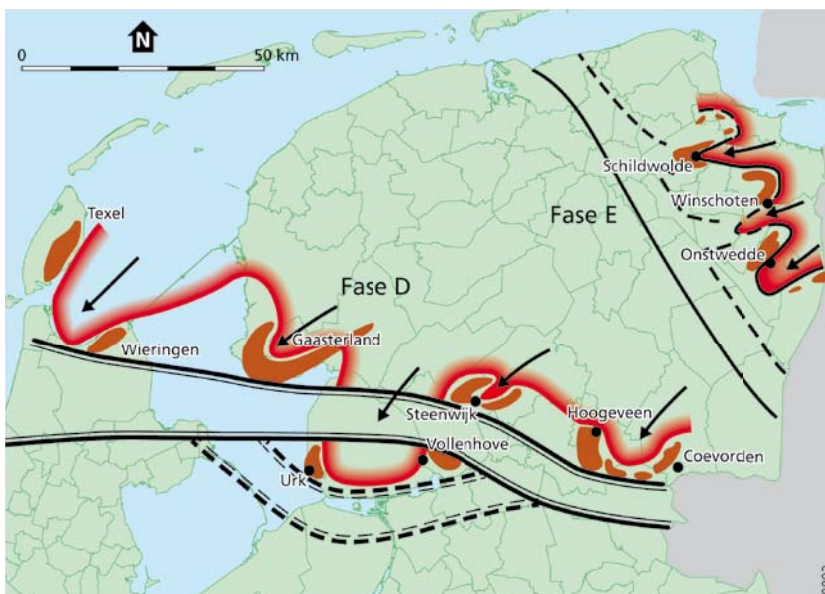
Net zoals nabij Steenwijk (zie Koster, 2010) wordt door Ter Wee (1983) een glaciaal tongbekken gereconstrueerd in het Gaasterland. De waarschijnlijk enkele tientallen meters dikke ijstong zou gelegen hebben in de zone Heegermeer-Fluessen-De Holken-Morra (voor een topografisch overzichtskaartje, zie Afb. 2). Het centrale deel van dit tongbekken is volgens Ter Wee (1962 en 1983) opgevuld door keileem, fluvioglaciaal sediment, Eemien-veen en jonger fluviatiel materiaal. Ter weerszijden komen opduikingen voor van periglaciaal zanden en keileem. Aan de zuidoostelijke zijde wordt dit tongbekken begrensd door met dunne deksandlagen bedekte keileempopduikingen, die te vervolgen zijn van Oudemirdum en Nijemirdum via Sondel in de richting van Sloten. De verbreiding van deze ruggen, waarin de keileem aangetroffen wordt op een diepte van maximaal 120 cm beneden maaiveld (Afb. 6), is ontleend aan de



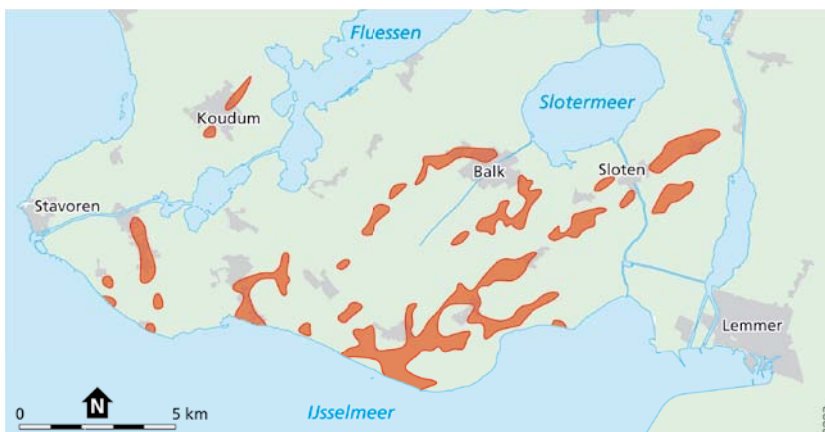
bodemkaart. Buiten het Gaasterland wordt deze ZW-NO georiënteerde reeks keileemruggen voortgezet van Tjerkgaast tot iets voorbij Sint Nicolaasga. In het patroon van keileemopduikingen is de noordwestelijke rand van dit veronderstelde tongbekken, met uitzondering van de geïsoleerde rug van Koudum, niet meer herkenbaar.

