

GLACIALE STUWING I

door L.H. Hofland

De glaciële stuwung van dalflanken tot heuvelruggen wordt, voor wat ons land betreft, beschreven als het gevolg van laterale, dit is naar terzijde werkende druk, uitgeoefend op de dalflanken door in de dalen gelegen landijslobben. Bij de bestudering van de door deze stuwung ontstane vervormingen van de bodem blijkt echter, dat slechts een deel van de waarneembare verschijnselen zich ongedwongen door deze theorie laat verklaren. Zelfs het stuwingsverschijnsel dat het meest wordt genoemd, namelijk plooiing, blijkt kwalijk alleen door laterale druk verklaard te kunnen worden, omdat de dalflanken, die in dit geval wel de "plateauwanden" genoemd worden bij de aanvang der stuwung helemaal niet zo stijl waren als die benaming doet verwachten. Deze flanken zullen zeker geen helling gehad hebben, die groter was dan die na de stuwung en deze laatste is niet meer dan 1 op 50, dat wil zeggen 100 m. verticaal op 5000 m. horizontaal. Hierdoor was er geen noemenswaard aangrijpingsvlak voor de laterale druk en zou deze kracht, zonder de hulp van een andere kracht, die meer effect sorteerde, zeker niet in staat geweest zijn tot het formeren van stuwwallen. De kracht, die wel in staat geweest moet zijn de stuwwallen te formeren, is de zwaarte van het landijs, omdat deze zwaarte in feite de enige primaire bewegende kracht in het landijs is. De laterale druk, die uit de stromingen onder in het landijs blijkt en zich ook uit overschuivingen en opschuivingen doet kennen, is slechts een gevolg daarvan en kan zich slechts onder de bovenste 70 m. landijs, die star zijn, doen gelden.

Hoe de zwaarte van het landijs, deze neerwaartse druk, in staat was de opwaartse bewegingen te veroorzaken, waardoor de dalflanken tot heuvelruggen werden, wordt duidelijk, als we in ontsluitingen het verschil gezien hebben tussen de vrij star tot geheel star vervormde bovenlagen en de plastisch vervormde lagen daaronder. Deze onderste zullen, in tegenstelling tot de bovenste, tot aan de stuwung toe, onder de grondwaterspiegel gelegen hebben, want hoewel in deze plastisch vervormde lagen dikwijls leem en massaal vrijwel grindloos zand optreedt, blijken toch ook zware grindbanken er toe te behoren. Hieruit blijkt dat niet de grondsoort beslissend is voor de starre dan wel plastische vervorming, maar de ligging al of niet in het grondwater beslissend zal zijn. Hierbij moet nog opgemerkt worden, dat klei- of leemlagen langer plastisch vervormbaar schijnen dan zandlagen. Groevewanden tonen namelijk meermalen gebogen leemlagen tussen door verschuivingen vervormde zandlagen. Een nader onderzoek van de leemlagen doet dan echter zien dat ook de leemlagen door verschuivingen vervormd zijn. Er is echter dit verschil, dat de schuifvlakken in leem er vele zijn, dicht opeen, de afzonderlijke verschuivingen gering, die in het zand verder uit elkaar liggen en de afzonderlijke verschuivingen groter zijn. Dit is blijkbaar een zelfde verschijnsel als dat van de dicht opeen gelegen drukscheuren in leisteen, de tot meters uiteen gelegen drukscheuren in zandsteen enz.

Met dit verschil van star en plastisch voor ogen, kunnen de vervormingen van de bodem tot op zekere hoogte vergeleken worden met die in het landijs zelf, waarin onder de starre korst, plastisch ijs zich over een plus minus effen vlak beweegt vanuit punten van hogere druk, dit is grotere ijsdikte en hogere belasting van de bodem, naar punten waar lagere druk heerst dit is waar de ijsdikte geringer, de bodembelasting lager is. Bovendien is de werking van het landijs op deze bovenin starre, daaronder plastische bodem, vergelijkbaar met de werking die een spoordijk op

de bodem eronder heeft, indien deze bodem slappe lagen, dit is in de regel veen, bevat. In dat geval zal namelijk de spoordijk gaan verzakken, het veen daaronder weggeperst worden en naast de dijk oppuilen.

