

OVER HET ONTSTAAN VAN HET LANDSCHAP VAN DE ZUIDELIJKE VELUWE

door

G. C. MAARLEVELD¹⁾

Vorig jaar verscheen in Natura een kort overzicht over de geologie van de zuidelijke Veluwe (Maarleveld, 1950a). Nadien zijn weer enige publicaties over dit onderwerp verschenen en gaarne wordt aan het verzoek voldaan voor dit tijdschrift een nieuw overzicht te schrijven waarin deze gegevens verwerkt zijn.

De grind, zand en klei-pakketten (Hoogterras) van de Veluwe zijn afgezet in de tijd voor dat het landijs van de Risstijd dit landschap bereikte. Het zand- en grindonderzoek heeft uitgemaakt dat de Rijn het grootste aandeel in deze afzetting gehad heeft. Een onlangs verricht onderzoek van de stenen van 2—3 cm had tot resultaat dat ten westen van de lijn, welke van Oud Reemst in zuidelijke richting naar de spoorbrug over de Rijn (westelijk van Arnhem) getrokken kan worden, meer niet-gerolde vuurstenen voorkomen dan in het gebied oostelijk van deze lijn. Zo komen in dit westelijk deel gemiddeld 5 % niet-gerolde vuurstenen voor en in het overig deel gemiddeld nog geen 1 %. Ook het kwartspercentage van de stenen vertoont een belangrijk verschil. In het gebied gemiddeld 5 % niet-gerolde vuurstenen bedraagt het gemiddeld 41 %. Het oostelijk gelegen gebied bezit een gemiddelde van 51 %. Hoewel binnenkort uitvoeriger hierop zal worden ingegaan kan reeds medegedeeld worden, dat dit er op wijst dat in een deel van de tijd waarin het Hoogterras ontstond, een Maas-arm op de plaats waar thans de Gelderse Vallei ligt, gestroomd zal hebben. Hoewel het materiaal ten oosten van de genoemde lijn in geringe mate ook Maascomponenten bevat, ligt daar het stroomgebied van de Rijn.

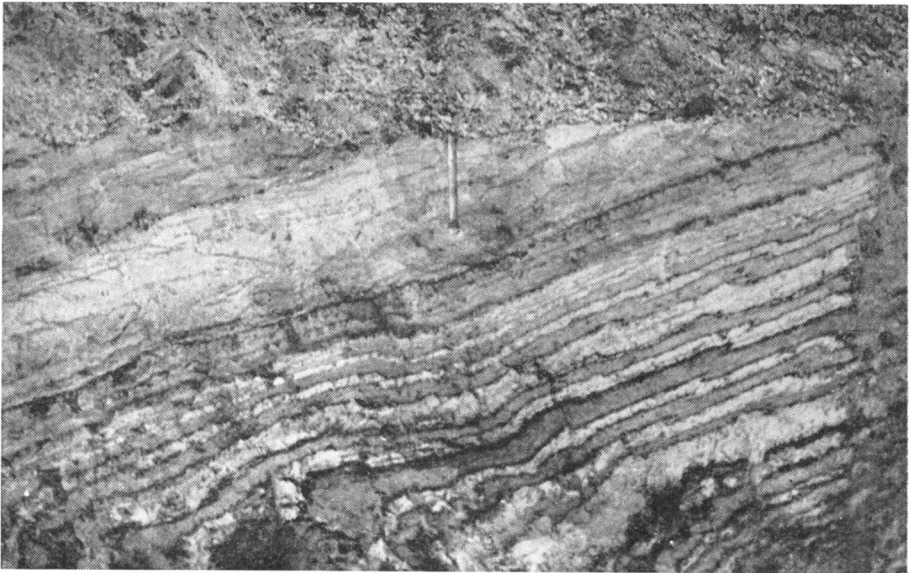
De door de rivieren vervoerde gesteentedeeltjes zijn in de vorm van een puinkegel afgezet. Stroomafwaarts vindt men bij een puinkegel een afname van de grovere bestanddelen. Het gebied van de zuidelijke Veluwe ligt tussen de stroomafwaarts gelegen noordelijke Veluwe, welke minder grovere bestanddelen bezit en het stroomopwaarts gelegen grovere deel van het Rijk van Nijmegen.

