

OVER WINDKEIEN.

II.

't **I**s wel een bekend verschijnsel, dat zandsteengebergten licht in blokken breken, in tabletten, rechte of scheve, ook wel kwaders genoemd, welke blokken de exploitatie vergemakkelijken. Vooral voor bouwdoeleinden en wegeaanleg. Het stelsel van in ruiten gerangschikte scheuren, het z.g. Mohrse lijnensysteem, is soms in zandgroeven reeds te zien. Bij natuurlijke afbraak door verwerking, vorst, waterstroming, instorting, zet de splijting langs de latente klievingsvlakken zich voort, zodat kleinere

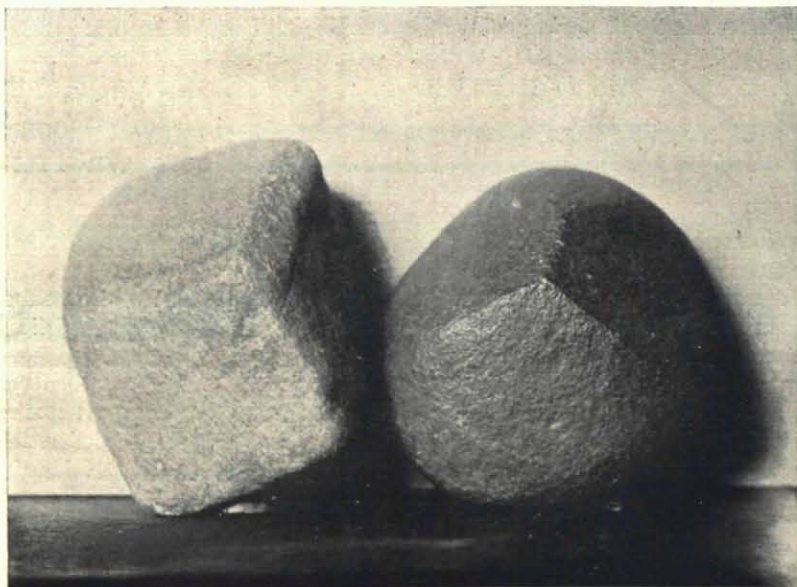


Fig. 7. *Het probleem van de dubbele driekanter: een steentablet en wat er na enige corrosie van wordt, nl. een fraaie dubbele driekanter. De tablet is een zwerfsteen van Hilversum, de windkei is van Huizen.*

tabletten ontstaan, meer of minder zuivere parallelpipeda, welke zich weer omzetten, door verlies van hoeken of door splijting, in op achthoekige gelijke lichamen, dus door driehoeken begrensd.

Plaatst men nu een rechte of scheve tablet naast een dubbele driekanter, zoals voor foto 7 is geschied, dan ziet men onmiddellijk, wat er gebeuren moet, en hoe weinig de wind heeft af te slijpen, om van de tablet een dubbele driekanter te maken: leg 'm met een punt in 't zand, laat de wind wat blazen, tot de hoeken en horizontale ribben wat zijn afgeslepen, de vlakken bovenop een beetje zijn opgepoetst, en ge hebt een ideale dubbele driekanter, meer of minder rond in horizontale doorsnede, al naar het werk, dat er aan is verricht; een bipyramide met afronding.

Bekijkt men de dubbele windkanters, speciaal de dubbele driekanters, dan zal

men met weinig moeite in bijna alle een parallelipedum herkennen, een splijt-vorm door de natuur veroorzaakt en veelvuldig waar te nemen. Zo is 't ook begrijpelijk, dat ze bijna alle bestaan uit zandsteen, kwartsietise zandsteen, kwartsiet en lydiet, maar bijna nooit uit graniet, porfier, bazalt of andere stollingsgesteenten, welke splijtbrokken maken, waarvan de vorm niet geeigend is voor een dubbele driekanter; nog wèl eens, maar zelden toch ook, voor een enkele driekanter. Toch moeten in de na-ijstijd zeer vele brokken aan dezelfde zandwind zijn blootgesteld geweest als de zandsteen.