Wat nu, meer in bijzonderheden, de werking van het landijs bij stuwung betreft, moeten we ons voorstellen:

- 1e. dat het landijs over een breed front in een rivierdal gevallen is en stagneert tegen de dalflank die hij, eventueel, zal gaan overstijgen.
- 2e. dat smeltwater, van het landijsfront omlaag komend, opruiming houdt onder de vracht van sneeuwijs, die voor het landijsfront, de vlakke, wel het plateau genoemd, dekt.
- 3e. dat door die opruiming van sneeuwijs voor het landijsfront niet alleen het plateau ontlast wordt van die vracht, maar daardoor bovendien de uitbreiding van het landijs ter plaatse bemoeilijkt, zo niet verhinderd wordt.
- 4e. dat al stagnerend, het landijs ter plaatse gevoed wordt door sneeuwval en door de vanuit het landijscentrum aanvoerende, langs de bodem bewegende ijsstroom.
- 5e. dat door deze voeding, ondanks afsmelting in de zomer, de landijsdikte aan het front gestadig toeneemt.
- 6e. dat door deze toenemende dikte er een moment komt, waarop de belasting van de dalbodem zoveel groter wordt dan de belasting op hetzelfde niveau in het plateau, -daar veroorzaakt door de zwaarte van de erboven liggende grondlagen - dat vloeijing van onder het grondwater gelegen lagen moet optreden.
- 7e. dat, als gevolg van deze vloeijing, samenballing van de aldus verplaatste en plastisch vervormde lagen binnen het plateau zal plaats vinden en aldus de stuwung van de min of meer starre bovenlagen van het plateau inzet.
- 8e. dat, zodra van het nu vrijwel naakte plateau de bovenlagen tot op grote diepte bevroren zijn, de plaats van plooiing zal worden ingenomen door korstvorming, rekscheuren zullen ontstaan, en zelfs open spleten kunnen optreden. Ook kan dan, dwars door de starre bovenlagen heen, de doorbraak van onderin verplaatst plastisch vervormd materiaal plaats hebben. Maar, dit laatste behoeft niet altijd te gebeuren.

Meermalen wordt de grens tussen star en plastisch vervormd materiaal ingenomen door een leemlaag. Het is daarom goed mogelijk dat de praeglaciale strekking van leemlagen in de bodem meebehalend is geweest voor de strekking van de afzonderlijke plooiën. Deze worden namelijk lang niet alle evenwijdig aan de strekking van de dalflank gevonden. Ze kunnen zelfs haaks daarop staan. Ook de in één groeve waarneembare plooiruggen kunnen naar zeer verschillende windstreken gericht zijn.

Behalve langgerekte plooiruggen komen ook plooi-bulten voor. Hun lengte is amper het dubbele van hun breedte, de hoogte niet meer dan de helft van de breedte.

De grote opschuivingen, die uit de Lemelerberg beschreven zijn en, minder sterk, ook naar het westen van ons land voorkomen, hadden plaats in een diep bevroren bodem, waardoor zelfs aan het schuifvlak een brokkenzone van stukken ijszandsteen gevormd kon worden.

Onderschuivingen behoren tot het vroegste stuwingsstadium. Hierbij worden langs scheuren, die ongeveer evenwijdig aan het landijsfront gestrekt zijn en van het landijs af invallen, schollen van de starre bovenlagen omlaaggedrukt in de plastische zone eronder.

Overschuivingen volgen dikwijls haaks op de strekking van de plooiing, maar vaste regel is dat niet.

Aan de van het landijs afgekeerde zijde van de stuwwal kunnen overschuivingen tot de primaire stuwingsverschijnselen behoren.

Opschulvingen van bescheiden afmetingen, die aan de "Stauchmoränen" van Gripp herinneren, komen voor in direkt voor het landijs afgezette sandr.