Het voortbewegende landijs volgde eerst de laagst gelegen delen van het terrein en zal van de door de rivieren gevormde dalen gebruik hebben gemaakt. De vooruit kruipende ijsmassa's persten de dalwanden op, diepten de dalen uit en het door deze werking verplaatste materiaal werd als wallen om de ijslobben neergelegd. Door de grote kracht van het ijs werden de oorspronkelijk vrijwel horizontaal liggende rivierafzettingen sterk gestoord en worden daarom gestuwd Praeglaciaal genoemd (II2 van de Geol. Kaart). In de groeven valt dit stuwingsverschijnsel dikwijls goed waar te nemen en wel in het bijzonder als leemlaagjes gestuwd zijn (afb. 56).

Wil men de richting (strekking) van de gestuwde lagen meten, dan is het

1) Stichting voor Bodemkartering, afd. Geologie, Wageningen.

gewenst van deze leemlagen gebruik te maken. Men maakt voor dit doel in een groeve twee loodrecht op elkaar staande wanden en bovendien een horizontaal vlak. Bij gestuwde lagen is het zeer gemakkelijk in het horizontale vlak de richting van de lagen met het kompas te bepalen. Deze waarnemingen zijn van belang om een inzicht te verkrijgen in de werkingen, die het landijs op de ondergrond uitgeoefend heeft. Op de kaart (afb. 58) zijn de strekkingslijnen schematisch aangegeven. Uit de ligging der lijnen blijkt, dat een viertal stuwwallen op de zuidelijke Veluwe worden aangetroffen en wel de stuwwallen van Ede, Arnhem, Oud Reemst en van de oostelijke Veluwe. Uit de ligging blijkt verder dat deze wallen niet gelijktijdig gevormd kunnen zijn.



Afb. 56. Gestuwde zand- en leemlagen in de spoorweginsnijding bij Halte-Assel.

Het westelijk deel van de stuwwal van Oud Reemst ligt om de stuwwal van Ede en het zuidelijk deel van de stuwwal van de oostelijke Veluwe ligt om die van Arnhem. Bovendien zijn er aanwijzingen dat het oostelijk deel van de stuwwal van Oud Reemst door de grote stuwwal van de oostelijke Veluwe is overreden.

Hieruit volgt dat de wal van Oud Reemst ouder is dan die van de oostelijke Veluwe. De stuwwal van Oud Reemst ligt, zoals reeds werd opgemerkt, òm die van Ede. Deze ombuiging van de stuwwal bij het contact met de andere stuwwal zal ontstaan zijn door het reeds aanwezig zijn van de ene wal bij de vorming van de andere. De stuwwal, in dit geval de wal van Ede, fungeerde als een buffer bij de vorming van de wal van Oud Reemst. Dit nu geldt tevens voor de stuwwallen van Arnhem en van de oostelijke Veluwe. Ook de aanzienlijke hoogten nabij de ombuigingen, pleiten voor deze opvatting. Hieruit volgt dat de stuwwal van Ede ouder is dan die van Oud Reemst en de wal van Arnhem ouder is dan die van de oostelijke Veluwe.