Ook dit verschijnsel wijst weer op het hoogst onwaarschijnlijke van het scheppen van een driekanter uit een willekeurig splijtbrok, een standpunt, dat telkens werd ingenomen bij de verklaring van het ontstaan, in navolging van Heim.

Ook wenteling of omkanteling is volgens het bovenstaande volmaakt overbodig. Toch schijnt een hoge uitzondering voor te komen, maar dan om een verticale as, b.v. op een helling of bij ondermijning van de windkei aan één zijde.

Door verdraaiing krijgt de wind een ander aangrijpingspunt en kan de schuinstaande ribben aantasten, zodat ze, evenals de horizontale, worden afgerond en het eindstadium een conus kan zijn; is de draaiing mogelijk, dan moet ook het steunvlak zich op de bodem hebben bevonden, zodat ook daar de corrosie stevig heeft kunnen inwerken en het steunvlak verkleinen, zie de tekening fig. 8 en foto 12, waarop vier conussen op de hoeken zijn geplaatst.

Inderdaad bezit ik een viertal conen, aan sommige waarvan de driekanter nog enigszins is te herkennen. Deze passen heel niet in het Leidse experiment, volgens hetwelk na de vorming van een windkanter volgens het grondvlak, geen afrondingen meer optreden. De natuur verzet zich wel eens meer tegen menselijke redeneringen.

De grote zeldzaamheid der conische windkanters is een beletsel voor de bekendheid, ik trof ook nog nergens een mededeling daarover aan. Indien ze meer algemeen waren, zouden we ook moeten besluiten tot de draaiingsmogelijkheid, welke door de enkele voorbeelden nog niet vaststaat, al is de afslijping der ribben een onloochenbaar feit.

't Is ermee als met sommige spoelvormen, welke de kanteling zeer aannemelijk maken, maar bij deze om een horizontale as.

Over 't algemeen vond ik de windkeien stevig verankerd in de hei, al lagen ze in de stuifzandgebieden wel eens op een klein zandvoetje, en dus minder stevig. Maar toch ligt zo'n steen nog vast, de wind althans verplaatst geen stenen groter dan een tweetal cm.

Van de vormgeving willen we nu afstappen en ons bepalen bij de z.g. windlak,

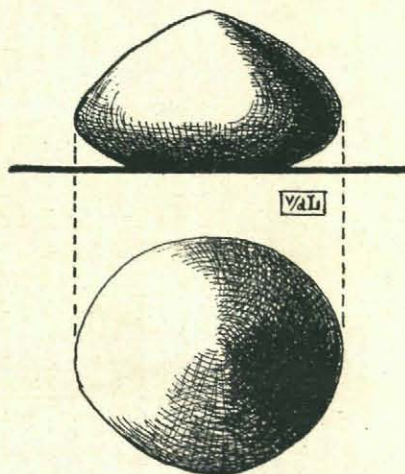


Fig. 8. De zeer zeldzame conische windkei van de Huizerhoogt, een gracieus fijn zandsteentje.

die wel opmerkelijk glanzend kan zijn op sommige windkanters en vooral mooi op onregelmatig gevormde windlakstenen, terwijl ze totaal ontbreekt op vele mathematische windkeien.

We weten, dat grof schuurpapier krassen maakt op hout, ijzer, marmer. Schurende met steeds fijner schuurpapier, neemt men telkens een dun laagje mee en maakt de vorige krassen dus ondieper of schuurt ze weg. Als limiet krijgen we een vlakke met krasjes van 0,0001 mm diep, een vlak dat matte glans vertoont, welke door een weinig wrijfwas, vernis of lak spiegelend is te maken. Bij het polijsten van marmer gebruikt men bij de eindbewerking uiterst fijne poeders, gemalen looderts, amaril en dgl. welke eenzelfde effect sorteren als genoemde glansmiddelen, maar de polijsting duurzamer maken.

Het zand in de natuur is een ruw vergruizelingsproduct van gesteenten, van zandsteen vooral, maar ook van gangkwarts, kwartsiet, graniet, enz.; heeft oorspronkelijk scherpe randen en hoeken, welke bij het transport door de rivier tengevolge van onderlinge schuring een weinig worden afgeslepen, maar zò weinig, dat men rivierzand scherp zand noemt, tegenover het duinzand en stuifzand, dat vrij rond van korrel is, door latere langdurige en intensieve corrosie.