Een golving tot amper een meter diepte onder de grondmorene, zal evenals een golvend geknede, tot een paar meter dikke zandige grondmorene, tot de rechtstreekse werkingen behoren, die door de stroom van plastisch ijs langs de bodem zijn teweeggebracht.

De vraag of het landijs hier hoger gereikt zal hebben dan de heuveltoppen zal, gezien het hier voorgaande betreffende het mechaniek van de stuwving, met ja beantwoord moeten worden. Zelfs zal, waar het s.g. van de bodem rond het dubbele is van het s.g. van gletscherijs, het landijs, gemeten uit de dalbodem, een dikte gehad moeten hebben, die meer dan het dubbele was van de hoogte van de stuwwal.

Als we daarbij in het oog houden, dat een paar honderd kilometer oostelijk van onze landgrens de dikte van het landijs reeds zo groot was, dat het het Duitse middengebergte kon overstijgen en daarna nog ver zuidwaarts vloeide behoeft die dikte niet te verwonderen.

Wat de diepte betreft tot waar de werking van het landijs reikte, kan ten eerste gezegd worden, dat aan het vrij star vervormde, dus bovenste lagenpakket, dikten tot ruim 30 m. in groeven gemeten konden worden, zonder dat daarmede ook de totaaldikte werd vastgesteld. Ten tweede geven vergelijkingen van grinden uit boringen in het opgestuwde deel van de prov. Utrecht, met die in het gestuwde deel, aanwijzingen dat verticale verplaatsingen van $\frac{1}{2}$ 40 m. A.P. tot $\frac{1}{2}$ 30 m.+A.P. hebben plaats gehad. Deze 70 m. heffing wordt aan de hogere Veluwe stuwwal nog ver overtroffen. Hoe dik het onderste, het plastisch vervormde lagenpakket is, is moeilijk te zeggen. Dit zal sterk afhankelijk zijn van de diepteligging van de klei- of leemlagen, die als basis voor de stroming gediend hebben.

Tenslotte nog iets over de geraadpleegde literatuur. De in de aanhef van dit artikel gegeven visie, waarin uitsluitend laterale druk ter verklaring van de stuwvingen werd genoemd, is ontleend aan "De geologische Geschiedenis van Nederland" 1956. De oudere Nederlandse geschriften, die onder mijn bereik waren, gaven geen visie die daarmee in strijd was, of het mocht dan van Barens bewerking van "De bodem van Nederland" 1926 zijn, waarin hij de heuvelruggen nog voor een belangrijk deel als gevolgen van tektonische horst- en slenkvorming presenteert. Tot nader onderzoek prikkelend was wel een van de publicaties van Lorié, waarin deze onder meer stuwingsverschijnselen beschrijft, die door hem zijn waargenomen rond 1900, bij de bouw van het nieuwe station te Amersfoort. Hij zag daar namelijk in het afgeplagde terrein een gestuwde grindlaag waarvan de strekking op korte afstand vier maal van richting veranderde. Dit feit was niet te verklaren door laterale druk alleen. Lorié zette er daarom een vraagteken bij, met de notitie: "Er is nog veel te ontdekken!" De studie van Maarleveld, 1953, waarin deze een zeer volledig overzicht van de ligging der Nederlandse stuwwallen geeft en tevens de door hem geziene stuwrichtingen aanduidde, geeft grote lijnen maar geen stuwingsdetails. Bij vergelijking van de bij detailstudie gewonnen gegevens met deze grote lijnen blijkt het aantal afwijkingen of complicaties groot. Het is daarom veiliger de stuwingsfasen slechts op een grove wijze in te delen, ongeveer analoog aan de Saale fasen - Apeldoornstadium en Amersfoortstadium - van Woldstedt, dan een zo gedetailleerde indeling te geven als die van Maarleveld.

Een ondersteuning van het denkbeeld van vloeijing ter verklaring van de stuwving, leverde een Amerikaans boek, namelijk het werk van Foster Flint "Glacial Geology and the Pleistocene Epoch" 1945. Hierin namelijk zijn wallen genoemd waarvan de vorming wordt toegeschreven aan vloeijing, veroorzaakt door de neerwaartse druk van het landijs op kleilagen in de bodem onder het ijs, waardoor deze zijn gaan wijken tot buiten de landijsrand.