De aanzienlijke breedte van de stuwwal van de oostelijke Veluwe doet vermoeden dat deze wal 2 maal opgestuwd is (Burck, 1950). Hoe dit ook zij, de

verrichte veldwaarnemingen hebben duidelijk gemaakt dat de stuwwallen niet gelijktijdig kunnen zijn ontstaan en een grote beweeglijkheid van het ijsfront moet wel aangenomen worden (Crommelin en Maarleveld, 1949). Met nadruk zij erop gewezen dat voor de verklaring van het niet gelijktijdig ontstaan van de stuwwallen niet een meermalige bedekking door het landijs noodzakelijk is. Tot heden zijn hiervoor geen aanwijzingen gevonden, zodat het gehele stuwingsverschijnsel in de Ristijd zal hebben plaats gevonden. Ook de resultaten van het onderzoek van de gesteenten van de grondmorene wijzen in deze richting.

Helaas is door de erosie dit spoor van de ijsbedekking vrijwel verdwenen; men vindt er slechts hier en daar restanten van. Op de voor sterke erosie gespaard gebleven plekken bereikt een dichte bestrooiing van noordelijke stenen de 50 m hoogtelijn, hetgeen verband kan houden met het hoofdzakelijk voorkomen van transport van de grondmorene in de verlagingen van de ijsvloer.

Dit sluit echter het voorkomen van grondmorene op hoger gelegen plekken niet uit. Keileemresten worden b.v. op de hoogste plek (nabij Lunteren) van de stuwwal van Oud Reemst aangetroffen en ook op de hoogste plekken van de wal van de oostelijke Veluwe (nabij Terlet) liggen noordelijke stenen. De stuwwallen zijn bij de grootste uitbreiding van het landijs mogelijk voor korte tijd geheel met ijs bedekt geweest. Nu zien we bij een dwarsprofiel van de stuwwal twee vrij steile flanken en een vlakke hoog gelegen deel (zie Maarleveld, 1950, fig. 20). Het is waarschijnlijk — het voorkomen van resten van de grondmorene wijst in die richting —, dat dit vlakke, hoge deel door de werking van het landijs is ontstaan. Het ijs zal bij de grootste uitbreiding de rij toppen van de stuwwal glad geschaafd hebben.

Het door stuwwallen ingesloten gebied van de zuidelijke Veluwe werd vroeger als een ongestuwd deel van de Rijn- en Maaspuinkegel beschouwd. Bij onderzoek bleek deze afzetting inderdaad ongestuwd te zijn, maar er werden tevens argumenten gevonden waardoor de oude voorstelling toch onaanvaardbaar bleek. Zo helt het gebied van het n.o. naar het z.w. Indien dit gebied een deel was van de Rijn- en Maaspuinkegel zou een helling van het z.o. naar het n.w. aannemelijk zijn. Bovendien ligt het hoogste punt van deze afzetting ± 60 m boven N.A.P., hetgeen tientallen meters hoger is dan bij een ongestoorde Rijn- en Maasafzetting kan verwacht worden. Ook werd door metingen bepaald, dat een afwatering in zuidwestelijke richting heeft plaats gevonden.

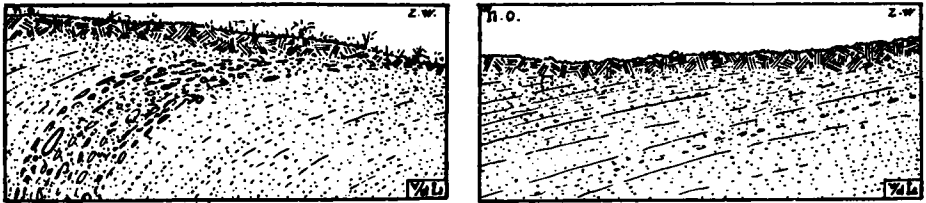
Al deze argumenten pleiten tegen de oude opvatting en vòòr het beeld van een fluvio-glaciale afzetting. Dit fluvio-glaciale materiaal is hier voor een groot deel afgezet door het smeltwater van de ijslob, welke in het Dal van de Gelderse IJssel lag. Het smeltwater zal zich eerst tussen het ijs en de stuwwal verzameld hebben en zal daarna over de laagste plekken van de wal z'n weg in westelijke richting gezocht hebben. Door de waterwerking werden laagten (de glaciale dalen) in de stuwwal uitgeschuurd waardoor zoveel zuidelijk materiaal werd meegenomen, dat tussen het grind van het fluvio-glaciaal van de zuidelijke Veluwe slechts weinig noordelijke stenen worden aangetroffen. Door vermindering van de stroomsnelheid bezonk het materiaal nabij de westelijke rand van de stuwwal en zo werd een grote fluvio-glaciale puinkegel (Sandr) gevormd, waarvan de top nabij Terlet is gelegen.

