

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/347752153>

# Observaties betreffende de interne structuur van de Utrechtse Heuvelrug

Preprint · February 2021

CITATIONS

0

READS

294

1 author:



[Huibert van den Brink](#)

Curtin University

8 PUBLICATIONS 4 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

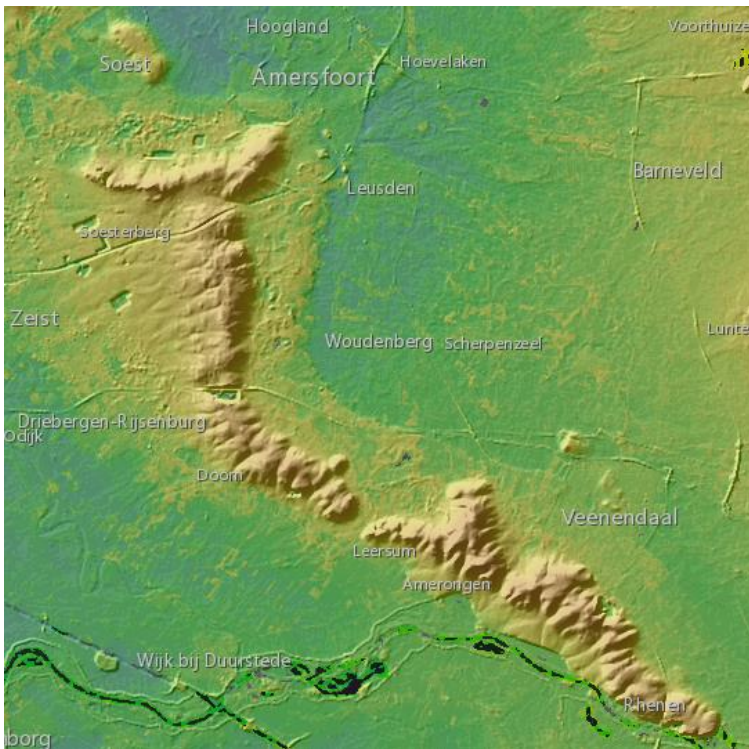
Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Sequence biostratigraphy of well Potoroo-1 in the Great Australian Bight [View project](#)



Field geology [View project](#)



## OBSERVATIES BETREFFENDE DE INTERNE STRUCTUUR VAN DE UTRECHTSE HEUVELRUG

Inventarisatie van  
geologische  
beschrijvingen van  
ontsluitingen verspreid  
over de stuwwal van de  
Utrechtse Heuvelrug

Huib van den Brink

PROF. DR I. M. VAN DER VLERK EN PROF. DR MR F. FLORSCHÜTZ

# NEDERLAND IN HET IJSTIJDVAK

*De geschiedenis van flora, fauna en klimaat,  
toen aap en mammoet ons land bewoonden*



“Dit klassieke boek uit 1949 inspireerde me al tot het schrijven van mijn kandidaatsscriptie in 1975”

Driebergen  
2021

# Inhoud

|                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------|----|
| Inleiding                                                   | 3  |
| Stuwwallen in Midden Nederland                              | 5  |
| Het Pleistoceen in Nederland                                | 5  |
| Het Saalien                                                 | 6  |
| Overzicht ontsluitingen                                     | 12 |
| Gestuwde afzettingen                                        | 12 |
| Zanderij bij Maarn/Spoorwegafgraving bij Maarn              | 12 |
| Voormalige groeve Kwintelooijen                             | 19 |
| Voormalig groeve Leccius de Ridder                          | 24 |
| Voormalig groeve de Paltz                                   | 26 |
| Doornse Gat                                                 | 27 |
| A28 ontsluitingen                                           | 28 |
| De Hoge Kleij ten zuidwesten van Amersfoort                 | 30 |
| Voormalig groeve Ruttenberg te Soest                        | 31 |
| Bouwlocatie Leersum                                         | 32 |
| Bouwlocatie Soesterberg                                     | 34 |
| Niet gestuwde afzettingen aan de buitenzijde van de stuwwal | 36 |
| Zandgroeves Soesterberg                                     | 36 |
| Bouwput Den Dolder                                          | 39 |
| Ecopassage Elst                                             | 39 |
| Bouwput Leersum                                             | 40 |
| Synthese                                                    | 41 |
| Nawoord                                                     | 43 |
| Referenties                                                 | 44 |



## Inleiding

De Utrechtse Heuvelrug is een stuwwal gevormd door het landijs in de voorlaatste ijstijd, het Saalien, zo'n 150.000 jaar geleden. In de volgende tekst wordt een inventarisatie van geologische beschrijvingen van ontsluitingen verspreid over de Utrechtse Heuvelrug gepresenteerd (afb. 1). Deze geven een inkijkje in het ontstaan en opbouw van de stuwwal.

In de tweede helft van de vorige eeuw waren zandgroeves de ideale plaats om de interne structuur van de stuwwal te observeren. Grote zandgroeves op de Utrechtse Heuvelrug waren de zanderij bij Maarn (ook wel de spoorwegafgraving genoemd), groeve Kwintelooijen bij Veenendaal en groeve Leccius de Ridder (ook wel Vogelenzang genoemd) bij Rhenen. De eerste twee zijn onderzocht en (deels) gepubliceerd. Van groeve Leccius de Ridder is een overzichtsfoto en een summiere beschrijving bewaard gebleven. Verder liggen er verscheidene iets minder grote maar wel uitgestrekte afgravingen verspreid over de heuvelrug als littekens in het landschap, zoals voormalig groeve de Paltz ten noorden van (ex)vliegbasis Soesterberg, Monnikenbosch ten zuidwesten van Amersfoort, de waterleiding afgraving ten zuiden van Soest, Schaerwijde en de Krakeling ten oosten van Zeist en het Doornse Gat bij Doorn. Van deze is enkel van groeve de Paltz een detailfoto en een heel summiere beschrijving teruggevonden. In het Doornse Gat waren recent nog enige kleine ontsluitingen te zien. In en nabij Soesterberg is veel zand afgegraven, wat heden ten dage nog goed waar te nemen is in het landschap. Enige van deze groeves zijn geologisch onderzocht. Wie rondfietst over de Utrechtse Heuvelrug zal nog talrijke kleinere afgravingen waarnemen, die hier niet met name genoemd worden. Sinds zandgroeves uit het landschap zijn verdwenen, zijn geologische ontsluitingen slechts waarneembaar bij wegwerkzaamheden en bouwputten als er diep genoeg gegraven wordt. Dit betreft ontsluitingen met een beperkte levensduur.

De geologische beschrijvingen van ontsluitingen worden in deze volgorde gepresenteerd voor gestuwde afzettingen. Het jaar van rapporteren wordt toegevoegd:

- Zanderij bij Maarn (1999)
- Groeve Kwintelooijen (1981 & 2008)
- Groeve Leccius de Ridder (1966)
- Groeve de Paltz (1987)
- Doornse Gat (2021)
- A28 ontsluitingen (1986, 1987 & 2006)
- De Hoge Kleij bij Amersfoort (1959)
- Groeve Ruttenberg in Soest (1959)
- Bouwlocatie Leersum (2020)
- Bouwlocatie Soesterberg (2021)

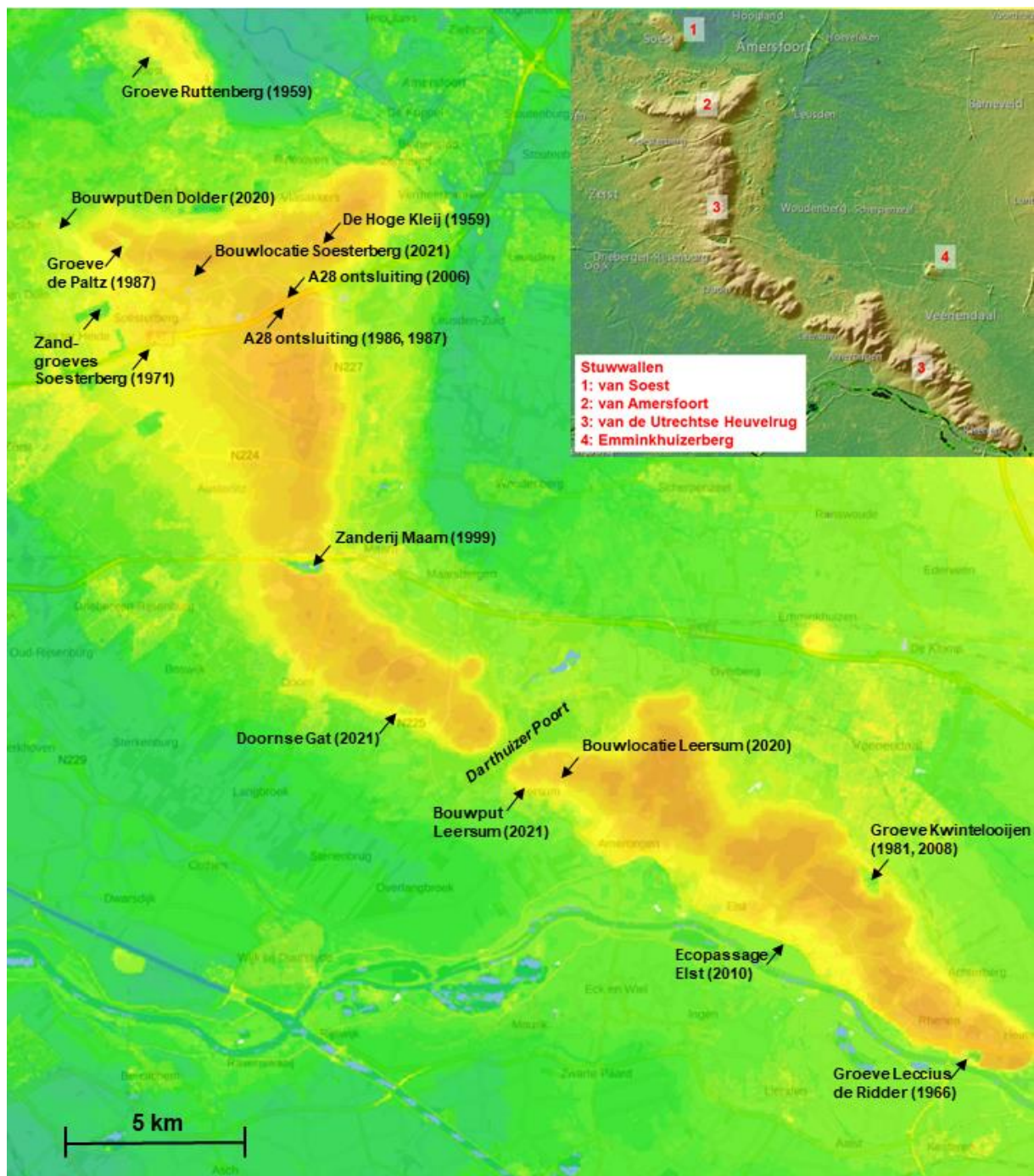
Voor niet gestuwde afzettingen in de directe nabijheid van de stuwwal:

- Zandgroeves Soesterberg (1971)
- Bouwput Den Dolder (2020)
- Ecopassage Elst (2010)
- Bouwput Leersum (2021)

Deze lijst moet als levend document worden gezien, waar nieuwe waarnemingen aan kunnen worden toegevoegd.

De inventarisatie van geologische beschrijvingen bestrijkt de stuwwal van de Utrechtse Heuvelrug vanaf de Grebbeberg in het Zuidoosten tot en met de stuwwal van Amersfoort in het Noorden (afb. 1). Van de kleine geïsoleerde stuwwal van Soest zijn enkel schetsen van amateur geoloog Lucas Hofland opgenomen, gemaakt in een voormalige groeve op de Soester Eng. Het Gooi is niet in deze inventarisatie opgenomen, aangezien de ontsluitingen reeds door Sander Koopman worden gecatalogiseerd ([www.ivngooi.nl/ggis/](http://www.ivngooi.nl/ggis/)).

Voorafgaand aan de inventarisatie wordt het ontstaan van de stuwwallen in Midden Nederland beschreven met een kort overzicht van het Pleistoceen en de Saale ijstijd in het bijzonder.



Afbeelding 1: De Utrechtse Heuvelrug (AHN) met beschreven locaties (in het kader een specificatie van verschillende stuwwallen).

## Stuwwallen in Midden Nederland

Ter inleiding van inventarisatie van geologische beschrijvingen van ontsluitingen verspreid over de Utrechtse Heuvelrug wordt een kort overzicht van het Pleistoceen in Nederland gegeven en vervolgens op het voorlaatste glaciaal, het Saalien, gefocust toen het landijs de stuwwallen in Nederland vormde.

### Het Pleistoceen in Nederland

De chronostratigrafische onderverdeling van het Pleistoceen in Nederland in etages, glacials en interglacials weergevend, is voornamelijk gebaseerd op palynologisch onderzoek uit de zestiger jaren van de vorige eeuw (Zagwijn, 1963). Deze onderverdeling wordt nog steeds gehanteerd met minieme latere aanpassingen (afb. 3). Wat betreft de lithostratigrafie, is het praktisch voor de huidige Utrechtse Heuvelrug stuwwal inventarisatie naar de gedateerde formaties uit 1975 te refereren (afb. 2), aangezien de oudere geologische studies in het vervolg naar de lithologische samenstelling van deze formaties refereren. De huidige stratigrafie van het Pleistoceen in Nederland is weergegeven in afbeelding 3a. De oxygen isotope stages geven de klimaat wisselingen aan, gebaseerd op temperatuurmetingen in oceaansedimenten, maar de oude etagenomenclatuur is ook nog in gebruik.

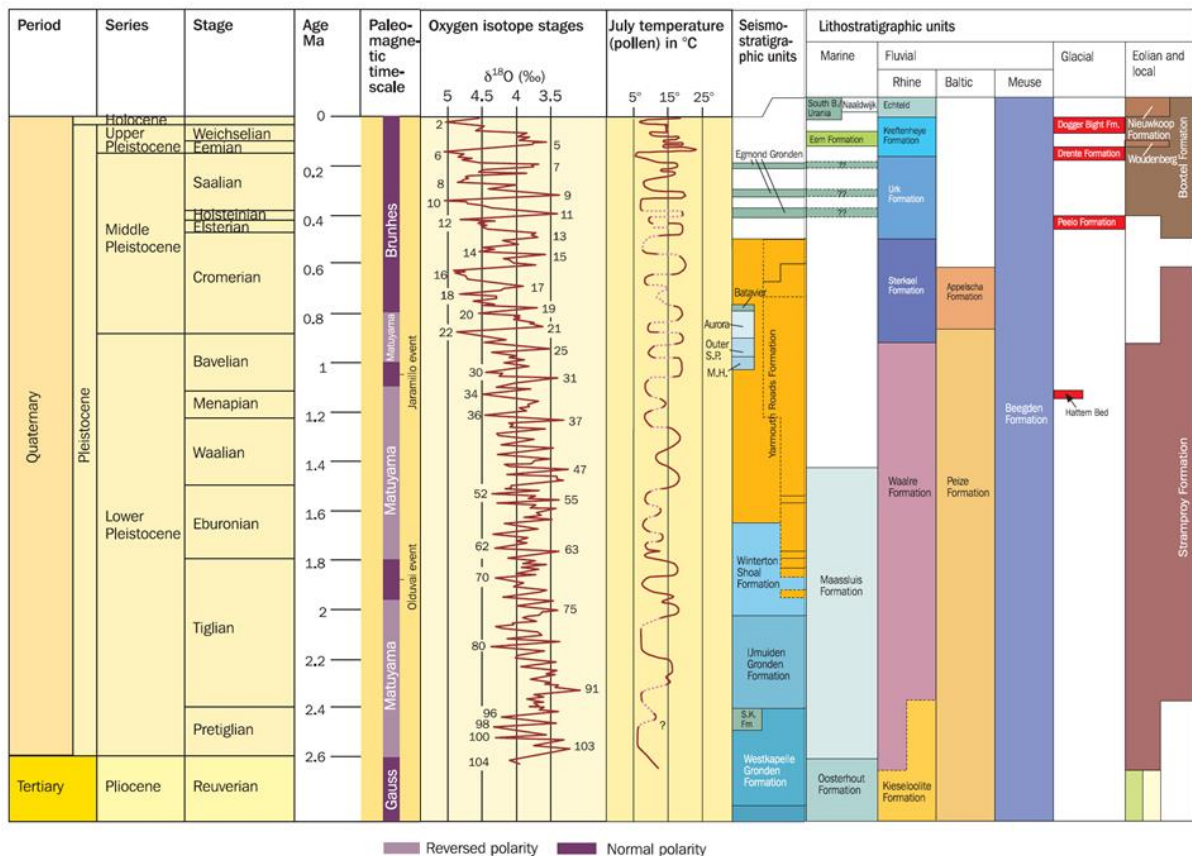
| Chronostratigrafie |          |                      | Afzettingen in verband met landijs |   | Afzettingen van lokale herkomst         |   | Afzettingen van grote rivieren |                             | Afzettingen in zee en bij de kust |   |
|--------------------|----------|----------------------|------------------------------------|---|-----------------------------------------|---|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|---|
|                    |          |                      | N                                  | Z | N                                       | Z | N                              | Z                           | N                                 | Z |
| KWARTAIR           | HOLOCEN  |                      |                                    |   |                                         |   |                                |                             |                                   |   |
|                    |          |                      |                                    |   |                                         |   |                                |                             |                                   |   |
|                    | BOVEN    | Weichselien*         |                                    |   | Formatie van Kootwijk E                 |   | Betuwe Formatie R + M          |                             | Westland Formatie                 |   |
|                    |          | Eemien               |                                    |   | Formatie van Singraven B                |   | Formatie van Kreftenheye       |                             |                                   |   |
|                    | MIDDEN   | Saalien*             | F. v. Drente                       |   | Formatie van Twente E + V + P + B       |   | Formatie van Asten V           |                             | Eem Formatie                      |   |
|                    |          | Holsteinien          |                                    |   | Formatie van Eindhoven E + P            |   |                                |                             |                                   |   |
|                    |          | Elsterien*           | F. v. Peelo                        |   | Formatie van B + V                      |   | Formatie van Urk R             | Formatie van Veghel M       | ***                               |   |
|                    |          | 'Cromerien complex** |                                    |   |                                         |   | Formatie van Sterksel R + M    |                             |                                   |   |
|                    |          | Menapien*            |                                    |   |                                         |   | Form. van Enschede C           | Formatie van Kedichem R + M |                                   |   |
|                    | ONDER    | Waalien              |                                    |   | Form. van Kedichem (ten dele) B + P + V |   | Formatie van Harderwijk O      |                             |                                   |   |
|                    |          | Eburonien*           |                                    |   |                                         |   | Formatie van Tegelen R + M     |                             | Formatie van Maassluis            |   |
|                    |          | Tiglien              |                                    |   |                                         |   |                                |                             |                                   |   |
|                    |          | Praetiglien*         |                                    |   |                                         |   |                                |                             |                                   |   |
|                    | PLIOCEEN | BOVEN (Reuverien)    |                                    |   |                                         |   | Form. van Scheemda O           | Kiezel-ooliet Form. R + M   | Formatie van Oosterhout           |   |
|                    |          | ONDER (Brunssumien)  |                                    |   |                                         |   |                                |                             |                                   |   |

E = eolische afzettingen  
 P = periglaciale afzettingen  
 B = beekafzettingen  
 V = veen  
 R = Rijn  
 M = Maas  
 O = oostelijke noordduitse rivieren en voorlopers

\*koude tijd  
 \*\*complexe eenheid bestaande uit tenminste 4 warme en 3 koude tijden  
 \*\*\*nog onbenoemd, voorlopig bij Formatie van Urk

Afbeelding 2: Voormalige Boven-Tertiaire en Kwartaire Stratigrafie van Nederland (Doppert et al, 1975); Formaties gebruikt door Ruegg (1981, 1999 en 2008) in rood kader.



