

WINDKEIEN.



E natuur kan alles, zij openbaart ons steeds nieuwe wonderen en toch hebben wij kleine zielen nog niet geleerd te vertrouwen, en durven we nog twijfelen aan wat we niet dadelijk kunnen doorgronden.

Hoe velen schudden nog bedenkelijk het hoofd, als men ze spreekt over de kracht van den wind op onze zwerfkeien uitgeoefend.

En toch, hoe heerlijk getuigt zij, de eeuwige, rusteloos werkende!

Bij het volhardend gewroet der menschen in 'saardrijks ingewanden, was in de voorste helft der eerste geologische eeuw¹⁾ het doelwit der geologen slechts fossielen te vinden, die de genesis der aarde zouden openbaren, en werd weinig aandacht geschonken aan de oppervlakte-verschijnselen, welke pas in de tweede helft dier eeuw in studie werden genomen.

In 1858 merkte von Gutbier in Saksen de eerste driekanters op, maar beschouwde ze als mooie, driehoekige keitjes, die in de rivieren toevallig zoo waren afgeslepen. Door de wassende belangstelling voor glaciale verschijnselen kwamen daarna van alle kanten berichten in van gevonden Dreikantner, van Jutland, Silezië, Mecklenburg, Lyon en ook uit Drente waar Van Calker ze opraapte.

Toen zette Berendt zijn schommeltheorie in elkander, waarmede hij het ontstaan der Kantengesteine verklaarde: een steen, rustend op twee andere, zal in stroomend water in schommelende beweging kunnen geraken, op de steunpunten door wrijving en uitscheuring vlakken verkrijgen en in den driesteun een driekanter worden. (Fig. 1)

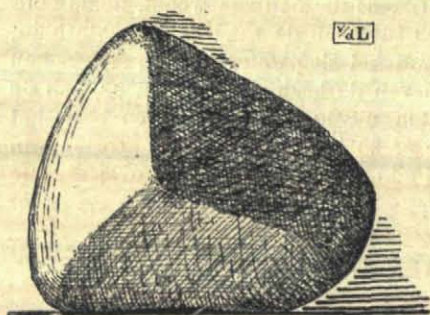


Fig. 1. Dreikanter. Amersfoortsche berg.

Ten spijt van de gapende krokodillen en de zaagvisschen in de apotheken, was de leek niet meer zoo bang voor de natuur als weleer en durfde al eens met den studeerende meezoeken naar in gletsjerbeken zich vormende driekanters, welke daar maar steeds niet werden gevonden, althans niet met het fraaie vetglanzende uiterlijk.

Intusschen had de zoekende mensch in de fabriek zijn procédé voor de kristalfabricage verbeterd en vertoonde in 1873 op de Wereldtentoonstelling te Weenen zijn bedrevenheid in het slijpen met een straaltje fijn zand, dat met stoom onder twee à drie

atmosferen druk uit een nauwe buis werd gespoten en met schrijvende beweging over en langs het glas de gewenschte lijnen sneed.

Wat zich nu in 's geologen onderbewustzijn afspeelde, is moeilijk te raden, maar sindsdien duikt telkens het denkbeeld op van zandwindwerking op keien, met het gewone gevolg. Ten onzent bekende Van Calker eerlijkweg de ideeënassociatie van den zandstraal en den zandwind en sprak onbewimpeld uit, te gelooven aan de uitwerking van dezen laatste op de keien in onze zandstuifgebieden.

Schrijver dezes heeft de thans algemeen aangenomen verklaring aanvankelijk met eenigen schroom aanvaard, maar tegelijk het voornemen opgevat te observeeren hoe en wat de wind doet met het harde materiaal, om daaruit zoo mogelijk te construeeren hetgeen met onze windkeien is gebeurd.

Wat nu het resultaat zijner waarnemingen en studie is, zal wel blijken uit het volgende, maar voorop sta, dat hij overtuigd is van de houdbaarheid der zandwind-theorie.

¹⁾ De eerste hoogleeraar in de geologie, Faujas de St. Fond, werd in 1793, dus ruim een eeuw geleden, te Parijs aangesteld.

Zonder nog op den vorm der keien te letten, dienen we eerst het typische verschijnsel te onderkennen van windlak, dat aan de oppervlakte der door zandstof bewerkte steenen het vet- of vernisglanzende uiterlijk geeft, hetwelk veel verschilt van den doffen of matten glans door rivieraafslipping veroorzaakt.