Hoewel na de Ristijd het landijs ons land niet meer bereikt heeft, was de invloed van de hevige koude gedurende de Würmtijd zeer sterk. Zo hebben de

op de Veluwe zo veelvuldig voorkomende droge dalen hun vorm en voor een belangrijk deel hun ontstaan aan het klimaat van deze tijd te danken. Bij deze dalen kunnen wat hun vorm betreft, vier typen onderscheiden worden.

De eerste drie typen, de zwak ontwikkelde erosie-dalen, de sterker ontwikkelde erosiedalen en de zeer brede erosiedalen treffen we in de stuwwallen aan. Deze indeling houdt verband met de graad van ontwikkeling van de dalen en zo bezit het eerst genoemde type de zwakst ontwikkelde dalvorm. Een dwarsdoorsnede van het dal vertoont slechts een flauwe inzinking. De sterker ontwikkelde erosiedalen hebben een meer V tot U-vormige doorsnede, waarbij de dikwijls wat steilere oosthelling opvalt. De zeer brede erosiedalen zijn niettegenstaande hun breedte kort, en worden daarom wel trechterdalen genoemd. Volgt men de dalen in het terrein, dan blijken ze meestal met het zwak ontwikkelde type te beginnen. Dalafwaarts gaat dit daltype over in het V tot U vormige erosie-daltype. Indien verscheidene van deze dalen bij elkaar komen, gaat dit daltype over in het zeer brede, trechtervormige daltype.

Voor de openingen van de grote dalen liggen puinkegels. Het materiaal van



Afb. 57. Twee stuwprofielen aan de weg van Laag Soeren naar het Schaddeveld. Naar „De levende Natuur” Juli '24, Bijdrage tot de geologie van Hagenau.

de puinkegel, welke voor de opening van het Dal van de Eerbeekse Beek is gelegen, ligt boven continentale afzettingen uit de warme Eemtijd. Hieruit blijkt, dat na deze interglaciale tijd een belangrijke daluitspoeling en bovenafglijding heeft plaats gevonden. Bovendien is het veen, dat op de puinkegel ligt, niet ouder dan het Praeboreaal, zodat hier aangetoond is, dat er een belangrijke dal-erosie gedurende de Würmtijd geweest is. Het in de Risstijd gevormde glaciale-dalsysteem werd in de Würmtijd vervormd tot een erosie-dalsysteem. Reeds werd er op gewezen, dat de stuwwal twee steile flanken en een hier tussen gelegen vlakker deel bezit. De erosie-verschijnselen vallen in hoofdzaak bij de steilere flanken op en hier zijn de belangrijkste erosiedalen dan ook uitgeschuurd. Ook de solifluctie zal hier het krachtigst gewerkt hebben, daar de sterkte ervan o.a. afhankelijk is van een hellingsgraad. Op het profiel (Maarleveld 1950, fig. 20) kan men zien dat de solifluctielaag ver buiten de stuwwal voorkomt en boven de afzetting uit de Eemtijd ligt. Hieruit blijkt dat het voorkomen van noordelijke zwerfstenen niet inhoudt, dat de ondergrond een minstens Riss-ouderdom bezit.

Gezamenlijk wordt solifluctie en verspoelingsmateriaal in depressies, zoals droge dalen, aangetroffen. De vervlakkende werking blijkt dus nog na de eigenlijke dalvorming te hebben voortgeduurd. Deze afzettingen nemen een belangrijk oppervlak in en men heeft aanleiding gevonden dit verschijnsel de naam Niveo-fluviaal te geven (Edelman en Steur, 1951).

