

Literatur.

1. Aigner, A.: Geomorphologische Beobachtungen in den Gurktaler Alpen; Sitzungsbericht der Akademie der Wissensch., Wien, I, 131. Band, 1922.
2. Brückner, Ed.: Alte Züge im Landschaftsbild der Ostalpen; Zeitschrift der Ges. f. Erdkunde, Berlin 1923.
3. Heritsch, Fr.: Geologischer Führer durch die Zentralalpen.
4. Heritsch, Fr.: Morphologie des Alpenostrandes; Pet. Mitt. 1923.
5. Kahler, Fr.: Die Säugerfauna von Penken; Carinthia II 1928.
6. Kahler, Fr.: Karawankenstudien II; Zentralblatt für Min., Geol. u. Paläont. 1929.
7. Klebelsberg, R. v.: Die Hauptoberflächensysteme der Ostalpen; Verhandlungen der Geol. Bundesanst. 1911.
8. Petraschek, W.: Braunkohlenlager der österr. Alpen; Berg- und hüttenmännisches Jahrbuch, 72. Bd., 1924.
9. Petraschek, W.: Zur Tektonik der alpinen Zentralzone in Kärnten; Verhandlungen der Geol. Bundesanstalt 1927.
10. Slanar, H.: Geomorphologische Probleme in den östlichen Zentralalpen; Mitt. d. Geogr. Ges. Wien 1916.
11. Vatzek, G.: Die miozänen Säugetierreste von Penken; Carinthia 1879.
12. Vatzek, G.: Über einige Pachydermenreste aus den Ligniten von Keutschach; Verhandlungen d. Geol. Reichsanstalt 1887.

Beobachtungen an den Schutthalden der Karawanken.

Von Helmut Friedel.

Tätige Schutthalden sind beim Bergsteiger nicht sehr beliebt. Ihm mißfällt vor allem ihre Ödheit und die Mühsal ihrer Begehung. Doch lassen sich vielfältige, interessante Beobachtungen an ihnen anstellen. Auf meinen Wanderungen in den Karawanken und im Glocknergebiet suchte ich in den letzten zwei Jahren die Arbeit des Steinschlages, der Schuttströme und der dazugehörigen ankämpfenden Pflanzenwelt zu verfolgen.

Die Vegetation auf den Schutthalden aus Triaskalk, die sich unter den Nordwänden der Karawanken-Hauptkette hinziehen, ist natürlich sehr mannigfaltig. Die Hauptunterschiede werden außer durch die verschiedenen Grade der Steinschlagbestreuung und der Standfestigkeit des Schuttes durch Höhenlage, Exposition, Schneebedeckung und Korngröße bedingt. Dort, wo die Halden sich an die Felswände anlegen, ist ein starker Einschlag von Felspflanzen zu bemerken, auch ist dort die Schneebedeckung größer als in mittlerer Höhenlage. Besonders groß ist die Schneebedeckung am Haldenfuß, wo wir es außerdem mehr mit Blockfluren als mit Schutt zu tun haben. Hier herrschen ganz andere Pflanzengesellschaften als auf dem übrigen Teil des Haldenkörpers. Auch in den Berührungsrinnen und Verschneidungen zwischen den einzelnen Schuttkegeln kann

man an der Zusammensetzung der Pflanzendecke erkennen, daß hier der Schnee länger liegen bleibt als auf dem Kegelrücken. Um ein ökologisch möglichst gleichartiges Gebiet den folgenden Untersuchungen zugrunde zu legen, scheidet ich Haldenfuß und Kegelwurzel der Karawankenhalden aus der Betrachtung aus und beschränke mich auf einen Höhenstreifen von etwa 1650 bis 1750 *m* über dem Meere. Im Hintergrunde des Bärenales und des Bodentales bringt die größere Schneebedeckung der Kegelverschneidungen sehr geringe Störungen in die Gleichmäßigkeit des betrachteten Gebietes, denn bei Schutthalden so typischer Ausbildung, wie den unseren, sind die Kegel sehr gleichmäßig zu einer ziemlich einheitlichen Halde verschmolzen. In dem so abgegrenzten Bereich bleibt als wesentlicher veränderlicher Faktor nur die Beweglichkeit des Schuttes übrig. So kommt es, daß sich die Pflanzengesellschaften hier hauptsächlich durch ihren verschiedenen Reifegrad unterscheiden, das heißt, daß sie Glieder einer ziemlich einheitlichen Sukzessionsreihe sind. Eine Beschreibung kann ich mir ruhig ersparen, da sie von Aichinger*) außerordentlich gründlich bearbeitet worden sind. Überall, wo klare und typische, ökologische Verhältnisse vorliegen, finden sich die Aichingerschen Vegetationstypen in reiner Ausbildung. Hier stimmen meine Vegetationsanalysen mit jenen Aichingers von ähnlichen Standorten überein. Da es mir jedoch nicht auf die Klarstellung der soziologischen Typen, sondern auf die Erfassung von jenen Siedlungen ankommt, die das größte Areal einnehmen, also nicht auf die soziologisch hochwertigsten, sondern auf die topographisch wichtigsten Einheiten, so muß hier festgestellt werden, daß homogene Gesellschaftsmischungen junger Pioniersiedlungen und Mosaikereiferer Vegetationsformen außerordentlich verbreitet sind. Auch die von mir hier beobachtete Gesellschaftsfolge (Sukzession) paßt vollständig in den von Aichinger für die Karawanken aufgestellten Rahmen. Sind schon die auf alpinen Kalkschutthalden möglichen Vegetationsformen mannigfaltig genug, so sind die zwischen ihnen bestehenden Entwicklungszusammenhänge noch veränderlicher. Man kann nur für engbegrenzte Bereiche eindeutige Serien finden.