Zelden zag ik het verschil duidelijker dan bij een groot brok roode zandsteen, dat bij de oesterduinen door uitbreiding van het stuifgebied, binnen de zandblaas sleer was gekomen, en aan de boven- en zijkanen met een glanzend laagje werd omgeven, hetwelk een ongemeene bekoring gaf aan de anders altijd matte steen, zooals we die, afkomstig uit het Rijngebied, in onze grintgraverijen vinden.

In dezelfde zandstuiving vond ik ook een stuk gladgepoetst verweerd bazalt; wie in het veld de kleiachtig verweerde bazaltbrokken meermalen heeft gevonden, kan zich voorstellen, wat een verrassing dit gaf: verweerend bazalt met windlak!

Het verschijnsel nu treedt overal op, waar zand en keien liggen, zoowel op de Drentsche heidevelden als in de Brabantsche Kempen, in de woestijn als in de steppen. De naam woestijnlak, toegepast op den glans der daar liggende steenen, moge wat eenzijdig zijn, daar we zoo voortgaande ook van steppenlak, heidelak enz. zouden moeten spreken — zij is in elk geval typeerend.

We behoeven ons nu, lezende over het glimmende voorkomen der granietkeien in de duinen bij Reval, en de gelakte oligocene kwartsietkeien bij Jena en Merseburg, niet meer plichtmatig te verbazen, omdat er sprake is van natuurwonderen in het buitenland, — en gaan over tot de beantwoording van de vraag, of de wind ook de kracht bezit, door middel van de harde kwartskorrels, de keien te vervormen en de gedaante te geven van driekanter en dergelijke.

De woestijngebieden geven ons fraaie voorbeelden te zien van zandwind-afslipping of corrosie aan de rotsen, die nu eens fraai worden bijgerond en gladgepoetst en dan weer worden uitgevreten, vooral langs den bodem, waar de zwaarste en scherpste kwartskorrels zich bewegen.

De woestijnreizigers weten dit bij ondervinding en beschermen zich tegen den het vel openrijtenden zandwind, door zoo hoog mogelijk op den kameel te klimmen, als het gaan een kwelling wordt.

De scherpe, harde zandkorrels oefenen op de alleenstaande rotsblokken zulk een corraderende werking, dat zij deze geheel vervormen, langs den bodem het meest uitschurende, soms z.g. paddenstoelrotsen doen ontstaan. (Fig. 2.)

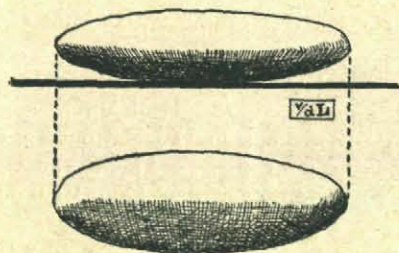


Fig. 3. Tweekanter. Huizen in 't Gooi.

Begrijpelijk is het, dat de zandwind, lang achtereen uit één richting waaiende, ook zijn uitvretende werking op liggende steenen zal doen gevoelen, en wel in een vlak, dat zich in zekeren zin loodrecht op de windrichting zal stellen.

Nu zijn bij ons waarnemingen omtrent den invloed der heerschende winden niet te doen, of men zou een zeer afgelegen, nimmer door schapen en menschen bezocht stuifgebied moeten zoeken, en dat zal moeilijk zijn te vinden.

We moeten ons dus in dit opzicht verlaten op de mededeelingen van buitenlandsche geologen, die gelukkiger waren dan wij.

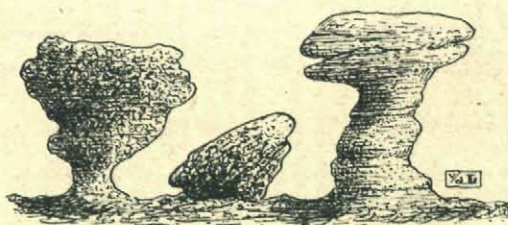


Fig. 2. Paddenstoelrotsen. Egypte en Colorado.

Zoo heeft in 1896 Verworn waarnemingen gedaan aan de Aziatische zijde der Roode zee, waar de heersche wind langs de geheele kust N. of N.N.W. is en de Zuidenwind slechts als ondergeschikte factor meetelt.

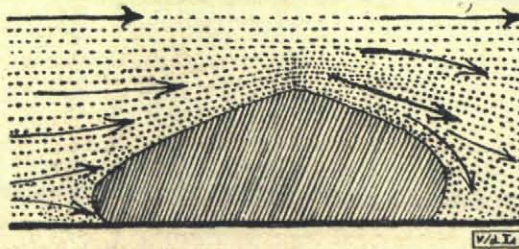


Fig. 4. Richting van den zandstroom.