De oorzaak van de dalerosie en de niveo-fluviale werkingen was de hevige koude gedurende delen van de Würmtijd. Het klimaat was in de koude tijden ongeveer gelijk aan dat van de tegenwoordige toendra's. Uit deze tijden is o.m. de kryoturbatie bekend, waarbij de bodem door de vorstwerking vervormd werd. De ondergrond was permanent bevroren en deze bevroren ondergrond verhinderde het naar beneden zakken van het water van de ontdooide sneeuwmassa's. Het water moest langs de oppervlakte afvloeien, waardoor mede door de geringe vegetatie, een sterke erosie ontstond.

Merkwaardig is de ongelijkzijdigheid bij vele sterker ontwikkelde erosiedalen en bij de droge dalen van het vlakke fluvio-glaciale gebied van de zuidelijke Veluwe. Niet alleen hier, doch in het gehele westelijk deel van Midden-Europa komt de ongelijkzijdigheid in hoofdzaak voor bij de noord-zuid liggende dalen en wel zo, dat de oostelijke dalwand steiler is dan de westelijke; voor deze asymmetrie worden de sneeuwrijke westelijke winden gedurende de Würmtijd verantwoordelijk gesteld. Een dal dat loodrecht op deze windrichting is gelegen, zal bij een zekere breedte niet geheel met sneeuw worden opgevuld; er ontstaat dus een eenzijdige ophoping van sneeuw aan de dalzijde, die tegen de wind beschut is. Bij de dooi in het voorjaar zal het sneeuwmeltwater zich aan de voet van de sneeuwmassa verzamelen, waardoor een aantasting van de niet door sneeuw bedekte dalwand zal plaats vinden. Tevens zal bij de met sneeuw bedekte wand een sterkere verglijding kunnen optreden waardoor de asymmetrie nog wordt versterkt (Edelman en Maarleveld, 1949). Een belangrijk argument voor de veronderstelling, dat voor deze vorm de koude omstandigheden gedurende de Würmtijd verantwoordelijk gesteld moeten worden, is het feit dat deze dalasymmetrie slechts daar voorkomt waar kryoturbatie algemeen is.