Het scherpe zand nu zal op de zwerfstenen werken als grof schuurpapier, bij sterke wind dus de vlakken mat slijpen en de uitstekende oneffenheden molekuul na molekuul wegbotsen. Het ronde zand, fijn zand en leemstof zullen het vlak een matte tot spiegelende glans bezorgen.

We vinden dan ook stenen in alle mogelijke stadia van polijsting, zowel bij ruwe, ongevormde steenbrokken als bij de windkanters.

Het windlakproces is zo eenvoudig, dat we wel vrij zeker aan kunnen nemen, dat het zich nog altijd voltrekt, wat we van het vormen van windkanters nog maar niet zo zouden durven zeggen.

Om het harde materiaal de gewenste vormen te geven, veronderstelde men vrij algemeen een slijpperiode van eeuwen. In het betoog van Heim kan dat ook wel niet anders, zodat de vorming van windkanters in de na-ijstijd wel zeer gelegen kwam. Immers toen moeten aan de ijsrand van het terugtrekkende landijs, tengevolge van groot temperatuursverschil, constante noorden- of noordoostenwinden hebben g'waaid, dus van het ijs naar de dik met stenen bezaaide vlakten en heuvelrijen.

't Is wel zeker, dat aan de peripherie van het landijs zeer veel windkanters zijn gevormd van de daartoe geëigende stenen; maar ook veel windlakstenen, daar de lössstormen een polijstende werking uitoefenden op die vlakken, welke niet al te ruw waren.

Dat het fijne materiaal voor de polijsting aanwezig was, in ruime mate zelfs, behoeft niet te worden betwijfeld: de keileem, de grondmorene van het landijs, lag in overdaad nog aan de oppervlakte, verweerde geleidelijk en verstoof, vormde waarschijnlijk de lösslagen van West- tot in Oost-Europa, uit ons Limburg wel bekend. De verweerde grondmorene, zoals we die nog in de zandstreken kunnen vinden, afgedekt met wat zand of een heideplag, lijkt dikwijls veel op het verstoven deel, de löss.

Het oppoetsen van een effen steen vraagt niet veel tijd, meermalen heb ik windlakstenen in wording geobserveerd op plaatsen, die kortelings waren omgewoeld, terwijl mij dan bleek, dat er reeds een zichtbare glanzing viel waar te nemen na één jaar, en een heel duidelijke na twee jaar reeds. Recente windlakstenen zijn er ongetwijfeld.

Recente windkanters, dat is nog de vraag. Wanneer we aannemen, dat aan parallelpipeda niet veel behoeft te worden geschuurd, om er dubbele windkanters van te slijpen, zouden we ook wel kunnen vertrouwen, dat ze nog in historische tijd zijn gevormd, zelfs al bedenken we, dat het oude stuifzand zijn scherpe kantjes heeft

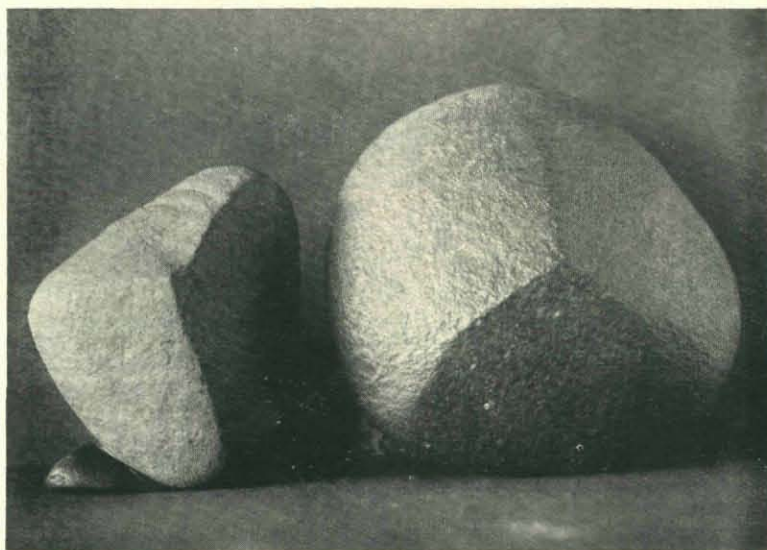


Fig. 9. Twee driekanters van Huizen, links gewoon type, rechts een lang bewerkte.

