

GEOLOGIE VAN DE NEEDSE BERG

De Needse Berg is een kleine stuwwal in het noordelijk deel van de Achterhoek. Deze 15 m hoge heuvel maakt deel uit van een complex van stuwwallen dat gevormd is tijdens de voorlaatste ijstijd. Er is veel onduidelijk over de exacte ontstaanswijze van dit complex en vooral over de volgorde waarop de verschillende stuwwallen gevormd zijn. De Needse Berg vertegenwoordigt in dit grotere geheel een speciaal puzzelstukje vanwege zijn centrale ligging tussen de duidelijke tongbekkens van het IJsseldal en het Nordhorn Bekken. Hierdoor kan de Needse Berg interessante informatie opleveren over de glaciële geschiedenis van Oost-Nederland.

Een ander interessant aspect van de Needse Berg is het voorkomen van klei die er door de Rijn is afgezet, tijdens het Holsteinien-interglaciaal of het laatste interglaciaal van het Cromerien. De Needse berg is vooral bekend om de winning van deze 'Needse Klei' en het klassieke 'Needien' interglaciaal (Van der Vlerk & Florschütz, 1950) dankt haar naam dan ook aan de klei-ontsluitingen in deze stuwwal. Rijnkleien uit vroegere interglacialen zijn in Nederland slechts op weinig plekken bewaard gebleven en zijn zeldzaam ontsloten. Daarom is de Needse Berg niet alleen een belangrijke plek voor de Saalien ijstijd, maar ook voor de geschiedenis van de Rijn van vóór het Saalien.

Met dit artikel willen wij een overzicht geven van de actuele geologische kennis over de Needse Berg (Afb. 1). We bespreken kort de geologische ontwikkeling van het gebied in het Tertiair en Vroeg-Pleistoceen. Vervolgens concentreren we ons op de ontwikkelingen in het gebied tijdens de aanwezigheid van de Rijn en de stuwingsgeschiedenis van het Laat-Saalien (Afb. 2). We maken daarbij gebruik van gepubliceerd materiaal (o.a. geologische kaarten en toelichtingen, Van den Berg et al., 2000) en een nieuw geologisch profiel gemaakt met boorgegevens van TNO (DINO, 2009) en beschikbare groeefoto's uit de eerste helft van de vorige eeuw toen de Needse kleigroeven nog in bedrijf waren (archief TNO / voormalige RGD). De naamgeving van geologische formaties volgt de nieuwe indelingsystematiek van Westerhoff et al. (2003).

Geologie van centraal Oost-Nederland

In het centrale deel van Oost-Nederland komen in de ondiepe ondergrond veel mariene afzettingen uit het Tertiair en het Vroeg-Pleistoceen voor (Afb. 3). De mariene afzettingen bestaan veelal uit fijne zanden, lemen en kleien die vaak rijk zijn aan glimmers en

Formatie van Breda

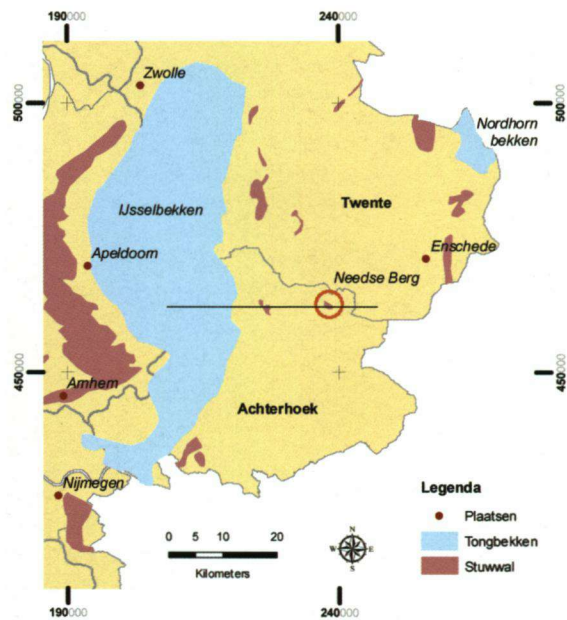
Locatie: dagzoomt overal in de Needse Berg.

Textuur: fijn tot zeer fijn zand en silt; glimmerrijk.

Kleur: geel tot rood, als gevolg van geoxideerde glauconietkorrels.

Ouderdom: Mioceen

Lokaal zijn schelpenbanken, botten van walvissen en haaiantanden aangetroffen (Buter, 1994; Bosch, 1999). Het betreft een ondiep-mariene afzetting. De bovenste twee laagpakketten (Laagpakket van Zenderen en Laagpakket van Delden) zijn relatief fijnzandig. Op grotere diepte (beneden 6 m +NAP) bevindt zich een kleiiger laagpakket (Laagpakket van Eibergen) met daaronder het Laagpakket van Aalten. Onder de Formatie van Breda ligt de Formatie van Rupel uit het Oligoceen (Afb. 4) die is afgezet in iets diepere mariene milieus.



