

OBSERVATIES BETREFFENDE
DE INTERNE STRUCTUUR VAN
DE UTRECHTSE HEUVELRUG
EN DIRECTE OMGEVING

Inventarisatie van
geologische
beschrijvingen van
ontsluitingen verspreid
over en in de nabijheid
van 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”

De volgende tekst bestaat uit twee delen. Deel 1, de hoofdmoot van de tekst, is een inventarisatie van geologische beschrijvingen van afzettingen, die in het Saalien door het landijs zijn opgestuwd, aangetroffen in ontsluitingen verspreid over de stuwwal van de Utrechtse Heuvelrug, alsmede een inventarisatie van geologische beschrijvingen van ontsluitingen van niet gestuwde smeltwater afzettingen aan de buitenzijde van deze stuwwal. Deel 2 is een inventarisatie van waarnemingen van dekzand ontsluitingen van Weichselien ouderdom in de nabijheid van de Utrechtse Heuvelrug.

Driebergen

Eerste versie december 2020, laatste revisie februari 2024

DEEL 1

Inventarisatie van geologische beschrijvingen van afzettingen, in het Saalien door het landijs opgestuwd, aangetroffen in ontsluitingen verspreid over de stuwwal van de Utrechtse Heuvelrug, alsmede beschrijvingen van ontsluitingen van smeltwater afzettingen aan de buitenzijde van deze stuwwal

Inhoud deel 1

Inleiding	5
Stuwwallen in Midden Nederland	8
Het Pleistoceen in Nederland	8
De vorming van de stuwwallen in het Saalien	9
Overzicht ontsluitingen	17
Gestuwde afzettingen op de Utrechtse Heuvelrug	17
Zanderij bij Maarn/Spoorwegafgraving bij Maarn	17
Voormalige groeve Kwintelooijen	27
Voormalig groeve Leccius de Ridder	34
Voormalig groeve Grebbeberg	38
Wegontsluiting Rhenen	39
Doornse Gat	40
Voormalig groeve Donderberg	41
Bouwlocatie Leersum	42
Bouwput Doorn	44
Gestuwde afzettingen op de stuwwal van Amersfoort en de noordelijke Utrechtse Heuvelrug	46
Het Soester Hoogt	46
Voormalig groeve de Paltz	47
Weginsnijding Soester Hoogt	47
Keileemlagen	48
Bouwlocatie Soesterberg	49
A28 ontsluitingen	50
Voormalig groeve De Hoge Klei	56
Keileemgroeves in de oostzijde van de stuwwal van Amersfoort	57
Voormalig groeve Monnikenbosch	58
Voormalig waterleiding groeve	58
Stuwwal van Soest - voormalig groeve Ruttenberg te Soest	59
Niet gestuwde afzettingen aan de buitenzijde van de stuwwal	60
Het gebied rond Soesterberg	60
Bouwput Leersum	67
Keienverzameling Amerongen	68
Ecopassage Elst	69
Voormalig groeve Leccius de Ridder	69

Voormalig groeve Grebbeberg	70
Synthese	71
Discussie	76
Nawoord	78
Dankwoord	78
Referenties	79
Appendix: Korte beschrijvingen van voormalige afgravingen/groeves	82

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 geologische beschrijving van de oostwand 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, groeve Monnikenbosch ten zuidwesten van Amersfoort, de waterleiding afgraving ten zuiden van Soest, Schaerwilde en de Krakeling ten oosten van Zeist, het Doornse Gat bij Doorn en voormalig groeve Donderberg bij Leersum. Slechts van enige van deze groeves zijn foto's en summiere geologische beschrijvingen teruggevonden. In het Doornse Gat waren recent nog enige kleine ontsluitingen te zien, die kort beschreven zijn. Recentelijk doken er enige oude ansichtkaarten op van een forse afgraving aan de oostkant van de Grebbeberg, daterend uit het begin van de vorige eeuw. Op de foto's zijn hellende aardlagen te zien.

In en nabij Soesterberg is veel zand afgegraven, wat goed waar te nemen is, aangezien de woonwijken rond de skibaan en sportvelden in Soesterberg en het voormalige woonwagenkamp Beukbergen op een lager niveau liggen dan de omgeving. De zand- en grindlagen in enige van deze groeves zijn geologisch onderzocht en gepubliceerd. Er is relatief veel fotomateriaal van afgravingen in en rond Soesterberg in de inventarisatie opgenomen.

Wie rondfietst over de Utrechtse Heuvelrug zal talrijke minder opvallende afgravingen waarnemen, zoals bijvoorbeeld de Kozakkenput bij Austerlitz (gegraven door de soldaten van Napoleon), het Wolvengat bij Leersum en de Leemkuil bij Rhenen. Het merendeel van de kleinere afgravingen zijn anonieme gaten verspreid in de bosgebieden gelegen. Sommige van deze afgravingen zijn al eeuwenoud. Het betreft hier voornamelijk oude zandwinningsgaten. Daarnaast lieten landgoedeigenaren grote diepe vijvers graven (Heidestein bij Zeist, Birkhoven bij Amersfoort). Ook heeft WO II zijn sporen achtergelaten in de vorm van kuilen waarin bunkers hebben gestaan (Grebbeberg, rond vliegbasis Soesterberg). Sporadisch verschaffen kleine afgravingen geologische informatie, zoals de keileem voorkomens op het Soester Hoogt. In het begin van de vorige eeuw werd naar keileem gegraven in kleine groeves ten zuidwesten van Amersfoort. Keileem werd toen gebruikt voor de aanleg van paden en dijken.

Van sommige groeves zijn de sporen uitgewist, omdat ze als stortplaats in gebruik werden genomen en geheel met afval werden opgevuld, zoals groeves aan de Sandenburgerlaan ten zuiden van Maarsbergen, De Hoge Klei bij Amersfoort en Ruttenberg te Soest. Van beide laatste zijn geologische profielschetsen bewaard gebleven. Onder het tracé van de A28 ten zuiden van Soesterberg bevond zich ook een uitgestrekte zandgroeve, die voor de aanleg van de snelweg werd volgestort. De contouren van de 'verdwenen' groeves zijn waarneembaar op oude topografische kaarten (www.topotijdreis.nl).

Maar wat is er überhaupt nog aan ontsluitingen te zien in de voormalige groeves? Tegen het eind van de vorige eeuw werden de laatste grote zandafgravingen op de Utrechtse Heuvelrug op non-actief gezet nadat vele kleinere groeves al eerder waren gesloten. De voormalige groeves veranderden in recreatie terreinen en/of natuurparken, waar van de geologische ontsluitingen vrijwel niets meer is te

zien door de aangeplante vegetatie op de groevewanden. Een korte beschrijving van voormalige afgravingen/groeves op en rond de Utrechtse Heuvelrug is te vinden in een appendix bij dit rapport.

Behalve in groeves werden geologische ontsluitingen ook gecreëerd aan de flanken van ingegraven wegen. Van deze wegontsluitingen zijn enkele voorbeelden uit het verleden gedocumenteerd, maar vooral de aanleg van de A28 in de tachtiger jaren van de vorige eeuw en later de aanleg van een ecoduct over deze snelweg heeft veel geologische informatie opgeleverd, die is gepubliceerd.

Nu de groevewanden overgroeid zijn en nieuwe wegontsluitingen zich ook niet meer aandienen, kunnen ontsluitingen enkel bestudeerd worden in bouwputten. Deze moeten op tijd worden gespot vanwege de beperkte levensduur en ook een minimale diepte van enkele meters hebben. In de afgelopen jaren zijn enige bouwputten op de Utrechtse Heuvelrug door de auteur geologisch onderzocht en beschrijvingen, schetsen en foto's gepubliceerd in het tijdschrift Grondboor en Hamer van de Nederlandse Geologische Vereniging. De beschrijvingen en foto's zijn ook in dit rapport opgenomen alsmede die van kleinere bouwputten, die niet voor separate publicatie in aanmerking komen, maar op deze wijze wel worden gecatalogiseerd. De aanleg van toekomstige bouwputten wordt gemonitord. Derhalve moet dit rapport als een levend document worden gezien. De bedoeling is dat nieuwe geologische studies van bouwputten regelmatig in de toekomst worden toegevoegd.

De observaties van de interne structuur van de Utrechtse Heuvelrug betreffen voornamelijk beschrijvingen en foto's/schetsen van ontsluitingen, maar in Den Dolder en Amerongen wordt ook naar keien verzamelingen, die liggen uitgesteld, gerefereerd, omdat die ter plaatse geologische informatie verschaffen.

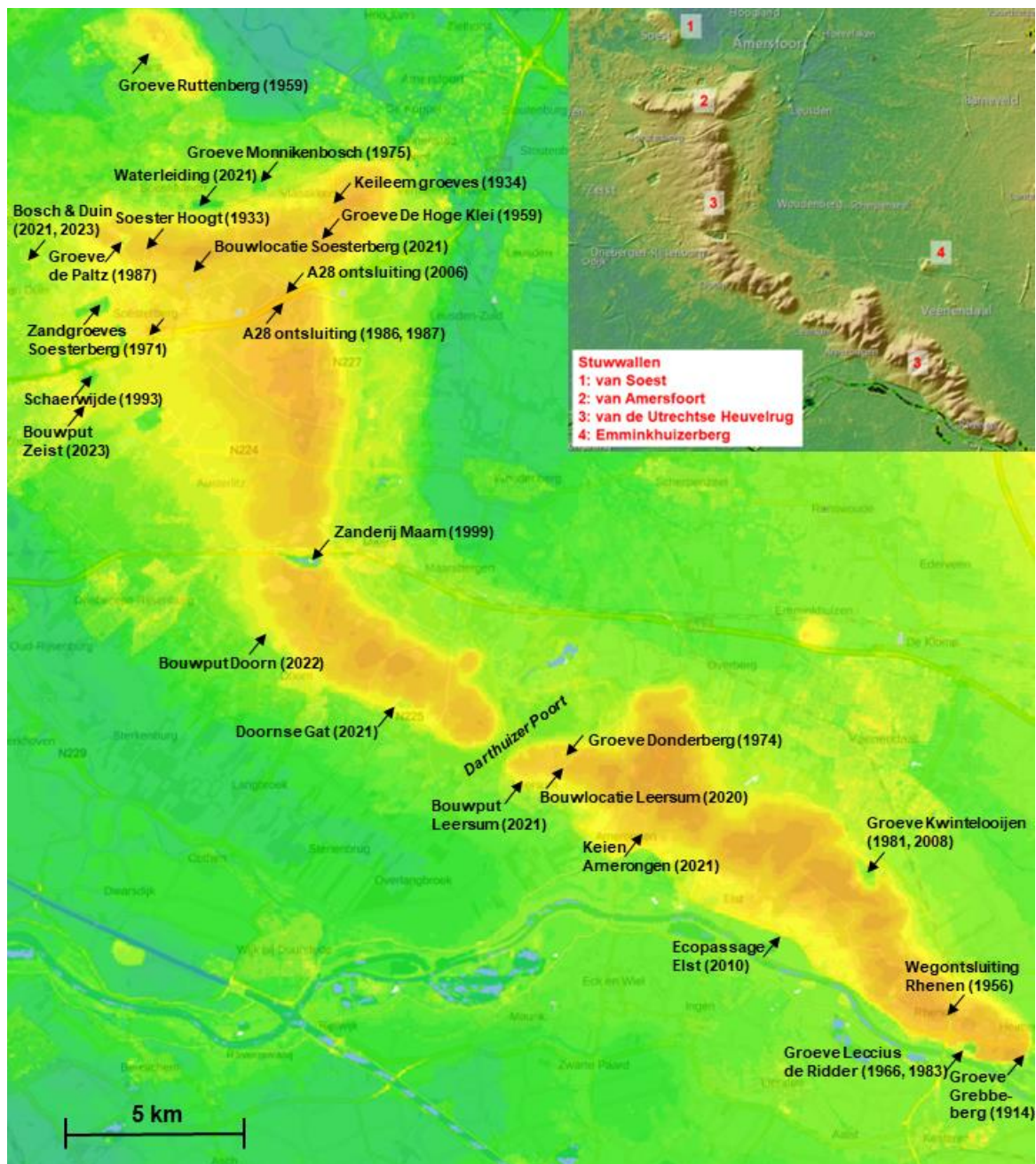
De inventarisatie van geologische beschrijvingen bestrijkt de stuwwal van de Utrechtse Heuvelrug vanaf de Grebbeberg in het Zuidoosten tot en met de stuwwal van Amersfoort in het Noorden (afb. 1). Van de kleine geïsoleerde stuwwal van Soest zijn enkel schetsen en foto's van amateur geologen Lucas Hofland en Albert Koenderink opgenomen, gemaakt in de voormalige groeve Ruttenberg 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/).

De geologische beschrijvingen van ontsluitingen worden in deze volgorde gepresenteerd voor de gestuwde afzettingen te beginnen met de stuwwal van de Utrechtse Heuvelrug, vervolgens de stuwwal van Amersfoort en tot slot de stuwwal van Soest. Het jaar van rapporteren wordt toegevoegd:

- Zanderij bij Maarn (1999)
- Groeve Kwinteloijen (1981 & 2008)
- Groeve Leccius de Ridder (1966)
- Groeve Grebbeberg (1914)
- Wegontsluiting Rhenen (1956)
- Doornse Gat (2021)
- Groeve Donderberg (1974)
- Bouwlocatie Leersum (2020)
- Bouwput Doorn (2022)
- Groeve de Paltz (1987)
- Weginsnijding Soester Hoogt (1933)
- Keileemlagen Soester Hoogt (2021)
- Bouwlocatie Soesterberg (2021)
- A28 ontsluitingen (1986, 1987, 2006 & 2022)
- Groeve De Hoge Klei (1959)
- Keileemgroeves ten zuidwesten van Amersfoort (1934)
- Groeve Monnikenbosch (1975)
- Waterleiding groeve (2021)
- Groeve Ruttenberg in Soest (1959)

Voor de niet gestuwde fluvioglaciale en hellingafzettingen aan de buitenzijde van de stuwwal:

- Zandgroeves en bouwput Soesterberg (1957, 1971 & 2021)
- Schaerwilde bij Zeist (1993)
- Bouwput Zeist (2023)
- Bouwput Bosch en Duin (2021)
- Bouwput Bosch en Duin (2023)
- Keienverzameling Den Dolder (2021)
- Bouwput Leersum (2021)
- Keienverzameling Amerongen (2021)
- Ecopassage Elst (2010)
- Groeve Leccius de Ridder (1983)
- Groeve Grebbeberg (1925)



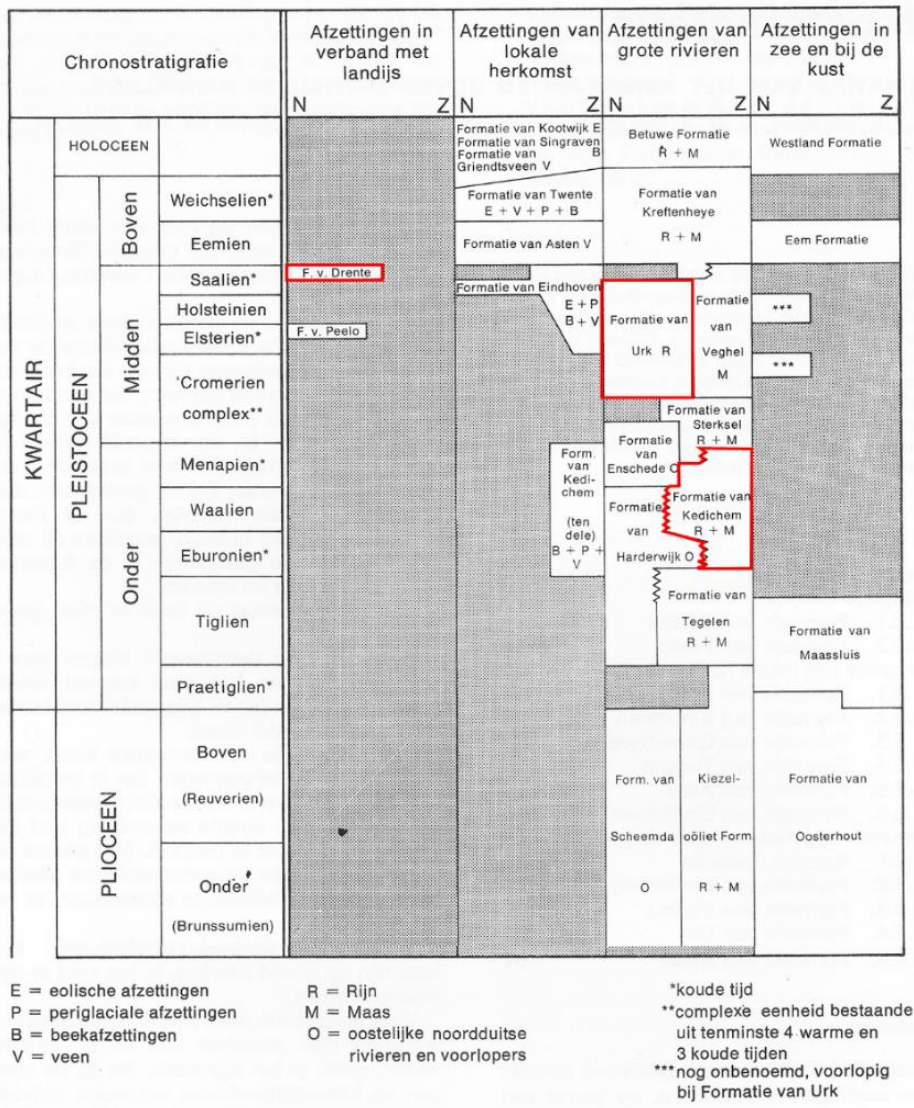
Afbeelding 1: De Utrechtse Heuvelrug (AHN) met beschreven locaties (in het kader een specificatie van verschillende stuwwallen).

Stuwwallen in Midden Nederland

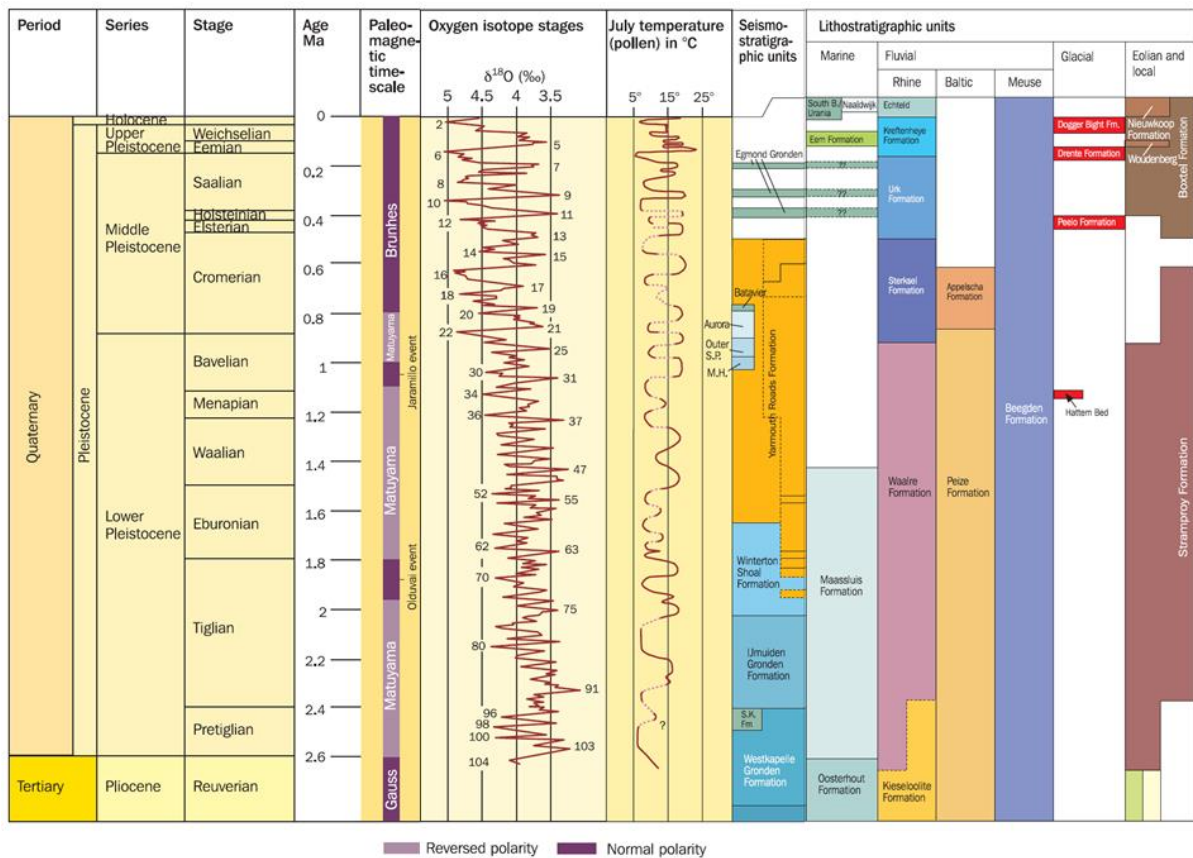
Ter inleiding van de inventarisatie van geologische beschrijvingen van ontsluitingen verspreid over de Utrechtse Heuvelrug wordt een kort overzicht van het Pleistoceen in Nederland gegeven en vervolgens op het voorlaatste glaciaal, het Saalien, gefocust toen het landijs de stuwwallen in Nederland vormde.

Het Pleistoceen in Nederland

De chronostratigrafische onderverdeling van het Pleistoceen in Nederland in etages, glaciale en interglaciale 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 dit overzicht 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.



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.

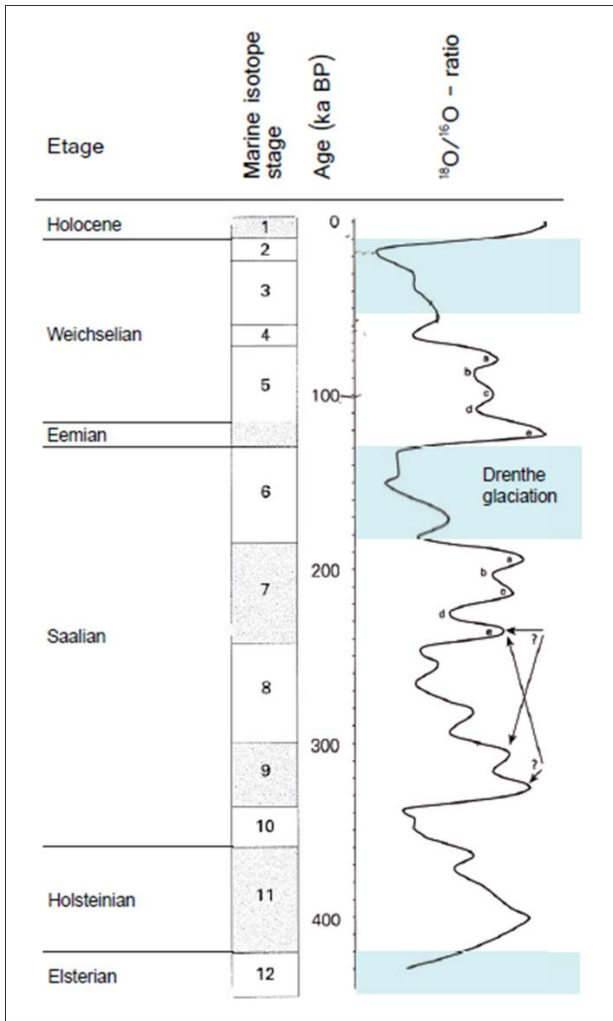


Afbeelding 3a: Stratigrafie van het Pleistoceen in Nederland (Wong et al., 2007, naar de Mulder et al., 2003).

De vorming van de stuwwallen in 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).



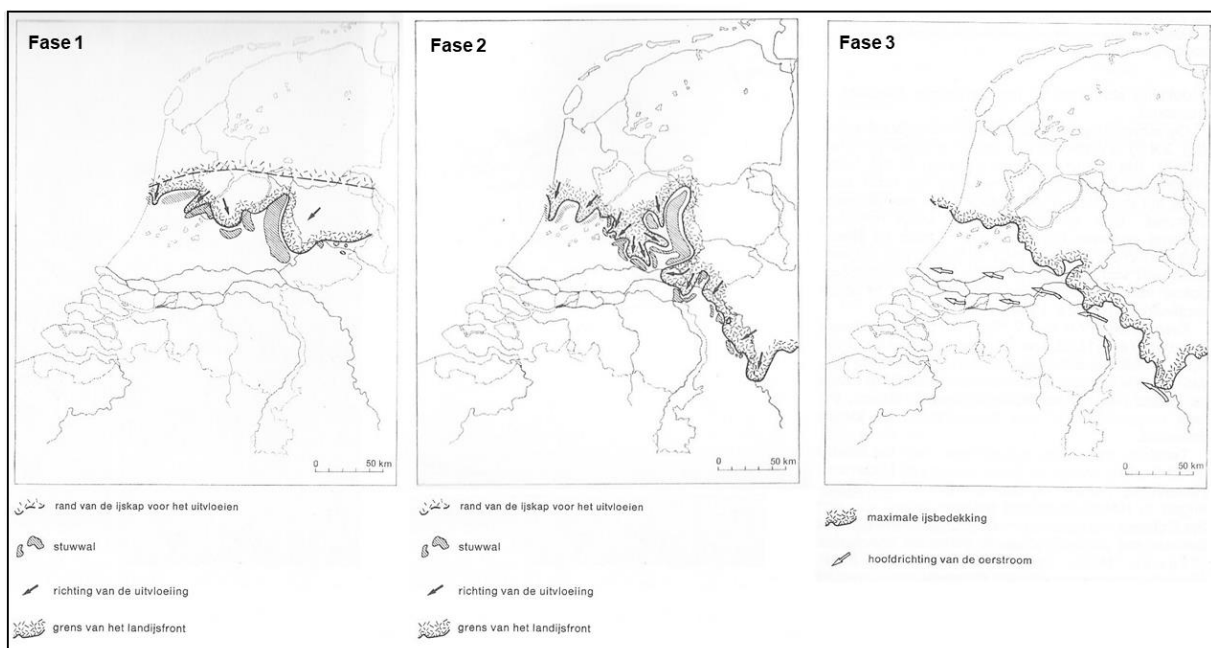
Afbeelding 3b: Chronostratigrafie van het Midden en Laat Pleistoceen in Nederland. Blauwe zones zijn koudste periodes (Pierik, 2010).

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.

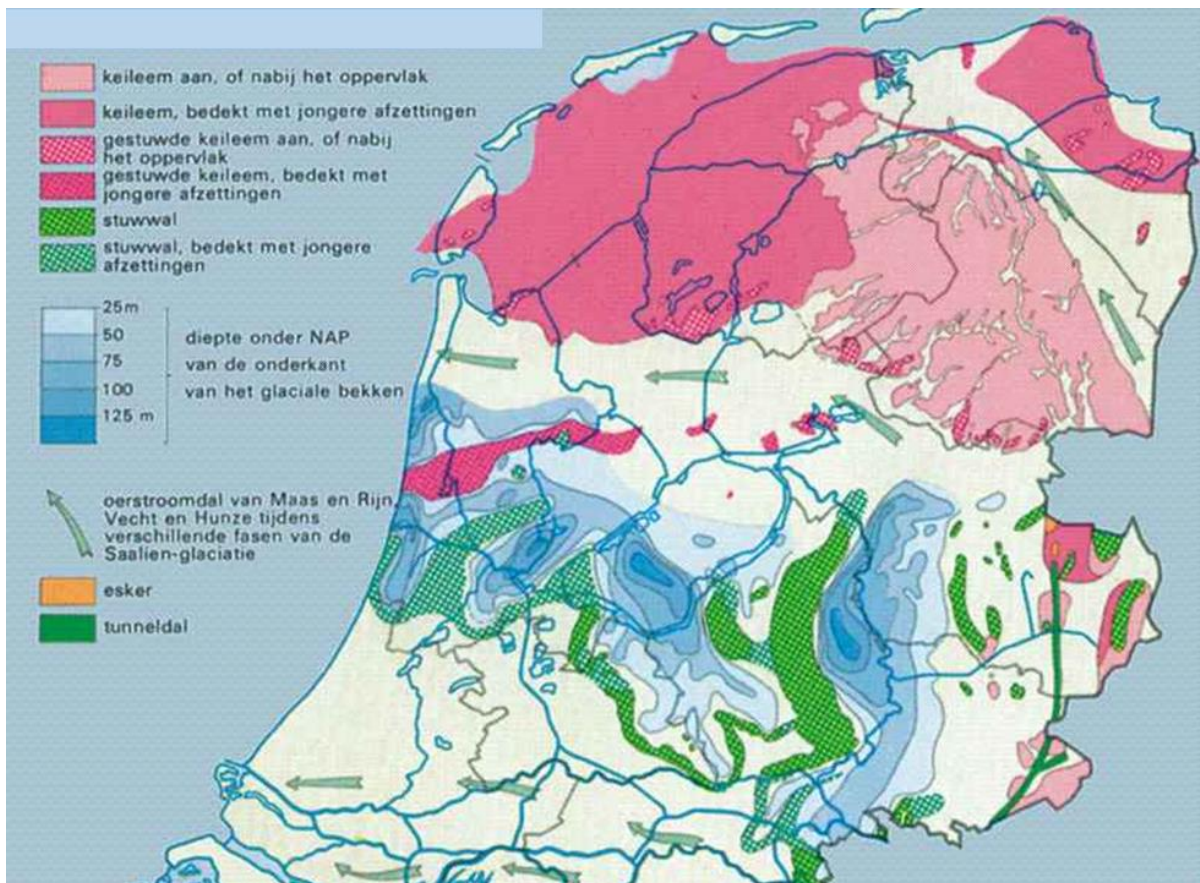
Het glaciale bekken van de Gelderse Vallei is in het noorden meer dan 100 meter diep en in het zuiden wordt een diepte van 25 meter beneden N.A.P. bereikt (afb. 7B). Het bekken is gevuld met keileem en smeltwaterafzettingen van Saalien ouderdom (Formatie van Drente), mariene afzettingen uit het Eemien, dekzanden uit het Weichselien (Formatie van Boxtel) en Holocene fluviatile afzettingen (afb. 9). Ten westen van de Gelderse Vallei ligt de stuwwal van de Utrechtse Heuvelrug met een afgevlakte top tussen de 45 en 60 meter boven N.A.P. (de hoogste top, de Amerongse Berg, is 70 meter). De heuvelrug is asymmetrisch met een steile proximale (oost-) helling (5° - 15°) en een flauwe distale (west-) helling (2° - 5°), bedekt met fluvioglaciale afzettingen (afb. 7B).

De Utrechtse Heuvelrug is hoofdzakelijk opgebouwd uit sedimenten die door de rivier de Rijn zijn afgezet met daarin opgenomen Maas componenten (afb. 3a). In oudere literatuur wordt dit pakket vaak preglaciaal genoemd. 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. Lokaal is ook de Formatie van Sterksel aangetroffen in de A28 ontsluiting. Mogelijk zijn in voormalig groeve Monnikenbosch op de stuwwal van Amersfoort witte zanden van Baltische herkomst van de Formatie van Appelscha of Peize waargenomen.

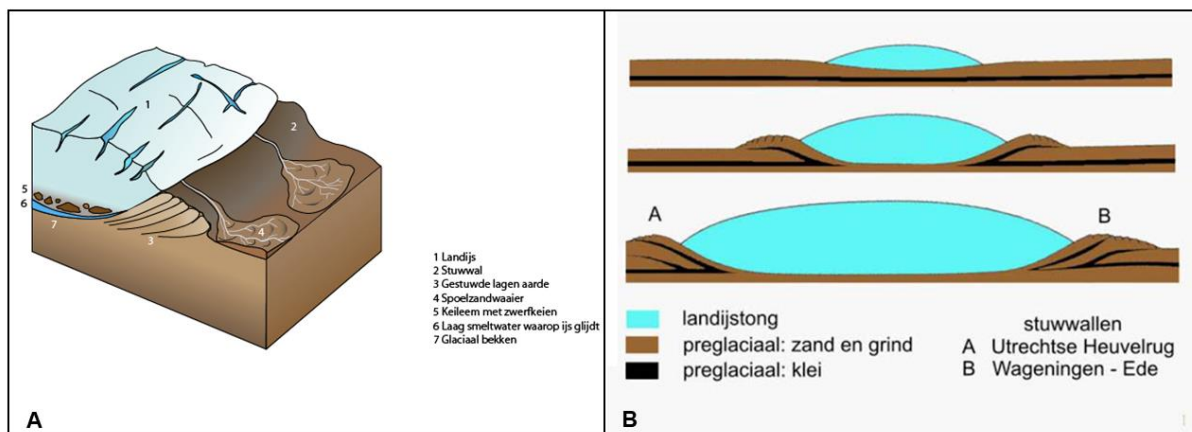
Talrijke zwerfstenen zijn verspreid over de Utrechtse Heuvelrug aangetroffen. Een collectie van deze keien ligt op het Zwerfsteneneiland in de oude zanderij van Maarn, waar rond 1900 al een uitgestrekt keienveld aanwezig was (afb. 11b). Deze zwerfkeien zijn ingedeeld naar herkomstgebied in Scandinavië of hebben een zuidelijke oorsprong (Hoogendoorn, 2006, naar Zandstra, 1988 & 1999).



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

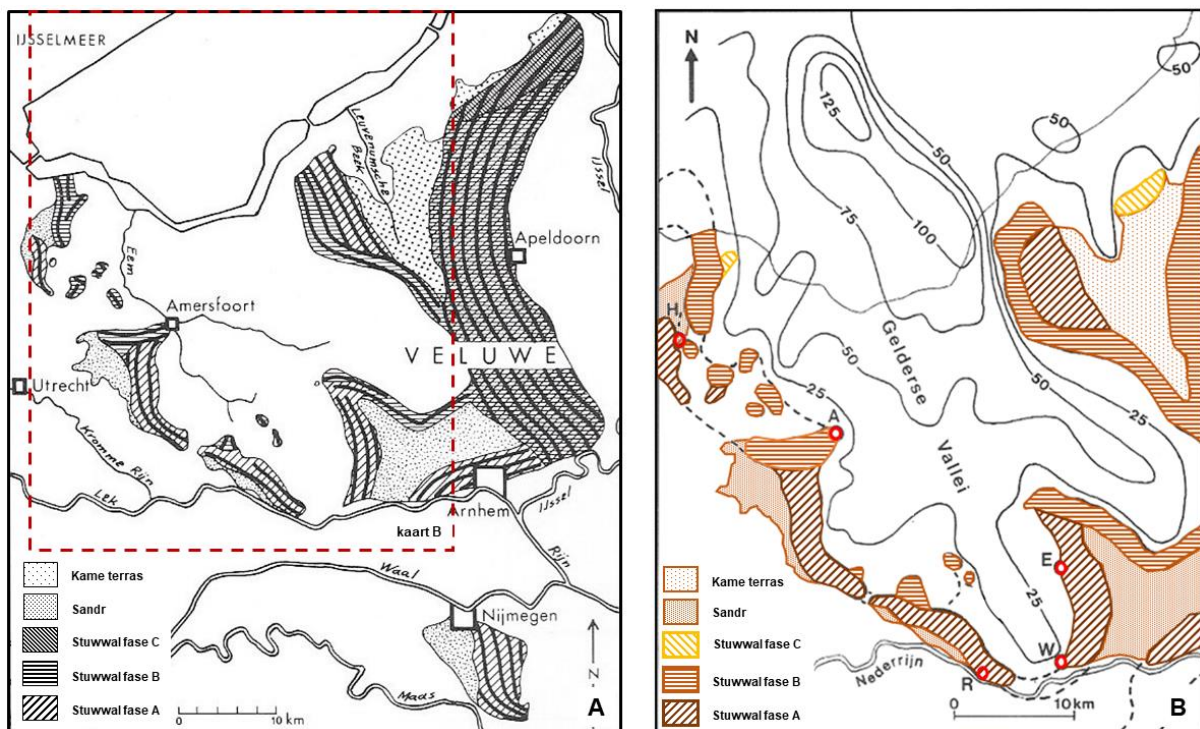


Afbeelding 5: Stuwwallen en glaciële bekkens (Atlas van Nederland, deel 13, Geologie, 1985). Aangepast naar kaart glaciële verschijnselen gedurende het Saalien van Jelgersma en Breeuwer (1975).



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, naar Van der Wateren, 1985).

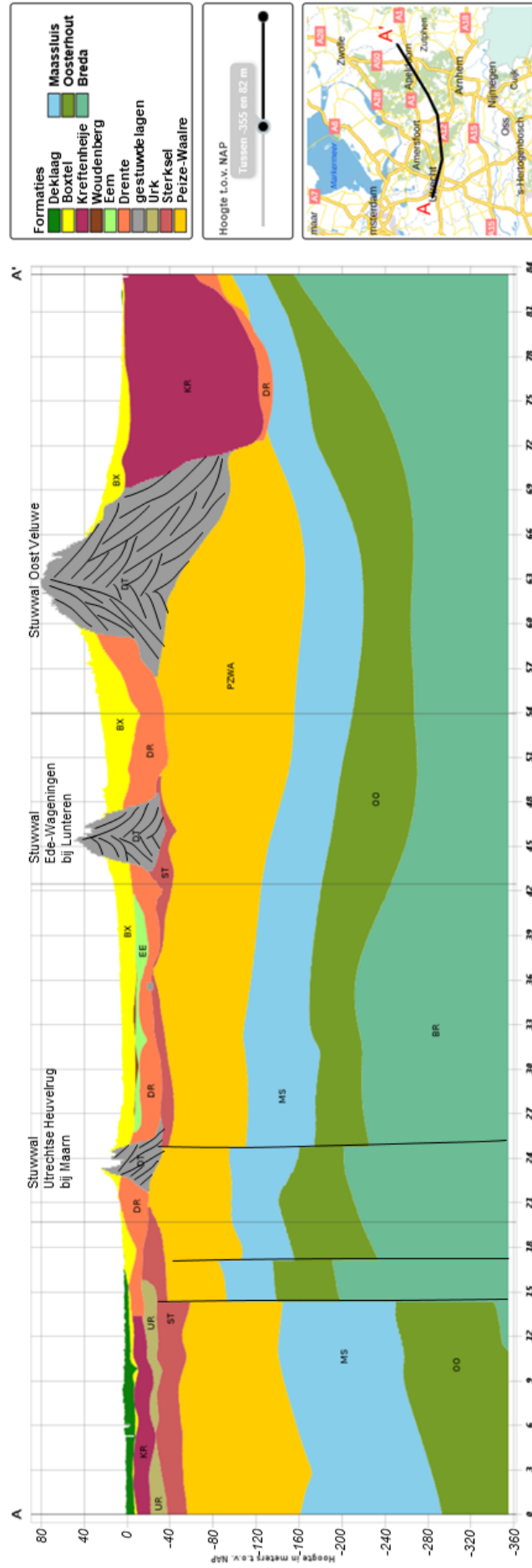
De eerste stuwwallenkaart van Nederland is van de hand van Lorié (1916) werd door Hol (1936) verfijnd. Van der Vlerk en Florschütz geven in hun klassieke boek 'Nederland in het IJstijdvak' uit 1949 de verspreiding van stuwwallen weer. Brouwer (1950) produceerde de eerste kaart met glaciogene landschapstypen; de verspreiding van stuwwallen en morenes in Nederland. Maarleveld (1955) stelde een kaart samen, die de stuwwallen en fluvioglaciële afzettingen in Midden-Nederland en een fasering in de beweging van het ijsfront weergeeft (afb. 7A). Deze kaart laat zien dat de stuwwal van de Utrechtse Heuvelrug ouder is (fase A) dan de stuwwal van Amersfoort (fase B). Afbeelding 7B is (een deel van) een latere bewerking van deze kaart (Maarleveld, 1981). Wat betreft de fasering van de stuwwal vorming verschilt Maarleveld (1981) duidelijk van mening met Jelgersma en Breeuwer (1975).