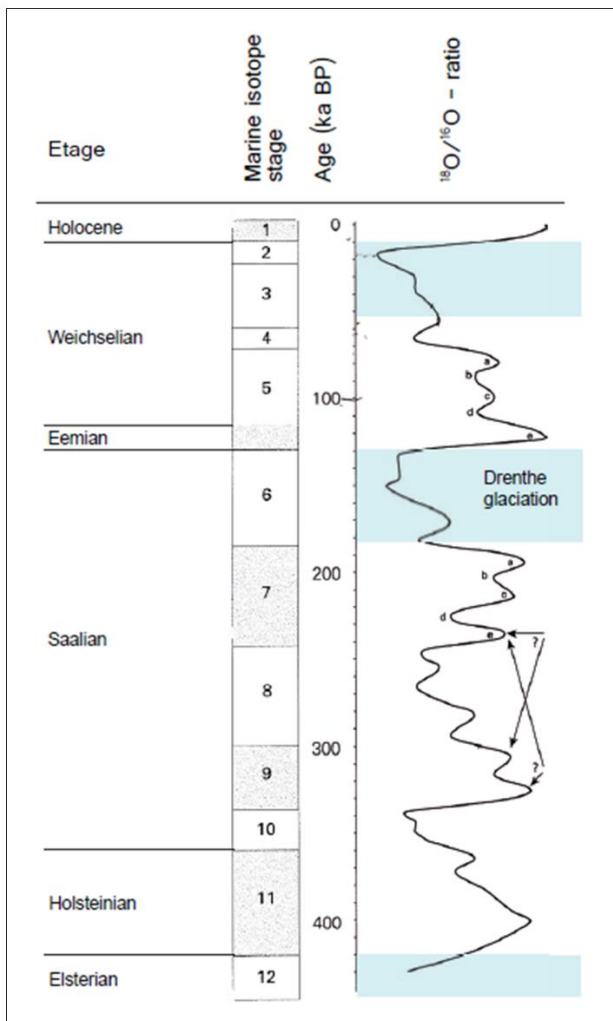


Afbeelding 3a: Stratigrafie van het Pleistoceen in Nederland (Wong et al., 2007, naar de Mulder et al., 2003).

## Het Saalien

De grote uitbreiding van het landijs vond plaats tijdens Marine/Oxygen Isotope Stage 6 van 200.000 tot 130.000 jaar geleden. Dit wordt de Drente glaciatie genoemd (afb. 3b). Het ijs bereikte in de laatste fase van deze periode haar maximale uitbreiding (afb. 4, fase 3).

Aanvankelijk komt het ijs vanuit het noordoosten ons land binnen. Dat blijkt uit de oriëntatie van langwerpige lage ruggen op het Drents-Fries keileem plateau en uit de ligging van de lage stuwwallen in Noord-Nederland langs de lijn Texel-Hoogeveen. Deze zijn vervolgens door het ijs overreden en vervormd. Dikke pakketten keileem liggen vaak tegen deze stuwwallen aan. Grote aaneengesloten gebieden met keileem komen voor in Drente, Friesland, het IJsselmeergebied en in Noord-Holland. Het ijs kon gemakkelijk over de keileemgrond in Noord-Nederland glijden, omdat het smeltwater niet in de leem doordrong (van den Berg en Beets, 1987).

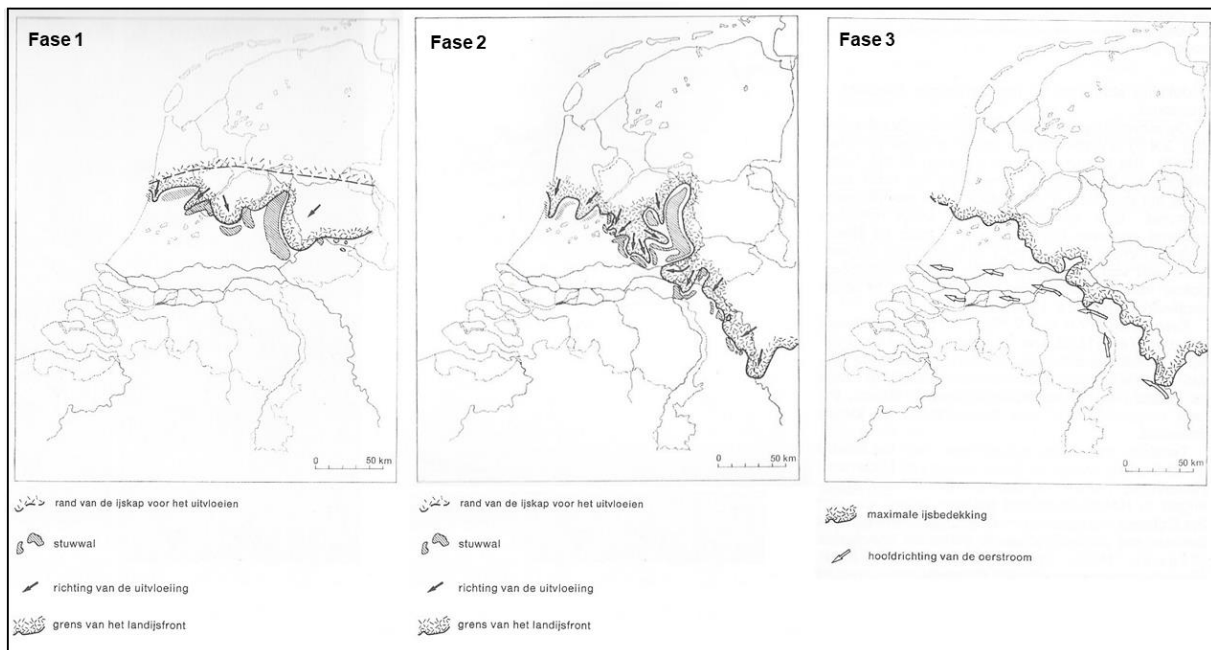


Afbeelding 3b: Chronostratigrafie van het Midden en Laat Pleistoceen in Nederland. Blauwe zones zijn koudste periodes (Pierik, 2010).

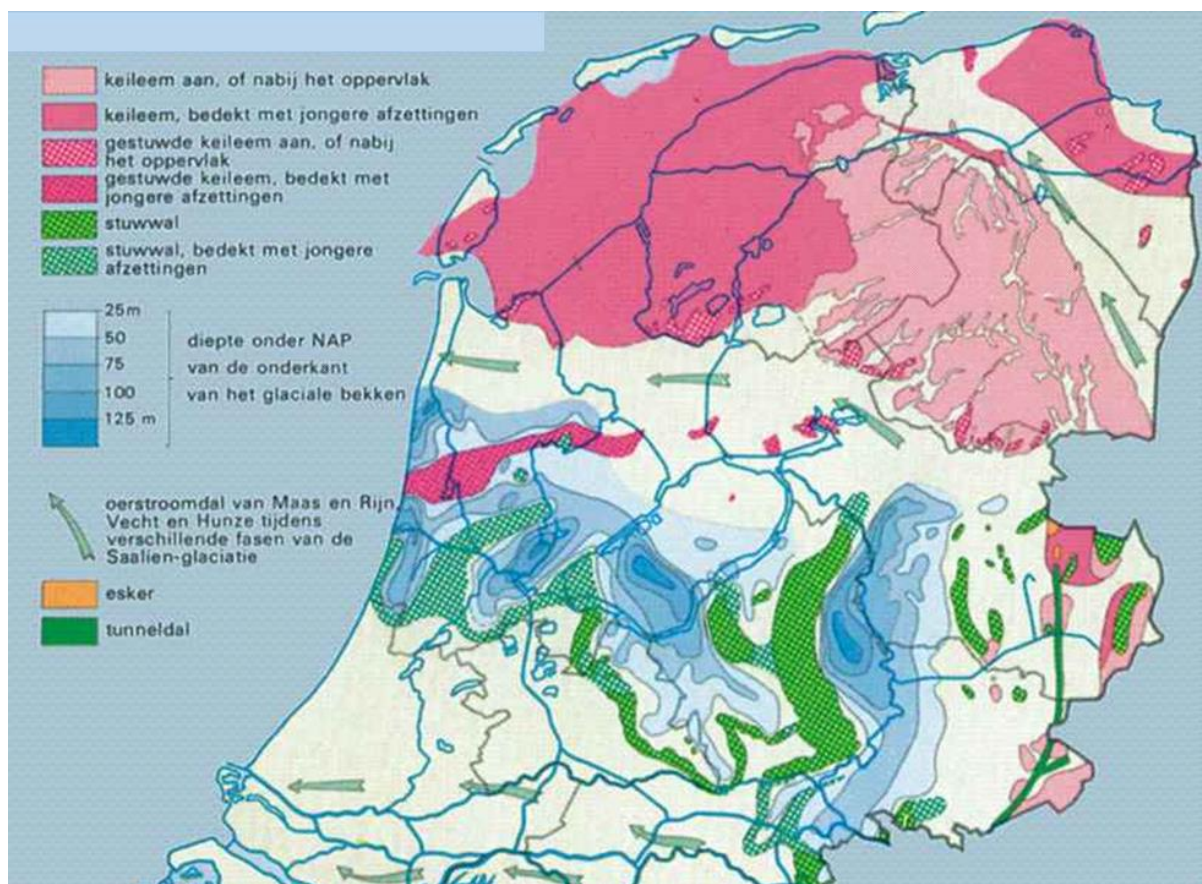
Verder naar het zuiden werden 4 glaciale bekkens uitgeslepen onder IJmuiden, Amsterdam, Flevoland en het noordelijke deel van de Gelderse vallei (afb. 4, fase 1). Vervolgens bereikte het ijs in Midden-Nederland de grove rivierzanden. Het smeltwater onder het ijs drong hier de bodem in, met als resultaat dat het ijs langzamer ging glijden en zich de bodem ingroef. Zo vormde het ijs gletsjertongen, die de bevroren bodem aan weerszijden en voor zich uit duwde tot hoge heuvels, de stuwwallen van de Utrechtse Heuvelrug, de zuidelijke Veluwe en de stuwwallen in het oosten van het land en het Benedenrijngebied (afb. 4, fase 2 & afb. 5). In ontsluitingen zien stuwwallen eruit als schotsen of schubben, opgebouwd uit lagen zand en klei, die als dakpannen over elkaar heen geschoven zijn (afb. 6A). Een schematische voorstelling van de vorming van de stuwwal van de Utrechtse Heuvelrug en de stuwwal van Lunteren-Ede-Wageningen door een gletsjertong, die zich door de Gelderse vallei naar het zuiden bewoog, is weergegeven in afbeelding 6B.

De Utrechtse Heuvelrug is hoofdzakelijk opgebouwd uit sedimenten die door de rivier de Rijn zijn afgezet (afb. 3a). De Formatie van Waalre bestaat uit fijn zand, leem en klei, dat als overschuivingsvlak fungeerde. De Formatie van Urk bestaat uit grof zand en grind, dat geschikt is voor stuwwal vorming. Deze fluviatiele afzettingen worden overdekt door fluvioglaciale sedimenten van de Formatie van Drente. Deze formaties worden op de locaties Maarn en Kwintelooijen uitgebreider beschreven.

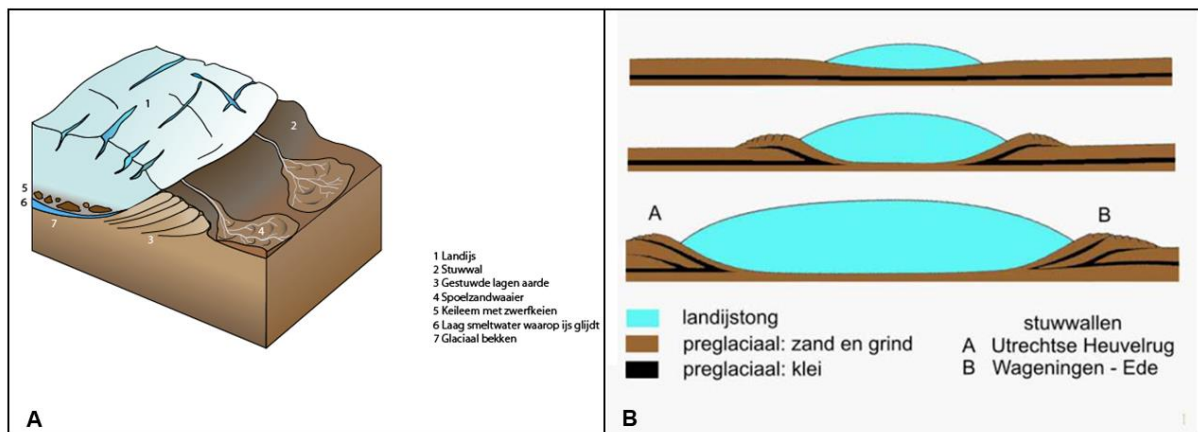




Afbeelding 4: Landijsbedekking van Nederland; fase 1, eerste uitvloeïng van het landijsfront; vorming van 4 diepe glaciale bekkens, fase 2, verdere uitvloeïng van het landijsfront en fase 3, maximale uitbreiding van het landijs (oerstroom van Rijn en Maas voor het landijsfront) naar Jelgersma en Breeuwer (1975).

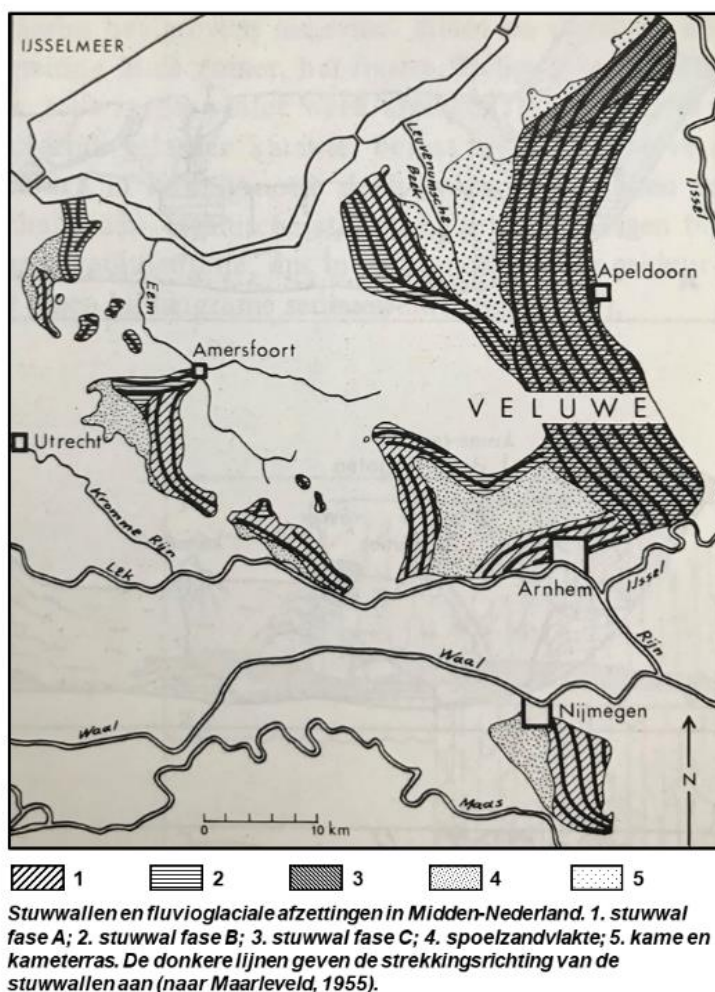


Afbeelding 5: Stuwwallen en glaciale bekkens (Atlas van Nederland, deel 13, Geologie, 1985). Aangepast naar kaart glaciale verschijnselen gedurende het Saalien van Jelgersma en Breeuwer (1975).



Afbeelding 6: A: Vorming van een stuwwal (Naturalis), B: Schematische voorstelling van de vorming van de stuwwallen van de Utrechtse Heuvelrug en Wageningen-Ede (Hoogendoorn, 2008).

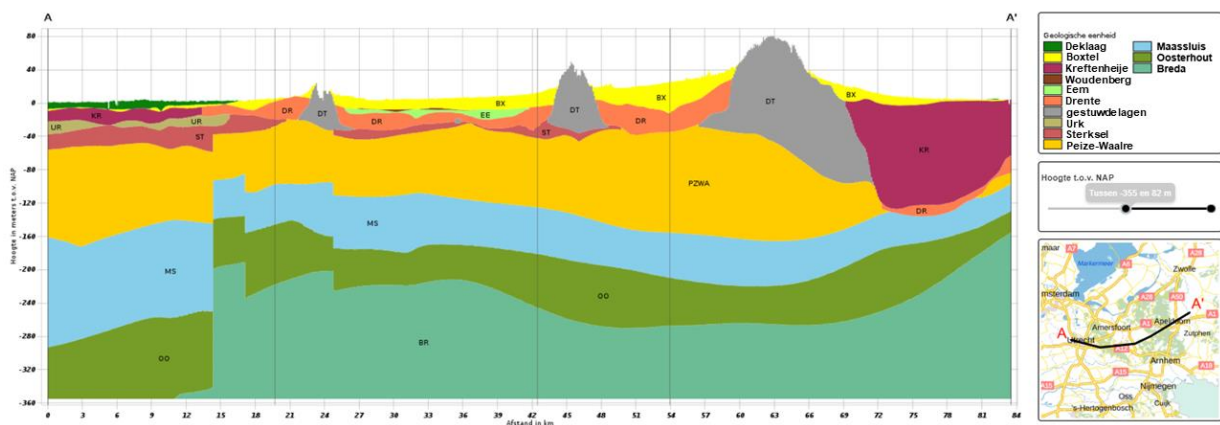
Van der Vlerk en Florschütz maken in hun klassieke boek 'Nederland in het Ijstijdvak' uit 1949 melding van stuwwallen, maar de eerste die een kaart presenteert van stuwwallen in Midden Nederland is Maarleveld in 1955 (afb. 7). Deze kaart laat al zien dat de stuwwal van de Utrechtse Heuvelrug ouder is (fase A) dan de stuwwal van Amersfoort (fase B).



Afbeelding 7: Stuwwallen en fluvioglaciale afzettingen in Midden-Nederland (Maarleveld, 1955).

