

## Werk

**Titel:** Zur Entstehung der Kantenkiesel

**Autor:** Pfannkuch, Wilhelm

**Ort:** Leipzig

**Jahr:** 1919

**PURL:** [https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?345572157\\_0010|log34](https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?345572157_0010|log34)

## Kontakt/Contact

[Digizeitschriften e.V.](#)  
SUB Göttingen  
Platz der Göttinger Sieben 1  
37073 Göttingen

✉ [info@digizeitschriften.de](mailto:info@digizeitschriften.de)

## Zur Entstehung der Kantenkiesel.

Von Geh. San.-Rat Dr. Wilhelm Pfannkuch (Cassel).

Seit der Veröffentlichung meiner beiden Arbeiten über »Die Bildung der Dreikanter« und über »Die Formen der Kantenkiesel«<sup>1)</sup> sind zwei weitere Arbeiten über diesen Gegenstand zu meiner Kenntnis gekommen: W. DELHAES, der leider inzwischen auf dem Felde der Ehre gefallen ist, beschrieb »Eine Sammlung zur Erläuterung des Windschliffs«<sup>2)</sup> und L. LORÉ hielt vor der Niederländischen geologischen Gesellschaft einen Vortrag »Over het ontstaan van driekanter«<sup>3)</sup>.

Beide Forscher beschäftigen sich mit einigen, bis dahin noch unstrittenen Fragen, zu deren Aufklärung ich versuchen möchte, im folgenden beizutragen.

Diese Fragen sind: 1. Welchen Einfluß hat die ursprüngliche Form eines Steines, die er durch Bruch oder Spaltung erhalten hat, auf seine spätere Kantenform? und 2. Welche Bedeutung kommt dabei der Windrichtung zu?

DELHAES sammelte seine Stücke in der Sandwüste am Fuße der argentinischen Felsengebirge in nächster Nähe oder doch nur geringer Entfernung vom anstehenden Gestein, wo sie erst verhältnismäßig kürzere Zeit den Sandwinden ausgesetzt gewesen waren. Er nennt sie deshalb »jugendliche Kantenkiesel« und hält sie für besonders geeignet, das Verständnis für die Entstehung der Kanter zu erleichtern. Er fährt dann fort: »Die Betrachtung einer größeren Anzahl solcher jugendlicher Kantenkiesel lehrte mich, daß die spätere Kantenform durchaus der ursprünglichen, mehr zufälligen, durch Spaltung, Zerklüftung oder Zertrümmerung angelegten Gestalt des Stückes folgt, und dieser mehr Bedeutung zukommt, als PFANNKUCH nach der Untersuchung der idealen Kantengeschlebe bemessen zu dürfen glaubt.«

Diese Verschiedenheit unserer Ansichten ist die natürliche Folge der Verschiedenheit unseres Materials. DELHAES untersuchte rohe Bruchstücke, die vor der Sanderosion keinen verändernden Prozeß durchgemacht und deshalb ihre ursprünglichen Kanten und Flächen behalten hatten, welche vom Flugsand nur abgeschliffen und poliert worden waren, ich dagegen durch den Transport in den Gletscherflüssen abgeriebene und abgerundete Kiesel, die ihre ursprünglichen Kanten und Flächen verloren und statt ihrer vollkommen neue durch Sandabschlei-

<sup>1)</sup> Geolog. Rundschau IV, Heft 5 u. 6 (1913) und V, Heft 4 (1914). (Zitiert als I und II.)

<sup>2)</sup> Ebenda VI, Heft 4/6 (1915).

<sup>3)</sup> Dieser Vortrag ist die Wiederholung eines 1911 im Niederrheinischen geolog. Verein in Bonn gehaltenen Vortrags mit einigen Änderungen. Die später erschienene Literatur ist unberücksichtigt geblieben.