Afbeelding 7: A: Stuwwallen en fluvioglaciële afzettingen in Midden-Nederland (Maarleveld, 1955), B: Uitsnede van A, het glaciële bekken van de Gelderse Vallei tussen de stuwwallen van de Utrechtse Heuvelrug en Wageningen-Ede en de Veluwe (naar Maarleveld, 1981, bewerkt door Van der Wateren, 1985). H: Hilversum, A: Amersfoort, R: Rhenen, W; Wageningen, en E: Ede.

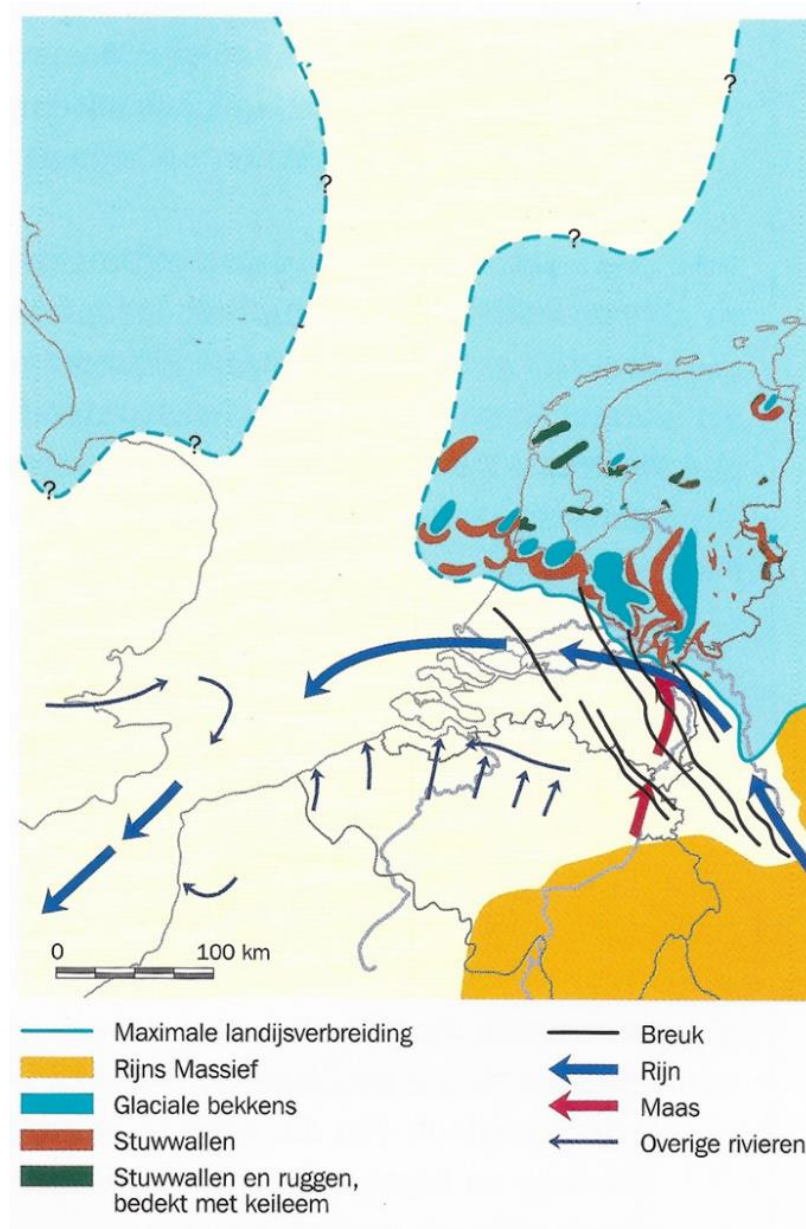
Van de stuwwallen studies in Midden-Nederland, die sindsdien verschenen, zijn de glaciotectonische studies van Van der Wateren (1981, 1985 en 1995) en de Ground Penetrating Radar data van de Oost Veluwe van Bakker en Van der Meer (2003) vermeldingswaardig, omdat deze een verbeterde kijk geven op de stuwwalontwikkeling in Midden-Nederland.

Een geologisch dwarsprofiel over Midden-Nederland (afb. 8) vanaf Utrecht, de stuwwal van de Utrechtse Heuvelrug bij Maarn, de Gelderse Vallei, de stuwwal van Ede-Wageningen bij Lunteren, de Veluwe, de stuwwal van de Oost Veluwe en Apeldoorn is onttrokken aan de Dinoloket website van TNO. Het is samengesteld aan de hand een dicht netwerk van boringen van variabele diepte tot maximaal 400 meter beneden N.A.P. Het laat de verspreiding van Laat Tertiaire en Kwartaire formaties zien. De overschuivingsvlakken (schubben) van de stuwwallen van de Utrechtse Heuvelrug en Ede-Wageningen reiken tot een diepte van 50 meter beneden N.A.P. De schubben van de stuwwal van de Oost Veluwe reiken tot over de 100 meter beneden N.A.P. (Jelgersma en Breeuwer, 1975).



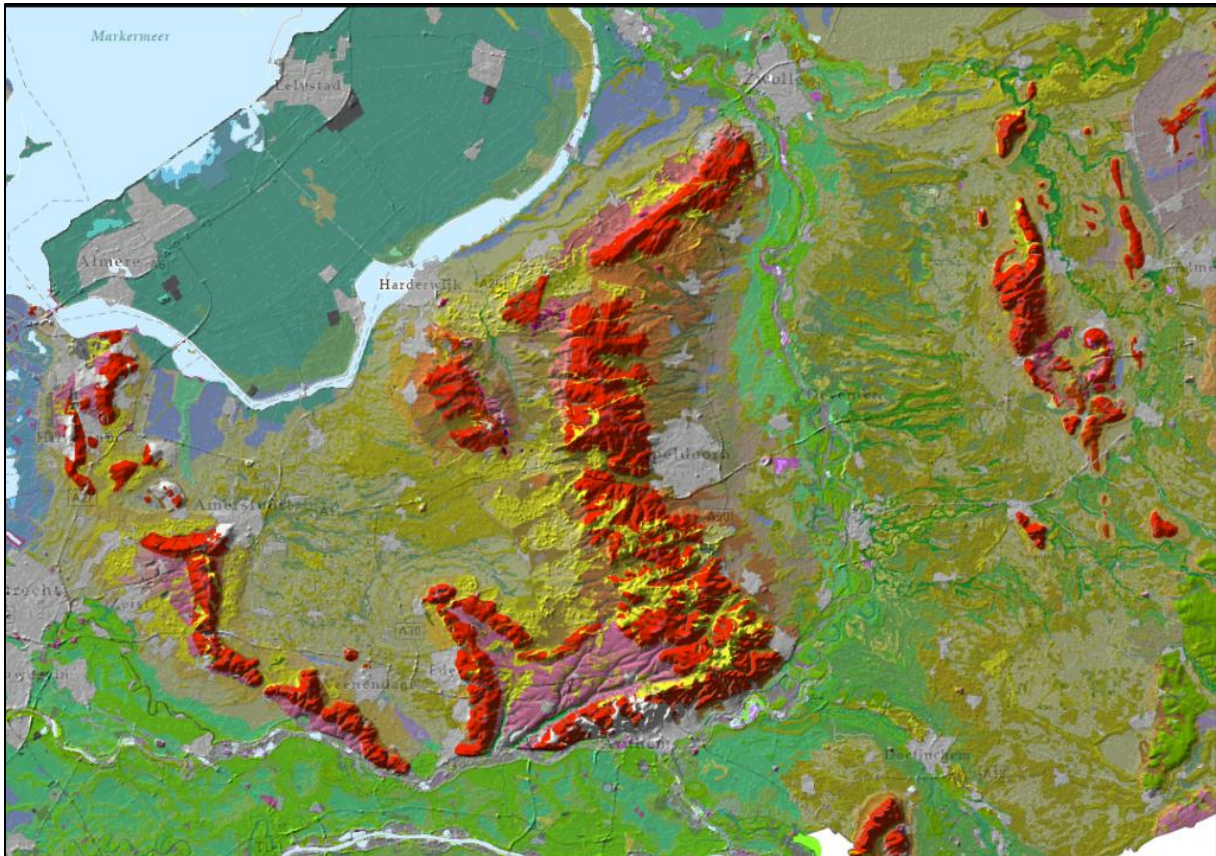
Abbeelding 8: Geologisch dwarsprofiel over Midden-Nederland (www.dinoloket.nl).

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. 9). De uitbreiding van het gletsjerijs in East Anglia is waarschijnlijk beperkter dan wordt aangegeven (Laban, persoonlijke communicatie, 15-02-2021).

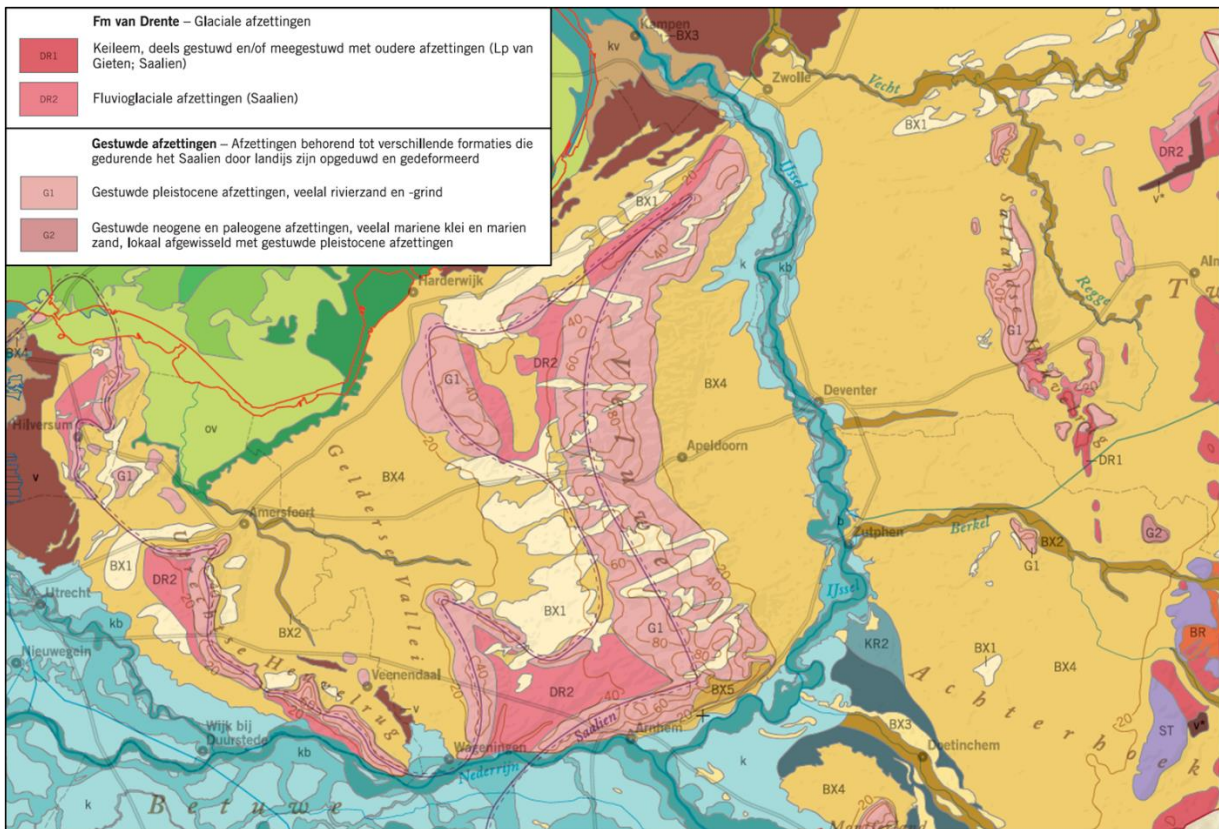


Afbeelding 9: Paleogeografie van Nederland en de Noordzee tijdens de maximale uitbreiding van het gletsjerijs gedurende het Laat-Saalien. De Scandinavische en Britse ijskappen zijn waarschijnlijk niet met elkaar verbonden. De Rijn en de Thames stromen zuidwaarts naar Het Kanaal (de Mulder et al., 2003).

De geomorfologische kaart van Nederland, vervaardigd door de Wageningen University & Research (WUR), is online beschikbaar. Deze kaart geeft een mooi beeld van de stuwwallen en aangrenzende fluvioglaciële afzettingen in midden Nederland (afb. 10). In begin 2023 is de nieuwe geologische kaart van Nederland uitgekomen, vervaardigd door TNO – Geologische Dienst Nederland. Het centrale deel van deze kaart is hier weergegeven (afb. 11).



Afbeelding 10: Geomorfologische kaart van Midden-Nederland (WUR). Stuwwallen: rood, fluvioglaciale afzettingen: paars.



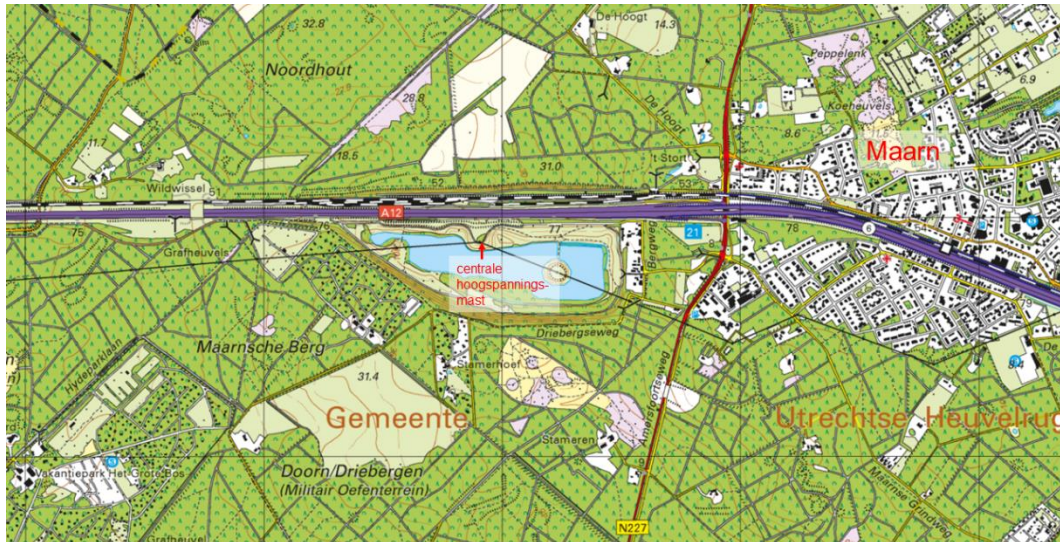
Afbeelding 11: Geologische kaart van Midden-Nederland. www.geologischdienst.nl

Overzicht ontsluitingen (voor locaties zie afbeelding 1)

Gestuwde afzettingen op de Utrechtse Heuvelrug

Zanderij bij Maarn/Spoorwegafgraving bij Maarn

De Zanderij oftewel de Spoorwegafgraving bij Maarn (afb. 12) is de meest historische en grootste zandgroeve ingegraven in de Utrechtse Heuvelrug. Reeds rond 1860 werd begonnen met het afgraven van zand ten behoeve van de Staatsspoorwegen. Wim Hoogendoorn geeft een historisch overzicht van de zanderij in zijn boek *Zwerfsteneneiland Maarn* uit 2006.



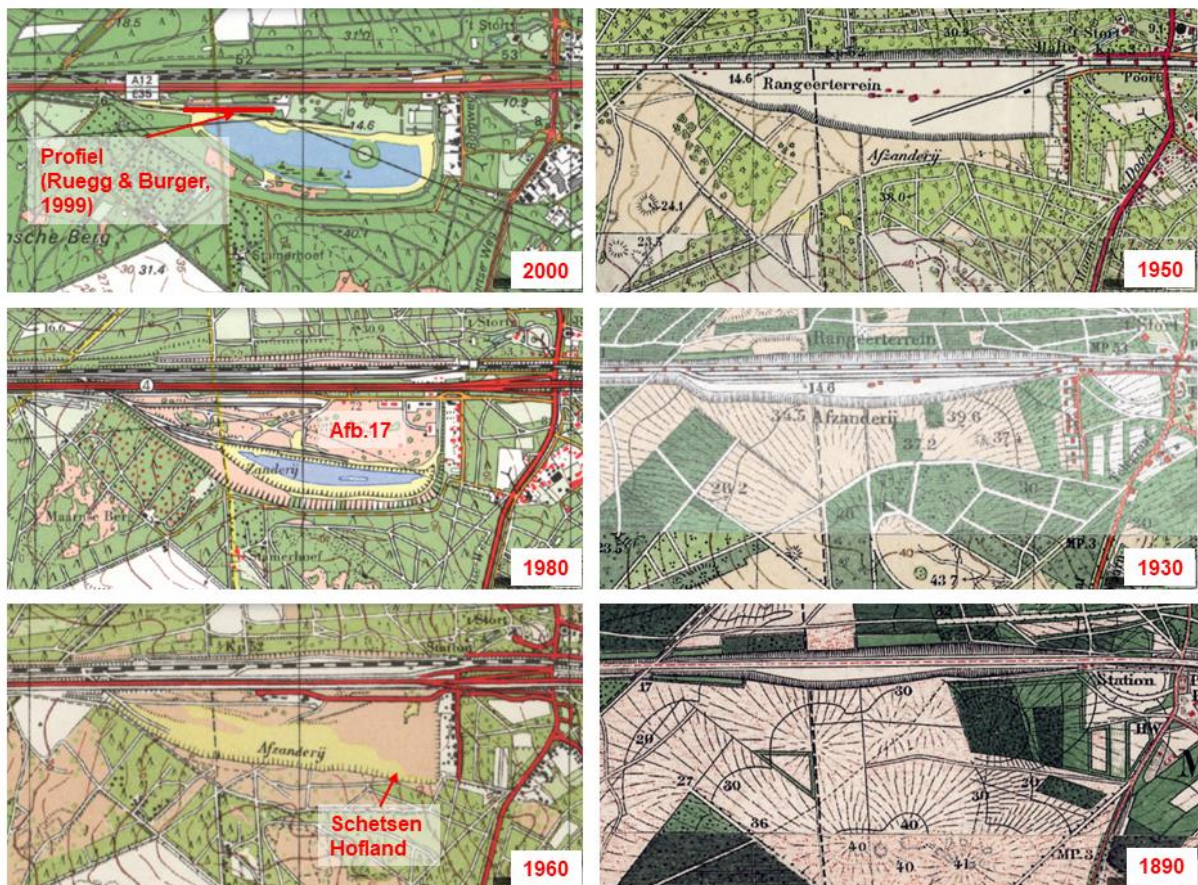
Afbeelding 12: Locatiekaart van de zanderij ten westen van Maarn. Let op locatie van centrale hoogspanningsmast.

De eerste geologische schets van de noordelijke groevewand van Lorié dateert uit 1887, de eerste foto van de zuidwand van de zanderij stamt van rond 1900 (afb. 13).



Afbeelding 13: Foto van rond 1900 van de zuidwand van de zanderij met uitgestrekt keienveld.
Bron: www.razu.nl.

De zandgroeve heeft zich vanaf de spoorlijn in het noorden door de tijd heen in zuidelijke richting uitgebreid (afb. 14). De huidige zuidwand ligt al min of meer op deze locatie sinds 1950 en is daarna niet veel verder meer uitgegraven. Het tussenliggende terrein was voor WO II een rangeerterrein en er na een kamp van de Genie. Vanaf de zeventiger jaren van de vorige eeuw is men de diepte in gaan graven, waardoor een plas ontstond. In de negentiger jaren werd het zand opgezogen, waardoor de plas heel diep werd.

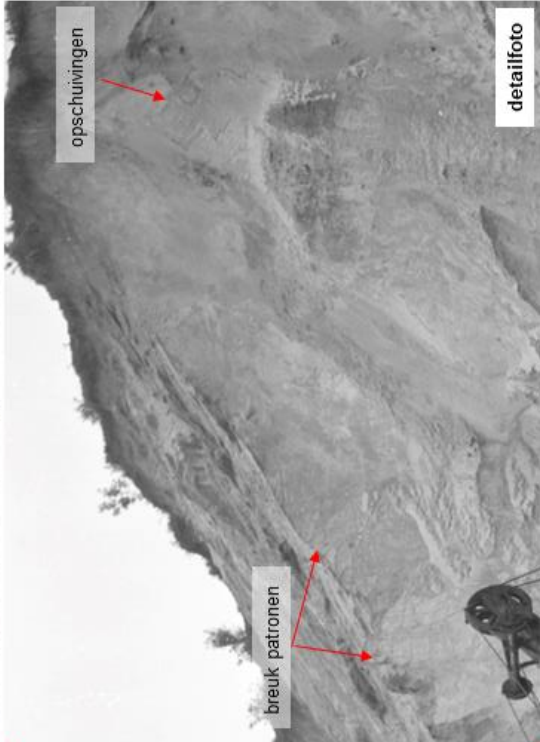
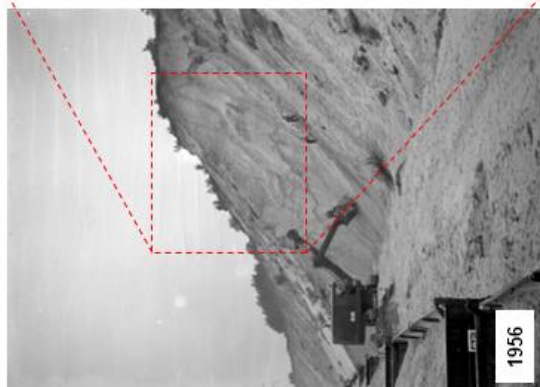


Afbeelding 14: Locatiekaarten van de zanderij bij Maarn van het jaar 2000 teruggaande in de tijd tot 1890. Locaties zijn aangegeven van het profiel van Ruegg en Burger (1999), afbeelding 17 en de schetsen van Hofland. www.topotijdreis.nl

Helaas is de geologische documentatie van de zanderij beperkt. Het is onverklaarbaar dat de toenmalige Rijks Geologische Dienst (RGD) geen geologische studies van deze grote zandgroeve, die 150 jaar actief is geweest, heeft gepubliceerd. Dit deed Gerard Ruegg samen met Adri Burger pas na zijn pensionering bij de RGD (Ruegg en Burger, 1999).

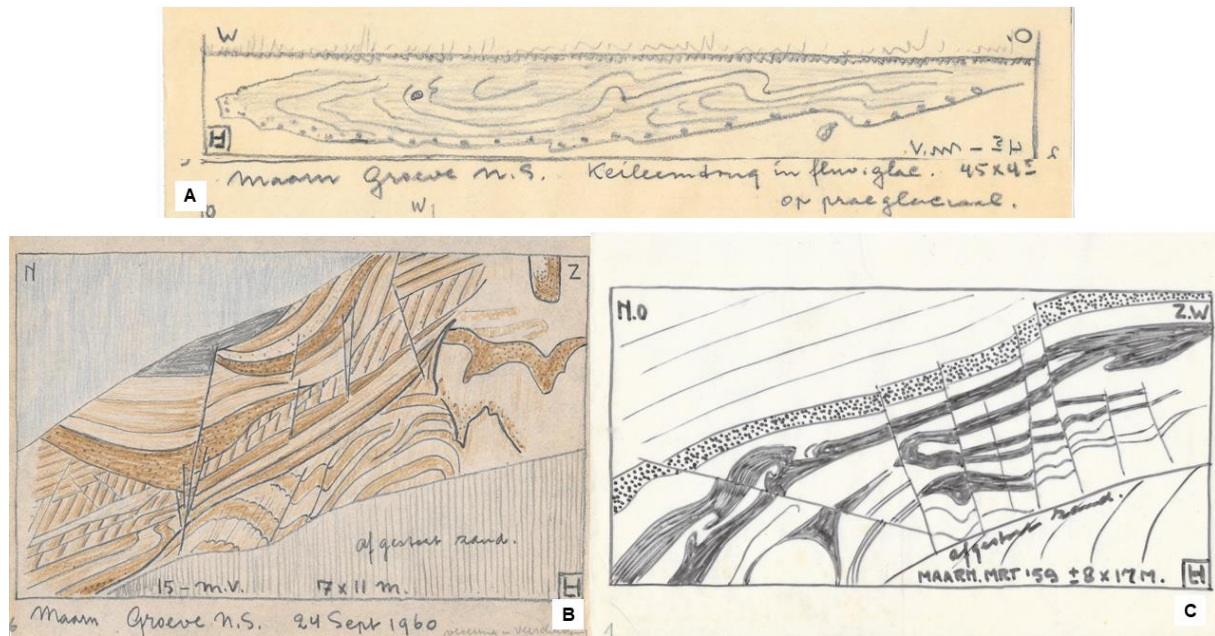
Van de tot 30 meter hoge zuidwand (afb. 15), die toch nog niet lang geleden ontsloten moet zijn geweest, gezien het prille vegetatiedek, zijn geen recente beschrijvingen en foto's terug gevonden. Enkel op een groevewand foto uit 1956 is enige glaciotektonische deformatie te zien (afb. 15).

De zuidwand van de zanderij in Maarn door de tijd heen



Afbeelding 15: De zuidwand van zanderij bij Maarn in 1935, 1956 en 2020. Bron meeste afbeeldingen: www.hetutrechtsarchief.nl

Van het oostelijk deel van de zuidwand zijn wel enige schetsen in het archief van amateurgeoloog Lucas Hofland (afb. 16) aanwezig, die hij gemaakt heeft in een periode voor 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 Hofland 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.

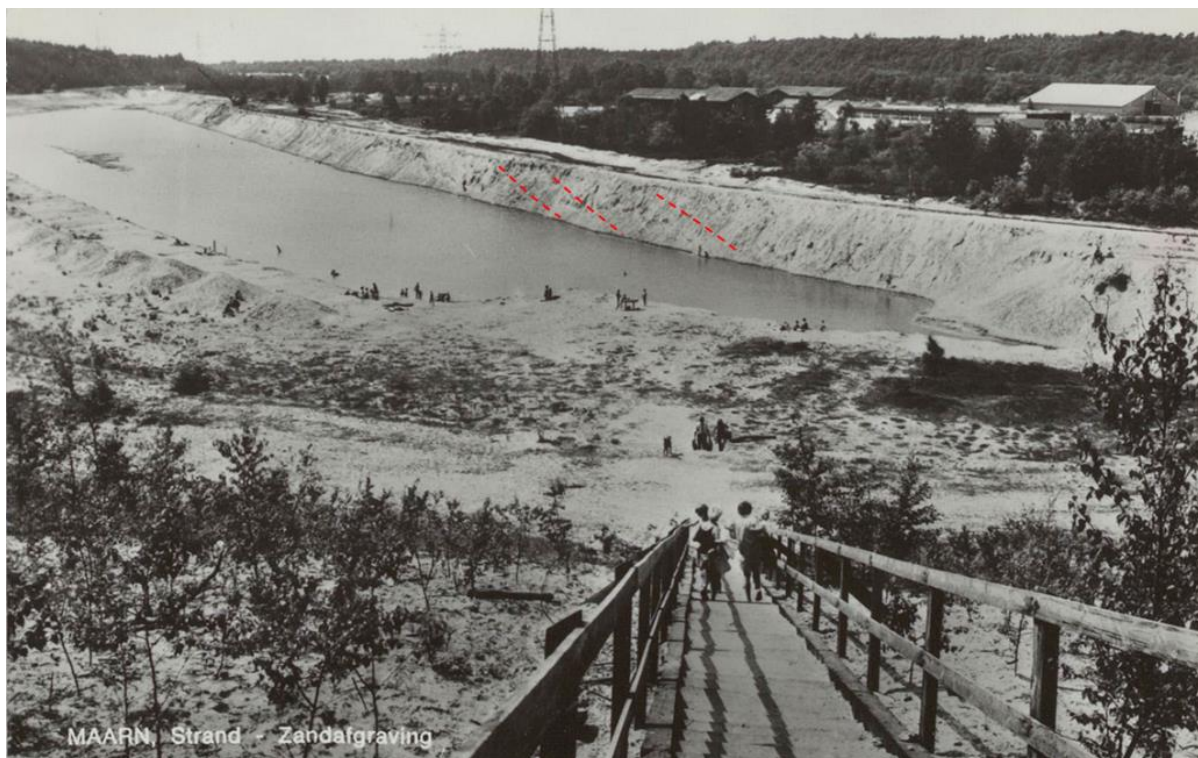


Afbeelding 16: Profielschetsen van Hofland van de zuidoostelijke wand. A) Keileem 'tong' in fluvioglaciale afzettingen op preglaciale afzettingen, B en C) Gestuwde afzettingen met plastische en starre vervormingen van respectievelijk leem en zand- en grindlagen.

* 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.

Van de noordwand van de zanderij is relatief meer fotomateriaal bewaard gebleven en de noordwand is in de laatste fase van afgraving ook geologisch bestudeerd.

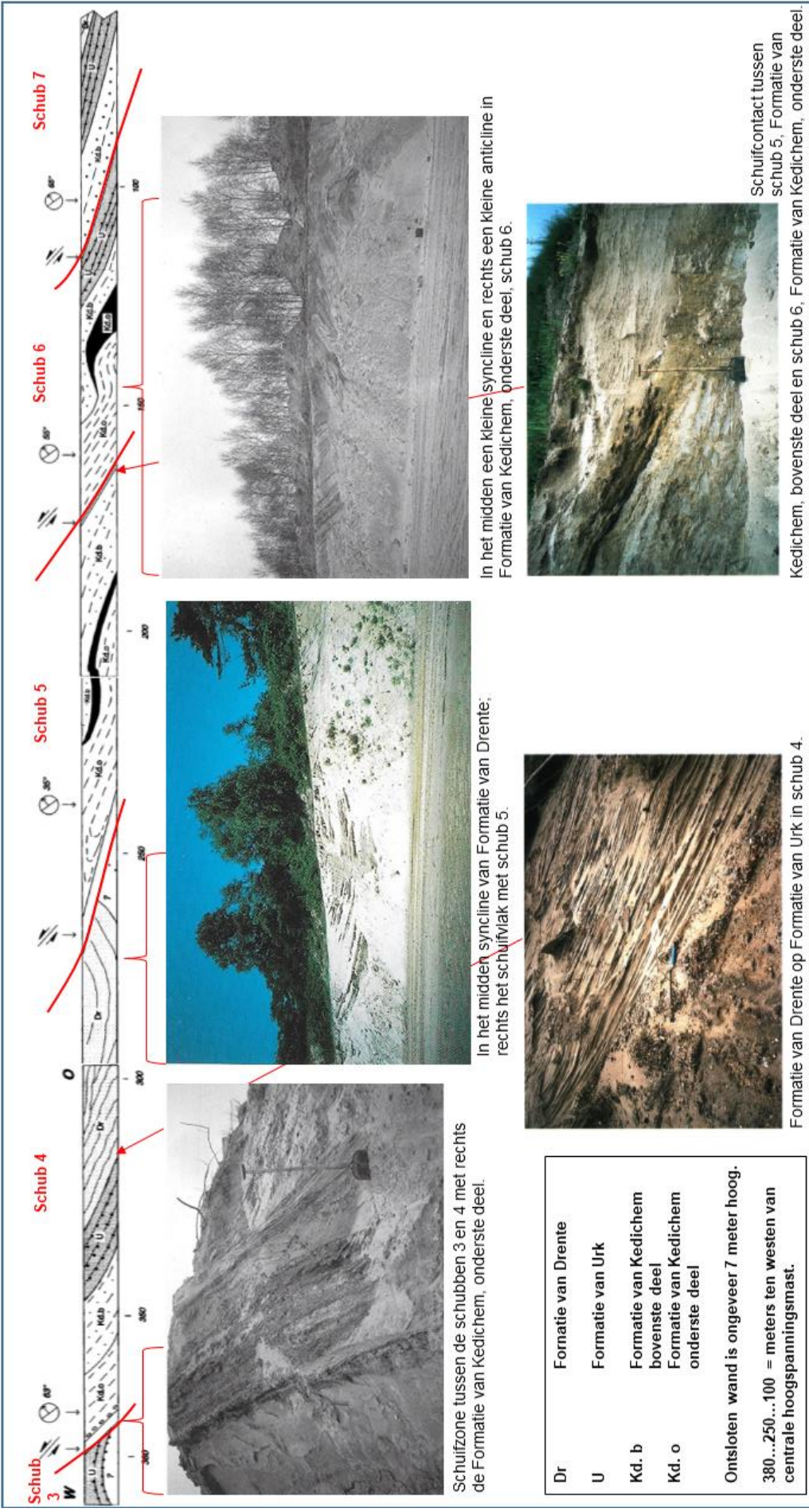
In het Regionaal Archief van Zuid Utrecht is een foto terug gevonden van de recreatieplas uit de zeventiger jaren van de vorige eeuw met zicht op de noordwand, die toen enkele honderden meters ten zuiden van de huidige locatie van de noordwand lag. Er zijn naar het Oosten hellende lagen, mogelijk overschuivingsvlakken, te zien. Die geven stuwing uit oostelijke richting aan (afb. 17).



Afbeelding 17: de zanderij in de jaren zeventig van de vorige eeuw met zicht op de noordwand. Naar het Oosten hellende lagen, mogelijk overschuivingsvlakken, zijn geaccentueerd met rode stippellijnen. Voor locatie, zie afb. 14. Bron: www.razu.nl

De exploitatie van de noordwand is in 1994 geïntensiveerd. De eerste geologische studie van de zanderij stamt pas uit 1999. Het gepubliceerde werk beperkt zich tot de westzijde van de noordwand van de voormalige groeve ten westen van de centrale hoogspanningsmast (afb. 12 & 14). Voormalig RGD geologen 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. 18). 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. 18) 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.



Schubzone tussen de schubben 3 en 4 met rechts de Formatie van Kedichem, onderste deel.

In het midden syncline van Formatie van Drente, rechts het schuifvlak met schub 5.

In het midden een kleine syncline en rechts een kleine anticline in Formatie van Kedichem, onderste deel, schub 6.

Dr
U
Kd. b
Kd. o

Formatie van Drente
Formatie van Urk
Formatie van Kedichem
bovenste deel
Formatie van Kedichem
onderste deel

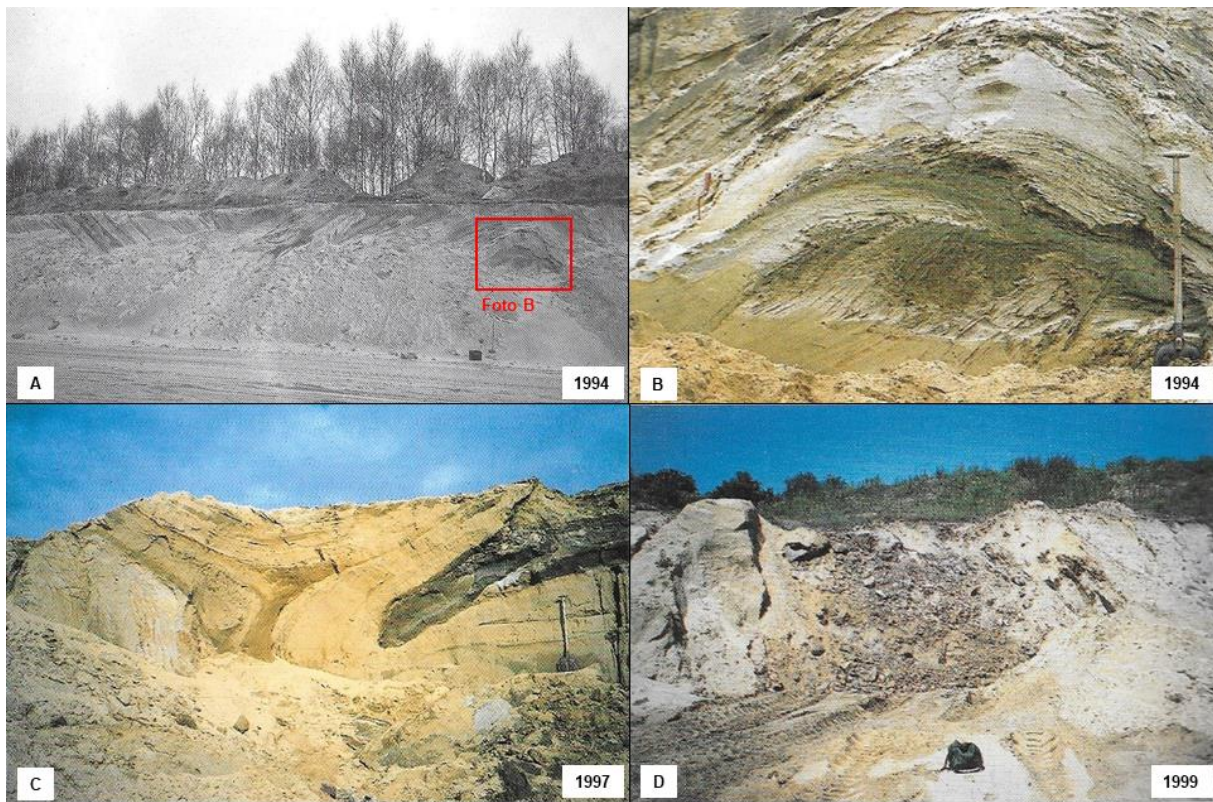
Ontsloten wand is ongeveer 7 meter hoog.
380...250...100 = meters ten westen van centrale hoogspanningsmast.