Nu vond Verworn tusschen het zee-strand en den berg Djebel Nakus die in langgerekte heuvels naar zee afloopt, de windkeien bijna uitsluitend op de ruggen der heuvels, en frappant was het overheerschend voorkomen der elliptische windkanter met twee zwak convexe vlakken, die nagenoeg zonder uitzondering beantwoordden aan de windrichting, zoodat de door haar gevormde ribbe W.Z.W.-O.N.O. lag.

Een zelfde waarneming heeft men op Nieuw-Zeeland gedaan in de dalen, welke uitloopen op de Evans-baai, en waarin de wind steeds zee- of landwaarts waait. Op de hellingen lagen in overmaat de langronde tweekanter gericht met de punt naar het dal, dus met de ribbe loodrecht op de windrichting (fig. 3).

Nu is in het laatste geval het bestaan van twee aangeslepen vlakken gemakkelijk te verklaren, nl. het eerste door den land- en het tweede door den zeewind; maar niet aldus aan de Roodezeekust, waar één wind overheerschend was en dus slechts één vlak zou worden aangeslepen. Verworn veronderstelde het ontstaan van het tweede vlak door een draaiing van de windkanter om de lengte-as, tengevolge van rukwinden. Bij herhaalde omkeeringen zou het resultaat op de beide vlakken niet zichtbaar verschillen.

Ook zonder deze werking van rukwinden aan te nemen kan een tweede vlak wel worden verklaard.

Immers, ondermijning van het steunvlak zal vooral op hellingen kunnen plaats vinden door deflatie, door gewroet en geloop van dieren; een afglijden van den kei moet noodwendig met verandering van richting samengaan.

Maar zelfs, al werd de kei niet gedraaid, dan nog zou er afslijping van het tweede, aangrenzende vlak plaats hebben, ook bij een constanten, eenzijdigen wind (fig. 4).

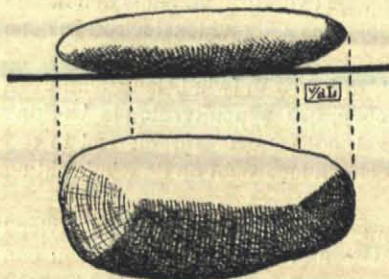


Fig. 6. Ovale vierkanter. Oud-Naarden.

Deze toch zal bij geringe vlakslippling reeds een bovenste scherpe ribbe vormen en daar aanleiding geven tot interferentie van den bewegenden zandstroom, die daar een knoop, en op eenigen afstand daarvan, een buik zal vormen in de bewegingslijn. Daarbij ontvangt het zand op het hoogste punt nieuwe kracht van de steeds aanbotsende en boven over den kam jagende zanddeeltjes.

Letten we nu op de plaatsen van de grootste uitschuring dan zullen de deelen naar de windzijde daarvoor het meest in aanmerking komen, en ook aan de toplijn

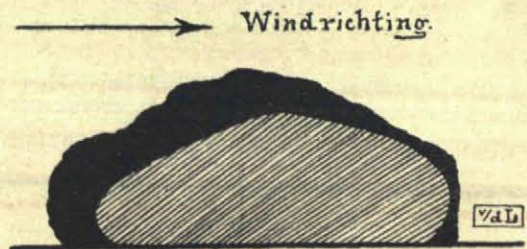


Fig. 5. Plaatsen van grootste afschuring.

zal overblijven, wel met ongelijke vlakken, maar toch als tweekanter. Verder zullen de hoeken, ook de aan de luwzijde gelegene, worden bijgerond, daar langs den bodem een gedeelte van het zand zijn weg om den kei heen zal nemen, en deze daar afschurende, het steunvlak voortdurend zal verkleinen, zoodat de doorsnede den zoo typischen vorm van een lage koren- of hooimijt zal aannemen.

Gingen we in het voorgaande uit van de veronderstelling, dat de wind zulk een richtende kracht bezat, dat de keien alle met de lengte-as loodrecht daar op werden gesteld; het ligt voor de hand, dat kleine terreinverhoogingen, steentjes, dierlijke uitwerpselen, een plantenstengel en dgl. deze plaatsing belemmeren, zoodat een reeds aangeslepen kei met den kop in den wind komt te liggen, of een hoek maakt met de windrichting.