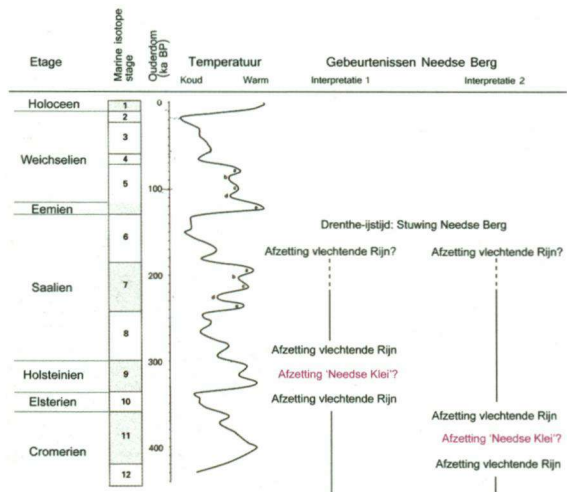
Afbeelding 1. Overzichtskarta van Oost-Nederland. De stuwwallen zijn roze en de tongbekkens zijn blauw. De locatie van de Needse Berg, in het noorden van de Achterhoek, is aangegeven met een oranje cirkel. De ligging van het profiel in afbeelding 4 is weergegeven met een zwarte lijn.

glauconiet en worden gerekend tot de Formaties van Dongen (Do; Eoceen), Rupel (Ru; Oligoceen), Breda (Br; Mioceen), Oosterhout (Oh; Pliocene) en Maassluis (Ms; Vroeg-Pleistoceen).

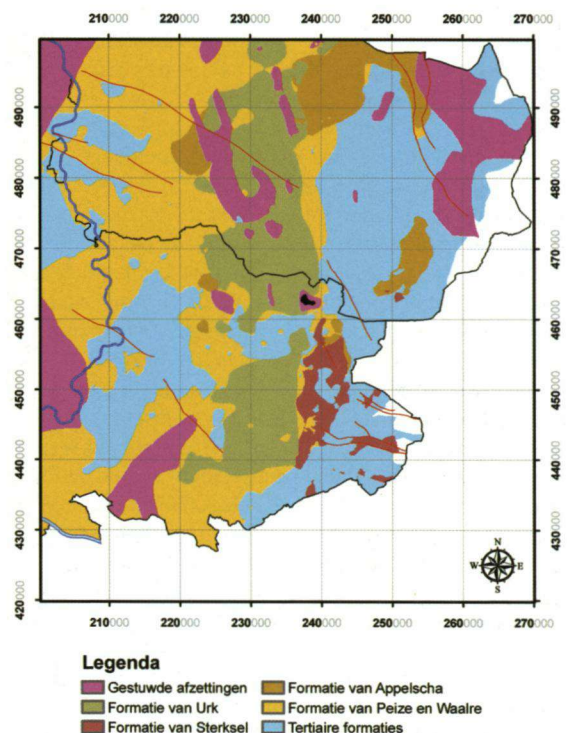
In het oosten komen de Tertiaire formaties dicht onder het maaiveld voor (Afb. 3). Deze lagen hellen zwak naar het westen. Iedere kilometer naar het westen komen ze ongeveer 6 meter dieper te liggen. Dit is het gevolg van een snellere tektonische daling in het westen ten opzichte van het oosten. De Needse Berg ligt namelijk op de rand van het actief dalende Noordzeebekken. Hierdoor viel het hogere gebied ten oosten van de Needse Berg makkelijker ten prooi aan erosie dan het westelijk deel. In het westen vond juist netto sedimentatie plaats; hier zijn de Tertiaire mariene afzettingen bedekt door de Pliocene en Vroeg-Pleistocene Formatie van Peize, afgezet door een Baltisch riviersysteem. Het stroomgebied van deze reuzenrivier 'Eridanos' was enorm groot en reikte wel tot in Noord-Rusland (Overeem et al., 2001; Bijlsma, 1981).

De toenemende intensiteit van de ijstijden in het Midden-Pleistoceen tastte het stroomgebied van de Eridanos sterk aan, waardoor dit riviersysteem uiteindelijk helemaal verdween. Hierna werd de Rijn de voornaamste leverancier van materiaal voor het actief dalende Noordzeebekken. De rijnzanden in het gebied worden gerekend tot de Formatie van Sterksel en Urk (Van den Berg et al., 2000).

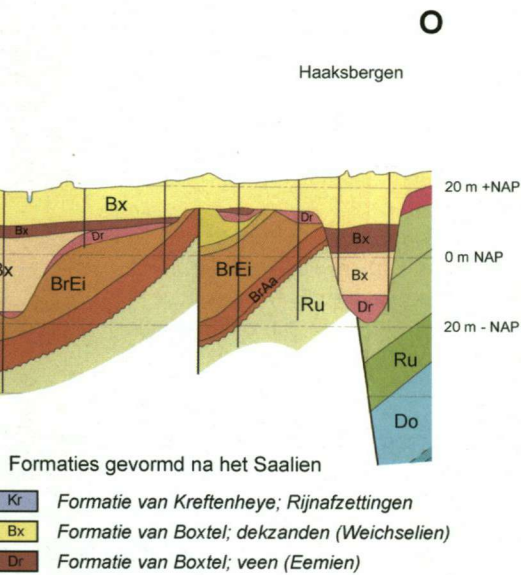
In tegenstelling met de Formatie van Sterksel, komen in de Formatie van Urk grote hoeveelheden van het vulkanische mineraal augiet voor die afkomstig zijn van de vulkaanuitbarstingen in de Eifel vanaf ongeveer 450.000 jaar geleden. De verspreiding in het gebied van beide formaties laat zien dat de Rijn haar dal in het Midden-Pleistoceen verbreedde tot aan de bekkenrand (Afb. 3). De Formatie van Sterksel vormt een hoger gelegen terras in het oostelijk deel van de Achterhoek. Ten westen daarvan ligt het lagere en jongere terras van de Formatie van Urk, waarvan de oostelijke grens langs de westelijke rand van de Needse Berg loopt. In het gebied wordt binnen de Formatie van Urk de eenheid 'Ur2Ho' onderscheiden. Deze eenheid staat ook bekend als de Needse Klei (Van den Berg et al., 2000). De klei



