

nitz- und Gradenkeeses und an den Wangenitzseen wie am Trelebitschkar und dem Mirnitzboden springen die Kämme beiderseits des Debanttales gegen SW zurück, um erst am Hochschober und am Roten Knopf wieder in die Ausgangsrichtung zurückzukehren. Im Höhenzug zwischen Rauris und Gastein und Gastein—Großarl fällt die Kammasymmetrie mit der Talasymmetrie zusammen. Es gibt an den Osthängen die größeren Kare und die sanfteren Talhänge. Im Zwiesel zwischen den beiden Rauriser Haupttälern bleibt aber nur die Kammasymmetrie nach O orientiert und im Kamm zwischen Rauris und Fusch liegen die größeren Kare an der Nordwestseite, so daß der Kamm näher am Seidlwinkeltal liegt. Wo der Grat in die Schneide übergeht, rückt der Kamm wieder ungefähr in die Mitte, Voraussetzung für die Regel ist allerdings, daß die benachbarten Talsohlen in ungefähr gleicher Höhe liegen.

## Beobachtungen auf Schuttkegeln.

Von Sieghard Morawetz.

Begehungen in der Hochschwabgruppe, dem Gesäuse, im Dachsteingebiet, in den Karnischen und Julischen Alpen, im Cristallo- und Tofanastock, in der Sella-Gruppe sowie in den Hohen und Niederen Tauern ergaben, daß Schuttkegel nirgends ganz gleichmäßig geformt sind und auch ihr Material keine gleichbleibende Sortierung und Anordnung aufweist. So typisch die Formen im allgemeinen sind, so verschieden im einzelnen.

Zwischen zwei Gruppen von Schuttkegeln und Halden muß man unterscheiden: solchen, die weitgehendst aus Schutt allein bestehen, wo der Schutt eine beachtliche Tiefe aufweist, und solchen, wo er bloß in mäßig mächtiger Überstreu — oft nur von mehrfachem Blockdurchmesser — einen Haldenhang überdeckt, der Schuttkegel also eine Tarnung ist. Die echten Schuttkegel wie die überdeckten Haldenhänge und Wandfüße, sie alle haben meist eine leicht konvexe Krümmung, deren Entstehung O. L e h m a n n<sup>1</sup> scharfsinnig ableitete und mit dem Rüstzeug der Mathematik klarlegte.

Bei den Schuttkegeln mit beachtlicher Schuttdicke — ganz aus Schutt brauchen auch die echten Kegel nicht zu bestehen und ein Haldenhang kann und wird sich auch dort in vielen Fällen unter ihnen befinden — zeigen nicht zu selten verschieden stark konvex gewölbte Partien, die sektorförmig von oben nach unten verlaufen, sich aber nicht über die ganze Kegellänge erstrecken, sondern aufhören und von neuen gewölbteren Teilen abgelöst werden, so daß zwischen diesen stark gewölbten Partien leichte Quereindellungen und Absätze sich einschalten. Parallel zu den stärker gewölbten Partien verlaufen im Sinne der Längsachse ebenfalls langgezogene Dellen, ja Furchen, die durch gelegentliche Wassereintrisse und Lawinenzüge eine Ausarbeitung zu schärferen Einschnitten, ja Gassen erfahren. Solche Einrisse geben Aufschluß über die vertikale Anordnung des Materials. Es ist sehr unregelmäßig übereinandergelagert, aber nicht vollkommen wahllos durchmengt. Es lassen sich meist Streifen und Girlanden gröberer Materials verfolgen.

<sup>1</sup> O. L e h m a n n : Morphologische Theorie der Wandverwitterung von Stein-schlagwänden. Vierteljahrsschrift d. Naturforschenden Ges. in Zürich. 78. Jahrg. 1933. Derselbe: Über die morphologischen Folgen der Wandverwitterung. Zeitschr. f. Geomorphologie, VIII. Bd., 1933—1935, S. 93.