De klassieke theorie over de fasering van de ijsbewegingen gedurende het derde stadiaal van de Saale-Ijstijd is gebaseerd op het onderzoek van Maarleveld en Ter Wee. De reeks stuwwallen waar het Gaasterland deel van uitmaakt, werd beschouwd als het product van een stagnatieperiode in de recessie van het landijs (Ter Wee, 1962 en 1983). Deze fase staat bekend als fase D (zie Afb. 5). Het overbekende recessiemodel van Maarleveld en Ter Wee uitgaande van een vijftal opeenvolgende recessiefasen (A t/m E) is door later onderzoek bekritiseerd. Vooral over de twee jongste fasen (D en E) zijn andere ideeën geopperd. Rappol *et al.* (1991) en Van den Berg & Beets (1987) menen dat deze fasen niet het gevolg zijn van hernieuwde terugtrekking na een fase van stagnatie van het ijsfront, maar juist dat ze een vroeg stadium van de ijsuitbreiding over Nederland representeren, waarna het landijs verder oprukte naar Midden-Nederland. De reeks Texel-Wieringen etc. wordt als begrenzing van een eerste fase van landijsbedekking gezien. Deze fase wordt ook wel aangeduid als het 'Gaasterland stadium'. Tijdens een tweede fase vond reactivering van de ijsbeweging

plaats, waarbij door de snelle diktoename van de ijsrand lokale stuwingsoptrad. Vervolgens werden de stuwwallen overreden, met als eindresultaat de grote stuwwalcomplexen in Midden-Nederland (fase 3). Bij de overgang van fase 2 naar fase 3 veranderde de ijsbewegingsrichting van NO-ZW naar NNW-ZZO, maar ook de samenstelling van het meegevoerde materiaal veranderde. Men veronderstelt dat een westelijke stroombaan van het landijs zich bewoog tussen Wieringen en het Gaasterland in de richting van de Gelderse Vallei. Aangenomen wordt dat een soortgelijke, oostelijk gelegen stroombaan het huidige Hunzedal volgde, richting de stuwwallen in oostelijk Overijssel en aangrenzende delen van Duitsland in het Bekken van Münster.



AFBEELDING 5. | Ijsuitbreidingsfasen D en E in Noord-Nederland gedurende het Saalien. Bron: ter Wee, 1983.



AFBEELDING 6. | De verbreiding van keileemruggen in Zuidwest-Friesland (top van de keileem van 40-120 cm -maaiveld). Bron: Stichting voor Bodemkartering, 1970.

In het Gaasterland, evenals op Wieringen, vertonen de langwerpig heuvelruggen een oriëntatie, die zowel op een NO-ZW als een NNW-ZZO stroomrichting van het ijs kan wijzen. Het is dus nog steeds niet duidelijk of de Gaasterlandse heuvels vooral het resultaat zijn van frontale stuwings of van secundaire drumlinisering. Eigenlijk alleen de rug Molkwerum-Warns-Laaxum lijkt te passen in het model van Rappol *et al.* (1991). Volgens Ter Wee (1962) behoren de ruggen nabij Bakhuizen, Scharl en Warns daarentegen tot het frontale deel van de stuwmorene. Echter, bij gebrek aan gedetailleerd structuuronderzoek kan niet uitgemaakt worden welke van de Gaasterlandse heuvelruggen het gevolg zijn van laterale of frontale stuwings en welke hun vorm grotendeels te danken hebben aan latere processen van drumlinisering. Ter vergelijking kan nog gemeld worden dat tijdens de aanleg van de A32 in de doorsnijding van de Woldberg in het tongbekken van Steenwijk een tot 15 m dik pakket keileem in gestuwde positie werd waargenomen (zie Koster, 2010).