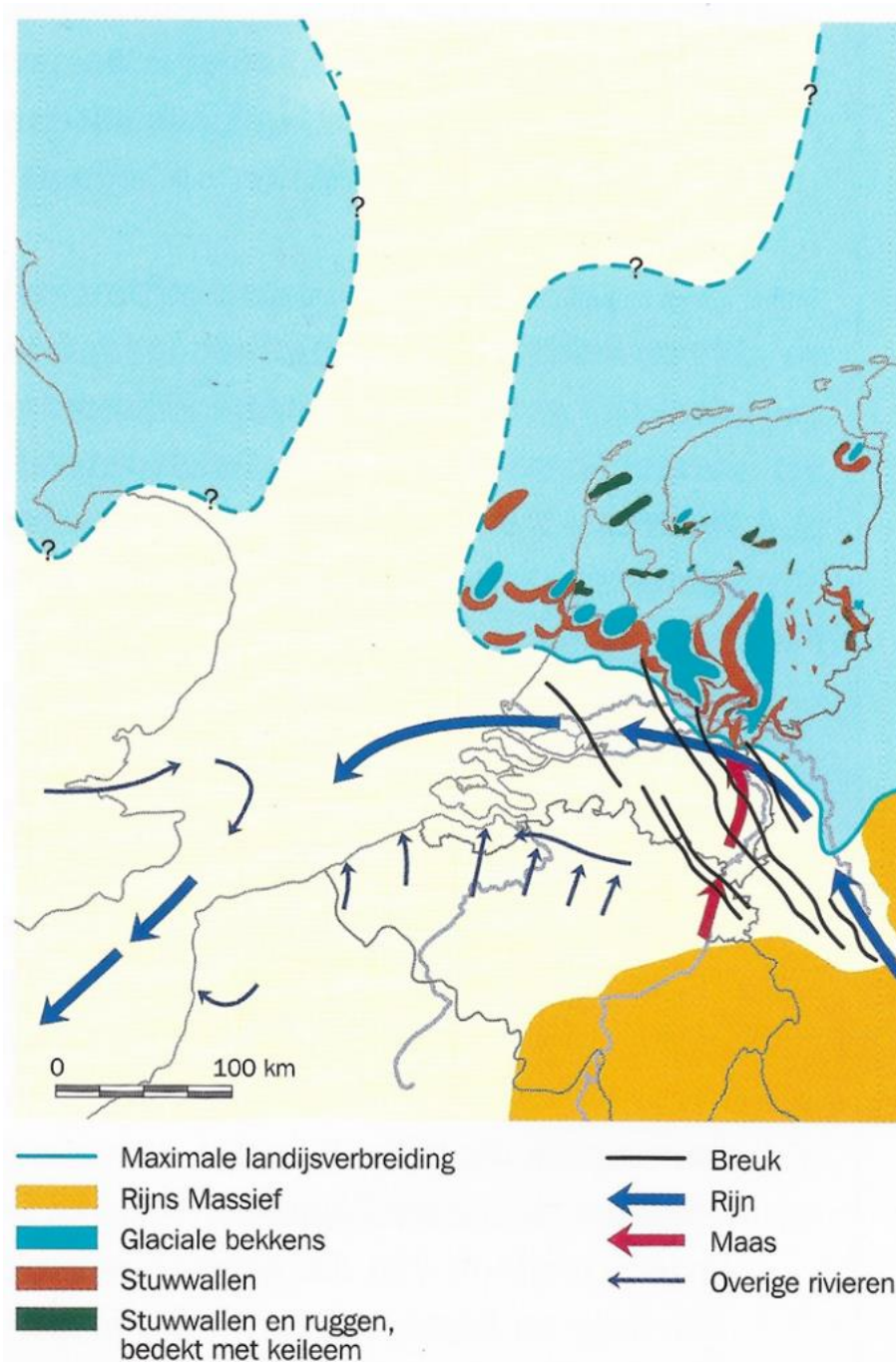


Een dwarsprofiel over Midden-Nederland (afb. 9) tot een diepte van 400 meter geeft de Kwartaire tot Laat-Tertiaire formaties weer die onder de stuwwal van de Utrechtse Heuvelrug en de Veluwe worden aangetroffen.



10

Laban (1995) reconstrueerde de maximale uitbreiding van het gletsjerijs in de offshore, waardoor een paleogeografische kaart van het Laat-Saalien, die zich uitstrekt van Nederland tot de oostkust van het Verenigd Koninkrijk, kon worden gemaakt (afb. 10).



Afbeelding 10: Paleogeografie van Nederland en de Noordzee tijdens de maximale uitbreiding van het gletsjerijs gedurende het Laat-Saalien. De Scandinavische Britse ijskappen zijn waarschijnlijk niet met elkaar verbonden. De Rijn en de Thames stromen zuidwaarts naar Het Kanaal (de Mulder et al., 2003).

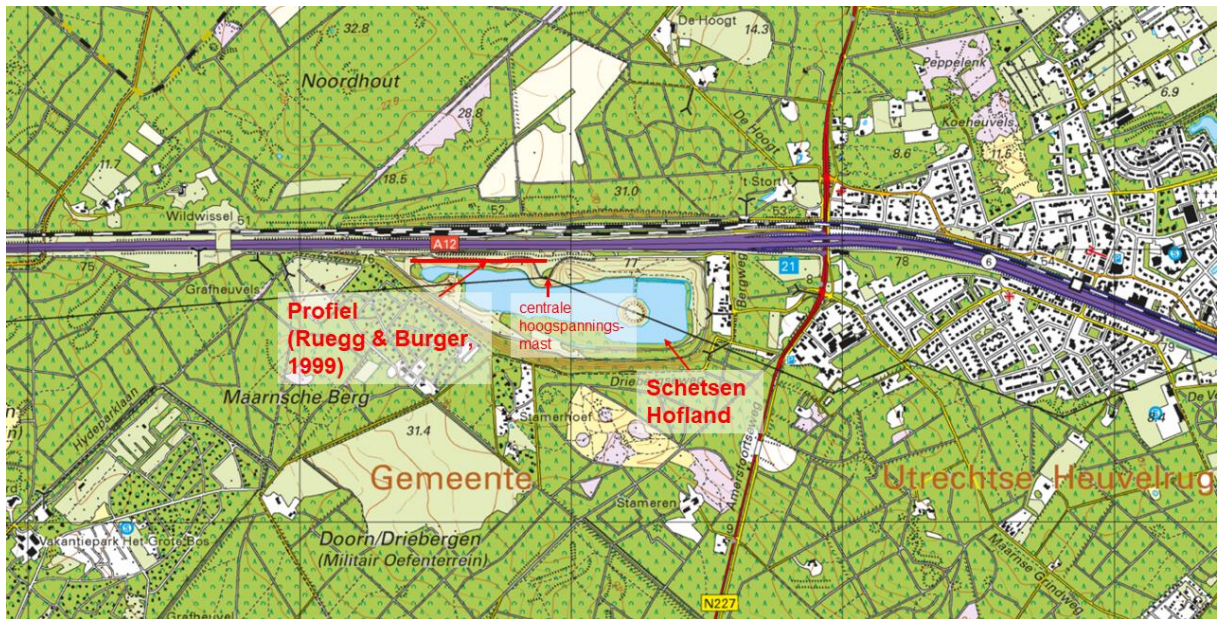


## Overzicht ontsluitingen (voor locaties zie afbeelding 1)

### Gestuwde afzettingen

#### Zanderij bij Maarn/Spoorwegafgraving bij Maarn

Reeds rond 1860 is men begonnen met het afgraven van zand in de zanderij bij Maarn. De eerste geologische schets van de groevewand van Lorié dateert uit 1887. Wim Hoogendoorn geeft een historisch overzicht in zijn boek *Zwerfsteneneiland Maarn* uit 2006. Afbeelding 11 geeft de huidige uitbreiding van de voormalige zandgroeve op locatie weer.



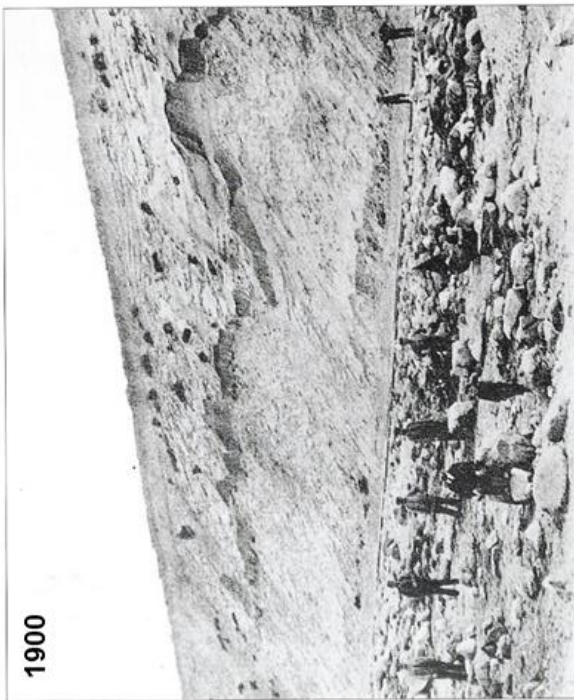
Afbeelding 11: Locatiekaart zanderij bij Maarn met locatie profiel van Ruegg en Burger (1999) ten westen van centrale hoogspanningsmast en schetsen van Hofland.

Helaas is de geologische documentatie van de zanderij beperkt. Van de tot 30 meter hoge zuidwand (afb. 12a), die toch tot niet lang geleden ontsloten moet zijn geweest, gezien het prille vegetatiedek, zijn geen recente beschrijvingen en foto's terug gevonden. Wel zijn van het oostelijk deel van de zuidwand enige schetsen in het archief van amateurgeoloog Hofland (afb. 12b) aanwezig, die hij gemaakt heeft in de periode 1924 tot 1960. Hij schetst een keileemlens\* in fluvioglaciale afzettingen van 40 meter lang, 3 meter hoog en van een beperkte breedte, die niet altijd werd waargenomen, omdat de groevewand zich naar het zuiden verplaatste. Verder heeft hij in het oostelijk deel van de zuidwand schetsen gemaakt van gestuwde afzettingen met plastische en starre vervormingen van respectievelijk leem en zand- en grindlagen. In de noordoost hoek van de groeve beschrijft hij een laagopeenvolging met grote noordelijke stenen, die als het ware 'drijven' in ongestuwd fluvioglaciaal grindarm zand.

\* Het voorkomen van keileem in de zanderij wordt niet vermeld door Ruegg en Burger (1999) in fluvioglaciale afzettingen van de Formatie van Drente en kan niet worden geverifieerd.

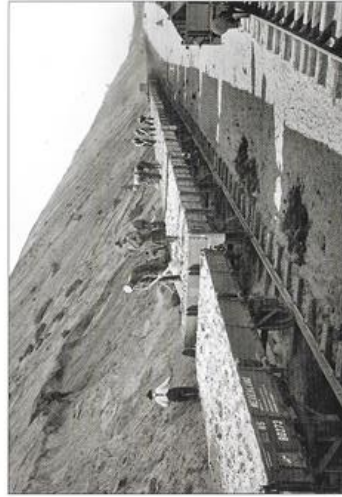
## De zuidwand van de zanderij in Maarn door de tijd heen

1900

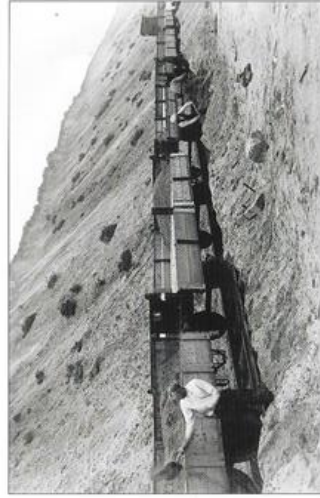


1935

Afb. 83 Gezicht op de Zanderij van de Staatsspoorwegen te Maarn, met een beladen zandrein in het kader van de werkverschaffing.  
Bron: Het Utrechts Archief, catalogusnr. 43232, datering maart 1935.



Afb. 84 Het beladen van een zandrein in het kader van de werkverschaffing op de Zanderij van de Staatsspoorwegen te Maarn.  
Bron: Het Utrechts Archief, catalogusnr. 43233, datering maart 1935.



Afb. 85 Het laden van de zandwagons.  
Bron: Spoorwegmuseum Utrecht, datering 1934.

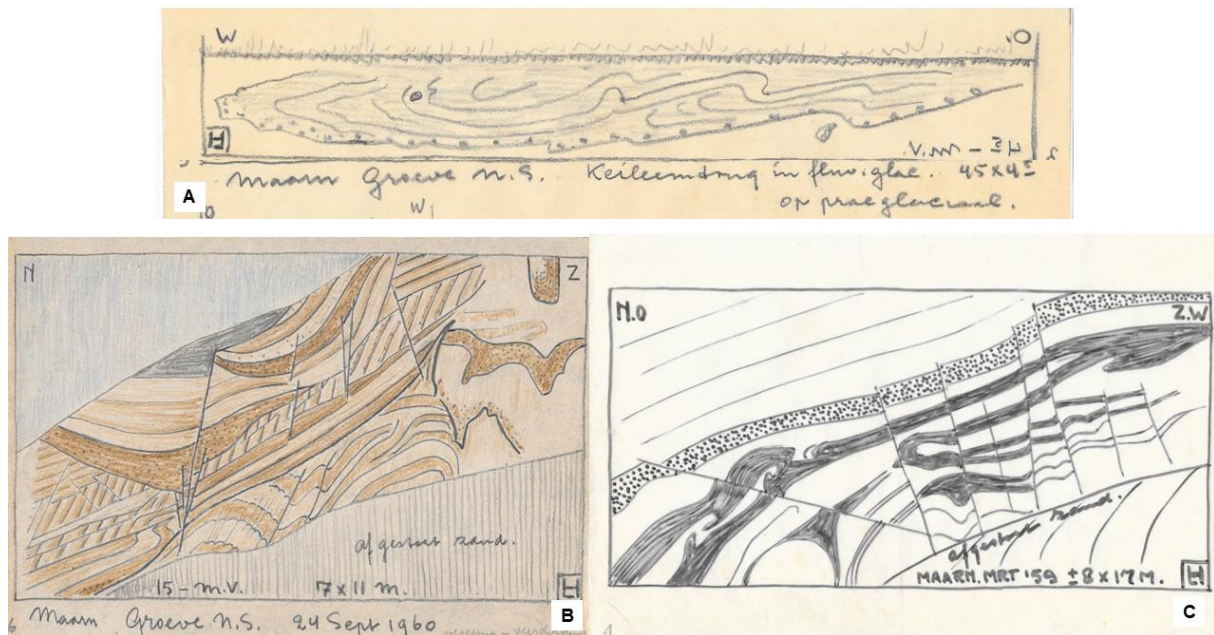
Hofland  
~ 1950



2020

Afbeelding 12a: De zuidwand van zanderij bij Maarn in 1900, 1935, rond 1950 en 2020.



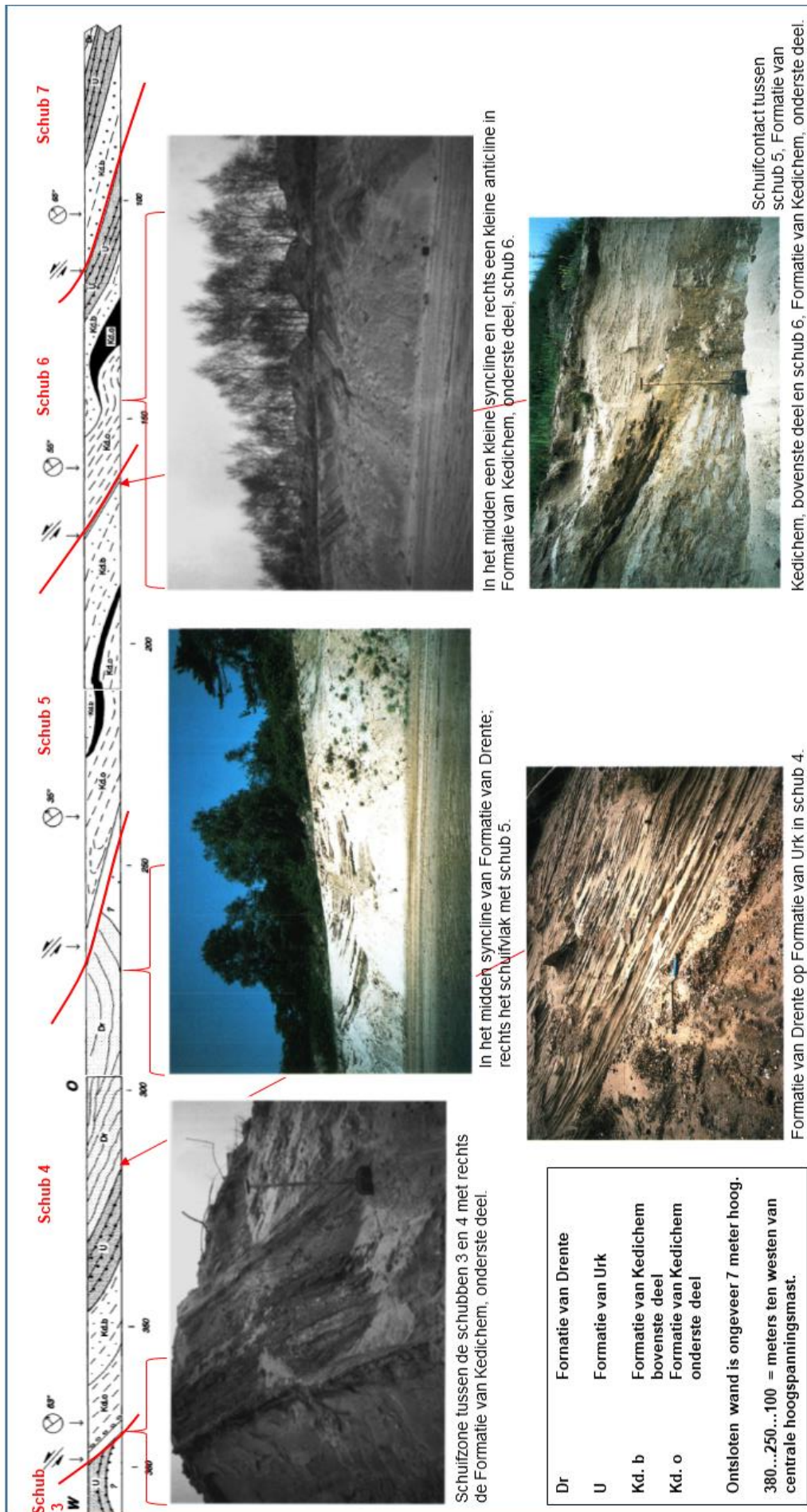


Afbeelding 12b: Profielschetsen van Hofland van de oostkant van de zuidwand. A) Keileem 'tong' in fluvioglaciale afzettingen op preglaciale afzettingen, B en C) Gestuwde afzettingen met plastische en starre vervormingen van respectievelijk leem en zand- en grindlagen.

De exploitatie van de noordwand is in 1994 geïntensiveerd. Het gepubliceerde werk beperkt zich tot de westzijde van de noordwand van de voormalige groeve ten westen van de centrale hoogspanningsmast (afb. 11). Ruegg & Burger (1999) presenteren een serie beschrijvingen, schetsen en foto's van een zich terugtrekkende groevewand van ongeveer 7 meter hoog tussen 1994 en 1999 (afb. 13). Zij onderscheiden 7 schubben, opgestuwd vanuit het Oosten tot Noordoosten. In de schubben bevinden zich a) de Vroeg-Pleistocene Formatie van Kedichem\* (afb. 2), fluviatiele afzettingen, waarvan het onderste deel bestaat uit grindarme roestbruine zanden, die naar boven toe in korrelgrootte afnemen, met bovenin een kleilaag en het bovenste deel bestaat uit lichtgrijze zanden, uniform van samenstelling, b) de Midden-Pleistocene Formatie van Urk, fluviatiele afzettingen, afwisseling van lichtbruin zand, grindhoudend zand en grind, en c) de Midden-Pleistocene Formatie van Drente, fluvioglaciale zanden en grinden, die enkel in schub 4 (en wellicht 7) is aangetroffen. In een voetnoot melden de auteurs, dat de uniforme lichtgrijze zanden in het bovenste deel van de Formatie van Kedichem ook tot de Groene Bank van de Formatie van Urk kunnen behoren. De dikte van drie schubben is uit het profiel (afb. 13) te reconstrueren. Schub 4 bereikt een dikte van 80 meter, schub 5 een dikte van 60 meter en schub 6 een dikte van 40 meter.