Auf der Kegeloberfläche stößt man ebenfalls auf Unterschiede in der Blockgröße wie Beweglichkeit des Materials. Neben Schuttstreifen, die in der Richtung der Kegelneigung verlaufen, treten Girlanden, Schuttbögen, kleine Wälle, die wie die Höhenlinien ziehen, auf. Die Schuttstreifen verbreitern sich in einer Anzahl von Fällen zu Schuttzungen und Schuttlappen. Es handelt sich dort fast durchwegs um recht beweglichen Schutt, der aus Wandrinnen und von zerriffenen Steilhängen, die über den Kegeln aufragen, stammt und allerjüngste Ablagerung ist. Diese Schuttzungen heben sich teilweise mit merklicher Wölbung über die älteren Schuttmassen des Kegelmantels heraus. Ansätze zu einer Schuttartierung lassen sich erkennen. Die größeren Blöcke findet man besonders zahlreich längs des unteren Randes und der seitlichen Grenze des frischen Lappens, wieder andere schwimmen mehr in der Mitte, sind jedoch recht labil gelagert und legen, einmal zum Kippen oder in Bewegung gekommen, über das kleinere Material hinwegrutschend oder springend, beachtlichere Entfernungen zurück als das kleinere Schuttzeug. Häuft sich das Blockwerk am Rande der Schuttlappen an, können kleine Wälle und blockige Schuttgirlanden entstehen. Liegt auf dem Schutt lange Schnee, wird dieser dazu windgepreßt und zu einer festen Gleitbahn, die weit in das Jahr hinein andauert, so sammelt sich entlang des unteren Randes der Schneehalden der abrutschende Schutt und kleine Wälle wachsen empor. Es sind dies die von N. Krebs<sup>2</sup> beschriebenen Schneeschuttwälle. Diese Wälle müssen nicht nur am unteren Ende der Kegel liegen, sondern können sich auch in Beziehung zu der oft recht wirkungsvollen Schneeanlieferung durch kleine wie größere Lawinen und Schneerutsche aus den darüber aufragenden Wänden und Steilhängen näher der Kegelspitze, ferner durch den dort bei geeigneter Exposition erhöhten Strahlungsschutz der Umrahmung in den oberen Kegelteilen einstellen.

Alle diese Wälle, seien es nun Schneeschuttwälle oder Randgirlanden von Schuttzungen, vor allem, wenn sie aus großblockigem, recht kantigem und fest verkeiltem Material bestehen, geben ein gutes Widerlager für kleineren Schutt ab, der sich dort bis zur Wallhöhe und etwas darüber anstaut. Es entstehen dadurch örtlich begrenzte, schwach konvexe Profile. Bei einer weiteren Schuttanlieferung werden die einstigen Wallblöcke überwandert, und das Hangprofil verliert dort seine konvexe Form. Dieser Ausgleichvorgang schließt jedoch nicht aus, daß jetzt etwas weiter hangabwärts sich größere Blöcke sammeln und der Vorgang der Wallbildung und Auffüllung sich wiederholt. Maßgebend dafür ist die genügende Anlieferung von Material, die auf großen Kegeln nur streifenweise stattfindet. Schuttzungenwälle sind deshalb meist kurz, während die Schneeschuttwälle sich über größere Teile der Kegel hinziehen.

Ein konvexes Profil kann aber auch entstehen, wenn rutschende oder sonstwie auf dem Kegel in Bewegung gekommene Schuttmassen von nicht zu geringer vertikaler Mächtigkeit plötzlich zum Stehen kommen. Im Moment des Stehenbleibens schiebt sich Schutt oft hoch und übereinander, was jedoch nicht immer ganz am Ende der Schuttzunge, sondern auch erst vom Rande etwas aufwärts sich einstellen kann. Eine leichte Wölbung ergibt sich. Man hört dabei ein knisterndes Knirschen und hartes Reiben im Vergleich zum gleichmäßig rieselnden Knirschen und mahlenden Reiben der Steine während der Bewegung.

