

# Waarnemingen aan het Hondsrugstelsel in de provincies Drenthe en Groningen

Harry Huisman

H. Huisman, Noordsch 10, 9304 TJ Lieveren, hhuisman.3@hccnet.nl

## Inleiding

Het landschap van Noord- en Oost-Drenthe wordt bepaald door een reeks parallel verlopende zandruggen en beekdalen. Tezamen vormen zij het Hondsrugstelsel. Op de zandruggen vinden we het typische Drentse landschap met zijn esdorpen en akkercomplexen, afgewisseld met percelen bos en restanten heide. In groot contrast daarmee staat het landschap van de naastgelegen beekdalen, dat een veel opener karakter bezit, waarbij bewoning veelal ontbreekt.

Van de vier zandruggen is de Hondsrug het belangrijkste. Hij vormt de oostelijke begrenzing van het Drents Plateau naar het veel lager gelegen Hunzedal. De zandruggen hebben een keileembedekking met een zwerfsteengezelschap dat Oostbaltisch getypeerd is. Zuidwest-Finse rapakivigranieten zijn hierin de meest gevonden gidsgesteenten.

De morfologie van het Hondsrugstelsel is in de laatste fase van het Saalien ontstaan. De bewegingsrichting van het landijs was toen NNW-ZZO gericht, waarbij het onderliggen-

de reliëf ingrijpend gewijzigd is. De vlakke heuvelruggen die hierbij gevormd zijn, zijn te beschouwen als megaflutings.

Het oostelijk van de Hondsrug gelegen Hunzedal is ontstaan door glaciële uitdieping. Laterale ijsdruk van hieruit is verantwoordelijk voor de intensieve deformatie van de aanwezige keileembedekking op het noordeinde van de Hondsrug en noordelijk daarvan in de provincie Groningen.

Tijdens het Weichselien is door (te-rugschrijdende) erosie vooral op de hellingen veel reliëf aan de zandruggen toegevoegd. De keileemafzetting op de ruggen is na de chemische verweering in het Eemien, vooral in het Pleniglaciaal op veel plaatsen tot een dun keizandniveau teruggebracht.

## Het Hondsrugstelsel

De vier zandruggen in Noord- en Oost-Drenthe lopen parallel aan elkaar in NNW-ZZO richting en zijn maximaal enkele kilometers breed. Ze zijn door beekdalen van elkaar gescheiden. Tezamen vormen ze het zogenoemde Hondsrugstelsel, ook wel

## Hoe komt de Hondsrug aan zijn naam?

De betekenis van de naam Hondsrug is lange tijd onzeker geweest. De naam heeft echter niets te maken met de Hunsrück in Duitsland, zoals wel eens gesuggereerd wordt. Evenmin hebben er in het verleden wilde honden op de Hondsrug geleefd. De naam is hoogstwaarschijnlijk terug te voeren op het woord 'Hon' dat moerassige laagte betekent. De naam van de Hunze - de voormalige veenrivier oostelijk van de Hondsrug - is hier ook op terug te voeren. Vroeger heette deze 'Hunes Aa' en ook wel 'Hones-Aa'.

Zuidelijk van Coevorden, bij Ane, ligt het 'Holthone', een voormalig elzenbroekgebied. Ook hierin herkennen we het woord 'hon' in de betekenis van moerassige laagte. In dezelfde betekenis moeten we 'Het Hoen' zien; een nat laaggelegen kleigebied direct ten westen van de stad Groningen. Het huidige Hoendiep is daar doorheen gegraven.

Uit bovenstaande blijkt dat de naam betekenis van de Hondsrug op de hoger gelegen zandrug betrekking heeft, opzij van de vroegere uitgestrekte venige waterwereld in het Hunzedal.

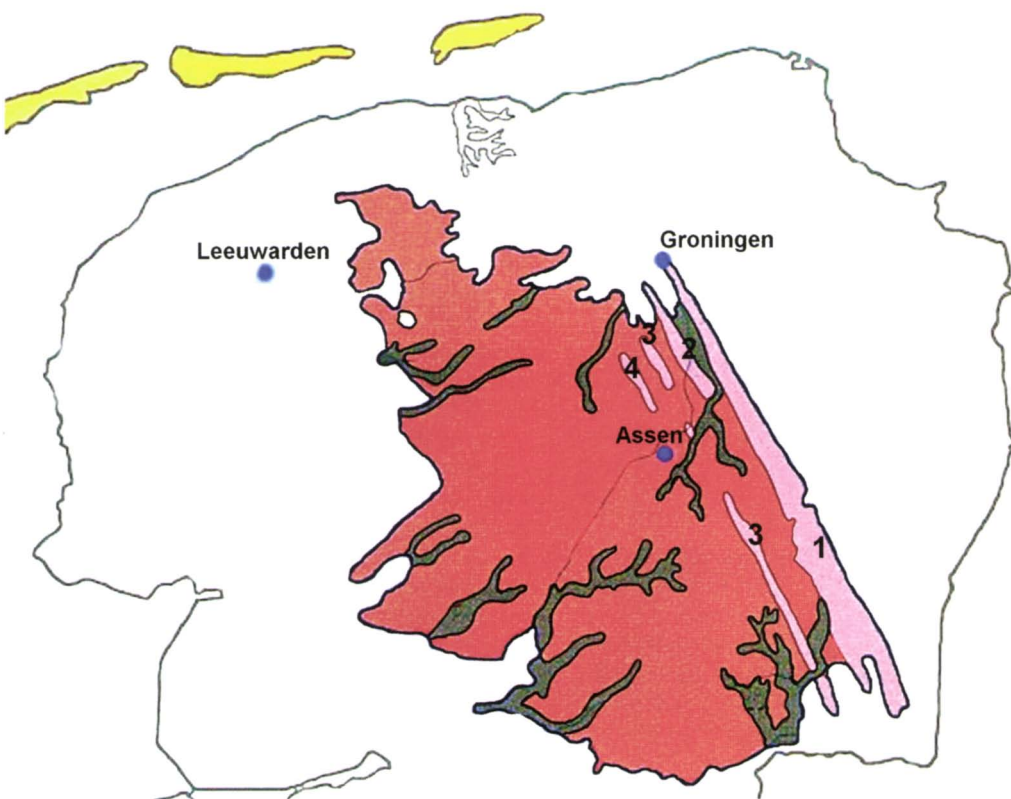
Hondsrugcomplex genoemd. Vooral in Noord-Drenthe is de afwisselende topografie van dit beekdal-zandrugstelsel goed in het landschap te herkennen. Van oost naar west onderscheiden we 1. de Hondsrug, 2. de Tynaarloerug, 3. de Rolderug en 4. de Zeijerug. Zowel de hoogte als de breedte van de zandruggen neemt in noordwestelijke richting af. Op de overgang van Drenthe naar de provincie Groningen raken de ruggen meer en meer bedekt door Holocene afzettingen.

Binnen het Hondsrugstelsel is de Hondsrug de belangrijkste heuvelrug. Hij begint in het noorden van de stad Groningen en loopt over een afstand van ruim 70 kilometer door tot Klazinaveen in Zuidoost-Drenthe. De breedte bedraagt in het noorden zo'n 500 meter, in het zuiden enige kilometers. Opvallend is de rechtlijnige begrenzing met het naastgelegen Hunzedal.

De topografie van de zandrug van Rolde is minder uitgesproken dan die van de Hondsrug. Met een aantal onderbrekingen is de Rolderug in het



Afb. 1. Landschap op het noordeinde van de Hondsrug bij Onnen (Gr.).



Afb. 2. Het Hondsrugsysteem (rose) op het oostelijke deel van het Drents plateau.

1. Hondsrug      2. Tynaarlo rug      3. Rolderug      4. Zeijen rug

terrein te vervolgen van Noordhorn in de provincie Groningen tot in Zuid-Drenthe. De rug van Tynaarlo en die van Zeijen beperken zich voornamelijk tot de kop van Drenthe. De noordeinden van de zandruggen, uitgezonderd die van Zeijen, eindigen in de provincie Groningen.

### De morfologie

In topografisch opzicht zijn de zandruggen en de tussengelegen beekdalen weinig opvallend. Dat de ruggen in Noord-Drenthe desondanks goed in het landschap zijn op te merken, komt door het verschil in grondslag en waterhuishouding. De aanwezigheid van makkelijk te bewerken zandgronden en een goede ontwatering maken dat de zandruggen op grote schaal boomgroei en bewoning toelaten. De 'boomrand' van de zandruggen is vaak van verre te zien en contrasteert sterk met het open, vrijwel boomloze natte landschap in de aangrenzende beekdalen.

De stroomlijnvorm van de zandruggen wordt door de Hondsrug het duidelijkst getoond. In het noorden laag en smal wordt hij naar het zuiden toe breder en ook hoger. De grootste hoogten vinden we in het midden en het zuiden bij Drouwen en Emmen (respectievelijk 22 en 26 m + NAP). Voorbij Emmen neemt de hoogte geleidelijk af. De zuidpunt van de Hondsrug eindigt in twee takken die zich als zandige schiereilanden in het omliggende veengebied uitstrekken.

De plaatsen Klazinaveen en Erica markeren de zuidpunt van deze twee Hondsrugtakken. In het noorden, tussen Haren en Groningen, is de Hondsrug nog maar een paar honderd meter breed, waarbij de hoogte maximaal 8 meter +NAP is. Een paar kilometer noordelijker eindigt de rug onder Holocene zeeklei (Afb. 2).

De veel kleinere zandrug van Tynaarlo begint een paar kilometer zuidelijk van de gelijknamige plaats en is in noordelijke richting voorbij Eelderwolde nog maar nauwelijks in

het landschap op te merken. Iets noordelijk van Hoogkerk eindigt de Tynaarlo rug net als de Hondsrug onder Holocene zeeklei.

De Rolderug is na de Hondsrug de grootste zandrug binnen het Hondsrugsysteem. Hij begint al in Zuid-Drenthe. Noordelijk van Peize ligt de zandrug zo laag dat hij over grote delen bedekt is met moerasveen en iets verderop vooral met zeeklei. Enkele kilometers noordelijker, bij Zuidhorn en Noordhorn, komt de Rolderug als een opvallende keileembult temidden van Holocene zeeklei weer te voorschijn.

De Zeijenrug tenslotte is de kleinste en minst duidelijke van de vier zandruggen. Hij begint zuidelijk van het dorp Zeijen en eindigt een tiental kilometers noordelijker bij het Bunnerveen.

Geomorfologisch tonen de zandruggen een grote mate van overeenkomst. Alle vier worden ze naar het noorden toe smaller en lager. Ook de interne opbouw is in grote lijnen dezelfde; de kern wordt gevormd door oudere afzettingen. Daarbovenop ligt een wisselend dikke laag keileem die op de flanken naar de beekdalen snel dunner wordt en tenslotte uitwigt.

De flanken van de zandruggen vallen in het algemeen vrij gelijkmatig af naar de beekdalen. Alleen de oostrand van de Hondsrug is vanuit het vlakke, lage Hunzedal al van verre als een markante rand zichtbaar. Bijzonder fraai is dit te zien bij het ge-



Afb. 3. Oosthelling van de Hondsrug bij Annen. De helling heeft hier het karakter van een terreintrede. Over een afstand van ruim 150 meter daalt het maaiveld zo'n 6 meter!

hucht Bonnen, oostelijk van Gieten. Hier daalt het terrein over een afstand van 1 kilometer meer dan 13 meter af naar de dalvlakte van de Hunze. Verder noordwaarts bij Annen is het hoogteverschil in meters weliswaar minder groot, maar de Hondsrug-helling heeft hier het karakter van een terreintrede. Het terrein hier daalt over een traject van zo'n 150 meter meer dan 6 meter (Afb. 3).

Heel opmerkelijk is de laagte over het midden van de Hondsrug waardoor deze in twee subruggen verdeeld wordt. De tweedeling wordt gemarkeerd door de rangschikking van de Hondsrugdorpen. Op de westelijke tak liggen van zuid naar noord plaatsen als Erica, Emmen, Odoorn, Borger, Anloo, Westlaren, Glimmen, Haren en Groningen. Op de oostelijke tak vormen de plaatsen Klazinaveen, Emmerschans, Weerdinge, Valthe, Exloo, Buinen, Annen, Zuidlaren, Noordlaren, Onnen en Essen een reeks. Tussen Gasselte en Eext is de topografie onduidelijk.

### Droogdalen

Na het Saalien is de vorm van de ruggen door erosie aangetast. Vooral tijdens het Pleniglaciaal zijn op de flanken van de zandruggen brede en soms vrij diepe insnijdingen geërodeerd als gevolg van afvloeiend sneeuwsmeltwater. De gevormde erosiegeulen liggen doorgaans dwars op de lengterichting van de ruggen. Men noemt deze insnijdingen droogdalen omdat ze nu geen of te weinig water voeren. De droogdalen ontstonden tijdens het Pleniglaciaal. Door de aanwezigheid van permafrost was de oppervlakkige waterafvoer veel groter dan nu. Als gevolg hiervan ontstonden soms brede dalen, die in de loop van de tijd nog breder werden door hellingprocessen (gelifluctie) op de permafrost.