Schuifcontact tussen schub 5, Formatie van Kedichem, onderste deel.

Formatie van Drente op Formatie van Urk in schub 4.

Afbeelding 18: Samengesteld profiel van de westzijde van de noordwand, ten westen van de centrale hoogspanningsmast (Ruegg & Burger, 1999). Voor locatie zie afbeelding 14.

Rond 140 meter ten westen van de centrale hoogspanningsmast bevond zich een kleine anticline in de Formatie van Kedichem (nu Waalre), onderste deel (afb. 19). Deze is in verscheidene stadia gefotografeerd in een door exploitatie naar het noorden opschuivende groevewand over een afstand van enige tientallen meters.



Afbeelding 19: A) Overzicht van het profieldeel tussen 160 en 135 m in 1994, met in het midden een kleine syncline en rechts een kleine anticline in de Formatie van Kedichem (nu Waalre), onderste deel, schub 6 (zie afb. 18, rechtsboven), B) Detailopname van de anticline bij 140 m, C) Detailplooing bij 140m in 1997 en D) Hetzelfde profieldeel in 1999 (Ruegg & Burger, 1999).

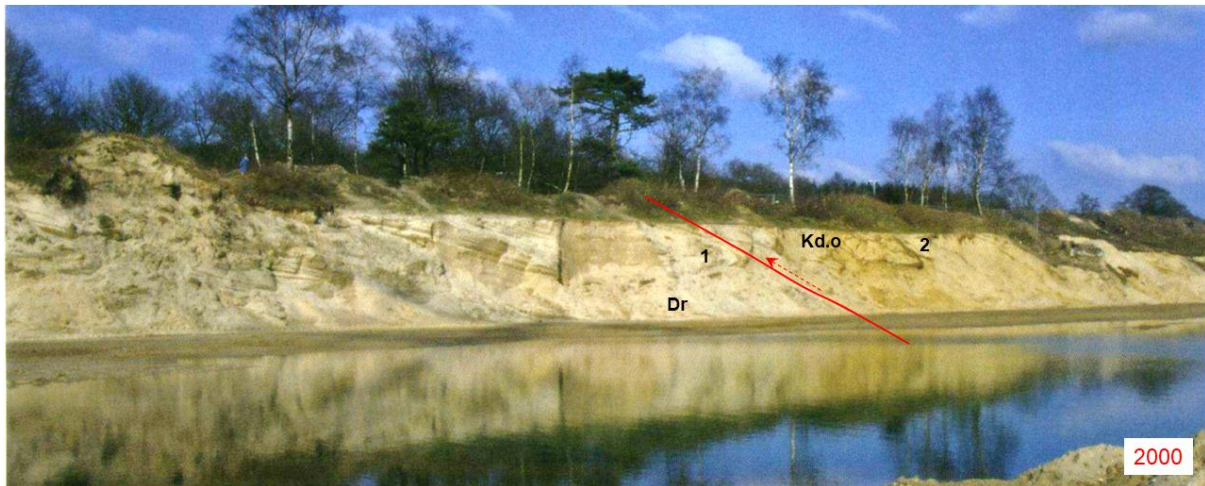
De oostzijde van de noordwand is summier gedocumenteerd. Ruegg & Burger (1999) publiceren enkel enige foto's (afb. 20) en vermelden dat er niet in detail naar dit deel van de wand is gekeken.



Afbeelding 20: 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. 21 & 22). Ook heeft hij korte rapportages online gezet met foto's uit 2000 (afb. 23 & 24). Incidenteel maakte hij een stuk wand schoon (afb. 25).

Na 2000 verdwijnen de ontsluitingen uit het landschap, na een periode van recreatie is de zanderij nu een natuurgebied (afb. 26). Recentelijk is er weer een klein stukje wand ontsloten helemaal boven in de noordwest hoek (afb. 27). De elkaar aansnijdende geultjes met grindsnoeren duiden op de Formatie van Drente, conform de geëxtrapoleerde positie in de oudere profielen (afbeeldingen 18 en 21).



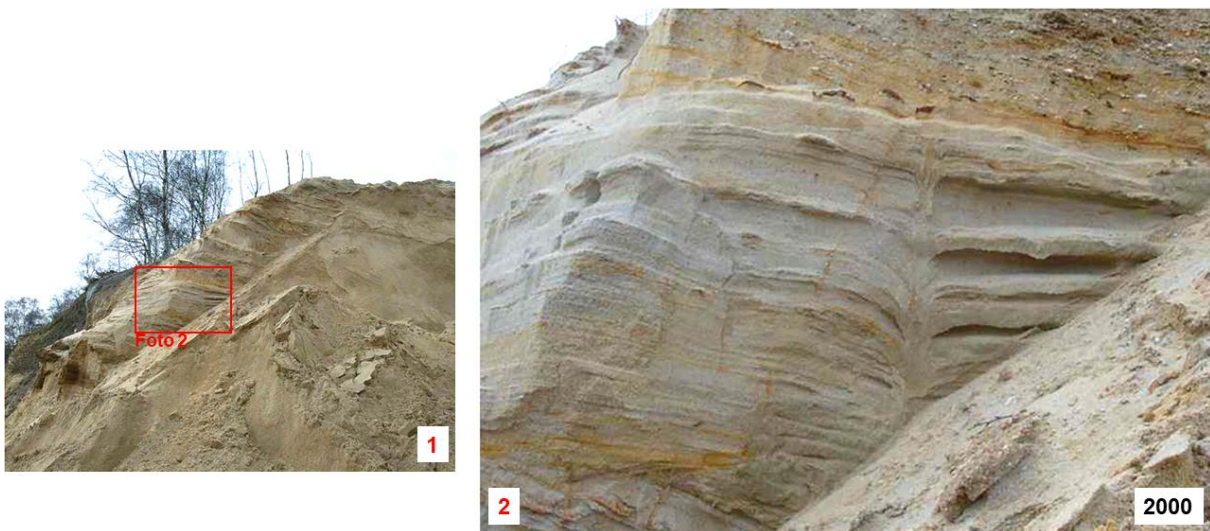
Afbeelding 21: Overzichtsfoto van westzijde van noordelijke groevewand in 2000 (Hoogendoorn, 2010), corresponderend met middendeel van profiel in afbeelding 18 (foto bovenste rij in het midden). Aangegeven zijn: Overschuivingsvlak tussen Formatie van Drente en Formatie van Kedichem (nu Waalre), onderste deel; 1: locatie afbeelding 22, 2: locatie afbeelding 23.



Afbeelding 22: Detail van middendeel van profiel in afbeelding 21: Formatie van Drente die op rechter foto is omgebogen met eroverheen geschoven de Formatie van Kedichem (nu Waalre), onderste deel (Hoogendoorn, 2006).



Afbeelding 23: Detail van het rechterdeel van profiel in afbeelding 21: Liggende plooï in Formatie van Kedichem (nu Waalre), onderste deel (Hoogendoorn, www.zwerfsteneneiland.nl, 2016).



Afbeelding 24: Vorstwig; geschatte locatie in afzettingen ter rechter zijde van liggende plooï in afbeelding 23 (Hoogendoorn, www.zwerfsteneneiland.nl, 2010).



Afbeelding 25: Mogelijk overschuivingsvlak; geschatte locatie ter rechter zijde van afbeelding 23 (Hoogendoorn, www.zwerfsteneneiland.nl, 2008).



Afbeelding 26: Overzicht over noordwand gezien vanaf de top van de zuidwand (westzijde van noordwand ligt links achter begroeiing verscholen).



Afbeelding 27: Recente ontsluiting bovenin linkerhoek van noordwand. Geultjes en grindsnoeren behorend tot de Formatie van Drente (autosleutel voor schaal).

Voormalige groeve Kwintelooyen

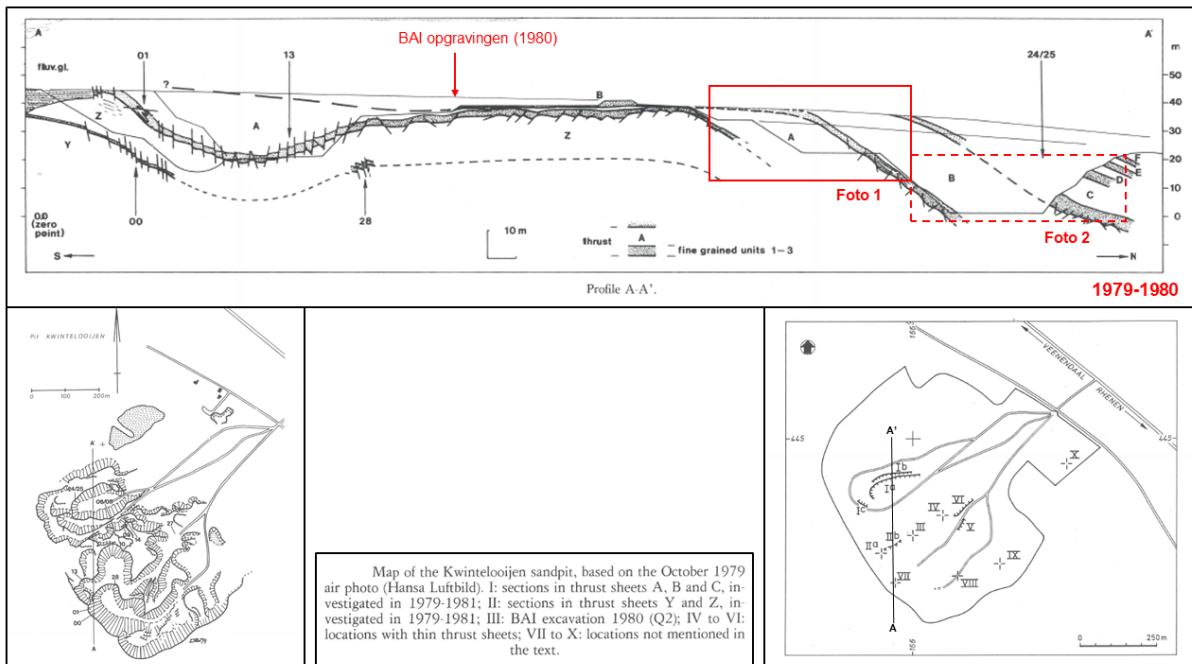
De voormalige groeve Kwintelooyen ten zuiden van Veenendaal (afb. 28) is in exploitatie geweest van omstreeks 1955 tot 1991. Geologisch onderzoek had plaats in de zeventiger jaren en is gepubliceerd in Mededelingen van de Rijks Geologische Dienst in 1981 met contributies van Ruegg (sedimentologie), Zandstra (sedimentpetrologie), De Jong (pollenanalyse), Stapert (archeologie), Van Kolfshoten (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 28: Locatiekaart van voormalig groeve Kwintelooyen met geschatte positie van overzichtsfoto's (afb. 30 & 31) en getuigeberg.

Het is moeilijk een overzichtbeeld te krijgen van het groevegebied, ook natuurlijk omdat de wanden zich bleven verplaatsen. Van der Wateren (1981) presenteert een overzichtsschets (afb.29), waar de twee overzichtsfoto's van Ruegg (1981 en 2008) mogelijk zijn in te passen (afb. 30, 31 & 32).

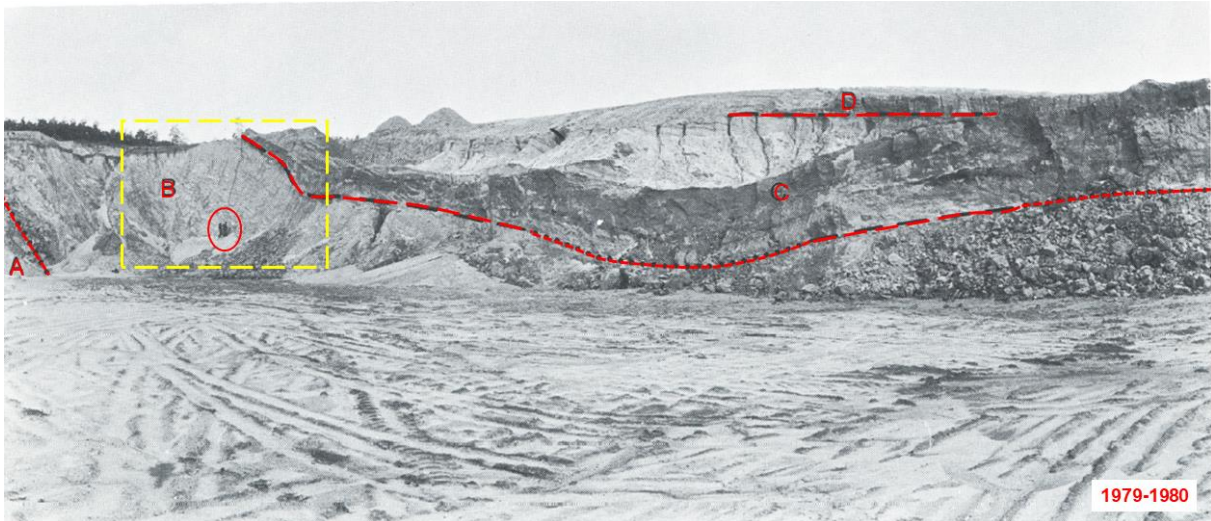
De gestuwde afzettingen zijn aanwezig in de vorm van schubben, die dakpansgewijs zijn opgestapeld (afb. 30). Gemiddeld hellen de schubben met een hoek van 35 tot 40 graden naar het Noordoosten tot Noord-Noordoosten, wat stuwung uit die richting aangeeft. Acht schubben zijn geïdentificeerd (Ruegg, 1981 en 2008); Y, Z, A, B, C tot F (afb. 29). 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. 33). 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 21). 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 sandrtype en behoren tot de fluvioglaciale afzettingen van de Formatie van Drente (Ruegg, 1981 & 2008).



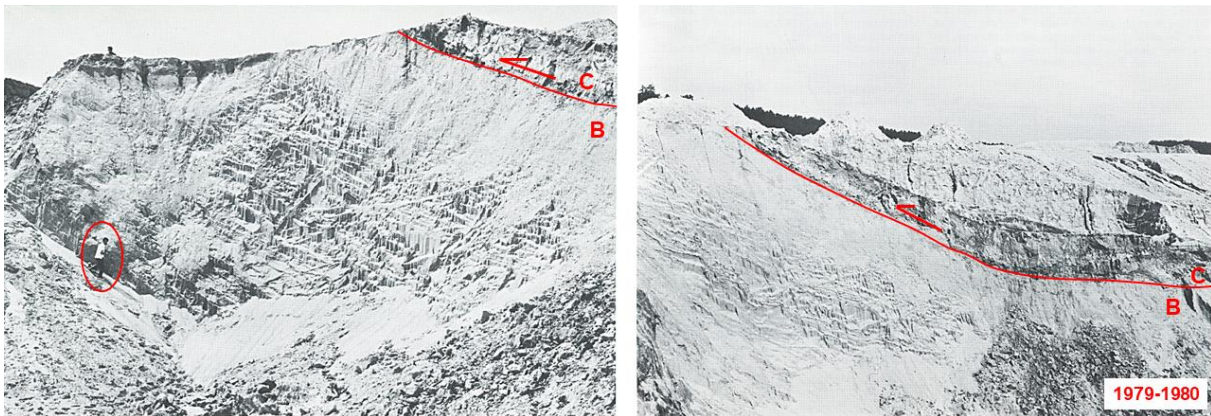
Afbeelding 29: Zuid-Noordprofiel schets met geschatte positie van de overzichtsfoto's (afb. 30 & 31) met links locatiekaart (van der Wateren, 1981). Locatiekaart rechts: RGD en BAI activiteiten (Ruegg, 1981).



Afbeelding 30: Overzicht van schub A bedekt door het onderste deel van schub B, hellend naar het noordoosten. Beide schubben beginnen aan de basis met een kleiig-venig laagpakket. Voor locatie zie afbeeldingen 28 en 29 (Ruegg, 2008).



Afbeelding 31: Overzicht van schubben A tot D (Ruegg, 1981). Voor locatie zie afbeeldingen 28 en 29. Omcirkelde personen voor schaal. Detailfoto in kader (Ruegg, 1981).



Afbeelding 32: Detail van afbeelding 31 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, nu Waalre, Zandstra, 1981).

Ruegg (2008) vermeldt een 60 meter brede bekkenopvulling in de zuidwand van de groeve, waarin onderin enige decimeters dikke keilemlagen zijn aangetroffen met jotnische keien. In Rhenen staat een grote zwerfkei afkomstig uit groeve Kwintelooijen ten toon gesteld (afb. 34).

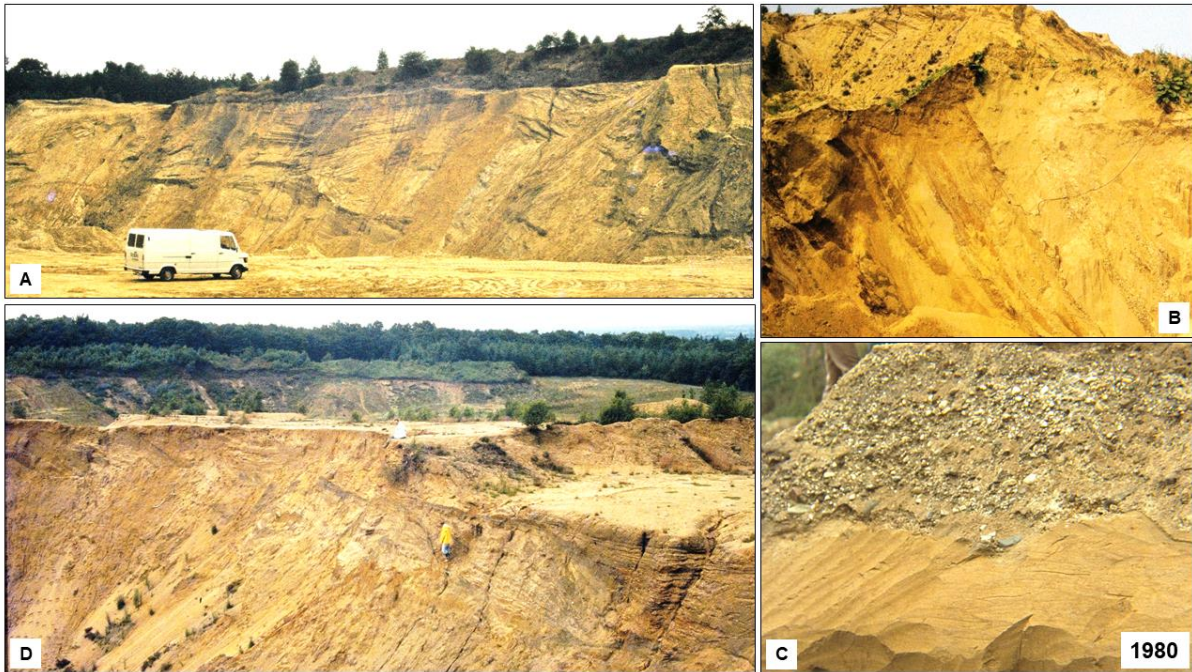


Afbeelding 33: Opeenvolging van dunne incomplete schubben, die uit eenheden 4 en 5 bestaan (Ruegg, 1981). Locatie 200 meter voor midden van profiel (afb. 29).



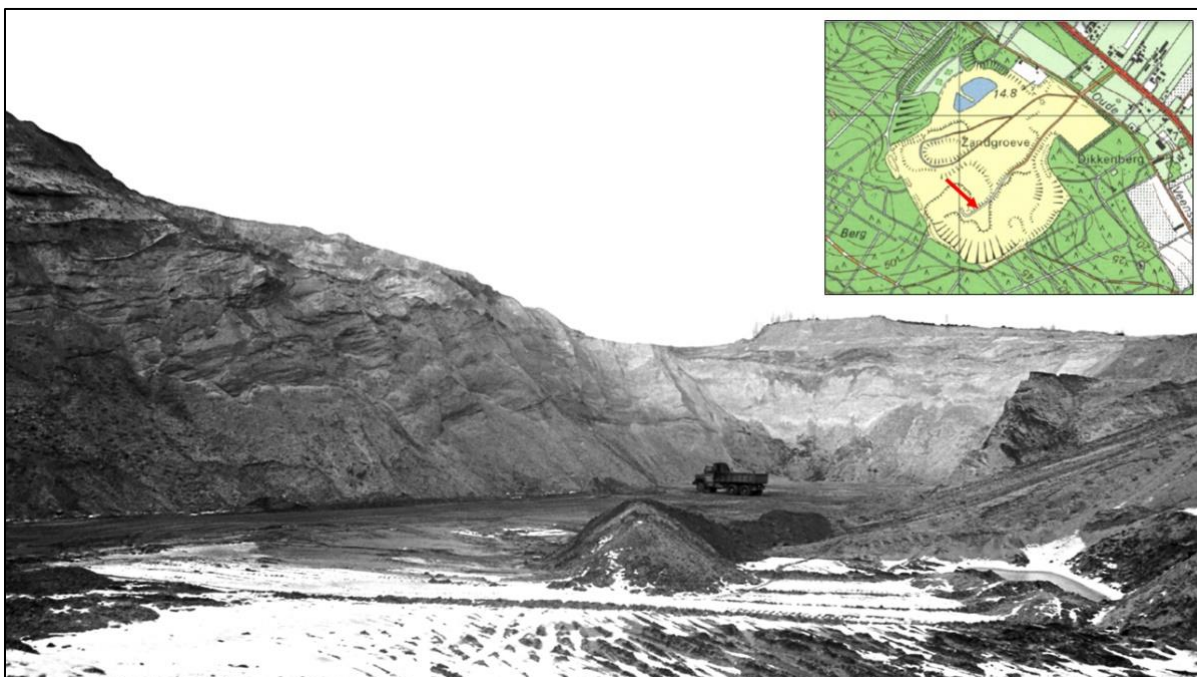
Afbeelding 34: Grote Uppsala graniet zwerfkei te Rhenen afkomstig uit groeve Kwintelooijen.

Bert 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. 35). Ook in voormalig groeve de Paltz bij Soesterberg (afb. 62) en in de A28 ecoduct ontsluiting bij Amersfoort (afb. 70, 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. 29). Met hulp van de profielschets (afb. 29) zijn de door Huiskes extra aangeleverde foto's rond de opgravingslocatie in de stratigrafie van Ruegg (1981 en 2008) ingepast (afb. 35).



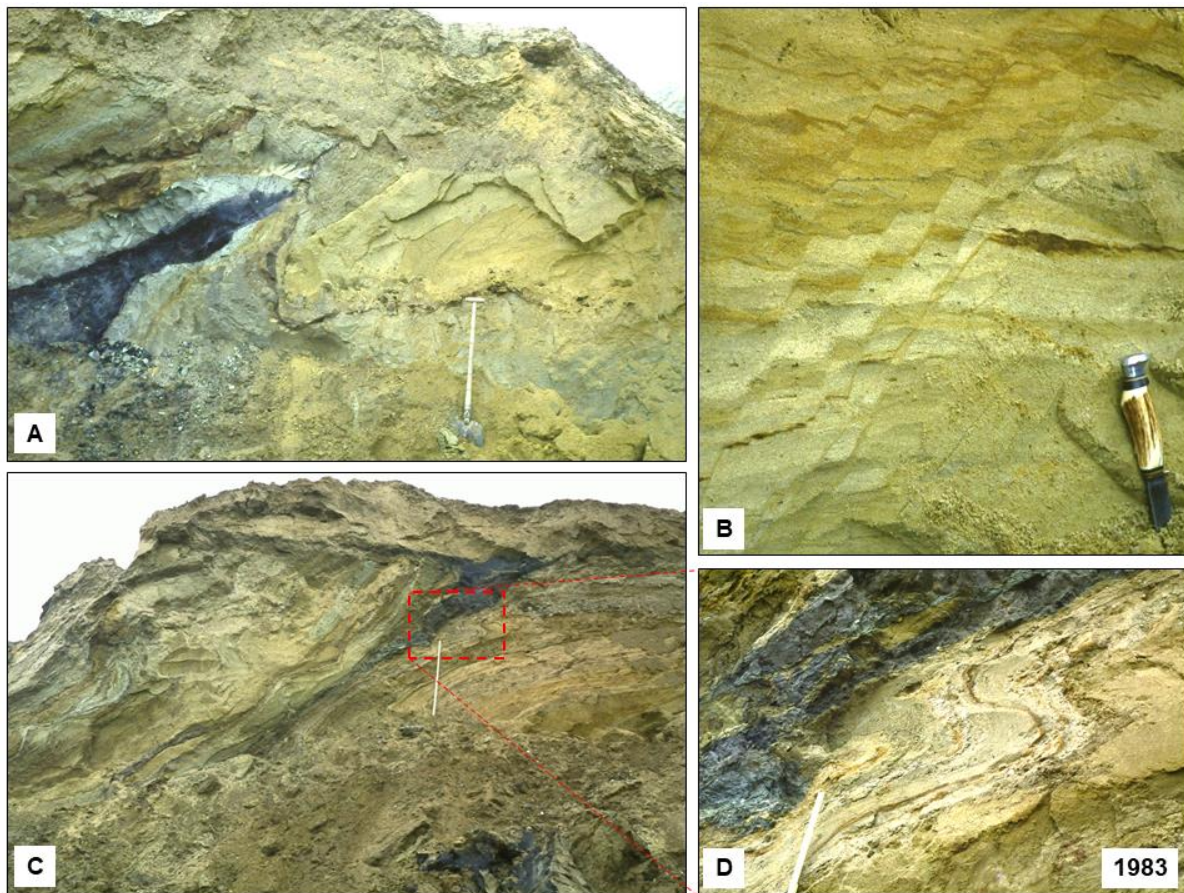
Afbeelding 35: Foto A) grootschalige scheef gelaagde zanden, waarschijnlijk eenheden 5 tot en met 8 van de Formatie van Urk. Foto B) dunne incomplete schubben, eenheden 4 en 5 van de Formatie van Urk (te vergelijken met afb. 33). Foto C) contact tussen eenheid 4; medium zand, de 'Groene' Bank en eenheid 5; grindhoudend zand waarin artefacten aanwezig zijn, Formatie van Urk. Foto D) bank bestaande uit elkaar insnijdende 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). Foto's: Huiskes (1980).

Persfotograaf Cord Otting maakte in de winter van 1981 een fotoreportage in Kwintelooijen. Een van zijn foto's toont een overzicht van een groevewand. Er zijn scheef gestelde gelaagde zanden te zien vermoedelijk behorend tot de Formatie van Urk, eenheden 5 tot en met 8 (afb. 36).



Afbeelding 36: Groevewand met scheef gestelde gelaagde zanden, vermoedelijk behorend tot Formatie van Urk (eenheden 5-8). Inzet: locatiekaart. Foto: Cord Otting, www.razu.nl (1981)

Prof. em. Jaap van der Meer leverde recentelijk nog wat ongepubliceerde foto's aan van een bezoek aan Kwintelooijen in 1983. Hij focust voornamelijk op glaciotektonische verschijnselen in de Formatie van Kedichem (nu Waalre, afb. 37). De exacte locatie van de foto's in de groeve en de relatie tot elkaar is niet bekend.



Afbeelding 37: Foto A) geplooide Formatie van Kedichem (nu Waalre). Foto B) afschuivingen in de 'Groene Bank', Formatie van Urk. Foto C) glaciotektonische verschijnselen in Formatie van Kedichem (nu Waalre). Foto D) detail van C. Foto's: van der Meer (1983).

In het huidige recreatie gebied Kwintelooijen zijn de contouren van een groeve en de terrassen waar de graafmachines op werkten nog waarneembaar (afb. 38). Ontsluitingen zijn vrijwel verdwenen. Een gespaarde heuvel, de 'getuigeberg' (afb. 28 & 39) 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. 39). Toch is volgens Van Balen (persoonlijke communicatie, 30-11-2020) op meerdere niveaus in verschillende incomplete schubben komklei overdekt met paleosolen ontsloten (geweest) aan de oostzijde van de heuvel. 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. 38). De klei is kalkhoudend en zit vol met glimmer/mica en ook enige plantresten. Ook deze klei behoort tot eenheid 2, de komklei.

Palynologische analyse van de klei aan de basis van de helling leverde een microflora op bestaande uit voornamelijk *Picea* en *Pinus* pollen, maar ook enige *Tsuga* pollen, die een Vroeg Pleistocene ouderdom aangeven. Verder zijn er dinoflagellaten aangetroffen, die er op zouden kunnen duiden dat de klei in een estuarien milieu is afgezet. Aangezien enige van deze dinoflagellaten van Miocene

ouderdom zijn (Brinkhuis en Munsterman, persoonlijke communicatie, 30-11 & 3-12-2021) moet worden geconcludeerd dat (een deel van?) de dinoflagellaten flora is herwerkt uit de Formatie van Breda.

Palynologische analyse van kleimonsters uit de lichtere laag in de getuigeberg (afb. 39) leverde een vrij diverse pollen flora bestaand uit overwegend *Alnus* en verder enige *Betula*, *Pinus*, *Carpinus*, *Cupressaceae*, *Poaceae*, *Myricaceae* en Monoleet psilate pollen. Het voorkomen van *Tsuga* en *Ostrya* pollen bevestigt de Vroeg Pleistocene ouderdom. Ook is de alg *Cymatiosphaera* aangetroffen, die volgens Martin Head (persoonlijke communicatie, 29-11-2022) een mariene tot estuariene indicator is. Dinoflagellaten zijn niet overtuigend aangetroffen (van den Brink, 2022). Hierdoor kan worden gesteld dat estuariene invloed in het fluviaatiele afzettingmilieu niet duidelijk is aangetoond.



Afbeelding 38: Panoramafoto van westwand in 2020 met rechts onderin kleibank aan voet van de noordelijke motorcrosshelling (sleutelhanger voor schaal).



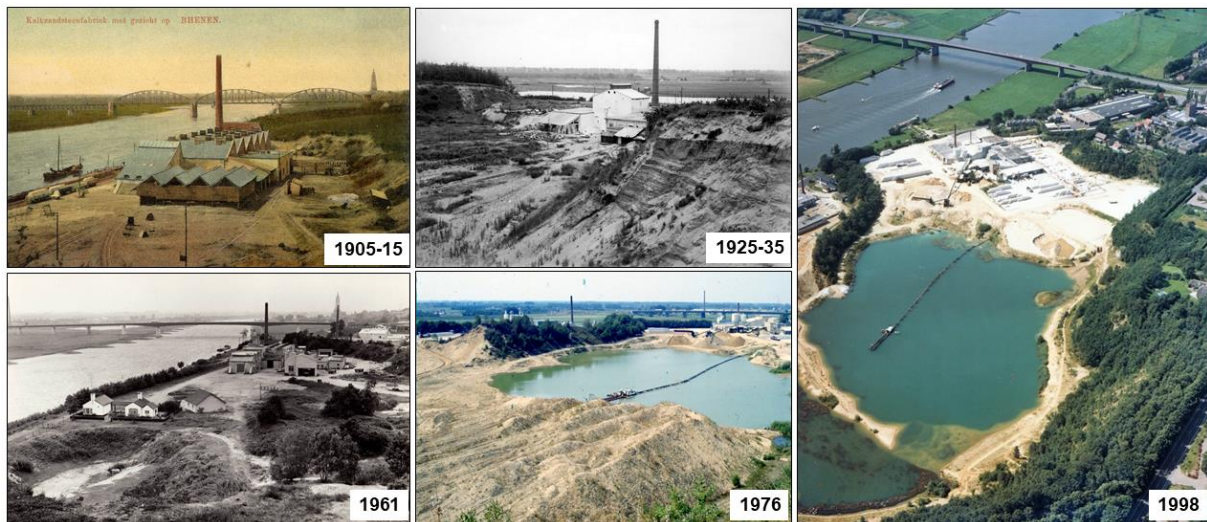
Afbeelding 39: Panoramafoto van getuigeberg vanaf het Zuiden genomen met bovenin een (moeilijk waarneembare) hellende lichtere laag. De inzet laat een nog onbegroeide getuigeberg zien in 1990 (foto Bert Arissen).

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. 40 en 41).

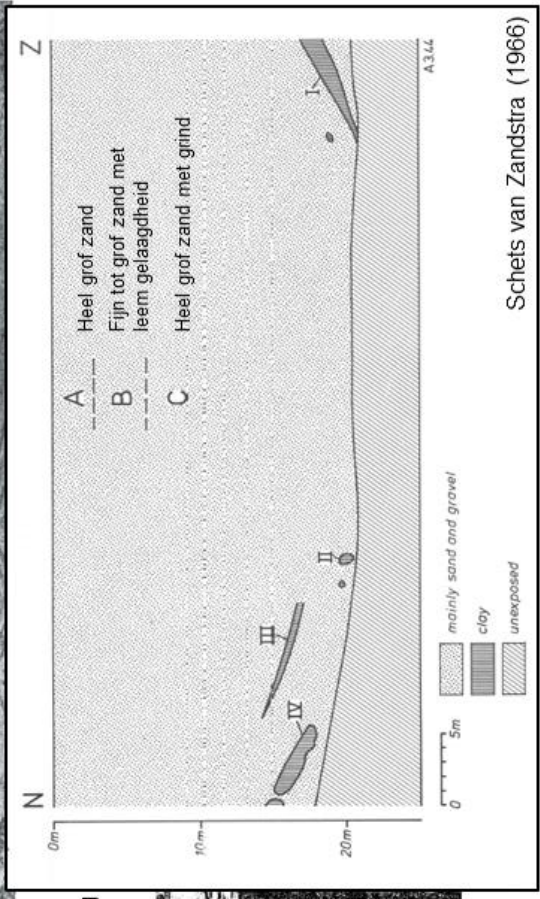


Afbeelding 40: Locatiekaart van voormalig groeve Leccius de Ridder bij Rhenen.

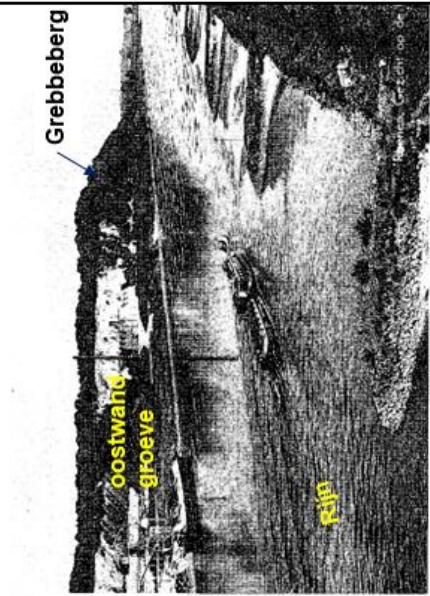


Afbeelding 41: Groeve Leccius de Ridder gedurende de vorige eeuw. Bron: www.hetutrechtsarchief.nl

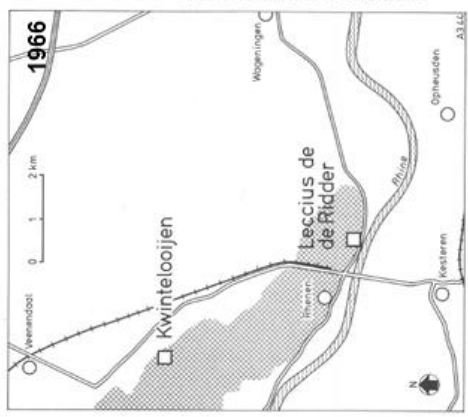
De groeve is heel summier geologisch bestudeerd. De Jong (1981) presenteert een samengestelde foto, genomen door paleontoloog Paul Sondaar in 1966, van een grote ontsluiting in de oostwand. Ook presenteert hij een hele globale geologische schets van deze ontsluiting van Zandstra (1966, afb. 42). De ontsluiting was 25 meter hoog en meer dan 100 meter breed. Zandstra deelt de afzettingen schematisch onder in drie lithologische eenheden, van boven naar onder eenheden A, B, en C. Eenheid A bestaat uit hele grove zanden met een weinig grind, eenheid B bestaat uit fijne tot grove zanden, lokaal grindhoudend met leem lagen en eenheid C bestaat uit heel grove zanden met grinden en keien tot 30 cm groot.



Schets van Zandstra (1966)



Ansichtkaart uit de jaren 60



Afbeelding 42: De oostwand van groeve Leccius de Ridder met locatiekaart in 1966.

De zware mineralen samenstelling (Zandstra, 1966) duidt op een augiet-rijke Rijn afzetting van de Formatie van Urk, ten minste voor het onderste deel van de groeve wand. Op de foto is vooral bovenin de wand, in eenheden A en B, sub-horizontale gelaagdheid te zien en wellicht brede geulsystemen.

Markant zijn de grote kleilichamen in eenheid C (afb. 42). Zandstra identificeert drie kleibanden, die tot 8 meter lang en meer dan 1 meter dik zijn (I, III en IV) en een klei 'klont' met een diameter van meer dan 1 meter (II). De klei is ingebed in heel grof zand met grind en keien, dat een zeer hoog energetisch milieu aangeeft. De kleibanden staan in hellende stand en lijken de flanken te vormen van een brede synclinale structuur, wat op glacio-tektonische activiteit duidt onderin de groevewand.

Palynologische analyses (De Jong, 1981) van een sectie in kleiband I leveren een microflora op van vroeg Pleistocene ouderdom en een microflora behorend tot het Cromer I interglaciaal voor een sectie gerelateerd aan kleiklont II. Kleiband III bevatte een heel diverse microflora vermengd met pre-Neogene pollen en dinoflagellaten van Krijt ouderdom. Het voorkomen van herwerkte pollen in glaciële kleien is door meerdere onderzoekers gerapporteerd (De Jong, 1981). Herwerkte dinoflagellaten van Miocene ouderdom zijn eerder beschreven in de palynologische analyse van het kleimonster in groeve Kwinteloijen. Derhalve ligt het voor de hand dat ook de kleibanden, ingebed in de Laat Midden Pleistocene Formatie van Urk in groeve Leccius de Ridder, een herwerkte microflora bevatten. Een alternatieve hypothese is, dat de kleibanden niet in situ zijn en dat we hier te maken hebben met allochtone kleiklasten ingebed in de grofkorrelige zanden en grinden van de Formatie van Urk. Het is waarschijnlijk dat de kleiklasten in bevroren staat zijn getransporteerd. De vorm van de kleilichamen, vooral de 'klont' vorm van II, ondersteunt de hypothese dat het hier klasten betreft.