Keileem

Ter Wee (1962) bespreekt een drietal keileemtypen, die ontsloten waren in het Oudemirdumer Klif. Van onderen naar boven: (1) grijze, kalkarme keileem, (2) roodbruine keileem met een hoger kalkgehalte en (3) rode, kalkrijke schollenkeileem met een relatief hoog siltgehalte. Rode keileem is ook aangetroffen nabij Harich, Sondel,



Bargebek en St. Nicolaasga (Afb. 7). Voor de rode schollenkeileem-locaties Oudemirdum en St. Nicolaasga, vermeldt Zandstra (1971) een Hesemann-getal van 4330. (NB: het Hesemann-getal is gebaseerd op de aantallen aanwezige zwerfstenen van verschillende typen, en zegt iets over de herkomst van de betreffende glaciële afzetting.) De grijze keileem is veelal tot op een diepte van 2 à 3 m ontkalkt, bezit een kleigehalte dat varieert van 14-18 % en wordt gekenmerkt door een relatief hoog kwarts- en vuursteengehalte in de grindfractie. De rode keileem is slechts tot een geringe diepte ontkalkt, heeft een kleigehalte tot > 35 % en veel (tot 50 %) kalksteen in de grindfractie. In het ongeveer 5 m hoge Oudemirdumer Klif ligt de keileem begraven onder een halve meter dekzand. Door verweering, infiltratie en of verstuing van de fijnkorrelige fracties is van de keileem op veel plaatsen een zandig residu overgebleven, dat bekend staat als 'keizand'. Zandstra (2010) bespreekt in detail de sedimentopvolging in een kleine zandafgraving in het Rijsterbos bij Rijst. Van onder naar boven identificeert hij de volgende eenheden: (1) matig fijn en lemig, preglaciaal zand van eolische (= wind) herkomst met vorst-dooi structuren, (2) een geërodeerd keileemlaagje oftewel keizand, (3) een zwerfstenenlaagje, dat geïnterpreteerd is als de Laag van Beuningen¹, (4) een opeenvolging van lagen van Ouder en Jonger Dekzand, deels met gecryoturbeerde dekzandlaagjes, met daarin de Laag van Usselo (een houtskoolrijk laagje, daterend van ca. 13.000 v. Chr.), en (5) tenslotte, een restant van een laag jong en oud stuifzand. Jaap Zandstra heeft de zwerfsteininhoud van de oorspronkelijk uit de keileem afkomstige Laag van Beuningen (Weichsel-Pleniglaciaal ouderdom) bepaald. Het blijkt te gaan om een associatie van voornamelijk Midden-Zweedse herkomst, gezien het hoge percentage kristallijne gesteenten uit het Dalarna-gebied (34,3 %). Het bijbehorende Hesemann-getal is 2440.

¹ De Laag van Beuningen bestaat uit een grind- en stenenrijke uitspoelingslaag, die meestal in verband gebracht wordt met het verdwijnen (afsmelten) van de permafrost in het Pleniglaciaal van de Weichselijstijd. (Zie ook Zandstra, 2010, pag. 34)



AFBEELDING 7. | Rode, vuursteenarme keileem op – en deels ingeschakeld in – gelaagde preglaciële zanden (locatie Emmerschans).

Afbeelding 8 toont het zwak golvende reliëf van het keileemplateau van Oudemirdum. Op de voorgrond is een met meidoorn begroeide storthoop – de Mergelbult – te zien. Dit is een overblijfsel van een mislukte poging in het begin van de twintigste eeuw van 'mergel'winning, oftewel kalkrijke keileem, als grondstof voor akkerbemesting.