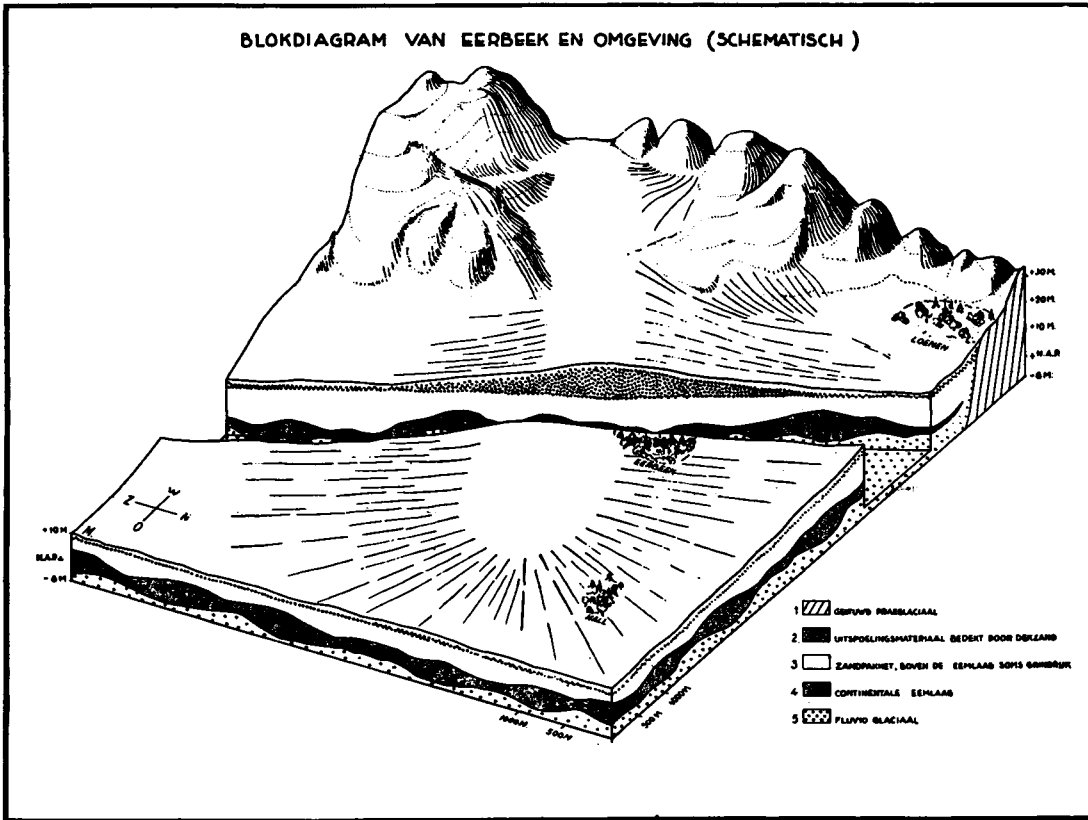
Evenals de hierboven beschreven sneeuwafzetting zal ook de loess in de luwte bezonken zijn. Aan de oppervlakte komt op de Veluwe de loess voor aan de zuidoostelijke helling van de oostelijke Veluwe stuwwal (de Veluwe-Zoom). Achter deze vrij hoge en tamelijk steile wand konden de door de wind aangevoerde stofmassa's tot rust komen en sedimenteren (Vink, 1949). Doch niet alleen aan de oppervlakte, ook op enige diepte komt loess voor. Zo is onder dekzand ten n.w. van Wageningen een loesslaagje gevonden, dat in oostelijke richting meer nabij de oppervlakte komt. Bovendien werd onder deze laag nog een loesslaag gevonden, welke in het lagere deel van de Gelderse Vallei een dikte van meer dan 10 m bereikt en naar het oosten tegen de stuwwal uitwigt (Buringh, 1951).

In de tijd, dat de loess werd afgezet, ontstond door de meer nabij de oppervlakte verplaatste grovere deeltjes een deel van de dekzanden. Loess en dekzanden liggen ook in de droge dalen, hetgeen erop wijst, dat deze door de wind afgezette pakketten jonger zijn dan de dalvorming en in een later deel van de Würmtijd afgezet zijn. In verband met een uitgebreid onderzoek van veenlaagjes kan de dalvorming in de Midden-Würmtijd (ook wel Midden-Tubantien genoemd) geplaatst worden. Het Niveo-fluviaal, de loess en dekzanden van de erosiedalen bezitten volgens dit onderzoek een Midden- en Boven-Würm (Laat-glaciale) ouderdom (v. d. Hammen, 1951).

Het reliëf van het dekzand onderscheidt zich duidelijk van de meer recente zandverstuivingen. Deze laatste windvorming ontstaat door de uitblazing en snelle accumulatie, waarbij we dus naast elkaar de hierdoor ontstane kommen en duinen aantreffen. Het dekzand werd over veel grotere afstanden vervoerd.

Hierdoor treden over het algemeen veel minder grote hoogteverschillen op dan bij de recente stuifheuveld. Van grote invloed kan tevens het verschil in begroeiing geweest zijn en de omstandigheid, dat gedurende de tijd waarin het dekzand afgezet werd tevens grote hoeveelheden sneeuw met het zand werden meegevoerd.