Het zuidelijk deel van de oostwand van groeve Leccius de Ridder is ook zichtbaar op een ansichtkaart uit de zestiger jaren van de vorige eeuw (afb. 43). Ook hier lijkt geulvorming bovenin de groeve wand waarneembaar.



Afbeelding 43: De oostwand van groeve Leccius de Ridder vanuit het noorden gezien met op de achtergrond de rivier de Rijn. Ansicht uit 60-er jaren van vorige eeuw. Bron: www.hetutrechtsarchief.nl

De oostelijke groevewand werd tot midden zeventiger jaren van de vorige eeuw gebruikt voor motorcrossen. Toen waren bovenin de wand nog sub-horizontaal gelaagde zanden te zien van eenheid A (afb. 44) en lager in de wand een 2 meter dikke hellende kleiband in eenheid C (afb. 45). Het motorcrossen en de aangerichte schade aan de ontsluitingen is waarschijnlijk de reden dat er geen geologische vervolgstudies zijn uitgevoerd. Wel zijn er nog sandr afzettingen beschreven aan de zuidzijde van de ingraving aan de buitenzijde van de stuwwal (afb. 95, Ruegg, 1983).



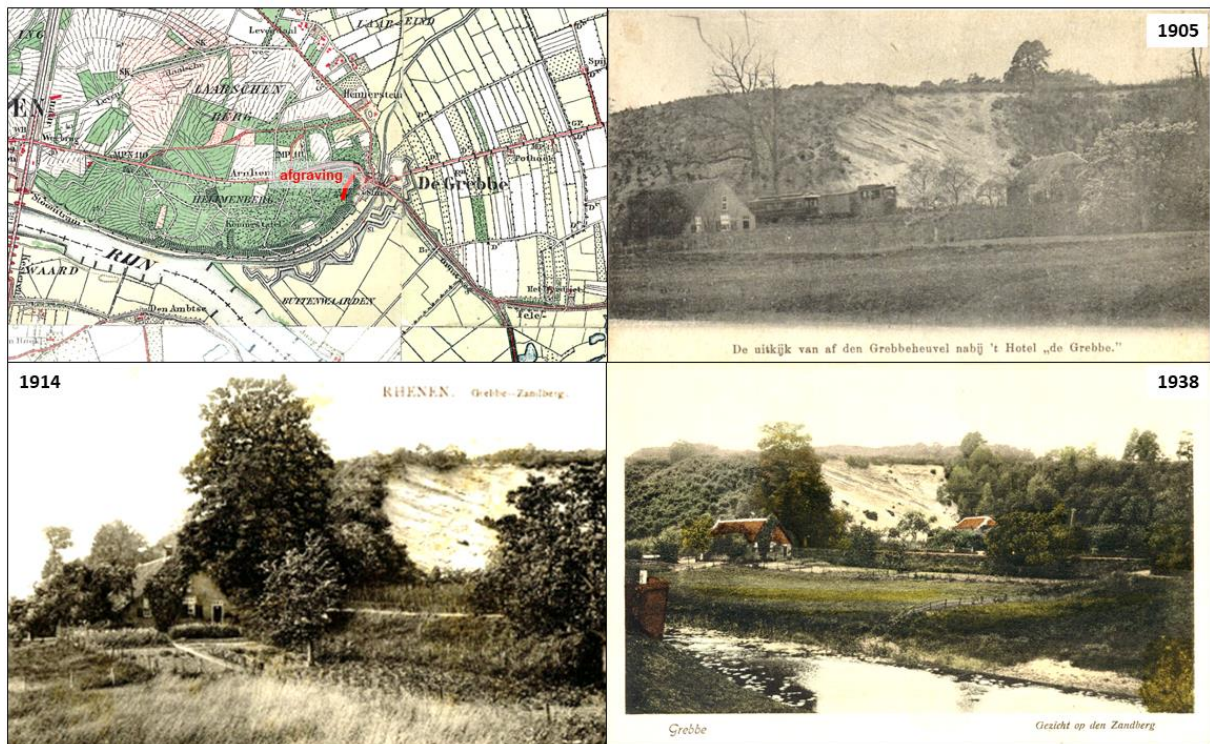
Afbeelding 44: Bovenste deel van de oostwand van groeve Leccius de Ridder in begin 70-er jaren van de vorige eeuw met bovenin zichtbare sub-horizontale gelaagdheid en/of brede geulen (Eenheid A, Zandstra, 1966). Bron foto: Leo Schoonhoven.



Afbeelding 45: Onderste deel van de oostwand van groeve Leccius de Ridder omstreeks dezelfde tijd als afb. 44 met bovenin een 2 meter dikke hellende kleiband (aangegeven met pijl) mogelijk analoog aan kleiband III of IV in Eenheid C (Zandstra, 1966). Bron foto: www.macro-rhenen.nl

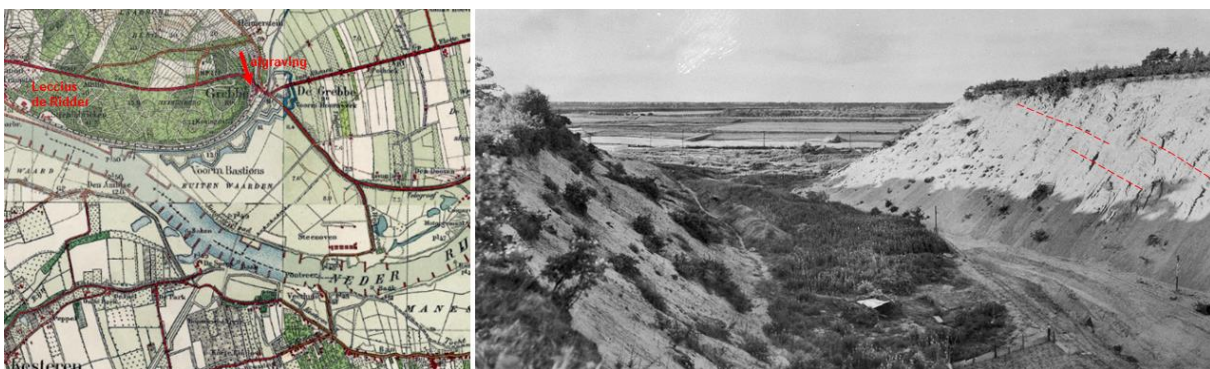
Voormalig groeve Grebbeberg

In de oostflank van de Grebbeberg, ongeveer 1.5 kilometer in oostelijke richting van zandgroeve Leccius de Ridder, bevond zich ook al in het begin van de vorige eeuw een zandafgraving, die tot omstreeks de tweede wereldoorlog in gebruik was. Een afbeelding van deze ongeveer 30 meter hoge groevewand is op verscheidene ansichtkaarten uit die tijd terug te vinden (afb. 46). Duidelijk zichtbaar op alle foto's zijn ruwweg naar het Noorden hellende parallel gelaagde afzettingen met mogelijk enige overschuivingsvlakken. Ze geven een stuwingsrichting van het landijs in zuidelijke richting aan, zoals te verwachten op deze locatie. Deze zandlagen behoren waarschijnlijk tot de Formatie van Urk, zoals ook in groeve Leccius de Ridder aangetroffen.



Afbeelding 46: Linksboven: locatiekaart van de Grebbeberg rond 1900, met afgraving aangegeven in oostflank (groeve Leccius de Ridder nog niet actief), vervolgens de afgraving in 1905, 1914 en 1938, alle laten ruwweg naar Noorden hellende parallel gelaagde preglaciale afzettingen zien met mogelijk enige overschuivingsvlakken. Bron: www.topotijdreis.nl en www.utrechtaltijd.nl

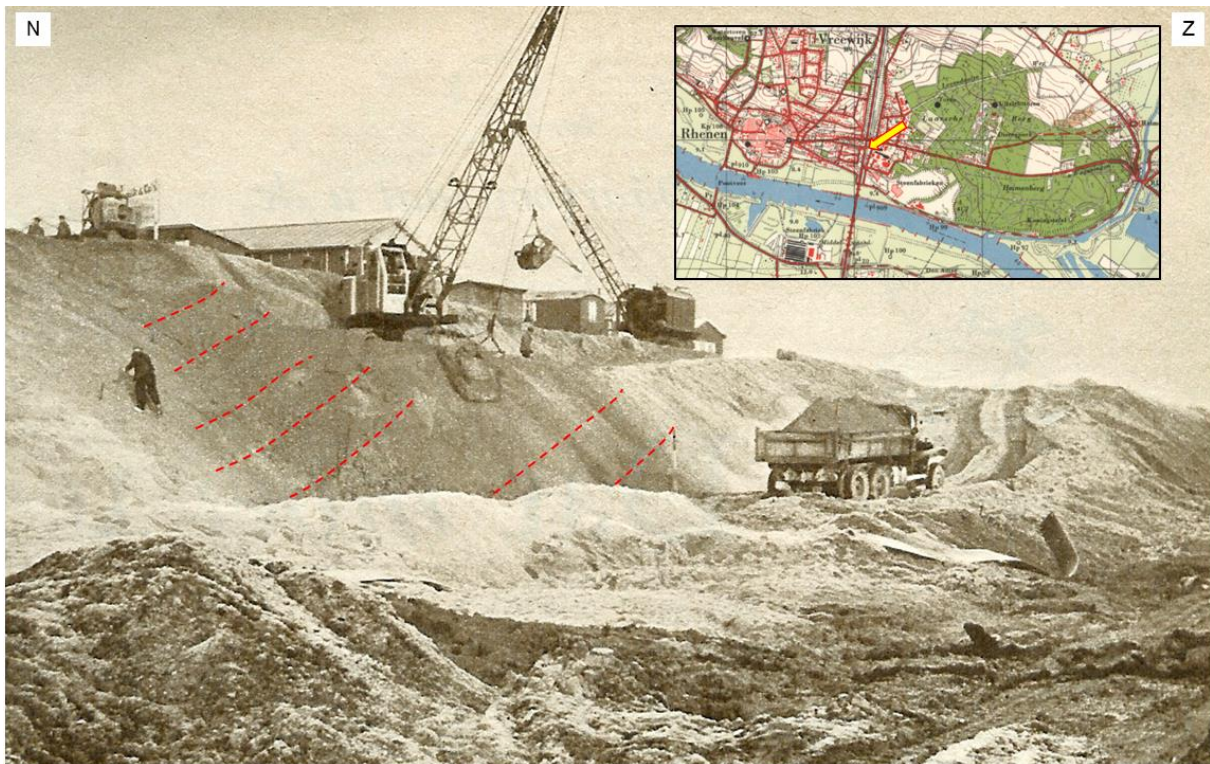
Ook een foto vanuit een noordelijke hoek genomen toont vermoedelijk deze groevewand (afb. 47).



Afbeelding 47: Afgraving in zuidelijke richting gezien met uitzicht over de Rijn en met locatiekaart van rond 1935. Ook hier zijn naar het Noorden hellende laagpakketten te zien, lokaal licht geaccentueerd met rode stippellijnen. Foto: 1930-1940. Bron: www.topotijdreis.nl en www.hetutrechtsarchief.nl

Wegontsluiting Rhenen

De doorgang door de stuwwal aan de oostzijde van Rhenen, die voor de spoorweg was ingegraven in het tweede deel van de 19^{de} eeuw, werd rond 1956 verbreed (afb. 48) voor de aanleg van de Lijnweg, die naar de verkeersbrug over de Rijn leidt. De noord-zuid georiënteerde ontstane ontsluiting heeft lokaal een hoogte van nabij de 6 meter. Er zijn ruwweg naar het Noorden hellende scheefstaande min of meer parallel gelaagde afzettingen te zien, die duiden op stuwing van het landijs in zuidelijke richting.



Afbeelding 48: Verbreding van het Spoorgat ten behoeve van de Lijnweg omstreeks 1956. De foto toont ruwweg naar het Noorden hellende min of meer parallel gelaagde afzettingen, die licht zijn geaccentueerd met rode stippellijnen. De oriëntatie van de ontsluiting is afgeleid uit schaduw van man links op de foto. Op de locatiekaart uit die tijd is de ontsluiting met een pijl aangegeven.

Bron foto: Hens Dekker, 2006.

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. 49). 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.

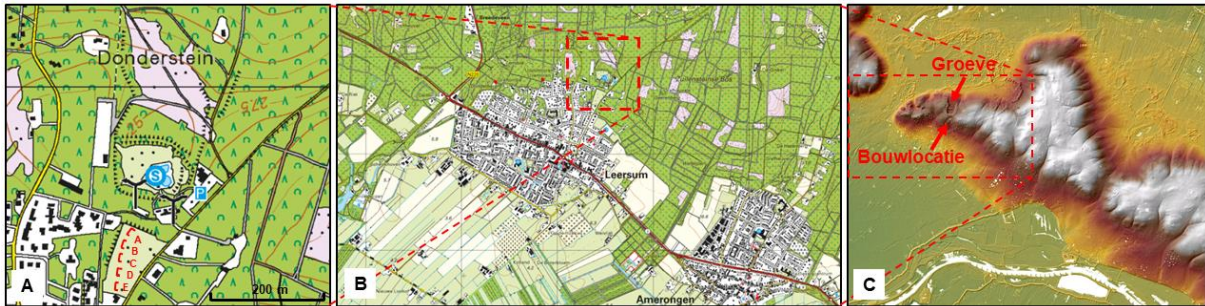
In de noordoosthoek van de voormalige groeve is een resistent, iets uitstekend, minimaal 30 cm dik laagpakket aangetroffen in een erosiegeultje. Het betreft hier een laag van grijsblauw leemhoudend homogeen fijn zand dat, gescheiden door een scherp contact, gelegen is op bruin gekleurd slecht gesorteerd 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 49: 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 (scepje voor schaal) en noordoosthoek van groeve met locatie van ontsluiting 2 en bank of terras (stippellijn).

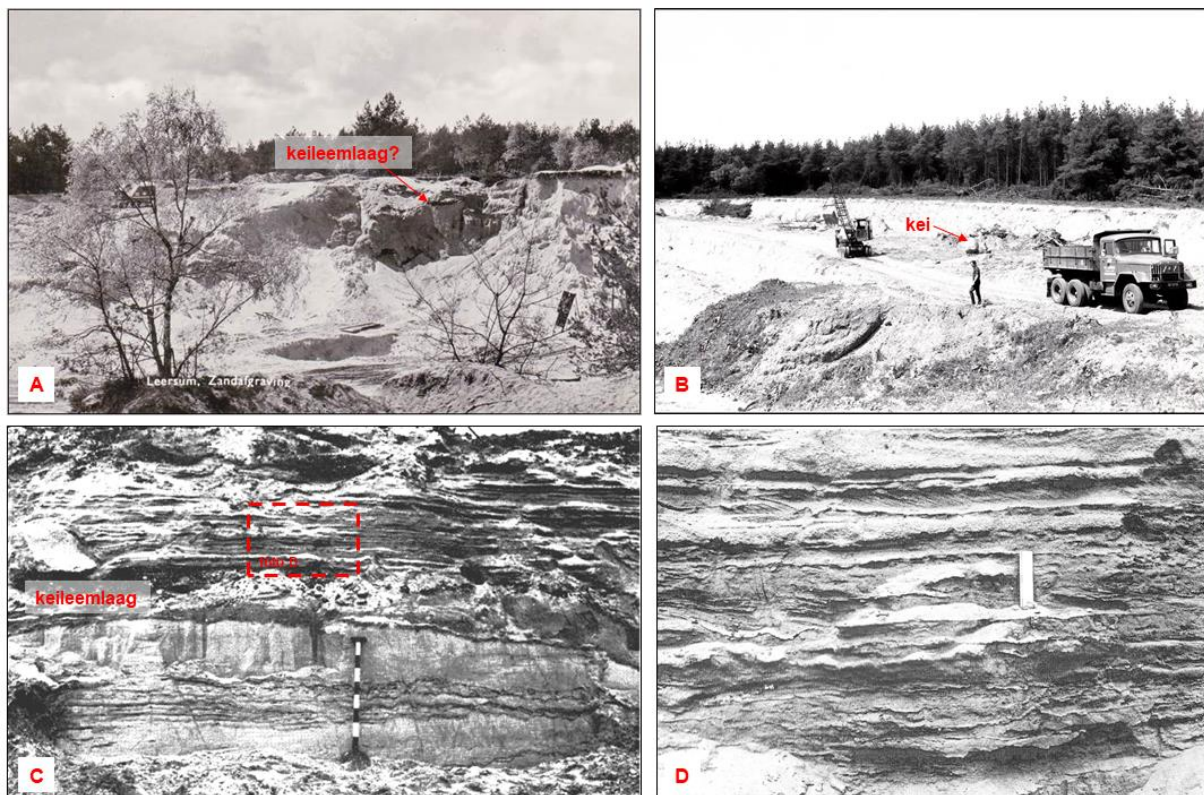
Voormalig groeve Donderberg bij Leersum

Zandstra (1974) geeft een korte beschrijving van voormalig groeve Donderberg. Deze werd aanvankelijk in de 60-er jaren van de vorige eeuw ingegraven in de top van de stuwwal bij Leersum en later over de noordflank van de stuwwal uitgebreid (afb. 50).



Afbeelding 50: A) Locatiekaart van voormalig groeve Donderberg (Donderstein) en bouwputten (A - E) te Leersum, B) Locatiekaart Leersum, en C) AHN kaart met groeve Donderberg en bouwlocatie.

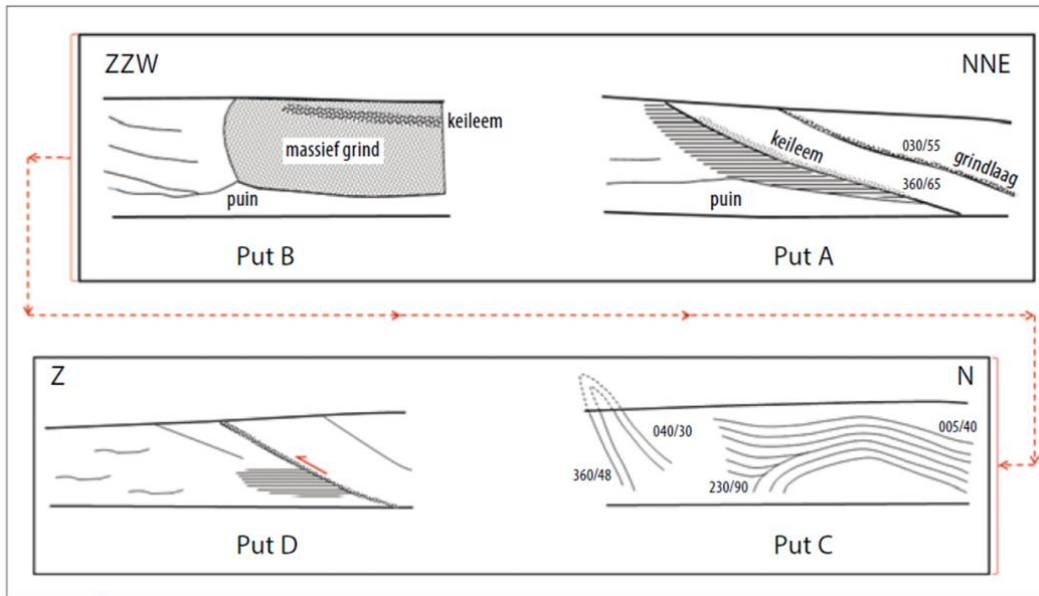
In het zuidelijk deel van de groeve, waar nu het bosbad is gelegen, heeft hij bruine zanden van de Formatie van Urk aangetroffen in de kern van de stuwwal. In de noordflank meldt hij het voorkomen van fluvioglaciale afzettingen; (sub)horizontaal gelaagde grindhoudende zanden behorend tot de Formatie van Drente. Hierin is een grindhoudende keileem laag aanwezig (afb. 51). Ruegg (1983) vermeldt dat het hier gestuwde afzettingen betreft.



Afbeelding 51: A) Vermoedelijke zuidwand (vanwege schaduwval) van groeve Donderberg met daarin een mogelijke keileemlaag, B) Overzichtsfoto met grote kei (foto's: www.leersuminbeeld.nl ~1960-70), C) Horizontaal tot golvend gelaagde grindhoudende zanden onder en boven een gereduceerde keileem laag met fijn en grof grind (Zandstra, 1974) en D) Detail van foto C: horizontaal (locaal scheef) gelaagde grindhoudende zanden (Ruegg, 1977).

Bouwlocatie Leersum

Op een bouwlocatie te Leersum honderd meter ten zuiden van de zuidrand van voormalig groeve Donderberg gelegen (afb. 50), op de zuidflank van de stuwwal van de Utrechtse Heuvelrug, 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. 52).



Afbeelding 52: Overzichtsschets per bouwput; bouwputten A en B tonen geulen en geulensystemen, bouwput C een synsedimentaire anticlinale ploi met ten zuiden een isocline en bouwput D toont een overschuivingsvlak (van den Brink & van Balen, 2020).

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. Onderin de geul in wand A (afb. 53) 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 ploi in bouwput C (afb. 54) met ten zuiden daarvan de steile isocline ploi en nog verder zuidwaarts het overschuivingsvlak in bouwput D (afb. 55). De waargenomen stuwingsrichting in bouwput C is uit noordelijke richting, zoals verwacht op deze locatie.



Afbeelding 53: Keileem (flow till) onderin de geul in bouwput A (lensdop op keileemlaag als schaal).



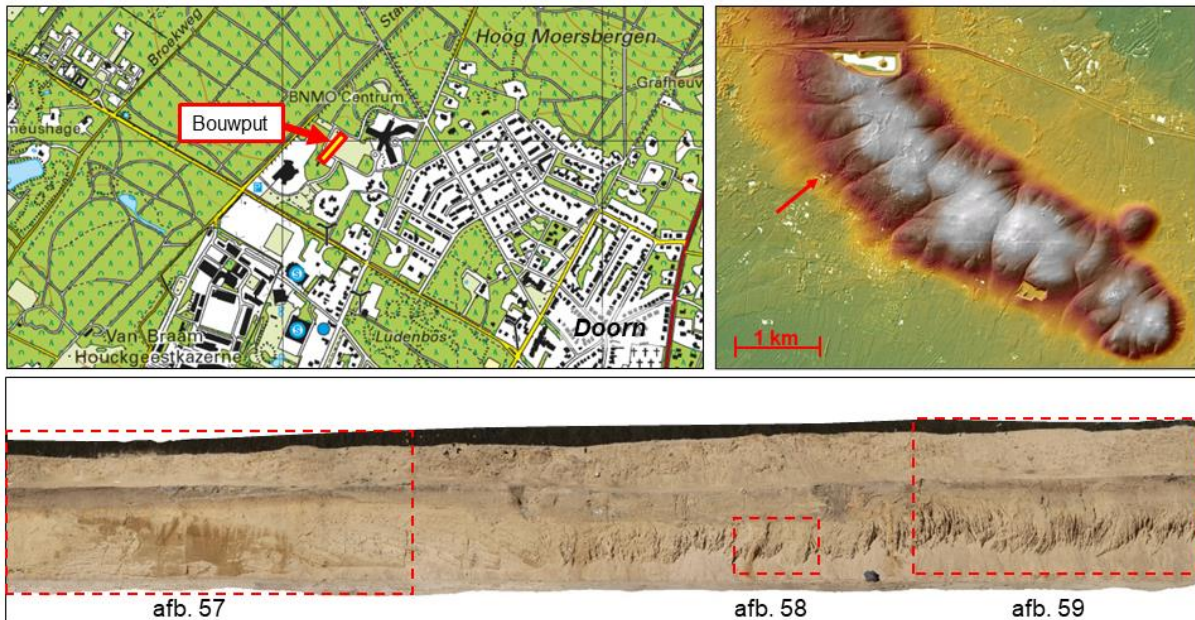
Afbeelding 54: Bouwput C, syn-sedimentaire anticlinale plooï.



Afbeelding 55: Bouwput D, zuid-noord en west-oost richting, met horizontaal tot schief gelaagde zanden boven het overschuivingsvlak. Overschuiving aangegeven met pijl.

Bouwput Doorn

In het voorjaar van 2022 zijn in een bouwput in Doorn aan de buitenzijde van de stuwwal van de Utrechtse Heuvelrug (1 km van de top verwijderd) gestuwde parallel (en lokaal scheef-) gelaagde zanden met grindsnoeren waargenomen (afb. 56). Het betreft hier fluvioglaciale sandr afzettingen behorend tot de Formatie van Drente (van den Brink, van Balen, Schokker en Woolderink, 2023).

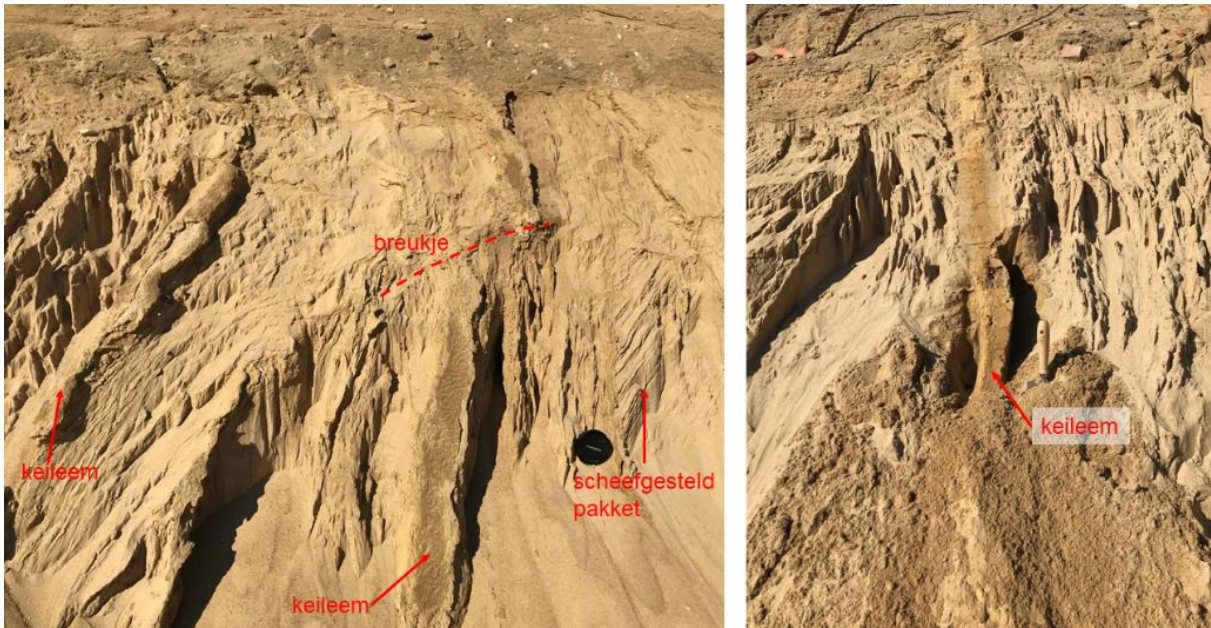


Afbeelding 56: Locatiekaart & AHN van bouwput te Doorn en overzichtsfoto van het rechterdeel van de noordwestwand van de bouwput met detail foto locatie (afb. 45, 46 en 47).

In het zuidwestelijk deel van de wand is een overschuivingsvlak aanwezig in de gelaagde sedimenten (afb. 57), die daarboven gaan hellen en glaciotektonische deformatie vertonen en verder naar het noordoosten verticaal gaan staan (afb. 59). Hellingsrichting metingen geven stuwung door het landijs vanuit het noordoosten aan. Tussen de fluvioglaciale afzettingen zijn keileem lagen aanwezig, die als flow tills zijn geïnterpreteerd (afb. 58). De afzettingen zijn doorsneden door vorstwiggen. Die zijn gestuwd en vervormd als bewijs van permafrost tijdens de stuwung door het landijs (afb. 57).



Afb 57: Overschuivingsvlak met vorstwiggen op twee nivea's in fluvioglaciale sandr afzettingen.



Afb 58: Keileembanden (flow till) in verticaal staande afzettingen.

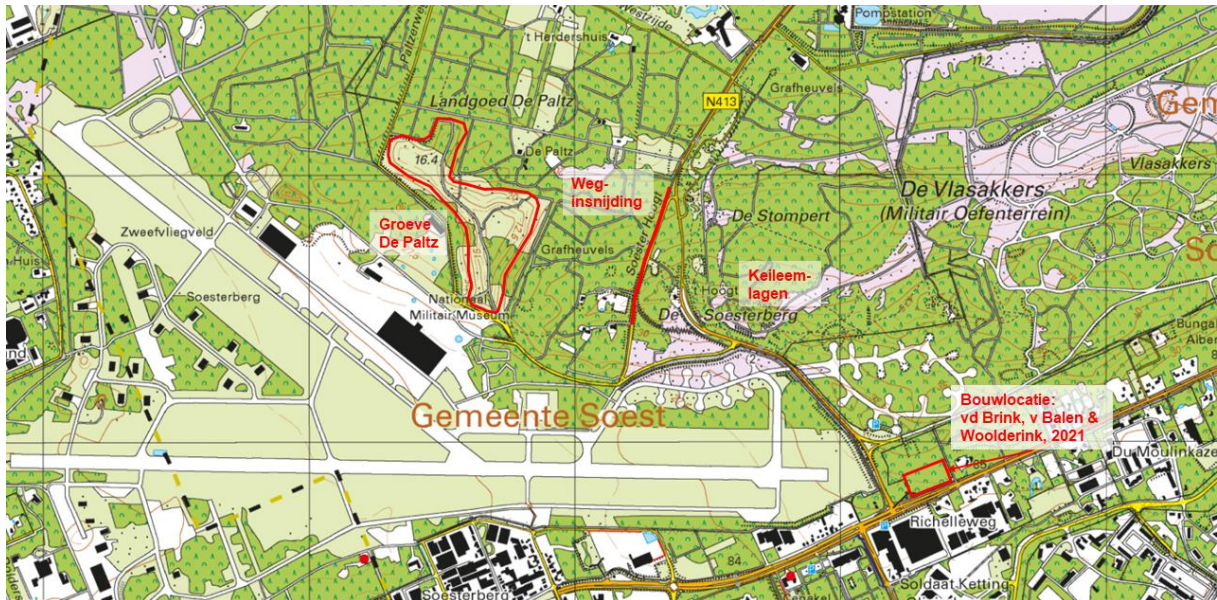


Afb 59: Verticaal staande licht geplooid parallel gelaagde fluvioglaciale sandr afzettingen.

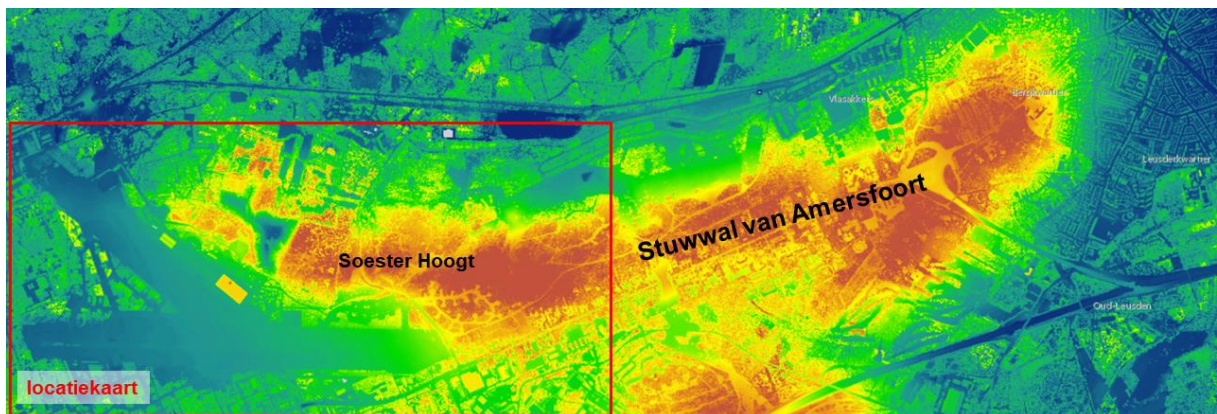
Gestuwde afzettingen op de stuwwal van Amersfoort en de noordelijke Utrechtse Heuvelrug

Het Soester Hoogt

Op het Soester Hoogt op de westflank van de stuwwal van Amersfoort zijn verschillende ontsluitingen waargenomen; in voormalig groeve de Paltz, een weginisijding, een keileemontsluiting en een bouwlocatie (afb. 60 & 61).



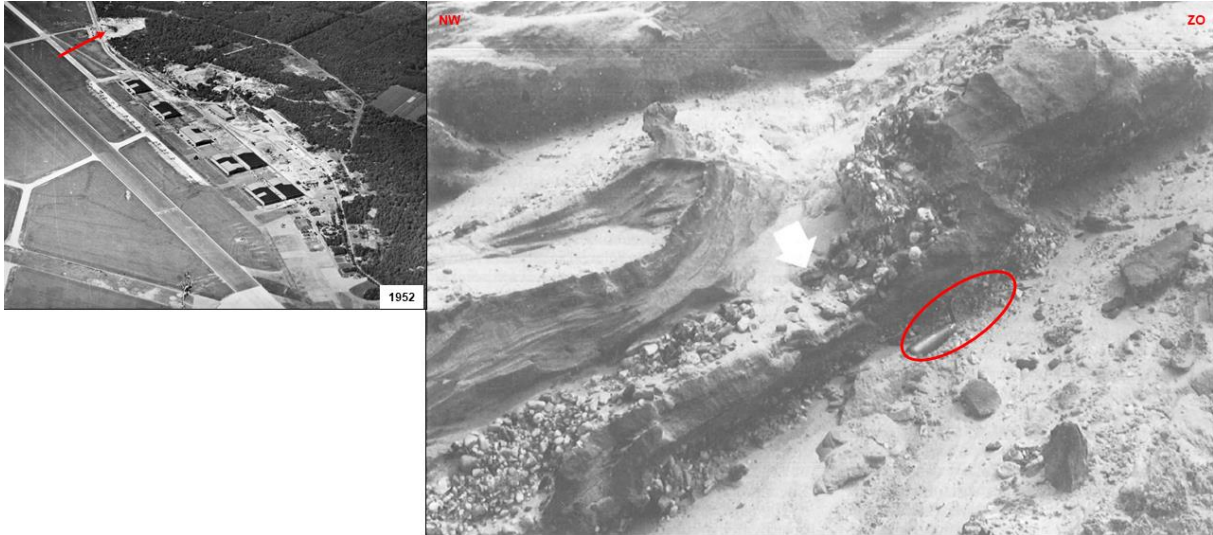
Afbeelding 60: Locatiekaart van voormalig groeve de Paltz, de weginisijding, de keileemontsluiting en de bouwlocatie op het Soester Hoogt.



Afbeelding 61: AHN kaart van de stuwwal van Amersfoort met locatiekaart in kader.

Voormalig groeve de Paltz

Van de voormalig groeve de Paltz, gelegen ten zuiden van landgoed de Paltz en ten noorden van (ex)vliegbasis Soesterberg (afb. 60), is geen documentatie terug gevonden, anders dan dat hier actief en op grote schaal werd gegraven in de jaren 60 en 70 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. 62). De gestuwde zanden en grindlagen rekt hij tot de Formatie van Urk.



Afbeelding 62: Links: aanvang van het graven in 1952 (zie pijl). Rechts: detail foto met links bovenin grofkorrelige zanden met daaronder twee 10-20 cm dikke geplooiden 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).

Tevens is er een zandige keileem, waarop het water stagneerde, aangeboord op het terrein van landgoed de Paltz ten noorden van de groeve (Augustinus, persoonlijke communicatie, 19-01-2021).

Weginsnijding

Minder dan 1 kilometer in oostelijke richting op de stuwwal van Amersfoort van waar later de groeve de Paltz zou worden afgegraven (afb. 60) werd omstreeks 1933 de verbindingsweg tussen Soesterberg en Soest dieper ingegraven. Dit werkverschaffingsproject in de crisistijd had tot doel het vervoer over de helling van het Soester Hoogt makkelijker te maken door deze helling minder steil te maken (afb. 63). Deze ingraving vond plaats bovenop het Soester Hoogt oftewel 'De Bult' op de top van de stuwwal van Amersfoort en resulteerde in een 3 meter hoge en enkele tientallen meters lange noord-zuid ontsluiting. Deze laat links onderin en vanaf het midden naar rechts naar het zuiden hellende laagpakketten zien met daartussen grindhoudend zand. Het bovenste laagpakket kan wellicht, gezien de positie op de stuwwal, uit fluvioglaciale afzettingen bestaan.



Afbeelding 63: Weginsnijding op het Soester Hoogt met uitzicht naar het Zuiden. Links: Noord-zuid wand omstreeks 1933, waarin links onderin en vanaf het midden naar rechts naar het zuiden hellende laagpakketten te zien zijn met daartussen grindhoudend zand (foto: Verdwenen Soest). Rechts: huidige situatie.

Keilemlagen

In het natuurgebied de Stompert ten oosten van de van de van Weerden Poelmanweg en ten westen van De Vlasakkers rond de top van de stuwwal van Amersfoort (afb. 60) zijn in een aantal kleinere afgravingen scheef gestelde fluvioglaciale afzettingen aangetroffen (afb. 64A). De zand- en grindlagen hellen naar het Noordoosten (060/20) identiek aan wat in de ten zuidoosten gelegen bouwlocatie is waargenomen (zie vervolg). Lokaal lijken er keileem lagen aanwezig tussen de fluvioglaciale afzettingen. Bovenop de ingegraven hellingen is in verscheidene wanden keileem (residue) aangetroffen (afb 64B-D). Door het gebied wandelend vallen de grote hoeveelheid zwerfstenen op van noordelijke herkomst.



Afbeelding 64: A) fluvioglaciale afzettingen, B) zwerfkei in situ, C) keileemlaag bovenop fluvioglaciale afzettingen en D) detail van C met in situ kei bij pijl.

Keileem is ook elders aangetroffen in de noordflank van de stuwwal van Amersfoort in voormalig groeve Monnikenbosch (afb. 77).

Bouwlocatie Soesterberg

Aan de voet van de stuwwal van Amersfoort pal ten oosten van de landingsbaan van (ex)vliegbasis Soesterberg (afb. 60), op een sandrvlakte gelegen, zijn op een bouwlocatie 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. 65), 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 (drag), wat er voor heeft gezorgd dat de grindlagen min of meer verticaal zijn komen te staan (afb. 66).



Afbeelding 65: Locatiekaart 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 podsolbodem.



Afbeelding 66: Detail van afbeelding 65 – overschuivingsvlak met erboven verticale grindlagen.