In dat geval worden nieuwe vlakken aangeslepen en ontstaat uit een tweekanter de ovale vierkante (fig. 6), waarbij het vlak aan de windzijde veel sterker zal worden afgeslepen dan dat aan de luwzijde, daar tengevolge van het ontbreken der kamlijn loodrecht op de windrichting, interferentie zal uitblijven. Zijn er twee tegenovergestelde winden heerschende, zooals aan de

Evansbaai, dan zullen zuivere langwerpige vierkanten ontstaan, terwijl men hetzelfde effect zou kunnen verwachten op een niet verplaatsten langwerpigen steen in een streek met twee paar tegenovergestelde heerschende winden.

Is de te bewerken steen een groote platte schijf, dan zal in genoemde gevallen een heel ander resultaat ontstaan, daar de afgeslepen zijanten elkander niet aan de bovenzijde ontmoeten. Er ontstaat dus een afgeknotte vierzijdige pyramide, die zelden zoo fraai regelmatig zal zijn als het hiernaast afgebeelde exemplaar, fig. 7, dat ik in het Gooi vond. Indien bij één windkei de gedachte aan afslijping door watertransport nog zou kunnen oprijzen, bij dezen voorzeker niet.

Wel zal de aandachtige beschouwer opmerken, dat het linker- en onderste slijpvlak wat breder zijn dan de beide andere,

maar daarvan draagt de heerschende wind de schuld, en daarom is voor ons de kei zooveel te echter.

Bij voortgaande afschuring wordt het vierkante bovenvlak hoe langer zoo kleiner en zal gewoonlijk worden opgelost in een lijn, soms in een punt, zoodat dan een »Pyramidalgeschiebe« ontstaat, welke weer, door oplossing van twee der zijvlakken in een enkel, kan overgaan in een driekanter.

Dit laatste wil niet zeggen, dat alle driekanters dezen eeuwenlangen weg hebben afgelegd. Veeleer neem ik aan, dat uit driehoekige rivierkeien wel het grootste deel onzer driekanters is gevormd, omdat zij onder onze windkeien verreweg de meerderheid vormen, en omdat het aantal driehoekige splijtbrokken in grintgroeven niet gering is, n'en dé plaise de bewering van sommige geologen, dat de kwartsen en zandsteen geen neiging vertoonen in driekante stukken te breken, welke bewering ik eenvoudig beantwoord met een verwijzing naar steengroeven in België en keirijke plekken in ons eigen land. (Fig. 8.)

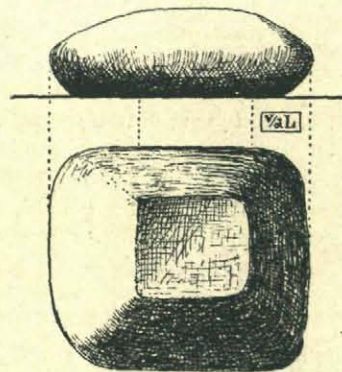


Fig. 7. Ideale vierkante. Bij Laren.

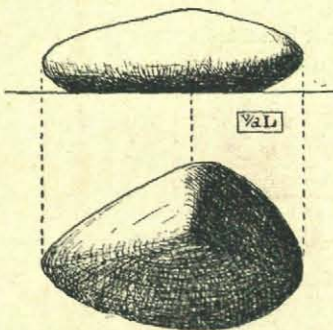


Fig. 8. Driekante. Oud-Naarden.

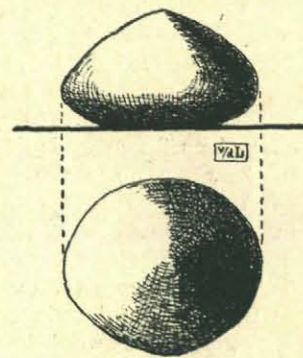


Fig. 9.

Conische windkante. Oud-Naarden.

In het algemeen bepaalt m.i. de vorm van het oorspronkelijke steenstuk den vorm van de windkei, terwijl in zeer gunstige gevallen algeheele vervorming plaats vindt, beantwoordende aan de kracht der verschillende winden, en waarvan we de beste vertegenwoordigers vinden op de vlakke heidevelden in de nabijheid van zandstuivingen, waar we dan ook fraaie exemplaren kunnen vinden, zoowel van driekanters, vierkanters als veelkanters.

In bijzondere gevallen wordt de x-kanter opgelost in een zuiveren kegel, n.l. door herhaalde draaiing tijdens het slijpproces, wellicht veroorzaakt door langzame deflatie aan de benedenzijde der helling, waarbij de windkei een spiraalbaan doorloopt en zich geleidelijk aan alle zijden laat bewerken. (Fig. 9.)

De zoo ontstane conische windkeien zijn uitteraard zeldzaam, maar buitengewoon fraai van vorm; het gelukte mij op een hellend terrein bij Oud-Naarden onder de vele gewone windkanters er een tweetal te vinden.