Afbeelding 2. Geologische tijdschaal van het Midden- en Laat-Pleistoceen, met de naamgeving van de tijdvakken (chronologie) en de belangrijke lokale gebeurtenissen. De twee mogelijke ouderdommen voor de Needse Klei zijn weergegeven. Zie kader voor meer informatie.



Afbeelding 3. Op deze afbeelding zijn de voorkomens van diverse Midden-Pleistocene en oudere formaties in de ondergrond van Oost-Nederland te zien (DINO, 2009). Hierbij zijn de jongere formaties er als het ware afgepeld. De terrassen van de Formatie van Sterksel en de Formatie van Urk zijn goed te zien. De Needse berg is in zwart aangegeven en ligt precies op de rand van het 'Urk-terras'. De kaart toont ook de stuwwallen die tijdens de Drenthe-ijstijd zijn gevormd. De rode lijnen in de ondergrond stellen breuken voor.



Afbeelding 5.

Geologisch profiel door de Needse Berg. Afbeelding 6 geeft de locatie van dit profiel weer. In dit profiel is te zien dat de afzettingen van de Tertiaire Formatie van Breda in de Needse Berg geplooid zijn. De Needse Klei en de grove Rijnafzettingen waar de klei tussen ligt (Formatie van Urk, Ur) zijn eveneens geplooid aanwezig, echter alleen in het westelijk deel van de Needse Berg. Aan de westflank van de Needse Berg is tijdens en na de stuwung keileem afgezet (Formatie van Drente, Dr), en in de laatste ijstijd dekzand (Formatie van Boxtel, Bx). Voor de verklaring van de overige afzettingen, zie de legenda van afbeelding 4.

[de Drenthe-ijstijd in het Laat-Saalien, Afb. 2]. De stuwwal heeft een hoogte van 30 m boven NAP en reikt tot 15 m boven zijn directe omgeving. Vanwege de centrale ligging tussen de duidelijke tongbekkens van het IJsseldal en het Nordhorn Bekken vormt de Needse Berg een interessante locatie om de glaciële geschiedenis te reconstrueren.

Om een goed overzicht te krijgen van de samenstelling en de structuur van de Needse Berg hebben we gebruikt gemaakt van een fotodocumentatie over de Needse Berg [TNO - Geological Survey of the Netherlands / archief voormalig RGD, districtskantoor Lochem] en de boorgegevens uit de digitale database van TNO (DINO, 2009). De meeste foto's zijn uit de jaren '20 en '30 toen de groeves nog volop in gebruik waren. Op enkele van deze foto's zijn interessante geologische vormen en structuren te zien. Het bleek echter moeilijk om van iedere foto de exacte locatie en oriëntatie te achterhalen.

Met behulp van de boringen is een profiel gemaakt dat inzicht geeft in de geologie van de Needse Berg. Uit deze profielen konden we eventueel aanwezige overschuivingen en plooiën afleiden. Hieronder bespreken we aan de hand van de foto's en de profielen de afzettingen en de interne structuur van de Needse Berg. Meer informatie over afzettingen in de Needse Berg is te vinden in de kaders.

Formatie van Urk: Grofzandige pakketten

Locatie: dagzoomt aan de westzijde van de Needse Berg.

Textuur: grindhoudend, grof zand.

Kleur: bont.

Ouderdom: Midden-Pleistoceen: Elsterien t/m Saalien, mogelijk laat Cromerien t/m Saalien (Afb. 2) Deze afzettingen komen zowel boven als onder de Needse Klei voor. De laag onder de Needse Klei betreft 1) beddingafzettingen uit het Elsterien of laat Cromerien of 2) beddingafzettingen die gevormd zijn door dezelfde rivier die de Needse Klei afzette (Afb. 2).

Het bovenste pakket is 6 - 8 meter dik en wordt geïnterpreteerd als afzettingen van een vlechtende rivier, gevormd tijdens een van de koudere perioden tussen het laatste interglaciaal van het Cromerien of Holsteinien-interglaciaal en de Drenthe-glaciatie (ijsbedekking), mogelijk zelfs pas vlak voor de ijsbedekking.

In beide lagen komen tanden van de woelrat *Arvicola* voor (Van der Vlerk & Florschütz, 1950).

Formatie van Urk: Needse Klei

Locatie: dagzoomt aan de westzijde van de Needse Berg.

Textuur: klei met humeuze lagen, houtresten en kalkconcreties.

Kleur: grijs tot grijsbruin.