verloren. In elk geval lagen er nog vele zeer rustig; heideschape zijn van latere eeuwen, cultuur van heidegronden kwam nog later, de drukke natuurminnarij en 't heidegepicnic zijn van onze tijden; de gelegenheid tot vorming van echte windkanters wordt geringer, halfabrikaten zullen wel kinderen zijn van deze tijd.

Intussen dacht en denkt niet iedereen er zo over. Zo meende Van Baren op grond van de ligplaats van windkeien aan de basis van het keizand, het gele spoelzand te Zuidlaren, te moeten besluiten tot de vorming in interglaciale tijd; grond tevens voor aanneming van twee ijstijden voor ons land.

Uit de keileemgroeven bij Amersfoort, door mij vrij nauwkeurig nagegaan, — zie publicatie „Opmerkingen bij de geologische kaart van Nederland” — zag ik geen enkele windkanter te voorschijn komen, uit de loopgraven aan de Vlasakkers en op de Leusdense heide slechts een enkele zwak bewerkte, misschien nog uit de plaggenlaag in plaats van uit de verweerde grondmorene. De meeste windkanters vond ik

op de hoge Veluwe, op de Amersfoortse berg, bij de Huizer hoogte, enz. in 't algemeen op hoge heuvels, op ruggen en hellingen, nooit aan de voet. Bijna altijd lagen ze aan de oppervlakte, of onmiddellijk onder de heiplag, op een aardappelveldje of een roggeakker, nooit diep in de grond. In grintgroeven moet men ze niet zoeken, die liggen meestal in het praeglaciaal, bestaande uit rivierafzettingen buiten bereik van de wind.

Terwijl vroeger, twintig jaar geleden ongeveer, de windkanTERS bij Zeist, Soesterberg, Amersfoort, Maarn, Ede, Huizen, Hilversum en in zandstuivingen op de Veluwe, Overijssel en Drente bij rugzakken vol waren op te rapen, zijn ze nu zo schaars geworden, dat stenenliefhebbers klagen, dat ze er geen enkele meer kunnen vinden. Ook wel een bewijs, dat de zandwind ze niet meer produceert, altans niet zo snel, dat na enkele jaren weer nieuwe voorraad gereed ligt.

Over de bedenkelijke armoede aan stenen onzer heidevelden schreef ik reeds,

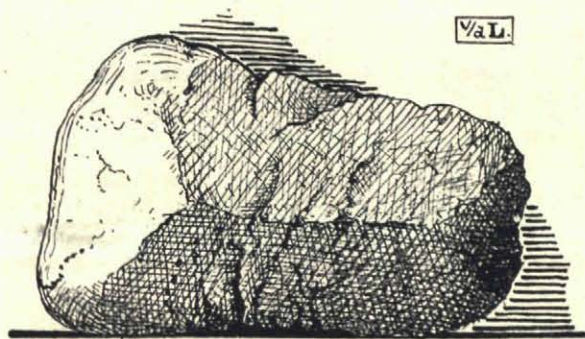


Fig. 10. Een langwerpige steenbrok door riviertransport wat bewerkt en zeer weinig door de zandwind bestraald; de grondvorm voor een spoelvormige windkanter, vgl. foto II rechts en foto 4.

't is een der cultuurverschijnselen, verarming der natuur; de werklozen moeten de duizendtallen van keien onzer deels overbodige Zuiderzeedijken maar weer naar de heide brengen, waar ze zijn opge-raapt door onze voorouders! Ook wordt het tijd om te protesteren tegen de aanleg van armetierige rotstuintjes, waarvan o.a. de randstraten van Hilversum vol zitten en waardoor de heide van alle stenen werd beroofd.

Maar keren we terug tot onze windkanTERS, welke naar mijn in-

zicht hoofdzakelijk zijn gevormd na de terugtrekking van het landijs, in de lange droge periode, en daarna geleidelijk minder tot onze tijd.