Dekzand en veen

Het grillige reliëf van de heuvelruggen in het Gaasterland is afgevlakt door de afzetting van zowel Ouder als Jonger Dekzand. Het Oudere Dekzand met zijn kenmerkende afwisseling van zandige en lemige laagjes wordt weinig aangetroffen. Het Jongere Dekzand-I daarentegen heeft een grotere verbreiding in het Gaasterland. Jonger Dekzand-II lijkt dan weer weinig voor te komen aangezien de Laag van Usselo meestal ontbreekt. Bovendien is het dekzand nabij Rijs en Oudemirdum plaatselijk in verstuing geraakt. Op de bodemkaart (Stichting voor Bodemkartering, 1970) staan deze locaties aangeduid als een associatie van 'veldpodzolgronden' in dekzand en 'vlakvaaggronden' in stuifzand (beide bodemtypen hangen samen met een hoge grondwaterspiegel). Volgens Gonggrijp (1985) zijn deze gebiedjes al in de zeventiende en achttiende eeuw weer bebost. Tijdens het Holoceen vond op uitgebreide schaal veenvorming plaats. Daar waar het Pleistocene oppervlak op 5 à 6 m –NAP ligt, begon de holocene veenvorming tegen het einde van het Atlanticum tot begin Subborea. Rondom het Gaasterland zijn uitgebreide veengebieden gevormd, bestaande uit een afwisseling van broekveen, rietzeggeveen, zeggeveen en veenmosveen. Tenslotte is omstreeks het begin van de jaartelling, tijdens overstromingen een paar decimeters dikke laag, overwegend kalkarme zeeklei afgezet in het veengebied ten westen van de lijn Bakhuizen–Hemelum–Koudum. In deze tijd werd de opening van het Meer Flevo door sterke afslag van veengebieden verder verwijd en werden brakke sloefafzettingen neergelegd, die tot de Almere afzettingen worden gerekend. (NB: 'sloef' is de benaming voor fijnzandige, siltrijke afzettingen met een hoog gehalte in de fractie van 2-16 µm; zie Koster in G&H 68/6, pag. 182.) Omstreeks de veertiende eeuw werd de verbinding van het Meer Flevo en de Waddenzee-Noordzee zoveel ruimer, dat er sprake was van een echte binnensee. Het is vermoedelijk in deze tijd dat de meren van de Morra, de Fluessen en het Slotermeer zijn ontstaan als gevolg van verdere afslag van het veen tijdens overstromingen en deels gevolgd door vervening. De meeste meren kennen een ondiepe Pleistocene dekzandbodem. Pas in de dertiende en veertiende eeuw is men begonnen met het aanleggen van dijken langs de zuidwestkust van Friesland (Stichting voor Bodemkartering, 1970).

Kusterosie en klifvorming

Door mariene abrasie zijn de hoger gelegen terreinen rondom de voormalige Zuiderzee geërodeerd en zijn soms steile kliffen gevormd. Aan de kust van het



Gaasterland zijn van west naar oost door erosie van keileembulten het Roode Klif, het Mirnser Klif en het Oudemirdumer Klif ontstaan. Na de afsluiting van de Zuiderzee in 1932 zijn deze kliffen langzamerhand afgekald en afgevlakt door: afspoeling, begrazing, gedeeltelijk afgraven en begroeiing. Dat deze kliffen vanouds de aandacht hebben getrokken van geologen blijkt overduidelijk uit de samenvatting van het geologische onderzoek aan het Roode Klif door Herman van Cappelle tegen het einde van de negentiende eeuw (Mooij, 1985a). Niet-tegenstaande de naamgeving van het Roode Klif is bij eerder onderzoek gebleken dat het materiaal in de klifwand geen rode maar voornamelijk bruine keileem betreft, die door ijzerinspoeling roodbruin verkleurd is. J. en E. Weertz (2009) hebben de vorming van het Aardkundige excursiepunt Oudemirdumer Klif, dat overigens al in 1923 aangekocht werd door de Vereniging tot Behoud van Natuurmonumenten, besproken en fraai geïllustreerd. De huidige situatie van het Oudemirdumer Klif met prikkeldraad alom is jammer genoeg een duidelijke illustratie van de veelal geringe aandacht, die de abiotische natuur geniet bij Natuurmonumenten (Afb. 9).