Sommige van deze geulsystemen breidden zich door terugschrijdende erosie zo ver uit dat ze tenslotte de kruin van de zandruggen aantastten. In een aantal gevallen is contact gelegd met overeenkomstige erosiesystemen op de tegenoverliggende helling, met als gevolg een complete doorsnijding van de zandrug. Op een aantal plaatsen zijn deze doorsnijdingen goed in het terrein op te merken.

Als gevolg van bovengenoemde erosieprocessen is de Hondsrug op twee plaatsen doorsneden. Iets ten noorden van Noordlaren ligt de doorbraak van het Besloten veen. Hierlangs wa-

terde de Drentsche Aa aan het eind van het Weichselien een tijdlang af naar het lager gelegen Hunzedal. Geomorfologisch het interessantst is evenwel de diepe doorbraak van de Hondsrug tussen Borger en Ees. Rijdend over de A34 (in zuidelijke richting) is het erosiedal en zijn vrij steil oplopende dalflanken zuidelijk van Borger zeer goed op te merken. Tot voor enkele tientallen jaren stroomde hier een zijtak van de Hunze dwars door de Hondsrug.

### Het Hunzedal

Dit is de brede dalvlakte ten oosten van de Hondsrug. Het is een vlak en open gebied waarin de rivier de Hunze stroomt. Het Hunzedal wordt nog steeds beschouwd als een smeltwatervorming aan het eind van het Saalien (Ter Wee, 1962, Roeleveld, 1970, Van den Berg & Beets, 1986). Grote hoeveelheden naar het Noordzeebekken afstromend smeltwater zouden opzij van de Hondsrug een breed en diep dal hebben uitgeschuurd voorlangs het afsmeltend landijsfront in Noordoost-Groningen.

Deze zienswijze lijkt echter niet waarschijnlijk. De vorm van het dal in de

Het Hunzedal omvat in feite de brede veenkoloniale vlakte tussen de Hondsrug en Oost-Groningen. Tot ver in de Middeleeuwen strekte zich hier een eindeloos, volkomen onbegaanbaar hoogveengebied uit, dat deel uitmaakte van het bijna 170.000 ha grote Boertangermoeras. In een paar honderd jaar tijds heeft men dit gebied aan snee gebracht en de gigantische veenvoorraad voornamelijk tot turf verwerkt. Na het verdwijnen van de veenbedekking kwam de Pleistocene dekzandondergrond na duizenden jaren weer te voorschijn.

Na de verving werd het gebied voor de landbouw ingericht. Strenge bepalingen eisten dat de vrijkomende grond in akkerland moest worden omgezet. Vooral na de rigoureuze waterstaatkundige ingrepen in de jaren vijftig van de vorige eeuw kan het grondwaterniveau in het gebied tot een voor de landbouw gewenst niveau worden verlaagd, ten faveure van wat wel wordt genoemd 'de grootste aardappelakker van Europa'. Dat als gevolg hiervan jaarlijks meer dan vijf miljoen kubieke meter, in principe uitstekend, drinkwater via een uitgekend afwateringssysteem in zee wordt geloosd en daarmee wordt verspild, wordt op de koop toegenomen.

ondergrond, de aanwezigheid van een depressie op de dalbodem en het rechte verloop van de oostrand van de Hondsrug over een lengte van ruim 70 kilometer gekoppeld aan de zeer steile westhelling naar de dalbodem, maken aannemelijk dat het Hunzedal door bewegend ijs in de ondergrond moet zijn uitgediept. Ook de plaatselijke aanwezigheid van keileem op de dalbodem duidt op een glaciële oorsprong (zie hieronder). Op dwarsdoorsnede bezit het dal een asymmetrisch profiel, dat in zijn westelijke deel een duidelijke U-vorm vertoont. Het hoogteverschil tussen dalbasis en de naastgelegen Hondsrug is hier het grootst; ter hoogte van Zuidlaren bedraagt dit bijna 60 meter over een afstand van niet meer dan 2 kilometer. De dalhelling aan de oostzijde van het Hunzedal is veel minder uitgesproken. Ook het hoogteverschil van de oosthelling is daar minder groot; bij Veendam is dit nog maar 20 meter. Dit is de reden waarom de begrenzing van het Hunzedal zich daar niet of nauwelijks in het veenkoloniale landschap aftekent.

Opvallend is de aanwezigheid van een depressie onder een deel van het Hunzedal. Dit bekken wordt begrensd door de 20 en 30 meter dieptelijnen van de basis van de Formatie van Drente (Saalien). Ter hoogte van Veendam is de breedte van deze depressie zo'n 12 kilometer. Naar het zuiden, bij Gasselternijveen bedraagt deze nog maar 4 kilometer (Bosch, 1990b). Uitdieping door bewegend ijs lijkt waarschijnlijk.

Bij een glaciële oorsprong van het Hunzedal zou in de ondergrond keileem verwacht mogen worden. Dit blijkt inderdaad het geval, zij het maar op enkele plaatsen. Zo kwam voor de winning van proceswater op het industrieterrein 'Zuidoost' in de stad Groningen van 40 meter diepte grijze keileem te voorschijn. Verder is van baggerwerkzaamheden bekend dat in het Foxholstermeer, westelijk van Hoogezand, grijze keileem in de ondergrond aanwezig is. Ook verder naar het zuiden is hier en daar keileem aangetoond (Bosch, 1992b). Vermoedelijk vormen deze geïsoleerde keileemvoorkomens erosierestanten, aangezien keileem over het algemeen in het Hunzedal ontbreekt.

Na de vorming is het Hunzedal al aan het eind van het Saalien voor een deel met sedimenten opgevuld. De maximale dikte van dit fluvioglaciële pakket bedraagt 31 meter. Vooral in





Afb. 4. Het Hunzedal bij Kostvliet (Gasselte) gezien vanaf de oostflank van de Hondsrug.

het onderste gedeelte bestaat de afzetting uit grof zand met grind en stenen. Uit boringen blijkt dat het gesteentemateriaal van glaciogene oorsprong is, soms in geringe mate vermengd met oostelijke grindcomponenten, zoals witte kwarts en radiolariet (Bosch, 1990b). Tijdens het Eemien en het Weichselien is het dal verder opgevuld (Afb. 4).\*

#### De beekdalen

Tussen de zandruggen in Noord-Drenthe liggen de beekdalen van de Drentsche Aa, het Eelderdiep en het Peizerdiep. Zij bestaan in aanleg al sinds het einde van het Saalien. De beekdalen ontwikkelden zich in een reliëf dat door het landijs was achtergelaten. De insnijding van de beekdalen is waarschijnlijk al begonnen op de overgang van het Saalien naar het Eemien. Insnijding en opvulling hebben sindsdien het profiel en het aanzicht van de stroomdalen bepaald.

Voor de stroomdalen van de Drentsche Aa en van het Eelderdiep zijn diep in de onderliggende Formatie van Peelo (Elsterien) ingesneden. De Peelo-formatie in Noord-Drenthe bestaat ruimtelijk uit een afwisseling van vooral fijne glimmerhoudende smeltwaterzanden (Peelo-zand) en potklei (Afb. 5). Deze

\* Zowel op de dalhelling van de Hondsrug als in de Eemien-afzettingen in het Hunzedal is op veel plaatsen noordelijk gesteentemateriaal aanwezig. Grind en stenen zijn waarschijnlijk nog in het laatst van het Saalien en het daaropvolgende Eemien door afbraak en uitspoeling van de op de Hondsrug aanwezige keileembedekking vrijgekomen en hellingafwaarts verplaatst.

laatste is een zeer donkere zware glaciële klei, die in bekkens is afgezet. De potklei vormt in de noordelijke delen van de beekdalen de dalbodem. De onderkant van de stroomdalen helt naar het noordwesten.

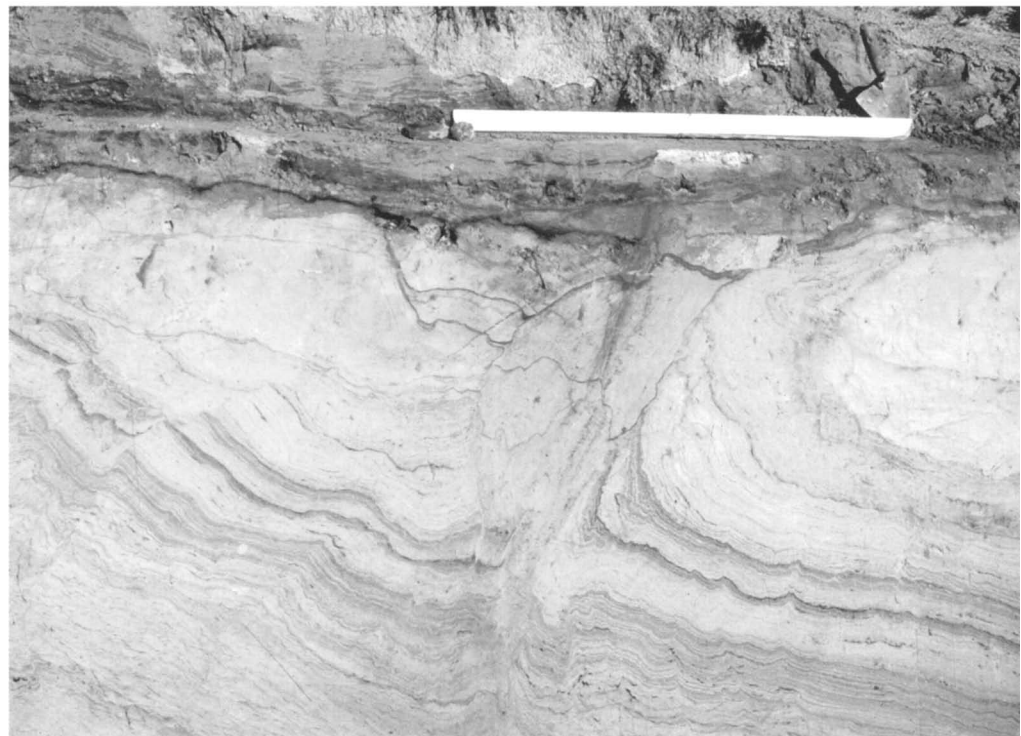
Op verschillende plaatsen is aangetoond dat de afzettingen uit de Formatie van Peelo onder de dalbodems door glaciële werking intensief zijn gestuwd. Met name in het noor-

delijke deel van het Hondsrugstelsel is dit het geval.

In de ondergrond en op de flanken van de beekdalen is op verschillende plaatsen keileem aangetoond. Daarnaast is op de dalflanken vaak hellingmateriaal aanwezig dat uit grof zand met noordelijk grind en stenen bestaat. De hier en daar aanwezige zwerfsteenniveaus zijn het gevolg van deflatie van bestaande hellingafzettingen. Een aanwijzing hiervoor is de aanwezigheid van windkanter (De Gans, 1980). Dit hellingmateriaal is afkomstig van de zandruggen waar erosie de keileembedekking heeft aangetast. Door periglaciële hellingprocessen in het Weichselien is het materiaal dalwaarts verplaatst. Fluvioglaciële afzettingen die het onderste deel van de opvulling van het Hunzedal bepalen, ontbreken in de westelijker gelegen beekdalen.

#### De Formatie van Drente

Na het afsmelten van het landijs bleef een laag keileem achter van wisselende dikte. Keileem is een ongesorteerd mengsel van klei, silt, zand, grind en stenen, dat voor het grootste gedeelte uit de zool van het landijs als grondmorene op de ondergrond werd afgezet. Samen met de overige tijdens de vergletsjering gevormde afzettingen worden zij tot de Formatie van Drente



Afb. 5. Fijngelaagd, glimmerhoudend smeltwaterzand uit de Formatie van Peelo op het Balloërveld bij Rolde met fossiele ijswig. De gelaagdheid van het zand is door de vorming van de grote ijswig in de tweede helft van het Weichselien verstoord. De maatlat is 1 meter. Ter hoogte van de maatlat is een enigszins verstoord, circa 10 centimeter dik laagje keizand ontsloten.



Afb. 6. Keileemprofiel in de zuidwand van groeve De Boer in Emmerschans. De bruinrode keileem is roestbruin geoxydeerd. De lichte vlekken en strepen bestaan uit gereduceerde keileem. De grote zwerfsteen is een porfirische Kôkarrapakivigraniet, afkomstig van het satellietmassief van Kôkar, zuidoostelijk van de Alandeilanden.

gerekend (Afb. 6). Op de zandruggen is daarnaast ook sprake van een zogenaamde 'melt-out till' en op één locatie ook van een 'flow-till'. Gevormd in een omgeving met stagnerend en afsmeltend landijs zijn beide uitsmeltingskeilemen bovenop de onderliggende grondmorene afgezet. Terwijl overal elders in Noord-Nederland sprake is van een enkelvoudige keileembedekking, komen binnen het Hondsrugsysteem op de kruinen van de zandruggen twee en op de noordelijke Hondsrug zelfs drie keilemen voor.

De onderste keileem is vuursteenhoudend terwijl die daarbovenop geen of nauwelijks vuursteen bevat. Het derde type keileem is tot dusver alleen op de noordelijke Hondsrug tussen Haren en het noorden van de stad Groningen aangetroffen op en ten dele in de vuursteenarme keileem. Verderop wordt op de lithologische bijzonderheden van deze keilemen ingegaan. Opmerkelijk is dat de bovenste vuursteenarme keileem uitsluitend voorkomt op de kruinen van de zandruggen. De voorkomens hebben het karakter van langgerekte aaneengesloten stroken of grotere en kleinere 'eilanden'. Op de flanken van de zandruggen is het vuursteenarme keileemtype afwezig.