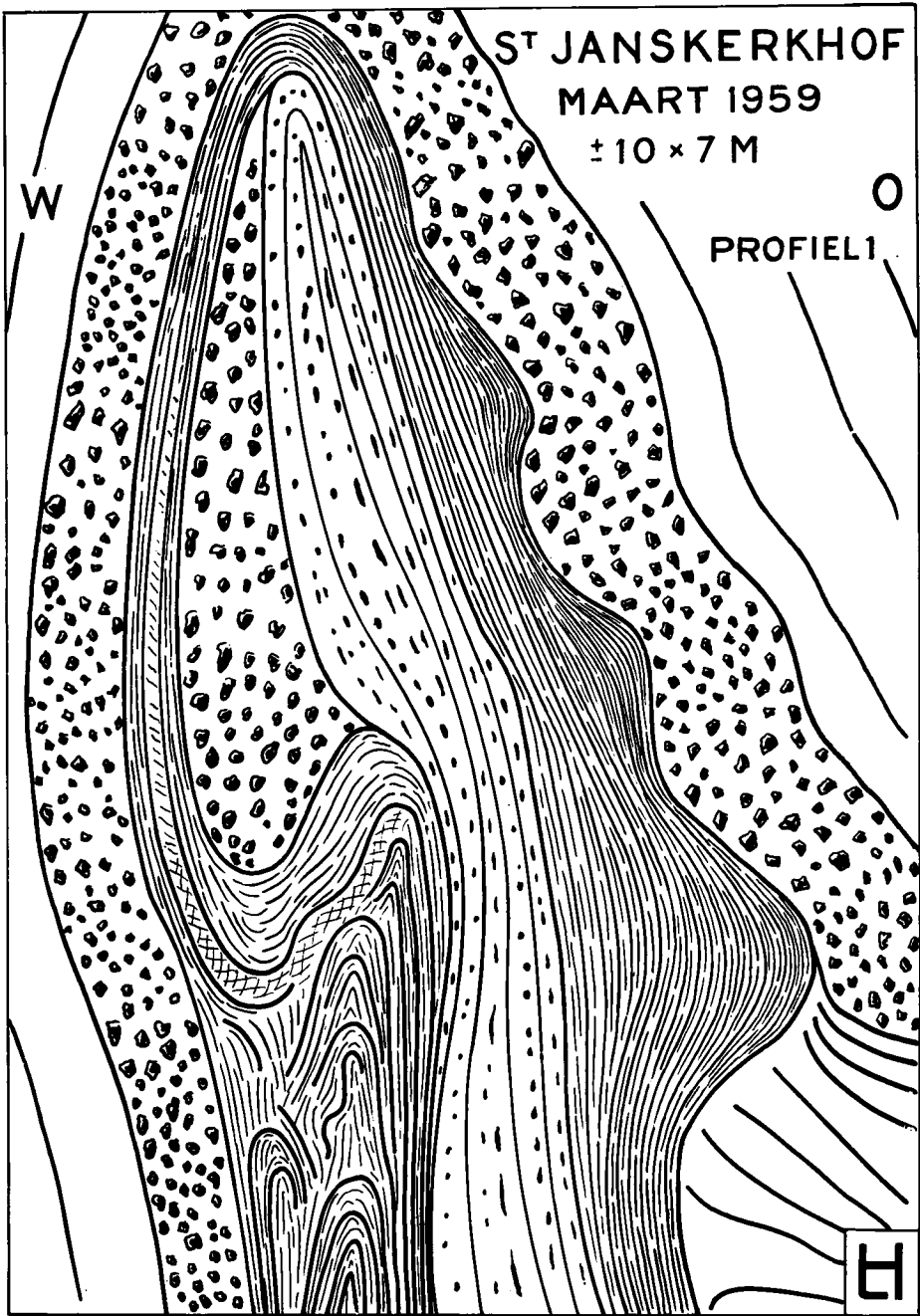


Fig. 1 Doorsnede door een kemplooi kern, aan de groevebodem 2 m breed, 10 m hoog en meer dan 100 m lang.
 De kernwand is van leem en bevat kleine septarien. De grindbank om de kern toont vele door de stuwning gebroken schuifstenen.

