

Zeit entstammen, da der Schwarzensteingletscher (nach 1600 und um 1850 war sein Ende vom Hornkees 800 m entfernt) noch nicht im Zemtal abwärts floß, sich dort mit den anderen Gletschern vereinigend; denn würden die Schrammen einer solchen Periode entstammen, müßten sie gegen W gerichtet sein; aus dieser Überlegung geht hervor, daß sie in den Untergrund eingeritzt worden sein müssen, als der Umfang des Hornkeeses dem von 1856, bzw. dem im 17. Jahrhundert entsprach. Die Moränen dieser Eisstände trifft man aber knapp außerhalb der in Rede stehenden Gletscherschliffe noch südlich des Steges, auf dem man über den Zembach hinüberschreitet zur Berliner Hütte. Dies bedeutet wiederum, daß die Schrammen eingeritzt wurden, als das Eis darüber nur etwa 10 bis 25 m mächtig war: ein klarer Beweis, wie lebhaft selbst die wenig mächtigen Eispartien unmittelbar am Rande der Zunge den Untergrund mit den mitgeschleppten Blöcken zu bearbeiten imstande waren.

Im Zusammenhang damit möge schließlich noch eine andere Beobachtung Erwähnung finden: Vor der rechten Stirnhälfte des Schwarzensteinkeeses (in der Umgebung der Marke III a und zwischen ihr und der Marke D) gibt es mächtige Blöcke, die tief im Kleinschutt und Grus eingebettet und in der Bewegungsrichtung des Schwarzensteinkeeses geschrammt sind. Ein entsprechendes Vorkommen konnte auch im Vorfeld des Hornkeeses festgestellt werden. In diesen Fällen wurde also nicht felsiger Untergrund, sondern alter, schwer beweglicher Moränenschutt vom darüber hinweggehenden Gletscher erosiv angegriffen.

Die Begrünung der Halde des Tauerntunnels bei Bökstein (Salzburg).

Von **Alois Kieslinger**.

Mit 5 Abbildungen im Text.

Die Besiedlung von natürlichen Schutthalden ist ungemein häufig behandelt worden. Abgesehen von rein botanischen Fachfragen waren besonders die praktischen Aufgaben der Wildbach- und Rutschungsverbauung der Anlaß zu solchen Studien. In der neueren Zeit hat der Straßenbau im Hochgebirge neuerlich die Wichtigkeit einer künstlichen Bepflanzung der geschaffenen Gehängeeinschnitte und Anschnitte deutlich aufscheinen lassen. Besonders eingehend hat sich J. Stiny seit Jahrzehnten mit diesem Grenzgebiet von Pflanzenkunde und Geologie befaßt (siehe Schriftenverzeichnis [6—11]).

Derartige Beobachtungen sind auch für manche geologische Fragestellungen wichtig, z. B. für die Datierung von Moränen [3], Bergsturzmassen und Bergwerkshalden.

So mag es begründet und entschuldigt werden, wenn ein Geologe hier einen Sonderfall bespricht, der infolge der genau bekannten Entstehungszeit, der voll-

kommen einheitlichen Gesteinszusammensetzung, der raschen Entstehung und aller sonstigen bekannten und jederzeit leicht nachprüfbaren Begleitumstände sich vorteilhaft unterscheidet von natürlichen Schutthalden, die in langen Zeiträumen entstanden und auch heute noch Umbildungen und Bewegungen unterworfen sind [4]. Die vorliegende kurze Mitteilung beabsichtigt lediglich eine — für die Bedürfnisse des Geologen und Bergmannes ausreichende — übersichtliche Kennzeichnung des Tatbestandes und will in keiner Weise mit den neueren eingehenden pflanzensoziologischen Arbeiten in Wettstreit treten. Übrigens würde eine wirklich erschöpfende Untersuchung Begehungen zu verschiedenen Jahreszeiten erfordern und die schwierige Bestimmung der Moose und Flechten wäre Aufgabe von Spezialisten.