Der Ablauf der Pflanzensukzessionen geht hier folgendermaßen vor sich: Der jüngste Schutt ist durch seine weißliche oder auch gelbliche und rötliche Farbe von weitem kenntlich. Er ist vollständig leblos. Stellen, die nach meinen Beobachtungen vor 3—4 Jahren frisch umgelagert wurden, sind heute noch in

*) Erwin Aichinger: „Vegetationskunde der Karawanken“. Fischer, Jena, 1935.

diesem Zustande. Ich will sie hier „weiße Halde“ nennen. Sie verändern sich allmählich zur „grauen Halde“. Die graue Farbe kommt dadurch zustande, daß dem Kalk beigemischte Stoffe, die der Bergsteiger von dem brenzligen Geruch bei Stein-schlägen kennt, allmählich an der Luft dunkel werden. Auch diese graue Halde ist noch zum Teil unbesiedelt. Bald aber treten die ersten Pionierpflanzen auf. Es sind dies zum einen Teil *Silene alpina*, zum anderen Teil *Thlaspi rotifundulum*. Aus ihnen entwickeln sich allmählich vollständige Pioniergesellschaften, nämlich nach Aichingers Benennung, die *Festuca laxa* = Untergesellschaft des *Petasitetum paradoxo*, in dem jedoch *Petasites paradoxus* fehlt, und die *Cerastium carinthiacum* = Untergesellschaft des *Thlaspeetum rotundifolii*, so wie alle Grade homogener Mischung beider. Diese Gesellschaften erreichen in ihrer besten Ausbildung einen Deckungsgrad bis zu 30%, der im weiteren Verlaufe besonders durch *Rumex scutatus*, *Juncus monanthos*, *Moehringia ciliata* und *Trisetum argenteum* noch stärker ansteigen kann. Bis zu diesem Stadium möchte ich von grauer Halde sprechen. Die weitere Entwicklung geht hier nun einen abgekürzten Weg. Es bilden sich Dryasspaliiere mit Arten zuerst aus dem Arabidion und später aus dem Seslerion. Den größten Deckungsgrad erhalten nun außer Dryas: *Salix Jacquini*, *Achilleen*, *Hutchinsia*, *Sesleria varia* und *Silene acaulis*. Der Deckungsgrad steigt hiemit bis zu 80%. Nun geht die Entwicklung weiter bis zu verschiedenen Zwergstrauchsiedlungen, die teilweise durch Arten des vorgenannten Stadiums, teilweise durch solche des folgenden gekennzeichnet sind. Charakterarten fehlen, doch verbindet sich die geringe soziologische Wertigkeit mit sehr großer topographischer und genetischer Wertigkeit. Die größte Deckung zeigen *Rhodothamnus Chamaecistus*, *Erica* und *Rhododendron hirsutum*, die hier offenbar gesetzmäßig verteilte Siedlungen bilden. Der Deckungsgrad kann in den Zwergstrauchgesellschaften bis 100% steigen. Haldenteile, die mit Dryas und Zwerggesträuch bedeckt sind, seien hier „grüne Halde“ genannt. Von den genannten Zwergstrauchstadien aus entwickelt sich das Latschendickicht, das *Pinetum mughi calcicolum*, das ein vorläufiges Endstadium bildet. Es sei „reife Halde“ genannt. Nur an wenigen Stellen finden wir in dem oben begrenzten Bereich *Salix-hastata*-Gebüsch und echte *Seslerieto-sempervireten*, so wie *Cariceta ferruginei* zeitlich zwischengeschaltet. Die Gesetzmäßigkeiten, die ich für die Vegetationsentwicklung hier festgestellt habe, ist eine durchaus feste. Natürlich können auch die wichtigsten Arten einer Gesellschaft schon in dem Stadium vorher auftreten. So kann die Latsche