Op datzelfde terrein kwamen ook dubbele windkanters voor, welke zijn te herkennen aan een onregelmatig stel facetten en den alzijdigen vetglans. Het zijn door dierlijk gewroet, deflatie of erosie onderst boven gekeerde windkanters, die dus ook op de steunvlakken bewerkt zijn en nergens meer een slijt- of waterslijpvlak laten zien.

Vertrouwd als we nu langzamerhand zijn met glans, vorm en fatsoeneering der windkeien, valt het gemakkelijk te spreken over onechte windkeien, d. w. z. keien, die slechts den vorm gemeen hebben met de echte windkeien, en er toch gemakkelijk mede worden verwisseld blijkens de aanwezigheid van het onechte tusschen het rasechte type in meerdere musea.

Blijkbaar heerscht er een spraakverwarring of een slecht inzicht in deze materie, en daarom wil schrijver dezes trachten tot een vaste afspraak te komen, vooral nu het aantal amateurs in de geologie zoo toeneemt.

Indien we alle soorten samenvatten, welke voor windkeien worden aangezien, dan krijgen we:

1. rotsstukken met vrij vlakke slijtkanten;
2. id., maar in de rivier of moreene wat bijgeslepen;
3. rotsstukken, met of zonder vlakke kanten, door den wind opgepoetst;
4. id., met door den zandwind gevormde zijdkanten en windlak.

Strikt genomen zijn nu 3 en 4 windkeien, omdat de zandwind er aan heeft gewerkt, terwijl 1 en 2 blijkens hun ontstaan er niets mede hebben te maken, hoogstens slechts mat zijn geschuurd, en om den vorm onechte windkeien zouden kunnen worden genoemd.

Een windkei nu, die alleen windlak bezit, zonder bepaalde facetten, zou ik windlaksteen willen noemen, terwijl een gefacetteerde dan windkanter moet heeten.

Zoo opgevat, moeten uit onze verzamelingen als windkeien verdwijnen de driehoekige en veelkantige slijtstukken zonder en met sporen van fluviatiel of glaciaal vervoer, dus die onder 1 en 2 genoemd; de laatste zouden we stroomkeien kunnen noemen.

Zien we nu welke namen elders in gebruik zijn, dan ontmoeten we bij de Engelschen en Amerikanen windworn-pebbles voor winkeien en faceted-pebbles voor gletsjerkanters. In de Deutsche werken zien we door elkander gebruiken Pyramidal-Geschiebe, Kanten-Geschiebe, Kanten-Gerölle, Facetten-Gerölle; in 't kort dus een onvaste namenserie, die ons omtrent de genesis dezer steenen totaal in 't onzekere laat, bijeen laat of de gletsjerkanters en windkeien of de windkanters en windlaksteenen.

Stilzwijgend werd in het voorgaande aangenomen, dat alle windkeien oorspronkelijk rotsfragmenten waren, door onze rivieren aangevoerd in vroegere perioden, gesteenten dus van zuidelijke herkomst: kwarts, kwartsiet en zandsteen.

Echter is, vooral in de noordelijke provinciën, een deel der windkeien gevormd uit noordelijke gesteenten, welke hier met de grondmoreene van het Skandinavische landijs zijn gedeponeerd, en dus bestaan uit graniet, dioriet, porfier en dgl.

Bedenken we echter, dat een moreenekei gletsjerkrassen kan vertoonen door scherpkantige lotgenooten of een harden onderbodem veroorzaakt, dan komt een element in de uiterlijke kenmerken, dat heel wat pennen in beweging heeft gezet, en doet denken aan de kwestie van de eersaanwezendheid van de kip of het ei: was de windkei in de moreene opgenomen en daarna bekrast of was de bekraste moreenekei later door den zandwind bewerkt? Allerlei geologen als Walther, Koken, Wahnschaffe, ook onze Nederl. Van Calker en Dubois, traden in het krijt — en er heerschte een Babylonische spraakverwarring naast groot verschil van inzicht.

De omstandigheden, waaronder deze soort windkeien is ontstaan, verschillen plaatselijk zoozeer, dat de meeningen wel uiteen moesten loopen. (Fig. 10).

Dit is zeker, dat bij ons beide gevallen mogelijk zijn: een windkei tijdens een interglaciale periode in 't Oostzegebied gevormd, kan in de grondmoreene van het volgende landijs geraken, worden bekrast en met het keileem hier in den Hoofdijsd zijn afgezet; maar meer normaal is het voorkomen van bekraste rotsstukken, die, afgezet uit de grondmoreene, daarna pas windkeien worden.