fung erhalten hatten. Abgesehen von den Ausnahmefällen, wo bei der Kieselbildung die eine oder andere Spalt- oder Bruchfläche erhalten geblieben und in das Kanterbild mit einbezogen worden ist, haben diese neuen Flächen und Kanten mit der ursprünglichen gar nichts zu tun. Sie sind vollkommen neu entstanden, und deshalb sind es gerade diese diluvialen Kieselkanter, die zum Studium der Kanterbildung vorzugsweise geeignet sind, und nicht, wie DELHAES meint, die von ihm gefundenen Wüstenkanter. Es wirkt verwirrend, wenn man letztere »jugendliche Kantenkiesel« nennt, da sie weder Kiesel sind noch dazu werden können. Ich habe die kleine Sammlung in Hannover gesehen; die an sich recht interessanten Stücke »besitzen keine idealen Formen wie z. B. die diluvialen Kantengeschiebe des norddeutschen Flachlandes«, ihre Formen sind vielmehr unregelmäßig und stempeln sie zu Produkten des Zufalls, der ihnen gelegentlich eine gewisse Ähnlichkeit mit typischen Kantern verliehen hat. Auch in den Gegenden, wo kein Sandschliff vorkommt, kann man Kanter ähnliche Stücke finden, sowohl im Steinschlag als im Flußkies, die von weniger scharf entwickelten oder bereits wieder zurückgebildeten Kantern, wie sie z. B. am Strande gefunden werden, zuweilen nur durch den Fundort zu unterscheiden sind.

LORÉ tritt, gestützt auf seine Funde im niederländischen Diluvium, sehr entschieden für die Spaltungshypothese ein, zum mindesten fordert er für die Kanterentstehung durch Windschliff eine Vorbildung durch Spaltung oder Klüftung. Er sagt: »Ik wil nu niet zoo ver gaan van te beweren, dat nooit door enkele zand afslijping een drikanter zal ontstaan, maar twijfel er toch sterk aan. Ik meen door de medegebrachte voorwerpen aangetoond te hebben, dat, in menig geval, de klieving een factor van beteekenis is, maar beschouw het vraagstuk niet als uitgeput.« Daß die Klüftung in manchen Fällen ein Faktor von Bedeutung ist, ist ganz gewiß zuzugeben und wird der Beschreibung nach durch die vorgelegten Fundstücke genügend dargelegt. Es ist das auch von mir (I, Seite 317) seiner Zeit ausdrücklich hervorgehoben worden. Ich schrieb: »Manche Kanter lassen eine noch rohe oder geglättete Spalt- oder Bruchfläche deutlich erkennen oder wenigstens vermuten, meistens an ihrer Unterseite als Ruhefläche. Bei andern scheint eine Schlifffläche der Oberseite aus natürlicher Spaltung hervorgegangen zu sein, sie kann dann in das gewöhnliche Bild eingepaßt sein oder es modifizieren, ohne jedoch seine Gesetzmäßigkeit aufzuheben.« Aber gegen die Verallgemeinerung dieser relativ kleinen Zahl von Befunden muß man doch gewichtige Bedenken erheben.

Ich habe in Sylt in verschiedenen Jahren viele Hunderte von Kantern untersucht, die aus dem verschiedensten Material bestanden, dessen Spaltungsfähigkeit doch auch eine verschiedene ist, trotzdem war ich stets aufs neue überrascht durch die große Ähnlichkeit der entstandenen Kanterformen. Es drängte sich geradezu die Überzeugung auf, daß es sich hier nicht um Spiele des Zufalls, wie es Bruch und Spaltung doch

darstellen würden, sondern um gesetzmäßige Bildungen handelt, und allmählich gelangte ich zu der Erkenntnis, daß einzig und allein die Gestalt, der Grundriß des Kiesel die Unterlage abgeben, auf der der Sandwind in gesetzmäßiger Weise Kanten und Flächen abschleift. Mit dieser Annahme kann man die Entstehung aller Kanter erklären. Die Anhänger der Spaltungshypothese halten sich meistens an die Dreikanter, höchstens noch an die Einkanter. Diese Formen wären durch ein oder zwei Spaltungsflächen, im schlimmsten Falle durch Hinzunahme einer dritten, unter Umständen zu erklären. Wie aber steht es mit den viereckigen Vier- oder Fünkantern, den Vielkantern oder gar den Kegelschliffen, die, wenn sie auch selten sind, doch auch zu den Produkten des Windschliffs gehören und erklärt sein wollen? Wie steht es ferner mit den Doppelkantern? Zur Erklärung eines Doppeldreikanter würden 6, und eines Doppelfünkanter gar 8 Spaltflächen gehören. Auch die Erklärung der bei Unregelmäßigkeiten des Kiesel auftretenden Nebenflächen und Kanten würde die größten Schwierigkeiten machen, nicht minder die der Abschleifungszeichen an der Unterseite der Kiesel. Die einzigen Kanter, bei denen stets und unzweifelhaft Bruch und Spaltung eine große Rolle spielen, sind die Plattenkanter, die aus schiefrigen, aber auch andern Gesteinen hervorgehen, aber bei ihnen haben diese Flächen die Bedeutung der Liegeflächen, und die prismatische Kantenbildung betrifft nur ihren Rand (II, S. 249).