Ouderdom: Midden-Pleistoceen, het Holsteinien interglaciaal of het laatste interglaciaal uit het Cromerien (Afb. 2)

De Needse Klei is de bekendste afzetting in de Needse Berg. Het betreft klei die door de Rijn is afgezet onder interglaciële omstandigheden, in een milieu vergelijkbaar met de Holocene Rijn-Maas delta in Midden-Nederland. Lokaal kan de Needse Klei zes meter dik zijn (Bosch, 1999). De klei bevat interessante fossielen, zoals de zoetwaterschelp *Viviparus diluvianus* (Van der Vlerk & Florschütz 1950; Meijer, 1972). Ook zijn kiezen van een 'woudolifant' *Hesperoloxodon antiquus* aangetroffen (Buter, 1994). Een uitgebreide beschrijving van deze faunarestanten is te vinden in het klassieke werk van Van der Vlerk & Florschütz (1950).

Afbeelding 5 laat zien dat het grootste deel van de Needse Berg is opgebouwd uit de fijne zanden van de Formatie van Breda (BrDe, BrZe). De hoogte van het grensvlak tussen het Laagpakket van Eibergen (BrEi) en het Laagpakket van Zenderen (BrZe), de overgang van klei naar zand, verschilt tussen de boringen. Dit is een aanwijzing voor glaciële verstoring. Op de foto van afbeelding 7 is de overgang van de Formatie van Breda naar de Formatie van Urk te zien. Deze overgang vertoont een helling die vermoedelijk eveneens is toe te schrijven aan stuwung door het ijs. Deze foto is genomen in 1924.

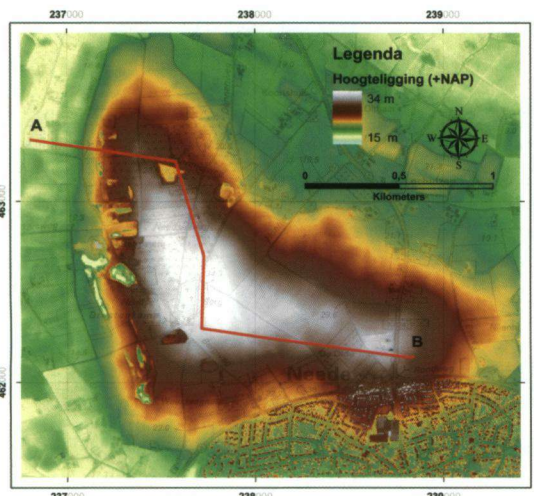
Afbeeldingen 3 en 4 laten zien dat de Formatie van Urk alleen ten westen van de Needse Berg voorkomt en in de zuidwesthoek van de Needse Berg. Opvallend is dat de klei in de berg hoger ligt (tot maximaal 23 m boven NAP) dan de klei verder naar het westen (7 m boven NAP).

De groeves van de Needse Berg

In de periode 1860 tot ongeveer 1968 zijn er enkele groeves in de Needse Berg geweest, met name aan de westkant. Aanvankelijk won men vooral de Needse Klei, later ook het Miocene zand. De Needse Klei verwerkte men in dakpannen en tegels en het Miocene zand gebruikte men als vormzand in de ijzergieterij. Vanaf de jaren '20 ging men de Miocene zanden op grotere schaal opgraven en in de ijzergieterij verwerken. Dit materiaal stond ook wel bekend als 'pêle-mêle'. Aan de westrand van de Needse Berg waren inmiddels enkele langwerpige groeves gegraven waarin men mijnspoortjes aanlegde om het gewonnen materiaal te transporteren. Vanaf 1937 verminderden deze activiteiten en vulde men veel ongebruikte groeves op, sinds 1968 zijn de groeves definitief gesloten. Tegenwoordig liggen de restanten van de meeste groeves nog zichtbaar in het landschap (Afb. 6). Sinds 1995 is er een geologisch wandelpad langs deze groeves.

Twee mogelijke ouderdommen voor de Needse Klei

De Marine Isotope Stages (MIS) zijn tijdstratigrafische eenheden gebaseerd op de verhouding tussen zuurstofisotopen ^{16}O en ^{18}O in de kalkschaal van microfossielen in diepzeesedimenten. Deze verhouding is een indicatie voor de hoeveelheid ijs op aarde en indirect ook voor de temperatuur op het land. Deze diepzee isotoop-eenheden zijn nauwkeuriger absoluut te dateren dan de Pleistocene tijdvakken op het land (glacialen en interglacialen). Om terrestrische sedimenten van NW Europa uit deze tijdvakken te dateren zijn ze gecorreleerd met de diepzeecurve. Over de correlatie in het Midden-Pleistoceen bestaat enige discussie, de meest recente versie van Litt (2007) is weergegeven in afbeelding 2. Het is niet geheel zeker of de lokale afzettingen van de Needse Klei gecorreleerd kunnen worden met het in Duitsland gedefinieerde Holsteinien (MIS 9: 350.000 – 320.000 jaar; Afb. 2 – scenario 1), ze zouden ook afgezet kunnen zijn in het laatste interglaciaal van het Cromerien (MIS 11: 420.000 – 370.000 jaar; Afb. 2 – scenario 2).



Afbeelding 6. Gedetailleerde hoogtekartaar van de Needse Berg en omgeving (AHN). De boemerangachtige vorm van de berg en de groeves aan de westrand zijn duidelijk te zien. De rode lijn geeft de ligging van het profiel van afbeelding 5 weer.

Ook de grofzandige pakketten van de Formatie van Urk liggen in de Needse Berg weer op een hoger niveau dan aan de westrand.