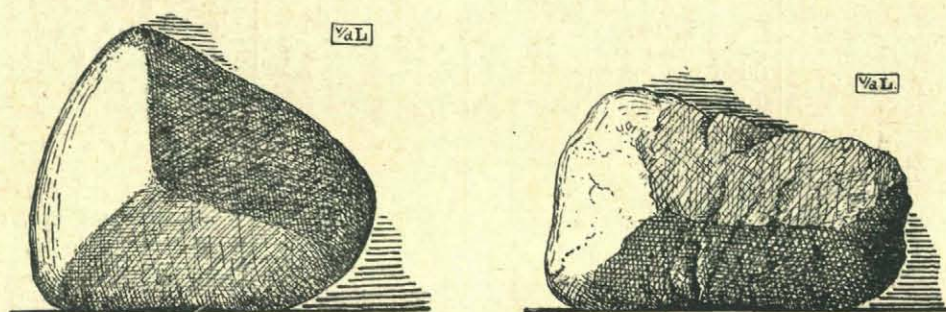


Fig. 10. Windkei naast stroomkei.

Dubois vond in 1903 in het Oude-Mirdummerklif vier kalksteen met krassen, waarvan drie met typische facetten, die zeer sterk aan windwerking deden denken en welke vermoedelijk uit de geërodeerde grondmoreene afkomstig waren.

Ook Van Calker heeft voor en na 1900 meermalen gekraste facettenkeien gevonden bij Groningen en Zuidlaren, welke duidelijk door den zandwind waren bewerkt; driekanters vormden hierbij de meerderheid, polygonale vormen waren zeldzaam, en onregelmatige gepoetste keien met een enkel glad vlak, waarop dan de bijgewerkte krassen, kwamen ook voor.

De lezer zal zich evenmin als schrijver dezes, wraam wenschen te maken over de kwestie, of we nu met het gewone geval hebben te doen van een kantige moreenekei, welke door den zandwind werd bewerkt, of met het buitengewone van een windkei, die in de moreene is geraakt.

Ook de door Van Calker e. a. vermelde karakteristieke groeven, die als gevolg van interferentie door den zandwind zouden zijn ontstaan, laten we rusten, daar we hier op gevaarlijk terrein komen: de interferentie in het zand door fraaie golfjes neergeschreven nemen we grif aan; die van den zandwind teweeggebracht door een kamlijn op de windkei is ook nog aannemelijk; maar de interferentie, welke op het steenen vlak rimpels doet uitslijpen lijkt zeer hypothetisch. (Zie ook »Erosie« in *D. L. N.*, Jan. 1917).

Neen, dan staan we omtrent den tijd waarin, en de omstandigheden waaronder onze windkeien zijn gevormd, op wat vaster bodem. Uit het voorgaande is reeds de conclusie te trekken, dat de tijden waarin wij leven niet gunstig zijn voor de windkeivorming, omdat ons klimaat te afwisselend, over het geheel te vochtig is, met al de gevolgen van dien voor bodem, flora en fauna.

Voor honderdduizend jaar was 't een andere tijd, toen Noord-Europa en het Alpengebied nog vergletsjerd waren en het Landijs over twee derden van ons land kwam schuiven.

Evenals boven het Landijs aan de tegenwoordige Zuidpool een neerdalende luchtstroom een barometrisch hoog veroorzaakt, zoo moet in onzen IJstijd boven het Skandinavische en het Alpenijs een hooge, en daartusschen een lage luchtdruk hebben geheerscht; aangezien nu het centrum

van hoogen druk boven het ontzaglijk uitgestrekte Landijs ten opzichte van ons land noord-oostelijk lag, moesten hier constante noordoosten- en oostenwinden hebben gewaaid, ook in het laatste deel van den IJstijd; toen het Landijs zich had teruggetrokken binnen een veel kleiner gebied, als gevolg van geringer neerslag en eenige verhooging van jaartemperatuur.

In deze periode van droge, ijskoude oosterstormen werden het zand en het droge moreeneleem een speelbal der winden, welke het in dichte wolken door het luchtruim joegen, valleien en meertjes er mede vullend en berg- en heuvelhellingen er mede bedekkend, waar we het nog vinden als: het löss uit onzen steppentijd. (Arnhem, Zuid-Limb.o.a.)