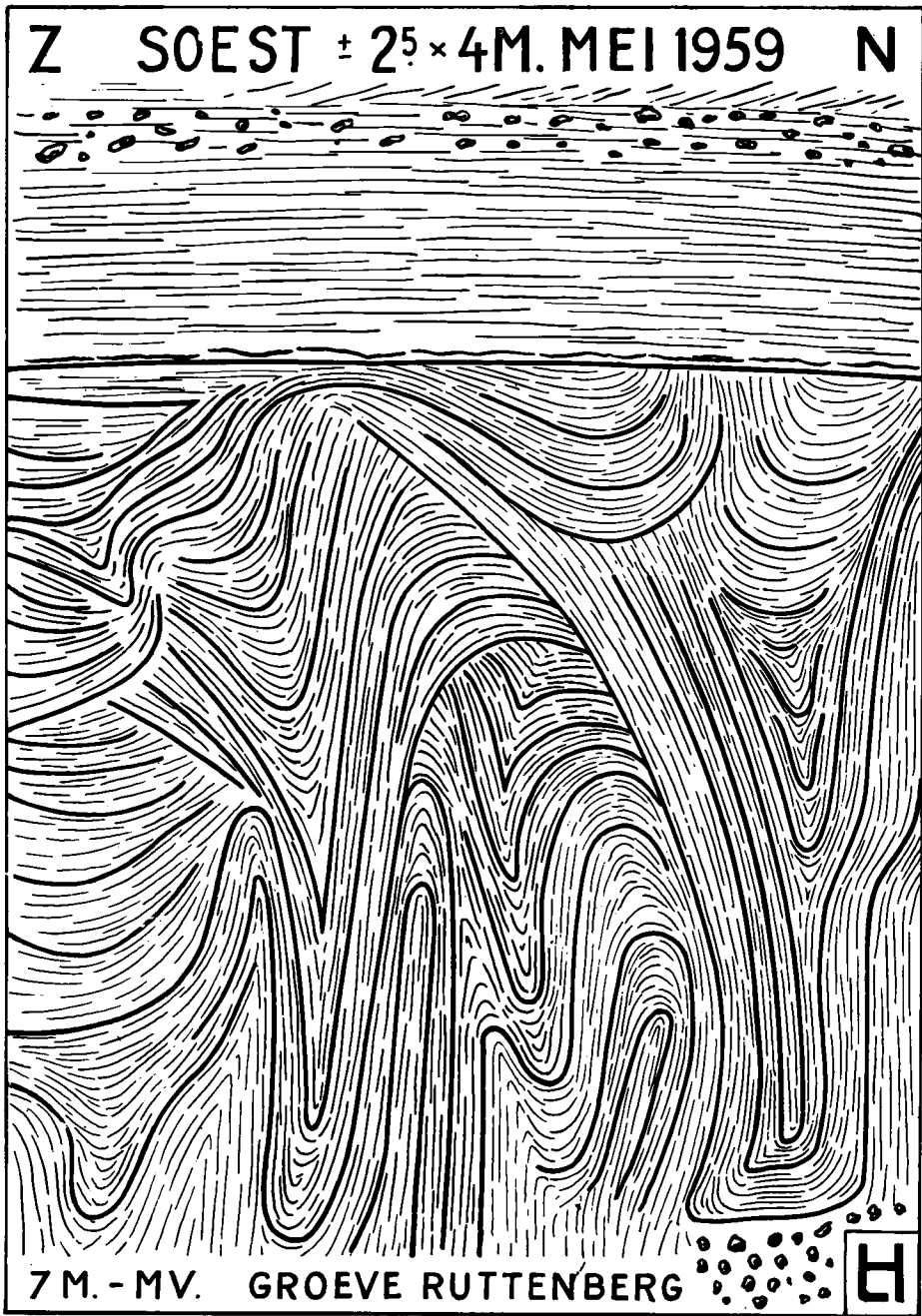


Fig. 2 Boven de starre, onder de plastisch vervormde lagen. Op de scheiding een leemlaagje.