Op de foto van afbeelding 8 is de Needse Klei met daarin gedeformeerde humeuze lagen goed te zien. Deze opname is rond 1933 in de Ten Bokkel Huinink groeve genomen en komt uit Van der Vlerk & Florschütz (1950, plaat X). De klei ligt hier op een hoogte van ongeveer 18 m boven NAP. Op de klei liggen zanden met grootschalige scheve gelaagdheid waarvan de sets naar het noorden hellen. Deze sets zijn waarschijnlijk gevormd in een migrerende zandbank van een vlechtende rivier.

Alternatieve scenario's voor de opbouw van de Needse Berg

Naast stuwung door het ijs zijn er nog twee andere verklaringen te bedenken voor de hoge voorkomens van de Needse Klei in het noordwestelijk deel van de Needse Berg. Het gaat om de volgende twee scenario's (Afb. 9 en 10):

Erosierestant (Afb. 9)

De rijnafzettingen ten westen van de Needse Berg kunnen oorspronkelijk veel dikker zijn geweest en de Needse Berg zou eigenlijk meer als een erosierestant van rivierafzettingen langs de bekkenrand dan als een stuwwal gezien moeten worden. Het is duidelijk dat de Needse Klei door de Rijn is afgezet, maar het is onduidelijk of dit gebeurd is als een geulopvulling (diep onder maaiveld van rivierdal) of als een overstromingsklei (op maaiveld van rivierdal), en of dat op alle locaties hetzelfde is. Dieper aangetroffen afzettingen kunnen geulopvullingen zijn, terwijl hoger aangetroffen voorkomens overstromingsklei kunnen zijn. In dat geval is de stuwung veel minder groot geweest.

Verschillende kleilagen (Afb. 10)

Er kan sprake zijn van twee kleilagen uit hetzelfde afzettingsmilieu, maar van iets verschillende ouderdom, ieder gevormd aan de top van een terras. Beide zouden dan tijdens een warmere periode afgezet zijn.

Deze scenario's lijken echter niet waarschijnlijk, omdat er nergens in de buurt aanwijzingen zijn voor erosieproducten uit het Saalien met grote hoeveelheden omgewerkt rijnsediment. Bovendien bieden de foto's voldoende aanleiding te veronderstellen dat de hoogste voorkomens van de Needse Klei in de Needse Berg daar door stuwung terecht zijn gekomen. Dit neemt niet weg dat een combinatie van scenario's ('een gestuwde terrasrest') wel een mogelijkheid is.

Conclusies en stappen voor vervolgonderzoek

In combinatie met boorgegevens geven de oude foto's van de groeves in de Needse Berg een goed beeld van de opbouw en de interne structuur van de Needse Berg. De Needse Berg bestaat voornamelijk uit Tertiaire zanden. Aan de westrand komen Rijnzanden uit het Midden-Pleistoceen voor, samen met de Needse Klei. De meeste van deze afzettingen zijn geplooid. Overschuivingen zoals in de grote stuwwallen van Midden-Nederland komen er niet in voor. Dit is in overeenstemming met de, in vergelijking met Midden-Nederland, fijnzandige opbouw van de ondergrond van de Needse Berg en de geringe dikte van de Rijnaafzettingen met daarin slechts

één kleilaag (de Needse Klei). Alhoewel de plooi- en scheefstollingsstructuren duidelijk laten zien dat de afzettingen glaciaal verstoord zijn, is de originele stratigrafische volgorde van oud naar jong wel intact gebleven.

De vorm en de interne structuren van de Needse Berg doen stuwung door een ijslob vanuit het noordoosten vermoeden. Afbeelding 11 geeft schematisch weer hoe de riviersedimenten vóór de stuwung zijn afgezet en hoe de Needse Berg vervolgens gestuwd is.

Op welke manier de Needse Klei in de sequentie bewaard heeft kunnen blijven is een vraag die nog onbevredigend beantwoord is. Afzettingen uit interglacialen zijn namelijk relatief schaars in de Midden-Pleistocene ondergrond van Nederland. Dit komt doordat breed uitdijende vlechtende rivieren in de daarop volgende glacialen, die bij de lage zeespiegelstand ook een lage erosiebasis hadden, het materiaal uit het voorgaande interglaciaal erodeerden. Met name aan de bekkenrand van een dal kunnen interglaciale afzettingen als onderdeel van de hoger gelegen rivierterrassen bewaard zijn gebleven. Deze verklaring is voor de Needse Berg op dit moment niet uit te sluiten, maar ook niet te bevestigen.