\* De formatie van Kedichem (afb. 2) is momenteel onderdeel van de Formatie van Waalre (afb. 3). De gedateerde nomenclatuur wordt in deze inventarisatie gehandhaafd, omdat de auteurs die tijdens hun onderzoek hanteerden en dit ook nadien (Ruegg, 2008) handhaafden.





Afbeelding 13: Samengesteld profiel van de noordwand, ten westen van de centrale hoogspanningsmast (Ruegg & Burger, 1999). Voor locatie zie afbeelding 11.

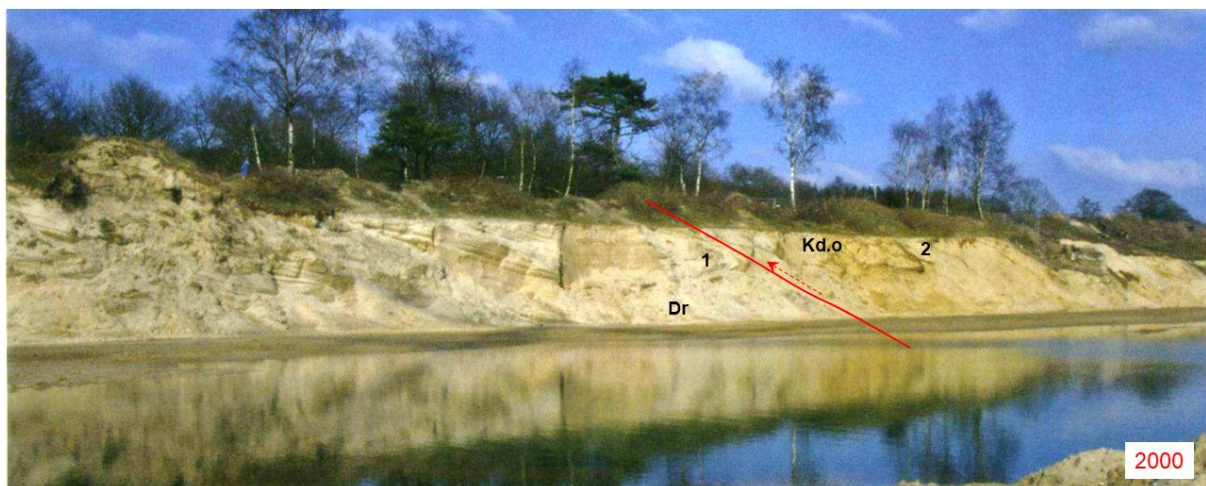
De oostzijde van de noordwand is summier gedocumenteerd. Ruegg & Burger (1999) publiceren enkel enige foto's (afb. 14) en vermelden dat er niet in detail naar dit deel van de wand is gekeken.



Afbeelding 14: Linker foto: Formatie van Urk op Formatie van Kedichem (nu Waalre), 270 m ten oosten van centrale hoogspanningsmast. Rechter foto: Formatie van Urk met grindlagen, 375 m ten oosten van centrale mast (Ruegg & Burger, 1999).

Hoogendoorn (2006 & 2010) geeft nog een laatste inkijk op de westzijde van de noordwand, het deel dat ook door Ruegg en Burger (1999) is beschreven, maar nu iets verder is afgegraven (afb. 15 & 16). Ook heeft hij korte rapportages online gezet met foto's uit 2000 (afb 17 & 18). Incidenteel maakte hij een stuk wand schoon (afb. 19).

Na 2000 verdwijnen de ontsluitingen uit het landschap, na een periode van recreatie is de zanderij nu een natuurgebied (afb. 20). Recentelijk is er weer een klein stukje wand ontsloten helemaal boven in de noordwest hoek (afb. 21). De elkaar aansnijdende geultjes met grindsnoeren duiden op de Formatie van Drente (conform de geëxtrapoleerde positie in de oudere profielen (afbeeldingen 13 en 15)).



Afbeelding 15: Overzichtsfoto van westzijde van noordelijke groevewand in 2000 (Hoogendoorn, 2010), corresponderend met middendeel van profiel in afbeelding 13 (foto bovenste rij in het midden). Aangegeven zijn: Overschuivingsvlak tussen Formatie van Drente en Formatie van Kedichem (nu Waalre), onderste deel; 1: locatie afbeelding 16, 2: locatie afbeelding 17.





Afbeelding 16: Detail van middendeel profiel afbeelding 15: Formatie van Drente die op rechter foto is omgebogen met eroverheen geschoven de Formatie van Kedichem (nu Waalre), onderste deel (Hoogendoorn, 2006).



Afbeelding 17: Detail van rechterdeel profiel afbeelding 15: Liggende plooi in Formatie van Kedichem (nu Waalre), onderste deel (Hoogendoorn, [www.zwerfsteneneiland.nl](http://www.zwerfsteneneiland.nl), 2016).



Afbeelding 18: Vorstwig; geschatte locatie in afzettingen ter rechter zijde van liggende plooi in afbeelding 17 (Hoogendoorn, [www.zwerfsteneneiland.nl](http://www.zwerfsteneneiland.nl), 2010).





Afbeelding 19: Mogelijk overschuivingsvlak; geschatte locatie ter rechter zijde van afbeelding 17 (Hoogendoorn, [www.zwerfsteneneiland.nl](http://www.zwerfsteneneiland.nl), 2008).



Afbeelding 20: Overzicht over noordwand gezien vanaf de top van de zuidwand (westzijde van noordwand ligt links achter begroeiing verscholen).

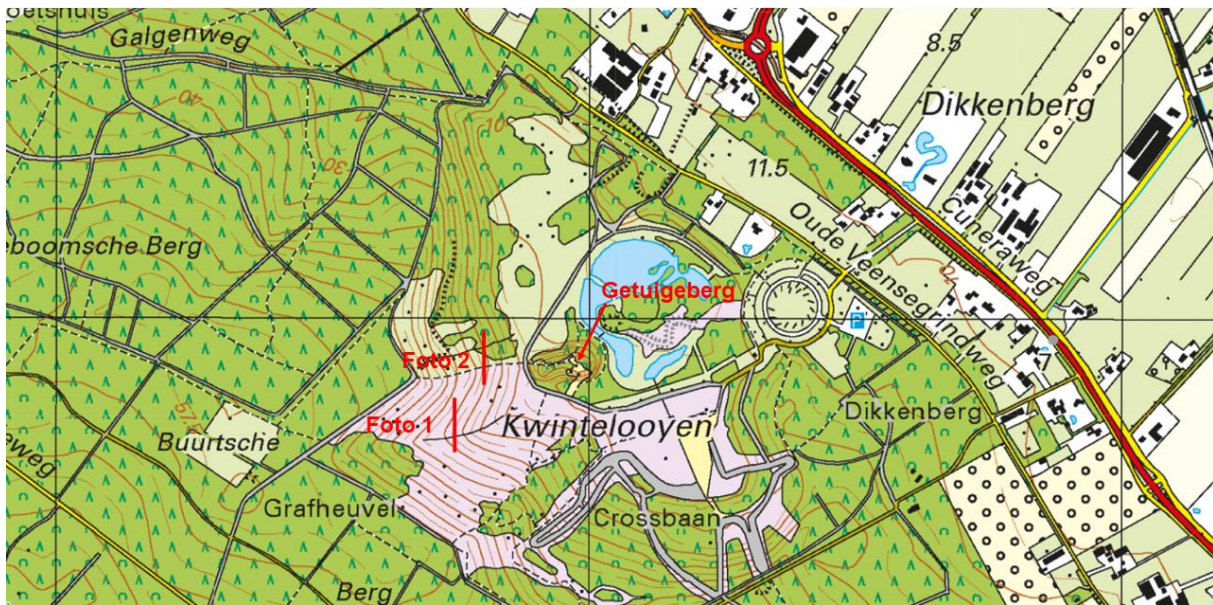


Afbeelding 21: Recente ontsluiting bovenin linkerhoek van noordwand. Geultjes en grindsnoeren behorend tot de Formatie van Drente (autosleutel voor schaal).



## Voormalige groeve Kwintelooyen

Voormalige groeve Kwintelooyen ten zuiden van Veenendaal (afb. 22) is in exploitatie geweest van omstreeks 1955 tot 1991. Geologisch onderzoek had plaats in de zeventiger jaren en is gepubliceerd in Mededelingen van de Rijks Geologische Dienst in 1981 met contributies van Ruegg (sedimentologie), Zandstra (sedimentpetrologie), De Jong (pollenanalyse), Stapert (archeologie), Van Kolfschoten (vertebraten paleontologie) en Van der Wateren (glaciale tektoniek). Ruegg (2008) beschrijft nog een keer de geologie in de voormalige groeve en presenteert nog niet eerder gepubliceerde foto's.

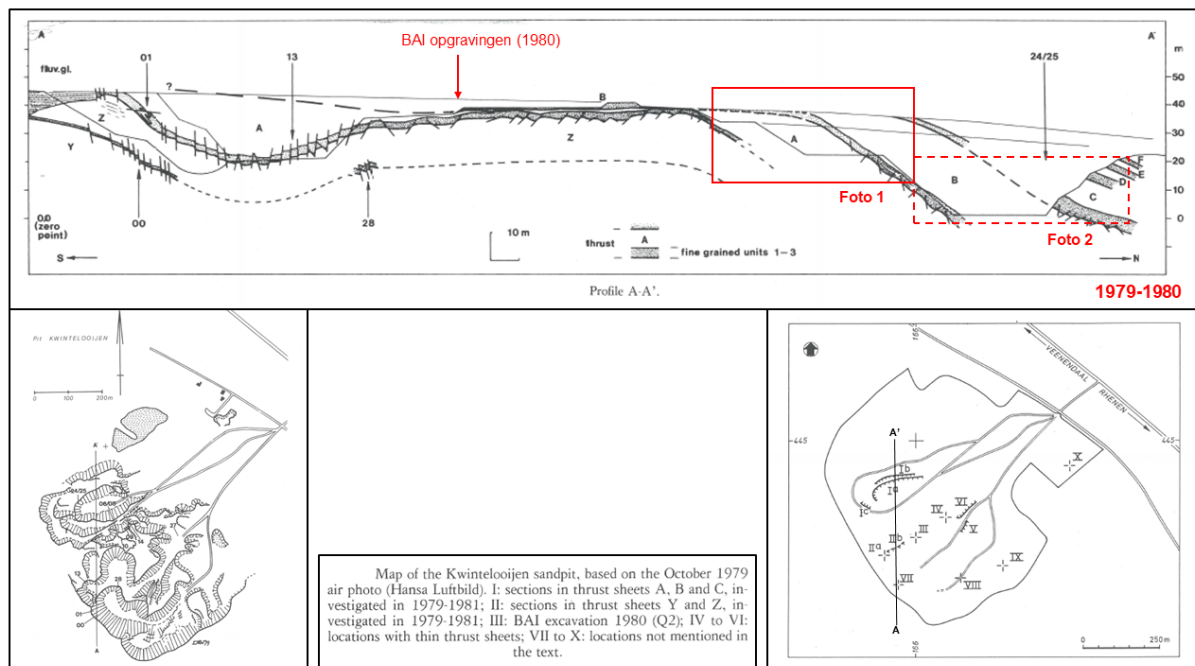


Afbeelding 22: Locatiekaart van voormalig groeve Kwintelooyen met geschatte positie van overzichtsfoto's (afb. 24 & 25) en getuigeberg.

Het is moeilijk een overzichtsbeeld te krijgen van het groevegebied, ook natuurlijk omdat de wanden zich bleven verplaatsen. Van der Wateren (1981) presenteert een overzichtsschets (afb. 23), waar de twee overzichtsfoto's van Ruegg (1981 en 2008) mogelijk zijn in te passen (afb. 24, 25 & 26).

De gestuwde afzettingen zijn aanwezig in de vorm van schubben, die dakpansgewijs zijn opgestapeld (afb. 24). Gemiddeld hellen de schubben met een hoek van 35 tot 40 graden naar het Noordoosten tot Noord-Noordoosten. Acht schubben zijn geïdentificeerd (Ruegg, 1981 en 2008); Y, Z, A, B, C tot F (afb. 23). De meest volledige schubben zijn tot 25 meter dik maar variëren in dikte over het profiel. Daarnaast komt een aantal gelijk opgebouwde deelschubben voor. Niet alle schubben bevatten alle stratigrafische eenheden (afb. 27). Maximaal worden er 10 stratigrafische eenheden per schub geïdentificeerd. Eenheden 1 tot en met 3 zijn fijnkorrelig: meest silt, klei en fijn zand bedden en behoren tot de fluviatiele afzettingen van de Formatie van Kedichem (afb. 2 en voetnoot op bladzijde 14). Ze zijn afgezet gedurende het Waalien interglaciaal zoals palynologisch is vastgesteld (de Jong, 1981). Eenheid 4 bestaat uit groenig medium zand met silt en klei intercalaties. Hij wordt de 'Groene Bank' genoemd (Zandstra, 1981). Eenheden 5 tot en met 8 bestaan uit grootschalig scheef gelaagde bruine zanden met naar boven toe afnemend grindgehalte. Eenheden 4 tot en met 8 behoren tot de fluviatiele afzettingen van de Formatie van Urk. Eenheden 9 en 10 zijn medium zanden en grinden van het sandtype en behoren tot de fluvioglaciale afzettingen van de Formatie van Drente (Ruegg, 1981 & 2008).



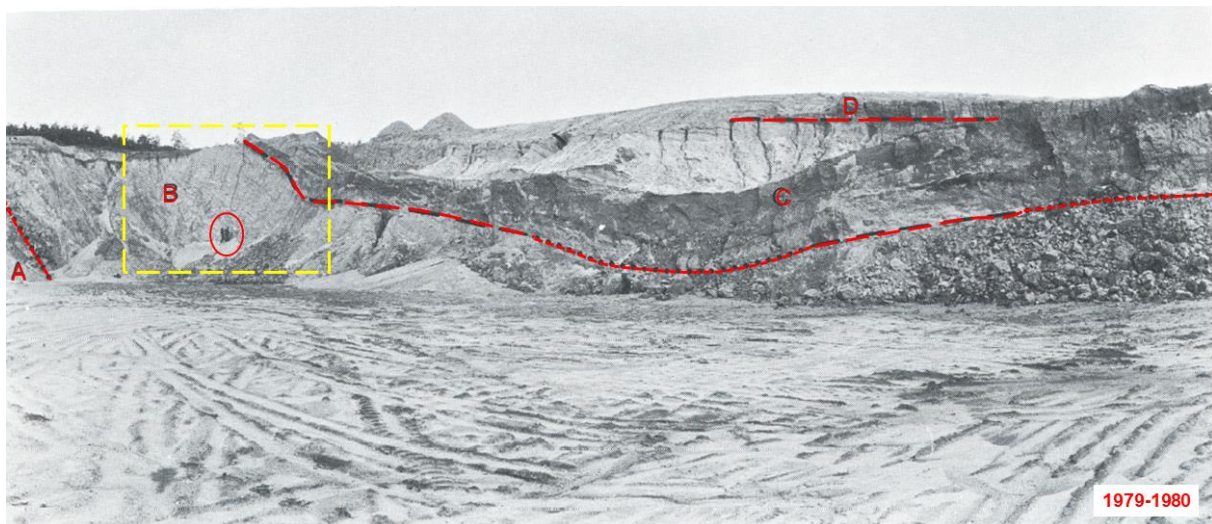


Afbeelding 23: Zuid-Noordprofiel schets met geschatte positie van de overzichtsfoto's (afb. 24 & 25) met links locatiekaart (van der Wateren, 1981). Locatiekaart rechts: RGD en BAI activiteiten (Ruegg, 1981).

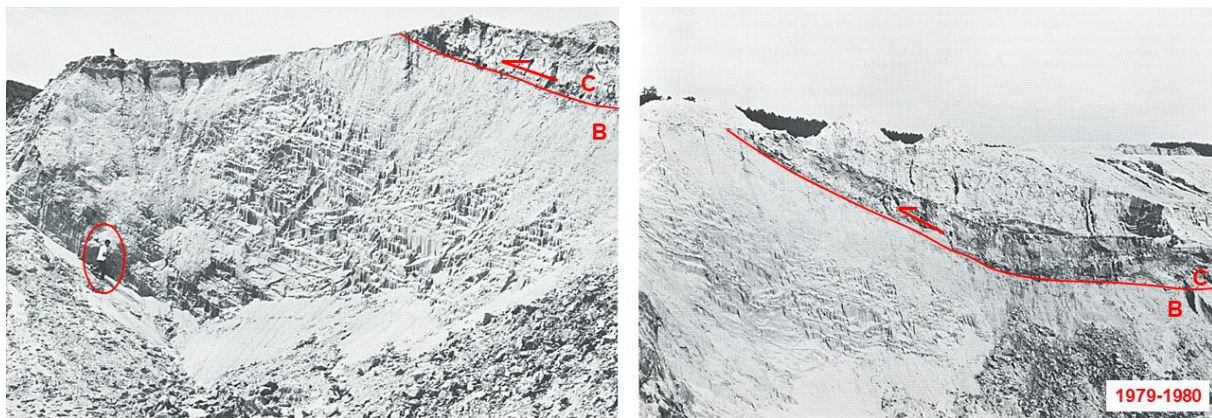


Afbeelding 24: Overzicht van schub A bedekt door het onderste deel van schub B, hellend naar het noordoosten. Beide schubben beginnen aan de basis met een kleig-venig laagpakket. Voor locatie zie afbeeldingen 22 en 23 (Ruegg, 2008).





Afbeelding 25: Overzicht van schubben A tot D (Ruegg, 1981). Voor locatie zie afbeeldingen 22 en 23. Omcirkelde personen voor schaal. Detailfoto in kader (Ruegg, 1981).