Auf größeren Kegeln, die Schutt aus verschiedenen Wandrinnen oder Schroffenzügen erhalten, der dort bereits stark zerkleinert wird und wo viel Grus anfällt

<sup>2</sup> N. Krebs: Klimatisch bedingte Bodenformen in den Alpen. Geogr. Zeitschrift 1925, S. 98—108.

und selbst ganz verwittertes Material, das Sand und Boden abgibt, vorhanden ist, bilden sich sehr bewegliche Feinschutt-, ja Erdnester und Erdstreifen. Ferner dringt das feine Material zwischen die großen Blöcke ein und Sand und Erde verschmieren die Hohlräume weiter. Diese Verdichtung der Halde erhöht ihr Gewicht. Schluckt an einzelnen Stellen die Halde auch noch Wasser, so bewirken Schmelzwasser- und Wasserstürze, nach heftigen Regen aus den Wandrinnen herabbrausend, manchmal Berstungserscheinungen, verbunden mit kleinen Ausbrüchen des Feinmaterials. Die Kegelteile ober diesen Stellen dellen sich dabei meist etwas ein und bleiben weiter recht beweglich. Der Feinschutt der unmittelbaren Umgebung sackt dann dorthin ab.

Vermag sich Vegetation, und zwar nicht bloß Polsterrassen, sondern auch Krummholz auf den erdigen Teilen anzusiedeln, so verfestigt das Wurzelgeflecht sowohl Erdreich wie Schutt. Es sind zunächst Streifen, die in der Richtung der Kegelachse ziehen und sich meist etwas über die allgemeine Mantelfläche erheben. Dadurch hat dort die Bewachsung Schutz vor neu herabwanderndem Schutt. Stehengebliebene Feinmaterialnester neben geborstenen und zu Rinnen gewandelten Ausbruchnischen bilden günstige Standorte für die Vegetation. Erlangt das Krummholz flächenhafte Ausweitung, so fängt es bald allen Schutt zwischen seinen Ästen und überwächst die Anlieferungen, solange sie nicht zu stark werden. Damit erlischt die Bewegung weitgehendst auf der Oberfläche. Alle Gefahr für den Bewuchs ist jedoch noch nicht beseitigt, weil bei weitgehender Erhöhung des Kegelmantels es zu Überlastungen und Rutschungen kommen kann, die ihren Ausgang unter der Wurzelverankerung haben. Diese Vorgänge zerstören an vielen Stellen vom Grund auf die Pflanzendecke.

Zahlreiche Schuttkegel zeigen ziemliche Absätze und eine stark in die Augen springende Gliederung in einzelne Sektoren, die, was die Frische des Materials, die Beweglichkeit und Bewachsung anbetrifft, ebenfalls wesentliche Unterschiede aufweisen. Die aufgelagerten Schuttlappen werden zu Riesenformen. Sie fallen schon durch das lichtere frische Schuttmaterial auf, dazu kommt eine beachtliche Blockstreu längs des unteren Kegelrandes. Die Schuttmassen sind wieder etwas gewölbt, und neuer Schutt schiebt sich auf das Vorgelände hinaus. Der Kegel wächst hier. Von den oberen Lappenenden reichen noch Schuttspitzen weiter den Kegel aufwärts. Dort lagert sich bereits bei geringfügigem Materialherabkommen dieses an, und fast alles Material, das weiter über den Kegel wandert, muß an diesen Spitzen vorbei passieren, aber nur einiges bleibt haften, das jedoch von den folgenden Anlieferungen leicht wieder mitgenommen wird. Es sind diese Partien mehr kurze Schuttrastplätze als Dauerliegestellen, aber etwas nach der Höhe und Breite erweitern sich die Spitzen doch. Der Schutt, der aus den Rinnen hier noch recht geschlossen und verhältnismäßig massiert auf schmaler Front anlangt, beginnt dort, durch die Spitzen behindert, sich nach zwei Seiten über den Kegelmantel zu verteilen. Ein geringes Verschieben dieser Schuttspitzen bewirkt eine nicht unwesentlich andere Schuttüberstreuung der weiter abwärts folgenden Kegelfläche. Auf den großen Schuttlappen stellt sich schließlich eine solche Anhäufung von Material ein, daß bei der Neigung der Unterlage der gegenseitige Halt nicht mehr ausreicht. In diesem Stadium der Überlastung tritt leicht Bewegung ein. Sie unterscheidet sich von dem normalen Blockspringen, Schuttriesseln und vereinzelt Rutschen grundlegend und läßt sich auch nur selten direkt beobachten. Das Experiment mit dem Sandhaufen unterstützt hier gut. Es erfolgt nämlich Abrutschen im ganzen und auch eine Art Absetzen. Die Bewegung beginnt oft an den oberen Schuttspitzen, wobei leichte Überquellungen und Schuttüberschiebungen mit vor-