Der Verfasser ist Herrn Oberbergrat Dr.-Ing. Dipl.-Ing. Karl Imhof für Zahlenangaben über die Halde sowie den beiden Herren Kustos Dr. Handel-Mazzetti und Hofrat J. Baumgartner für die Bestimmung der aufgesammelten Pflanzen zu größtem Danke verpflichtet.

Am Nordende des Tauerntunnels wurde, vom Bahnhof Böckstein beginnend, am linken Hange des Anlauffales bis zu seiner Ausmündung in das Gasteiner Tal die Halde mit den beim Tunnelbau ausgebrochenen Steinen aufgeschüttet. Sie umfaßt das Ausbruchmaterial vom Beginne des Tunnels bis zum Durchbruche zum südlichen Baulos bei Tunnelkilometer 6'164. Die Anschüttung der Halde erfolgte in Schichten über die ganze Länge des Hanges, so daß die heute die Außenhaut der Halde bildenden Steine dem letzten Bauabschnitt entstammen, ungefähr also den letzten Kilometer vor dem Durchbruch umfassen und somit aus der Bauzeit 1907/08 stammen. In dem betreffenden Tunnelabschnitt wurden fast ausschließlich porphyrische Granitgneise („Zentralgneis“) gebrochen ([2], S. 202). Die Haldenschüttung umfaßt 1,580.000 t Gestein, die einem Volumen von 610.000 m³ gewachsenem Fels entsprechen. Der tatsächliche Rauminhalt der Halde kann infolge der nicht genau feststellbaren Schüttung nur geschätzt werden. Man kann annehmen, daß die Volumsvermehrung durch die lose Schüttung im frischen Zustande 30 bis 50% betrug, durch Setzung aber auf etwa 25% zurückging. Der wirkliche Rauminhalt der Halde beträgt also ungefähr 760.000 m³. Die sehr ebene Oberfläche der Haldenschüttung liegt in Seehöhe 1170 m, ihre Unterfläche ist, den Geländeformen entsprechend, ganz unregelmäßig; auf einen großen Teil der Längserstreckung liegt der Haldenfuß in 1125 m Seehöhe, die Höhe der Halde beträgt somit in den äußeren Teilen 45 m.

Die letzten Steinförderungen wurden nicht einfach geschüttet, sondern zur Vermeidung von Rutschungen sorgfältig mauerartig geschichtet („rolliert“). Diese Außenfläche besteht daher ausschließlich aus verhältnismäßig großen Steinen. Aus der schrägen Mauer dieser Böschung ließ man in regelmäßigen Abständen einzelne Steine herausragen, um die Böschung jederzeit leicht begehen zu können. Die Abböschung erfolgte im Verhältnis $\frac{6}{4} : 1$, hat somit einen Winkel von nicht ganz 39° ergeben.

Das westlichste Viertel der Halde, d. i. der von Gastein aus sichtbare Teil, mußte mit Rasen bekleidet werden, um die Störung des Landschaftsbildes durch die riesige graue Steinalde zu beheben. Die Bahn hat sich darauf beschränkt, den unbedingt vorgeschriebenen Teil zu begrünen, und dadurch erklärt sich das auffallende plötzliche Abschneiden dieser Rasenfläche an einer vom Hotel Tauernbahn (Obrutschka) schräg aufsteigenden Linie (siehe Abb. 1). Der übrige Teil der Halde hat jedoch seither keinerlei Pflege oder sonstigen Eingriff erfahren, der spärliche neue Pflanzenwuchs ist durchaus von selbst entstanden.



Abb. 1. Halde des Tauerntunnels. Das rechte Ende künstlich mit Rasen bedeckt.
Aufnahme Ing. F. Baron Florentin.



Abb. 2. Die Steinschichtung ist nur von Algen und Flechten besiedelt; selten kleine Moospolster (schwarze Flecken auf dem Bilde). Aufnahme des Verfassers.

Die in der Hauptsache gegen NO gerichtete, im Talgrunde zwischen hohen Bergen gelegene Halde hat wenig Sonne. Die groblückige Schüttung gestattet ein rasches Einsickern der Niederschläge. Irgendwelche Bewegungen der Steinschüttung haben nicht stattgefunden.