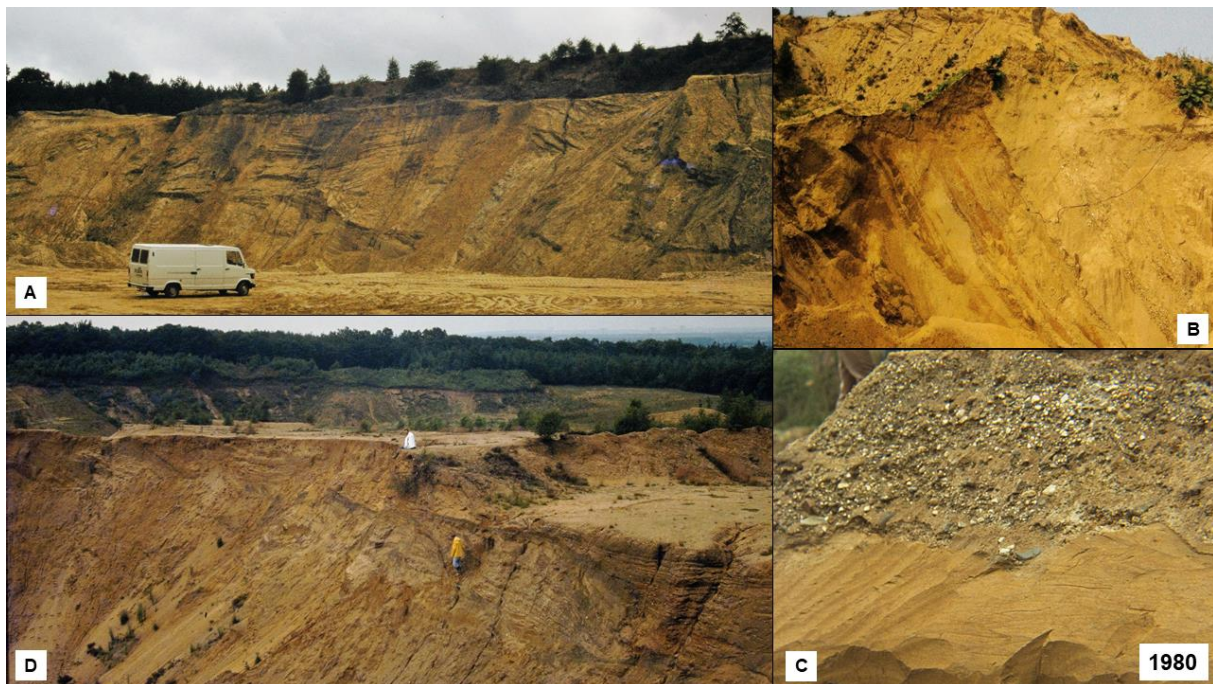
Afbeelding 26: Detail van afbeelding 25 uit verschillende hoeken gefotografeerd. Vanaf omcirkeld persoon naar rechts schub B met zandige en deels grindhoudende afzettingen van eenheden 7 en 8 (Formatie van Urk) overgaand in eenheden 9 en 10 (Formatie van Drente). Boven het overschuivingsvlak: Schub C met kleilaag van eenheden 1 tot en met 3 (Formatie van Kedichem, Zandstra, 1981).



Afbeelding 27: Opeenvolging van dunne incomplete schubben, die uit eenheden 4 en 5 bestaan (Ruegg, 1981). Locatie 200 meter voor midden van profiel (afb. 23).

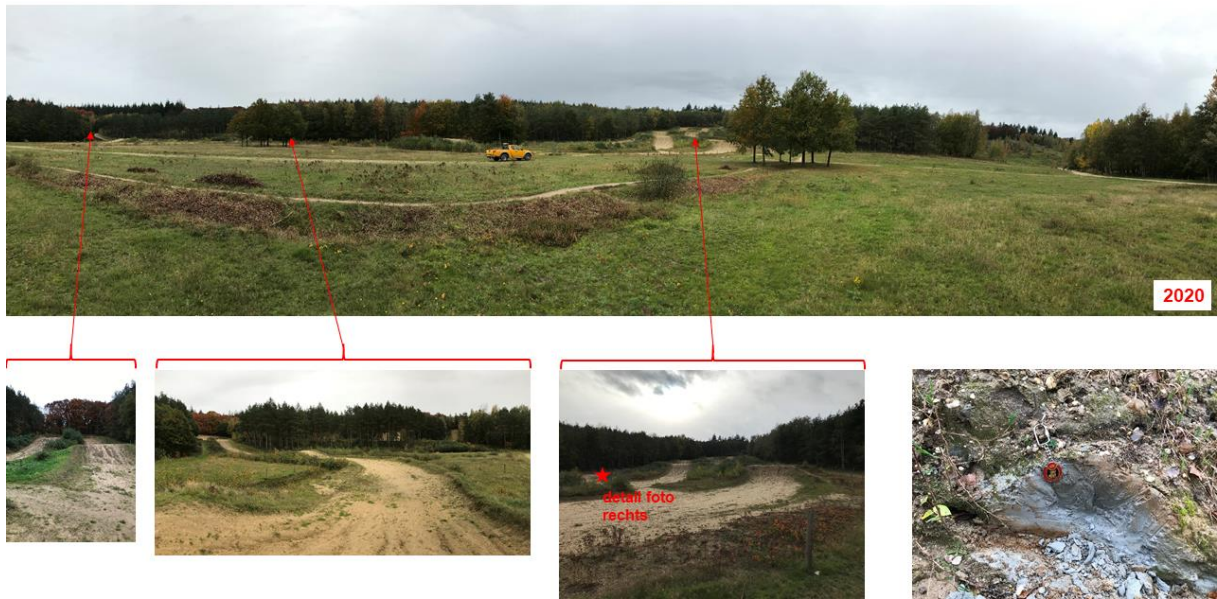


Huiskes (2019) kijkt terug op zijn veldwerk in 1980 als deelnemer van het team van het Biologisch Archeologisch Instituut Groningen. Het team verzamelde artefacten uit een laag bestaande uit een mengsel van grof zand en grind, eenheid 5 van de Formatie van Urk, afgezet op eenheid 4, de 'Groene Bank' (afb. 28). Ook in voormalig groeve de Paltz bij Soesterberg (afb. 34) en in de A28 ecoduct ontsluiting bij Amersfoort (afb. 37, van Balen, 2006) is deze laag aangetroffen en zijn artefacten gevonden. De opgravingen van het BAI team in 1980 vonden plaats in het centrale deel van de groeve (afb. 23). Met hulp van de profielschets (afb. 23) zijn de door Huiskes extra aangeleverde foto's rond de opgravingslocatie in de stratigrafie van Ruegg (1981 en 2008) ingepast (afb. 28).



Afbeelding 28: Foto A) grootschalige scheef gelaagde zanden, waarschijnlijk eenheden 5 tot en met 8 van de Formatie van Urk. Foto B) dunne incomplete schubben, eenheden 4 en 5 van de Formatie van Urk (te vergelijken met afb. 27). Foto C) contact tussen eenheid 4; medium zand, de Groene Bank en eenheid 5; grindhoudend zand waarin artefacten aanwezig zijn, Formatie van Urk. Foto D) bank bestaande uit elkaar insnijpende geulen opgevuld met kleiige, lemige en fijnzandige (locaal grindhoudend) gelaagde afzettingen, waarschijnlijk eenheden 1 tot en met 3 van de Formatie van Kedichem (nu Waalre).

In het huidige recreatie gebied Kwintelooijen zijn de contouren van een groeve en de terrassen waar de graafmachines op werkten nog waarneembaar (afb. 29). Ontsluitingen zijn vrijwel verdwenen. Een gespaarde heuvel, de 'getuigeberg' (afb. 22 & 30) is als geologisch monument bedoeld. Met name oudere delen van een aantal incomplete schubben zijn er in bewaard gebleven, met vooral kleilagen van de Formatie van Kedichem, nu Waalre (Ruegg, 2008). Helaas is momenteel de geologie slecht waarneembaar, aangezien de getuigeberg een afgevlakte gladde speelheuvel voor kinderen is geworden (afb. 30). Toch is er op meerdere niveaus in verschillende incomplete schubben komklei overdekt met paleosolen ontsloten (geweest) aan de oostzijde van de heuvel volgens Van Balen (persoonlijke communicatie, 30-11-2020). Deze behoren tot de eenheid 2 van de Formatie van Kedichem, nu Waalre (Ruegg, 1981 & 2008). Aan de basis van de noordelijke motorcross helling is door de auteur een in situ naar het noordoosten (060/10) hellende enige decimeters dikke harde bank van groene vette klei waargenomen (afb. 28). De klei is kalkhoudend en zit vol met glimmer/mica en ook enige plant resten. Ook deze klei behoort tot eenheid 2, de komklei.



Afbeelding 29: Panoramafoto van westwand in 2020 met rechts onderin kleibank aan voet van de noordelijke motorcrosshelling (sleutelhanger voor schaal).

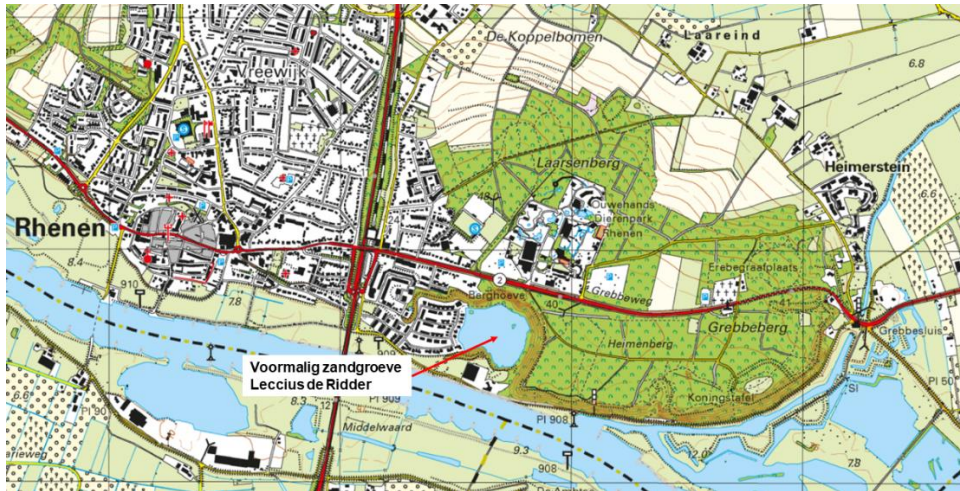


Afbeelding 30: Panoramafoto van getuigeberg vanaf het Zuiden genomen met bovenin een (moeilijk waarneembare) hellende lichtere laag. De inzet laat een nog onbegroeide getuigeberg zien in 1990 (foto Bert Arissen).

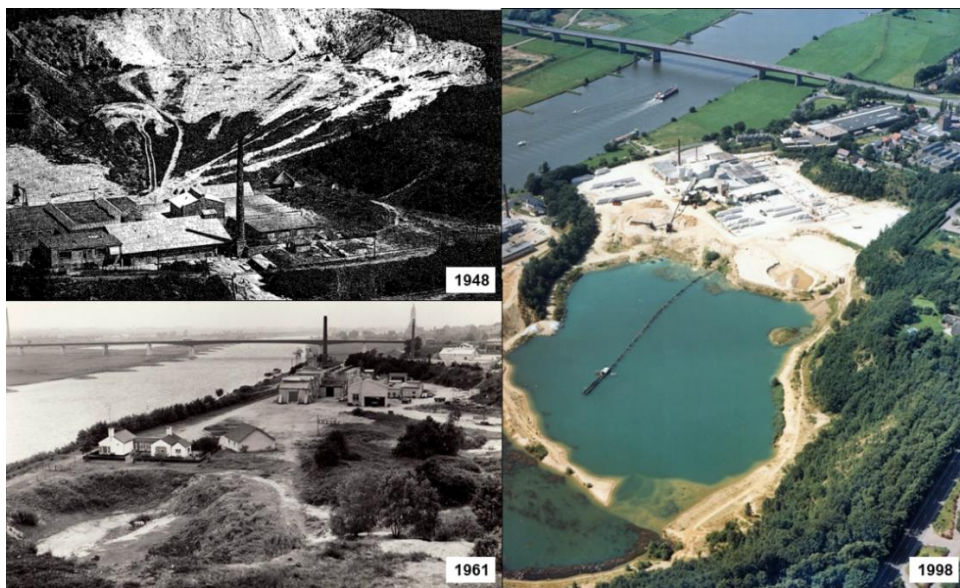


## Voormalig groeve Leccius de Ridder

Gedurende de hele vorige eeuw is er een fors stuk van de stuwwal in de gemeente Rhenen ten westen van de Grebbeberg afgegraven ten behoeve van 2 kalkzandsteen fabrieken van de firma's Leccius de Ridder en Vogelenzang. De kalk werd uit België ingevoerd per schip. Momenteel treft men een nieuwe woonwijk en recreatieplas Vogelenzang aan op de locatie van de voormalige zandgroeve (afb. 31 en 32).



Afbeelding 31: Locatiekaart van voormalig groeve Leccius de Ridder bij Rhenen.

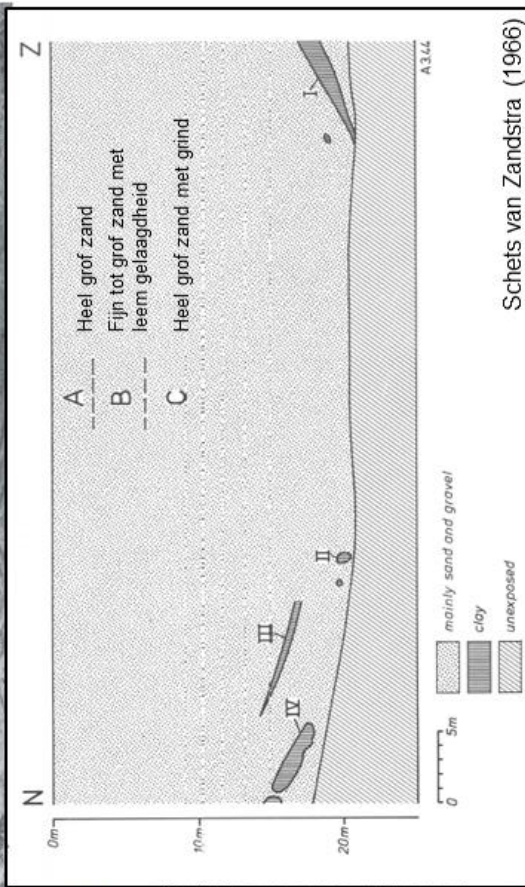


Afbeelding 32: Groeve Leccius de Ridder in 1948, 1961 en 1998.

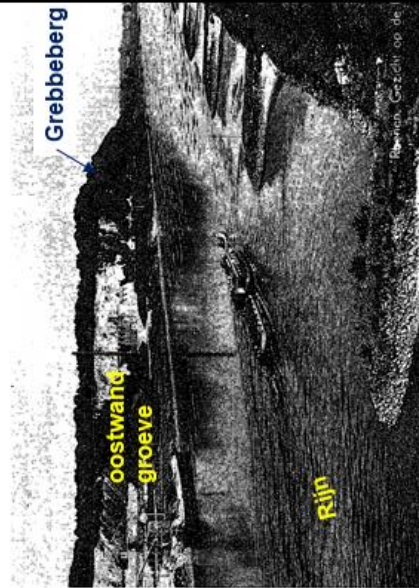
De groeve is heel summier geologisch bestudeerd. De Jong (1981) presenteert een foto van de oostwand uit 1966 en een geologische schets van Zandstra, ook uit 1966 (afb. 33). Op basis van zware mineralen samenstelling behoren de zanden (lagen A, B en C in de schets) mogelijk tot de Formatie van Urk. Markant zijn de vier aangetroffen kleibanken/ballen (I tot IV). Palynologisch onderzoek levert geen duidelijke datering op voor een bepaald interglaciaal of interstadiaal en geeft de mogelijkheid aan, dat het hier allochtone sedimentenlichamen betreft, door het ijs getransporteerd, op basis van aanwezigheid van pre-neogene palynomorphen (de Jong, 1981).

De groevewand werd in de zeventiger jaren van de vorige eeuw gebruikt voor motor crossen. Dit is waarschijnlijk de reden dat er geen geologische vervolgstudies zijn uitgevoerd.

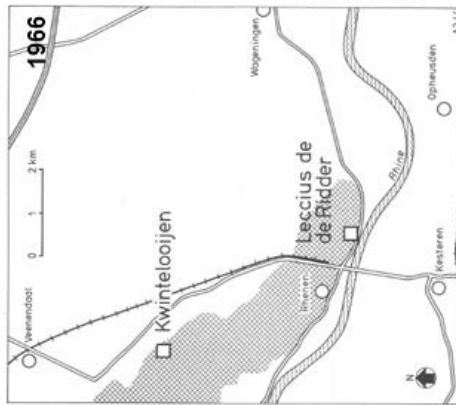




Schets van Zandstra (1966)



Ansichtkaart uit de jaren 60



Afbeelding 33: De oostwand van groeve Leccius de Ridder met locatiekaart in 1966.



## Voormalig groeve de Paltz

Van de voormalig groeve de Paltz, gelegen ten zuiden van landgoed de Paltz en ten noorden van (ex)vliegbasis Soesterberg, is geen documentatie terug gevonden, anders dan dat hier actief en op grote schaal werd gegraven in het tweede deel van de vorige eeuw. Dit resulteerde in een diep gat midden op de stuwwal van Amersfoort. Archeoloog Stapert (1987) geeft een korte geologische beschrijving bij de vondst van een artefact (afb. 34). De gestuwde zanden en grindlagen rekent hij tot de Formatie van Urk.



Afbeelding 34: Links boven: aanvang van het graven in 1952 (zie pijl). Linksonder: locatiekaart van voormalig groeve de Paltz. Rechts: detail foto met links bovenin grofkorrelige zanden met daaronder twee 10-20 cm dikke geplooid grindlagen gescheiden door een fijne zandlaag met daaronder zanden die lijken op eenheid 4 in Kwintelooijen, de Groene Bank van de Formatie van Urk (Stapert, 1987, pijl voor locatie van artefact en troffel, rood omcirkeld, voor schaal).

## Doornse Gat

Het huidige recreatieterrein het Doornse Gat, 2 kilometer ten oosten van Doorn gelegen aan de N225 aan de zuidwest zijde van de stuwwal van de Utrechtse Heuvelrug, is ontstaan uit een voormalige groeve. Vanaf het begin van de 20ste eeuw werd grind gegraven voor het onderhoud van wegen en zand voor klein verbruik in de omgeving. Er bevindt zich een speelheuvel, die waarschijnlijk een onafgegraven restant is, vergelijkbaar met de getuigenberg in voormalig groeve Kwintelooijen. In de zestiger jaren was het graven al gestopt. Dit verklaart het ontbreken van documentatie en foto's.

Tijdens een recent bezoek zijn er op twee plekken toch nog kleine ontsluitingen waargenomen (afb. 35). Bovenin de noordzijde van de speelheuvel zijn scheefgelaagde dekzanden aangetroffen, behorend tot de Formatie van Bortel. De gelaagdheid toont vervorming wat op cryoturbatie kan duiden.

In de noordoosthoek van de voormalige groeve is een resistent, iets uitstekend, minimaal 30 cm dik laagpakket aangetroffen in een erosiegeultje. Het betreft hier een laag van grijsblauw leemhoudend homogeen fijn zand dat, gescheiden door een scherp contact, ligt op bruingekleurd slecht gesorteerd grof grindhoudend zand. Het resistente laagpakket is over zo'n honderd meter in west-oost richting te vervolgen als bank of terras waar het graven onderbroken is en waar nu een pad overheen loopt. De onderliggende grove grindhoudende zanden worden alom in de groeve aangetroffen, zoals op de kale speelhelling in het midden van de noordwand. Beide pakketten worden tot de Formatie van Urk gerekend.