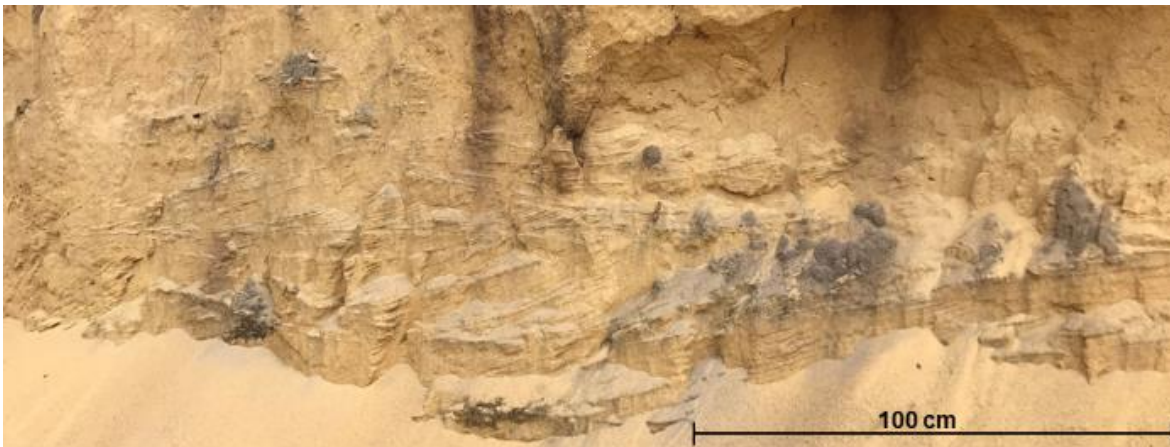
Aan de noordzijde van de oostwand van bouwput 2 waren harde diamictlagen ontsloten, kenmerkend voor keileem (afb. 67). De hardheid van de keileem wordt veroorzaakt door een hoog kleigehalte. Korrelgrootte-analyse resulteerde in mengsel van klei (45 vol. %) en silt (44 vol. %) met een bijmenging van zand (11 vol. %). De keileemlagen werden afgewisseld met grove zandlagen. Ook

hadden de keilemlagen een variabele dikte, en gingen ze lateraal in elkaar over. Dit soort keilemlagen tussen fluvioglaciale zandlagen worden flow tills genoemd, aangezien de keileem niet onder het ijs lag, maar door massabewegingen vanaf de gletsjer richting het voorland (sandvlakke) werd getransporteerd (van den Brink en van Balen, 2020).



Afbeelding 67: Keileem (flowtill) lagen aan de noordzijde van de oostwand van bouwput 2 (troffel als schaal).

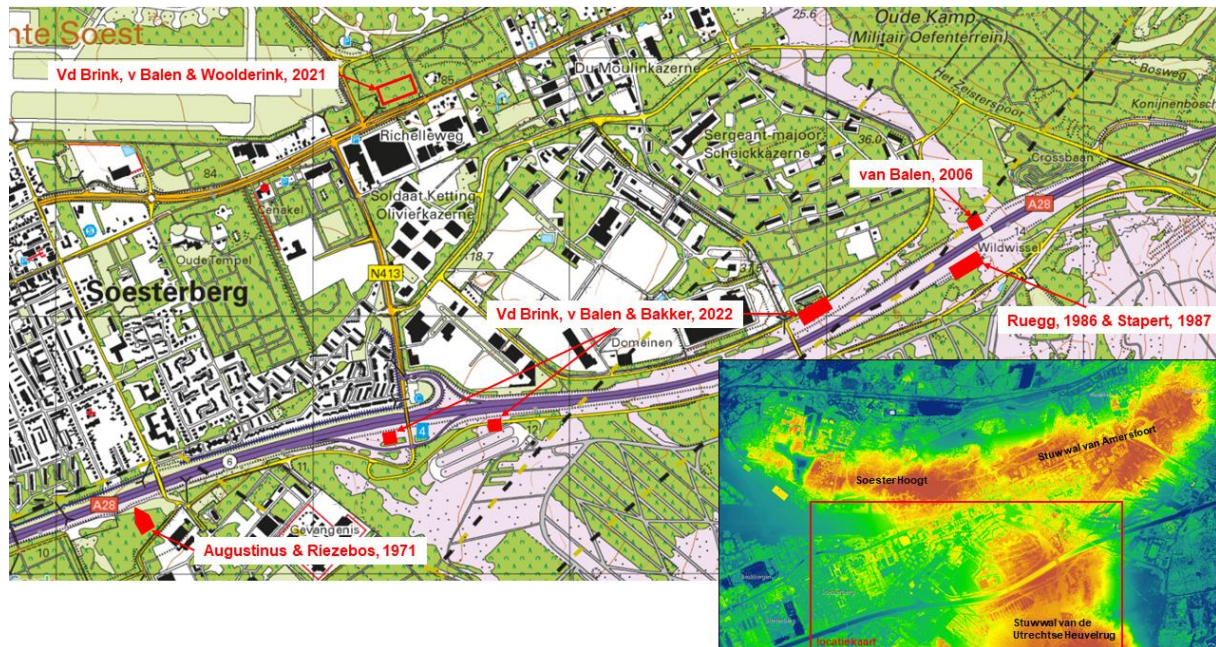
In de oostwand van bouwput 4 zijn mooi uitgearde geulsystemen met scheve gelaagdheid ('scour and fill structures') in fluvioglaciale zanden waarneembaar geweest (afb. 68).



Afbeelding 68: Elkaar aansnijdende geulen ('scour and fill structures') in fluvioglaciale zanden in oostwand van bouwput 4.

A28 ontsluitingen

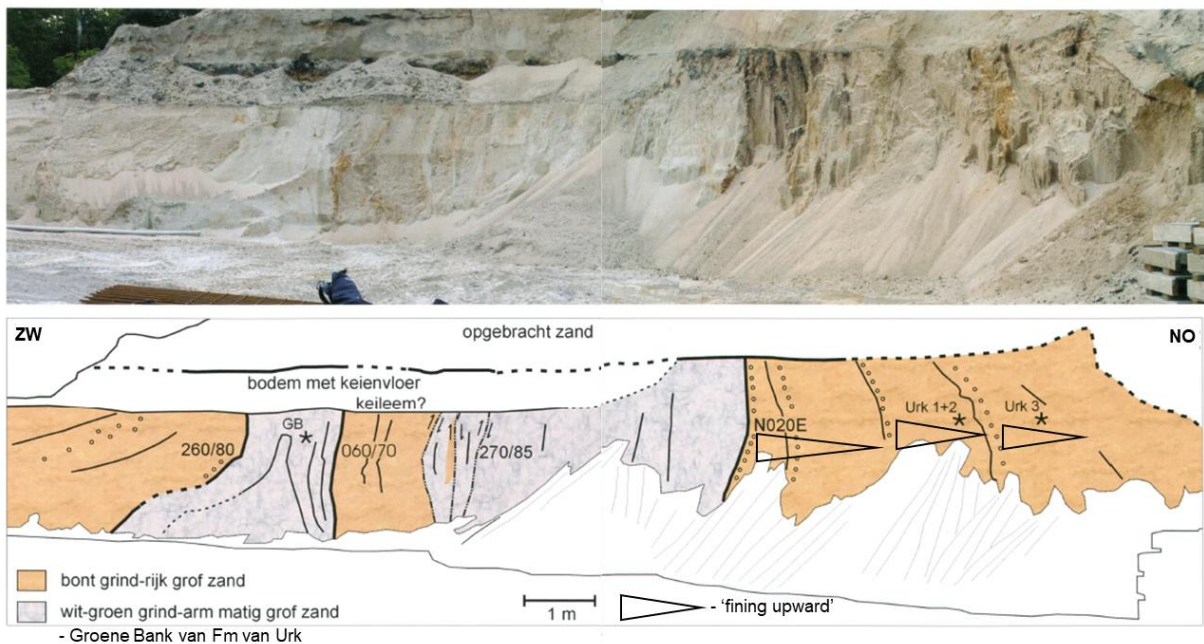
Ontsluitingen langs de A28 ten noorden van de Leuserheide (afb. 69) zijn in verschillende fases beschreven, tijdens de aanleg in de tachtiger jaren van de vorige eeuw (Ruegg, 1986 en Stapert, 1987) en tijdens de aanleg van een ecoduct in 2005 (van Balen, 2006). Recentelijk zijn er RGD foto's, genomen ten tijde van de aanleg van de A28, beschikbaar gekomen en beschreven (van den Brink, van Balen en Bakker, 2022).



Afbeelding 69: Locatie en AHN kaart van A28 ontsluitingen.

De gestuwde afzettingen, die bij de aanleg van een ecoduct over de A28, een paar honderd meter ten zuidwesten van de Kolonel van Royen weg, in 2005 zichtbaar werden (afb. 69), zijn beschreven door Van Balen (2006). In het profiel (afb. 70) 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 plooi. Op de linkerflank van de plooi ligt op het wit-groene zand het bruine pakket. Op de rechterflank van de plooi 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 70. Deze structuur is gecompliceerder dan het relatief eenvoudige beeld dat we van stuwwalontsluitingen kennen. De verklaring is 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 stuwing 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 herplooid oost-westploo.

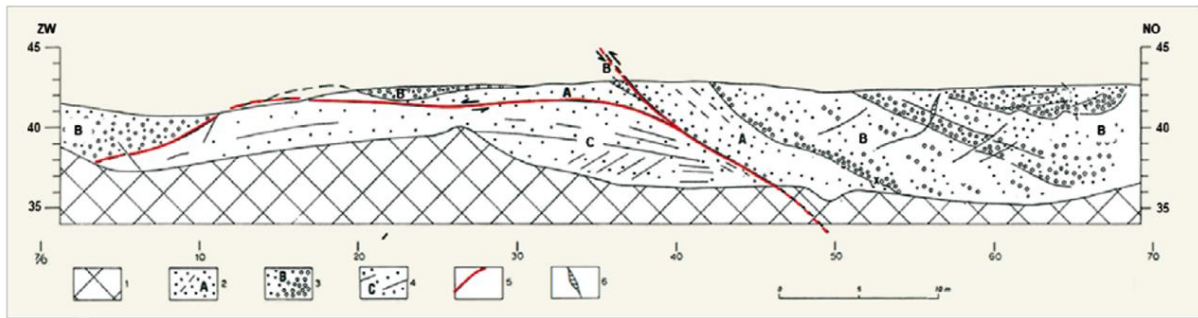
Op de gestuwde lagen is een pakket van structuurloos, matig grof zand aanwezig. Dit was slecht ontsloten. Omdat dit pakket onder een laag met zwerfkeien en boven op de gestuwde lagen ligt, wordt vermoed dat het om een keileem gaat. De zwerfkeien zijn in elk geval een erosieresidu van een keileem die volgens een schatting enkele meters dik moet zijn geweest. Dit is een aanwijzing dat de ijsrand op of zeer dichtbij deze locatie heeft gelegen en dat proglaciale sandr afzettingen meer naar het zuidwesten moeten worden gezocht.



Afbeelding 70: 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).

Slechts enkele tientallen meters naar het zuidwesten, dus van het ijs vandaan, was een tweede kleinere ontsluiting aanwezig. Hier trof men ook de grindrijke zanden behorend tot de Formatie van Urk aan, maar ditmaal wel overdekt door fluvioglaciale afzettingen behorend tot de Formatie van Drente. Deze afzettingen worden gekenmerkt door parallel gelaagde zanden met grindsnoeren en geultjes. Ook daar lag een structuurloos zandpakket op, zoals boven beschreven, met daarop weer een keienvloer. Ook hier geldt dat het structuurloze zand een (zandige) keileem zou kunnen zijn. De aanwezigheid van de fluvioglaciale zanden en keileem op deze locatie geeft aan dat hier het beginpunt (de apex) van de sandr is gelegen, waarbij het landijs niet alleen op de stuwwal maar zelfs op het beginpunt van de smeltwatervlakte lag.

Ongeveer 100 meter in zuidelijke richting – aan de overkant van de snelweg – is in 1984 een schematisch profiel van het zuidtalud getekend door Dick Stapert ten tijde van de aanleg van de snelweg (Afb. 71; Ruegg, 1986; Stapert, 1987). Hierin worden, van oud naar jong, fluviatiele grove zanden behorend tot de Formatie van Sterksel (eenheid A), fluviatiele grove zanden met grindlagen behorend tot de Formatie van Urk (eenheid B) en een eenheid bestaande uit fluvioglaciale gelamineerde zanden (sand, eenheid C: Formatie van Drente) afgebeeld. De oudere fluviatiele zanden (A en B) zijn over de jongere sandr zanden (C) geschoven. Dit betekent dat smeltwaterafzettingen werden neergelegd terwijl de stuwwal nog actief werd gevormd (syn-tektonische sedimentatie).



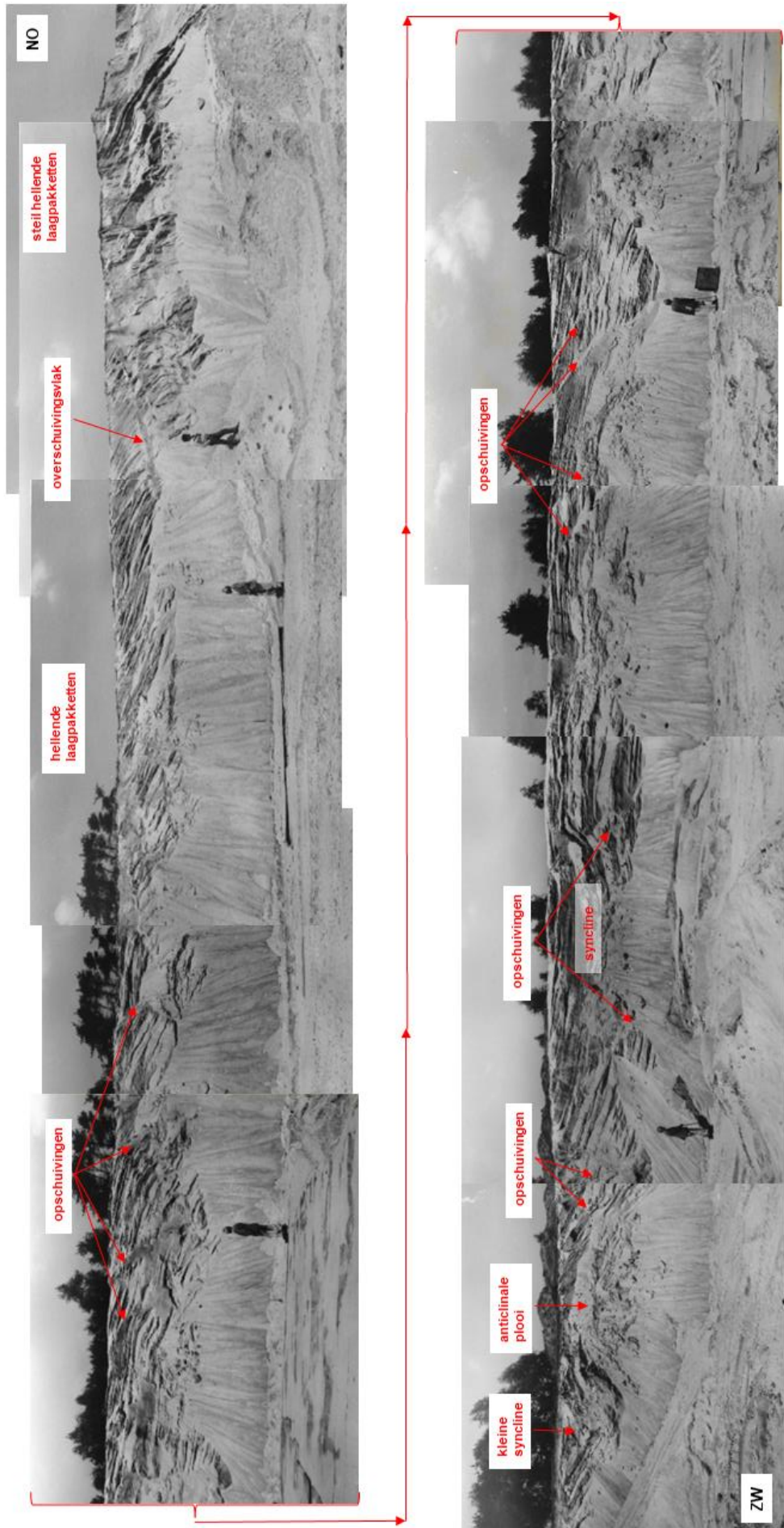
Afbeelding 71 (in spiegelbeeld): Schematisch profiel van de zuidwand van de A28 ten noorden van de Leusderheide. 1: niet ontsloten, 2: eenheid A, grof zand van de Formatie van Sterksel, 3: eenheid B, grof zand met grind van de Formatie van Urk, 4: eenheid C, zand, parallel gelamineerd van de Formatie van Drente, 5: schuifvlak en 6: spleetopvulling (Ruegg, 1986; Stapert, 1987).

Ruegg (1986) rapporteert het voorkomen van nog enkel fluvioglaciale afzettingen behorend tot de Formatie van Drente langs het tracé van de A28 vanaf de genoemde profielschetslokatie verder in zuidwestelijke richting, waarbij hij afnemend grindgehalte en afnemende mate van glaciotektonische deformatie in de sandr afzettingen waarneemt. Deze trend wordt bevestigd door de foto's uit het archief van TNO - Geologische Dienst Nederland (voormalig RGD). De fotoset bestaat uit een collage en losse foto's, waarop vooral parallel gelaagde zanden zien zijn, matig grindhoudend tot grindarm, met lokaal geulvorming en scheve gelaagdheid, wat kenmerkend is voor sandr afzettingen. Daarnaast zijn aanwijzingen van glaciotektonische deformatie zichtbaar.

De collage van RGD foto's laat een ongeveer 90 meter lang profiel zien (Afb. 69 & 72) ongeveer 700 meter in zuidwestelijk richting gelegen ten opzichte van de boven beschreven profielschets. In het samengestelde fotoprofiel zijn soms kleine hiaten te zien, die met name door verandering van het camerastandpunt wordt veroorzaakt.

Het bovenste deel van afbeelding 72 toont aan de rechterzijde het meest noordoostelijk deel van het profiel, waarop steil naar het noordoosten hellende parallel gelaagde fluvioglaciale afzettingen zichtbaar zijn. Dit geeft stuwings door het landijs vanuit noordoostelijke richting aan. De laagpakketten zijn doorsneden door tenminste 1 overschuivingsvlak. De afzettingen gaan in zuidwestelijke richting, rond het midden van de bovenste fotocollage, minder steil hellen. Verder naar het zuidwesten, aan de linkerzijde van het noordoostelijk deel van het profiel, tonen de hellende parallel gelaagde afzettingen meerdere opschuivingen over een traject van ongeveer 10 meter.

Het onderste deel van afbeelding 72 toont het aansluitende, zuidwestelijke deel van het fotoprofiel. Hierop is aan de rechterzijde een halve, flauwe anticlinale plooi te zien in de parallel gelaagde fluvioglaciale afzettingen. In de rechterflank van deze plooi hellen de lagen naar het noordoosten. In het centrum van de plooi liggen de afzettingen subhorizontaal. De afzettingen zijn hier doorsneden door enkele opschuivingen met grote spronghoogte. Verder in zuidwestelijke richting is een uitgestrekte synclinale vorm in de parallel gelaagde afzettingen te zien, met opschuivingen op de flanken. Nog verder in zuidwestelijke richting is een anticlinale plooi in parallel gelaagde fluvioglaciale afzettingen zichtbaar, met opschuivingen op de noordoostflank. Op de zuidwestflank van de anticlinale plooi is een kleine syncline zichtbaar, waarin de bovenste, jongere lagen minder vervormd zijn. Dit is een aanwijzing voor syntektonische sedimentatie van de sandr afzettingen.



Afbeelding 72: Een ongeveer 90 meter lange foto collage in 2 delen van de noordwand van de A28 met gestuwde fluvioglaciale afzettingen, beschrijving zie tekst (TNO - Geologische Dienst Nederland, RGD archief ~1984, Van den Brink, van Balen en Bakker, 2022).

Zo'n 1200 meter verder in zuidwestelijke richting, nog voor het viaduct met de N413, treft men nog steeds sterk gedeformeerde verticaal staande, parallel gelaagde fluvioglaciale afzettingen zoals te zien op drie RGD foto's die dicht bij elkaar gemaakt zijn (Afb. 69 & 73). Op de rechter foto is te zien dat de bovenzijde van het gestuwde pakket discordant is afgesneden door horizontaal gelaagde pakketten.



Afbeelding 73 (in spiegelbeeld): Drie foto's van de zuidwand van de A28 met daarop gestuwde parallel gelaagde afzettingen. Foto's links en midden: verticaal staande lagen, die aan bovenkant doormiddel van omkrulling stuwung uit oostelijke richting aangeven. Foto rechts: Idem, discordant overdekt door horizontaal gelaagd pakket (TNO - Geologische Dienst Nederland, RGD archief ~1984, Van den Brink, van Balen en Bakker, 2022).

Echter, zo'n 500 meter verder in westelijke richting, net voorbij het viaduct met de N413, kan er op de RGD foto's geen glaciale deformatie meer worden waargenomen in horizontaal gelaagde zanden met grindlagen (Afb. 69 & 74). Mogelijk komen nog glaciotectionische verschijnselen voor op grotere (niet-ontsloten) diepte, onder het bovenste pakket, welke in westelijke richting steeds dikker wordt.

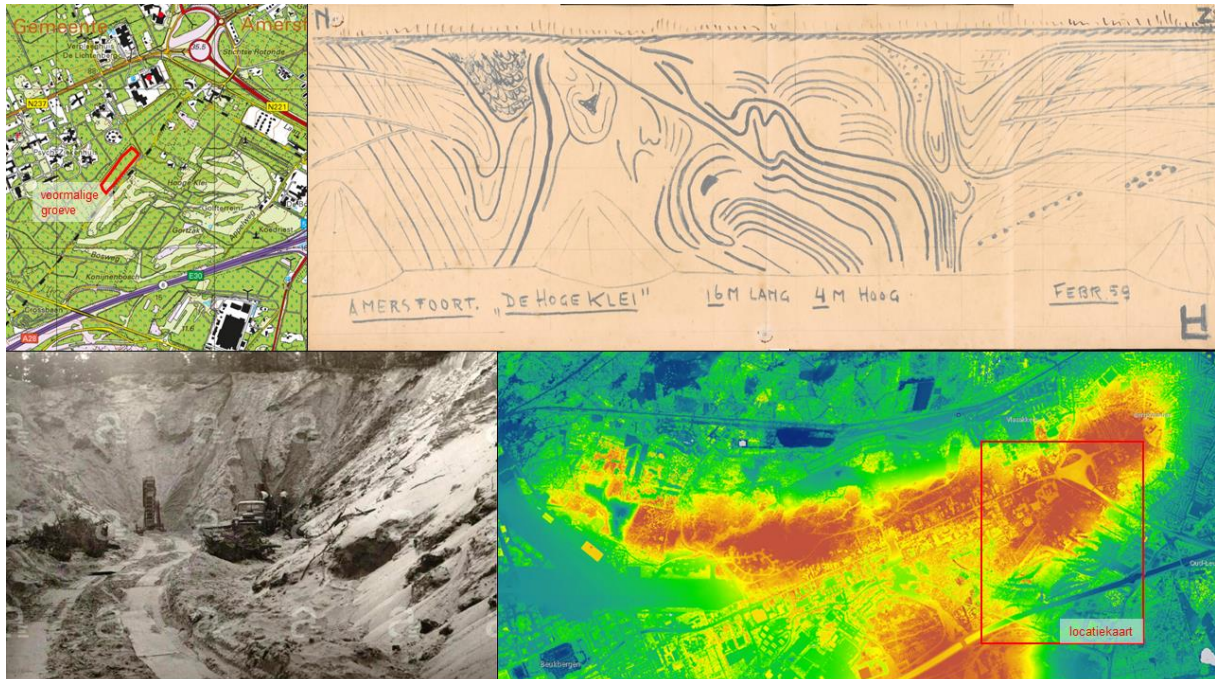


Afbeelding 74 (in spiegelbeeld): Foto van de zuidwand van de A28 met licht gecryoturbeerde, horizontaal gelaagde zanden met grind (TNO - Geologische Dienst Nederland, RGD archief ~1984, Van den Brink, van Balen en Bakker, 2022).

Ongestuwde sandr afzettingen waren ook zichtbaar nog eens 1000 meter verder in distale richting in een voormalige zandgroeve van firma Cirkel, west van de Kampweg in Soesterberg en pal ten zuiden van waar later de A28 zou worden aangelegd (Afb. 69, 83 & 84). Deze sandr afzettingen zijn beschreven in een sedimentologische studie (Augustinus en Riezebos, 1971).

Voormalig groeve De Hoge Klei

Hofland schetste een profiel in 1959 in een groeve gelegen tussen kliniek Zon en Schild en Golfclub De Hoge Kleij op de 'Amersfoortse Berg' aan de oostzijde van de stuwwal van Amersfoort (afb. 75).



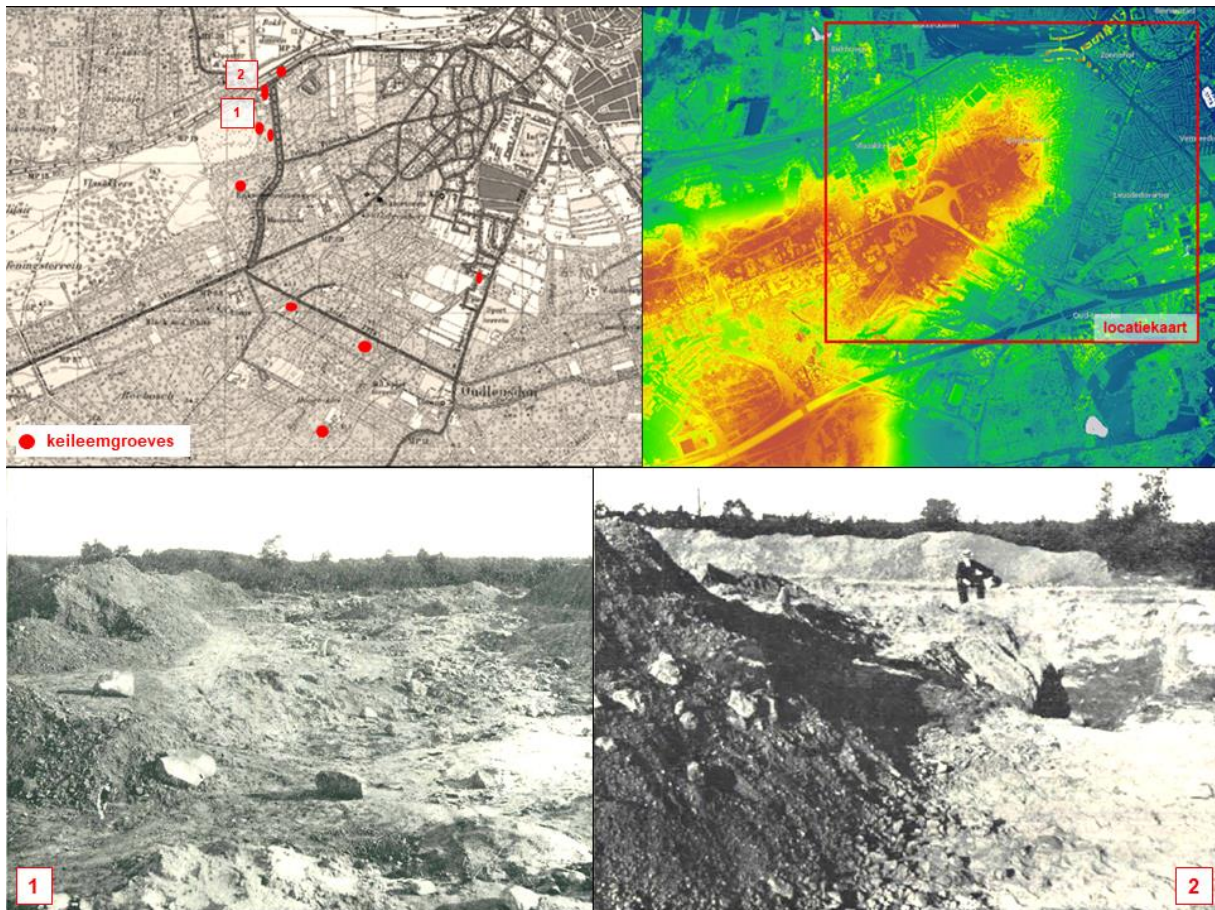
Afbeelding 75: Profielschets De Hoge Klei (Hofland, 1959) met foto van de voormalige groeve, AHN en locatiekaart.

In deze groeve, die een maximale omvang bereikte van 500 bij 100m en 12 m diep was, werd gegraven in de jaren 50 en 60 van de vorige eeuw. Daarna is de groeve door de jaren heen tot bovenin opgevuld met afval en in de jaren 90 afgedekt. Momenteel zijn door de inplant van vegetatie alle sporen van de groeve uitgewist. Ook op de AHN kaart is de voormalige groeve nauwelijks waarneembaar.

Hofland levert geen beschrijving bij de profielschets, die sterk vervormde afzettingen laat zien, waar geen stuwingsrichting uit is af te leiden. Linksboven wordt mogelijk een vervormde keileemlees weergegeven. Door de slechte staat van de groevewanden op de foto is de profielschets niet in de foto in te passen.

Keileemgroeves in de oostzijde van de stuwwal van Amersfoort

In de jaren 10 tot 30 van de vorige eeuw werd keileem opgegraven ten zuidwesten van Amersfoort op de flanken van de Amersfoortse Berg, de noordoostpunt van de stuwwal van Amersfoort. Keileem was toen zeer in trek voor de aanleg van paden en dijken. Negen keileemgroeves, die van relatief beperkte omvang en diepte waren, zijn beschreven door amateur geoloog Pieter van der Lijn in 1934 (afb. 76). In al deze groeves bevond zich een keileem laag van maximaal 1 meter dik onder een laag smeltwaterzand gelegen. Van der Lijn refereert naar een zeer verbrokkeld keileemdek, dat uit losse schollen bestaat. Deze komen verspreid voor in de ondergrond vanaf de noordflank van de stuwwal tot de zuidflank van de stuwwal. Van der Lijn vermeldt ook keileem voorkomen op de Vaalberg in natuurgebied de Stompert op het Soester Hoogt.



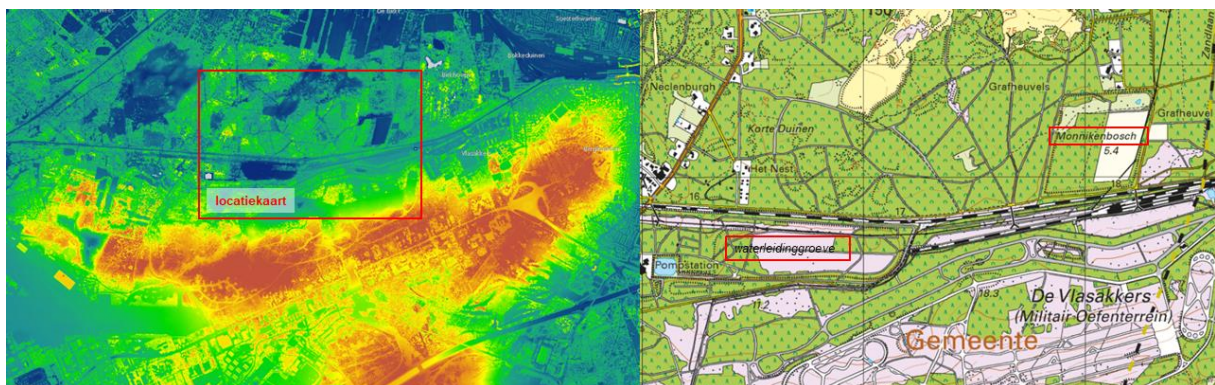
Afbeelding 76: Keileemgroeves op de flanken van de Amersfoortse Berg; locatiekaart in 1934, AHN kaart en foto's van twee van de groeves, Pieter van der Lijn op rechter foto (van der Lijn, 1934).

Voormalig groeve Monnikenbosch en de waterleiding groeve

In de jaren 70 van de vorige eeuw ging het verhaal dat de uitbater van groeve Monnikenbosch gelegen aan de binnenrand van de stuwwal van Amersfoort ten zuidwesten van Amersfoort (afb. 77) veel hinder had van keileemvoorkomens (Augustinus, persoonlijke communicatie, 19-01-2021).

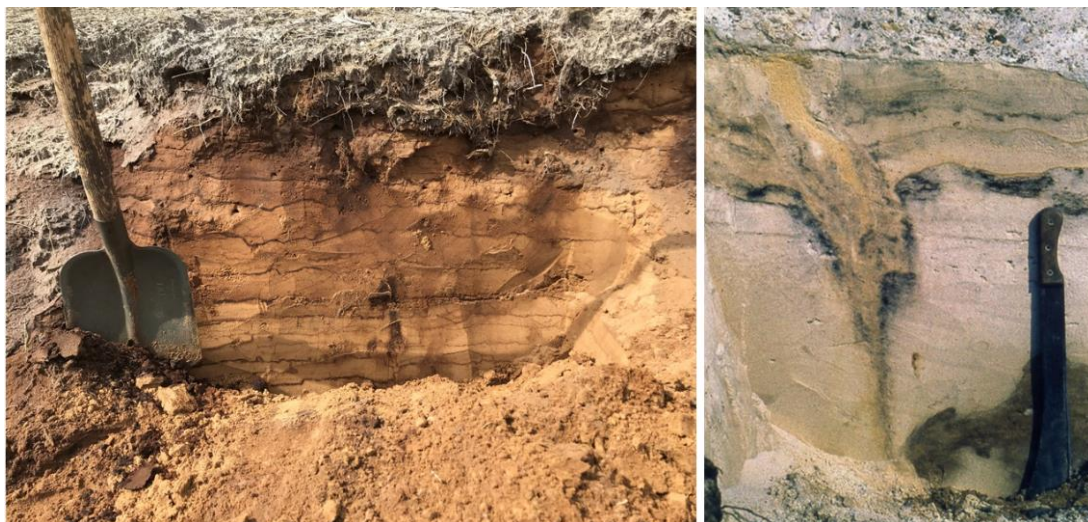
Ook is hier door Augustinus in die tijd zowel blond als spierwit zand aangetroffen. Dat zou kunnen duiden op het voorkomen van zand uit het Rijn/Maas systeem en zand van Baltische herkomst, het Eridanos rivier systeem, behorend tot de Formatie van Peize.

Rappol (1983) vermeldt de aanwezigheid van gestuwde pre-glaciale sedimenten in de noordelijk deel van de groeve, die aan de noordoost kant bedekt zijn met gestuwd keileem en fluvioglaciale afzettingen. Ruegg (1987 en persoonlijke communicatie, 23-07-2021) maakt ook melding van het voorkomen van keileemlagen als uitwiggende inschakelingen in fluvioglaciale kame afzettingen behorend tot de Formatie van Drente.



Afbeelding 77: AHN en locatiekaart groeve Monnikenbosch en de waterleiding groeve.

Momenteel is de ontsluitingsgraad van groeve Monnikenbosch slecht. Wel zijn er in de noordwand de voormalige waterleiding groeve ten zuiden van het spoor (afb. 77) dekzand ontsluitingen behorend tot de Formatie van Boxtel aangetroffen met daarin aanwezig een vorstwig (afb. 78).



Afbeelding 78: Dekzanden met rechts vorstwig in de waterleiding groeve.

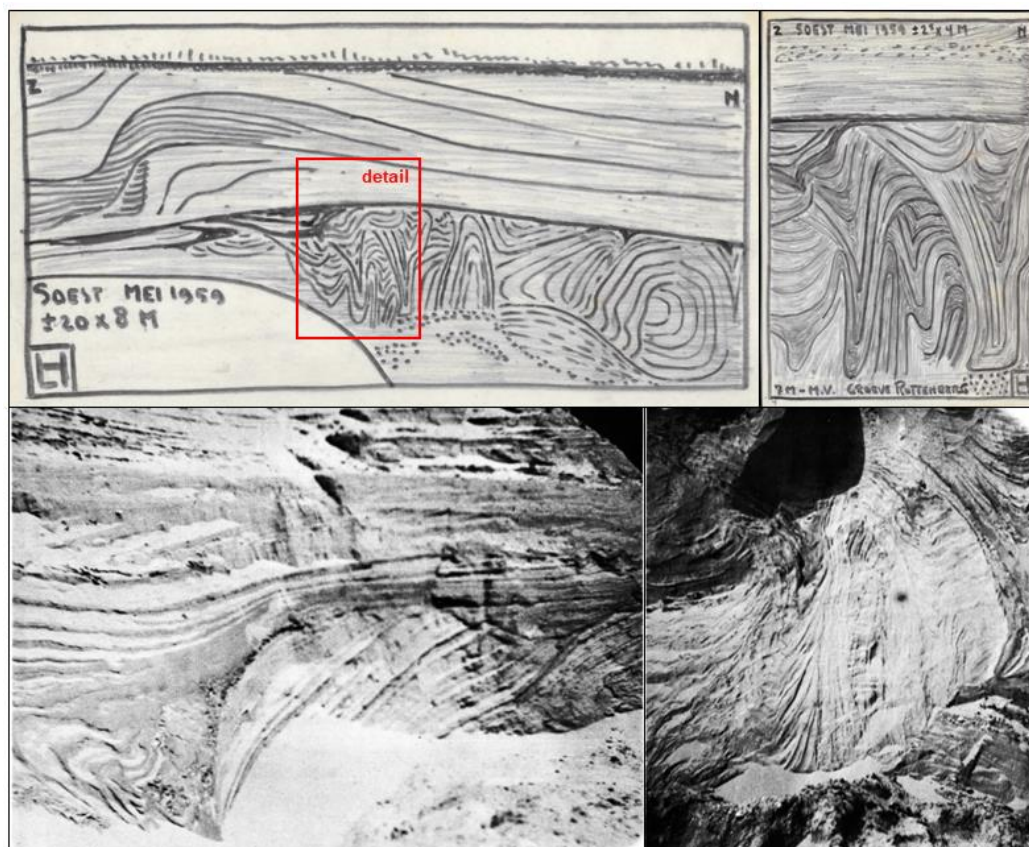
De stuwwal van Soest

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. 79 en 80, boven). De groeveschetsen laten sterk vervormde preglaciale afzettingen zien. Ook zijn er door Koenderink (1963) foto's genomen op vergelijkbare locaties in de groeve (afb. 80, beneden). 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 79: AHN, locatiekaart en huidige situatie van voormalig groeve Ruttenberg.