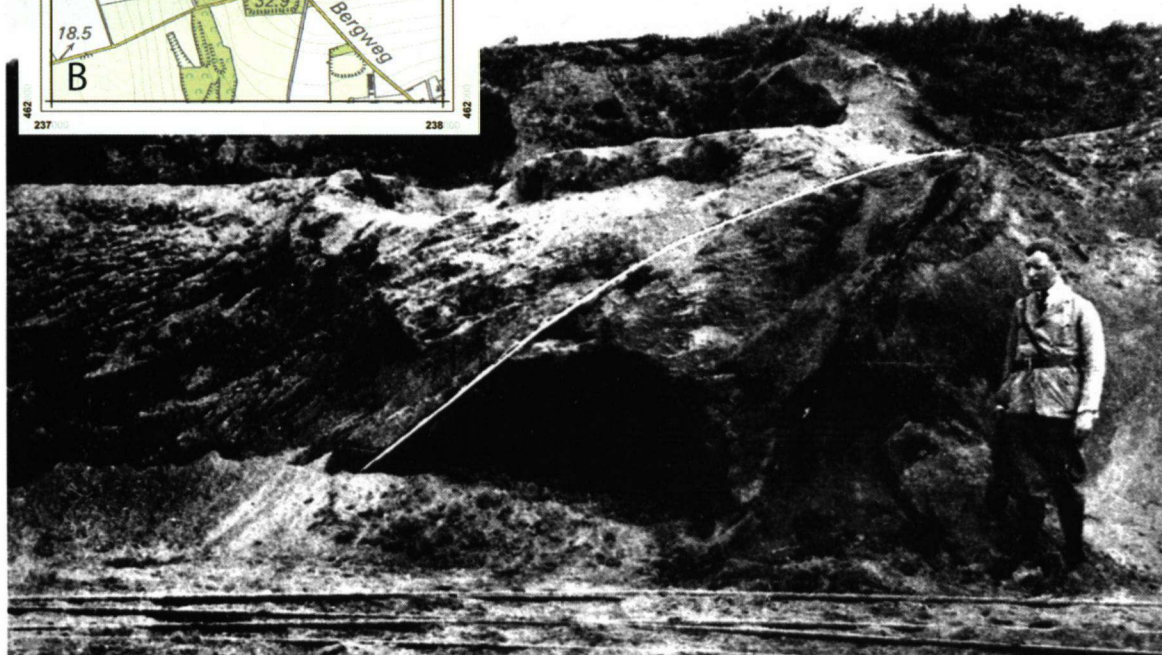
De belangrijkste volgende stap die moet worden gezet is het maken van enkele ondiep-seismische profielen of grondradarprofielen om de structuur van de Needse Berg beter te kunnen zien. Met dergelijke gegevens kunnen we vaststellen of er in de Needse Berg inderdaad alleen plooiën te vinden zijn of dat er

toch ook overschuivingen voorkomen. Ook kan dan de oriëntatie van de plooi-as worden vastgesteld en indirect de stuwingsrichting van het ijs. Daarnaast zullen deze gegevens waarschijnlijk meer duidelijkheid geven over de relatie tussen de Needse Klei en de onderste zanden in de Formatie van Urk en locaties opleveren waar de Needse Klei opnieuw bemonsterd kan worden. Nieuwe analyses van de stuifmeelkorrels en mollusken die in de klei worden aangetroffen kunnen dan vervolgens bevestigen of de Needse Klei op alle aangetroffen locaties hetzelfde afzettingsmilieu en dezelfde ouderdom weerspiegelt. Zo kan bepaald worden of de Needse Klei uit één of uit twee kleilagen bestaat.

Verder zou het dateren van de Rijnzanden boven en onder de Needse Klei een bijdrage kunnen leveren aan een beter begrip van de paleogeografie van deze regio. Het dateren van het onderste pakket grove rijnzanden zou kunnen helpen om vast te stellen met welk interglaciaal en welke afzettingen langs de Rijn in Duitsland de Needse Klei precies correleert (het interglaciaal van 420.000 - 370.000 jaar geleden, of toch dat van 350.000 - 320.000 jaar geleden?). Het dateren van het bovenste pakket grove Rijnzanden kan uitsluitend geven over de vraag of de Rijn in dit gebied aanwezig was tot vlak voor de Drenthe-ijstijd, of dat deze loop al eerder verlaten was.