Ten westen van de lijn Roden, Assen, Grollo vormt de keileem over grote oppervlakten een nagenoeg gesloten dek van 1 tot 3 meter dikte. Oostelijk hiervan, dus grotendeels binnen het Hondsrugsysteem, vormt de keileem daarentegen verspreide voorkomens. Het keileemoppervlak in Midden- en Noord-Drenthe helt in NNW-richting.

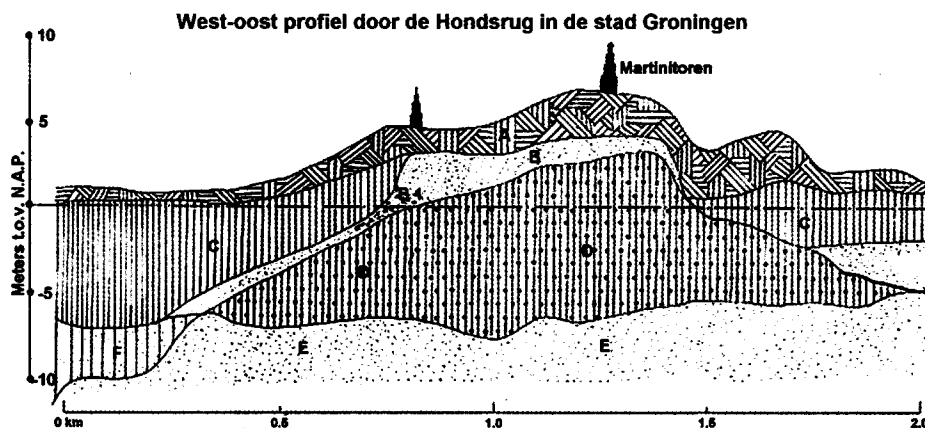
Het oorspronkelijk gesloten keileemdek is in Noord- en Oost-Drenthe als gevolg van glaciële erosie in het laatst van het Saalien voor een belangrijk gedeelte opgeruimd. Ook de erosie daarna in het Eemien en vooral in het Weichselien heeft de keileembedekking in veel gevallen gereduceerd tot een dunne laag keizand. Vooral op de hogere delen van de zandruggen van Tynaarlo, Rolde en Zeijen is dit het geval. Het keizandniveau is vaak nog geen 10 centimeter dik en bestaat uit een mengsel van grof zand, grind en stenen.

Op de Hondsrug is de keileembedekking het meest manifest. Op het noordelijke gedeelte is sprake van een gesloten keileemdek, dat bovendien meer dan gemiddeld dik is. De grootste keileemdicken worden gemeten op de kruinen van de hoogste delen van deze zandrug. Op de andere zandruggen westelijk van de Hondsrug doet dit verschijnsel zich ook voor. Wel is het zo dat de keileembedekking daar gemiddeld genomen dunner is en op talrijke plaatsen door erosie is verdwenen. De keileemvoorkomens daar

hebben het karakter van grotere en kleinere, vaak langgerekte 'eilanden'.

Op de flanken van de zandruggen neemt de dikte van de keileemlaag snel af en wigt even verder in veel gevallen uit. Slechts hier en daar is sprake van een voortzetting tot in de beekdalen. Op plaatsen waar de keileem onderaan de helling uitwigt is soms sprake van een voortzetting in de vorm van een keizandniveau of een grind/stenenlaag. Vaak is dit echter niet het geval en liggen oudere afzettingen uit de Formatie van Peelo of nog ouder (Formatie van Urk) aan de oppervlakte. Op veel plaatsen worden deze laatste bedekt door jongere sedimenten uit het Weichselien. De afname van de keileemdikte op de flanken van de zandruggen en het uitwigen ervan lijkt het gevolg van glaciële erosie (Afb. 7).

Op de meest westelijk gelegen zandrug van Zeijen, in de omgeving van Roden, Nietap en Roderwolde/Foxwolde, bevindt zich een wat groter areaal waar keileem en (of) keizand op veel plaatsen afwezig is of slechts sporen in de bodem vormt. Hier ligt voornamelijk potklei met soms grote lenzen van doorgaans grof zand uit de Formatie van Peelo aan de oppervlakte. De ruimtelijke afwisseling van potklei met grof en fijner zand, soms met plukken keileem of resten keizand in dit gebied is bijzonder chaotisch. De indruk hier is dat dit door glaciële stuwings is veroorzaakt, in een latere fase gevolgd door glaciële erosie.



Afb. 7. West-oost doorsnede van de Hondsrug in de stad Groningen. Aan weerszijden van de kruin van de Hondsrug wigt de laag keileem vrij snel uit. Vrij naar een kaart van het ROEZ, Gemeente Groningen.

- A geroerde grond
- B dekzand uit het Weichselien
- B-1 hellingmateriaal (grind en stenen) uit het Weichselien
- C Holocene zeeklei
- D keileem (Formatie van Drente)
- E glimmerzand en potklei (Formatie van Peelo)
- F Holocene beekafzettingen

## Keileemdikten

De laagdikte van de keileem op de zandruggen is erg wisselend. Gemiddeld genomen varieert die tussen 1 en 3 meter. De grootste keileemdikte (5 meter en meer) vinden we in het algemeen op de noordeinden van de zandruggen. De keileemdikten op het noordeinde van de Hondsrug spannen echter de kroon. In een strook van circa 8 kilometer lengte tussen Haren en het noorden van de stad Groningen worden waarden gevonden van 6 meter en meer, met de grootste dikten onder de stad Groningen (33 meter! onder het terrein van de voormalige rijwielfabriek Fongers te Groningen).

Keileemdikten onder de stad Groningen	
Emmastraat (Gron. zuid)	12,5 m
Hereweg, omgeving Viaduct (centrum zuid)	11,6 m
Kattendiep (centrum zuid)	14,5 m
Poststraat (centrum)	12,0 m
Butjesstraat (centrum)	16,0 m
Nieuwe Kerkhof (centrum noord)	15,0 m

Zuidelijker op de Hondsrug is de keileemafzetting minder dik, hoewel bij Gieten nog een laagdikte van 6,5 meter aangetoond is. Overal elders is de laagdikte 2 - 4 meter. Een uitschieter is de gemeten keileemdikte van 25 meter in een boring bij Emmen (mondelling mededeling A.P. Schuddebeurs). Dit is waarschijnlijk net als met de relatief grote keileemdikten in Groningen aan glaciële stuwte danken.

Op de overige zandruggen van het Hondsrugsysteem bereikt de laagdikte van de keileem nergens waarden als in Groningen. Toch kan worden vastgesteld dat op de noordeinden van de zandruggen de grootste keileemdikten worden gemeten. Bij Hoogkerk (Tynaarlo) bedraagt deze 6,5 meter. Bij Noordhorn (Rolderug) is plaatselijk 8 meter keileem aangetoond. Zuidelijker op deze ruggen varieert de keileemdikte tussen de 1 en 4 meter.

## Keileemtypen

Keileemonderzoek op het Drents Plateau laat zien dat er significante verschillen bestaan. Dit heeft zowel betrekking op de lithologische eigenschappen van de keileem als op de samenstelling van het zwerfsteengezelschap. Deze verschillen staan los van de wijze waarop de keileem door het ijs op de ondergrond werd afgezet.

Algemeen wordt aangenomen dat de vergletsjering van ons land tijdens het

Saalien zich in fasen heeft voltrokken. Verschillende malen stagneerde de ijsaanvoer of verdween het soms voor een tijd. Bij hernieuwde aanvoer werd uit de zool van het landijs niet zelden een keileemtype afgezet met een andere (zwerfsteen)samenstelling. Soms trad hierbij vermenging op met de eerder afgezette keileem, maar vaak ook werd de oudere keileem op enkele restanten na geheel opgeruimd. Dit maakt dat verspreid over het voormalige vergletsjerde gebied verschillende typen keileem worden onderscheiden. Op grond van de onderlinge verschillen die in nagenoeg alle fracties van de keileem doorwerken, is een keileemclassificatie ingevoerd (Zandstra, 1976).

Keileemgroep	Keileemtype
Heerenveen	Heerenveen-type (ontkalkt)
Emmen	Nieuweschoot-type (kalkhoudend) Emmen-type (ontkalkt)
Assen	Noordhorn-type (kalkhoudend) Assen-type (ontkalkt)
Voorst	Voorst-type (kalkhoudend) Oudemirdum (ontkalkt)

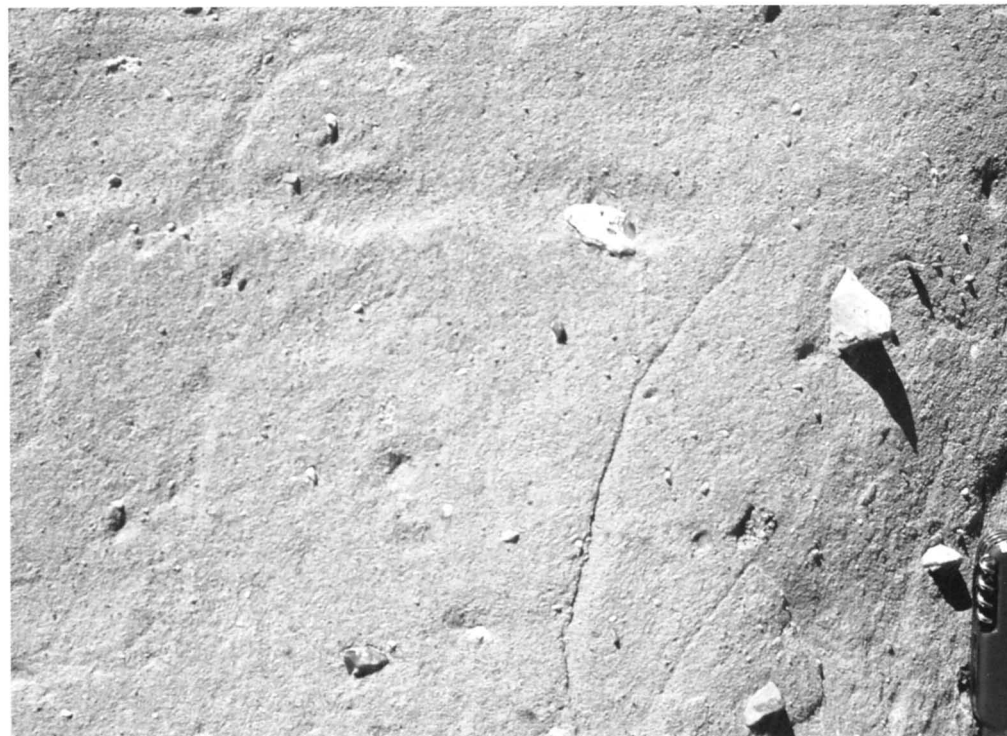
De meest opvallende componenten in de keileem vormen de zwerfstenen. De soortensamenstelling blijkt vaak gebonden te zijn aan een bepaald type keileem. Dit maakt het mogelijk

om op grond van zwerfsteeninventarisaties de verbreiding van keileemtypen in kaart te brengen. In ons land wordt vooral de telmethode van Hesemann (1930) toegepast. Hierbij worden uit het kristallijne zwerfsteenmateriaal zo mogelijk een groot aantal gidsgesteenten betrokken, die herleid kunnen worden tot een van de vier door Hesemann bepaalde herkomstgebieden in Scandinavië. De uitkomst van de telling wordt vertaald in een formule van vier cijfers. Door de zo verkregen Hesemannformules op een topografische kaart uit te zetten wordt een beeld verkregen van de verbreiding van de verschillende zwerfsteengezelschappen. Opvallend is, dat binnen het Hondsrugsysteem vooral Oostbaltisch getypeerde zwerfsteengezelschappen voorkomen. Daarentegen treffen we westelijk van de lijn Roden-Assen-Smilde zwerfsteengezelschappen aan waarin vooral zwerfsteensoorten uit Zuid- en Midden-Zweden domineren. Dit laatste is in Oost-Groningen ook het geval.

Op grond van sediment-petrografisch onderzoek worden binnen het Hondsrugsysteem onderstaande keileemtypen onderscheiden).

## Heerenveen-type

Dit is een zandig keileemtype met een zwerfsteengezelschap dat voor een belangrijk gedeelte uit Zuid-Zweden afkomstig is (Afb. 8). Daarnaast is



Afb. 8. Heerenveenkeileem, groeve Amerika, Een(West). Zandig type keileem dat gewoonlijk zeer rijk is aan vuursteen.