Der Einfluß der ursprünglichen, bei der Zertrümmerung der Felsen entstandenen Form der Steine beschränkt sich meist auf die allgemeine Form der Kiesel, in dieser kommt die jedem Gestein eigenartige Spaltfähigkeit zum Ausdruck. Die späteren Kanten und Flächen sind etwas Neues, Selbständiges, nur abhängig von der Kiesel-, nicht von der Urgestalt. Man sollte, um Verwirrung zu vermeiden, streng unterscheiden zwischen durch Sand abgeschliffenen rohen Bruchstücken, die ich einfach »Bruchkanter« nennen möchte, und den »Kieselkantern«, die vor dem Windschliff erst durch Wasser abgerieben und vorbereitet wurden. Nur für die letzteren gilt die von mir aufgestellte Gesetzmäßigkeit der typischen Kanterformen.

Was nun die Bedeutung der vorherrschenden Winde anbetrifft, so räumt ihnen DELHAES großen Einfluß auf die Gestaltung der Kanter ein, eine Annahme, die auch von anderer Seite oft aufgestellt und ebenso oft bestritten worden ist. Man ging früher sogar so weit, für die Entstehung eines Dreikanter drei Windrichtungen anzunehmen. Die Ebenen von La Rioja, wo DELHAES sammelte, stehen ganz unter der Herrschaft des Süd- bzw. Nordwindes. Zum Beweis dafür wurde auf den Stücken beim Aufsammeln durch einen Pfeil die S-N-Richtung angegeben. Was nützt aber die Angabe der Windrichtung auf den Kantern, wenn der Beweis fehlt, daß sie während der Abschleifung unbeweglich still gelegen haben? Ich kann versichern, daß die kleinen, leichten Steine, die ich in dem Museum zu Hannover sah, sicher von den

in Argentinien herrschenden Winden hin und her geschoben und geworfen, sogar umgedreht worden sind. Redet doch DELHAES selbst von Stürmen, die gelegentlich über die Ebene hinbrausen, von Sandwolken, die gegen den vorgelagerten Südhang des Dünenberges branden, so daß hier die blendend weiße Dünendecke fast bis zur Hochfläche des Berges hinaufklettert. Von einer bestimmten, regelmäßigen Richtung, in der der Sand gegen die Steine geschleudert worden ist, kann unter diesen Umständen wohl nicht die Rede sein. Käme überhaupt der Windrichtung und damit dem Stilliegen der Kiesel eine Ausschlag gebende Bedeutung zu, so müßte man zwischen großen, schweren und kleinen, leichten Kantern deutliche Unterschiede in der Abschleifung feststellen können. Das ist aber durchaus nicht der Fall. Bohnen- bis mandelgroße Kanter zeigen dieselben gesetzmäßigen, scharfen Kanten und ausgeprägten Flächen wie zentnerschwere Findlingsblöcke. Ja gerade die kleinen, beweglichen Quarzkanter sind oft besonders glatt und scharfkantig geschliffen und außerdem dabei häufig Doppelkanter, die der Wind also umgedreht hat. Sehr schöne, niedliche rote Jaspiskanter von der afrikanischen Küste sah ich im Hamburger geologischen Museum, und in Sylt fand ich im Gegensatz dazu in der Westerländer Feldmark zwei Riesenkanter von etwa  $\frac{1}{2}$  m Durchmesser, die man kaum bewegen konnte; der eine ein Einkanter von verwittertem Granit und länglich runder Form, der andere ein schöner Dreikanter von hartem, glatten Quarzit und ausgesprochen dreieckiger Gestalt. Gewicht und Größe spielen also keine Rolle und somit auch nicht das Stilliegen der Kiesel und die Regelmäßigkeit der Windrichtung.