schon im Dryasstadium hochkommen, niemals aber vorher. Ich habe die gesamten Halden nach Keimlingen und jungen Pflanzen von *Pinus mughus* abgesucht und im ganzen 18 finden können, die jünger als sechsjährig waren. Zwei davon befanden sich im Dryasspalier, 16 im Zwerggesträuch, keine einzige ließ sich jedoch in den eigentlichen Pionierstadien feststellen. Die kommt also erst im Ruhschutt auf.

Nebenstehendes Schema gibt eine Übersicht über die Entwicklung im Untersuchungsgebiete. Die mit römischen Zahlen bezeichneten Gruppen von Vegetationstypen werden in den weiteren Untersuchungen mehrfach unter der gleichen Bezeichnung als Einheiten verwendet.

Nachdem ich die Entwicklung der Pflanzenwelt kurz dargestellt habe, will ich nun die Vorgänge am Schuttkörper der Halden selbst schildern. Es gibt Schuttkegel, die Zwischenglieder darstellen zwischen Schwemmkegeln und eigentlichen Steinschlagkegeln. Sie sind aus unseren Betrachtungen ausgeschlossen. Wieder andere Gebilde sind die Schuttreiben, an denen an einem unbewegten Schutt- oder Felshang zwischen festen Ufern in breiten Rinnen, die unter starker Mitwirkung hauptsächlich von Sturzwässern und Grundlawinen ausgenagt wurden, Schuttströme abwärts fließen. An den Seitenkämmen, die vom Karawankenhauptkamm nordwärts ziehen, finden sich alle Übergänge von ihnen zu den hier allein näher betrachteten Steinschlagkegeln und -halden.

Besonders morgens und bei starkem Regen werden die Halden lebendig. 457 Einzelsteinschläge konnte ich in den letzten zwei Jahren in den Karawanken und im Glocknergebiet genauer beobachten. Davon blieben 211 Steine schon in den Felsrinnen liegen, wo sie an bestimmten Stellen kleine Schuttstauungen hervorriefen. 246 Steine gelangten sogleich auf die Schuttkegel. Wenn ein Stein kam, teilte ich in Gedanken den betreffenden Kegelmantel in fünf gleiche Sektoren und beobachtete, auf welchem der Stein zur Ruhe kam. Oft stürzten sie, trafen auf, wurden wieder abgeschleudert, kamen ins Rollen, schlugen dann meistens einen Haken und blieben in jeder möglichen Höhe des Kegels liegen. Die Verteilung in die einzelnen Sektoren ist: 50 im mittleren Fünftel, zusammen 95 in den beiden Flankensektoren und 101 in beiden randlichen Sektoren, nahe oder in den Rinnen, wo sich zwei Nachbarkegel verschneiden. Betrachtet man also die Schuttkegel in ihrer Gesamtheit, so kann man sagen, sie werden in allen Radien ungefähr gleich stark bestreut. Ein anderes Ergebnis erhält man, wenn man einzelne bestimmte Kegel längere Zeit gesondert im Auge behält. Von der Klagen-

Vegetationsentwicklung.

Bezeichnung für die Schüttigkeitsmessung	Größter Deckungsgrad %	Vegetationstypus	Einteilung nach dem Aussehen aus der Ferne
IV.	100	1. Latschach auf noch unversauertem Boden (<i>Pinetum mughi calcicolum</i>).	Reife Halde
		↑	
III.	100	2. Zwerggesträuch v. <i>Rhodothamnus Erica</i> und <i>Rhododendron hirsutum</i> mit jungen Latschen.	Grüne Halde
	↑		
	80	3. Kriechgesträuch von Silberwurz (<i>Dryas-Spalier</i>) mit <i>Seslerion</i> -Arten.	
II.	70	4. Kriechgesträuch von Silberwurz mit <i>Arabidion</i> -Arten.	Graue Halde
	↑		
	30	5. Pioniergesellschaften: a) <i>Festucalaxa</i> -Subassoziation des <i>Petasitetum paradoxo</i> . b) <i>Cerastium carinthiacum</i> -Subassoziation des <i>Thlaspectum rotundifolii</i> .	
I.	10	6. Anfangssiedlungen von <i>Silene alpina</i> und <i>Thlaspi rotundifolium</i> .	Weiße Halde
	↑		
	0	7. Unbesiedelter Altschutt.	
	0	8. Unbesiedelter Frischschutt.	