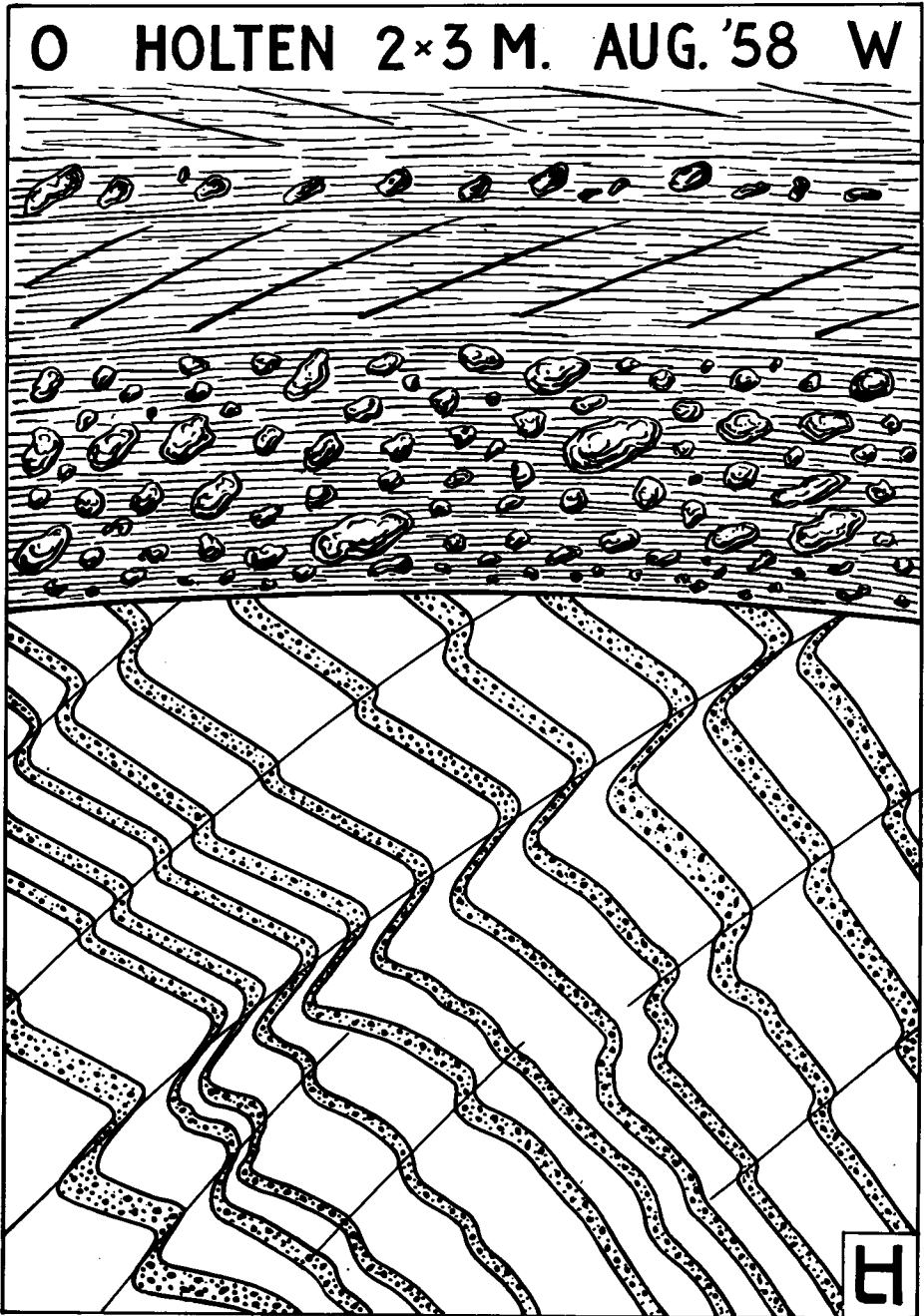


Fig. 3 Grote tegenstelling tussen de zeer grove afzetting boven en die er onder alleen met grind tot 15 mm. De bovenste zwak geplooid, die daaronder scheef gesteld en sterk verrekt tot verschoven.