Waarschijnlijk staan de veelvuldig voorkomende stuifruggen met het dekzand



Afb. 59.

in verband. Deze ruggen bezitten evenals het grovere dekzand een sterk ontwikkeld podzolprofiel. De ruggen liggen op het in de Würmtijd gevormd relief en moeten dus jonger zijn (Edelman en Maarleveld, 1944). Deze stuifruggen bestaan bovendien steeds uit zand met een weinig fijn grind en onderscheiden zich hierdoor al heel sterk van het fluvio-glaciale materiaal. Ook werden op een aantal plekken onder deze ruggen humeuze lagen met houtskool gevonden, die zeer sterk op de laag van Usselo gelijken. De zandruggen komen verder alleen op plekken voor waar de invloed van de westelijke winden groot is. Dit wijst op een ontstaan door winden uit deze richting. De ruggen bezitten algemeen de ongeveer o.w.richting en zullen in de richting van de wind gevormd zijn. Ze kunnen daarom ook wel streepduinen genoemd worden. Ze tonen veel overeenkomst met de oude landduinen van Europa. Nader onderzoek zal mogelijk meer gegevens hier omtrent verschaffen.

Ede.

Juli 1951.

LITERATUUR

- BURCK, H. D. M., 1950: De bewegingsrichting van het landijs in oostelijk Midden-Nederland. Sporen der IJstijden. Publ. VIII der Ned. Geol. Ver., pag. 34—43.
- BURINGH, P., 1951: Over de bodemgesteldheid rondom Wageningen. Diss. Wageningen. Serie: De bodemkartering van Nederland. Dl IX. Versl. Landbouwk. Onderz. No. 57.4.
- CROMMELIN, R. D. en G. C. MAARLEVELD, 1949: Een nieuwe geologische kartering van de zuidelijke Veluwe. Tijdschr. Kon. Ned. Aard. Gen., 2de R., 66, pag. 41—57. Herdrukt in Boor en Spade IV, 1951, hst. 17.
- EDELMAN, C. H., 1940: De geologie van de Veluwe. *Natura*, 39, pag. 112—116.
- EDELMAN C. H. en G. C. MAARLEVELD, 1944: Enige opmerkingen over zogenaamde smeltwateruggen in de omgeving van Apeldoorn. Tijdschr. Kon. Ned. Aard. Gen., 2de R., 61, pag. 357—362.
- 1949: De asymmetrische dalen van de Veluwe. Tijdschr. Kon. Ned. Aard. Gen. 2de R., 66, pag. 143—146. Herdrukt in Boor en Spade IV, 1951, hst. 19.
- EDELMAN, C. H. en G. G. L. STEUR, 1951: Over niveo-fluviale afzettingen op de westelijke Veluwe. Boor en Spade IV, 1951, hst. 5.
- HAMMEN, T. v. d., 1951: Late-glacial flora and periglacial phenomena in the Netherlands. Diss. Leiden.
- MAARLEVELD, G. C., 1949: Over de erosiedalen van de Veluwe. Tijdschr. Kon. Ned. Aard. Gen., 66, pag. 133—142. Herdrukt in Boor en Spade IV, 1951, hst. 18.
- 1950: Iets over de verspreiding van noordelijke zwerfstenen op en nabij de stuwwallen in Midden-Nederland. Sporen der IJstijden Publ. VIII der Ned. Geol. Ver., pag. 71—79. Herdrukt in Boor en Spade IV, 1951, hst. 20.
- 1950, a: Over de Geologie van de Zuidelijke Veluwe. *Natura*, 47, pag. 109—114.
- 1951: De pseudo-osar van de Veluwe. *Geologie en Mijnbouw*, 13.
- STEUR, G. G. L., 1951: Niveo-fluviale afzettingen. *Geologie en Mijnbouw*, 13.
- TESCH, P., 1927: De glaciële kneding. Tijdschr. Kon. Ned. Aard. Gen., 2de R., 44, pag. 325—334.
- VINK, A. P. A., 1949: Bijdrage tot de kennis van loess en dekzanden. Diss. Wageningen.