furter Hütte aus konnte ich feststellen, daß der große Kegel, der in der Scharte westlich der Klagenfurter Spitze wurzelt, fast ausnahmslos in den Flanken bestreut ist, der östlich anschließende Kegel fast nur im mittleren Sektor und der große Kegel, der vom Hochstuhl gegen die Matschacher Alpe zieht, mehr oder weniger gleichmäßig in allen Richtungen. Die Erklärung dieses Widerspruches zwischen den Ergebnissen beider Beobachtungsweisen ergibt sich durch die Annahme mehrerer aufeinanderfolgenden Stadien der Bestreuung: die einfachste Bahn ist jene in der Richtung der Steinschlagrinne, gerade aus auf den Kegelrücken. Ist dieser dadurch genügend erhöht, so findet eine Ablenkung nach beiden Flanken statt, bis der Kegel wieder seine ausgeglichene Rundung hat. Dann wird er gleichmäßig in allen Radien oder abermals nur auf dem Rücken bestreut. Sehr oft sammeln sich die Steine an einigen begrenzten Stellen an und schaffen dort kaum merkbare, besonders lockere Aufbuckelungen.

Zur Steinschlagbestreuung kommen nun noch die Schuttbewegungen im Haldenkörper selbst. Man muß da folgende Arten unterscheiden: die langsamen (laminaren) *Blattbewegungen*, die das Rutschen oberflächlicher Steine bis zum Strömen ganzer Schichten umfassen, 2. die *Wälzbewegungen*, hauptsächlich dort, wo sich dem Strome kleine Hindernisse in den Weg stellen. 3. *Schuttumlagerungen*, bei denen Schutt an einer Stelle abgetragen und an anderer Stelle wieder aufgetragen werden. Hierbei handelt es sich oft um mächtige Schichten, die sich sowohl vorübergehend als auch anhaltend, und zwar sowohl plötzlich wie allmählich bewegen können. Alle diese Vorgänge sind um so stärker, je geringer die Standfestigkeit des betreffenden Kegelteiles ist, also je lebhafter die Steinschlagbestreuung vor sich geht. Ein Maß der Standfestigkeit erhalten wir, wenn man auf der Halde kräftig aufspringt und dabei beobachtet, wie weit man abwärts rutscht. Je nach der Stärke der Bewegungen 1 und 2 unterscheidet man *Fließ- und Ruhschutt*. Beide lassen die Oberflächenhaut der Halde unverletzt. Bei den Schuttumlagerungen hingegen wird auf weite Strecken neuer Schutt auf die Oberfläche gebracht. Sie allein erzeugen die genannten Zungen der „weißen Halde“. Sie entstehen meist an vom Steinschlag vorübergehend bevorzugten Stellen mit besonders geringer Standfestigkeit, wie z. B. an den genannten Schuttstauungen in den Felskulissen. Fast stets werden sie von Regengüssen ausgelöst (wie ja Durchnässung auch alle übrigen Bewegungsarten beschleunigt) und bilden oft Übergänge zu Muren und Erdrutschen. Oft bemerkt man in ihrem Wurzelgebiet kleine, scharf eingeschnittene Rinnen,

(Rießen), welche die Mitarbeit des Wassers beweisen. Ihre Häufigkeit hängt also 1. von der Stärke der Bestreuung und 2. von der Häufigkeit der Gußregen ab. Die Haldentätigkeit umfaßt alle Schwerebewegungen des trockenen oder nassen Schuttes (Schüttungen) soweit sie für die Entwicklung der Steinschlagkegel allgemein von Bedeutung sind, nicht aber Wildwasser und Lawinenerosion und -transport, wie sie für Schuttreißen kennzeichnend sind.