Afb. 9. Noordhornkeileem, bouwput Kreupelstraat, Groningen. Kalkrijke, zandige, vuursteenhoudende keileem. Dit keileemtype bevat talrijke, meest blauwgrijs gekleurde Paleozoïsche kalkstenen. Het ontcalcite type wordt als Assenkeileem aangeduid.

deze keileem bijzonder rijk aan vuursteen. Ook sedimentaire zwerfsteen-soorten met fossiele levenssporen als Skolithos, Monocraterion en dergelijke zijn vrij algemeen. Dit is ook het geval met de bekende vulkanieten uit Dalarne (Midden-Zweden); soms is het aandeel daarvan vrij hoog (Hesemann formules: 2350, 2260). Het Heerenveen-type is vermoedelijk tijdens een van de eerste vergletsjeringsfasen in Noord-Nederland afgezet. Binnen het Hondsrugsysteem beperkt de verbreiding zich voornamelijk tot de westelijk gelegen zandrug van Rolde en die van Zeijen. Op de Hondsrug is dit type aangekomen bij Eext. Vaak is het Heerenveen-materiaal (in het keizand) vermengd met zwerfsteencomponenten uit het hierna te bespreken Assen keileem-type. In deze gevallen vinden we Hesemann formules als 4240 en 5140.

#### Noordhorn-type

Het Noordhorn keileem-type kan beschouwd worden als de kalkhoudende variant van het in Noord- en Oost-Drenthe alom aanwezige Assen keileem-type. Binnen het Hondsrugsysteem wordt het Noordhorn-type samen met het Nieuweschoot-type voornamelijk aangetroffen op de noordelijke uiteinden van de zandruggen. Daar vormt de eerste, indien er sprake is van twee boven elkaar liggende keilemen, doorgaans de onderste. De gemiddelde dikte ervan op de Hondsrug tussen Haren en Groningen bedraagt zo'n 5 meter.

Het Noordhorn keileem-type is homogeen en zandig. In onverweerde, natte toestand is de kleur donkergrijs. Geoxideerd neigt de kleur naar lever- tot roestbruin. Het gehalte aan zwerfstenen is betrekkelijk gering, zeker in vergelijking met het Nieuweschoot/Emmen-type (Afb. 9 en 10). De samenstelling van het kristallijne zwerfsteengezelschap is net als die uit het Assen-type Oostbaltisch getypeerd; de overbekende rapakivigranieten domineren (Hesemann formules: 7020, 6110).

Ontkalkingsverschijnselen zijn de oorzaak dat het sedimentaire zwerfsteengezelschap in het Noordhorn-type sterk afwijkt van dat uit het Assen keileemtype. Onverweerde Noordhorn keileem bevat een hoog percentage Ordovicische en Silurische kalkstenen. Opvallend hierin is het zeer geringe percentage dolomitische kalkstenen. Op het noordeinde van de Hondsrug bedraagt dit minder dan 1%. Ter vergelijking: in het Nieuweschoot-type is het aandeel dolomitische kalkstenen 19% of meer.

De Noordhorn keileem is rijk aan Cretaceïsche vuursteen. In onverweerde toestand zijn de meeste vuurstenen grijs of zwart van kleur. Vooral de laatste kleurvariant komt op de noordelijke Hondsrug vrij veel in betrekkelijk grote stukken voor, niet zelden met aanhangend krijtgesteente. Opvallend is dat de vuurstenen daar veel minder fossielen bevatten dan die uit de keileem van het

Heerenveen-type. Zee-egelresten bijvoorbeeld worden maar sporadisch gevonden. De meest zwarte vuurstenen zijn fossielvrij. Het lijkt waarschijnlijk dat de herkomst van deze vuurstenen een andere is dan die uit de Heerenveen keileem.

Bij afslibbingsproeven blijkt dat het zandige residu, mits onverweerd, rijk is aan losse Cretaceïsche mesofossielen. Vooral kleine bryozoëenfragmenten uit het Boven-Krijt komen veel voor. Niet minder opvallend zijn de zeer talrijke Tertiaire, zwartbruine bruinkoolpartikeltjes, niet zelden vergezeld van kleine splinters barnsteen, naast fragmenten van Tertiaire (vooral Miocene) mollusken.

De Zuidwest-Baltische invloed in de keileem van het Noordhorn-type blijkt ook uit het spaarzame voorkomen van zwerfstenen van rode en grijze orthocerenkalk. Opmerkelijk hierbij is dat Zuidwest-Baltische zwerfsteentypen als de Midden-Cambrische Tessiniezandsteen en Onder-Cambrische zandstenen met Scolithos, Monocraterion en Diplocraterion in het Noordhorn- en het Assen-type nagenoeg ontbreken. Er is mij uit de keileem van de noordelijke Hondsrug slechts één vondst van een kwartsitische zandsteen met Scolithos bekend. Maar deze wijkt petrografisch zo sterk



Afb. 10. Zwerfsteenarme Noordhornkeileem ontsloten in een bouwput aan de Hereweg in Groningen. De keileem wordt aan de bovenaan begrensd door de stenenrijke Nieuweschootkeileem.



Afb. 11. Nieuweschootkeileem, Huize De Wolf, Haren. Vuursteenarm, zandig keileemtype met een zeer hoog gehalte aan Paleozoïsche kalkstenen waaronder veel dolomitische kalkstenen.

af dat een ander herkomstgebied waarschijnlijk is.

Het kristallijne component in het Noordhorn/Assen-type keileem wordt gedomineerd door rapakivigranieten. Alle bekende typen uit deze variabele gesteentegroep komen voor, zij het dat de samenstelling afwijkt van die uit het Nieuweschoot/Emmen-type. Kenmerkend is verder de aanwezigheid van gidsgesteenten uit Dalarna en vooral Småland. Hoewel de aantallen wisselen, ontbreken ze in geen telling.

Keileem Noordhorn-type	
Grindsamenstelling, fractie 1-5 cm.	
Locatie: Biologisch centrum Haren	
Kristallijn	25%
Kalksteen	40%
Dolomiet	< 1%
Zandsteen	14%
Vuursteen	16%
Rest	4%

#### Assen-type

Een zandige, secundair ontkalkte keileem, die hoogstwaarschijnlijk door verwerking/uitloging uit de kalkrijke Noordhorn keileem is ontstaan. Op de Hondsrug is de kleur meest lever- tot roestbruin. Het zwerfsteengehalte van dit keileem-type is vergeleken met de hieronder vermelde keilemen van het Nieuweschoot/Emmen-type niet hoog. Uit zwerfsteentellingen blijkt een dominantie van Oostbaltische gesteentesoorten, vergezeld van zwerfsteentypen uit Midden- en Zuid-Zweden.

De Hesemann formules voor het Assen keileem-type zijn: 7120, 6220.

Het hoge percentage Oostbaltische zwerfstenen alleen is niet bepalend voor dit keileemtype. Het onderscheid met de hierna te bespreken Emmen keileem is op grond hiervan moeilijk aan te tonen. Doorslaggevend is het gehalte aan vuursteen. Zowel in de

fijngrindfractie als onder het grove materiaal is vuursteen talrijk aanwezig. In de fractie 3 - 5 millimeter ligt het percentage vuursteen tussen de 10 en 20 %. In de fractie 10 - 200 millimeter schommelt het vuursteen-gehalte op de noordelijke Hondsrug rond de 15 %. Bij een telling in Emmerschans werd een gehalte van 33,7 % gevonden (Zandstra, 1976)!

#### Nieuweschoot-type

Keileem van het Nieuweschoot-type is de kalkhoudende variant van het ontkalkte Emmen-type. Beide keilemen liggen binnen het Hondsrugsysteem doorgaans bovenop het Noordhorn/Assen-type. Alleen op de noordelijke Hondsrug en noordelijker tussen Winsum en Sauwerd ligt deze keileem in gestuwde positie naast en zelfs in enkele gevallen onder het Noordhorn-type. Op de noordelijke Hondsrug schommelt de laagdikte van deze keileem tussen de 3 en 7 meter. De kleur in onverweerde toestand is roodbruin (Afb. 11 en 12).

Hoewel keileem in naam, is het lithologische karakter van deze afzetting op de Hondsrug tussen Haren en Groningen bijzonder te noemen. Lenzen, platen en fleren van roodbruine keileem wisselen af meestal over korte afstand, zowel in verticale als in horizontale richting, met afzettingen



Afb. 12. Nieuweschootkeileem, Kreupelstraat, Groningen. Het zwerfsteengehalte van deze keileem is vaak extreem hoog. In het midden van de foto bevindt zich een laag smeltwaterzand in gestuwde positie.



die variëren van glaciaal grind, steenpakkingen, grove en fijne smeltwaterzanden al dan niet doorspekt met stenen. De steenpakkingen zijn soms meters dik. Ze bestaan uit een massa zeer dicht opeengepakte zwerfstenen. De tussenliggende ruimten zijn opgevuld met grofkorrelig, sterk lemig, grindhoudend zand en grind. Soms bestaan de steenpakkingen voornamelijk uit stenen groter dan 5 centimeter en zijn ze voor het overgrote deel samengesteld uit kristallijn materiaal, waaronder zeer veel rapakivi's. In andere gevallen maken veel Palaeozoïsche kalkstenen in allerlei groottes deel uit van het zwerfsteen-gezelschap.

De zwerfstenen - met name opvallend aan de kalkstenen - uit zowel de smeltwaterafzettingen als uit de steenpakkingen hebben vrijwel zonder uitzondering afgeronde vormen en bezitten doorgaans een geblutst oppervlak, waarop gletsjerklassen ontbreken. Behalve de hoge mate van afronding valt verder het relatief grote aantal kalkstenen op, dat tijdens het transport gebroken of verbrijzeld is. Op sommige locaties zijn deze kalkstenen door secundaire kalkafscheiding tot breccies aaneengekit. Men noemt ze wel 'Quetschsteine'.

Secundaire kalkafscheiding komt lokaal ook op grotere schaal voor. Zo bleek bij het graven van een gracht rond de Van Mesdagkliniek op het Engels Kamp in de stad Groningen een keienpakking over een lengte van meer dan 25 meter door secundaire kalkafscheiding veranderd te zijn in keiharde conglomeraat. Van afgraven was toen geen sprake meer. Pneumatisch gereedschap was noodzakelijk om de verkitte Nieuweschoot keileem te verwijderen.

Het gehalte aan zwerfstenen in het Nieuweschoot-type keileem is in het algemeen groot, maar op het noordeinde van de Hondsrug tussen Haren en Groningen zijn de aantallen enorm te noemen. Het kristallijne zwerfsteen-gezelschap is meer nog dan het Noordhorn/Assen-type Oostbaltisch getypeerd (Hesemann formules: 10000, 9010). Rapakivi-variëteiten vormen veruit de belangrijkste zwerfsteengroep. In een aantal zwerfsteentellingen vormen zij 100 % van de gidsgesteenten. Daarnaast valt de enorme rijkdom aan Palaeozoïsche kalkstenen op. Het percentage hiervan bedraagt soms 75 % of meer van de totale zwerfsteeninhoud. Een in het oog springend kenmerk is de afwezig-

heid van vuursteen in het Nieuweschoot/Emmen keileemtype. Het is alleen aangetoond in grindfracties < 1 centimeter.

In de samenstelling van het kristallijne zwerfsteengezelschap, treden met name bij de rapakivigranieten in de keilemen van de Assen- en Emmengroep duidelijke verschillen naar voren. Het percentage rapakivi's afkomstig van de Kôkar-archipel, zuid-oostelijk van Aland, is in het Nieuweschoot/Emmen keileemtype significant hoger dan in de Noordhorn/Assen keileem. Finsegranietporfier en porfirische Kôkarrapakivi zijn zeer algemeen. Daarentegen ontbreken in de Nieuweschoot/Emmen keileem zwerfsteentypen uit Småland en Dalarne (vrijwel) geheel.

De kalkzwerfstenen uit het Nieuweschoot keileem-type zijn in tegenstelling tot die uit het vuursteenhoudende Noordhorn-type meest geelgrijs, geelbruin tot groengrijs van kleur. In het Noordhorntype zijn ze meer grijs tot grijsblauw van kleur. Een opvallend kenmerk van het Nieuweschoot keileemtype is het hoge percentage Silurische en Devonische dolomitische kalkstenen. Deze ontbreken in de Noordhornkeileem vrijwel geheel.

De herkomst van het sedimentaire zwerfsteenmateriaal uit de Nieuweschoot keileem moet vooral gezocht worden in de zuidelijke Botnische Golf en het noorden en oosten van de Oostzee. De soortensamenstelling van de fossielen uit de kalkstenen wijst onmiskenbaar in die richting. Dit in tegenstelling tot die uit het Noordhorn-type keileem, die vooral uit het Oostzeegedeelte komen oostelijk en noordoostelijk van het eiland Gotland.

Keileem Nieuweschoot-type	
Grindsamenstelling: fractie 1-5 cm.	
Locatie: Biologisch Centrum, Haren	
Kristallijn	20%
Kalksteen	55%
Dolomiet	19%
Zandsteen	6%
Vuursteen	0%

#### Emmen-type

Deze roodbruine zandige keileem is net als het Assen-type secundair ont-kalkt en kenmerkt zich door een dominant Oostbaltisch kristallijn zwerfsteengezelschap. Het aandeel zwerfsteen-soorten uit andere delen

van Scandinavië is minimaal. Ook is dit keileemtype veel rijker aan zwerfstenen dan het Assen-type. Opvallend is echter het zeer lage percentage vuursteen. In de grindfractie van 3 - 5 millimeter is het nog het meest aanwezig. In het grovere materiaal is vuursteen afwezig. Het is mogelijk dat de weinige vuursteensplinters niet van Cretaceïsche, maar van Ordo-vicische origine zijn. Verkiezelings-verschijnselen in kalksteenafzettingen in de oostelijke Oostzee en in de zuidelijk Botnische Golf zijn namelijk heel gewoon. Kiezelsplinters uit deze afzettingen zijn moeilijk van de Cretaceïsche vuursteen te onderscheiden.