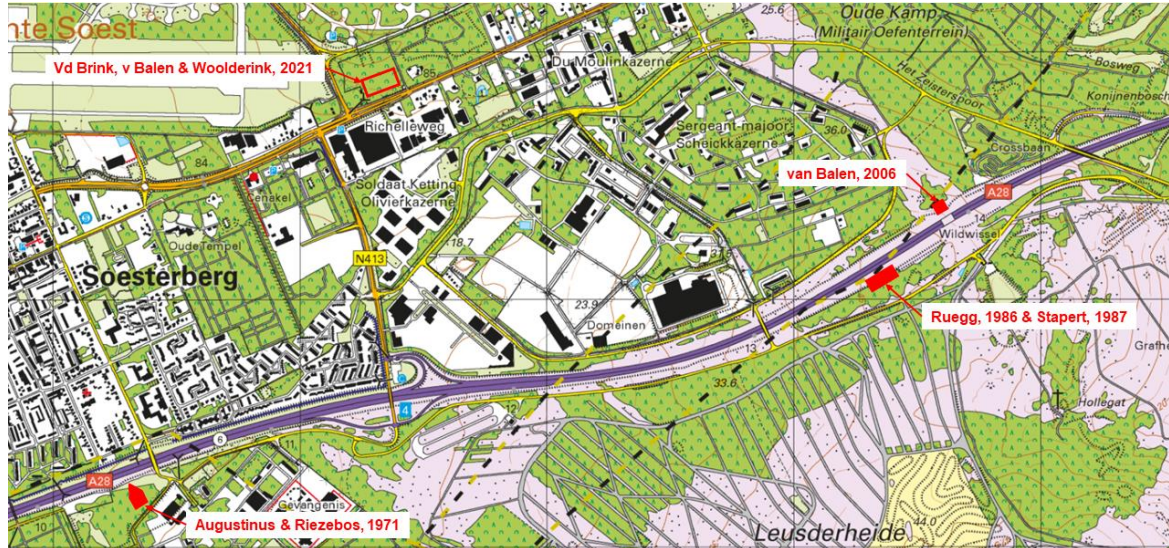


Afbeelding 35: Met de wijzers van de klok mee: locatiekaart Doornse Gat; ontsluiting 1, scheefgelaagde dekzanden bovenin de speelheuvel (sleutelhanger voor schaal); ontsluiting 2, grijsblauw leemhoudend homogeen fijn zand met scherp contact op onderliggend bruin slecht gesorteerd grof grindhoudend zand (scheepje voor schaal) en noordoosthoek van groeve met locatie van ontsluiting 2 en bank of terras (stippellijn).



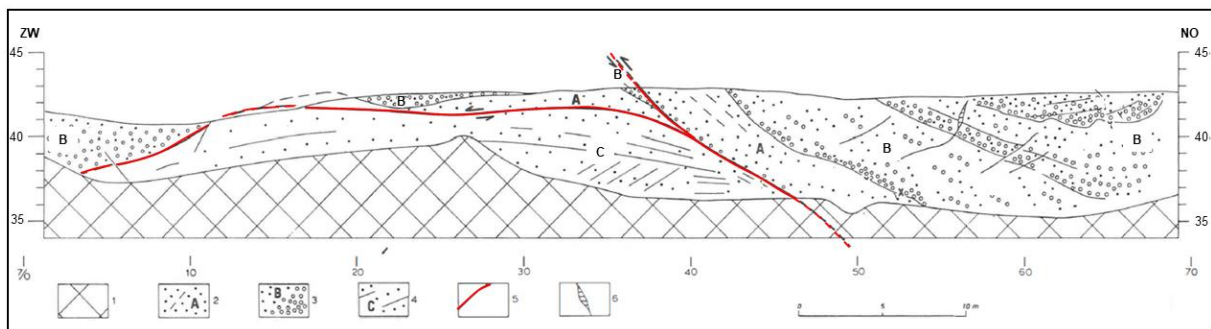
## A28 ontsluitingen

Ontsluitingen langs de A28 ten noorden van de Leusderheide (afb. 36) zijn in verschillende fases beschreven, tijdens de aanleg in de tachtiger jaren van de vorige eeuw (Ruegg, 1986 en Stapert, 1987) en tijdens de aanleg van een ecoduct in 2005 200 meter in noordoostelijke richting (van Balen, 2006).



Afbeelding 36: Locatiekaart A28 ontsluitingen.

In een schematisch profiel (afb. 37, Ruegg, 1986 en Stapert, 1987) van de zuidwand van de A28 worden, van oud naar jong, eenheid A, fluviatiele grove zanden behorend tot de Formatie van Sterksel, eenheid B, fluviatiele grove zanden met grindlagen behorend tot de Formatie van Urk en eenheid C, fluvioglaciale gelamineerde zanden behorend tot de Formatie van Drente afgebeeld. Een overschuivingsvlak is waarneembaar, waar de oudere fluviatiele zanden over de jongere fluvioglaciale zanden zijn geschoven.



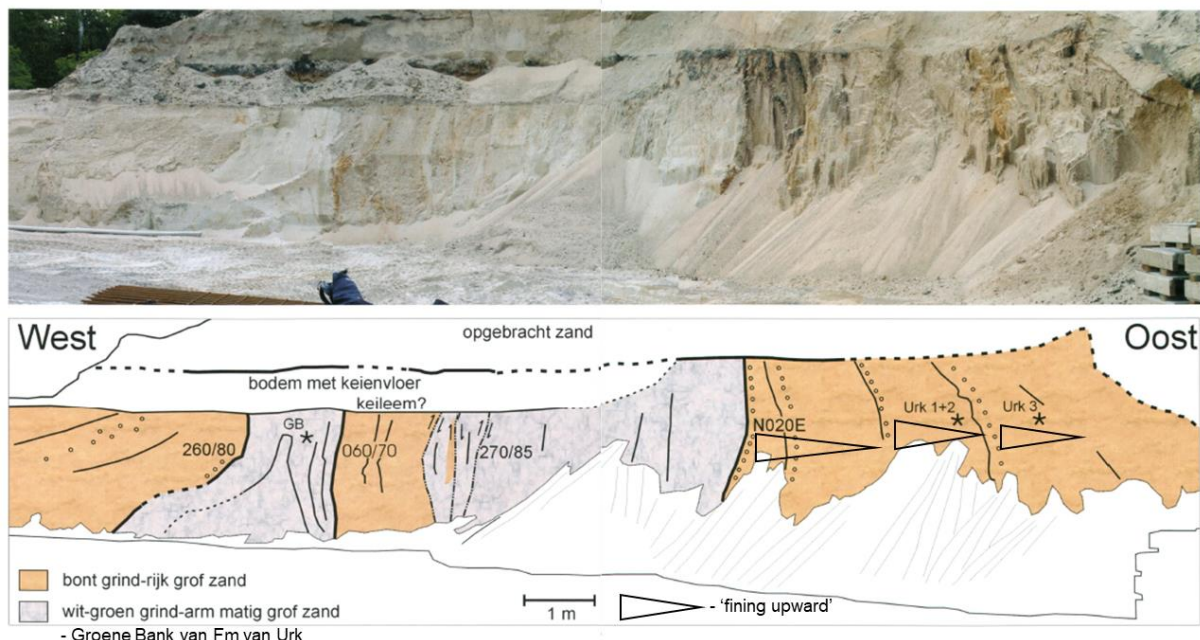
Afbeelding 37: Schematisch profiel van de zuidwand van de A28 ten noorden van de Leusderheide. 1: niet ontsloten, 2: eenheid A, grof zand, 3: eenheid B, grof zand met grind, 4: eenheid C, zand, parallel gelamineerd, 5: schuifvlak en 6: spleetopvulling (Ruegg, 1986 en Stapert, 1987).

Ruegg (1986) rapporteert waarnemingen langs het tracé van de A28 vanuit een locatie ten zuiden van Soesterberg in oostelijke richting gaand. Hij vermeldt eerst ongestuwde fluvioglaciale sandr afzettingen behorend tot de formatie van Drente in een door Augustinus en Riezebos (1971) onderzochte groeve grenzend aan wat later het tracé de A28 werd pal ten zuiden van het centrum van Soesterberg (afb.36 & afb. 46). Verder in oostelijke richting vlak voorbij de fly-over van de N413 zijn in deze fluvioglaciale afzettingen de eerste glaciotektonische verschijnselen waargenomen, kleine scheefstellingen en zwak golvende plooingen, die naar het oosten toe geleidelijk groter worden.

Verder in oostelijke richting en enige honderden meters ten westen van het geschetste profiel (afb. 37) komen enkele overkniepte anticlinale structuren voor, gecombineerd met kleine, naar het oosten toe hellende verschuivingen. Opmerkelijk is dat er enkel fluvioglaciale afzettingen in deze sectie zijn gemeld. Dit is ook te zien op foto's die op TNO kantoor worden bewaard (Bakker, persoonlijke communicatie, 21-12-2020). De eerste grote overschuiving wordt waargenomen op de profielschets (afb. 37). Op en ten oosten van het grote overschuivingsvlak komen oudere afzettingen van de Formatie van Sterksel voor. Ten oosten van het geschetste profiel was de ontsluiting in de tachtiger jaren van slechte kwaliteit. Deze situatie verbeterde tijdens de aanleg van het ecoduct in 2005.

De gestuwde afzettingen, die bij de aanleg van een ecoduct over de A28 in 2005, 200 meter in noordoostelijke richting (afb. 36), zichtbaar werden, zijn beschreven door Van Balen (2006). In het profiel (afb. 38) worden twee laagpakketten onderscheiden beide behorend tot de Formatie van Urk: witgroen gekleurde matig-grove zanden, de 'Groene Bank' en bruin gekleurde grove zanden met veel en grof grind. Deze pakketten zijn geplooid en gebroken. Links van het midden is het wit-groene zand zichtbaar in de kern van een anticlinale plooï. Op de linkerflank van de plooï ligt op het wit-groene zand het bruine pakket. Op de rechterflank van de plooï vinden we eerst een stuk van het bruine pakket en vervolgens een afwisseling van dunne laagjes van het bruine zand en het wit-groene zand, een breukzone met schuifstructuren, en helemaal aan de rechterkant zien we wederom de wit-groene en bruine pakketten weer ongestoord op elkaar. De hellingsrichtingen van de lagen en van de breuken zijn weergegeven in afbeelding 38. Deze structuur is gecompliceerder dan het relatief eenvoudige beeld dat we van stuwwalontsluitingen kennen. De verklaring is m.i. dat de ontsluiting op het noordelijke puntje van de oudere Utrechtse heuvelrug ligt. Deze heuvelrug is richting het westen gestuwd. Echter, op deze locatie is later de Amersfoortse heuvelrug ertegenaan gevormd. Doordat deze een zuidwaarts gerichte stuwung had, is op deze locatie de Utrechtse heuvelrug voor een tweede keer gedeformeerd, en hebben we als resultaat in de ontsluiting een stukje van een naar het zuiden herplooide oost-westplooï.

De boven beschreven profielen sluiten goede op elkaar aan. Kennelijk bevindt zich ter hoogte van het ecoduct het beginpunt (de apex) van de sandrs van de Utrechtse Heuvelrug (van Balen, 2006).



Afbeelding 38: Panoramafoto en -tekening van de profielwand naast het ecoduct over de A28 met situatieschets. 260/80 en 060/70 zijn standen van de gelaagdheid. 270/85 is de stand van de breukzone. De pijltjes geven de verplaatsingsrichting langs de breuken (van Balen, 2006 & Busschers et al., 2008).



## De Hoge Kleij ten zuidwesten van Amersfoort

Hofland schetste een profiel in 1959 op een locatie gelegen tussen waar nu men het van Lodenstein/Hoornbeeck College en Golfclub De Hoge Kleij vindt midden op de oostzijde van de stuwwal van Amersfoort. Hij levert geen beschrijving. Uit de sterk vervormde preglaciale afzettingen is geen stuwingrichting af te leiden (afb.39)..



Afbeelding 39: Profielschets De Hoge Kleij (Hofland, 1959) met locatietekeningen.

## Voormalig groeve Ruttenberg te Soest

De kleine geïsoleerde stuwwal van Soest, ten noorden van de stuwwal van Amersfoort gelegen (afb. 1), is niet geologisch gedocumenteerd en er zijn evenmin indicaties van grootschalige afgravingen aangetroffen. Wel zijn er in het archief van Hofland profielschetsen gevonden uit 1959. Hij tekent wanden in voormalig groeve Ruttenberg, op de hoek van de Beukenlaan met de Verlengde Talmaweg op de noordelijke Soester Eng gelegen (afb. 40). De groeveschetsen laten sterk vervormde preglaciale afzettingen zien. Boven het discordante contact schetst hij fluvioglaciale afzettingen. Van deze voormalige groeve zijn nog slechts vage sporen in het landschap zichtbaar in de vorm van een lichte depressie achter de huidige garage Ruttenberg. De groeve is in de jaren 80 van de vorige eeuw volgestort met afval van dubieuze herkomst (Veen, persoonlijke communicatie, 6-1-2021).

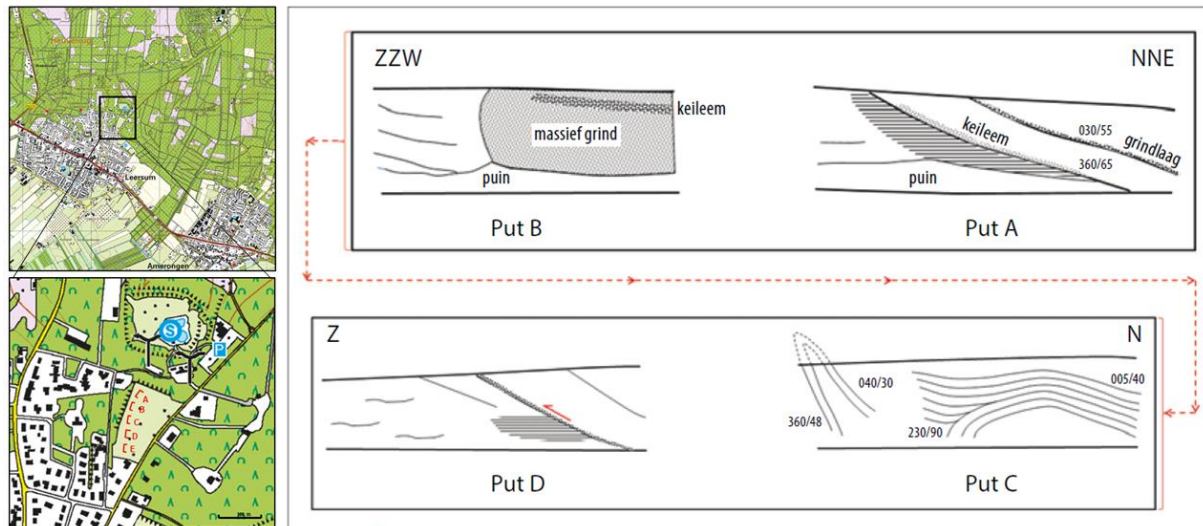


Afbeelding 40: Voormalig groeve Ruttenberg te Soest. Boven: locatiekaart en huidige situatie. Onder: profielschets van zuid-noord wand met sterk vervormde preglaciale afzettingen gescheiden door een scherpe discordantie van erboven liggende fluvioglaciale afzettingen, detail uitgelicht (Hofland, 1959).



## Bouwlocatie Leersum

Op een bouwlocatie een paar honderd meter ten zuiden van de top van de stuwwal van de Utrechtse Heuvelrug te Leersum zijn fluvioglaciale sandrafzettingen behorend tot de Formatie van Drente beschreven (van den Brink en van Balen, 2020). Deze zijn over 4 putten verspreid aangetroffen (afb. 41). In bouwputten A en B betreft het ogenschijnlijk ongestoorde geulen en geulensystemen, die niet lijken aangetast te zijn door stuwing, afgezien van breukjes en scheefstelling in de noordwand van bouwput A.



Afbeelding 41: Locatiekaart en overzichtschets per bouwput; bouwputten A en B tonen geulen en geulensystemen, bouwput C een synsedimentaire anticlinale plooï met ten zuiden een isocline en bouwput D toont een overschuivingsvlak (van den Brink & van Balen, 2020).

Onderin de geul in wand A (afb. 42) is een harde laag aangetroffen vooral bestaande uit een mengsel van klei (30 vol. %) en silt (64 vol. %) met een bijmenging van zand (6 vol. %). Incidenteel komen er kleine grindjes in deze afzetting voor. Zo'n mengsel van verschillende korrelgroottes wordt een diamict genoemd, en is kenmerkend voor keileem. Aangezien deze keileem onder fluvioglaciale afzettingen voorkomt, en een gelijkmatige verbreiding heeft over een nauwelijks verstoorde onderliggende grindrijke zand eenheid, wordt duidelijk dat deze keileem niet onder het ijs is afgezet, maar er voor, op de smeltwatervlakte. Dit wordt veroorzaakt door massabewegingen (aardverschuivingen) vanaf de gletsjer richting het voorland. Dit soort keileem wordt flow tills genoemd in de literatuur (van den Brink en van Balen, 2020).

Glaciotectonische verschijnselen duidelijk waarneembaar in bouwputten C en D; de uitgestrekte synsedimentaire anticlinale plooï in bouwput C (afb. 43) met ten zuiden daarvan de steile isocline plooï en nog verder zuidwaarts het overschuivingsvlak in bouwput D (afb. 44). De waargenomen stuwingsrichting in bouwput C is uit noordelijke richting, zoals verwacht op deze locatie.

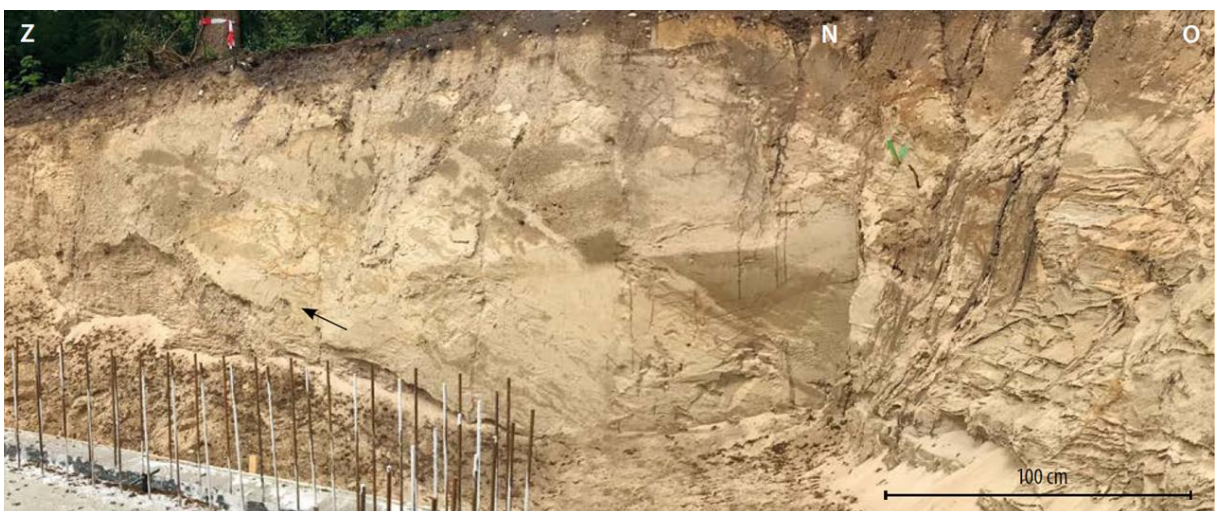




Afbeelding 42: Keileem (flow till) onderin de geul in bouwput A (lensdop op keileemlaag als schaal).



Afbeelding 43: Bouwput C, syn-sedimentaire anticlinale plooï.