Nachdem die Vegetationsentwicklung und die Tätigkeit der Halden von mir geschildert wurden, möchte ich nun zum Wichtigsten dieses Aufsatzes, zur Wechselwirkung zwischen Schuttstrom und Pflanzendecke übergehen. Meine Beobachtungen über die Verteilung des Steinschlages, der weißen Schüttungen und der Pflanzeninseln beweisen, daß die Vegetation in waagrechter Erstreckung auf den Schuttkegeln, soweit sie nicht wie die Reißen vom Wasser und Lahnen verformt wurden, sich überall gleich gut ausbreiten kann. Die Pflanzendecke findet also entgegen einer allgemein verbreiteten Meinung auf dem Kegelrücken keine längere Zeit bevorzugte Standorte. In senkrechter Erstreckung treten Unterschiede auf. Abgesehen vom Haldenfuß selbst, liegen die Verhältnisse im unteren Kegelteil günstiger. Die meisten Zungen von Frischschutt lecken ja aus den Felsrinnen selbst hervor, oder dringen zumindestens vom oberen Teil der Halde vor. So kommt es, daß sich fast nur an der Unterseite von stauenden Latscheninseln im Lee des Schuttstromes normale fortschrittliche Vegetationsgürtelung findet. Häufig werden jedoch auch gut bewachsene Kegelteile vom Steinschlag übersprungen und der Boden unterhalb der reifen Vegetation bewegt und umgelagert.

Die Sukzessionsschemen der Soziologen sind nur Zielstrebigkeiten. In Wirklichkeit hat jede Siedlung in ihrer Entwicklung viele Rückschläge hinter sich, die sie immer wieder in den Anfangszustand zurückwarfen. Andere Siedlungen bleiben wieder unbegrenzte Zeit auf einem Vorstadium stehen. Je weiter die Vegetation vorgeschritten ist, desto seltener erfolgen Rückschläge. Vollends die Latschen können den stärksten Angriffen widerstehen. Ob durch gleichmäßige Bestreuung und Überrieselung auch Teilregressionen auf größerer Fläche vor sich gehen können, ist fraglich. Sicher überwiegen die in breiter Front vordringenden Bereiche radikaler Regression. Man kann sie schon an ihren scharfen Grenzen von Gebieten fortschreitender Ausbreitung mit ihren fließenden Grenzübergängen unterscheiden. Diffuse Durchrieselung ist seltener, beschränkt sich meist auf die graue Halde und erzeugt dort Mosaik.

Langsame und gleichmäßige Steinschlagbestreuung vertragen alle Bewuchsstufen von den Anfangsstadien bis zu dem nicht versauerten Latschenboden. Oberflächliches Rutschen der Steine halten alle Schuttfestiger der Pioniersiedlungen aus. Wie sich diese gegen den Schutt verteidigen, ist schon vielfach beschrieben worden. Schuttstauer bilden dabei die bekannten Treppen. Auch große schuttdeckende Spaliere können durch rutschende Schuttschichten steil gestellt werden. Im ganzen kann man sagen, daß Pioniergesellschaften auch langsame Blattbewegung aushalten. Wälzbewegung ist gerade den jungen Vegetationsformen gefährlich. Die Unterschiede der Besiedlung auf Fließ- und Ruhschutt sind von Pflanzensoziologen eingehend geschildert worden. So wie die zunehmende Beruhigung des Fließschuttes den Verlauf der Sukzession bestimmt, so kann wohl die zunehmende Beweglichkeit Teilrückschritte (partielle Regression) der Vegetation hervorrufen. Tödlich aber wirken Schuttumlagerungen. Ihnen kann nur die Latsche teilweise widerstehen. Sie sind stets mit Entstehung von botanischem Neuland verbunden. Faßt man den Begriff der Sukzession genügend weit, so kann man diese Art von Neulandbildung zur „katastrophalen Sukzession“ von Gams rechnen. Da sie aber auch allmählich fortschreiten kann, würde ich den allgemeineren Ausdruck „radikale Regression“ vorziehen.

Wenn ein Latschengebüsch ringsum von Schutt umbrandet ist, so kann man mit Sicherheit sagen, daß der Boden schon einmal gefestigt war und mindestens Dryasspaliere trug, die erst nachher wieder von Schutt bedeckt wurden. Ebenso muß man annehmen, daß eine nachträgliche Verschuttung stattgefunden hat, wenn eine Zwergstrauchinsel oder eine Dryasvegetation von frischem Schutt umgeben ist. Nehmen wir an, ein Kegel wurde vor bestimmter Zeit mit Schutt überdeckt und bleibt von da ab ohne neue Zufuhr, wie dies zwar nicht bei Steinschlagkegeln, wohl aber bei Bergsturzkegeln vorkommt. An verschiedenen Stellen wird sich der Boden zuerst beruhigen, die stabilen Flächen werden sich vergrößern, die Vegetation wird sich von mehreren Kernen ausbreiten und sich in der oben skizzierten gesetzmäßigen Weise weiter entwickeln. Der größte Teil des Kegels wird bald Initialstadien zeigen, in denen sich Inseln von vollständigen Pioniergesellschaften ausbilden. Wo der Schutt noch mehr zur Ruhe kommt, werden sich Dryas- und Zwergstrauchflecken bilden, die schon Nestern jungen Latschengestrüpps Raum geben. Es werden reifere Vegetationsflecken von zunehmend jüngeren umgürtet sein. Dringen jedoch durch Wiedererwachen der Schuttzufuhr immer wieder neue Schutt-