In het post-glaciaal lag heel diluviaal-Nederland benoorden de Rijn bedekt met stenen, zowel uit Zweden en het Oostzeegebied, als uit Duitschland en België. WindkanTERS kunnen daarom zowel uit noordelijke als uit oostelijke en zuidelijke gesteenten bestaan, en niet alleen uit noordelijke zoals we in „De bodem van Nederland” lezen.

Taunuskwartsieten en Ruhrydieten komen als prachtig geslepen windkanTERS in mijn verzameling voor; zuidelijke en oostelijke gesteenten zelfs verreweg het meest, noordelijke zeer zeldzaam, wat erop wijst, dat we een min of meer geschikt splijtbrok voor een windkanter moeten hebben, wat juist weinig voorkomt bij noordelijke gesteenten, die grotendeels uit stollingsgesteenten bestaan, graniet en dgl.

Ja, windlakstenen, die aan geen vormgeving zijn gebonden, deze werden van alle steensoorten geschapen. Als we ons indenken in de na-ijstijd, de ideale gelegenheid daarvoor: veel stenen, veel zand, veel leemstof, veel wind, onbegroeide vlakten; dan moet van iedere steen wel een windlaksteen zijn geworden. En toch zijn er zovele

mat, zo weinige aan de oppervlakte liggend, glanzend. Dat moet aan de verwerking worden geweten, een aardige illustratie deel ik daarvan mede.

Een mooi fris rood zandsteenblok van $\pm 35 \times 20 \times 10$ cm, liggende kort onder Soesterberg en met prachtig glanzende windlak afgewerkt, werd door mij in 1916 of '17 op de fiets mee naar huis gesleept en in de tuin neergelegd, waar de zon er fel op blikkerde. Natuurlijk werd het mooie blok herhaaldelijk bekeken en bij bezoek niet overgeslagen, later echter wat veronachtzaamd doordien er zoveel moois in de tuin kwam, en de glans scheen te verdwijnen, terwijl groenige algen ervoor in de plaats traden. Bij mijn verhuizing naar Hilversum in 1932 werd het blok nog eens door mij nauwkeurig geïnspecteerd en afgeboend; nu bleek, dat de fraaie windlak totaal was verdwenen en de zandsteen mat en ruw was geworden, in 16 jaar tijds!

De Egyptenaren polijstten 3000 jaar geleden granieten obeliskken, welke nog fraai glanzen.

Graniet, juist, daar is het! De zandsteen zit vol poriën, welke niet waren op-

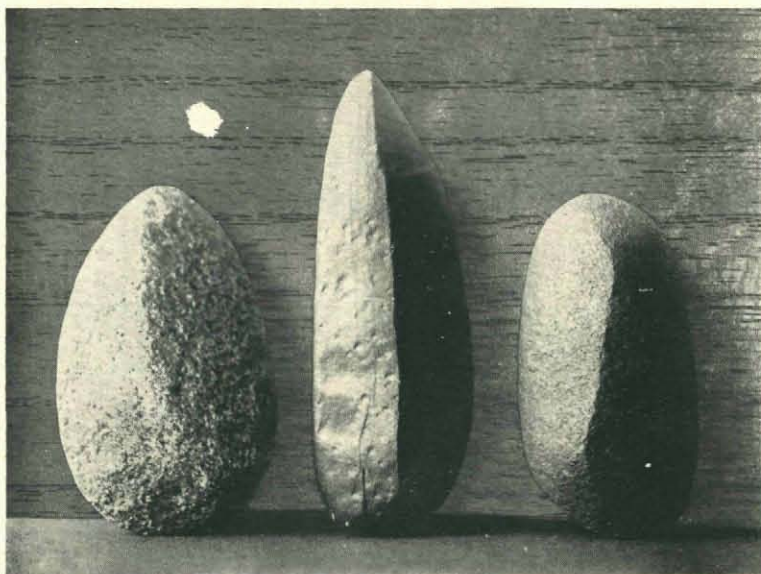


Fig. 11. Een noordelijke graniet van Amersfoort, een zuidelijke lydiet eveneens van Amersfoort, een oostelijke zandsteen van Borne, drie nationaliteiten hier tot windkei gefatsoeneerd.

gevuld, zodat het aangrijpingsvlak voor de verwerking, door vorstspleten, algengroei-scheurtjes en zonbarstjes zeer werd vergroot. Gepolijst graniet vormt een bijna gesloten afdekking, waarop moeilijk vat is te krijgen.