AFBEELDING 8. | *Uitzicht vanaf de Mergelbult op de keileemrug van Oudemirdum.*



AFBEELDING 9. | *De begroeide steilwand van het Oudemirdumer Klif.*

Vanaf het Roode Klif tot iets voorbij Laaxum is langs de voormalige Zuiderzeekust onder invloed van golfwerking en stroming een systeem van lage strandwallen opgebouwd. De Laaxumerdijk is waarschijnlijk op een deel van deze strandwal aangelegd (Gonggrijp, 1983). De hierop aansluitende Mokkebank is een buitendijkse zandplaat die na de afsluiting van de Zuiderzee is ontstaan. Op soortgelijke wijze is voor het Oudemirdumer Klif een strandwal gevormd. Deze smalle strandwal wordt door een laag dijkje beschermd. In oostelijke richting zet deze strandwal zich voort in de Huitebuurster Buitenpolder. Door een overwegend west-oost gerichte stroming werd grof zand verplaatst. Op de eerste strandwal heeft men later de Sânfeartsydk gebouwd. Een jonger systeem bestaat uit een stelsel van fraai ontwikkelde haakwallen (Gonggrijp, 1983 en 1985) (Afb. 10). (NB: een haakwal is een strand- of schoorwal opgebouwd uit meerdere opeenvolgende strandhaken; de uitbouw van de strandwal vindt plaats bij aanvoer van veel sediment, terwijl de haken vooral ontstaan door golfwerking bij weinig aanvoer van sediment). In het tussenliggende gebiedje is een kleidek van enkele decimeters afgezet. Dergelijke strandwallen of stormruggen komen op diverse plaatsen langs de Zuiderzeekust voor, onder andere bij het Land van Vollenhove, langs de Noord-Veluwse kust, en tussen Naarden en Huizen. Tenslotte, zijn door diverse dijkdoorbraken bij Bakhuizen, Oudemirdum en Tacoziyl in de achttiende en negentiende eeuw klei- en zandlagen (zogenoemde overslagen) aan de binnenzijde van de zeedijk afgezet.

Vroege bewoning en ontginning

Uit het Paleolithicum en Mesolithicum zijn slechts incidentele vondsten (artefacten) bekend. De belangrijkste vondst uit het Neolithicum is die uit het Rijsterbos. Aldaar is het enige bekende Friese 'hunebed' aangetroffen op het terrein van het voormalige landgoed Rijs van Jhr. van Swinderen tussen de dorpjes Rijs en Mirns. De stenen van het ca. 5 m lange en 2 m brede hunebed zijn min of meer bij toeval gevonden bij het graven van greppels in het bos in het jaar 1849. De vindplaats bestond destijds uit een ongeveer 11 m lange, lage, ovale heuvel. Van het oorspronkelijke



hunebed is overigens niets meer over; de plaats is later gemarkeerd door een reeks cement-veldstenen. Vondsten van vuurstenen werktuigen en afslagen annex scherven van diepsteekceramiek wijzen op de Trechterbeker cultuur. Op grond van recent onderzoek meent men thans dat het beter is te spreken van een 'steenkist' in plaats van een hunebed. Ook de aanwezigheid van oude landbouwbodems (esdekken en dikke enkeerdgronden) wijst op een langdurige bewoning op de hogere gebieden in het Gaasterland. Afhankelijk van het type strooisel dat gebruikt werd in de potstallen, komen zowel zwarte als bruine enkeerdgronden voor, waardoor keileemruggen nog iets verder zijn opgehoogd. Het is opmerkelijk dat zowel het patroon van de (oude) wegen als de ligging van de bewoningskernen en het verkavelingspatroon aangepast zijn aan de ligging van de hogere keileemruggen.