ströme gegen die Vegetation vor, so erhalten wir ein weit komplizierteres Bild. Dann können Flächen jüngerer Vegetation nicht nur an Flächen nächst älterer Stadien angrenzen, sondern auch ohne Zwischenstreifen an fortgeschrittenere Gesellschaften. Wir können so fortschrittliche und rückschrittliche Grenzlinien feststellen, indem wir bestimmen, ob die angrenzenden Pflanzengesellschaften in der Sukzessionsreihe benachbart oder durch Zwischengesellschaften getrennt sind.

Eine Halde kann

- a) von einer vollständigen Pflanzendecke gefestigt sein. Sie heißt dann untätig oder aber sie ist
- b) noch überall in starker Bewegung und es konnte sich kein nennenswerter Bewuchs festsetzen. Sie ist dann als eine vollständig tätige zu bezeichnen. Zwischen diesen beiden Extremen liegen
- c) die verschiedenen geringeren Tätigkeitsgrade. Auf solchen unvollständig tätigen Halden entwickelt sich ein Kampf zwischen Vegetation und Schuttströmung.

Es kann hier

1. Gleichgewicht herrschen, d. h. an vielen Stellen der Front dringt die Vegetation vor, an anderen der fließende Schutt, oder aber
2. die Vegetation ist überwiegend im Vordringen oder aber
3. im Rückzuge begriffen. Diese Zustände mögen vorläufig als Grade der Schüttigkeit der Halde bezeichnet werden.

Tätigkeitsgrad und Schüttigkeitsgrad müssen streng unterschieden werden. Erstere könnten dadurch gemessen werden, daß man das Verhältnis zwischen Kahlfächen und solchen Flächen wiedergibt, deren Bewuchs einen bestimmten Sukzessionszustand erreicht hat. Je nachdem man für den Begriff der Tätigkeit die Areale des jüngsten Schuttes oder auch des etwas älteren, besiedelten heranzieht, wird man die Haldentätigkeit der jüngsten Zeit oder größerer Zeiträume erfassen. Auch der Schüttigkeitsgrad einer Halde läßt sich zahlenmäßig feststellen. Natürlich kommen für die Untersuchung weder vollständig tätige noch untätige Halden in Betracht, sondern nur teilweise tätige, d. h. solche, auf denen ein Kampf zwischen Vegetation und Schuttströmung abläuft. Ist die Vegetation überall im Vordringen (unterschüttige Halde), so wird von gewissen Zentren der Vegetation eine Gürtelung immer jüngerer Pflanzendecken bis zum nackten Schutt ausgehen. Ist jedoch die Schüttigkeit der Halde sehr groß (überschüttige Halde), so werden die Streifen

jüngerer Vegetation von nacktem oder neubesiedeltem Schutt durchbrochen sein und diese Schutzzungen werden an mehreren Stellen bis gegen die Inseln reifster Pflanzendecke vordringen. Wir müssen also zur Festlegung des Schüttigkeitsgrades die Flächenräume bestimmter Vegetationsreife auf der Halde umgrenzen und nachsehen, ein wie großer Teil der Grenzlinien eine Zonierung zur nächstjüngeren Vegetation und welcher Teil einen plötzlichen Übergang von reifer Vegetation zu Pionierarealen oder nacktem Schutt zeigt. Es muß also das Verhältnis zwischen der Länge der fortschrittlichen und rückschrittlichen Grenzstreifen der Vegetation berücksichtigt werden. So wie zur Kennzeichnung der Tätigkeit der Halden die Flächeninhalte der Pflanzenareale planimetriert werden, so muß man zur Feststellung des Schüttigkeitsgrades ihre Kontaktlinien longimetrieren. Auf meine Messungen des Tätigkeitsgrades der Karawankenschutthalden will ich hier nicht näher eingehen. Sie ergeben ein sehr wenig gesetzmäßiges Bild. Die Tätigkeit schwankt zwischen 70 und 10 Prozent, wenn man die Grenzen zwischen Kriech-, Zwerg- und Latschengesträuch einerseits und der Pioniersiedlungen und des kahlen Schuttes anderseits benützt.