De conclusie ligt voor de hand: indien de windlak zo snel verdwijnt, moeten de windlakstenen althans ten dele recent zijn, in onze tijd de glans hebben gekregen. Die van de oppervlakte n.l.; de goed geconserveerde in de bodem, onder afsluiting van zand, leem, humuslagen, hebben meer kans op langdurige bewaring van de glans.

Nu zijn er glanzende stenen, die al heel goed zijn bewaard, n.l. in keileem. Het zijn vooral dichte diabazen, bazalten, porfieren, minder de granieten, welke alle op de vlakken, voorzien van z.g. gletsjerklassen een glans kunnen vertonen, die niet minder is dan die der windlakstenen van de oppervlakte.

Is hiervan nu de zandwind de oorzaak of de keileem? die bij het schuiven over

de bodem de stenen glad poetste, terwijl misschien iets later dit gladde vlak weer werd bekrast door puntige steenbrokken, welke er over werden geschoven? Zodat dit bekraste gladde vlak treffend overeenkomt met de wrijfspiegel met wrijfkrassen van de verschuivingsvlakken der bewegende gebergten.

Het is te begrijpen, dat door het vinden van deze lakstenen in de grondmorene of verweerde grondmorene, geologen op een dwaalspoor zijn gebracht, dat door hen het spoor der windlakstenen is gevolgd, terwijl 't lang niet zeker is, dat de zandwind oorzaak is der polijsting. Vond men daarnaast windkanters in de keileem, dan werd

de zaak anders.

Ook op de heide kan men stenen met gletsjerklassen vinden, en deze kunnen ook daar natuurlijk windlak ontvangen; toch bestaat er enig verschil met de gelakt-bekraste stenen uit de grondmorene.

Opvallend is, dat de in grondmorenes, weinig of intens verweerd om 't even, de diabazen, bazalten, granieten en porfieren met slijplak of gletsjerklassen en gletsjerklassen zo'n fraai overtrek vertonen van bruine kleur, welke vreemd

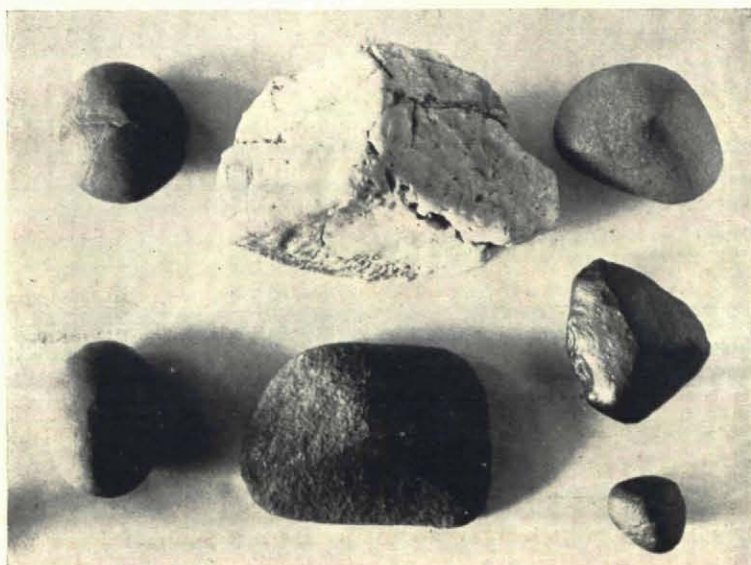


Fig. 12. Mijn vier conische windkanters op de hoeken, een driekanter van kwarts boven, een van lydiet rechts, de lage pyramide onder. Windkeien van Huizen en Amersfoort van niet alledaagse genres.

is aan de niet gepolijste en niet bekraste vlakken van dezelfde stenen. Het schijnt, dat ijzeroxyde en mangaanoxyde door verweering en druk zijn vrijgekomen en hebben gediend als politoer-materiaal, zoals de politoer of de lak bij het meubelglanzen. Een grijze kalksteen met krassen en lak vertoont niet die bruine kleur, waaruit zou volgen, dat dit kleurend bestanddeel aan de steen zelve werd ontleend, en niet aan de keileem.