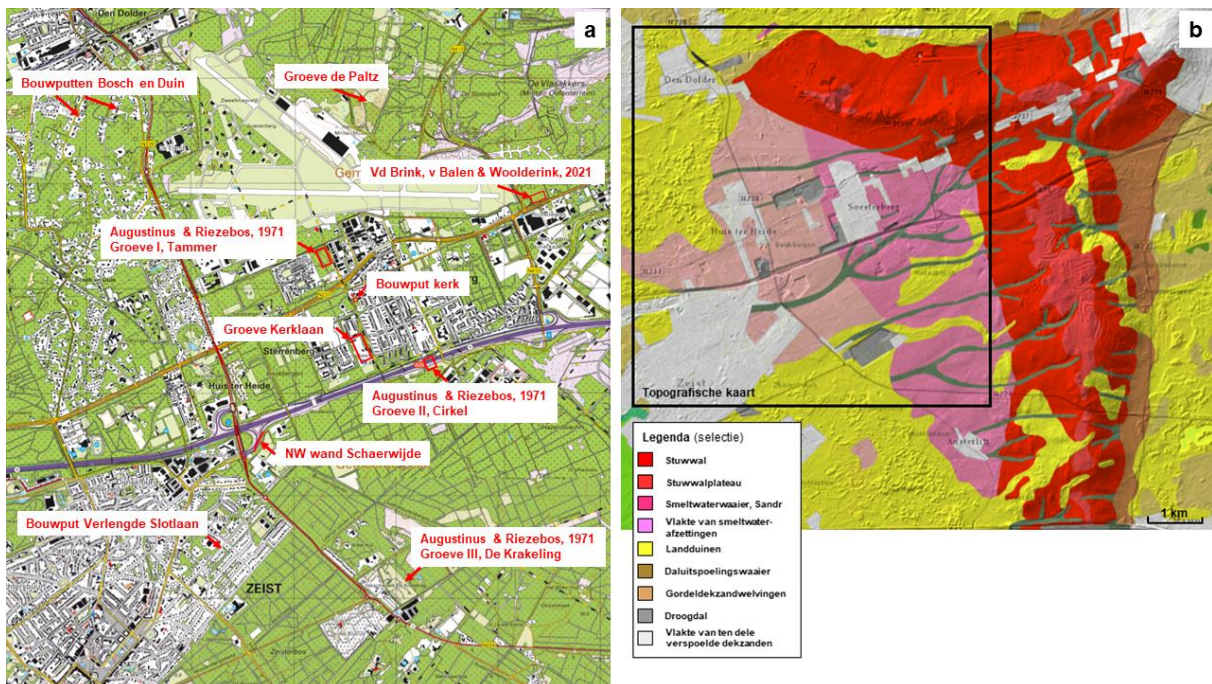
Afbeelding 80: Boven: profielschets van zuid-noord wand met sterk vervormde preglaciale afzettingen, detail uitgelicht (Hofland, 1959). Beneden: corresponderende foto's (Koenderink, 1963).

Niet gestuwde afzettingen aan de buitenzijde van de stuwwal

Het gebied rond Soesterberg

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. 81a).

Spoelzandvlaktes/-waaiers oftewel sandrs zijn door smeltwater afgezet aan de buitenzijde van de stuwwal (afb. 6a, 7 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. 81b). De geomorfologische kaart verdeelt de spoelzandvlakte/-waaier in een smeltwaterwaaier, de sandr, die stroomafwaarts overgaat in een vlakte van smeltwaterafzettingen (afb. 81b).

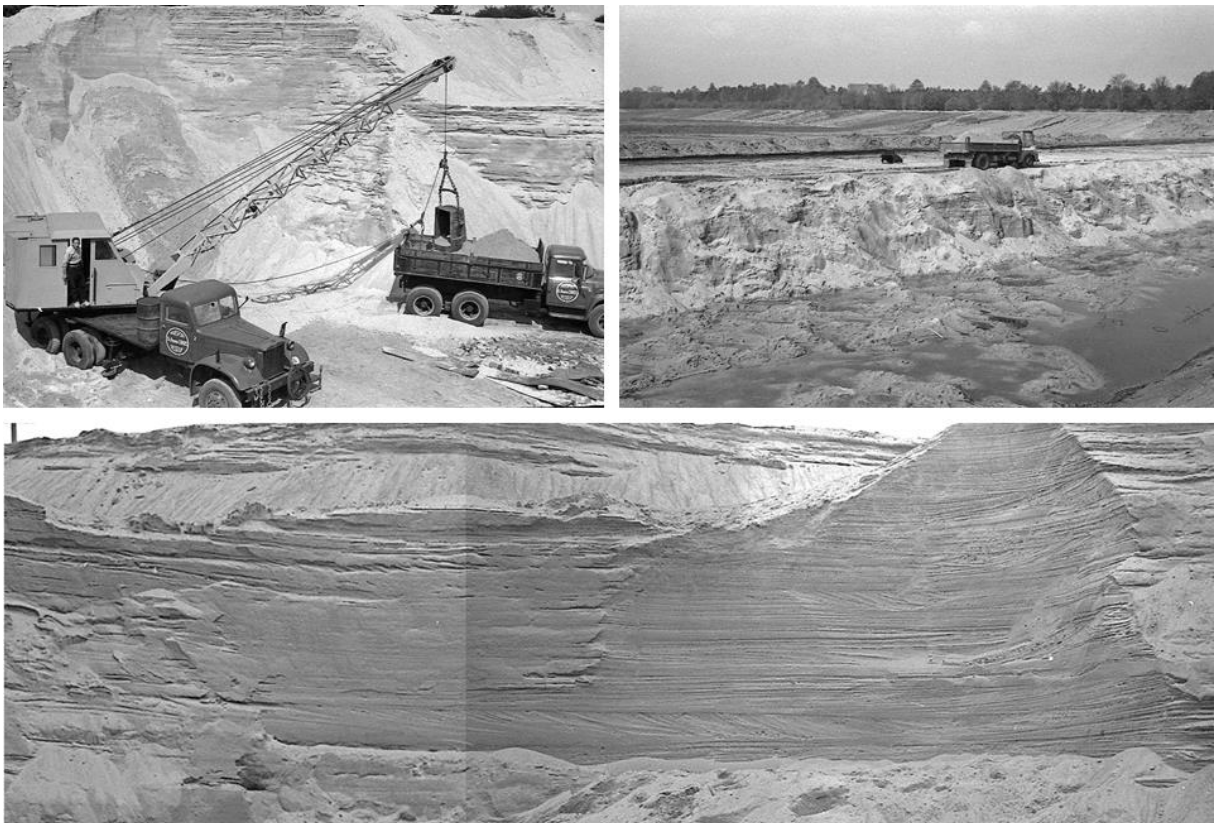


Afbeelding 81: a) Locatiekaart van voormalige groeves en bouwputten in Soesterberg, afgraving bij Schaerwijde ten noordoosten van Zeist en bouwputten in Zeist en Bosch en Duin; b) Geomorfologische kaart van de stuwwal van Amersfoort en het noordelijk deel van de stuwwal van de Utrechtse Heuvelrug met 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, Cirkel en van der Krol. Een van deze groeves, de zandgroeve Cirkel op locatie van het latere tracé van de A28, is uitgebreid gedocumenteerd (afb. 82 & 83).

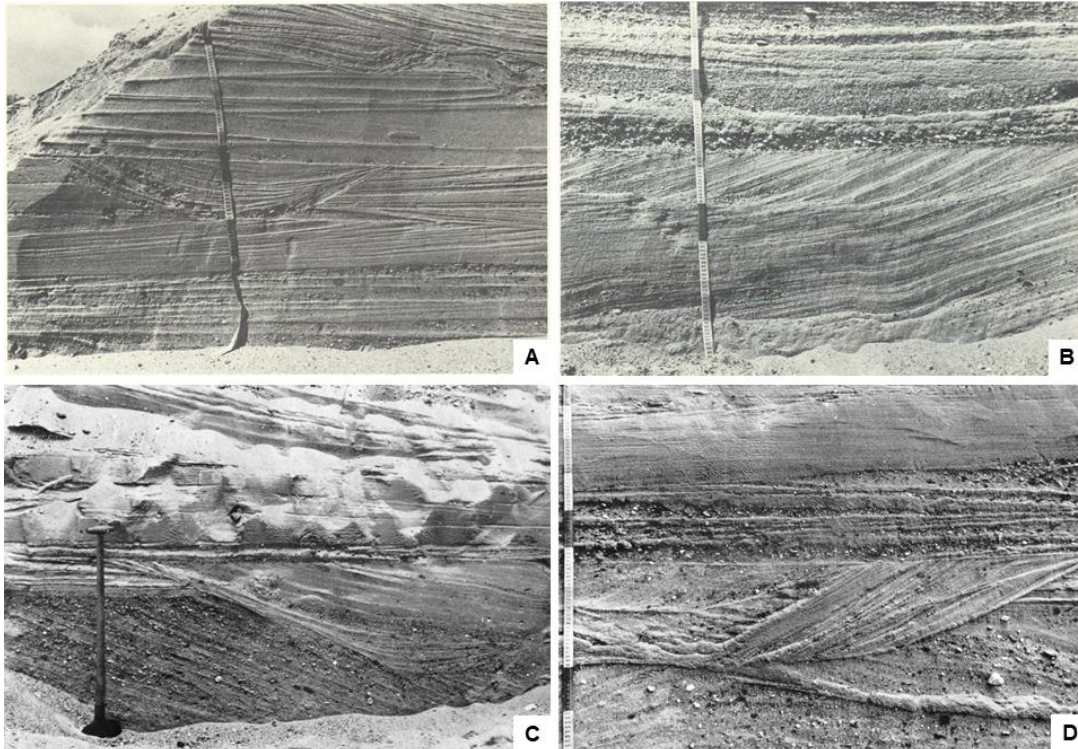


Afbeelding 82: Horizontaal gelaagde zanden en geulsystemen in zandgroeve Cirkel op locatie van het latere tracé van de A28; groeve II van Augustinus en Riezebos (1971). Foto links: Dik Top (1957), foto rechts met vorstswiggen: NGV excursie (1958).



Afbeelding 83: 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 zandgroeven in en nabij Soesterberg (afb. 84). De locaties van groeves I, II en III zijn op afbeelding 81 aangegeven.



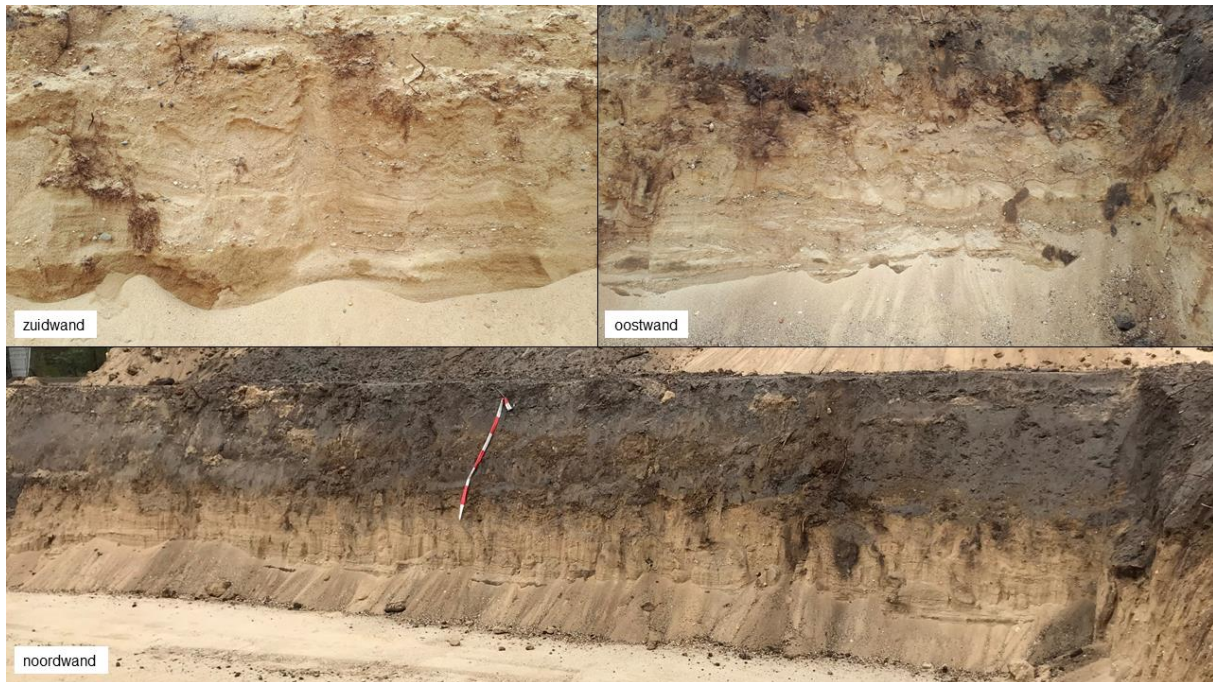
Afbeelding 84: Karakteristieke sandr afzettingen: Foto A: subhorizontale gelaagdheid in grindhoudend, grofzandig materiaal met een asymmetrisch opgevulde geul. Foto B: grof grindrijk subhorizontaal gelaagd zand op grootschalig, scheefgelaagde eenheden. Foto C: afgevlakte foreset laminatie in diepe geul. Foto D: Variabiliteit in sedimentaire structuren en sortering (Augustinus & Riezebos, 1971).

Van de voormalig grote zandgroeve aan de Kerkklaan in Soesterberg is een foto terug gevonden, die (sub)horizontale gelaagdheid laat zien, kenmerkend voor sandrafzettingen (afb. 85). Hier bevinden zich nu sportvelden en een skibaan in een kuil in het landschap,



Afbeelding 85: Zandgroeve aan de Kerkklaan in Soesterberg. Grindsnoeren maken (sub)horizontale gelaagdheid zichtbaar. Foto: Dik Top, 1957.

In 2021 is een bouwput uitgegraven aan de andere kant van de Kerklaan net ten zuiden van de St. Carolus Borromeus kerk (afb. 81). Hier zijn horizontaal gelaagde zanden met grind typerend voor sandrafzettingen aangetroffen. Deze vertonen lichte cryoturbatie verschijnselen (afb. 86).



Afbeelding 86: Bouwput ten zuiden van de St. Carolus Borromeus kerk met licht gecryoturbeerde horizontaal gelaagde zanden met grind typerend voor sandr afzettingen (foto's: Van Balen en auteur).

De bestaande zandafgraving, die de sportvelden en golfbaan van hockey en golfclub Schaerwijde ten noordoosten van Zeist accomodeert (afb. 81), werd tussen 1990 en 1994 verder uitgegraven. Hierbij werd een ontsluiting van de noordwestwand gecreëerd, waarin horizontaal gelaagde zanden typerend voor een sandrafzetting zichtbaar werden (afb. 87).



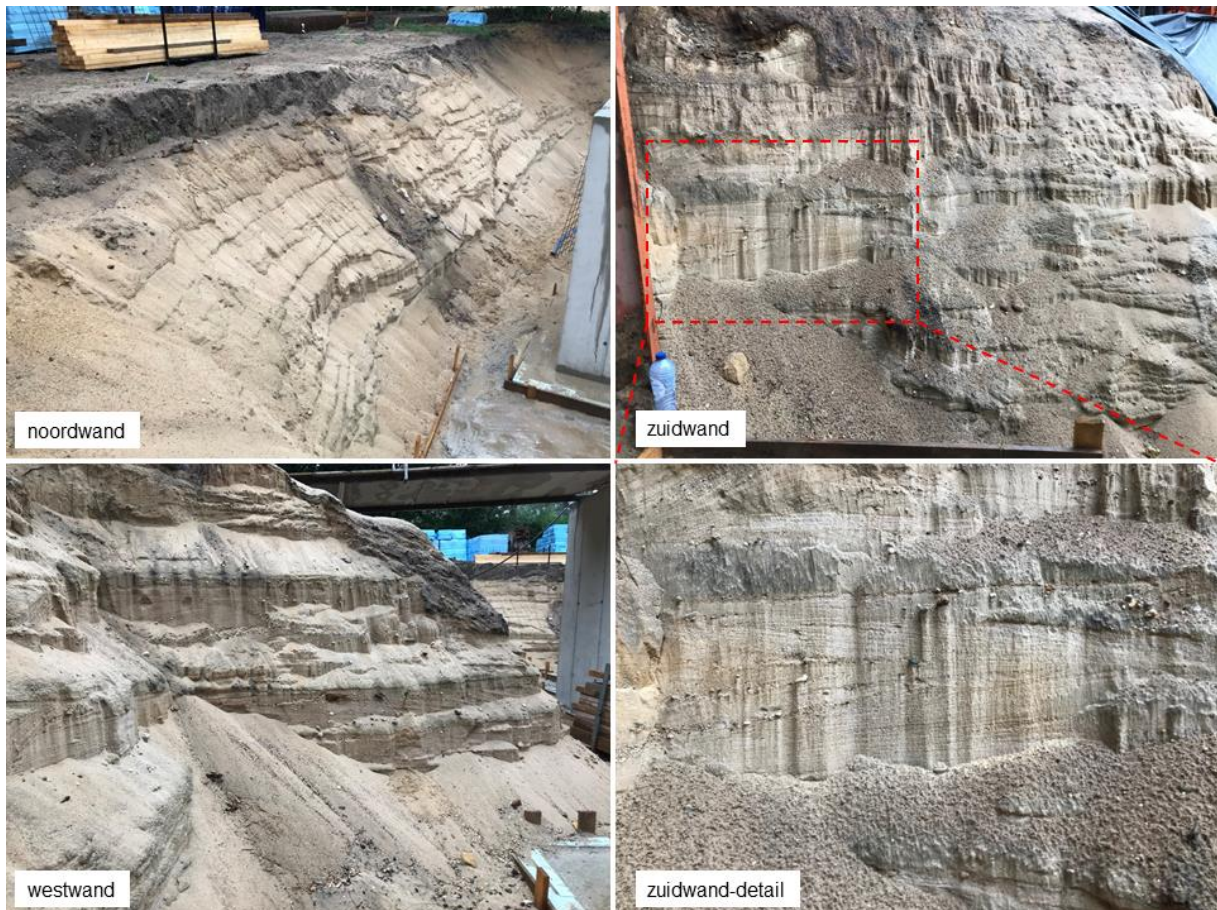
Afbeelding 87: NW wand van Schaerwijde in 1993 met horizontaal gelaagde zanden typerend voor een sandrafzetting (www.schaerwijde.nl).

Een halve kilometer in zuidwestelijke richting op de Verlengde Slotlaan in Zeist is in de zomer van 2023 een bouwput bezocht, die aan een kant goed ontsloten sandr afzettingen liet zien (afb. 88). De brede geulvormen in horizontaal tot schief gelaagde zanden bevatten slechts summiere grindlagen, wat op een distale locatie duidt op de spoelzandvlakte (afb. 81b)



Afbeelding 88: Bouwput in Zeist; goed ontsloten noordoost wand met brede geulsystemen in horizontaal tot schief gelaagde zanden met summiere grindsnoeren.

In het noordelijk deel van Bosch en Duin is in 2021 een bouwput geïnventariseerd gelegen aan de Reelaan ten westen van de vliegbasis Soesterberg (afb. 81). De bouwput bevat horizontaal tot schief gelaagde zanden en geulsystemen met grindsnoeren. Deze zijn typerend voor sandrafzettingen en zijn wat fijnerkorreliger dan in Soesterberg maar grindrijker dan in Zeist (afb. 89).



Afbeelding 89: Bouwput aan de Reelaan in Bosch en Duin met horizontaal tot schief gelaagde zanden en geulsystemen met grindsnoeren.

In het late najaar van 2023 is een grote bouwput aan de Baarnseweg in Bosch en Duin bestudeerd 250 meter in westelijke richting van de bouwput aan de Reelaan gelegen (afb. 81). In de noordwand van de bouwput aan de Baarnseweg waren subhorizontaal tot lokaal scheve gelaagde zanden met grindsnoeren doorsneden door geultjes, typerend voor sandr afzettingen, overdekt door een gecryoturbeerd laagpakket ontsloten (afb. 90).

De snel verslechterende kwaliteit van de wand maakte verdere bestudering van de sandr afzettingen onmogelijk. De focus van het onderzoek kwam derhalve te liggen op het overliggende gecryoturbeerde laagpakket, dat het resultaat bleek te zijn van massa transport, solifluctie, in het Weichselien (van den Brink, van Balen en Woolderink, 2024).



Afbeelding 90: Bouwput aan de Baarnseweg in Bosch en Duin; subhorizontaal tot lokaal scheve gelaagde zanden doorsneden door geultjes typerend voor sandr afzettingen overdekt door een gecryoturbeerd laagpakket.

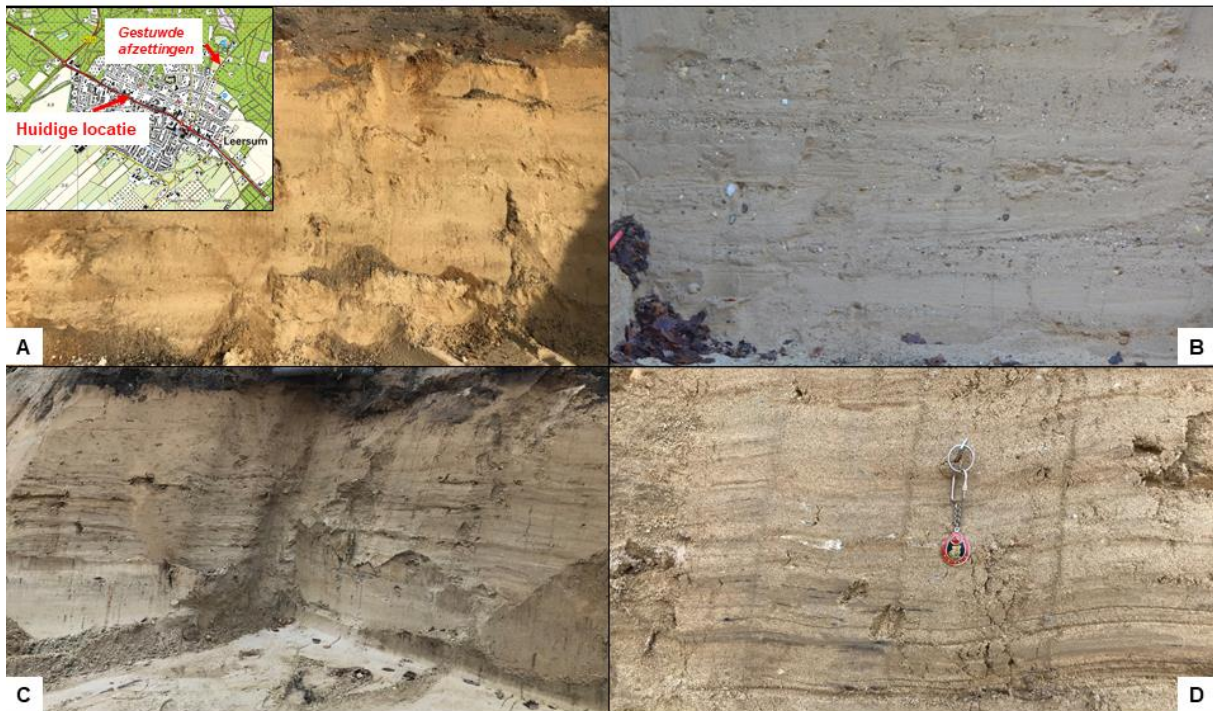
Verspreid over Den Dolder liggen op meerdere plaatsen keien van allerlei grootte langs de kant van de weg en in tuinen. Er is een flinke verzameling grote keien (tot 125 cm in diameter) opgegraven tijdens de aanleg van de wijk de Duivenhorst pal ten noorden van de spoorlijn. Deze keien zijn recent naar het terrein van de Willem Arntsz Hoeve aan de overkant van de N238 verplaatst (afb. 91, www.toevenopdehoeve.nl). Op de Paltzerweg, centraal in Den Dolder, is in westelijke richting gaand in bouwputten een overgang van een grindrijk pakket met grote keien (tot 60 cm in diameter) naar een fijn zandig grindarm pakket waargenomen (Harting, persoonlijke communicatie, 29-04-21). De verspreiding van grote keien geeft mogelijk aan dat een ijstong zich tot in Den Dolder heeft uitgespreid. Daaromheen zijn fijn korrelige zanden afgezet op de sandr vlakte.



Afbeelding 91: Door kinderen beschilderde keienverzameling op het terrein van de Willem Arntszhoeve met in kader de voormalige locatie van de keien in de wijk de Duivenhorst in Den Dolder.

Bouwput Leersum

Ongeveer 1 kilometer ten zuidwesten van de bouwlocatie met gestuwde afzettingen nabij de top van de stuwwal van de Utrechtse Heuvelrug (van den Brink en van Balen, 2020) zijn in een bouwput aan de voet van de stuwwal (afb. 1 en afb. 92) structuurloos tot subhorizontaal gelaagde, slecht gesorteerde grindhoudende zanden aangetroffen. Vanwege de locatie van de ontsluiting kunnen deze deel van een fan/waaier zijn, die aan de Darthuizer Poort vast zit. Mogelijk is ook dat ze tot hellingafzettingen/colluvium behoren met een korte transport afstand vanaf de stuwwal (van Balen, persoonlijke communicatie, 20-01-2021).



Afbeelding 92: 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).

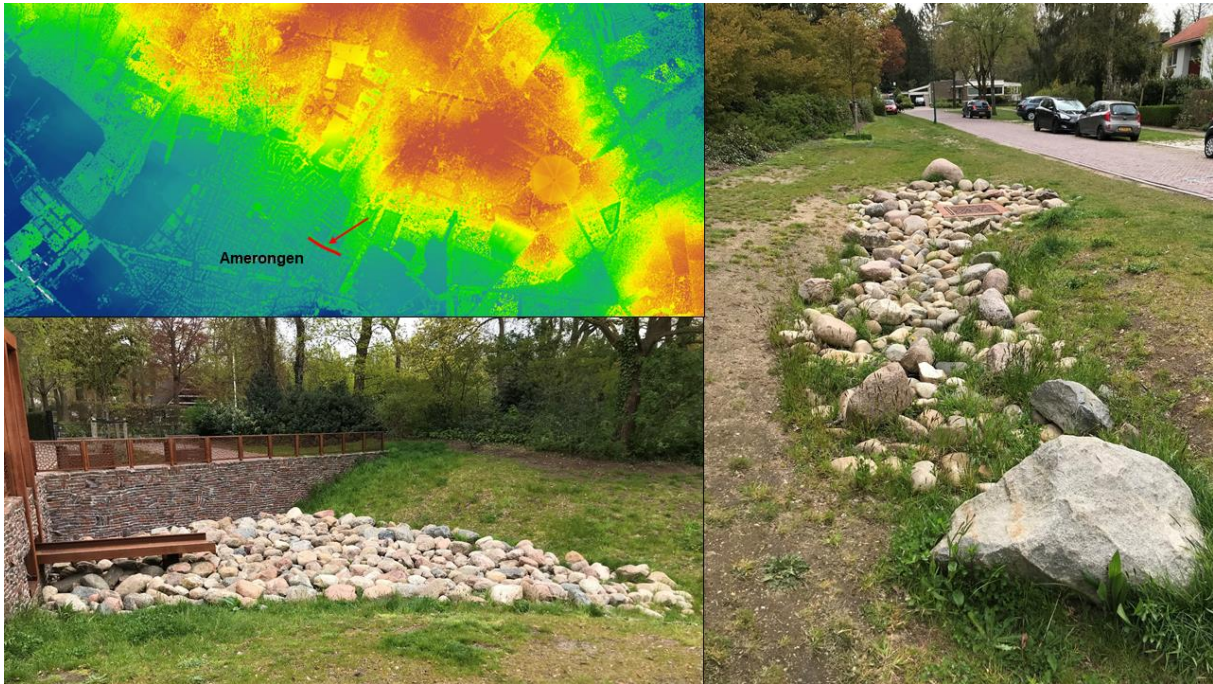
Bij een tweede bezoek werden beter uitgearbeide wanden aangetroffen, die onderin subhorizontale gelaagdheid met lokaal geulvorming lieten zien (afb. 93).



Afbeelding 93: westwand bij 2^{de} bezoek, subhorizontale gelaagdheid met lokaal geulvorming.

Keienverzameling Amerongen

Bij de recente aanleg van een infiltratiesysteem om het overtollige regenwater te verwerken zijn een groot aantal keien opgegraven in een woonwijk in het noordelijk deel van Amerongen. Deze zijn op één locatie verzameld (afb. 94). De keien, waaronder enige van forse afmeting, zijn onderdeel van grofkorrelige hellingafzettingen, afkomstig van de een paar honderd meter noordelijk gelegen stuwwal. Het betreft hier geen beschrijving van een ontsluiting in strikte zin, maar wel een geologisch relevante waarneming.



Afbeelding 94: Keien verzameling aan buiten(zuid)zijde van stuwwal in de Del te Amerongen met AHN en tevens locatiekaart (verzamelplaats, zie pijl).

Ecopassage Elst

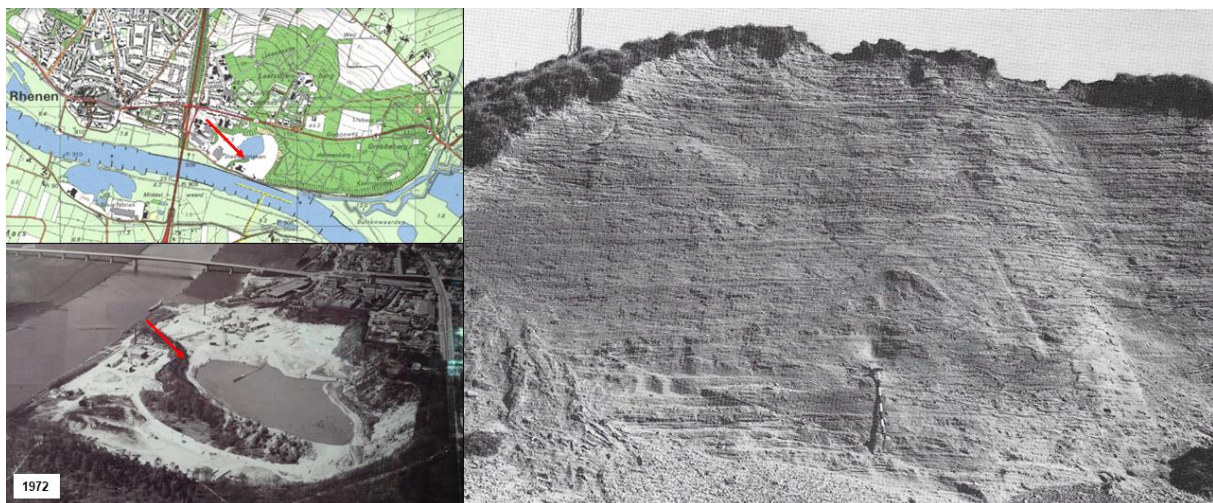
Van Straaten en van Balen (2010) beschrijven sandrafzettingen geplakt aan de steunpilaren van een ecopassage bij Elst aan de voet van de stuwwal van de Utrechtse Heuvelrug (afb. 95).



Afbeelding 95: Locatieschets en foto collage van pilaren bedekt met grofkorrelige grindrijke horizontaal tot scheefgelaagde zanden, vorstwig aanwezig op rechter foto (foto's auteur uit 2020).

Leccius de Ridder

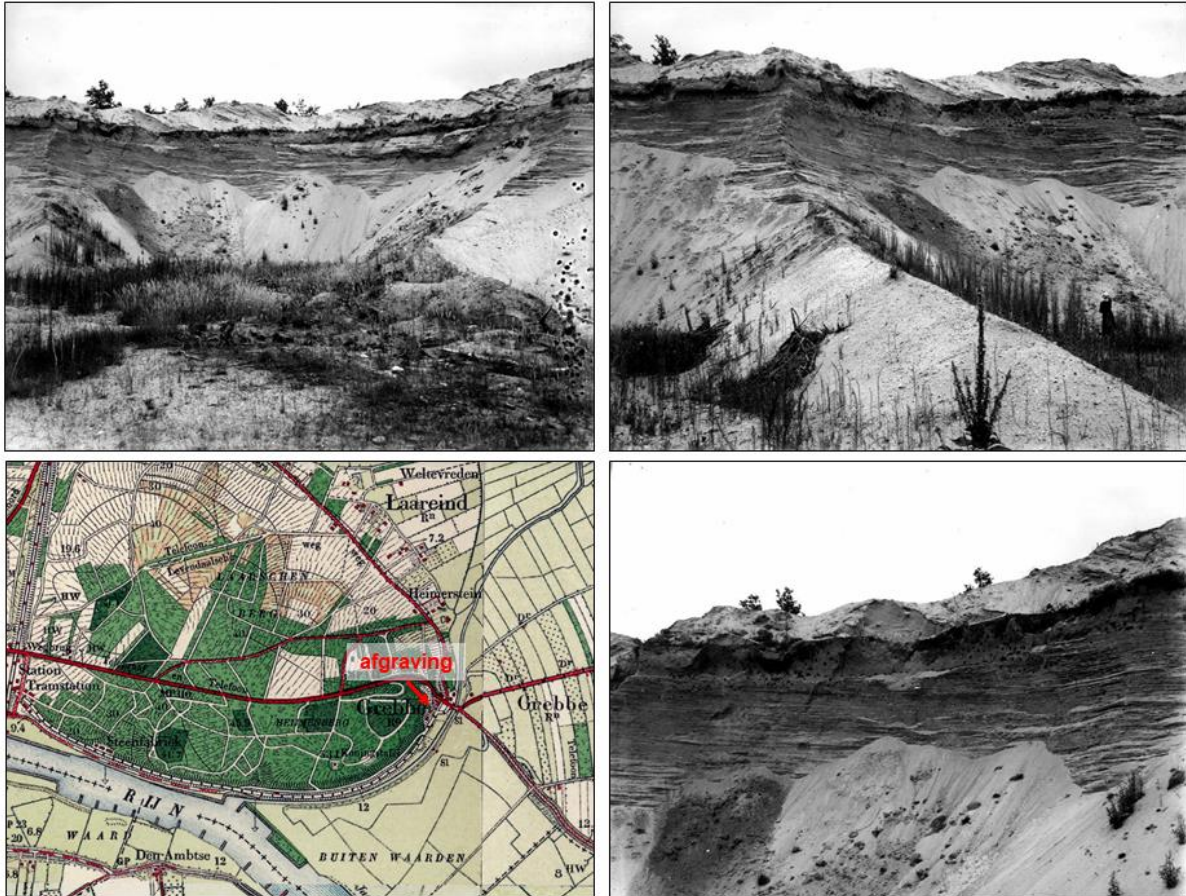
In de zuidrand van groeve Leccius de Ridder aan de voet van de stuwwal zijn horizontaal gelaagde sandrafzettingen aangetroffen (Ruegg, 1983, afb. 96).



Afbeelding 96: Horizontaal gelaagde zanden en geusystemen in zuidzijde van zandgroeve Leccius de Ridder (Ruegg, 1983).

Voormalig groeve Grebbeberg

Ook aan de oostzijde van de Grebbeberg aan de voet van de stuwwal zijn (sub-)horizontaal gelaagde sandrafzettingen aangetroffen (afb. 96). Het betreft hier een ontsluiting onderin de voormalige groeve in de oostflank van de Grebbeberg, daterend van voor WO II. Hoger in de groeve wand, iets verder naar achteren, zijn nog (de restanten van) scheef gestelde gestuwde laagpakketten te zien (afb 97, zie ook afb. 46).