Dankwoord

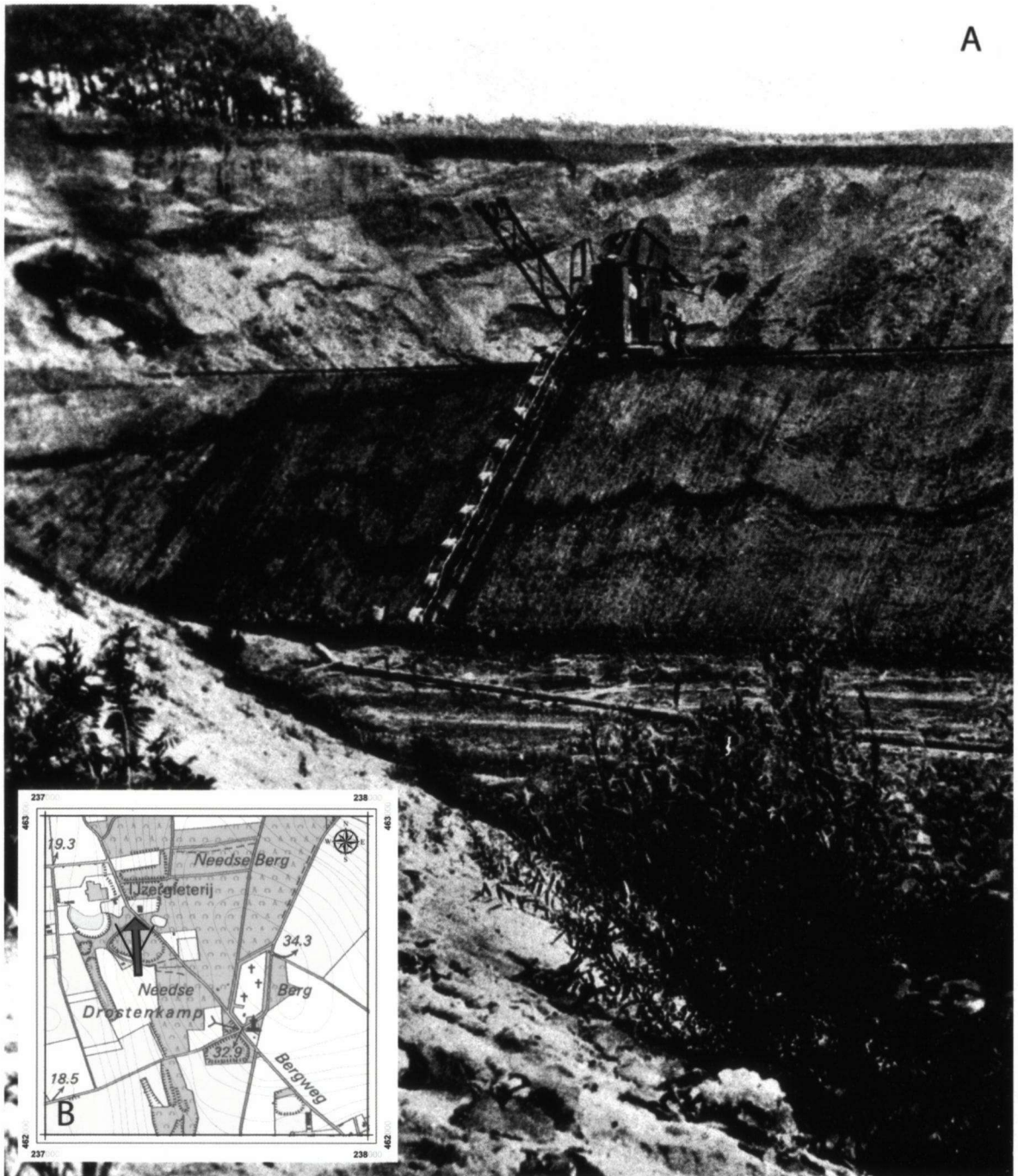
Onze dank gaat uit naar Ans Velders, voor de interessante rondleiding over de Needse Berg en het ter beschikking stellen van diverse literatuur.



A

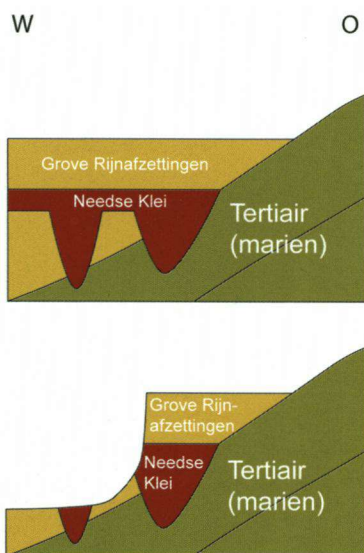
Afbeelding 7. Contact tussen de Formatie van Breda en de Formatie van Urk. De vermoedelijke locatie is weergegeven in afbeelding 7b.

Afbeelding 8.
Ontsluiting langs
de Bergweg waar de
Needse Klei te zien is.
De locatie van deze
foto staat in afbeel-
ding 8B aangegeven.
Zie de tekst voor een
nadere toelichting.