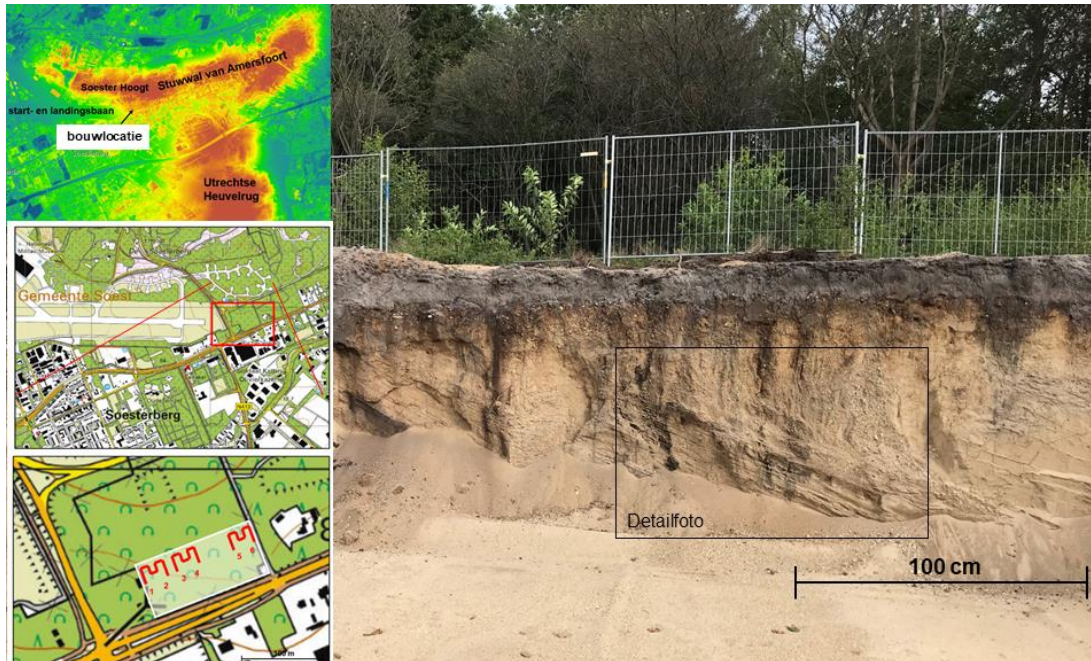


Afbeelding 44: Bouwput D, zuid-noord en west-oost richting, met horizontaal tot scheef gelaagde zanden boven het overschuivingsvlak. Overschuiving aangegeven met pijl.



## Bouwlocatie Soesterberg

Pal ten oosten van de landingsbaan van (ex)vliegbasis Soesterberg, op een sandrvlakte gelegen, zijn op een bouwlocatie aan de voet van de stuwwal van Amersfoort gestuwde sandrafzettingen van de Formatie van Drente beschreven (van den Brink, van Balen en Woolderink, 2021). Er zijn scheefgestelde zand- en grindlagen te zien in de noordwand van bouwput 2 (afb. 45), die naar het Noordoosten hellen. Een overschuivingsvlak toont aan dat de lagen gestuwd zijn vanuit noordoostelijke richting. De richting van overschuiving werd fraai geïllustreerd door de vervorming van de grindlagen boven zandlagen: De vervorming is namelijk veroorzaakt door sleur, wat er voor heeft gezorgd dat de grindlagen min of meer verticaal zijn komen te staan (afb. 46).

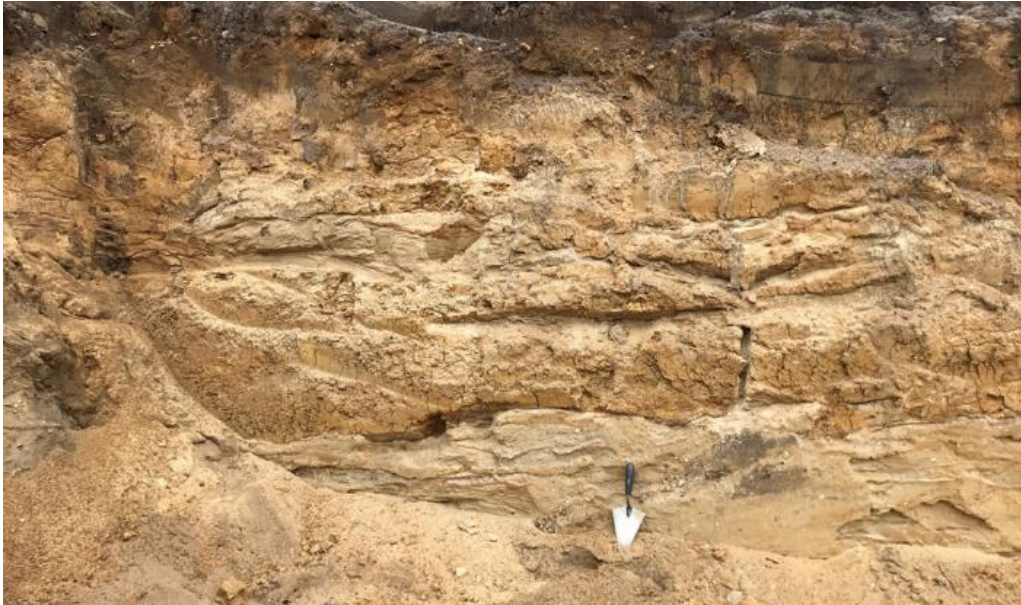


Afbeelding 45: Locatie en AHN kaart en profiel van scheefgestelde fluvioglaciale zand- en grindlagen in de Noordwand van bouwput 2. Overdekt met grindsnoer (~0.3m –mv), met daarboven dekzanden met daarin de restanten van een podsolbodembodem.



Afbeelding 46: Detail van afbeelding 44 – overschuivingsvlak met erboven verticale grindlagen.

Aan de noordzijde van de oostwand van bouwput 2 waren harde diamictlagen ontsloten, kenmerkend voor keileem (afb. 47). De hardheid van de keileem wordt veroorzaakt door een hoog kleigehalte. Korrelgrootte-analyse resulteerde in mengsel van klei (45 vol. %) en silt (44 vol. %) met een bijmenging van zand (11 vol. %). De keileemlagen werden afgewisseld met grove zandlagen. Ook hadden de keileemlagen een variabele dikte, en gingen ze lateraal in elkaar over. Dit soort keileemlagen tussen fluvioglaciale zandlagen worden flow tills genoemd, aangezien de keileem niet onder het ijs lag, maar door massabewegingen vanaf de gletsjer richting het voorland (sandrvlakte) werd getransporteerd (van den Brink en van Balen, 2020).



Afbeelding 47: Keileem (flowtill) lagen aan de noordzijde van de oostwand van bouwput 2 (troffel als schaal).

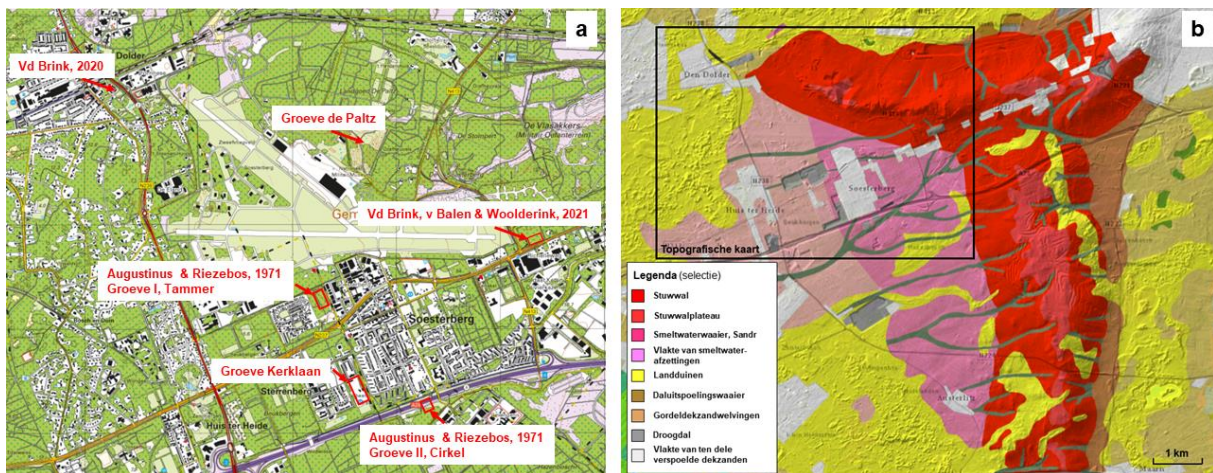


## Niet gestuwde afzettingen aan de buitenzijde van de stuwwal

### Soesterberg & Den Dolder

Ten westen en zuiden van de start- en landingsbaan van (ex)vliegbasis Soesterberg zijn op verscheidene locaties ongedeformeerde sandr afzettingen behorend tot de Formatie van Drente gefotografeerd en beschreven (afb. 48a).

Spoelzandvlaktes/-waaiers oftewel sandrs zijn door smeltwater afgezet aan de buitenzijde van de stuwwal (afb. 6a en 8). De start- landingsbaan van de vliegbasis is aangelegd op de grote spoelzandvlakte/-waaier van Soesterberg. Deze is ten zuiden van de stuwwal van Amersfoort en ten westen van het noordelijk deel van de stuwwal van de Utrechtse Heuvelrug gelegen (afb. 48b). De geomorfologische kaart verdeelt de spoelzandvlakte/-waaier in een smeltwaterwaaier, de sandr, die stroomafwaarts overgaat in een vlakte van smeltwaterafzettingen (afb. 48b).

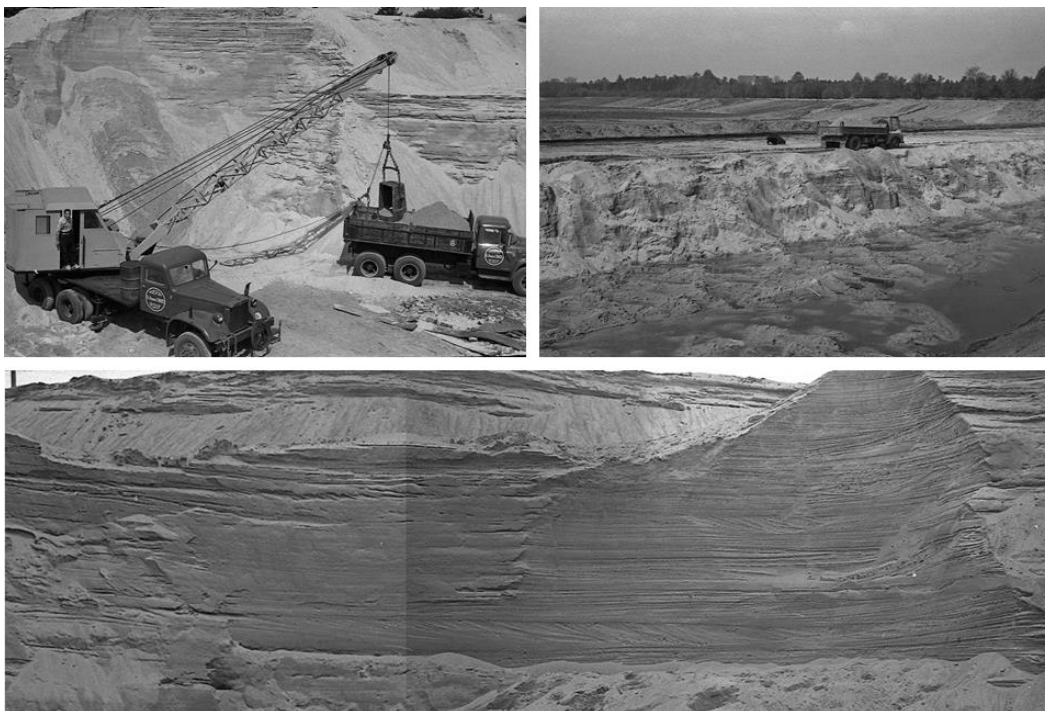


Afbeelding 48: a) Locatiekaart van voormalige groeves in Soesterberg en bouwput in Den Dolder; b) Geomorfologische kaart van de stuwwal van Amersfoort en het noordelijk deel van de stuwwal van de Utrechtse Heuvelrug met locatiekaart in kader (WUR).

In Soesterberg zijn van de vijftiger tot zeventiger jaren van de vorige eeuw verscheidene zandgroeves gegraven door de firma's Tammer en Cirkel. Een van deze groeves, de zandgroeve Cirkel op locatie van het latere tracé van de A28, is uitgebreid gedocumenteerd (afb. 49 & 50).



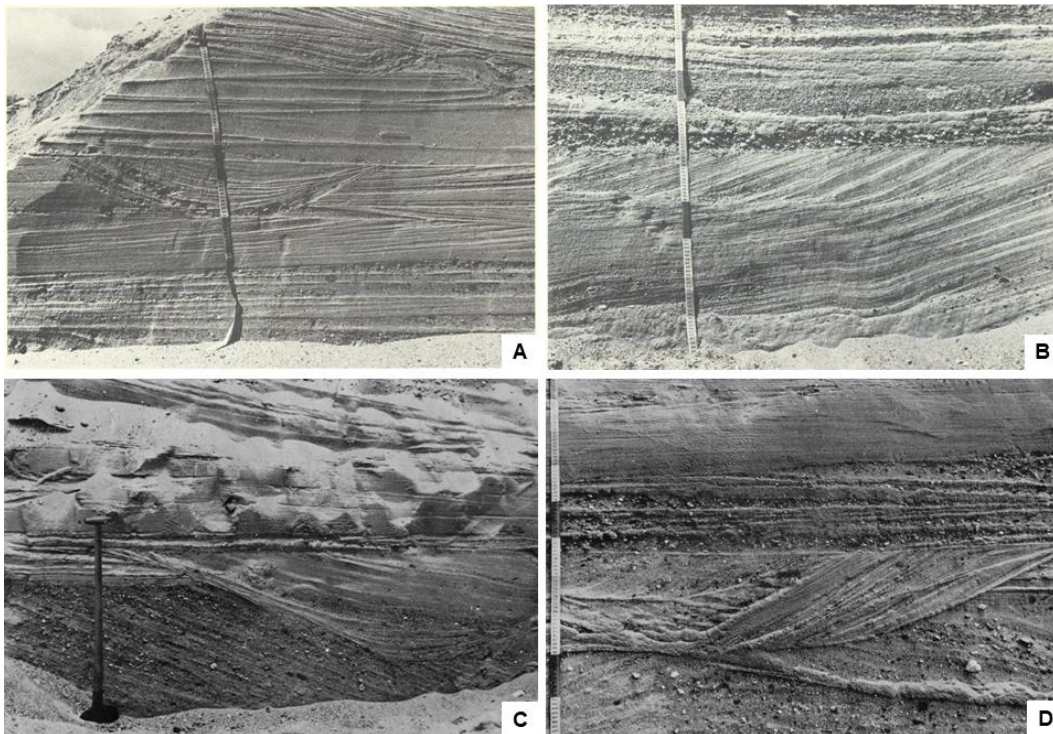
Afbeelding 49: Horizontaal gelaagde zanden en geulsystemen in zandgroeve Cirkel op locatie van het latere tracé van de A28; groeve II van Augustinus en Riezebos (1971). Foto: Dik Top, 1957.



Afbeelding 50: Horizontaal en scheef gelaagde zanden in zandgroeve Cirkel op locatie van het latere tracé van de A28: groeve II van Augustinus en Riezebos (1971), Foto's: Pieter Augustinus, 1965.

Augustinus en Riezebos (1971) geven uitvoerige sedimentologische beschrijvingen van sandrontsluitingen in 3 zandgroeves in en nabij Soesterberg (afb. 51). De locaties van groeve I en II zijn op afbeelding 48 aangegeven. Groeve III bevond zich bij de Krakeling in Zeist.





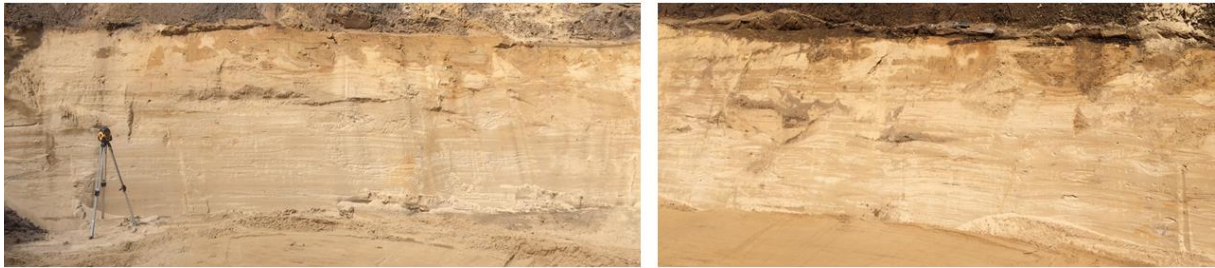
Afbeelding 51: Karakteristieke sandr afzettingen: Foto A: subhorizontale gelaagdheid in grindhoudend, grofzandig materiaal met een asymmetrisch opgevulde geul. Foto B: grof grindrijk subhorizontaal gelaagd zand op grootschalig, scheefgelaagde eenheden. Foto C: afgevlakte foreset laminatie in diepe geul. Foto D: Variabiliteit in sedimentaire structuren en sortering (Augustinus & Riezebos, 1971).

Van de voormalig grote zandgroeve aan de Kerklaan in Soesterberg, waar zich nu sportvelden en een skibaan bevinden in een kuil in het landschap, is een foto terug gevonden, die (sub)horizontale gelaagdheid laat zien, kenmerkend voor sandrafzettingen (afb. 52).



Afbeelding 52: Zandgroeve aan de Kerklaan in Soesterberg. Grindsnoeren maken (sub)horizontale gelaagdheid zichtbaar. Foto: Dik Top, 1957.

Van den Brink (2020) presenteert foto's van sandrafzettingen in een meer distale locatie op de spoelzandvlakte in een bouwput in Den Dolder (afb. 48 & 53).



Afbeelding 53: Subhorizontale tot lokaal scheve gelaagdheid in fijnkorrelige zanden doorsneden door geultjes met bovenin cryoturbatie (van den Brink, 2020).

## Ecopassage Elst

Van Straaten en van Balen (2010) beschrijven sandrafzettingen geplakt aan de steunpilaren van een ecopassage bij Elst aan de voet van de stuwwal (afb. 54).



Afbeelding 54: Locatieschets en foto collage van pilaren bedekt met grofkorrelige grindrijke horizontaal tot scheefgelaagde zanden, vorstwig aanwezig op rechter foto (foto's auteur).



## Bouwput Leersum

Ongeveer 1 kilometer ten zuidwesten van de bouwlocatie met gestuwde afzettingen nabij de top van de stuwwal (van den Brink en van Balen, 2020) zijn in een bouwput aan de voet van de stuwwal (afb. 1 en afb. 55) slecht gesorteerde, aan de zuidzijde golvend gelaagde, grindhoudende zanden aangetroffen. Deze kunnen deel van een fan complex zijn of tot hellingafzettingen/colluvium behoren met een korte transport afstand vanaf de stuwwal (van Balen, persoonlijke communicatie, 20-01-2021).

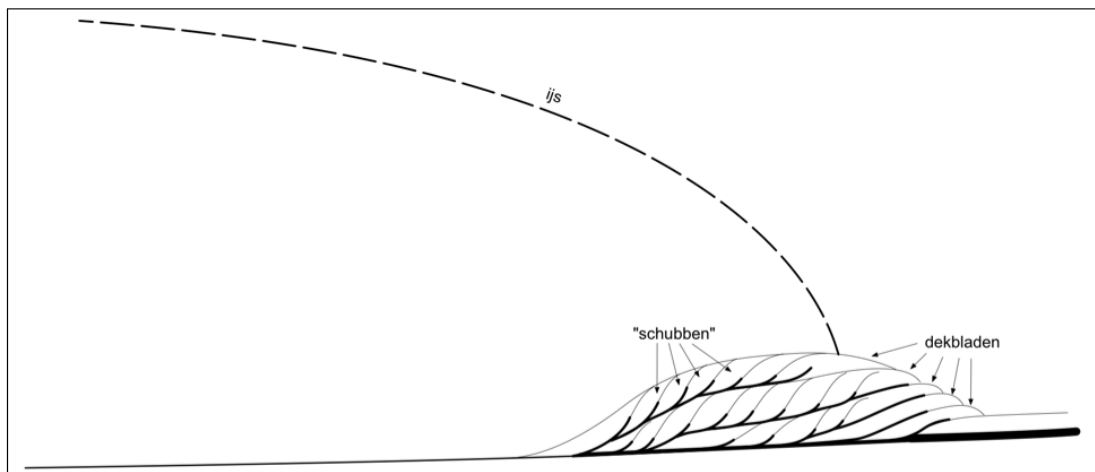


Afbeelding 55: A) noordwand; structuurloos slecht gesorteerd grindhoudend zand en locatiekaart, B) westwand; slecht gesorteerd grindhoudend zand met lokaal geulvorming, C) zuidwand; golvend gelaagd slecht gesorteerd grindhoudend zand, en D) detail van C, sleutelhanger voor schaal (foto's Henk Pagnier & auteur).