Toen waren de voorwaarden gunstig voor windkeivorming. Alle steenen aan de oppervlakte kregen den toets, werden windlaksteenen of windkanthers al naar het fijne stof of het scherpe zand de over-

Tegenwoordige en histor. tijd	Veen en klei Duinen.	Windkeien
Steppentijd.	Zand- en löss-stuivingen.	Windkeien
IJstijd.	Keileem Diluviaal zand en grint.	Interglaciale Windkeien Oostzeelanden.
Tertiair.	Oude klei bij Winterswijk, Denekamp, enz.	
Krijt.	Limburgsche kalkheuvels.	
Jura, Trias.		
Perm.	Ons zout in Gelderland en Overijsel.	Windkeien in de Salt-Range.
Carboon.	Onze steenkolen in Limburg.	
Devon.		
Siluur.		
Cambrium.		Windkeien in Zweden.
Oudste tijd.		

Fig. 11. Tijdschema der windkeien.

hand had. Fluviale en moreene-keien, alle ondergingen de bewerking in de groote slijp- en polijstmachine.

Op enkele plaatsen in Saksen heeft men windkeien gevonden onder het löss op den ouden landijsbodem, waar ze dus werden gevormd in de voorste periode van den post-glacialen tijd. Wellicht kunnen wij deze relictten ook nog wel vinden in de omgeving van Arnhem en Nijmegen. Amateur-geologen geeft acht!

De conclusie er uit te trekken, dat onze windkeien nu vòòr het löss zijn gevormd, zou wat voorbarig zijn: ook in Saksen zijn de windkeien en het löss kinderen van denzelfden vader, in leeftijd slechts weinig verschillend; maar uit het huwelijk van Æolus en Moeder Aarde werd niet altijd en overal dit tweetal geboren. De wind werkt nog altijd door, al ligt de steppentijd met de lössafzetting lang achter ons.

Stellig hebben de meeste onzer tegenwoordige windkeien met een heel ander gezicht den steppentijd ingekeken: de oude vormen zijn verslepen, maar ook de door erosie of deflatie aan de oppervlakte gekomen steenen zijn bewerkt, en zoo liggen tijdgenooten van de Hunnebedbouwers vredig naast de jongere uit den tijd der Watergeuzen en tusschen piep-jonge windkeien uit onze jeugd.

Toen onze delta meer begroeid werd, geraakten bijna overal de windkeien onder het plantendek, zoodat ze bij het afplaggen thans weer te voorschijn komen in het Gooi en op den Amersfoortschen berg. In de stuifgebieden van Drente, bij Drouwen, Zeegse, enz. en op de meest onvruchtbare heidevelden werden ze telkens weer aan den zandwind blootgesteld, en ondergingen de grootste metamorfose, indien ze niet onderstoven.

Mogen we vertrouwen op de zandstraalproeven en berekeningen van De Geer, Thoulet, Nathorst en Lindström, dan zouden driekanters heel gemakkelijk zijn te verkrijgen, recente windkanters alledaagsche dingen zijn en in ons klimaat bij niet te ongunstige omstandigheden binnen twee jaar wel kunnen zijn gevormd, al wordt dit door sommige onzer geologen betwist.

Het ware op een afgesloten terrein te probeeren. Met planten wordt zoo energiek geëxperimenteerd, waarom niet met keien?

De vraag, of ook oudere dan diluviale windkanters hier of misschien elders kunnen voorkomen, mag niet over 't hoofd worden gezien.

Het feit reeds, dat in de grondmoreene van het Landijs windkanters zijn opgenomen, getuigt reeds voor een vroegere, hetzij dan interglaciale of prae-glaciale vorming.

Bij Iugnäs in Zweden zijn door Nathorst fossiele windkanters gevonden in een Cambrische zandsteenformatie, en ook in de Himalaya zijn weinig minder oude in het Perm aangetroffen.

Uitteraard moeten zulke vondsten tot de zeldzaamheden worden gerekend, daar bij een conserveering gedurende milioenen jaren de kans groot wordt, dat het omhullend gesteente wordt weg geërodeerd en de windkeien daarbij zijn blootgesteld aan zand- en waterslijpwerking, die de windlak verdoft en de teekenende profielen verdoezelt: in 't algemeen zullen alle land-vormingen veeleer worden geërodeerd dan geconserveerd.

Tot slot nog een opmerking en een waarschuwing.

De opmerking geldt de gewoonlijk wat mystiek behandelde grootte der windkeien.

Na al het voorgaande konden we er bijna het zwijgen toe doen, daar het duidelijk is, dat de grootte uitsluitend afhankelijk is van de grofheid van het door Rijn-en-Maaswater of door Landijs afgezette diluvium; de grootste diluv.keien kunnen hoogstens windlaksteenen worden, de kleinere kunnen worden zoowel windlaksteenen als windkanters. Zeldzaam komen de laatste voor boven de maat van een voet, gewoonlijk zijn ze veel kleiner, eenige centimeters tot een decimeter. De verkleinende invloed bij het slijpen wordt daarbij sterk overschat.