Wäre letzteres der Fall, so müßte man ferner erwarten, daß in solchen Gegenden ausschließlich oder doch vorzugsweise eine bestimmte Kanterform vorkäme. Die DELHAESSchen Wüstenkanter zeigen sehr verschiedene Gestalt, sie sind aber auch, wie schon gesagt, keine »Kieselkanter«, die ihre Kanterform erst durch den Windschliff erhielten, sondern »Bruchkanter«, die sie bereits vor der Abschleifung besaßen. Anders war es bei den Kantern, die VERWORN<sup>1)</sup> in der Wüste am Fuße des Djebel Nakûs sammelte. Sie waren in überwiegender Mehrzahl typische Einkanter von außerordentlich regelmäßiger, schöner Gestalt. Sie entstammten echten Quarzkieseln, und das Terrain, in dem sie lagen, wurde vorzugsweise beherrscht von N bzw. NNW-Winden (und umgekehrt), denen sie meist ihre Seitenfläche darboten. Da lag der Gedanke sehr nahe, daß diese konstanten Winde, wie VERWORN annimmt, die Ursache für die Einkanterform abgeben. Aber auch hier muß man einwenden, daß es sich um kleine, bewegliche Kiesel handelte, deren Beweglichkeit und wahrscheinliche Lagerveränderung VERWORN selbst zur Erklärung einiger Besonderheiten hervorhebt, und es ist immerhin die Annahme nicht von der Hand zu weisen, daß auch in diesem Falle das überwiegende Vorkommen der Einkanter durch den länglich runden,

<sup>1)</sup> Sandschliffe vom Djebel Nakûs. Neues Jahrbuch für Mineral. usw. 1896, Bd. I.

spindelförmigen bis elliptischen, Grundriß der einander auffallend ähnlichen Kiesel bedingt ist. Typische Dreikanter waren nicht darunter, wohl aber Übergangsformen, wie der auf Tafel VI abgebildete, prächtige Kanter Nr. 7, der infolge seiner ausgeprägten Eiform an seiner Breitseite zwei Nebenkanten zeigt.

Die Sylter Kanter, die ich untersucht habe, zeigten alle möglichen Formen. Sie sind ohne Zweifel in derselben Sandebene unter denselben Winden nebeneinander liegend entstanden. Darin liegt der strikte Beweis, daß nicht die Windrichtung es sein kann, die die Form des Kanters bestimmt, sondern etwas anderes, was in dem Kiesel selbst liegt. Das ist eben seine ganze Gestalt, sein Grundriß. Wie dies vor sich geht, habe ich in meinen Arbeiten ausführlich auseinandergesetzt. Der Wind liefert nur die Kraft, die Sandkörner sind das Werkzeug. Die Arbeit wird bestimmt durch die Gestalt des Kiesel; sie gibt dem anfliegenden Sand die Richtung, in der er die Oberfläche anbohrt, abkratzt, abschleift und poliert, so daß Flächen entstehen, die durch Kanten getrennt sind. Da die Kraft hierbei in ganz gesetzmäßiger Weise in Teilkräfte zerlegt wird, so muß auch das Produkt stets ein gesetzmäßiges sein, und der Kanter bei jeder Windrichtung stets denselben Typus zeigen, der seinem Grundriß entspricht.

Überwiegt eine Windrichtung, so kann sich dies nur dadurch ausdrücken, daß der Grad der Abschleifung auf dieser Windseite stärker hervortritt. Dadurch erleiden die Kanten eine Verschiebung nach der entgegengesetzten Seite, aber ohne ihren Zusammenhang zu verlieren. Ein Einkanter, der vorzugsweise von einer Seite her abgeschliffen wird, erleidet eine Krümmung seiner Mittelkante nach der andern Seite; bei einem Dreikanter wird der Treffpunkt, bei einem Fünfkanter die Trefflinie der Kanten im selben Sinne verschoben. Dasselbe Bild entsteht übrigens auch, wenn die Wölbung des Kiesel von Haus aus, schon vor der Abschleifung auf beiden Seiten, ungleich war. An dem fertigen Kanter ist das nicht immer zu erkennen. Die Kanten entsprechen ihrem ganzen Verhalten nach, wie ich mich früher ausdrückte, den Halbierungslinien der Winkel; wären die Grundrisse der Kiesel wirkliche geometrische Figuren, anstatt ihnen nur ähnlich zu sein, so würden die Kanten bei gleichmäßiger Abschleifung auch wirkliche Halbierungslinien darstellen.