Die folgende Tabelle gibt zur Kennzeichnung der Schüttigkeit die relativen Längen der verschiedenen Arten von Grenzlinien zwischen den einzelnen Siedlungsgruppen an:

Meßergebnisse über die Rückschrittlichkeit der Schuttvegetation.

Grenzen Zwischen Vegetation Nr.	Rückschrittlich- keit	Längen der Grenzen, %					
		1.	2.	3.	4.	5.	Mittel
IV u. III	Fortschritt	4'3	8'4	16'4	6'6	12'5	10
IV u. II	Rückschritt	0'0	2'4	2'7	2'2	1'9	2
IV u. I	sehr starker Rückschritt	9'0	15'0	26'5	32'4	21'0	20
III u. II	Fortschritt	1'6	7'9	5'6	7'0	4'6	5
III u. I	starker Rück- schritt	36'9	40'0	22'7	18'1	29'8	30
II u. I	Jüngster Fort- u. Rückschritt	48'2	26'3	26'1	33'7	30'2	33

1. Halden unter dem Hochstuhl bis zum Bielschitzasattel.
2. Halden unter der Bielschitza, vom Bielschitzasattel östlich bis zur Felsrippe.
3. Halden unter der Bielschitza, östlich der Felsrippe.
4. Halden unter der Vertatscha, westlicher Teil.
5. Halden unter der Vertatscha, östlicher Teil.

Im Gegensatz zur Tätigkeit ist die Schüttigkeit in meinem Bereiche auffallend gleichmäßig. Es überwiegen jene Grenzlinien, an denen eine reifere Vegetation nicht an die nächstjüngere, sondern an ganz junge Siedlungsarten angrenzen. Am stärksten überschüttig sind die Grenzen der Flächenräume IV (22:10) und III (30:15), da sich an ihnen die Schuttangriffe längerer Zeit summieren. Die Grenzen von I und II zeigen mehr die Zufallsschwankungen der jüngsten Zeit.

Das Ergebnis dieser Untersuchung ist also eine im Untersuchungsbereich überall ungefähr gleiche Überschüttigkeit der alpinen Karawankenhalden. Bestände zwischen Pflanzendecke und Schuttströmungen ein stationäres Gleichgewicht, so müßten die Grenzen ebenso oft progressiven wie regressiven Charakter haben, es müßten sich Fortschritt und Rückschritt die Waage halten. Wer einige Übung hat, kann den Schüttigkeitsgrad auch ohne Messung abschätzen. Ihm wird auffallen, daß auf fast allen alpinen, teilweise tätigen Schutthalden keilförmige Latschenbestände scharf und ohne Übergangsgürtel an frischen Schutt angrenzen. Nach oben auskeilende, sogenannte Latschenzwickel sind heute geradezu auffallende Kennzeichen dieser Halden. Sie werden allgemein als etwas Selbstverständliches hingenommen. Obwohl das Studium der soziologischen Entwicklung ergibt, daß Latschendickicht nur auf standfestem Boden entstehen kann, während unsere Latschen von Fließschutt umgeben sind, nimmt man im allgemeinen an, sie seien vorstoßende Vegetation. Da man an ihrem äußeren Rand häufig einen Stauwall anbrandenden Schuttes feststellen kann, ist anzunehmen, daß selbst eine rein vegetative Ausbreitung dieser Latschenzwickel meistens nicht stattfinden kann. Sie wäre auch zu langsam, um die noch größere Rückschrittlichkeit der weniger widerstandsfähigen, nächstjüngeren Vegetation ausgleichen zu können. So ergibt sich wohl für jeden Kenner der Kalkalpen schon aus bloßer Rückerinnerung wie auch aus der Betrachtung der verschiedensten Lichtbilder von kalkalpinen Halden für das ganze Bereich der Kalkalpen ein einheitliches Bild, nämlich das von der Überschüttigkeit der Halden. Die Zunahme der Schüttig-

keit hat eine solche Geschwindigkeit, daß man annehmen müßte, in einigen Jahrhunderten werden alle Halden vollständig tätig geworden sein. In der Natur sind aber dauernd einseitig verlaufende Prozesse selten. Darum dürfen wir hoffen, daß auch dieser Vorgang bald wieder in umgekehrter Richtung verlaufen wird, wenn auch nur für einige Zeit, so daß auch dann wiederum die Bäume nicht in den Himmel wachsen können.