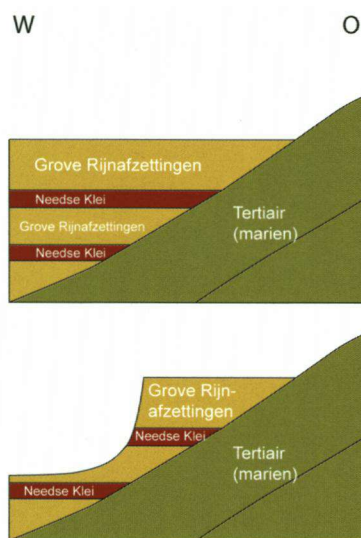


LITERATUUR

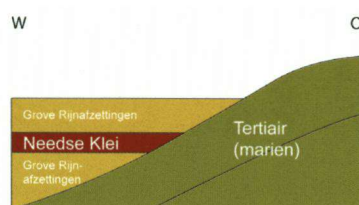
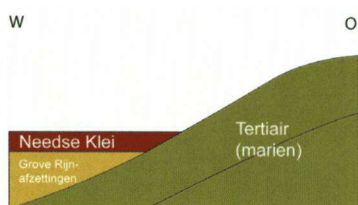
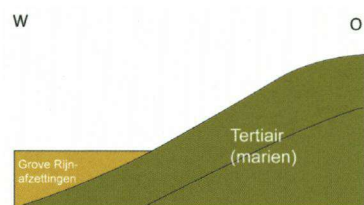
- Bakker, M.A.J., 2006. The internal structure of pleistocene push moraines - a multi-disciplinary approach with emphasis on ground penetrating radar. ph.d. dissertation, University of London. TNO build environment and geosciences geological survey of The Netherlands.
- Berg, M.W. van den, Houten, C.J. van & Den Otter, C., 2006. Geologische kaart van Nederland 1:50.000, Blad Enschede West (34W) en Enschede Oost/Glanerbrug (34O/35) Korte toelichting, TNO NITG.
- Berg, M.W. van den & Beets, D.J., 1987. Saalian glacial deposits and morphology in The Netherlands. In: Van der Meer, J.J.M. (Ed), Tills and Glaciotectonics. A.A. Balkema Rotterdam, pp. 235 - 251.
- Bosch, H.C.J., 1999. De Needsche Berg: de vondst van een kleine walvischedel, Cranium 16-2.
- Bijlsma, S., 1981. Fluvial sedimentation from the Fennoscandian area into the north-west European Basin during the Late Cenozoic, *Geologie & Mijnbouw*, 60-4, pp. 337 - 345.
- Busschers, F.S., Balen, R.T. van, Cohen, K.M., Kasse, C., Weerts, H.J.T., Wallinga, J. & Bunnik, F.P.M., 2008. Response of the Rhine Meuse fluvial system to Saalian ice-sheet dynamics, *Boreas* 37-3, pp. 377-398. Hs. 4 In: Busschers, F.S., 2008. Unraveling the Rhine. Geology of the Netherlands 1, Dissertatie Vrije Universiteit Amsterdam, pp. 96 - 126.
- Buter, A., 1994. Zee- en landleven in de Needse Berg, *Historische Kring Neede*.
- Dino, 2009. Data en Informatie van de Nederlandse Ondergrond, www.dinoloket.nl, Nederlands Instituut voor Toegepaste Geowetenschappen TNO.
- Litt, T., 2007. Stratigraphie von Deutschland - Quartär - Eiszeitalter und Gegenwart, 56(1/2), pp. 1 - 138, Stuttgart 2007.



Afbeelding 9. Scenario voor het ontstaan van de Needse Berg en het voorkomen van de Needse Klei op twee verschillende hoogtes. Volgens dit scenario is het lagere voorkomen van de Needse Klei het restant van een restgeulopvulling, en het hogere voorkomen een restant van een overstromingsafzetting. Stuwung speelt een minder belangrijke rol. De legenda en schaal zijn te vinden bij afbeelding 11.



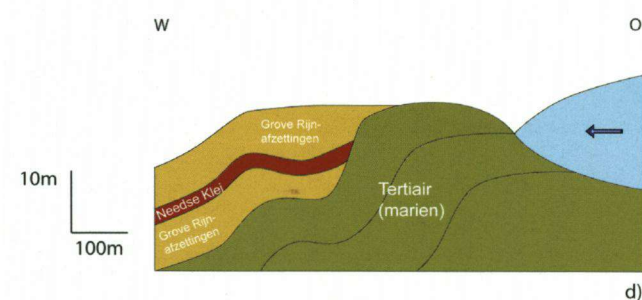
Afbeelding 10. Scenario voor het ontstaan van de Needse Berg en het voorkomen van de Needse Klei op twee verschillende hoogtes. Volgens dit scenario is de Needse Klei op beide hoogtes ontstaan als overstromingsafzetting van twee verschillende fasen, waarbij de hoogste klei het jongst is. Stuwung speelt een minder belangrijke rol. De legenda en schaal zijn te vinden bij afbeelding 11.



a)

b)

c)



- Tertiaire mariene afzettingen (Formatie van Breda)
- Grove Rijnafzettingen (Formatie van Urk)
- Needse Klei (Formatie van Urk)
- IJs met stuwrichting

Afbeelding 11. Het meest waarschijnlijke scenario voor het ontstaan van de Needse Berg. Op de tektonisch scheefgestelde Tertiaire afzettingen worden in het laat Cromerien of Elsterien grove Rijnzanden afgezet, waarbij de huidige Needse Berg de oostrand vormt van het Rijnterras (a). In het laatste interglaciaal van het Cromerien of het Holsteinien wordt de Needse Klei afgezet (b), vervolgens worden er in het Saalien vóór de ijsbedekking opnieuw grove Rijnzanden afgezet (c). Tijdens de Drenthe-ijstijd treedt stuwung op vanuit het noordoosten en worden de aanwezige afzettingen geplooid (d).

Meijer, T., 1972. Enkele Mollusken uit de Klei van Neede, Med. Werkgroep, Kwart. Geol. Vol. 9, pp. 87 - 88.

Overeem, I., G. J. Weltje, C. Bishop-Kay & Kroonenberg, S.B., 2001. The Late Cenozoic Eridanos delta system in the Southern North Sea Basin: a climate signal in sediment supply? Basin Research 13, pp. 293 - 312.

Rappol, M., 1993. De landijsbedekking in het Saalien. Hs. 7 in Rappol, M., (Red.) In de Bodem van Salland en Twente. Linq Terra Amsterdam. pp. 121 - 140.

Vlerk, van der & Florschütz, 1950. Nederland in het IJstijdvak - De geschiedenis van flora, fauna en klimaat toen de aap en mammoet ons land bewoonden.

Wateren, D.F.M. van der, 1995. Structural geology and sedimentology of push moraines: processes of soft sediment deformation in a glacial environment and the distribution of glaciotectonic styles. Mededelingen Rijks Geologische Dienst 54.

Westerhoff, W.E., Wong, T.E. & Geluk, M.C., 2003. De opbouw van de Ondergrond. Deel III in De Mulder, E.F.J., e.a. (Red). De Ondergrond van Nederland. Nederlands Instituut voor Toegepaste Geowetenschappen TNO, Geologie van Nederland 7, pp. 247 - 352.