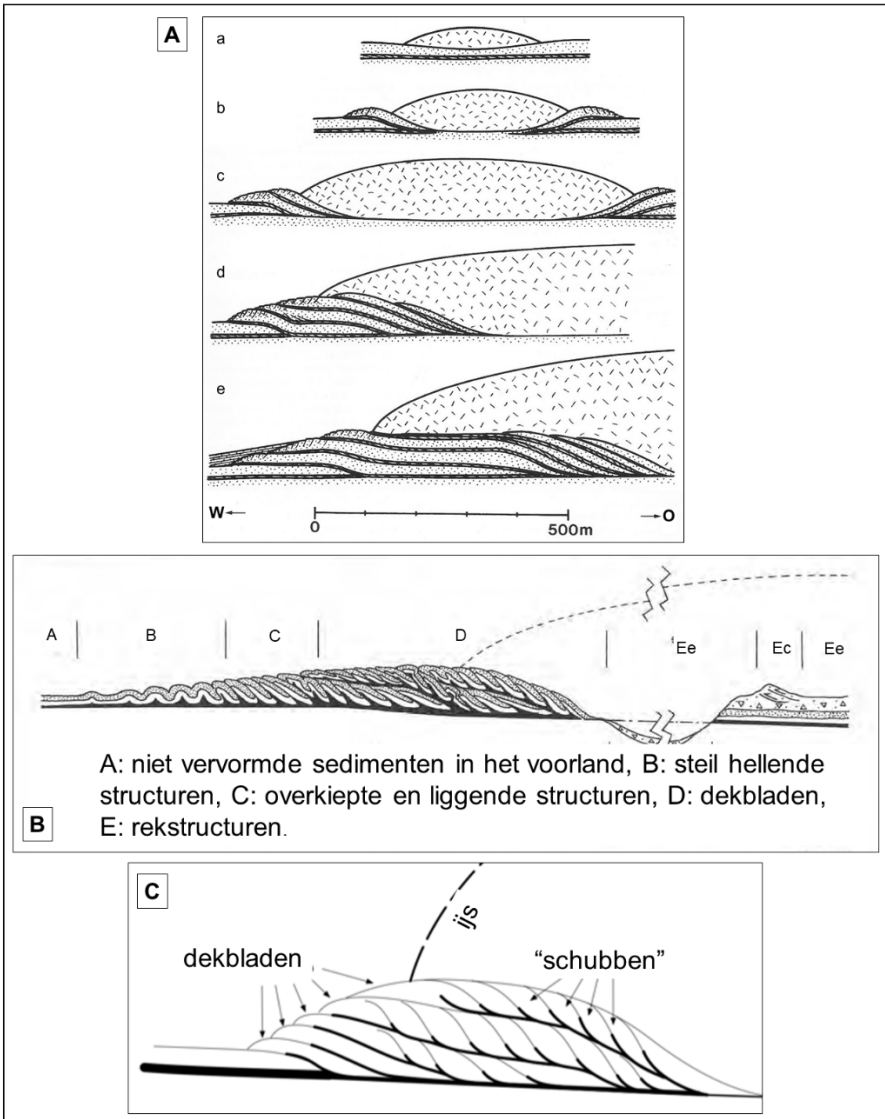


Afbeelding 97: Horizontaal tot sub-horizontaal gelaagde zanden, typerend voor sandr afzettingen, onderin de voormalige groeve in de oostflank van de Grebbeberg. De nesten van de oeverwallen, zichtbaar bovenin de sandr afzettingen, worden bij voorkeur gemaakt in iets verkitte zanden, de inspoelingslaag van de bodem (B-horizon). Op de achtergrond zijn boven de horizontaal gelaagde zanden scheefstaande gestuwde lagen te zien. De foto's dateren van omstreeks 1925 (vrouw in klederdracht op de foto rechtsboven). Bron: www.hetutrechtsarchief.nl

Synthese

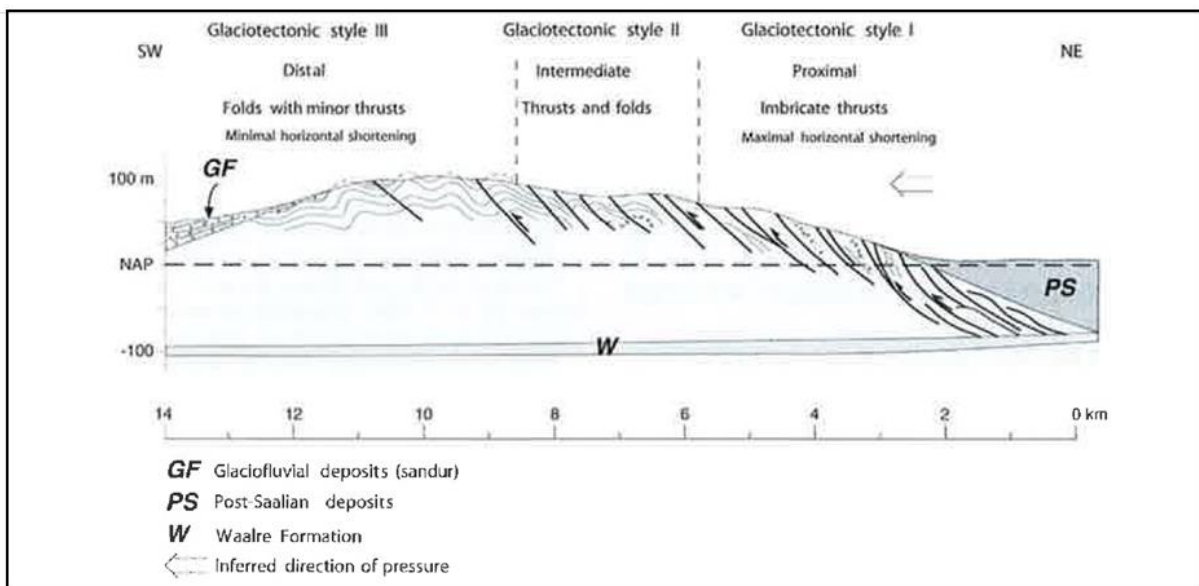
Uit de geologische beschrijvingen van de ontsluitingen van gestuwde afzettingen van de Utrechtse Heuvelrug kan het volgende worden afgeleid:

- De grote ontsluitingen, groeve Kwinteloijen en de zanderij te Maarn, 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 (Ruegg, 1981 en 2008).
- Van der Wateren (1985) beschrijft een glaciotectonisch model van de ontwikkeling van de stuwwal van de Utrechtse Heuvelrug aan de westflank van de ijslob, die in de Gelderse Vallei is uitgevloeid. Hij presenteert west-oost profielen op de locatie van groeve Kwinteloijen, die deze ontwikkeling illustreren (afb. 98A). Het gletsjerfront bereikte de Gelderse Vallei vanuit het noorden. Vervolgens vloeide vanuit het gletsjerfront een ijslob de Gelderse Vallei binnen, waarschijnlijk een rivierbed volgend (afb. 98A-a). Terwijl de ijslob naar het zuiden aangroeide, werden schubben gevormd als de ijsdikte een kritische waarde bereikte (afb. 98A-b). De aangroeiende ijsmassa leverde de nodige energie om vervolgens nieuwe schubben vanuit het midden van de Gelderse Vallei naar de randen op te drukken (afb. 98A-c tot e). Van der Wateren (1985) concludeert dat de stuwing 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 poriënwaterdruk in fijnkorrelige en slecht doorlatende lagen op een diepte van 25 meter onder het oppervlak is voor de verplaatsing essentieel geweest. Deze lagen konden hierdoor als basis voor de schubben gaan fungeren.
- Van der Wateren (1995) presenteert een synthese van glaciotectonische stijlen gebaseerd op het model van de Holmstroembreen gletsjer op Spitbergen (afb. 98B). Groeve Kwinteloijen behoort tot stijl D.
- Van der Wateren (persoonlijke communicatie, 7-12-2020) geeft commentaar op de samenhang van de structuren in groeve Kwinteloijen. De 'schubben' maken deel uit van de grotere structuren, de dekbladen (afb. 98C). Aan de basis van elk vinden we meestal de fijnkorrelige lagen, waaronder kleilagen. De kleilagen komen op een veel te hoog niveau voor, wanneer de stuwwal alleen maar een stapeling van schubben zou zijn.



Afbeelding 98: A) Ontwikkeling van de Utrechtse Heuvelrug aan de westflank van de ijslob in de Gelderse Vallei; west-oost profielen in Kwintelooijen (van der Wateren, 1985), B) Holmstroembreen glaciotectionisch model (van der Wateren, 1995) en C) Kanttekening bij model voor Kwintelooijen (van der Wateren, 2020).

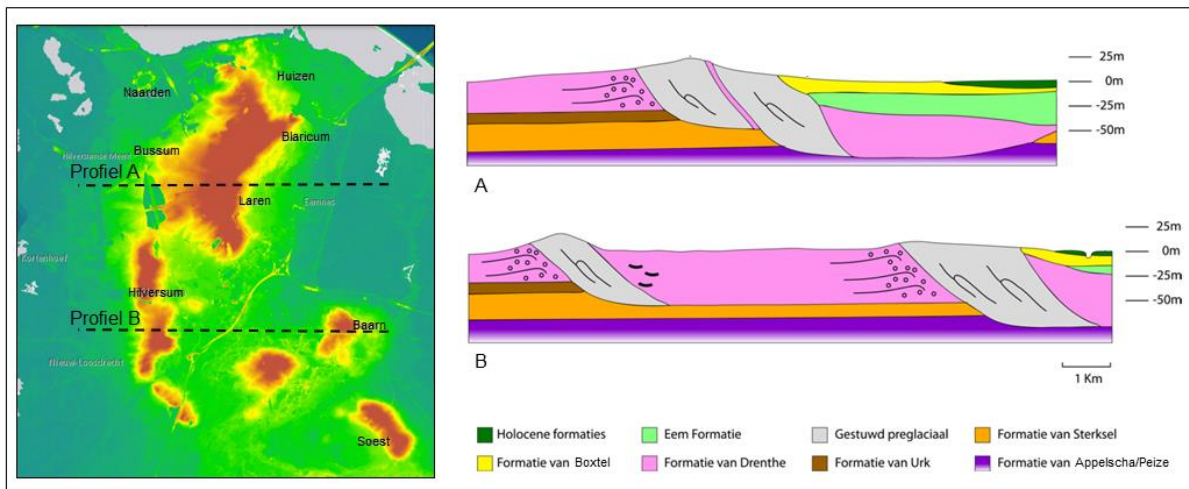
- De zanderij in Maarn bevat minimaal 7 schubben, opgestuwd vanuit het Oosten tot Noordoosten, die niet zoals in groeve Kwinteloijen zijn opgebouwd met fijnkorrelige afzettingen aan de basis per schub. Wel treft men aan de basis van schubben 4, 5 en 6 de Formatie van Kedichem (nu Waalre), onderste deel 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 tussen de schuifvlakken geplooide laagpakketten aanwezig zijn in schubben 4, 5 en 6 (Ruegg en Burger, 1999).
- 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, verder verwijderd van de ijslob.
- Bakker en van der Meer (2003) hebben een synthetisch model van de stuwwal van de Oost-Veluwe ontwikkeld gebaseerd op Ground Penetrating Radar data (GPR). Zij onderscheidden drie stijlen van proximale naar distale locatie gaand; a) glacio-tectonische stijl I, 'imbricate thrusts', b) glacio-tectonische stijl II, 'thrusts and folds' en c) glaciotectionische stijl III, 'folds with minor thrusts' (afb. 99). De interne structuur van groeve Kwinteloijen past in glacio-tectonische stijl I, 'imbricate thrusts'. De interne structuur van de zanderij in Maarn verwijst naar glacio-tectonische stijl II, 'thrusts and folds'. Het synthetische model is gebaseerd op Ground Penetrating Radar data van de stuwwal van de Oost Veluwe, maar lijkt ook van toepassing op de stuwwal van de Utrechtse Heuvelrug.



Afbeelding 99: 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 de pre-glaciale afzettingen van de Formatie van Urk met een overschuivingsvlak in de oostflank zien. Dit is onderdeel van glaciotectionische stijl II (afb. 98, Bakker & van der Meer, 2003).

- De ontsluitingen bij Leersum (van den Brink en van Balen, 2020), Soesterberg (van den Brink, van Balen en Woolderink, 2021) en Doorn (van den Brink, van Balen, Schokker en Woolderink, 2023) laten enkel gestuwde fluvioglaciale afzettingen van de Formatie van Drente zien in tegenstelling tot eerdere studies die voornamelijk gestuwde pre-glaciale afzettingen beschrijven.
- In voormalig groeve Monnikenbosch op de noordflank van de stuwwal van Amersfoort zijn mogelijk witte zanden van het Eridanos rivier systeem waargenomen behorend tot de Formatie van Appelscha of Peize. Dit zou op een zuidelijke uitbreiding van de Baltische afzettingen duiden, die in het Gooi in de ondergrond en ontsluitingen zijn gerapporteerd onder de oude naam Formatie van Enschede (afb. 100, Ruegg en Koopman, 2010).

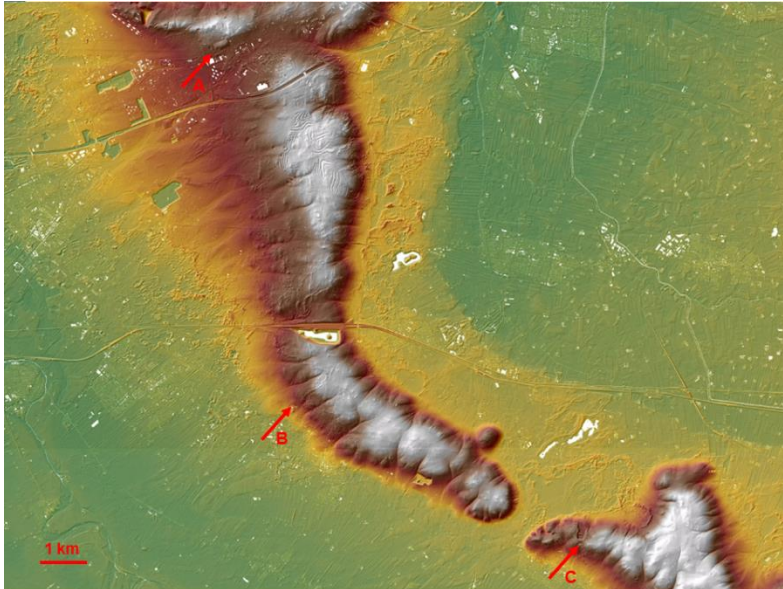


Afbeelding 100: AHN kaart en geologische profielen door het Gooi (Ruegg en Koopman, 2010).

- Het voorkomen van keileem is in de oudere studies van de stuwwal van de Utrechtse Heuvelrug op slechts sommige locaties gemeld. Van der Lijn (1934) beschrijft keileemgroeves ten zuidwesten van Amersfoort. Zandstra (1974) beschrijft een dunne gereduceerde keileemlaag, ingebed tussen fluvioglaciale afzettingen, op de noordflank van de stuwwal in groeve Donderberg te Leersum. Rappol (1983) en Ruegg (1987) maken melding van het voorkomen van keileemlagen in groeve Monnikenbosch gelegen aan de binnenrand van de stuwwal van Amersfoort ten zuidwesten van Amersfoort. Ruegg (2008) maakt ook melding van keileemlagen in een klein bekken in de zuidwand van groeve Kwinteloijen. Mogelijk keileem voorkomen is gerapporteerd in de A28 ecoduct afsluiting nabij de top van de stuwwal van de Utrechtse Heuvelrug gelegen (van Balen, 2006). Keileem is ook rond de top van de stuwwal van Amersfoort op het Soester Hoogt waargenomen. Tevens wordt het voorkomen van keileem in fluvioglaciale afzettingen vermeld in de stuwwal van Hollandsche Rading (Koopman en van Balen, 2018). De ontsluitingen bij Leersum (van den Brink en van Balen, 2020), Soesterberg (van den Brink, van Balen en Woolderink, 2021) en Doorn (van den Brink, van Balen, Schokker en Woolderink, 2023) bevatten keileemlagen, geïnterpreteerd als flowtill, ingebed tussen gestuwde fluvioglaciale afzettingen.
- Keileem voorkomens ten zuidwesten van Amersfoort (van der Lijn, 1934), te Leersum (Zandstra, 1974), de A28 ontsluiting (van Balen, 2006) en het Soester Hoogt geven aan dat het landijs minimaal tot de top van de stuwwal van respectievelijk de Utrechtse Heuvelrug en Amersfoort heeft gelegen en bij deze laatste op verscheidene locaties er overheen uitgestrekt is geweest (afb. 61 & 76).
- Meer specifiek kan voor de bouwlocaties te Leersum (van den Brink en van Balen, 2020), Soesterberg (van den Brink, van Balen en Woolderink, 2021) en Doorn (van den Brink, van Balen, Schokker en Woolderink, 2023) worden vastgesteld, dat het voorkomen van gestuwde fluvioglaciale afzettingen en keileemlagen, die als flowtill zijn geïnterpreteerd, aangegeven, dat

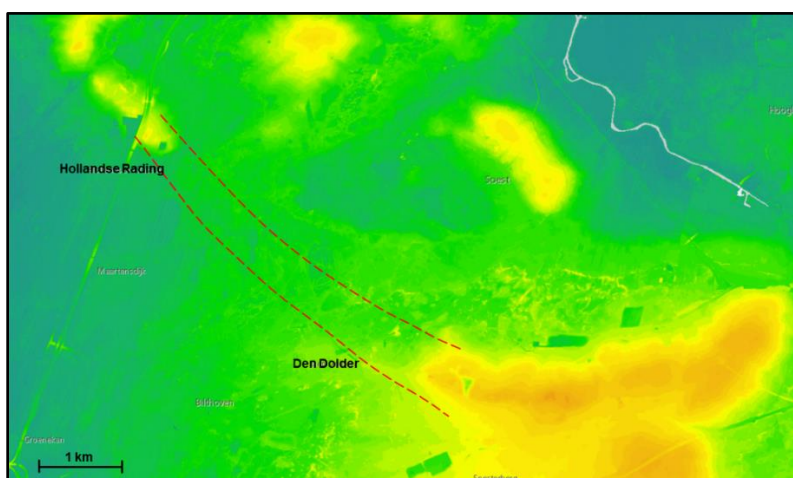
het ijsfront nabij deze locaties voorbij het huidige hoogste punt van de stuwwal van respectievelijk de Utrechtse Heuvelrug en Amersfoort heeft gelegen (afb. 101).

- Bovengenoemde observaties geven een grillig patroon aan van de verbreding van het ijsfront, maar lijken in grote lijnen het beeld van de maximale ijsuitbreiding van de paleogeografische kaart van het Saalien te bevestigen (afb. 9).



Afbeelding 101: Locaties van gestuwde fluvioglaciale afzettingen en flowtill lagen aan buitenzijde van de stuwwallen van Amersfoort en Utrechtse Heuvelrug op AHN kaart . A: Soesterberg (van den Brink, van Balen en Woolderink, 2021), B: Doorn (van den Brink, van Balen, Schokker en Woolderink, 2023) en C: Leersum (van den Brink en van Balen, 2020).

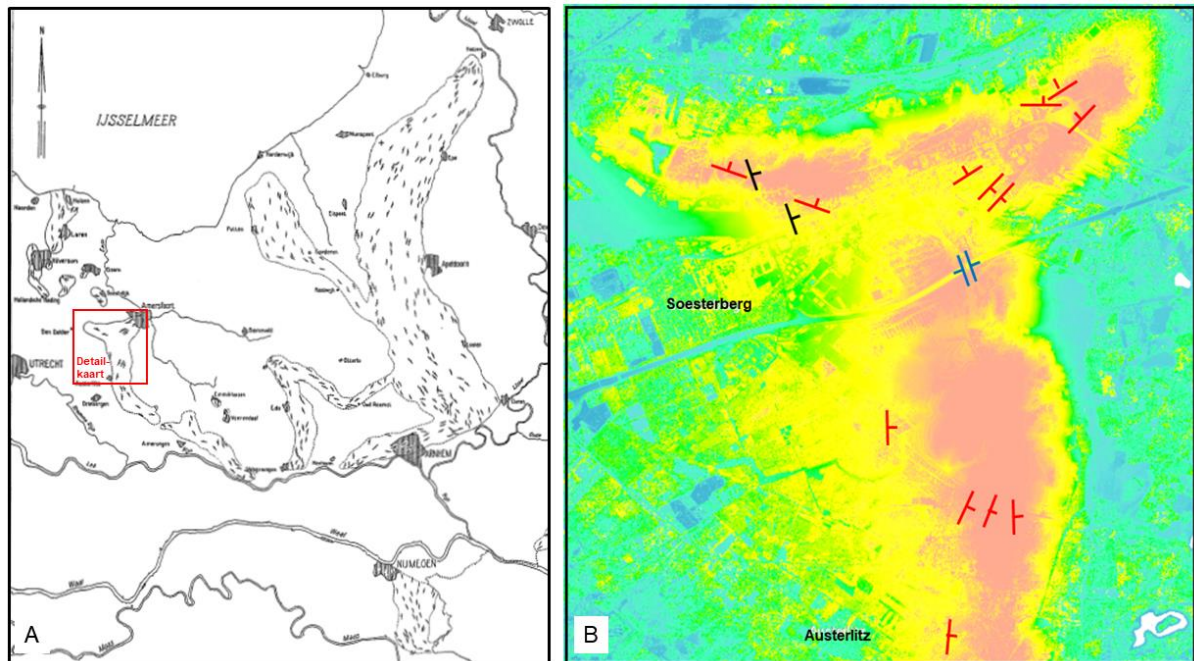
- Het voorkomen van verzamelingen grote keien (tot 125 cm in diameter) op verscheidene locaties in Den Dolder geeft mogelijk aan, dat een ijstong of ijslob zich tot in Den Dolder heeft uitgespreid aan de westflank van de stuwwal van Soesterberg-Amersfoort.
- Het lijkt waarschijnlijk, dat de stuwwal van Hollandsche Rading door heeft gelopen naar de stuwwal van Soesterberg-Amersfoort en er dus een verbinding heeft bestaan (afb. 102). Tussen Hollandsche Rading en Den Dolder lijkt de stuwwal te zijn doorgebroken en op grote schaal verspoeling van gletsjer afzettingen te hebben plaats gevonden. De grote keien bij Den Dolder zijn daar als residu achter gebleven (Buist, persoonlijke communicatie, 26-05-2021).



Afbeelding 102: AHN kaart die potentiële verbinding tussen de stuwwallen van Hollandsche Rading en Soesterberg-Amersfoort laat zien als stippellijn.

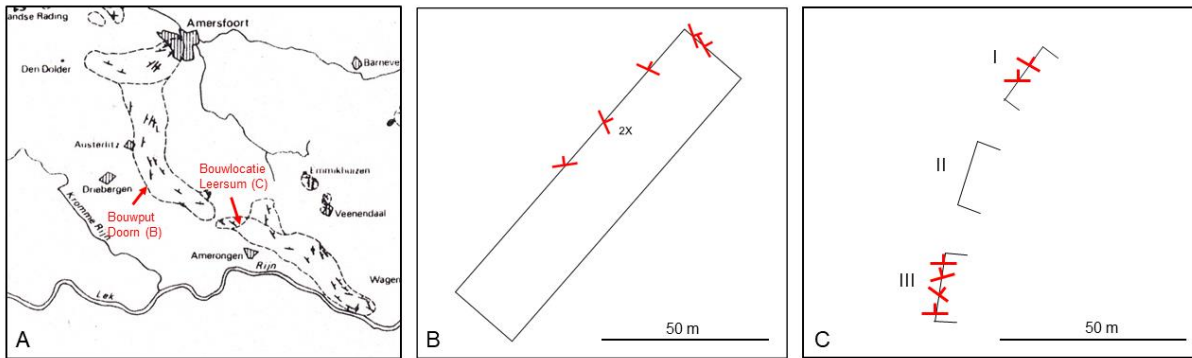
Discussie

- Maarleveld (1953) presenteert een kaart met metingen van gestuwde lagen in Midden Nederland, waarop zijn stuwwal faseringsmodel (Maarleveld, 1953, 1955 en 1981, afb.7) is gebaseerd (afb. 103 A). De hoeveelheid en spreiding van de metingen is opmerkelijk. Voor het opsporen van ontsluitingen, meestal zandwinningsgaten voor kleinschalige zandwinning maar ook bomkraters in de na-oorlogse jaren, werd ook gebruik gemaakt van luchtfoto's. Indien nodig werden met hulp van een arbeider de gevonden gaten verder uitgegraven tot een diepte van 2 meter zodat er een meting kon worden verricht (Crommelin en Maarleveld, 1949). Afbeelding 103 B laat het deel van deze kaart met metingen zien, dat de stuwwal van Amersfoort en het noordelijk deel van de stuwwal van de Utrechtse Heuvelrug bestrijkt. De stuwwal van Amersfoort is vanuit het Noorden gestuwd en jonger (fase B) dan de stuwwal van de Utrechtse Heuvelrug (fase A), die uit het Oosten is gestuwd. Dit kan worden afgeleid uit twee sets stuwingsmetingen. Van Balen (2006) ziet zijn metingen bij de A28 ecoduct ontsluiting op de het noordelijke puntje van de stuwwal van de Utrechtse Heuvelrug als resultaat van twee stuwingsrichtingen/fases. De recente hellingsrichting metingen (Van den Brink, van Balen en Woolderink, 2021 en een losse meting, afb. 64 en 66) op het Soester Hoogt wijken af van de metingen van Maarleveld (1953) op die locatie en geven stuwung aan uit meer oostelijke richting dan door Maarleveld aangegeven.



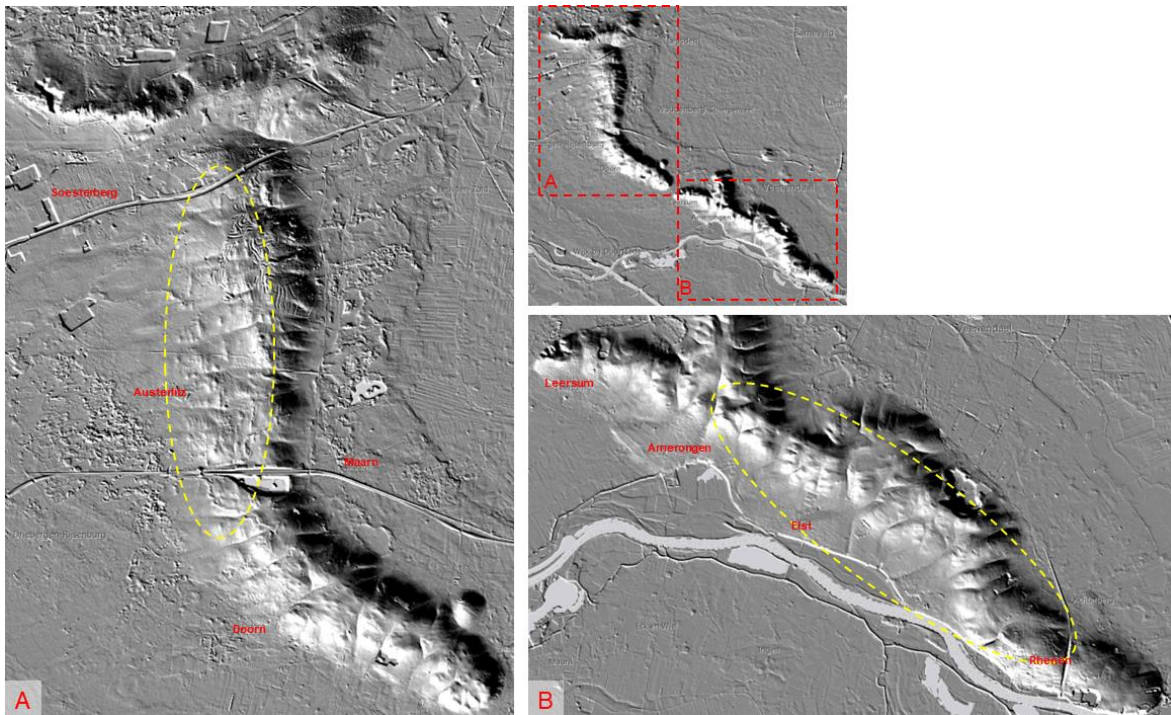
Afbeelding 103: A) Kaart met metingen van gestuwde lagen in Midden Nederland (Maarleveld, 1953). B) Hellingsrichting metingen op de stuwwal van Amersfoort en het noordelijke deel van de stuwwal van de Utrechtse Heuvelrug; rood: Maarleveld (1953), blauw: Van Balen (2006) en zwart: van den Brink, van Balen en Woolderink (2021) en een losse meting (2021).

- Een serie hellingsrichting metingen zijn uitgevoerd in de uitgestrekte bouwput in Doorn (van den Brink, van Balen, Schokker en Woolderink, 2023) en in twee putten op de bouwlocatie te Leersum (van den Brink en van Balen, 2020). Wat opvalt is de spreiding van waarden over relatief korte afstanden (afb. 104 B en C). Maarleveld's metingen werden uitgevoerd in kleine ontsluitingen (zie vorig punt) en geven één waarde per locatie weer. Aangezien is aangetoond dat er over een afstand van zo'n 50 meter veel variatie in de hellingsrichting metingen bestaat, is het wellicht raadzaam met enige scepsis naar Maarleveld's metingen kaart over de gehele Utrechtse Heuvelrug te kijken (afb. 104 A).



Afbeelding 104: A) Kaart met metingen van gestuwde lagen op de Utrechtse Heuvelrug (Maarleveld, 1953). B) Hellingsrichting metingen in de bouwput in Doorn (van den Brink, van Balen, Schokker en Woolderink, 2023) en C: Hellingsrichting metingen in de bouwlocatie bij Leersum in twee bouwputten, I en III (van den Brink en van Balen, 2020).

- Vergeleken met de metingen kaart van Maarleveld geeft de moderne AHN kaart een veel beter beeld van de strekkingen van de gestuwde lagen. Speciaal op de AHN kaart met hillshade weergave zijn op meerdere locaties de opstuwde lagen duidelijk waarneembaar (afb. 105). Tussen Soesterberg en Doorn is aan de westzijde van de stuwwal een patroon van noord-zuid georiënteerde ruggen te zien, die worden gevormd door grindhoudende zandlagen, die onderdeel zijn van schubben of dekbladen. Tussen Amerongen en Rhenen is een boogvormige configuratie van ruggen zichtbaar op de stuwwal, die ook wordt veroorzaakt door gestuwde schubben.



Afbeelding 105: AHN kaart (hillshade) van de Utrechtse Heuvelrug. Schubben patroon is op meerdere locaties goed zichtbaar, vooral tussen (A) Soesterberg en Doorn aan de westzijde van de stuwwal en (B) tussen Amerongen en Rhenen bovenop de stuwwal (in geel gestippelde elips vormen).

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. Het betreft hier volgens Gerard Ruegg voornamelijk gedigitaliseerde dia's, die standaard van ontsluitingen werden gemaakt, soms met een korte beschrijving. Wellicht betreft het hier ook afbeeldingen en documentatie van groeves Monnikenbosch bij Amersfoort, de Paltz bij Soesterberg en het Doornse Gat, van welke locaties heel weinig materiaal is terug gevonden. Zelfs voor locaties die wel (partieel) gepubliceerd zijn, zoals de zanderij bij Maarn, voormalig groeve Kwinteloijen bij Veenendaal en voormalig groeve Leccius de Ridder bij Rhenen, blijft het verwonderlijk dat er niet meer studies zijn gedaan, gezien de afmetingen van de groeves en 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 niet gelukt dit materiaal te achterhalen bij zijn erfgenamen.

Het archief van Lucas Hofland met de profielschetsen is aan het Geologische Museum Hofland overhandigd.

Sinds de eerste versie van dit rapport zijn er meerdere foto's en beschrijvingen aan toegevoegd van nieuwe bouwputten, maar ook van voormalige groevewanden en een wegontsluiting, afkomstig uit digitale archieven/websites.

De auteur hoopt dat TNO – Geologische Dienst Nederland binnenkort documentatie en foto's van geologische ontsluitingen op de Utrechtse Heuvelrug online beschikbaar maakt en houdt zich ook aanbevolen foto's van voormalige groevewanden te ontvangen uit particulier bezit.

E-mail: huib.vandenbrink@hotmail.nl

Dankwoord

Ik dank in de eerste plaats Ronald van Balen voor alle adviezen en het fungeren als klankbord.

Ik dank Geert-Jan Vis voor het aanleveren van literatuur uit de TNO bibliotheek.

Ik dank Henk Pagnier voor het aanleveren van documenten van Gerard Ruegg, waaronder het Hofland archief.

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

Ik dank Roel Verreussel, Dirk Munsterman en John van der Woude voor palynologische adviezen.

Ik dank Cees Laban en Hendrik Jan Buist voor hun constructieve commentaar op de verschillende versies van dit rapport.

Referenties

- Augustinus, P.G.E.F. & Riezebos, H. Th., 1971. Some sedimentological aspects of the fluvio-glacial 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 glaciotectonics*. Balkema, Rotterdam, p. 235-251.
- Brink, H.A. van den, 2022. Palynologisch onderzoek van kleimonsters behorend tot de Vroeg Pleistocene Formatie van Waalre uit de getuigeberg in voormalige groeve Kwinteloijen bij Veenendaal. Preprint: www.researchgate.net.
- Brink, H.A. van den & Balen, R.T. van, 2020. Gestuwde fluvio-glaciale afzettingen bij Leersum. *Grondboor & Hamer*, 4, pp. 138-143.
- Brink, H.A. van den, Balen, R.T. van & Woolderink, H., 2021. Gestuwde fluvio-glaciale afzettingen bij Soesterberg. *Grondboor & Hamer* 1, pp. 3-7.
- Brink, H.A. van den, Balen, R.T. van & Bakker, M., 2022. Een glaciotectonisch profiel door de sandr van de Utrechtse Heuvelrug langs de A28. *Grondboor & Hamer* 2, pp. 58-63.
- Brink, H.A. van den, Balen, R.T. van, Schokker, J. & Woolderink, H., 2023. Gestuwde fluvio-glaciale sedimenten in Doorn. *Grondboor & Hamer* 2, pp. 70-76.
- Brink, H.A. van den, Balen, R.T. van & Woolderink, H., 2024. Gecryoturbeerde solifluctie afzettingen op de sandr van Bosch en Duin. *Aangeboden aan Conglomeraat*.
- 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.
- Crommelin, R.D. & Maarleveld, G.C., 1949. Een nieuwe geologische kartering van de zuidelijke Veluwe. *Tijdschr. v. h. Kon. Ned. Aardk. Gen.* 66, 1. pp 138-155.
- 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 beschrijvingen*. Geologisch Museum Hofland te Laren.
- Hofland, L.H., (1956-1970). Een serie artikelen in *Grondboor & Hamer*, waarin een aantal van zijn profielschetsen zijn verwerkt. Naar deze artikelen is niet individueel gerefereerd.
- 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 overzichtskarten 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.
- Koenderink, A.G., 1963. De geologische geschiedenis van de Utrechtse Heuvelrug in het bijzonder, die van Amersfoort en omgeving. *Grondboor & Hamer*, 17 (1), pp. 30-38.
- 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.
- Lijn, P. van der, 1934. Opmerkingen bij de geologische kaart van Nederland, blad Amersfoort in 't bijzonder. *De Levende Natuur* 38 (9), pp. 265-274.
- Maarleveld, G.C., 1953. Standen van het landijs in Nederland. *Boor en Spade*, 6, pp. 95-112.
- Maarleveld, G.C., 1955. Fluvio-glaciële afzettingen in Midden-Nederland. *Tschr. Kon. Ned. Aardr. Gen.*, 72, pp. 48-58.
- Maarleveld, G. C., 1981: *The sequence of Ice-Pushing in the Central Netherlands*. Mededelingen Rijks Geologische Dienst, 34, pp. 2-6.
- 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.
- Rappol. M., 1983. *Glacigenic properties of till. Studies in glacial sedimentology from the Allgau Alps and the Netherlands*. Proefschrift Fysisch Geografisch en Bodemkundig Laboratorium van de Universiteit van Amsterdam.
- 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., 1983. Glaciofluvial and glaciolacustrine deposits in the Netherlands. In: J. Ehlers (ed): *Glacial deposits in Northwest Europe*. Geological Survey, Hamburg, Germany, pp. 379-392.
- 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., 1987. *Groeven glaciële bekkenafzettingen bij Soest*. Sedimentologische Afdeling, Rapport No. 104, Rijks Geologische Dienst, 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.

Ruegg, G.H.J. en Koopman, S., 2010. Stuwwallfaserings en kame-afzettingen in het Gooi. *Grondboor & Hamer*, 3, pp. 81-89.

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, 1985. A model of glacial tectonics, applied to the ice-pushed ridges in the Central Netherlands. *Bull. Geol. Soc. Denmark*, vol 34, pp 55-74.

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 glaciotectionic 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., 1974. Over de uitkomsten van nieuwe zwerfsteentellingen en een keileemtypenindeling in Nederland. *Grondboor & Hamer*, 28, pp. 95-108.

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.

Appendix: Korte beschrijvingen van voormalige afgravingen/groeves op en rond de Utrechtse Heuvelrug

Monnikenbosch

Een afgraving aan de noordzijde van de stuwwal van Amersfoort. Behalve persoonlijke communicatie met Pieter Augustinus geen documentatie van gevonden anders dan dat hier in de jaren 70 van de vorige eeuw werd gegraven door de firma Smink. Oostzijde is momenteel weiland.

Waterleiding groeve

Een afgraving aan de noordzijde van de stuwwal van Amersfoort gelegen ten oosten van de waterpomp van de Utrechtse Waterleiding Maatschappij (nu Vitens). Groot vlak gebied ten zuiden van de spoorlijn met tot 5 meter hoge zuidwand. Geen documentatie van gevonden.

De Paltz

Een diepe V-vormige afgraving in de stuwwal van Amersfoort met afgestorte wanden. Uitgegraven door firma van der Krol in jaren 60 en 70. De wanden zijn afgestort. Het gebied wordt nu 'De Valleï' genoemd. Summiere geologische documentatie geleverd door Stapert (1987).

Rond **Soesterberg** is enorm veel afgegraven in de jaren 50 tot 70 van de vorige eeuw. Dit wordt beschreven door Dik Top in 2020 (www.oudsoesterberg.nl). Hier worden enkel de groeves beschreven die nog waarneembaar zijn en dus niet geheel (met vuilnis) zijn volgestort.

Beukbergen

Voormalig groeve gebied van firma's Lensink en Tammer in de sandr van Soesterberg net ten zuiden van vliegbasis. Momenteel huist in de westzijde van dit gebied een (permanent) woonwagenveld. Dit is groeve I van Augustinus en Riezebos (1971).

Kerklaan

Voormalig groeve gebied van firma van der Krol in de sandr van Soesterberg. Momenteel treft men hier nieuwbouwwoningen en sportvelden/skibaan aan.

Van voormalig groeve II van Augustinus en Riezebos (1971) van de firma Cirkel op locatie van het tracé van de A28 aan eind van de Kampweg in Soesterberg is geen spoor meer terug gevonden.

Schaerwijde

Voormalig groeve in de sandr ten oosten van Zeist. Momenteel is dit het terrein van hockey- en golfclub Schaerwijde. Een uitbreiding werd gegraven van 1990 tot 1994.

Krakeling/zandafgraving Smidspuit

Voormalig uitgestrekte groeve in de sandr ten oosten van Zeist. Momenteel is dit een vakantiepark met zomerhuisjes. Dit is groeve III van Augustinus en Riezebos (1971).

Henschotermeer

Begin jaren 30 is met zandwinning (van dekzand) voor de aanleg van de Rijksweg A12 en later de Grebbelinie het meer ontstaan. Naderhand (1972) is de in die tijd ontstane plas uitgediept en vergroot om als zwembad te dienen.

Zanderij bij Maarn (uitvoerig beschreven in tekst)

Langst actieve groeve op de stuwwal van de Utrechtse Heuvelrug. Hier werd al gegraven vanaf 1860 voor de Nederlandse Spoorwegen. Exploitatie is geïntensiveerd in de periode 1994 tot 1999 en beëindigd in 2001. Door uitzuiging is een gevaarlijk diepe plas ontstaan. Momenteel is het een natuurgebied.

Leersumse Veld

Plassen zijn ontstaan door afgraven van hoogveen voor de turfwinning in het dekzandgebied.

Doornse Gat

Zand en grindgroeve in de zuidrand van de stuwwal van de Utrechtse Heuvelrug, actief tot jaren 60 van de vorige eeuw. Momenteel is het een dagrecreatieterrein.

Donderberg

Groeve in de noordflank van de stuwwal bij Leersum, actief in de jaren 60 en 70 van de vorige eeuw. In het zuidelijke (oudste) deel bevindt zich nu het Bosbad Leersum.