kommen, erfaßt dann weite Teile des hochgespannten Schuttlappens, der sich abwärtsrutschend über das ihm vorgelagerte Material schiebt; dabei fließt er etwas auseinander und in den mittleren Teilen preßt sich auch Schutt empor. Die rückwärtigen Zungenspitzen werden an Material ärmer und zugleich flacher. Ziemlich plötzlich hält dann die ganze Masse. Ein Stirnwulst kann sich ausbilden, und die Begrenzungslinie zwischen der eben abgerutschten Masse und der unbeweglich gebliebenen läßt sich gut verfolgen. Bei diesen Vorgängen können einzelne Blöcke wie kleinere Schuttpartien über das Gros des Materials hinabgelangen, aber nur wenig ändert sich die Neigung des Schuttmantels durch das Abrutschen. Nach dem Stillstand setzt wieder das Spitzenwachstum und die Auffüllung des Schuttlappens mit Material ein. Bei erreichter Überlastung beginnt sich die vergrößerte Masse wieder in Bewegung zu setzen. So überfahren in einzelnen Schüben die Schuttlappen die Kegelfläche. Dadurch wächst der Kegel, was Länge, Breite und Dicke anbelangt. Das Spitzenwachstum oben wie das an Dicke in den einzelnen besonders aktiven Abschnitten geht schneller vor sich als das nach der Breite und das Vorschieben längs des untersten Randes in das Vorgelände. Recht auffällige Änderungen erleidet die Kegelspitze, beginnen dort die überlasteten Schuttlappen zu gleiten. Hier, wo der angelieferte Schutt noch zusammengehalten ist, braucht die Wiederauffüllung und ein beachtliches Spitzenwachstum viel weniger Zeit als bei den Lappen weiter unten auf dem Kegelmantel.

Nach dem Stillstand des Lappens trifft man längs des vorderen Lappenrandes auf verhältnismäßig viel Großmaterial, dessen Herkommen in der schnelleren Bewegung der großen Blöcke während der Gesamtbewegung zum Teil seine Erklärung findet. Wölbt sich die Lappenstirne beim Stehenbleiben, so wandern die größeren Blöcke wieder meist schneller über sie herab und vermehren die Blockanhäufung. Auch durch Nachrieseln und Nachspringen längs der Seitenfurchen gelangt Material nach vorne zum neuen Lappenrand. Liegen zwei Rutschlappen knapp nebeneinander, ergibt sich eine besonders auffällige Furche. Im Bereich der alten Lappenspitzen entsteht infolge ihres Abrutschens eine ziemlich ausgewetzte Bewegungsbahn, die ein schnelles Abwandern neuen, nachdrängenden Schuttes auf den Lappenrücken und zu den seitlichen Furchen recht begünstigt. Das Ergebnis ist vor allem beim Vorhandensein zahlreicher Schuttlappen und ihrem wiederholten Abrutschen eine ziemlich kräftige Formung der Kegeloberfläche.

## Zur Tektonik der Landschaft um Wien.

Von Hans Klimpt.

Leopold Kober hat seine an verschiedenen neuen Erkenntnissen der Geologie modifizierten Anschauungen über die Tektonik des Wiener Beckens jüngst zusammengefaßt<sup>1</sup>. Danach befindet sich die Erde dauernd in „gravitativer Kontraktion“, einem von Kober bereits 1942 erläuterten diskontinuierlichen Schrumpfungsprozeß. Die Kontraktionskräfte, die Ursache aller tektonischen Bewegungen, speichern sich und kommen erst zur Auslösung, wenn sie einen Schwellenwert von 13 bis 15 km Erdradiusverkürzung erreicht haben. Mehrere solche tektonische

<sup>1</sup> L. Kober: Wiener Landschaft. Wiener Geographische Studien. Herausgegeben von Prof. Dr. H. Leiter. Nr. 15, 85 S., 10 schematische Profile, mehrere Abbildungen, eine tektonische Kartenskizze. Touristik-Verlag, Wien 1947.