De waarschuwing geldt het vinden van steenen pijl- en speerpunten, die voor een groot deel slechts windkeitjes blijken te zijn, windkeitjes van vuursteen gewoonlijk, waaruit vòòr de aanslijping een of meer hoeken zijn gesprongen.

Ook de platte, scherpkantige vuursteensplinters, door zandwind spiegelglad gepolijst, worden nog vaak voor overblijfselen van het gereedschap onzer diluviale voorouders gehouden; enkele hamerslagen op een vuursteen, waarvan dadelijk zulke splinters afvliegen, ontnemen ons die illusie.

Amersfoort.

P. VAN DER LIJN.

Voor Litteratuur en Naschrift zie volgende bladzijde.

Litteratuur.

Van Calker, Facetten- und Kantengeschiebe, Centralblatt für Miner., 1906;
Van Calker, Bijdragen kennis prov. Groningen, 1899;
Dubois, Facettengeschiebe, Centralblatt, 1906;
Koken u. Nötling, Centralblatt, jrg. 1903;
De Geer, Geol. Fören. Förh. Bd. 8, Heft 7;
Wahnschaffe, Facettengeschiebe, Zeitschr. d. Deutschen Geol. Ges. 1887;
Walther, Math. phys. Saks. Gesellsch., jrg. 1886;
Foureaux—Lamy, Documents scientifiques de la Mission Saharienne, 1904;
Heimans, Geologieboekje;

Van Balen, Windkeien, Buiten, 1911;
Escher, De gedaanteveranderingen onzer aarde, blz. 119 vlg. 1916.
Nathorst, Ueber Pyramidal-Gesteine. Neues Jahrbuch bl. 179. 1886.
Verworn, Sandschliffe am Djebel-Naku. Jahrbuch bl. 200. 1896.
Hedström, Künstliche Darstellung von Windkorrodierten Steinen. Geol. Zentralblatt, bl. 157. Referat. 1904.
Graf zu Leiningen, Ueber Kantengerölle. Geogr. Ges. München. 1908.
Lorié, Over het ontstaan van driekanter. Geol. Mijnb. Gen. II. 1914.

NASCHRIFT. Bij de correctie van het bovenstaande ontving ik van dr. Lorié uit Utrecht een overdruk: „Over het ontstaan van driekanter”, waar ik nog enkele literatuuropgaven ontleende en waarvan de lezing mij versterkte in het denkbeeld, dat de voorafgaande slijtingswijze van een steenstuk in het algemeen den vorm van den windkanter bepaalt.

We blijken vooral den Graaf zu Leiningen dankbaar te moeten zijn, dat hij zooveel tot opheldering van enkele kwesties heeft waargenomen. Het spijt mij, dat ik diens geschrift niet eerder heb gekend, daar ik zijn conclusie, dat de theorie der zuivere aerodynamikers door generaliseering sterk is overdreven, volkomen kan onderschrijven, blijkens het bovenstaande artikel.

Ook Lorié zelf blijkt overtuigd te zijn van een betrekkelijk resultaat der eolische werking, die zich in hoofdzaak bepaalt tot polijsting der reeds bestaande vlakken, tot een bijroning der kanten en hoeken, terwijl hij de bestaande of latente klievingsvlakken der gesteenten in aanmerking wil laten komen bij een latere aan de oppervlakte aan zandwind blootgestelde ligging.

Dat in ons diluvium meer windkanter voorkomen dan in het Noord-Duitsche, meent Lorié te moeten toeschrijven aan den hooger en ouderdom van het onze, waardoor onze keien langer aan het slijpproces zijn blootgesteld.

Ik meen, dat hier echter nog andere, minstens even belangrijke, factoren, in het spel zijn.

De rijkdom van ons diluvium aan zuidelijk materiaal, gekenmerkt door veel zandsteen en kwartsieten, welker brokstukken zoo geëigend zijn voor omwerking tot windkanter; het fluviaal vervoer met de inleidende vlakslipping en bijroning der scherpe hoeken en kanten; en eindelijk het groot aantal leemvrije terreinen ten onzent tegenover de vele stijve-keileemrijke Noord-Duitsche velden, zijn m. i. niet van geringe betekenis bij het beantwoorden der gestelde vraag.

Amersfoort.

P. VAN DER LIJN.