Kwintelooijen (uitvoerig beschreven in tekst)

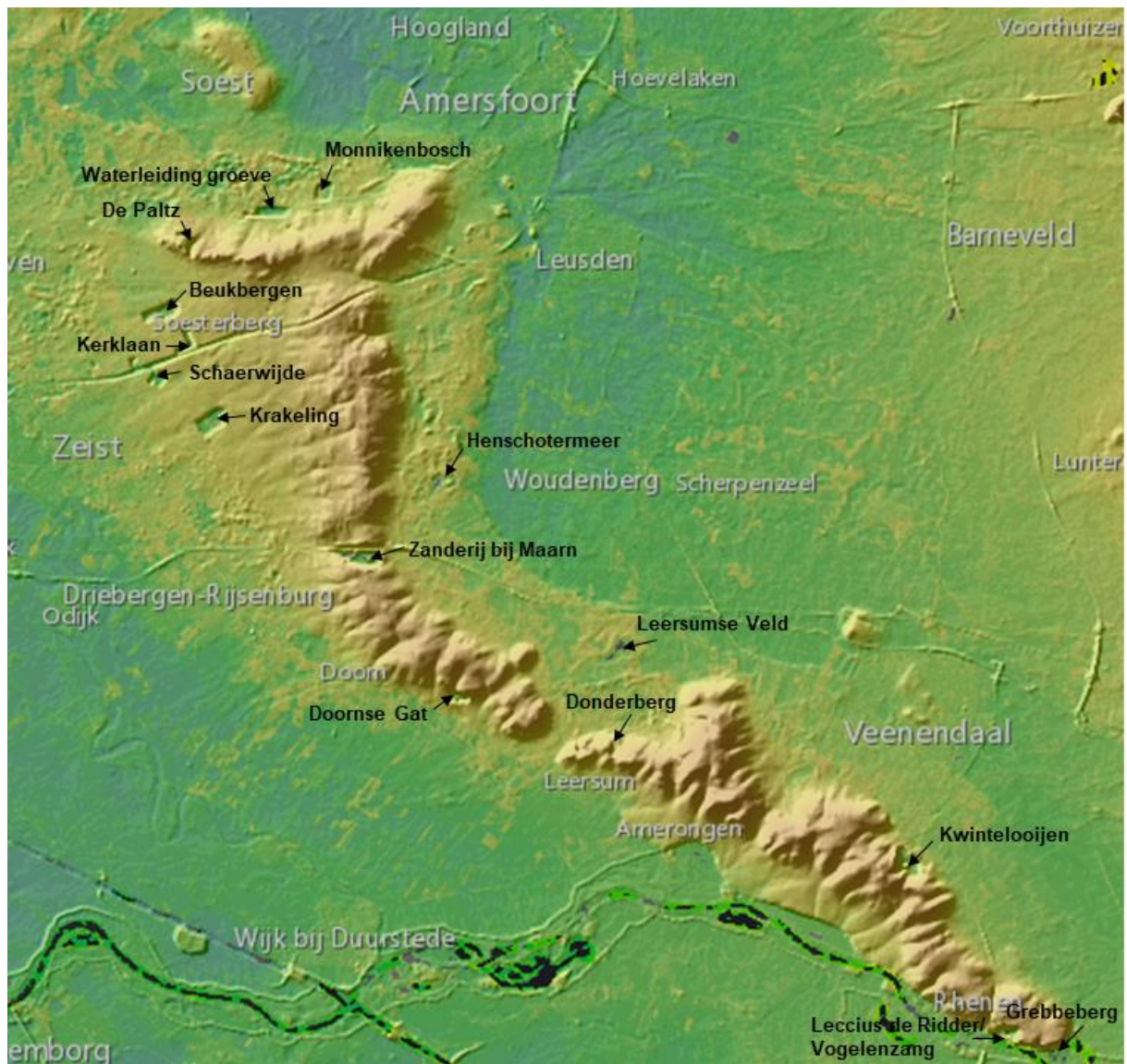
Dit was een grote regionale zandgroeve op de stuwwal van de Utrechtse Heuvelrug nabij Veenendaal. Exploitatie vond plaats van 1955 tot 1988 door firma Schoonhoven uit Veenendaal. Momenteel is het een natuurgebied.

Leccius de Ridder/Vogelenzang (uitvoerig beschreven in tekst)

Vanaf de eerste helft van de vorige eeuw tot in de jaren 70 werd ten westen van de Grebbeberg gegraven door de firma's Leccius de Ridder en Vogelenzang. In de jaren 70 werd een motorcross helling aangelegd. De plas werd vervolgens uitgediept tot 80 meter. Momenteel treft men een nieuwbouwwijk van de gemeente Rhenen met recreatieplas aan.

Grebbeberg

De oudste groeve op de heuvelrug aan de oostkant van de Grebbeberg daterend uit het begin van de vorige eeuw. Werd in de volksmond 'De Trechter' genoemd. Exploitatie gestopt voor WO II.



Afbeelding A: AHN kaart van de Utrechtse Heuvelrug met locaties van voormalige afgravingen/groeves.

DEEL 2

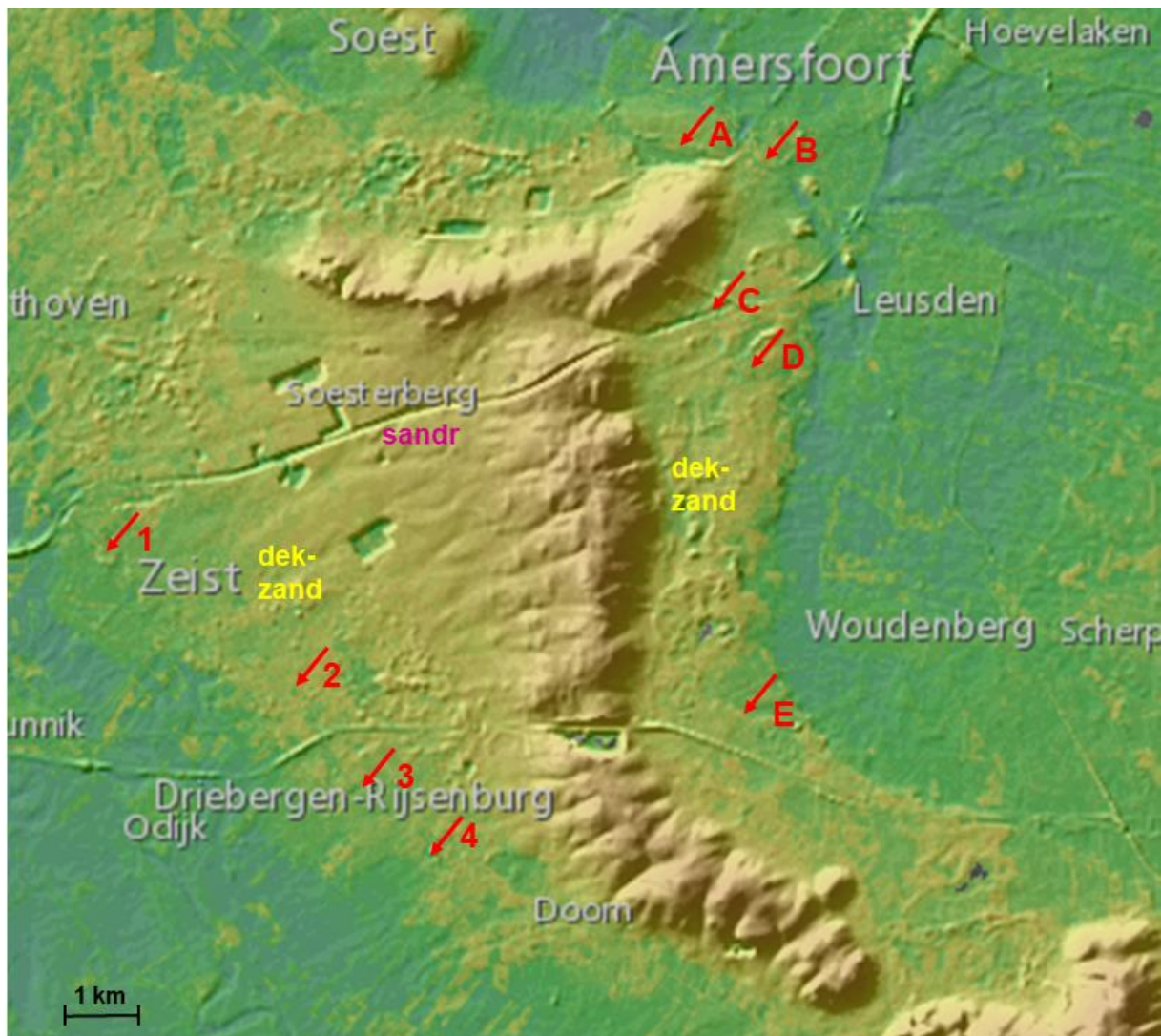
Inventarisatie van waarnemingen van dekzand ontsluitingen in de nabijheid van de Utrechtse Heuvelrug

Inhoud deel 2

Inleiding	87
Beschrijving per locatie	89
Westzijde van de Utrechtse Heuvelrug	89
Oostzijde van de Utrechtse Heuvelrug	94
Nawoord	99
Referenties	99

Inleiding

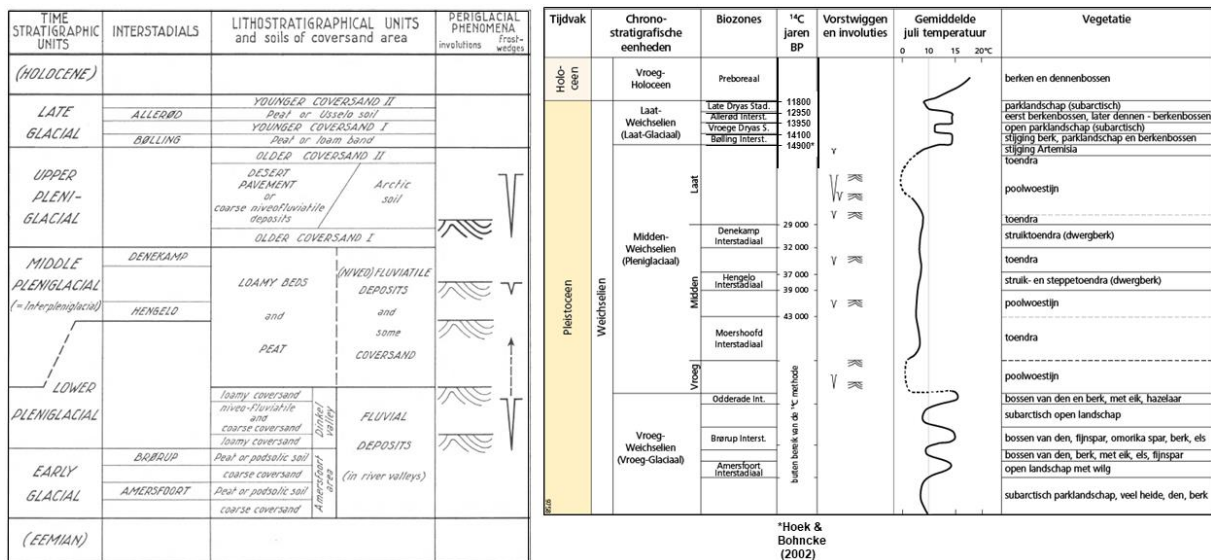
Een aantal recente en enige gearchiveerde waarnemingen van dekzand ontsluitingen rond het noordelijk deel van de Utrechtse Heuvelrug (afb. 1) worden kort beschreven. Deze tekst is een aanvulling op deel I waarin ontsluitingen van Saalien ouderdom werden beschreven.



Afbeelding 1: AHN kaart van de stuwwal van Amersfoort en het noordelijk deel van de stuwwal van de Utrechtse Heuvelrug met locaties beschreven in de tekst.

Aan beide zijden van de stuwwal van de Utrechtse Heuvelrug bevinden zich gordeldekzandwelingen. Deze zijn goed waarneembaar op de AHN kaart in de vorm van plateau's (afb. 1). Het betreft hier aan de basis oude dekzanden uit het Boven Pleniglaciaal overdekt door jonge dekzanden uit het Laat Glaciaal, onderdelen van het Weichselien, lokaal met Holocene stuifzanden overdekt (afb. 2).

Een recente tabel waarop zowel de chrono- als de lithostratigrafie van het Weichselien zijn weergegeven is niet voorhanden. Derhalve wordt verwezen naar gedateerde studies (afb. 2). Op www.dinoloket.nl worden de hieronder beschreven dekzanden in de Formatie van Boxtel ondergebracht.



Abbeelding 2: Stratigrafische tabellen van het Weichselien in Nederland: links; van der Hammen et al (1967), rechts; Zagwijn (1975) met Laat Weichselien dateringen van Hoek & Bohncke (2002).

Eerst worden dekzandontsluitingen aan de westzijde van de Utrechtse Heuvelrug beschreven (locaties 1 tot 4 op afb. 1). Deze kunnen een maximale dikte hebben van 10 meter en overdekken de fluvioglaciale sandr afzettingen van de formatie van Drente. Vervolgens worden de ontsluitingen van dekzanden met de daarin mogelijk aanwezige Laag van Usselo aan de oostzijde beschreven (locaties A tot E).

Niet alle recente ontsluitingen konden in detail worden bestudeerd vanwege de bouwactiviteiten en in sommige gevallen enkel worden gefotografeerd. Dit is een 'levend' document, waar nieuwe waarnemingen aan zullen worden toegevoegd.

Beschrijving per locatie

Westzijde van de Utrechtse Heuvelrug

In de volgende tekst worden de ontsluitingen aan de westzijde van de Utrechtse Heuvelrug gepresenteerd op vier locaties. Deze liggen ten (zuid)westen van de sandr van Soesterberg (afb. 1).

Locatie 1: Bij de aanleg van een fietstunnel onder de Utrechtseweg in Zeist op de kruising met de Dreef waren in 2021 dekzanden ontsloten, die sub-horizontale gelaagdheid laten zien met lokaal geul vorming (afb. 3). Helaas was de ontsluiting maar kort te zien en vanwege drukke bouwactiviteiten niet benaderbaar en konden enkel enige foto's van afstand worden gemaakt. Volgens Dinoloket ligt de top van de sandr afzettingen hier op 2 meter diepte, maar deze is in de ontsluitingen niet waargenomen.



Afbeelding 3: Ontsluiting van gelaagde dekzanden aan de Dreef ten zuidoosten van de fietstunnel onder de Utrechtseweg in Zeist; wandhoogte ongeveer 2 meter (2021).

Locatie 2: In een kleine put gegraven voor de riolering op de Prinses Margrietlaan in de wijk Kerkebosch te Zeist zijn ook gelaagde en gecryoturbeerde dekzanden aangetroffen (afb. 4).

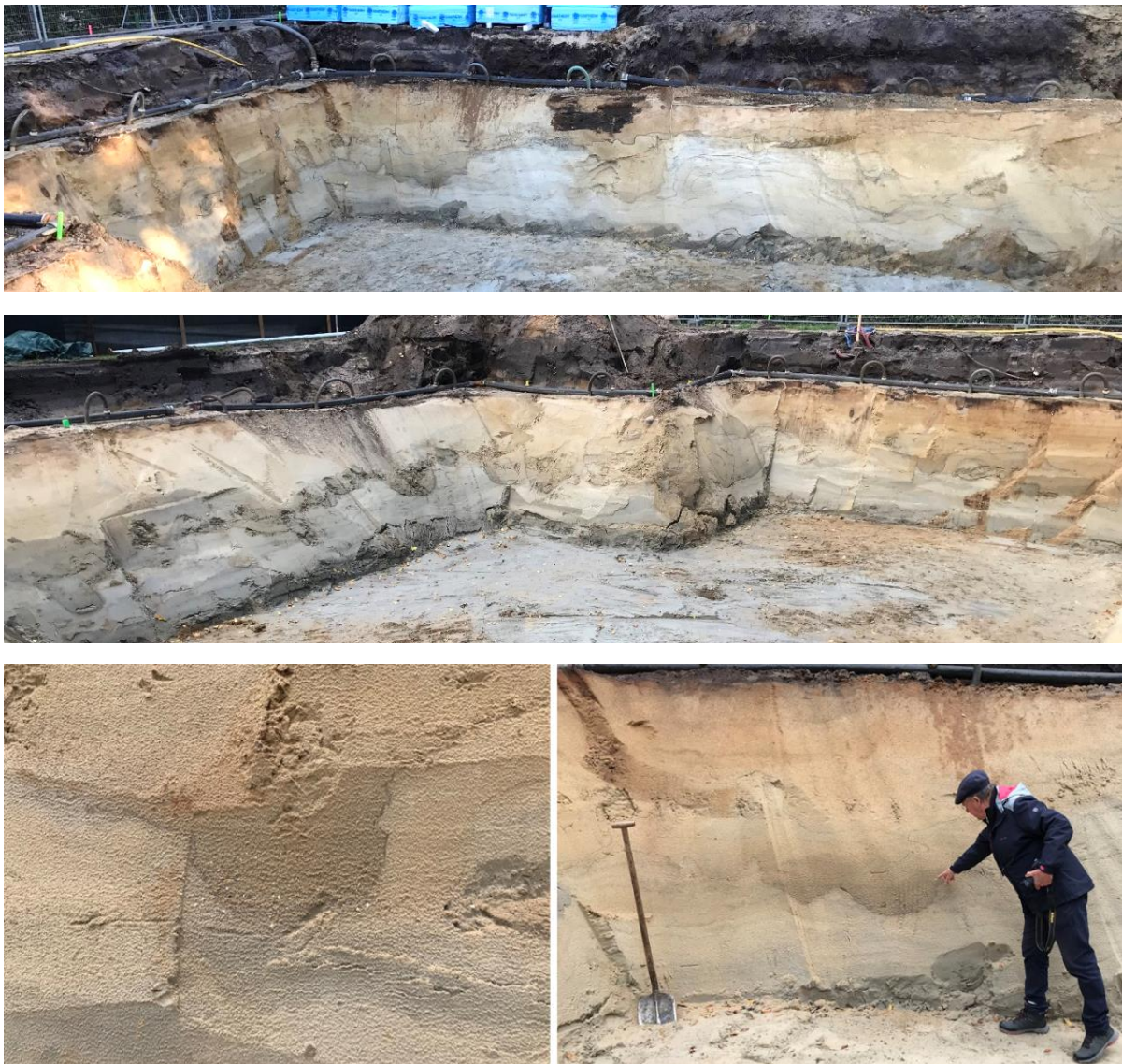


Afbeelding 4: Gelaagde gecryoturbeerde dekzanden in een put in Kerkebosch in Zeist; wandhoogte ongeveer 1 meter (2021).

In een slecht ontsloten bouwput op de nabij gelegen Prinses Mariannelaan zijn op ongeveer 2 meter diepte grindlagen behorend tot sandr afzettingen waargenomen.

Locatie 3a: In 2021 was er een 2.5 meter diepe bouwput aan de Dennenlaan te Driebergen uitgegraven, die homogene dekzanden liet zien. Het betreft hier goed gesorteerd fijnkorrelig eolisch zand met afgeronde korrels van tussen de 100 en 200 μm , maar ook met lokaal grindsnoertjes. Het zandpakket is doorregen door een grillig lijnpatroon, dat op het eerste oog aan cryoturbatie doet denken (afb. 5). Het betreft hier echter waarschijnlijk secundaire patronen als resultaat van bodemvorming. De grillige lijnen worden veroorzaakt door verschillen in oxidatie/reductie door de aanwezigheid van vegetatie, de wortels van grote beuken die rondom de bouwput staan. Bij cryoturbatie zouden de sedimentaire structuren (laagjes als die te zien zijn) ook vervormd moeten zijn, en dat lijkt op de detailfoto (afb. 5, links onder) niet het geval te zijn. Hier doorkruist een horizontaal grindsnoertje de onderkant van de 'geul' vorm (Woolderink, pers. comm., 25-10-2021).

Onderin de bouwput bevond zich lemig fijnkorrelig drijfzand. Deze lemige zandlaag is ook terug te vinden in een boring nabij op de hoek van de Dennenlaan en de Horstlaan (www.dinloloket.nl) en ligt in het boorprofiel op sandr afzettingen, die in de bouwput niet zijn aangegraven. De diepere lagen fungeren als aquifer voor het kwelwater dat van de nabijgelegen stuwwal stroomt.



Afbeelding 5: Homogene dekzanden met grillig patroon als resultaat van bodemvorming in een bouwput op de Dennenweg te Driebergen. Detailfoto linksonder: grindlaagje (2021).

Locatie 3b: In de zomer van 2023 is een 4 meter diepe bouwput uitgegraven bij de kruising van de Horstlaan en de Dennenlaan in Driebergen, honderd meter verwijderd van de vorige locatie (3a). De zuidwestwand maar vooral de noordwestwand waren goed ontsloten (afb. 6). De wanden zijn in verschillende stadia van ingraving gefotografeerd en bestudeerd.



Afbeelding 6: Foto boven: overzicht van de bouwput bij de kruising van de Horstlaan en de Dennenlaan te Driebergen met aan de linkerzijde de zuidwestwand en aan de rechterzijde de noordwestwand. Foto's onder: detailopnames van deze wanden.

De noordwestwand toonde onder een Holocene bodem lichtbruin tot geelbruin fijnkorrelig (100-200 μm) goed gesorteerd en afgerond eolisch zand. Ook is (sub)horizontale gelaagdheid waarneembaar met bovenin de wand fijne grindsnoertjes en naar onderen enige brede geulen, wat op verspoeling in de eolische afzettingen duidt (afb. 7). Er is tenminste één vorstwig aanwezig in het bestudeerde deel van de wand. Het is het moeilijk de gelaagdheid in de stratigrafie van het Boven Pleni- tot Laat Glaciaal te passen. Een wat lemiger laag aan de basis van de vorstwig zou kunnen corresponderen met de Lower Loamy Beds (Bølling interstadiaal). De Laag van Usselo (Allerød interstadiaal) is niet aanwezig zijn, wellicht weg geërodeerd (afb. 2, Schokker, pers. comm., 13-06-2023). De zuidwestwand toonde na uitblazing door de wind lokaal een ribbelig patroon, wat op (wind of stroom) ribbels lijkt te duiden (afb. 6, foto linksonder).



Afbeelding 7: Detail van de noordwestwand tijdens twee bezoeken. Linker foto: bovenin grindsnoertjes en in het midden en vorstwig. Rechter foto: de vorstwig uit een iets andere hoek en daar rechtsonder een brede geul, die een verspoelingsniveau aangeeft.

Op de bodem van de bouwput, 4 m - mv, rechts achterin achter de graafmachine (afb. 6), zijn vervormde (fijne) grindlagen van enige decimeters dik aangetroffen tussen zandlagen (afb. 8). De vervorming is waarschijnlijk het resultaat van cryoturbatie van periglaciaire afzettingen, zand en verspoeld grind, aan de basis van het oude dekzandpakket in het Boven Pleniglaciaal, in welke periode grootschalige cryoturbatie regionaal voorkomt (afb. 2, van Balen, pers. comm., 20-06-2023).



Afbeelding 8: Gecryoturbeerde grind- en zandlagen op de bodem van de bouwput, 4m - mv.

Een boring op deze locatie (www.dinoloket.nl) geeft de top van de Formatie van Drente aan op 4m - mv. Toch lijkt het waarschijnlijker dat de top sandr dieper ligt onder de boven vermelde lagen van fijn grind en niet is aangegraven in deze bouwput (Busschers, pers. comm., 20-06-2023).

Ook in deze bouwput vormde overvloedig kwelwater van de nabijgelegen stuwwal een probleem. De grindlagen onderin de bouwput lijken de aquifer te zijn.

Enige weken nadat de boven beschreven observaties waren gedaan, waren de geulvormen in de noordwestwand, nadat er ook nog eens recent een flinke regenbui was gevallen, veel beter uitgeprepareerd (afb. 9).



Afbeelding 9: De noordwestwand van de bouwput in later stadium met beter uitgeprepareerde geul vormen. Het rechter deel van deze foto correspondeert met de foto rechtsonder op afbeelding 6.

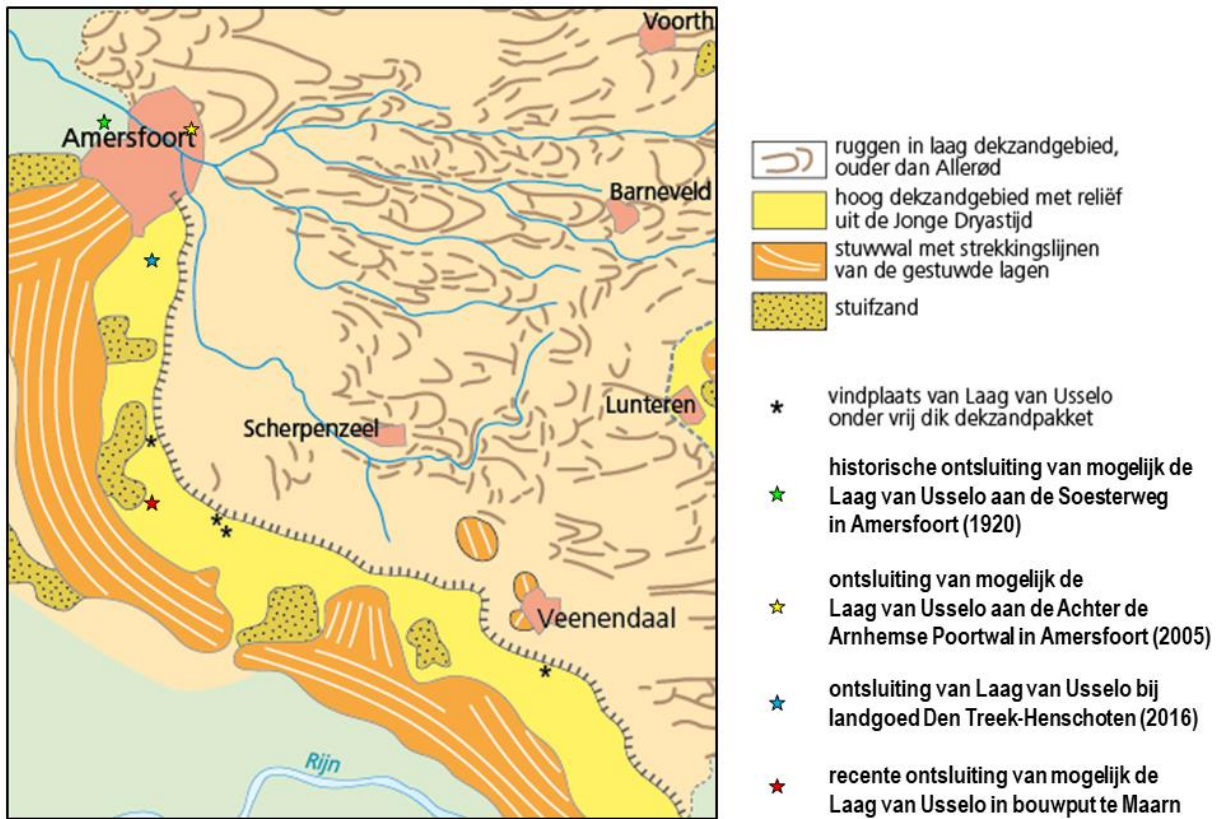
Locatie 4: Op het internet is een Youtube filmpje aangetroffen over archeologische opgravingen bij nieuwbouw van enige villa's op landgoed Oudeweg gelegen aan de Rijsstraatweg tussen Driebergen en Doorn. Een screenshot laat een ongeveer 2 meter diepe bouwput zien met onderin gele dekzanden met (sub)horizontale gelaagdheid en bovenin (wellicht verstoorde) grijze homogene zanden (afb. 10).



Afbeelding 10: Homogene dekzanden op gelaagde dekzanden aangetroffen bij een archeologische opgraving in een bouwput op de hoek van de Rijsstraatweg (N225) en Sterkenburgerlaan tussen Driebergen en Doorn (foto BAAC, 2021).

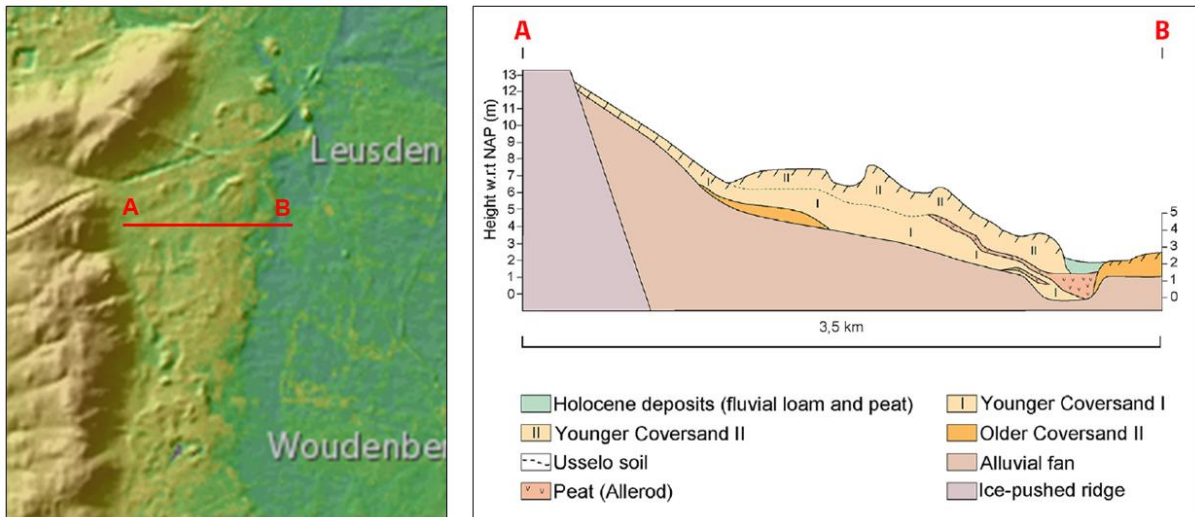
Oostzijde van de Utrechtse Heuvelrug

In de volgende tekst worden de ontsluitingen aan de oostzijde van de Utrechtse Heuvelrug gepresenteerd op vijf locaties. Het betreft hier ook dekzanden, maar daarin zijn lagen bestaande uit organisch materiaal (van bodem tot veenlaag) aangetroffen. In één geval betreft het hier zeker de laag van Usselo uit het Allerød interstediaal, in drie andere gevallen is de laag niet gedateerd. Het Allerød interstediaal (13.950 – 12.950 jaar BP) is een warmere periode in het Laat Weichselien (afb. 2). Het voorkomen van de Laag van Usselo in boringen aan de oostflank van de Utrechtse Heuvelrug aan de rand van de Gelderse Vallei was al waargenomen in pollendiagrammen van de boommonsters (afb. 11, Maarleveld en van der Schans, 1961).



Afbeelding 11: Geomorfologische kaart met locaties van Laag van Usselo (Maarleveld en van der Schans, 1961, aangepast).

De geologie en geomorfologie van de oostzijde van de stuwwal van de Utrechtse Heuvelrug, het gordeldekzandgebied en de Gelderse Vallei ten zuiden van Amersfoort zijn in detail beschreven (afb. 12, Westerink, 1981). De dekzanden worden onderverdeeld in Oude Dekzanden II en Jonge Dekzanden I uit het Vroege Dryas stadiaal en Jonge Dekzanden II uit het Late Dryas stadiaal met daartussen de Laag van Usselo overgaand in een veenlaag (afb. 2).



Afbeelding 12: Dwarsprofiel aan oostzijde van de stuwwal van de Utrechtse Heuvelrug nabij Leusden (Westerink, 1981).

Locatie A: In het Archief Eemland is een foto uit omstreeks 1920 aangetroffen van een ontsluiting aan de Soesterweg te Amersfoort. De foto toont horizontaal gelaagde dekzanden met daarin een mogelijk gecryoturbeerde bodem (afb. 13). Deze bodem is waarschijnlijk de Laag van Usselo. De exacte locatie van de ontsluiting aan de Soesterweg is niet meer te achterhalen.



Afbeelding 13: Horizontaal gelaagde dekzanden op de Soesterweg in Amersfoort met (gecryoturbeerde?) bodem bij pijl (Archief Eemland, rond 1920).

Locatie B: Eveneens uit het Archief Eemland afkomstig is een foto die tijdens archeologische werkzaamheden werd genomen in 2005 van een natuurlijke ontsluiting aan Achter de Arnhemse Poortwal pal te zuidwesten van het centrum van Amersfoort. De foto toont gecryoturbeerde dekzanden met daarin een ongeveer één decimeter dikke veenlaag of bodem, die ook cryturbatie verschijnselen vertoont (afb. 14). Deze organische laag is zeer waarschijnlijk de Laag van Usselo vanwege gelijkenis met de verderop beschreven Laag van Usselo in een ontsluiting op het landgoed Den Treek-Henschoten. Er is geen informatie aanwezig omtrent het afgegraven overliggende pakket bovenop het dekzand, maar het is aannemelijk dat er fors is weggegraven, waardoor de Laag van Usselo op 1 tot 2 meter diepte heeft gelegen.



Afbeelding 14: Gecryoturbeerde dekzanden met daarin een veenlaag of bodem, zeer waarschijnlijk de Laag van Usselo, aangetroffen bij een archeologische opgraving ter locatie van Achter de Arnhemse Poortwal in Amersfoort (Archief Eemland, 2005).

Locatie C: Bij de aanleg van de snelweg A28 is in de begin tachtiger jaren van de vorige eeuw over een lang traject tussen Soesterberg en Amersfoort het tracé ingegraven. Hierdoor waren de zijwanden voor een deel ontsloten. Op de westflank van de stuwwal van de Utrechtse Heuvelrug lieten deze ontsluitingen voornamelijk gestuwde sandr afzettingen zien. Aan de oostflank zijn dekzanden pal ten zuidoosten van de stuwwal van Amersfoort zichtbaar geweest tussen de fly-over van de N227 en de Dodeweg. Een RGD foto van omstreeks 1984 van deze locatie (afb. 15) toont enige meters dikke gelaagde dekzanden doorsneden door vorstwiggen met aan de basis grof zandige en grindhoudende afzettingen, die tot een periglaciale puinwaaier (alluvial fan, afb. 12) behoren. De top van de stuwwal ligt op 1 kilometer afstand in noordwestelijke richting. Over de relatief steile helling vond transport van grofzandige en grindrijke afzettingen plaats, wanneer 's zomers boven de permafrost de bovenste laag met water verzadigd raakte. De Laag van Usselo heeft zich niet gevormd op deze locatie zo dicht nabij de stuwwal (afb. 12).



Afbeelding 15: Gelaagde en gecryoturbeerde dekzanden gelegen op periglaciaire puinwaaier onder in beeld. Cryoturbatie verschijnselen zichtbaar als vorstwiggen links van het midden en midden op de foto. Schep voor schaal (foto Geologische Dienst Nederland, uit RGD archief, omstreeks 1984).

Locatie D: Bij graafwerkzaamheden voor de aanleg van de Vogelplas op landgoed Den Treek-Henschoten in 2016 is een veenlaag aangetroffen ingebed in dekzanden, die als de Laag van Usselo is geïdentificeerd en vervolgens in archeologische opgravingen verder is onderzocht (afb. 16, Bazelmans et al, 2021). In deze veenlaag zijn ook boomstammen van dennen gevonden en men spreekt van een oerbos. De ondergrens van de Laag van Usselo is gecryoturbeerd en bevat houtskoolfragmenten (afb. 17).



Afbeelding 16: Overzicht van de ontsluitingen op landgoed Den Treek-Henschoten in 2016. Laag van Usselo bij pijlen op overzichtsfoto boven, in gleuf op foto linksonder en stammen van *Pinus* bevattend op foto rechtsonder (Bazelmans et al, 2021).



Afbeelding 17: Laag van Usselo ingebed in dekzanden op landgoed Den Treek-Henschoten (foto's in noordelijk deel van afgraving; excursie Sedimentologische Kring, 2016).

Locatie E: Een enige decimeters dikke organische laag is in 2021 aangetroffen in een bouwput op het Buntplein te Maarn (afb. 18). Er van uitgaande dat de bovenzijde van de foto het huidige terreinoppervlak is, is het waarschijnlijk een Holoceen podzolprofiel met slecht doorlatende B2h (humus) e/o B2ir (ijzer) inspoelings lagen. Het vlakke gebied ten oosten van de stuwwal was in het Holoceen daardoor slecht gedraineerd, met waterstagnatie en daardoor ontwikkeling van een veenlaag (Westerink, persoonlijke communicatie, 1-11-2021).

Een alternatieve interpretatie is dat het hier de Laag van Usselo betreft, die in de nabije omgeving is aangetroffen (afb. 11), maar op 1 tot 2 meter diepte onder maaiveld ligt (Westerink, 1981). Dit vereist dat er ter plekke een forse laag zand is weggegraven boven de veenlaag. Op de AHN kaart zijn daarvoor geen aanwijzingen gevonden en een afgraving lijkt voor de aanleg van een woonwijk ook niet nodig. Het is derhalve niet aannemelijk dat de veenlaag de Laag van Usselo representeert, maar de mogelijkheid blijft bestaan.



Afbeelding 18: Enige decimeters dikke veenlaag op dekzand in een bouwput op het Buntplein aan de zijde van de Driespronglaan te Maarn. De onderkant van de veenlaag vertoont cryoturbatie verschijnselen, de bovenkant is verstoord (2021).

Nawoord

Alle foto's zijn door de auteur genomen, tenzij anders staat aangegeven. Dank aan Hessel Woolderink voor het herkennen van bodemvorming in de eerste bouwput in Driebergen, Ronald van Balen, Freek Busschers en Jeroen Schokker voor discussies in de tweede bouwput aldaar en Marten Westerink voor interpretatie van de veenlaag in de bouwput in Maarn.

Referenties

- Bazelmans, J., van Balen, R., Bos, J. et al, 2021. Environmental changes in the late Allerød and early Younger Dryas in the Netherlands: a multiproxy high-resolution record from a site with two *Pinus sylvestris* populations. *Quaternary Science Reviews* 272, pp. 1-19.
- Hoek, W.Z., Bohncke, S.J.P., 2002. Climatic and environmental events over the Last Termination, as recorded in The Netherlands: a review. *Neth. J. Geosci.* 81, pp. 123-131.
- Maarleveld, G.C., van der Schans, R.P.H.P., 1961. De dekzandmorfologie van de Gelderse Vallei. *Tijdschrift Koninklijk Nederlands Aardrijkskundig Genootschap* 78, pp. 24-34.
- Van der Hammen, T., Maarleveld, G.C., Vogel, J.C. & Zagwijn, W.H., 1967. Stratigraphy, climatic succession and radiocarbon dating of the Last Glacial in the Netherlands. *Geologie en Mijnbouw* 46: pp. 79-95.
- Westerink, R.M., 1981. *Geologie en geomorfologie van stuwwal, gordeldekzand en Gelderse vallei ten zuiden van Amersfoort* (Doctoraal scriptie, Universiteit van Amsterdam).
- Zagwijn, W.H. Chronostratigrafie en biostratigrafie. In: Zagwijn, W.H. & Van Staalduinen, C.J. (eds), 1975. *Toelichting bij geologische overzichtskaarten van Nederland (1 : 600 000)*. Rijks Geologische Dienst (Haarlem): 134 pp.

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