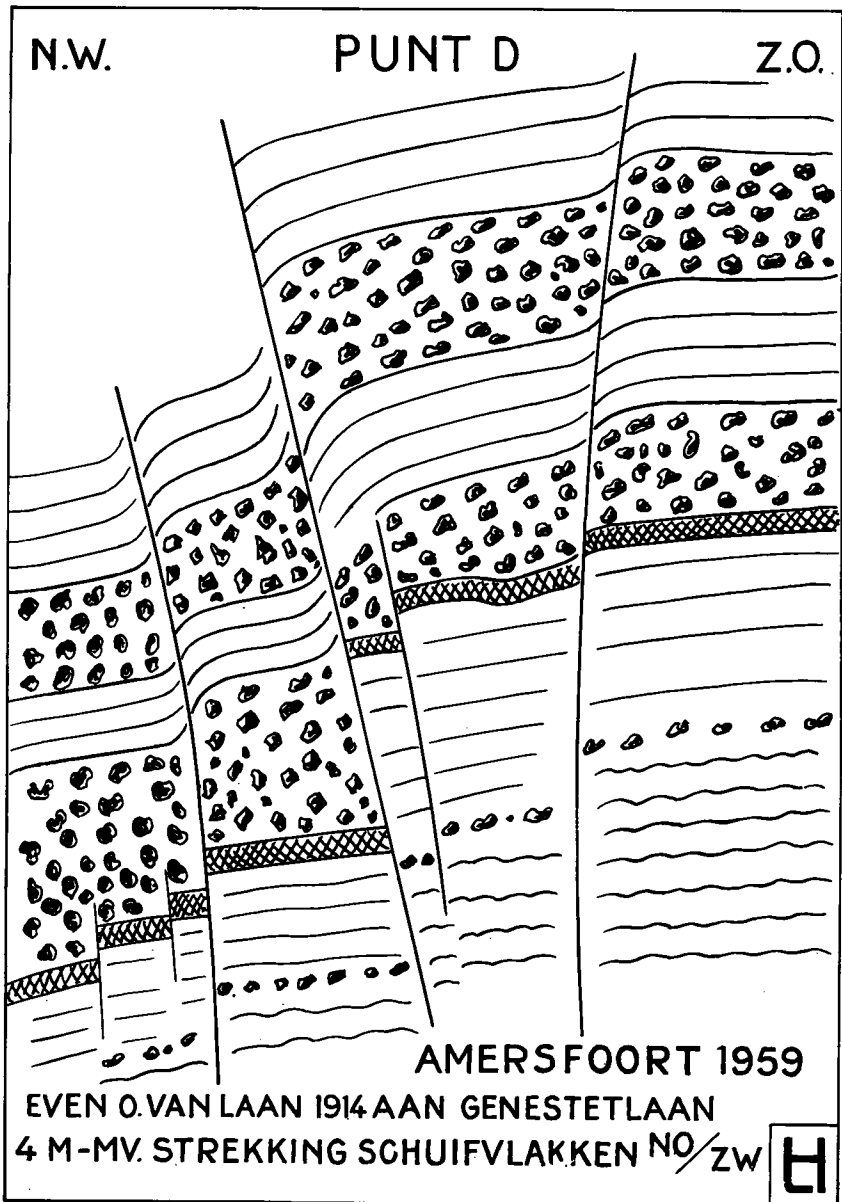


Fig. 4 Horstflank, de andere ligt 20 m. z.o.
 De golvende laagjes rechts onder zijn een begin van de plastisch vervormde lagen
 er onder die de horst omhoog drukten.