Het voorkomen van het vuursteenarme Emmen-type keileem is in Noord- en Oost-Drenthe gebonden aan dat van het Assen-type. Deze laatste vormt vaak de onderste helft van het keileemdek. Het Emmen-type ligt daar boven op.

#### Voorst-type

In een aantal ontsluitingen op de noordelijke Hondsrug zijn op en gedeeltelijk ingebed in het Nieuweschoot keileemtype kleinere en grotere geïsoleerde platen en pakketten rossigbruine, kleiige keileem aangetroffen. Lithologisch komt deze keileem overeen met het zogenaamde Voorst-type. Deze keileem staat ook wel bekend als 'schollenleem' (De Waard 1949). Het gehalte aan kleiige bestanddelen is bijzonder hoog; meer dan 90 % is afslibbaar. Opvallend is de aanwezigheid van talrijke kleine (< 5 cm) kalkconcreties. Qua vorm komen ze overeen met de bekende



Afb. 13. Voorstkeileem, Kreupelstraat, Groningen. Kleiig keileemtype, ook wel 'schollenkeileem' genoemd, met veel kleine kalkconcreties. Zij herinneren aan de bekende lösspoppetjes uit Zuid-Limburg. De concreties zijn als lichte vlekken op de foto te zien.

'löss-poppetjes' uit Zuid-Limburg (Afb. 13). Het zwerfsteengehalte in de Voorst keileem is, althans op de noordelijke Hondsrug, bijzonder gering. Verspreid komen naast een enkele kristallijne zwerfsteen voornamelijk Silurische en Ordovicische kalkstenen voor met een opvallend glad gepolijst en bekrast oppervlak.

### De verbreiding van de keileemtypen op de zandruggen Hondsrug

Op de Hondsrug worden een zestal keileemtypen aangetroffen. Drie ervan zijn kalkhoudend. Dit zijn het Noordhorn-, het Nieuweschoot- en het Voorst-type. De drie overige, te weten het Assen-, Emmen- en Heerenveen-type, zijn ontkalkt. De keilemen van het Assen- en Emmen-type zijn hoogstwaarschijnlijk door verwerking en ontkalking voortgekomen uit de Noordhorn- en Nieuweschoot keileem.

De drie kalkhoudende keilemen (Noordhorn, Nieuweschoot en Voorst) komen in hoofdzaak voor op het noordeinde van de Hondsrug, globaal tussen de plaats Noordlaren en de stad Groningen. Zuidelijk van Noordlaren is de keileem voor het grootste gedeelte ontkalkt. Hier treffen we de keilemen van het Assen- en het Emmen-type aan. Voorkomens van het Heerenveen keileemtype zijn zeer schaars. In zwerfsteentellingen is het aangetoond bij Annen en bij Eext, zij het gemengd met materiaal van het Assen keileemtype.

De verbreiding van de keileem van het Nieuweschoot/Emmen-type loopt parallel aan die van het Noordhorn/Assen-type, zij het dat de eerste altijd pleksgewijs, in de vorm van meer of minder langgerekte eilanden bovenop de keileem van het laatste type ligt. De voorkomens concentreren zich vooral langs de lengte-as van de Hondsrug, met name op plaatsen met relatief grote keileemdikten. Beide keilemen vormen als het ware een hoed op de zandrug. Op de flanken wigt eerst het Emmen-type keileem uit, verder hellingafwaarts ook het Noordhorn/Assen-type. Dit wijst op glaciële erosie.

### Tynaarlorug

Van deze zandrug waren tot voor kort weinig gegevens bekend. Dit wordt veroorzaakt door het overwegend landelijke karakter van het gebied en doordat de keileembedekking op de meeste plaatsen door een wisselend dikke laag dekzand aan het oog wordt onttrokken. Duurzame ontsluitingen



Afb. 14. De genummerde locaties verwijzen naar de vetgedrukte nummers in de tekst.

ontbreken al evenzeer. Uit de weinige ontsluitingen blijkt dat ook op de kruin van de Tynaarlorug keileem van het Emmen-type aanwezig is, zij het in de vorm van eilanden. Het vuursteenhoudende Assen-type is algemeen aanwezig. Op de hogere delen van de rug, met name zuidelijk van Yde, is de keileem op veel plaatsen tot keizand gereduceerd. Bij Tynaarlo en Eelde is onderaan de westhelling van de zandrug tot een eind weg in het beekdal een circa 1 meter dikke keileemlaag van het Assen-type aangehouden.

Bij Hoogkerk en zuidelijker bij Eelderwolde konden de afgelopen jaren een paar fraaie keileemontsluitingen bestudeerd worden. Bij de aanleg van een onderdoorgang van de rondweg, iets noordelijk van het centrum van Hoogkerk (Afb. 14 (1)), werd de Tynaarlorug in zijn geheel doorsneden. De zichtbare keileemdikte bedroeg hier 4,5 meter. Onder een laag 'geroerde' grond was een roodbruin keileemtype ontsloten dat veel zwerfstenen bevatte. Hierin viel het zeer hoge percentage rapakivi's op. Vuurstenen werden niet aangetroffen, wel een enkele kalksteen, waaronder een prachtige kolonie van de Ordovicische tabulaat *Sarcinula*. De bovenste 2 meter van het keileempakket was vergaand ontkalkt. Duidelijk was dat we hier met het vuursteenarme Nieuweschoot/Emmen-type te doen hadden. In dezelfde ontsluiting werd aan weerszijden van deze keileem op zowel de west- als de oostflank van de zandrug vuursteenhoudend keileem van het Assen-type aangetroffen.

Een vergelijkbare situatie werd zuidelijk van Hoogkerk aangetroffen bij het

graven van een recreatieplas en het bouwrijp maken van een woonwijk (2, 3). Op de kruin van de zandrug werden zowel het vuursteenrijke Assen-type als het vuursteenarme Emmen-type aangetroffen, de laatste in de vorm van twee geïsoleerde voorkomens (Hesemann formule 9000, telling 766). De recreatieplas is in de oostflank van de Tynaarlorug gegraven. Hier werd uitsluitend het Assen-type aangetroffen.

Bij de aanleg van het viaduct in de A7 (4), enige honderden meters verder naar het zuiden, werd een onregelmatig lensvormig voorkomen van Emmen keileem blootgelegd. De bovenzijde van de keileembedekking ligt daar circa 1 meter onder het maaiveld. De vloer van de bouwput was bezaaid met grote aantallen zwerfstenen, waaronder zeer veel rapakivi's. Net als elders op de noordelijke Tynaarlorug was de bovenzijde van de keileem ontkalkt.

Tenslotte bleek bij de aanleg van een brede waterlossing in een wijk in aanbouw iets noordelijk van Eelderwolde (5) uit het aanwezige zwerfsteenmateriaal, dat we ook hier met een geïsoleerd voorkomen van keileem van het Emmen-type te maken hadden (Hesemann formule 10000, telling 892).

Uit bovenstaande blijkt dat op de Tynaarlorug een vergelijkbare situatie wordt aangetroffen als op de Hondsrug. Er zijn twee Oostbaltische keilemen aanwezig: een onderliggende vuursteenrijke met daar bovenop een vuursteenarme type. Deze laatste vormt onregelmatige, langgerekte eilanden temidden van de vuursteenrijke Assen keileem.

## Rolderug

De geïsoleerde NNW-ZZO gerichte keileemhoogte van Noord- en Zuidhorn vormt de meest noordelijke uitloper van de zandrug van Rolde. Deze zandrug is met enkele onderbrekingen tot in Zuid-Drenthe te vervolgen. De dikte van het keileempakket op het noordeinde van de rug bedraagt minimaal 8 meter. Hier treffen we hetzelfde beeld aan als op beide vorige zandruggen. Keileem van het Emmen-type wordt aangetroffen op de hoogste delen van de rug. Het Emmen-type vormt ook hier eilanden temidden van een Assen getypeerde keileem. Uit handboringen (Schuddebeurs, 1980) blijkt dat het kalkloze, vuursteenhoudende Assentype bij Noordhorn naar onderen toe overgaat in het kalkhoudende Noordhorn-type. Ook van het Emmen-type is bij Zuidhorn de kalkhoudende Nieuweschoot variant aangetroffen.

Verder zuidwaarts, op de noordes van Peize (6), ligt het Emmen-type op de kruin van de rug vrijwel aan de oppervlakte. Zuidelijk van Peize is keileem op veel plaatsen afwezig. Hier resteert een dunne laag keizand. Uit zwerfsteentellingen en terreinwaarnemingen (Peize, De Pol) (7) blijkt dat op deze plaatsen voornamelijk het Assen-type aanwezig is met daarin kleinere eilanden van het Emmen keileem-type.

Bij Donderen (8), zuidelijk van Vries en op het Balloërveld (9) is sprake van vermenging van het Assen keileemtype met materiaal van het Heerenveen-type. Wat hierbij opvalt is de rijkdom aan 1. vuursteen, 2. het voorkomen van Onder-Cambrische zandstenen met levenssporen en 3. Midden-Cambrische zandstenen van het 'Tessini-type'. De aanwezigheid van componenten uit het Assen keileemtype blijkt uit de rijkdom aan rapakivi's en Rode Oostzeekwarts-porfier.

## Zeijenrug

Keileemvoorkomens op deze meest westelijk gelegen zandrug zijn weinig aanwezig. Meestal komt een laagje keizand voor, vaak aan de oppervlakte gelegen of bedekt door een dunne laag dekzand. Op deze zandrug zijn vooral in de omgeving van Norg veel zwerfsteentellingen verricht. Hieruit, maar ook uit de gegevens van een paar ontsluitingen elders blijkt dat er verspreid in het gebied geïsoleerde keizandniveaus van het Assen- en Emmen-type voorkomen.

Bij de aanleg van een gasleiding op het Hoge Veld (10), enige kilometers westelijk van Donderen werd de Zeijenrug van oost naar west doorsneden. Op het hoogste deel kwam onder de bouwvoor over een lengte van bijna 60 meter een zwerfsteenbestrooiing te voorschijn die zich in meerdere opzichten onderscheidde van die uit de naaste omgeving. In de eerste plaats viel de enorme hoeveelheid keien op die in het graafvlak te voorschijn kwam. Het kristallijne aandeel werd zeer sterk gedomineerd door rapakivi's en Zuidwest-Finse microkliengranieten, vergezeld van talloze metamorfe en sedimentaire gesteenten. In tegenstelling tot de directe omgeving werden geen vuurstenen gevonden. Een zwerfsteentelling leverde hier 100 % gidsgesteenten op uit de telgroep 1 (Hesemann formule: 10000). Verder viel het op dat de gemiddelde grootte van de zwerfstenen hoger was dan die in de nabije omgeving. Ook de mate van afronding van de zwerfstenen was opmerkelijk. Dit keizandniveau is te beschouwen als het erosierestant van keileem van het Emmen-type.

In dezelfde omgeving komt een zwerfsteengezelschap voor dat op vermenging duidt van een Heerenveen-getypeerde keileem met materiaal van het Assentype. Overigens zijn in hetzelfde gebied ook verschillende locaties bekend waar alleen zwerfsteenmateriaal van het Assen-type voorkomt.

Op de Zeijenrug is meer dan op de andere zandruggen sprake van zwerfsteenmateriaal uit Heerenveen keileem, niet zelden in ongemengde vorm. Dit blijkt met name uit het sedimentaire zwerfsteengezelschap, waarin talrijke Onder-Cambrische zandstenen met levenssporen voorkomen, naast Midden-Cambrische Tessini-zandsteen. Ook verschillende vondsten van zwerfstenen uit het Oslo-gebied (ekeriet, rhombenporfieren en nordmarkieten) duiden hier op.

Op het westelijke deel van de Zeijenrug, rond de plaatsen Langelo (11), Norg (12), Zuidvelde (13) en Peest (14) zien we een toename van zwerfsteenmateriaal uit het Heerenveen keileemtype. Oostbaltische zwerfsteengezelschappen (Hesemann formules: 8110, 7120, 9100) die zowel aan het Assen keileemtype als aan die van het Emmen-type gerelateerd kunnen worden, vormen op dit deel van de Zeijenrug geïsoleerde voorkomens. Ze liggen in een omgeving met duidelijke kenmerken van het Heerenveen kei-

leemtype (Hesemann formule: 1360, 2350, 1270) en locaties waarin van vermenging sprake is (Hesemann formule: 3410, 3250, 6130). Uit de overige tellingen op de Zeijenrug blijkt dat zowel op de hoge delen, maar dominant op de flanken van de zandrug van een mengsituatie sprake is van keilemen van het Assen-type en het Heerenveen-type.