Es ist sehr schwierig, die Frage nach den Ursachen dieser auffallenden Erscheinung zu beantworten. Man kann von zunehmender Schüttigkeit auf abnehmende Schuttstandfestigkeit schließen. Wohl haben alle Formen der Schuttbewegungen zugenommen, doch drängen hauptsächlich zunehmende Schuttumlagerungen die Vegetation zurück. Man könnte diese Erscheinung auf zwei Faktoren zurückführen: entweder werden die Schuttumlagerungen durch vermehrten Steinschlag oder durch vermehrte Auslösung der Umlagerungen hervorgerufen. Man müßte dann vermehrte Verwitterung oder vermehrte Niederschläge annehmen. Ich wage hier noch nicht zwischen beiden Möglichkeiten zu entscheiden, doch scheint es mir, daß in beiden Fällen langjährige klimatische Schwankungen die letzte Ursache sind. Es wäre denkbar, daß auch vermehrter Vieh-, Wild- und Menschentritt mitwirken, doch konnte ich eine gleich starke Regressivität auch dort beobachten, wo diese Ursachen sicher nicht in Betracht kommen.

Es wäre nun noch die Frage zu erörtern, seit wann die Halden überschüttig sind. Hiezu muß die Zeitdauer der Sukzessionsabläufe geschätzt werden. Um aus einer weißen Halde eine graue entstehen zu lassen, dürften nach meinen Beobachtungen im betrachteten Gebiet fünf Jahre notwendig sein. Die Latschen, die sich im Zwerggesträuch vorfanden, hatten nach Jahresringenzählungen meist ein Alter von etwa 60 Jahren, jene der reifen Latschenbestände ein Alter von ungefähr 150 Jahren. Nimmt man noch an, daß sie im Dryasspalier gekeimt seien, so wird man die Mindestzeiträume einer (zwar durch Schuttbewegung verlangsamten, aber durch Schuttumlagerungen nicht unterbrochenen) Sukzessionsreihe etwa folgendermaßen schätzen:

5	Jahre weiße Halde,
5	„ unbesiedelte, graue Halde,
20	„ Pionierstadium,
60	„ Kriech- und Zwerggesträuch,
100	„ Latschendickicht,
<hr/>	
190	Jahre.

Da die vordringenden Schuttströme die Stadien III zum größten Teil entfernt oder auf die Unterseite von schützenden Altlandschen beschränkt haben, wo es noch teilweise fortschrittliche Grenzen gibt, muß man also auf eine Überschüttigkeit seit mehreren Dezennien schließen.

Die Naturwissenschaft sucht in allen Naturtatsachen etwas Gewordenes. Alles aber, was sich entwickelt hat, ändert sich auch weiterhin und die wirklichen Konstanten dürften sich auf das Gebiet der theoretischen Physik beschränken. Alle Gleichgewichtszustände sind nur scheinbar konstant, verschieben sich in Wirklichkeit in bestimmte Richtungen und selbst in diesen Verschiebungen läßt sich keine konstante Größe finden, vielmehr haben wir es mit Pendelungen um eine wiederum langsam veränderliche Mittellage zu tun. Da in jüngster Zeit für das letzte Jahrhundert mehrfach die Existenz säkulärer Veränderungen des Klimas nachgewiesen wurden, sind auch klimatisch verursachte säkuläre Schwankungen der Vegetation wenigstens dort zu erwarten, wo das Klima der ausschlaggebende Faktor ist.

Limnologische Untersuchungen im Gebiete der Turracher Höhe.

Von Ingo Findenegg und Fritz Turnowsky.

(Mit vier Bildern und einer Figurentafel.)

Allgemeine Charakteristik des Gebietes.

An der kärntnerisch-steirischen Grenze, in den Norischen Alpen, liegt der Paß der Turracher Höhe. Er wird wegen seiner landschaftlichen Reize und der Eignung der umgebenden Bergänge als Skigebiet in steigendem Maße von Sommerfrischlern und Wintersportlern besucht, ist aber auch vom rein naturkundlichen Standpunkte sehr anziehend, wobei insbesondere Geologen und Botaniker auf ihre Rechnung kommen. In Hinsicht auf diese Gebiete der Naturkunde ist die Turracher Höhe auch verhältnismäßig gut bearbeitet. Von vielleicht nachhaltigstem Reiz auch schon für den Laien sind indessen die Gewässer unseres Gebietes. Außer zahlreichen Quellen, Wasserläufen, Almtümpeln und Mooren trägt die Paßhöhe auch drei kleine Seen, die zweifellos den Höhepunkt landschaftlicher Schönheit des Gebietes