## Synthese

Uit de geologische beschrijvingen van de ontsluitingen van gestuwde afzettingen van de Utrechtse Heuvelrug kan het volgende worden afgeleid:

- De grote ontsluitingen, de zanderij te Maarn en groeve Kwinteloijen, geven vanzelfsprekend het beste inzicht in de interne structuur van de Utrechtse Heuvelrug.
- Groeve Kwinteloijen bevat 8 schubben, die dakpansgewijs door het landijs zijn opgestuwd. Gemiddeld hellen de schubben met een hoek van 35 tot 40 graden naar het Noord-Noordoosten. Per schub kunnen er maximaal 10 lithologische eenheden aanwezig zijn. Fijnkorrelige lagen (eenheden 1 tot 3), waaronder de komklei, komen aan de basis van een schub voor. Deze fijnkorrelige lagen behoren tot de voormalige Formatie van Kedichem, nu Formatie van Waalre. De maximale dikte per schub is 25 meter. Ook zijn er incomplete schubben aanwezig bestaande uit een beperkt aantal eenheden.
- Van der Wateren (1981 & 1995) geeft een gedetailleerde studie over glaciaal-tektonische deformatie structuren. Hij concludeert dat de stuwung hoofdzakelijk heeft plaats gevonden door de statische druk (het gewicht) van het ijs op de ondergrond; de ijslob is in de ondergrond gezakt en heeft daarbij het onder het ijs liggende sedimentpakket zijdelings weggedrukt. Een grote poriënwater druk in fijnkorrelige en slecht doorlatende lagen is voor de verplaatsing essentieel geweest. Deze lagen konden hierdoor als basis voor de schubben gaan fungeren. We zien het bovenstaande heel duidelijk in de schubben van groeve Kwinteloijen terug.
- Van der Wateren (persoonlijke communicatie, 7-12-2020) geeft commentaar op de samenhang van de structuren. De 'schubben' maken deel uit van de grotere structuren, de dekbladen (afb. 56). Aan de basis van elk vinden we meestal de fijnkorrelige lagen, waaronder kleilagen, in de groeve Kwinteloijen. De kleilagen komen op een veel te hoog niveau voor, wanneer de stuwwal alleen maar een stapeling van schubben zou zijn.

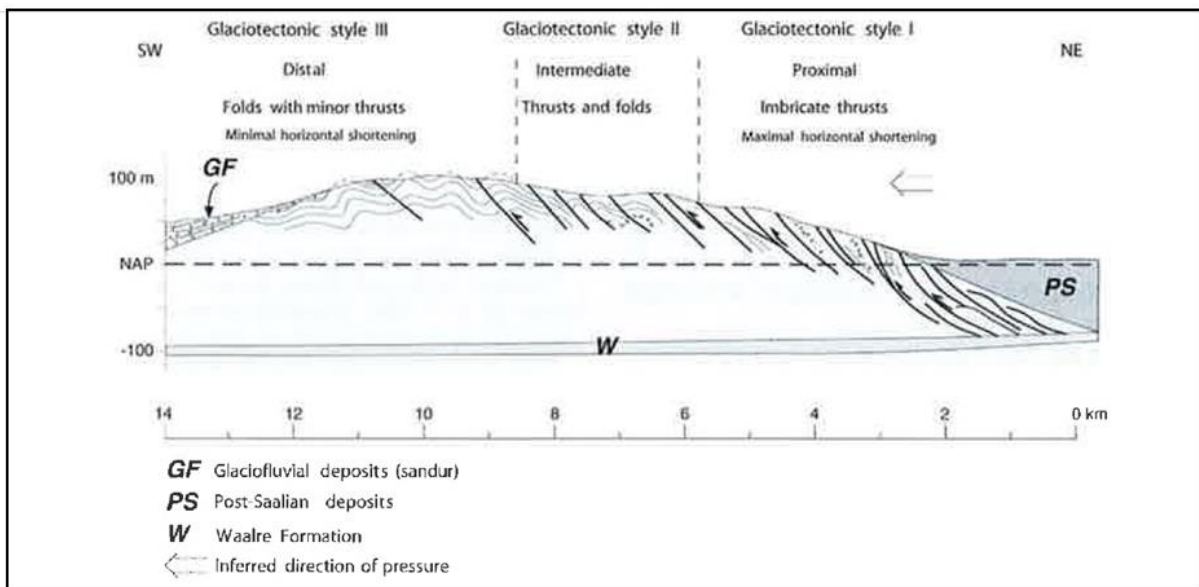


Afbeelding 56: Glaciaal-tektonisch model (van der Wateren, 2020, aangepast Holmstroembreen model, van der Wateren, 1995).

- De zanderij in Maarn bevat minimaal 7 schubben, opgestuwd vanuit het Oosten tot Noordoosten, die niet zoals in groeve Kwinteloijen zijn opgebouwd met fijnkorrelige afzettingen aan de basis per schub. Wel treft men aan de basis van schubben 4, 5 en 6 de Formatie van Kedichem (nu Waalre), onderste deel aan, maar die bestaat hier uit roestbruine zanden. Ook zijn de schubben in de zanderij te Maarn substantieel dikker, tot 80 meter voor schub 4, dan in groeve Kwinteloijen. Verder dient te worden opgemerkt dat er geplooid laagpakketten aanwezig in schubben 4, 5 en 6 tussen de schuifvlakken.



- Het verschil in interne structuur tussen groeve Kwinteloijen en de zanderij te Maarn kan worden verklaard door de positie van groeve Kwinteloijen ten opzichte van de zanderij in Maarn. Kwinteloijen ligt in een proximale positie op de noordoostflank van de stuwwal van de Utrechtse Heuvelrug, waar de ijslob de schubben dakpansgewijs opschoof. Het beschreven profiel aan de westzijde van de noordwand van de zanderij in Maarn met geplooide laagpakketten tussen de overschuivingsvlakken ligt midden op de stuwwal van de Utrechtse Heuvelrug in meer distale positie, waar het landijs in latere fase overheen schoof.
- De interne structuur van groeve Kwinteloijen past in glacio-tectonische stijl I, 'imbricate thrusts' (afb. 57) van het model van Bakker & van der Meer (2003). De interne structuur de zanderij in Maarn verwijst naar glacio-tectonische stijl II, 'thrusts and folds' (afb. 57) van het model van Bakker & van der Meer (2003). Het synthetische model is gebaseerd op Ground Penetrating Radar data van de stuwwal van de Oost Veluwe, maar lijkt ook toepasbaar op de stuwwal van de Utrechtse Heuvelrug.



Afbeelding 57: Synthetisch model van de stuwwal van de Oost-Veluwe gebaseerd op Ground Penetrating Radar (Bakker & van der Meer, 2003).

- De A28 ecoduct ontsluiting (van Balen, 2006) laat een anticline in pre-glaciale afzettingen met een overschuivingsvlak in de oostflank zien. Dit is onderdeel van glaciotectonische stijl II (afb. 57, Bakker & van der Meer, 2003).
- De ontsluitingen bij Leersum en Soesterberg laten enkel gestuwde fluvioglaciale afzettingen van de Formatie van Drente zien in tegenstelling tot eerdere studies die voornamelijk gestuwde pre-glaciale afzettingen beschrijven.
- De ontsluitingen bij Leersum en Soesterberg bevatten keileem (flowtill) lagen ingebed tussen fluvioglaciale afzettingen van de Formatie van Drente. Het voorkomen van keileem is in de oudere studies van de stuwwal van de Utrechtse Heuvelrug niet gemeld. Voor het eerst wordt het voorkomen van keileem in fluvioglaciale afzettingen vermeld in de stuwwal van Hollandsche Rading (Koopman en van Balen, 2018).
- Voor de locatie te Leersum betekent het voorkomen van gestuwde fluvioglaciale afzettingen en flowtill dat het ijsfront minstens enkele honderden meters voorbij het hoogste punt van de stuwwal van de Utrechtse Heuvelrug heeft gelegen. Voor de locatie te Soesterberg betekent het voorkomen van gestuwde fluvioglaciale afzettingen en flowtill dat het ijsfront over de stuwwal van Amersfoort heen heeft gelegen. Dit bevestigt het beeld van de maximale ijsuitbreiding van de paleogeografische kaart van het Saalien (afb. 10).

## Nawoord

Er kan worden gesteld, dat in verhouding tot de talrijk aanwezige voormalige ontsluitingen verspreid over de Utrechtse Heuvelrug, de littekens in het landschap, het aantal geologische beschrijvingen heel beperkt is. Daarbij moet worden opgemerkt dat er nog ongepubliceerd materiaal van de voormalige RGD in de TNO kantoren ligt. Zelfs voor locaties die wel (partieel) gepubliceerd zijn, zoals de zanderij in Maarn, voormalig groeve Kwintelooijen en voormalig groeve Leccius de Ridder, blijft het verwonderlijk dat er niet meer studies zijn gedaan, gezien de vele jaren dat de groevewanden bloot lagen.

Wim Hoogendoorn vermeldt op zijn website een maand voor zijn overlijden in 2016 dat hij bezig is met de afronding van een boek/album over profielen van de zanderij te Maarn. Hij heeft in 1999 en 2000 vele honderden plaatjes gemaakt van de toen zichtbare profielen. Het is nog niet gelukt dit materiaal op te sporen.

Ik dank Pieter Augustinus, Dik Top, Henk Pagnier, Bert Huiskes en Bert Arissen voor het beschikbaar stellen van foto's.

Ik dank Cees Laban voor zijn constructieve commentaar op de eerste draft van dit artikel.



## Referenties

- Augustinus, P.G.E.F. & Riezebos, H. Th., 1971. Some sedimentological aspects of the fluvioglacial outwash plain near Soesterberg (The Netherlands). *Geologie en Mijnbouw* 50, pp. 341-348.
- Bakker, M.A.J. & van der Meer, J. J. M. 2003. Structure of a Pleistocene push moraine revealed by GPR; the eastern Veluwe Ridge, The Netherlands. Uit: Bristow, C.S. & Jol, H.M. (eds). *Ground Penetrating Radar in Sediments*, Geological Society, London, Special Publications, 211, pp. 143-151.
- Balen, R.T. van, 2006. Stuwwalontsluiting A28-ecoduct, Amersfoort-Soesterberg. *Grondboor & Hamer*, 2, pp. 37-43.
- Berg, M.W. van den & Beets, D., 1987. Saalian glacial deposits and morphology in The Netherlands. in: Meer, J.J.M. van der (ed.): *Tills and glaciotectionics*. Balkema, Rotterdam, p. 235-251.
- Brink, H.A. van den, 2020. Fluvioglaciale afzettingen in een bouwput in Den Dolder. *Grondboor & Hamer*, 3, pp. 100-101.
- Brink, H.A. van den & Balen, R.T. van, 2020. Gestuwde fluvioglaciale afzettingen bij Leersum. *Grondboor & Hamer*, 4, pp. 138-143.
- Brink, H.A. van den, Balen, R.T. van & Woolderink, H., 2021. Gestuwde fluvioglaciale afzettingen bij Soesterberg. *Grondboor & Hamer* 1, pp. 3-7.
- Busschers, F.S., Van Balen, R.T., Cohen, K., Kasse, C., Weerts, H.J.T., Wallinga, J., & Bunnik, F., 2008. Response of the Rhine-Meuse fluvial system to Saalian ice-sheet dynamics, *Boreas* 37: 377-398.
- De Mulder, E.F.J., Geluk, M.C., Ritsema, I., Westerhoff, W.E. & Wong, Th.E., 2003. *De ondergrond van Nederland*. Wolters-Noordhoff (Groningen): 379 pp.
- Doppert, J.W.C., G.H.J. Ruegg, C.J. van Staalduinen, W.H. Zagwijn & J.G. Zandstra, 1975. Formaties van het Kwartair en Boven-Tertiair in Nederland. In: W.H. Zagwijn & C.J. van Staalduinen (red.): *Toelichting bij de geologische overzichtskaarten van Nederland*, 11-56. Rijks Geol. Dienst, Haarlem.
- Hofland, L.H., (ongedat., ca 1965). *Bundel groeveschetsen met beschrijving, aangeboden aan o.a. enige bibliotheken van universitaire geologische instituten*. Het hele archief van Hofland zal in 2021 aan het geologisch museum Hofland worden overhandigd.
- Hoogendoorn, W., 2006. *Zwerfsteneneiland Maarn en andere aardkundige monumenten*. KNNV Uitgeverij.
- Hoogendoorn, W., 2008. *Darthuizer Poort*. *Grondboor & Hamer*, 5, pp. 120-124.
- Hoogendoorn, W., 2010. *Zwerfsteneneiland Maarn*. *Grondboor & Hamer*, 1, pp. 25-29.
- Jelgersma, S. & Breeuwer, J.B., 1975. Toelichting bij de kaart glaciële verschijnselen gedurende het Saalien, 1 : 600.000. In: Zagwijn, W.H. & Van Staalduinen, C.J. (eds): *Toelichting bij geologische overzichtskaarten van Nederland*. Rijks Geologische Dienst (Haarlem): 93–103.
- Jong, J. de, 1981: Pollen-analytical Investigation of Ice-pushed Deposits of the Utrechtse Heuvelrug at Rhenen, The Netherlands. *Mededelingen Rijks Geologische Dienst* 35, pp. 192-204.
- Koopman, S. & Balen, R.T. van, 2018. De interne structuur van de stuwwal bij Hollandsche Rading. *Grondboor & Hamer*, 4, pp. 112-117.
- Laban, C., 1995. *The Pleistocene glaciations in the Dutch sector of the North Sea*. Thesis Amsterdam University: 194 pp.

- Maarleveld, G.C., 1955. Fluvio-glaciale afzettingen in Midden-Nederland. *Tschr. Kon. Ned. Aandr. Gen.*, 72, pp. 48-58.
- Pierik, H.J., 2010. An integrated approach to reconstruct the Saalian glaciation. GIS-based construction of a new phase model for the Netherlands and NW-Germany. Msc thesis, Utrecht University, Faculty of Geosciences.
- Ruegg, G.H.J., 1977. Features of middle Pleistocene Sandur deposits in the Netherlands. *Geologie en Mijnbouw* 56, pp. 5-24.
- Ruegg, G.H.J., 1981. Ice-pushed Lower and Middle Pleistocene deposits near Rhenen (Kwintelooijen): sedimentary-structural and lithological/ granulometrical investigations. In: G.H.J. Ruegg & J.G. Zandstra (eds): *Geology and archaeology of Pleistocene deposits in the ice-pushed ridge near Rhenen and Veenendaal*. Meded. Rijks Geol. Dienst, 35-2, pp. 165-177.
- Ruegg, G.H.J., 1986. Sedimentologische gegevens van de A28-ingraving zuidelijk van Soesterberg (= R.G.D., Sedimentologische Afdeling, Rapport No. 100). Haarlem.
- Ruegg, G.H.J., & Burger, A., 1999. De spoorwegafgraving bij Maarn: nieuwe waarnemingen in een oude groeve. *Grondboor & Hamer*, 5, pp. 111-116.
- Ruegg, G.H.J., 2008. De voormalige groeve Kwintelooijen in de Utrechtse Heuvelrug. *Grondboor & Hamer*, 6, pp. 130-138.
- Stapert, D., 1987. A progress report on the Rhenen industry (Central Netherlands) and its stratigraphical context. *Palaeohistoria* 29, pp. 219-243.
- Straaten, R. van der, & Balen, R.T. van, 2010. Smeltwaterafzettingen ontsloten in de ecopassage bij Elst. *Grondboor & Hamer*, 2, pp. 54-60.
- Vlerk, I.M. van der, & Florschütz, F., 1949. Nederland in het ijstijdvak. Uitgeversmaatschappij W. de Haan N. V. 287pp.
- Wageningen University & Research: Geomorfologische kaart van Nederland (Map Viewer Beta).
- Wateren, F.M. van der, 1981. Glacial tectonics at the Kwintelooijen Sandpit, Rhenen, The Netherlands. In: G.H.J. Ruegg & J.G. Zandstra (eds): *Geology and archaeology of Pleistocene deposits in the ice-pushed ridge near Rhenen and Veenendaal*. Meded. Rijks Geol. Dienst, 35-7, pp. 252-268.
- Wateren, F.M. van der, 1995. Structural Geology and Sedimentology of Push Moraines. Processes of soft sediment deformation in a glacial environment and the distribution of glaciotectonic styles. Proefschrift, Mededelingen Rijks Geologische Dienst 54.
- Wong, Th.E., Batjes, D.A.J. & de Jager, J., 2007. *Geology of the Netherlands*, Royal Netherlands Academy of Arts and Sciences. 354 pp.
- Zagwijn, W.H. (1963b) - Pleistocene stratigraphy in the Netherlands based on changes in vegetation and climate. - *Verhand. Kon. Ned. Geol. Mijnb. Genootsch.*, Geol. Ser. 21-2, p. 173-196.
- Zagwijn, W.H., 1975. De paleogeografische ontwikkeling van Nederland in de laatste drie miljoen jaar. *K.N.A.G. Geografisch Tijdschrift* IX, nr. 3, pp. 181-201.
- Zandstra, J.G., 1981. Petrology and lithostratigraphy of ice-pushed Lower and Middle Pleistocene deposits at Rhenen (Kwintelooijen). In: G.H.J. Ruegg & J.G. Zandstra (eds): *Geology and archaeology of Pleistocene deposits in the ice-pushed ridge near Rhenen and Veenendaal*. Meded. Rijks Geol. Dienst, 35-3, 179-192.



Huib van den Brink studeerde fysische geografie aan de Vrije Universiteit in Amsterdam van 1972 tot 1980. Hij studeerde af als Kwartair geoloog met bijvakken sedimentologie en palynologie.

Van 1981 tot 1999 werkte hij als exploratie geoloog, gespecialiseerd in de stratigrafie, voor Shell in het VK, Nederland, Oman, Maleisië, Nigeria en Australië. Na een 3 jarige onderbreking als senior lecturer in de petroleum geologie bij Curtin University in Perth keerde hij in 2002 in Nederland terug. Hij werkte vervolgens als exploratie geoloog bij verschillende oliebedrijven in Duitsland, Nederland, het VK en Noorwegen tot 2016.

Na pensionering in 2016 pakte hij eerst zijn stratigrafische research uit zijn Australië periode weer op en raakte de laatste jaren gefascineerd door de ontsluitingen, die hij waarnam in bouwputten op de Utrechtse Heuvelrug. Dit resulteerde in enige artikelen in het amateurgeologenblad Grondboor & Hamer.



Leersum, juni 2020



Kwintelooijen, november 2020