## Voortzetting van het Hondsrug-systeem in de provincie Groningen

Onlangs waren in een bouwput ten behoeve van een nieuw gemaal in de Wetsingermaar tussen Sauwerd en Winsum, noordelijk van de stad Groningen, onder een 2,5 meter dik Holoceen kleidek twee kalkrijke keileemtypen uit de Assengroep ontsloten. Het betrof hier zowel het Noordhorn als het Nieuweschoot keileemtype. Beide keilemen waren in gestuwde positie naast elkaar ontsloten. De kleiige Nieuweschoot keileem was te herkennen aan zijn hoge gehalte aan Paleozoïsche kalkstenen, waaronder veel dolomieten, en rapakivigranieten. Het zandige Noordhorn-type was bijzonder arm aan zwerfstenen. Het keileemtype werd vooral herkend aan het voorkomen van een aantal vuurstenen. In het oost-west verlopende profiel was de Noordhorn keileem over een afstand van 30 meter tweemaal aangesneden. Een telling aan het kristallijne materiaal leverde een Hesemann-formule op van 10000 (telling 890).

Bijzonder was dat op de overgang naar de Holocene klei talrijke vuurstenen werktuigen gevonden werden uit de Trechterbeker cultuur. Het zou daarom niet hoeven te verbazen als in dit gebied onder de klei nog hunebedden verborgen liggen, gezien de aanwezigheid van Nieuweschoot keileem, waarin zoals bekend talrijke grote zwerfblokken aanwezig zijn, het bouwmetaal van deze steentijdgraven.

## Glaciale stuwing op de Hondsrug

Al sinds het begin van deze eeuw is bekend dat de preglaciale afzettingen in de ondergrond van de Hondsrug stuwingsverschijnselen vertonen. Vastgesteld is dat binnen het Hondsrugsysteem in Noord-Drenthe sprake is van een intensieve deformatie van de preglaciale afzettingen in de ondergrond van zowel de zandruggen als de beekdalen. Ook elders op het Drents Plateau is op diverse plaatsen ijstektonische vervorming in de ondergrond geconstateerd. De stuwingsverschijnselen geven aan dat de





Afb. 15. Gestuwde grindhoudende zanden uit de Formatie van Urk worden met een scherpe overgang horizontaal afgedekt door keileem (Formatie van Drente). Hondsrug, afslag Exloo; ondertunneling van de N34.

ijskap gedurende het Saalien minder 'gladjes' over delen van het Drentse landschap is geschoven dan wel wordt aangenomen. Duidelijk is ook dat het ontstane reliëf in Noord- en Oost-Drenthe door ijsbewegingen in het laatst van het Saalien drastisch is gewijzigd. Erosie en dekzandvorming in het Weichselien hebben het reliëf uit het Saalien verder toegedeekt. Het eindresultaat van al deze processen is een vlak golvend landschap dat niet bepaald herinneringen oproept aan de sterk geaccidenteerde stuwwal-landschappen, zoals we die bijvoorbeeld uit Oost- en Midden-Nederland kennen.

Ligterink (1954) meldt stuwingsverschijnselen in ontsluitingen bij Gieten, in de buurtschap Kostvliet bij Gasselte en ook van Zuidlaren. Jonker (1913) deed dit vele jaren eerder in inmiddels verdwenen zandgraverijen op de westflank van de Hondsrug bij Zuidlaren. In al deze gevallen wordt een beeld geschetst van een vrijwel horizontaal liggende, soms sterk gekryoturbeerde keileembedekking met een scherpe overgang naar de daaronder gelegen geplooiden lagen 'Rijn-Maas-Diluvium'. We kunnen er van uit gaan dat met dit laatste de grove grindhoudende zanden uit de Formatie van Urk bedoeld worden.

Voor de ontsluitingen bij Emmerschans boden tientallen jaren achtereen een goede mogelijkheid om de gestuwde afzettingen onder de keileem te bestuderen. Het blijkt dat deze grootschalig verschubd zijn.

Sedimentpakketten van verschillende ouderdom zijn hier steilstaand of meer horizontaal dakpansgewijs over elkaar heen geschoven. De lagen hellen overwegend naar het NNO. en bezitten een OZO - WNW gerichte strekking. De stuwrichting staat scheef op de lengte-as van de Hondsrug, die NNW - ZZO gericht is. De morfologie van de Hondsrug staat blijkbaar niet in direct verband met de stuwingsverschijnselen in de ondergrond; die zijn ouder (Zandstra, 1979).

De bij de stuwning betrokken sedimenten in Emmerschans zijn van Tertiaire tot Midden-Pleistocene ouderdom. De oudste afzettingen betreffen fijnkorrelige zanden uit het Boven-Pliocene (Formatie van Scheemda), gevolgd door grove, grindhoudende zanden uit het Midden-Pleistocene (Formatie van Enschede en Formatie van Urk). Tenslotte zijn bij de verschubbing ook afzettingen uit de Formatie van Peelo (Elsterien) betrokken (Zandstra 1979). Binnen de verschubde pakketten zijn op veel kleinere schaal talrijke ijs-tektonische vervormingen te zien in de vorm van plooiingen, laagverformelingen, breukpatronen en overschuivingen.

De gestuwde afzettingen worden aan de bovenzijde discordant en vrijwel horizontaal afgedekt door een 2-3 meter dikke laag keileem, die niet gestuwd is. De overgang is meestal scherp. Sleuringsverschijnselen op de overgang van keileem naar onderliggend zand, samen met ingesloten laagjes zand in de basis van de kei-

leem kunnen gezien worden als subglaciale vervormingen, veroorzaakt door bewegend landijs. Uit metingen blijkt dat de deformaties aan de onderzijde van het keileempakket veroorzaakt zijn door een kracht uit het NNW (Rappol, 1992).

Elders op de Hondsrug zijn eveneens stuwingsverschijnselen vastgesteld. Zo werd bij de ondertunneling van de N34 tussen Odoorn en Ees het horizontaal liggende keileempakket aan de onderzijde scherp begrensd door sterk geplooid, grindhoudende zanden uit de Formatie van Urk (Afb. 15). De plooistructuren in het zand worden door de keileembedekking abrupt afgesneden. De plooi-richting van de lagen is NNO gericht en komt dus overeen met de waarnemingen in Emmerschans. Sleuringsverschijnselen in het grove zand direct onder de keileem lieten zien dat er ook daar sprake is van een NNW - ZZO gerichte ijsbeweging.

Een persoonlijke mededeling van de eigenaar van het voormalige zandzuigbedrijf Hulsebosch, gelegen in het beekdal van de Drentsche Aa, langs de weg van Zuidlaren naar Tynaarlo, is in dit verband illustratief. Door de hoge grondwaterstand vindt hier natte winning plaats van bouwzand. Profielwaarnemingen in de wanden van de groeve zijn niet mogelijk. Volgens de eigenaar komt in de ondergrond een bruinkoolvoerende laag voor, die storend is bij de zandwinning. De zwarte bruinkoolprut maakt het zand zo nu en dan vrijwel onverkoopbaar. Naar zijn mening komt deze afzetting een aantal malen tot vrij hoog in de ondergrond voor (tot ca. 5 m onder het maaiveld) in achter elkaar liggende stroken. Daar tussenin is de bruinkoolvoerende laag afwezig. Het strooksgewijze voorkomen van de laag met bruinkool lijkt op verschubbing van de ondergrond te wijzen.

### Glaciale stuwning elders binnen het Hondsrugsysteem Tynaarlo

Op de zandrug van Tynaarlo, is in preglaciale afzettingen glaciale stuwning aangetoond. Jonker (1913) vermeldt van twee inmiddels verdwenen zandgroeven bij Tynaarlo steil gezette, grindhoudende zanden, die waarschijnlijk tot de Formatie van Urk behoren. In beide ontsluitingen ontbrak de keileembedekking. Wel werden verspreid over het terrein in de omgeving, in de bouwvoor, noordelijke zwerfstenen aangetroffen.



Afb. 16. Overzicht van de bouwput van het Prefecten-hof aan de Kreupelstraat in Groningen met lateraal gestuwde glacigene afzettingen uit het Saalien. De gestuwde afzettingen lopen parallel aan de as van de Hondsrug.

Ook elders op de Tynaarloerug is stuw-  
ing van de ondergrond vastgesteld.  
In de jaren zestig werd bij Yde/De  
Punt op de oostflank van de Tynaarlo-  
rug een sluisput aangelegd in het  
tracé van de Noordwillemsvaart. In de  
metersdiepe bouwput waren tot hoog  
in het profiel onder een dunne laag  
keileem gestuwde, grofkorrelige en  
hier en daar grindhoudende zanden  
(Formatie van Urk) ontsloten. Ook zui-  
delijk van het vliegveld Eelde zijn on-  
der een dunne laag sterk verweerde  
grijsgroene, zeer zandige keileem van  
het Assen-type grove grindhoudende  
zanden uit de Formatie van Urk ontslo-  
ten. Deze zanden zijn eveneens gla-  
ciaal gestuwd.

#### Rolderug

In de zandrug van Rolde zijn op het  
zuidelijke gedeelte bij het dorp De Kiel  
en in de grote zandzuigerij bij Ellerts-  
haar stuwingsverschijnselen waarge-  
nomen. Bij De Kiel werd geconsta-  
teerd dat de keileem bij de stuw-  
ing betrokken was (Rappol, 1992). De stu-  
wingsverschijnselen in de zandzuig-  
put bij Ellertshaar zijn al jaren bekend.  
Vooral in de wand langs de westzijde  
van de zuigput zijn de deformaties  
doorgaans goed te bestuderen.  
Metingen tonen aan dat zowel de af-  
zettingen als de daarin aanwezige  
overschuivingsvlakken in NW tot  
NNW-richting wegduiken (Rappol,  
1992).

Iets ten noordwesten van Vries, ter  
hoogte van het Ronde Veen waren  
op de oostflank van de zandrug van  
Rolde gedurende korte tijd in een die-

pe waterlossing gestuwde grove  
grindhoudende zanden ontsloten.  
Ze werden aan de bovenkant discor-  
dant afgedekt door een restant sterk  
verweerde, zandige keileem van het  
Assen-type. Uit de samenstelling van  
het grind bleek een oostelijke her-  
komst. Vermoedelijk betreft het ook  
hier zand uit de Formatie van Urk.

#### Zeijenrug

Op de oostflank van de zandrug van  
Zeijen zijn westelijk van Ubbena in  
een zandwinningsput stuwingsver-  
schijnselen in fijnkorrelige zanden van  
de Formatie van Peelo waargenomen.  
Zowel de gelaagdheid van het zand  
als de opschuivingsvlakken in het ont-  
sloten zandpakket hellen naar het  
noordwesten (Rappol, 1992). De de-  
formaties wijzen hoogstwaarschijnlijk  
op glaciële stuw-  
ing.

In Roden en Roderwolde tenslotte kon  
op verschillende plaatsen bij graaf-  
werkzaamheden stuw-  
ing in de potklei  
worden vastgesteld. Opvallend is dat  
de potklei daar op enkele plaatsen tot  
meer dan 4 meter onder het maaiveld  
als een typische warvenklei ontwik-  
keld is.

N.B.: Het sonderingsbedrijf dat be-  
trokken was bij de voorbereidingen  
van de bouw van het imposante  
Gasuniegebouw in Groningen wees  
mij op het grillige voorkomen van de  
potklei onder het gebouw. Door de  
voorbelaasting van de potklei tijdens  
het Saalien – er lag toen waarschijn-  
lijk een circa 500 meter dikke laag  
landijs – is de klei sterk gecompac-

teerd. De waterdoorlaatbaarheid van  
de potklei is als gevolg daarvan nihil.  
Onder het Gasuniegebouw blijkt de  
potklei onregelmatig schubvormig ge-  
stuw te zijn en wordt deze op ver-  
schillende plaatsen afgewisseld door  
leemhoudend Peelozand. Als gevolg  
hiervan ondervond men bij de bouw  
van de funderingskelder overlast van  
grondwater. Het opvallende bouw-  
werk ligt midden in het beekdal van  
de Drentsche Aa.

#### Glaciële stuw- ing op het noord- einde van de Hondsrug

In tegenstelling tot de keileem op het  
Drentse deel van de Hondsrug is deze  
op het noordeinde van de Hondsrug,  
tussen Haren en het noorden van de  
stad Groningen, op de meeste plaat-  
sen intensief gestuwd. In drie ontslui-  
tingen in de stad Groningen  
(Kreupelstraat, Guyotplein en  
Hereweg) kon dit de laatste jaren  
goed worden vastgesteld.

In een 4,5 meter diepe bouwput langs  
de Hereweg, noordelijk van het  
Sterrebos, was in de westwand van  
de bouwput een ruim 3 meter dik pak-  
ket vuursteenhoudende keileem van  
het Noordhorntype ontsloten. Nader  
onderzoek wees uit dat de keileem  
bovenop de zeer stenenrijke smeltwa-  
terafzettingen van het Nieuweschoot  
keileemtype lag. Normaal gesproken  
is dit net andersom: de Nieuwe-  
schootkeileem ligt doorgaans boven  
op de Noordhornkeileem. Het contact-  
vlak tussen beide keileemtypen was  
erg onregelmatig.