De kwestie van de glimmende stenen in de grondmorene is een zeer moeilijke, misschien in de toekomst oplosbare; mijn gegevens zijn te beperkt, om er een conclusie uit te trekken.

Ten slotte geef ik hier in stellingen mijn inzichten:

1. Windkeien zijn: windkanters zonder en windkanters met windlak, benevens slijpstukken met windlak.

2. Windkanters zijn: spoelvormige windkanters, tweekanters, driekanters, vierkanters, veelkanters, conen.
3. Slechts bij platte windkanters en driehoekige splijtstukken werd de afslijping en de uiteindelijke vorm bepaald door de vorm van het grondvlak.
4. Slechts uit driehoekige splijtstukken ontstonden enkele driekanters, althans in ons land.
5. Uit tabletvormige splijtstukken ontstonden dubbele driekanters door afslijping langs de bovenliggende, nagenoeg horizontale, ribben en hoeken.
6. Slechts voor de zeldzame conische windkanters behoeft enige wenteling te worden aangenomen om een verticale as, voor sommige spoelvormige die om een horizontale as.
7. Het aantal zuidelijke windkanters overtreft vele malen dat der noordelijke.
8. Onze windkanters zijn hoofdzakelijk ontstaan in de na-ijstijd, latere afslijping leverde hoogstens halffabrikaten of zwakke aanslijping.
9. Onze windlakstenen zijn van alle tijden.
10. Windlak is betrekkelijk onbestendig in de atmosfeer, maar blijft goed bewaard bij afsluiting met grondlagen.
11. In de grondmorene komen voor: gekraste noordelijke stenen met mat schuurvlak, dito met gepolijst schuurvlak, zelden ongekraste stenen met schuurvlakken.
12. Omtrent oorsprong, tijd en plaats van vorming der glimmende vlakken van nog in de grondmorene zittende stenen is m.i. nog geen conclusie te trekken.
13. Op windkanters van de heide komen geen gletsjerklassen voor, wel op windlakstenen; de windlak is jonger dan de krassen, soms recent.
14. In de Nederlandse grondmorene komen zeer waarschijnlijk geen echte windkanters voor, wel driekante splijtstukken, lakstenen en gekraste stenen, zie 11.
15. De betrekkelijke schaarste aan windkanters in Duitsland moet worden geweten aan het gemis aan geschikt stenenmateriaal, benevens aan de meerdere landijsbedekkingen, vgl. 7.

Hilversum.

P. VAN DER LIJN.

LITERATUUR.

- F. WAHNSCHAFFE. Facettengeschiebe. Zeitschr. der Deutschen Geol. Gesellschaft. 1887.
 M. VERWORN. Sandschliffe am Djebel-Nakus. Jahrbuch Geol. und Miner. 1896.
 F. J. P. VAN CALKER. Facetten- und Kantengeschiebe. Centralblatt für Mineralogie, 1906.
 W. Graf ZU LEININGEN. Ueber Kantengerölle. Geogr. Gesellsch. München. 1908.
 J. LORIÉ. Over het ontstaan van driekanters. Geol. Mijnb. Genootschap. II. 1914.
 P. VAN DER LIJN. Windkeien. De Levende Natuur. 1918.
 F. J. FABER. Geologie van Nederland. 1926.
 J. VAN BAREN. De bodem van Nederland. 1927.
 PH. KUENEN. Experiments on the formation of windworn pebbles. Leidsche geol. meded. dl. 3 — 1928.
 P. TESCH. Over kantige rolstenen. Gedenkboek SCHUILING. 1924.
 G. BERG. Spindelgeschiebe. Zeitschr. für Geschiebeforschung. 1931.
 P. VAN DER LIJN. Nederlandse zwerfstenen. 1935.