Nun noch ein Wort über die sog. konstanten Winde. Sie bedürfen einer näheren Erläuterung. Es gibt sicherlich Gegenden, wo ein Hauptwind vorherrscht, meist als N- oder S-Wind in von Norden nach Süden streichenden Tälern. VERWORN und DELHAES haben in solchen Tälern untersucht. Diese regelmäßigen Winde schlagen je nach dem Stande der Sonne gewöhnlich im Laufe des Tages in ihr Gegenteil um. Dann hätten wir also schon zwei Windrichtungen, die für die Abschleifung in Betracht kommen. Außerdem ist aber kein Luftstrom gleichmäßig in seiner Stärke; auch abgesehen von böigen Winden wechselt die Intensität des Windes oft genug; die elastische Luft preßt sich zusammen und dehnt

sich wieder aus, auf Stoß erfolgt Rückstoß. Auch seitliche Schwankungen sind stets vorhanden, das sieht man an jeder starren Windfahne und am Flattern der Fahnentücher. Ferner lenkt jeder in der Nähe eines Kiesels befindliche Gegenstand den Wind ab, wie man am Strand mit Leichtigkeit beobachten kann, und zwingt ihn und den Flugsand in eine andere Richtung. Vor allem aber tut dies der vom Wind getroffene Stein selbst, wie ich durch ein in den Sylter Dünen angestelltes, einfaches Experiment (I, Seite 313, 315) gezeigt habe. Der Wind prallt von dem Stein ab, bildet um ihn einen Graben, unterhöhlt ihn, führt den Flugsand um ihn herum und wirft ihn, im Windschatten angelangt, gegen die Rückseite, wo er sich schließlich anhäuft. Das sehen wir im kleinen an den Sandhäufchen, die am Strand hinter jedem Stein, jeder Muschel liegen, und im großen an den bekannten Hindernisdünen.

Deshalb leugne ich die Bedeutung der Windrichtungen. Einerlei woher der Wind weht, der ihm ausgesetzte Kiesel wird stets von allen Seiten, wenn auch verschieden stark, angegriffen und abgeschliffen und erhält gesetzmäßig die Flächen und Kanten, zu denen er durch seinen Grundriß, seine Oberfläche, seine ganze Gestalt vorbestimmt ist. Je schöner und vollkommener ein Kiesel abgerundet ist, desto schöner und vollkommener wird auch die typische Kanterform. Mit Recht nennt deshalb DELHAES die aus den wohlgebildeten diluvialen Kieseln der norddeutschen Tiefebene hervorgegangenen Kanter ideale, und ebenso hebt VERWORN bei der Beschreibung der von ihm in der Wüste gefundenen außerordentlich schönen Quarzkanter hervor, daß sie ihre überraschend regelmäßige Bildung, außer dem gleichmäßig harten Material, ihrer von Haus aus gleichmäßigen, regelmäßigen Kieselgestalt verdanken.

Prof. HEIM in Zürich<sup>1)</sup> hat zuerst bei Durchmusterung einer Sammlung von Kantern mit genialem Blick die Wichtigkeit der Gestalt der Kiesel erkannt, indem er die Lehre von den Windrichtungen zurückwies. Er hat seine Ansicht in kurzen, klaren Sätzen niedergelegt, ohne sie allerdings eingehender zu begründen. Das mag die Ursache gewesen sein, daß sie nicht die verdiente Beachtung gefunden hat. Leider war mir die kleine Arbeit vor meinen Untersuchungen nicht bekannt.

Die »äolische Grundrißtheorie«, zu der mich diese Untersuchungen geführt haben, hat den unbestreitbaren Vorzug, daß sie von einheitlichem Gesichtspunkt aus die Entstehung aller Kanterformen restlos erklärt, sie unabhängig macht von Zufälligkeiten wie Spaltung und Windrichtung und sie begründet auf mathematisch-physikalische Gesetze. In dieser Beziehung möchte ich einen Ausspruch von Dr. EUGEN ALT<sup>2)</sup> anführen, den ich kürzlich las: »Es liegt ein gut Stück Wahrheit darin, daß wir erst dann eine Sache richtig verstehen, wenn wir sie mathematisch formulieren können.«

<sup>1)</sup> Über Kantengeschiebe aus dem nordd. Diluvium. Vierteljahrsschrift der Züricher Naturforsch. Gesellsch. 1888.

<sup>2)</sup> Der Krieg im Zeitalter der Naturwissenschaften und der Technik, I, 19.