Nog overtuigender waren de stu-  
wingsverschijnselen in een grote  
bouwput aan de Kreupelstraat, aan de  
voet van de Martinitoren. Bij het vlak  
schrapen van de bouwputvloer kwa-  
men op zo'n 3 meter onder het maaiveld,  
over tientallen meters lengte,  
structuren in de glaciële afzettingen  
aan het licht, die op een intensieve  
(laterale) stuw-  
ing wezen. Op de  
bouwputvloer waren een reeks paral-  
lel georiënteerde glacigene afzettin-  
gen behorend tot het Nieuweschoot  
keileemtype begrensd door vuur-  
steenrijke Noordhornkeileem ontslo-  
ten. De strekking van de afzettingen  
was NNW - ZZO, dus evenwijdig aan  
de as van de Hondsrug. De sterk af-  
wijkende lithologie maakte dat de ver-  
schillende afzettingen ook van een af-  
stand goed van elkaar te  
onderscheiden waren. Op een aantal  
plaatsen werd de overgang van de  
zandige naar de lemige afzettingen  
geaccentueerd door een smalle zone  
met roestverkleuringen (Afb. 17).





Afb. 17. Detail van vorige foto met steil gezette smeltwaterafzettingen (1, 6), keienpakkingen (2, 5) en een schol Voorstkeileem (3) in de Nieuweschootkeileem. Het cijfer 4 is de locatie van Afb. 18.

Over een breedte van ruim 20 meter bestond het ontsloten materiaal uit grofzandig smeltwatergrind, afgewisseld met lagen fijn en grof zand, roodbruine banden keileem en twee elk meer dan een meter dikke keienpakkingen. Naar het noordoosten werden deze Nieuweschoot-afzettingen begrensd door grijsbruin geoxideerd vuursteenhoudend keileem van het Noordhorn-type, dat ter plaatse zeer arm aan zwerfstenen was.

Van bovenaf gezien deed het beeld van de ontsloten afzettingen op de bodem van de bouwput sterk denken aan een verticaal wandprofiel. Dat hier inderdaad sprake was van een op zijn kant gezette serie glaciogene afzettingen bleek ondermeer uit detailstudies aan een circa 40 centimeter dikke laag tamelijk grof smeltwaterzand. Hieraan kon worden vastgesteld dat het pakket door glaciële stuwning circa 85 graden naar het WZW gekanteld was (Afb. 18). Verder onderzoek bracht aan het licht dat de overige afzettingen boven en onder dit laagje smeltwaterzand bij dezelfde kanteling betrokken waren, inclusief het aangrenzend pakket vuursteenhoudende Noordhorn keileem.

Sondeer- en boorgegevens van deze locatie laten zien dat het keileempakket op 6,75 diepte begrensd wordt door een 11,5 meter dikke laag potklei (Formatie van Peelo). Verder naar onderen gaat de potklei over in fijnkorrelig grijs, sterk leemhoudend zand. Vanaf de vloer van de bouwput werden tot in het onderliggend Peelozand tot op een diepte van 23 meter funderingsgaten geboord. Zeer opvallend was dat de opgeboorde potklei als

zwarte korrels en brokjes naar boven kwam. De meeste kleibrokjes bezaten wrijfspiegelvlakken. Zowel de korrelstructuur van de potklei alsook de glimmende vlakken duiden op een intensieve stuwning. Werklieden betitelden het brokkelige potkleimateriaal als 'Nootjes vier', refererend aan een kwaliteit antraciet uit de jaren vijftig (Afb. 19).

#### Guyotplein

Een min of meer vergelijkbaar pakket glaciogene afzettingen, werd aangetroffen in een bouwput aan het Guyot-

plein iets westelijk van de kruin van de Hondsrug. Op de bodem van de circa 3 meter diepe bouwput waren banen smeltwaterzand, dito grind en steenpakkingen met een enigszins golvend en gebogen verloop te zien. De metersdikke sedimentpakketten liepen net als aan de Kreupelstraat evenwijdig aan de as van de Hondsrug. Ook bleek hier dat de keileem van het Noordhorn-type deel uitmaakte van het gestuwde pakket. Helaas waren de stuwingspatronen door de wijze van ontgraven en het aanbrengen van een laag stortzand maar gedurende korte tijd en slechts over een relatief klein oppervlak te zien. Wel kon worden vastgesteld dat de gestuwde afzettingen steil naar het ONO hielden.

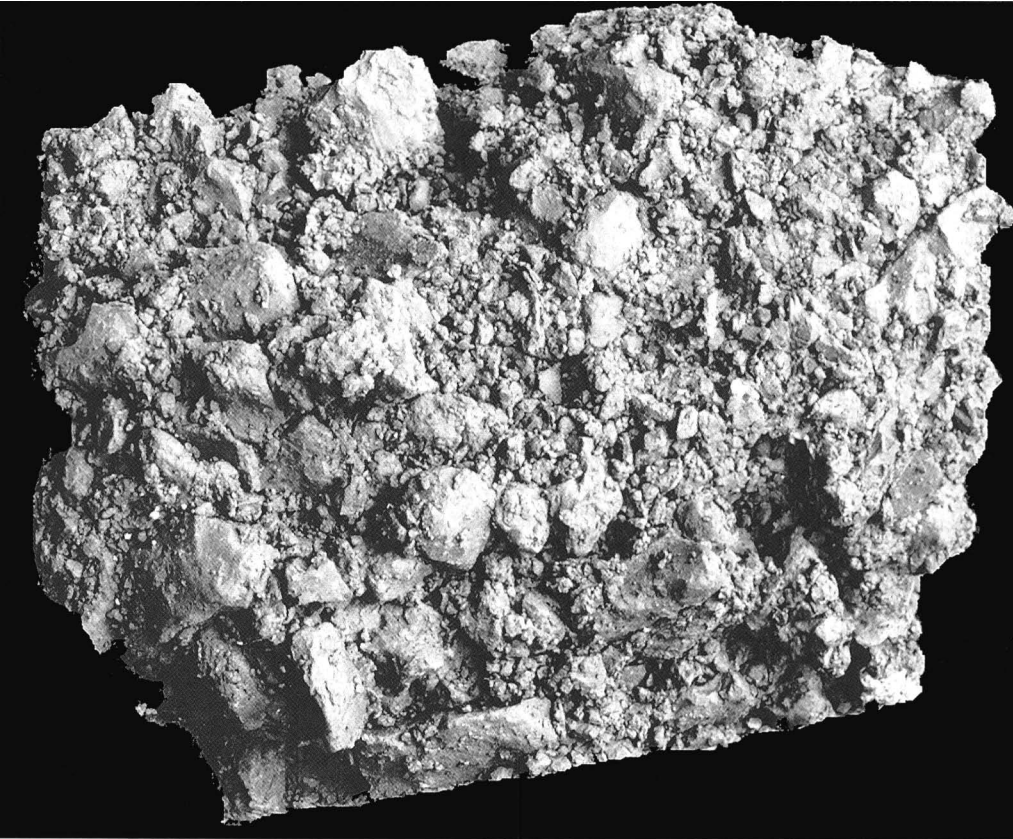
#### Westerhaven

Aan de westrand van het stadscentrum van Groningen (Westerhaven) is ten behoeve van de bouw van een ondergrondse parkeergarage een ruim 12 meter diepe bouwput geslagen tot enige meters diep in de Formatie van Peelo. Een 'gelukkige' omstandigheid was dat bouwput door onverwachte grondwaterproblemen en verzakkingen weken achtereen voor onderzoek toegankelijk bleef. De oorzaak lag net als bij de bouw van het hoofdkantoor van de Gasunie in het plaatselijk ontbreken van de grondwaterkerende potkleilaag. Bij de voorafgaande sonderingswerkzaamheden was dit niet opgemerkt.

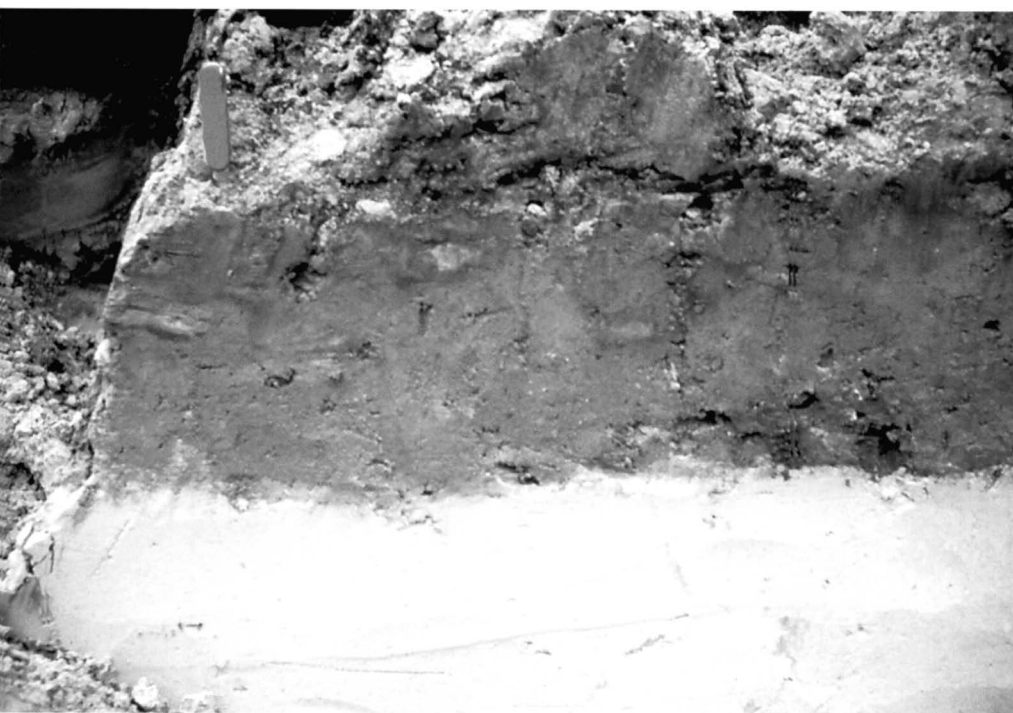


Afb. 18. Uit de gelaagdheid van het laagje smeltwaterzand kon worden afgeleid dat het gestuwde pakket glaciogene afzettingen in de bouwput aan de Kreupelstraat ca. 85 graden naar het WZW gekanteld is.





Afb. 19. IJstektonisch gestuwde potklei uit een funderingsboring. Het potkleimonster bestaat geheel uit nauwelijks samenhangend brokkelig materiaal. De kleibrokjes bezitten glimmende wrijfspiegelvlakjes. Kreupelstraat, Groningen.



Afb. 20. Ontkalkte Assenkeileem ligt met een scherpe overgang horizontaal op zand van de Formatie van Peelo (Elsterien). Bouwput Westerhaven, Groningen.

In de uiterste noordoosthoek van de bouwput werd op -7 meter onder het maaiveld een Assen getypeerde keileem aangetroffen. De keileemdikte bedroeg maximaal 95 centimeter. De overgang naar de onderliggende Formatie van Peelo was scherp, zij het dat hier en daar sleuringsverschijnselen in een circa 3 centimeter dunne zone onder de keileem in het Peelozand zichtbaar waren (Afb. 20).

De keileem was leverbruin van kleur, homogeen van structuur en vergaand ontkalkt. Het gehalte aan zwerfstenen was klein. Aan de bovenzijde was de keileem afgedekt door een circa 4 centimeter dik laagje uitspoelingszand/grind. Naar het westen wigt de keileem uit. Daar voorbij bevond zich een iets in dikte toenemend circa 10 centimeter dik laagje zeer grof uitspoelingszand met grind en een enkele

le steen dat direct op het Peelozand ligt.

Het Assen keileemtype ligt op een vele meters dik pakket wit tot groengrijs gekleurd leemhoudend glimmerzand (Formatie van Peelo). De top van de formatie ligt op circa 8 meter onder het maaiveld. In het zand zijn dunne laagjes grijze tot donkergrijze potklei ingeschakeld.

Het hele pakket Peelozand is intensief gestuwd (Afb. 21 en 22). Uit de vele waarnemingen blijkt dat het zandpakket door bewegend landijs moet zijn gedefformeerd, waarbij in bepaalde niveaus sprake is van een zeer intensieve verfrommeling van de gelaagdheid. Waarnemingen op de bouwputvloer (- 11 m onder maaiveld) toonden dat het pakket Peelozand in blokken gebroken langs en over elkaar heen geschoven is. De overschuivingsvlakken hellen zo'n 60 graden naar het noorden. De strekking was ONO - WZW.

Uit sonderingsgegevens van het bouwbedrijf blijkt dat op een diepte van - 29 tot - 34 meter!! een potkleilaag aanwezig is, die eveneens intensief glaciaal gestuwd is. Dit bleek ook uit potkleimonsters die bij het aanleggen van een dubbele damwand omhooggehaald werden. De talrijke wrijfspiegelvlakken op de onregelmatige brokken klei wijzen ook op glaciale stuwing. Zowel de onderkant als de bovenkant van het kleipakket verloopt zeer onrustig. De dikte ervan varieert over korte afstand zeer sterk. Opmerkelijk is dat de potklei in de ondergrond van de bouwput is opgestuwd tot een circa 17 meter hoge diapyr-achtige structuur, die aan de basis op - 34 meter ruim 50 meter breed is.

De stuwingsverschijnselen op het noordeinde van de Groninger Hondsrug tonen aan dat deze waarschijnlijk kort achter elkaar, wellicht tijdens dezelfde vergletseringsfase, zijn ontstaan. De ijstektonisch gestuwde pakketten Peelozand hellen sterk naar het noorden. Dit suggereert een ijsdruk uit die richting. De stuwingsverschijnselen in de Nieuweschooten Noordhornkeileem aan weerszijden van de kruin van de Hondsrug wijzen op een sterke (bi)laterale druk, waarschijnlijk veroorzaakt door de bewegende massa ijs in het nabijgelegen Hunzedal. Dit zou een van de verklaringen kunnen zijn voor de dikte van de keileemafzettingen op de noordelijke Hondsrug.