Nationaal Landschap Gaasterland

De regio Zuidwest Fryslân met inbegrip van het Gaasterland is sinds 2006 een Nationaal Landschap. In 1984 is door samenvoeging de gemeente Gaasterland-Sloten gevormd, die op haar beurt in 2014 wederom uitgebreid is en nu deel uitmaakt van de gemeente De Friese Meren. In 1995 werd door de Provincie Friesland voorgesteld 550 hectare landbouwgrond om te vormen tot 'nieuwe natuur' en toe te voegen aan de ecologische hoofdstructuur (EHS). Dit plan stuitte op groot verzet in de regio. Het plan was vooraf niet goed doorgesproken met de boeren in de streek en dat bleek funest. Door de planvorming tenslotte in handen te geven van de lokale (boeren)bevolking is het proces, dat overigens nog steeds niet geheel afgesloten is, uiteindelijk in goede banen geleid.



AFBEELDING 10. | Strand- of haakwalafzettingen in de Huitebuurster Buitenpolder ten ZO van Oudemirdum. Bron: Stichting voor Bodemkartering, 1970.

LITERATUUR

- Berg, M.W. van den & D.J. Beets, 1987. In: J.J.M. van der Meer (ed.) *Tills and glaciotectionics*. Balkema, Rotterdam; 270 pp.
 - Gonggrijp, G., 1983. *GEO-objecten van Friesland*. Rijksinstituut voor Natuurbeheer (RIN) rapport 83/10; 99 pp.
 - Gonggrijp, G., 1985. *Gaasterland, een verrassend en geologisch waardevol landschap*. Noorderbreedte 85: pp. 97-102.
 - Koster, E., 2010. *Aardkundig excursiepoint 37: Glaciaal tongbekken van Steenwijk*. *Grondboor & Hamer* 64-3: pp. 90-95.
 - Mooij, J., 1985a. *Het Rode Klif (Zuidwest Friesland) Geologisch onderzoek door Herman van Cappelle (1888-1895)*. *Grondboor & Hamer* 39-1: pp. 12-20.
 - Mooij, J., 1985b. *Van eindmorenen tot stuwwallen*. *Grondboor & Hamer* 39-1: pp. 21-24.
 - Post-Beuckens, L., 1947. *Land en volk van gaast en klif*. Schoonderbeek, Laren; 156 pp.
 - Rappol, M., B. de Leeuw & J. Swaan, 1991. *Distribution and composition of till on Wieringen and in the northern part of the Wieringermeer, The Netherlands*. *Geologie en Mijnbouw* 70: pp. 129-142.
 - Stichting voor Bodemkartering, 1970. *Bodemkaart van Nederland, Schaal 1:50.000, Blad 15 West, 15 Oost Staveren*. Wageningen; 146 pp.
 - Wee, M.W. ter, 1962. *The Saalian glaciation in the Netherlands*. *Mededel. Geologische Stichting NS* 15: pp. 57-77.
 - Wee, M.W. ter, 1983. *The Saalian Glaciation in the northern Netherlands*. In: J. Ehlers (ed.) *Glacial deposits in North-West Europe*. Balkema, Rotterdam: pp. 405-412.
 - Weertz, J. & E. Weertz, 2009. *Oudemirdumer klif in Gaasterland*. *Grondboor & Hamer* 63-2: pp. 34-37.
 - Zandstra, J.G. 1971. *Keileem en zwerfstenen in de Zuidwesthoek van Friesland*. *It Beaken* 33-1: pp. 13-51.
 - Zandstra, Jaap, 2010. *Geologisch onderzoek van een afgraving in het Rijsterbos (Gaasterland)*. *Grondboor & Hamer* 64-2, pp. 33-37.
- Op de website: [arbancollection INFO](http://arbancollection.INFO) en vondsten uit Gaasterland *PREHISTORIE* vindt men veel informatie over de geologie en prehistorie van het Gaasterland; evenals bij het Bezoekerscentrum Mar en Klif, De Brink 4, 8567 JD Oudemirdum, 0514-571777, www.marenklif.nl. Zie voor foto's van geomorfologische fenomenen ook de website www.aardkundigewaarden.nl van Wim Hoogendoorn.