Afb. 21 en 22. De afzettingen uit de Formatie van Peelo zijn in tegenstelling tot de bedekkende Saale-keileem tot een diepte van minimaal -34 meter onder het maaiveld intensief gestuwd. Bouwput Westerhaven, Groningen.

### Tot slot

De lengte van bovenstaand verhaal laat niet toe om uitgebreid op de oorzaken en de chronologie van de verschillende keileembedekkingen en de waargenomen stuivingsverschijnselen in te gaan. Wel komt uit de talrijke veldwaarnemingen een beeld naar voren van een gefaseerde landijsbedekking met ingrijpende gevolgen voor het reliëf in grote delen van de provincies Drenthe en Groningen. Het eerder gevormde Saalienlandschap werd in de laatste fase van de landijsbedekking door een baanvormig stromende ijsmassa uit het noordwesten ingrijpend geërodeerd. Na het afsmelten van het landijs kwam een landschap te voorschijn bestaande uit een stelsel van parallel NNW - ZZO gerichte, vlakke zandruggen. Dit zogenoemde Hondsrugsysteem vindt, helaas bedekt door Holocene zeeklei en enigszins verspringend, zijn voortzetting in de provincie Groningen. De zandruggen worden aan de oostzijde begrensd door een in dezelfde richting verlopend glaciaal dal van tientallen meters diepte. De zandruggen - het fraaist gedemonstreerd door de Hondsrug zelf - kunnen als megaflutings worden geïnterpreteerd. In een volgend artikel zal geprobeerd worden om de vele veldgegevens wat diepgaander te interpreteren en deze in een vergletsjeringmodel voor Noord-Nederland te plaatsen.

### Literatuur

- Baren, J. van, 1912. Roter Geschiebelehm. Internationale Mitteilungen für Bodenkunde, Band 1, Heft 3/4.
- Berg, M.W. van den & D.J.Beets, 1986. Saalian glacial deposits and morphology

in The Netherlands. INQUA Symposium on the Genesis and Lithology of Glacial Deposits. Amsterdam.

Beun, D.E. & D.J.A. Evans, 1998. Glaciers and glaciation. Arnold, London.

Bosch, J.H.A., 1990b. Toelichting bij de geologische kaart van Nederland 1:50.000. Blad Assen Oost. Rijks Geologische Dienst, Haarlem.

Botke, J., 1917. Het aantal ijsbedekkingen van ons land gedurende de glaciële periode. Tijdschrift van het Koninklijk Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap, 2e Serie, deel XXXIV, Afl. 5

Botke, J., 1928. De Hondsrug. Bibliotheek van de Nederlandsche Natuurhistorische Vereniging, No. 2. Wolters, Groningen.

Brouwer, A., 1950. De glaciogene landschapstypen in Nederland. Tijdschrift van het Koninklijk Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap, Tweede Reeks 67, pag. 20-32

Bijlsma, S., 1981. Fluvial sedimentation from the Fennoscandian area into the North-West European Basin during the Late Cenozoic. Geologie en Mijnbouw 60, pag. 337-345.

Calker, F.J.P. van, 1908. Beiträge zur Geologie der Provinz Groningen, Grundbohrungen. Mitt. Min. Geol. Inst. Univ. Groningen, Bdn 1, Heft II. Groningen.

Calker, F.J.P., 1912. Die kristallinen Geschiebe der Moränenablagerungen in der Stadt und Umgebung von Groningen. Mitt. Min. Inst. Univ. Groningen, 2(3), Pag. 175 - 390, Leipzig, Groningen.

Capelle, H. van, 1892. Het Diluvium van West-Drenthe. Verhandelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam. Tweede Sectie, deel I, No.2.

Dubois, E., 1902. De geologische samenstelling en de wijze van ontstaan van den Hondsrug in Drenthe. Koninklijke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam. Verslag van de gewone Vergadering der Wis- en Natuurkunde Afdeling van 31 mei 1902, Deel 11, pag. 43-50.

Dubois, E., 1905. De geographische en geologische beteekenis van de Hondsrug en het onderzoek der zwerfstenen in ons noorsch diluvium. Verslag van de Gewone Vergadering der Wis- en Natuurkundige Afdeling van 30 september 1905, Pag. 360 - 368.

Ehlers, J., 1996. Quaternary and glacial geology. John Wiley & Sons, Chichester.

Ehlers, J. & H.-J. Stephan, 1983. Till fabric and ice movement. - In Ehlers, J.: Glacial deposits in North-West Europe, Pag. 267-274. Rotterdam.

Faber, F.J., 1949. Van Zondvloed tot landijs. Thieme, Zutphen.

Gans, W. de, 1980. Outlines of the Late Quaternary history of the Drentsche Aa valley. Geologie en Mijnbouw 59, pag. 353-362.

Gans, W. de, 1981a. Fysisch-geografische streekbeschrijving Nr.1. Het gebied van de Drentsche Aa. KNAG Geografisch Tijdschrift, Nieuwe Reeks 15, pag. 234-252

Gongrijp, G.P., 1984. Gea-objecten van Drenthe. RIN-rapport 84/8, Leersum.

Gongrijp, G.P., 1986. Emmen op de grens van hoog naar laag. Noorderbreedte 10, pag. 137-142.

Gongrijp, G.P., 1989. Nederland in vorm. Aardkundige waarden van het Nederlandse landschap. SDU-uitgeverij. 's Gravenhage.

Gripp, K., 1974. Untermoräne - Grundmoräne - Grundmoränenlandschaft. Eiszeitalter und Gegenwart, Band 25, pag. 5-9.

Hesemann, J., 1975. Kristalline Geschiebe der nordischen Vereisungen. Geologisches Landesamt Nordrhein - Westfalen. Krefeld.

Jonker, H.G., 1905. Eenige opmerkingen over de geologische samenstelling en de

- wijze van ontstaan van den Hondsrug. Koninklijke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam. Verslag van de gewone Vergadering van de Wis- en Natuurkundige Afdeling van 24 juni 1905, deel 14, pag.146-154.
- Jonker, H.G., 1913. Verslag der Tweede Excursie naar Gaasterland, Groningen en Noord-Drente. Geologisch-Mijnbouwkundig Genootschap voor Nederland en Koloniën; Geologische Sectie.
- Kahlke, H.D., 1981. Das Eiszeitalter. Urania Verlag, Leipzig.
- Keller, G., 1974. Glazitektonik als Wirkungsfeld exogener Dynamik. Eiszeitalter und Gegenwart, Band 25, Pag. 48 - 53.
- Kley, K. Van der & Vries, W. de, 1946. Gidsgesteenten van het noordelijk Diluvium. Boom, Meppel.
- Ligterink, G.H., 1954. De Hondsrug en het dal van de oer-Eems. Tijdschrift van het Koninklijk Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap. Tweede Reeks 71, pag.105-121.
- Lijn. P. Van der, 1986. Het Keienboek. Thieme, Zutphen.
- Maarleveld, G.C., 1953. Standen van het landijs in Nederland. Boor en Spade 6, pag. 95-105.
- Maarleveld, G.C., J.A.M. ten Cate & G.W. de Lange, 1977. Geomorfologische kaart van Nederland 1:50.000. Legenda. Stiboka/Rijks Geologische Dienst. Wageningen/Haarlem.
- Meer, J.J.M. van der, 1987. Tills and glaciotectionics. Balkema, Rotterdam.
- Meyer, K.D., 1983. Saalian endmoraines in Lower Saxony. In: J.Ehlers (ed). Glacial deposits in Northwest-Europe. Balkema, Rotterdam.
- Pannekoek, A.J., 1973. Algemene Geologie. Tjeenk Willink, Groningen.
- Rappol, M., 1984. Till in Southeast Drenthe and the origin of the Hondsrug Complex, The Netherlands. Eiszeitalter und Gegenwart 34, pag. 7-27.
- Rappol, M., 1985. Enkele nieuwe resultaten en een overzicht van het onderzoek naar de aard van steenoriëntatie in keileem. Grondboor en Hamer 39, pag. 88-97
- Rappol, M., 1991. De landijsbedekking van Nederland in het Saalien. KNAG Geografisch Tijdschrift, Nieuwe Reeks 25, pag.371-383.
- Rappol, M., 1992. In de bodem van Drenthe. Lingua Terrae, Amsterdam.
- Rappol, M & S. Kluiving & D. van der Wateren, 1991. Over keileemstratigrafie en ijsbewegingen in oostelijk Overijssel. Grondboor en Hamer, No. 3, Pag. 55 - 62.
- Rappol, M. & H.M.P.Stoltenberg, 1985. Compositional variability of Saalian till in The Netherlands and its origin. Boreas 14: pag. 33-50.
- Ruegg, G.H.J., 1975. Sedimentary structures and depositional environments of Middle- and Upper-Pleistocene glacial time deposits from excavations at Peelo near Assen, The Netherlands. Mededelingen Rijks Geologische Dienst, Nieuwe Serie, Vol. 26, No 1, Maastricht.
- Ruegg, G.H.J., 1983. Glaciofluvial and glaciolacustrine deposits in The Netherlands. In J.Ehlers (ed.). Glacial deposits in North-West Europe, pag. 379-392. Balkema, Rotterdam.
- Ruegg, G.H.J. & J.G.Zandstra, 1977. Pliozäne und pleistozäne gestaute Ablagerungen bei Emmerschans. Mededelingen Rijks Geologische Dienst, Nieuwe Serie 28, pag. 65-99.
- Roeleveld, W., 1972. The Morphology of the Pleistocene Surface in the Marine-Clay District of Groningen. Publication of the Institute of Earth Sciences, Free University, Amsterdam.
- Seraphim, E.Th., 1972. Wege und Halte des Saalezeitlichen Inlandeises zwischen Osning und Weser. Geol. Jahrb., Reihe A. Heft 3, Hannover.
- Schuddebeurs, A.P., 1980/1981. Die geschiede im Pleistozän der Niederlande. Geschiebesammler, 13 (3/4), Pag. 163-178; 14 (1), Pag. 33-40; 14 (2/3), Pag. 91-104; 14 (4), Pag. 147-198; 15 ( ), Pag. 73-90; 15 (3), Pag. 131-158. Hamburg.
- Schuddebeurs, A.P., 1982. Zwerfsteentellingen in Noord-Nederland. Mededelingen van de Werkgroep voor Tertiaire en Kwartaire Geologie 19, pag. 81-109.
- Skupin, K., E. Speetzen, J.G. Zandstra, 1993. Die Eiszeit in Nordwest-Deutschland. Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen. Krefeld.
- Snijders, F.L., 1985. Fysische Geografie in de provincie Groningen. Milieu en landschaps onderzoek. P.P.D. - Groningen.
- Steenhuis, J.F., 1916. Bijdrage tot de kennis van den diluvialen ondergrond van Drente en Friesland. Thesis. 's Gravenhage
- Sugden, D.E. & B.S. John, 1976. Glaciers and Landscape. Arnold, London
- Waard, D. de, 1944. Twee keileemsoorten in Nederland. Geologie en Mijnbouw, 23, Pag. 63-64.
- Waard, D. de & W.E. van Loon, 1948. De glaciogene morfologie van het Drents Plateau. Tijdschrift van het Koninklijk Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap, Tweede Reeks 65, pag. 612-615.
- Waard, D. de, 1949. Glacigeen Pleistoceen. Een geologisch detailonderzoek in Urkerland (Noordoostpolder). Verhandelingen van het Nederlandsch Geologisch-Mijnbouwkundig Genootschap, Geologische Serie 15, pag. 70-246.
- Wee, M.W. ter, 1962. The Saalian glaciation in the Netherlands. Mededelingen van de Geologische Stichting, Nieuwe Serie 15, pag. 57-76.
- Wee, M.W. ter, 1983. The Saalian glaciation in the Northern Netherlands. In: J. Ehlers. Glacial deposits in North-West Europe, pag. 405-412, Balkema, Rotterdam.
- West, R.G., 1977. Pleistocene Geology and Biology. Longman, London.
- Zandstra, J.G., 1974. Over de uitkomsten van nieuwe zwerfsteentellingen en een keileemtypenindeling in Nederland. Grondboor en Hamer, Pag. 95-108.
- Zandstra, J.G., 1976. Sedimentpetrographische Untersuchungen des Geschiebelehms (Drenthe, Niederlande) mit Bemerkungen über eine Typeneinteilung der Saale-Grundmoräne. Eiszeitalter und Gegenwart 27, pag. 30-52.
- Zandstra, J.G., 1983. Fine gravel, heavy mineral and grain-size analyses of Pleistocene, mainly glaciogenic deposits in the Netherlands. In: J. Ehlers, Glacial Deposits in North-West Europe, pag. 361-377. Balkema, Rotterdam.
- Zonneveld, J.I.S., 1964. Zijn de Noord-Nederlandse stuwwallen overreden of niet? Berichten van de Fysisch-Geografische Afdeling van het Geografisch Instituut der Rijksuniversiteit Utrecht 9, pag. 3-14.