Die Besiedlung mit Pflanzen. Als erster Gesamteindruck kann festgestellt werden, daß die im Laufe der 30 Jahre entstandene natürliche Bedeckung mit Pflanzen äußerst spärlich ist. Jeder Stein ist noch einzeln sichtbar (siehe Abb. 2), und dieser roh belassene Hauptteil der Halde hebt sich deutlich und scharf von dem künstlich berasteten Westende ab.

Im einzelnen ist vor allem festzustellen, daß alle Steine an der Außenseite mit einer dünnen rostroten Alge bedeckt sind. Es handelt sich um die Veilchenalge (*Chroolepus iolithus*), fälschlich oft als Moos bezeichnet, die allenthalben auf den Schutthalden des Zentralgneises den Pionier darstellt. Sie hat im Anlaufstal und im benachbarten Tal der Naßfelder Ache eine ungemein große Verbreitung. Sie scheint jedoch nur bis zu einer gewissen Höhe zu gedeihen; so liegt ihre Höchstgrenze im Anlaufstal bei der unteren Radeckalpe (1524 m). An feuchten Tagen strömen die rostroten Blöcke einen starken Veilchengeruch aus.

Viel seltener ist eine grünlichgelbe Flechte, die bekannte Landkartenflechte (*Rhizocarpon geographicum*).¹ Auf den meisten Blöcken ist sie nur in kleinen, 1 bis 2 cm großen Flecken verbreitet. Nur einige wenige Blöcke (anscheinend basische oder stärker verschieferte Abarten des Zentralgneises) sind auf der ganzen Außenseite von dieser Flechte überzogen. Es hat den Anschein, als ob sich die gelbe Flechte sehr langsam auf Kosten der Veilchenalge ausbreite. Noch wesentlich seltener sind Flecken einer graubraunen Flechte mit schwarzen Apothecien (*Lecidea sp.*).

Die nächsthöheren Pflanzen, die Moose, treten der Menge nach gegenüber den Flechten ganz zurück. Sie wachsen in erster Linie in den Zwickeln zwischen den Steinen, wo sich die Feuchtigkeit länger halten kann, und wo die ersten bescheidenen Anzeichen einer Humusbildung auftreten. Meistens liegen sie auf Stückchen von Baumrinde, die der Wind von dem darüber befindlichen Wald herabgeweht hat. Die kleinen Moospolster werden in der Hauptsache von den beiden Arten *Rhaconitrium sudeticum* und *Rh. fasciculare* gebildet. Auch hier könnte eine genaue Untersuchung durch einen berufenen Fachmann wahrscheinlich noch weitere Arten feststellen.

Die Abhängigkeit der Moose von reichlicher Wasserzufuhr ist besonders deutlich. So sind z. B. auf größeren Blöcken Sprünge mit Streifen von Moos besetzt (Abb. 3). Auch dort, wo sich durch Unregelmäßigkeiten der Gesteinsoberfläche winzige Wasserschälchen bilden, sitzt jeweils ein kleiner Moospolster.

In besonders geschützten Winkeln zwischen den Blöcken ragen aus dickeren Moospolstern oft die zierlichen Becher der Trompetenflechte (*Cladonia fimbriata*), sehr selten auch die mehr bartförmigen Gebilde der *Cladonia furcata*. Wo die Moospolster stellenweise größer sind, stehen unter ihnen gelegentlich Gruppen von Traubigem Steinbrech (*Saxifraga aizoon*). Nur an einer einzigen Stelle mitten auf der Haldenböschung hatte ein kleiner Weidenstrauch (*Salix grandifolia*) Wurzel gefaßt.

Sehr bemerkenswert sind nun die Gebiete mit stärkerer Pflanzenbedeckung.

¹ Herr Hofrat Baumgartner machte darauf aufmerksam, daß sich unter den als Landkartenflechte bezeichneten Pflanzen wohl auch noch andere von ihr schwer zu unterscheidende Gattungen befinden könnten.

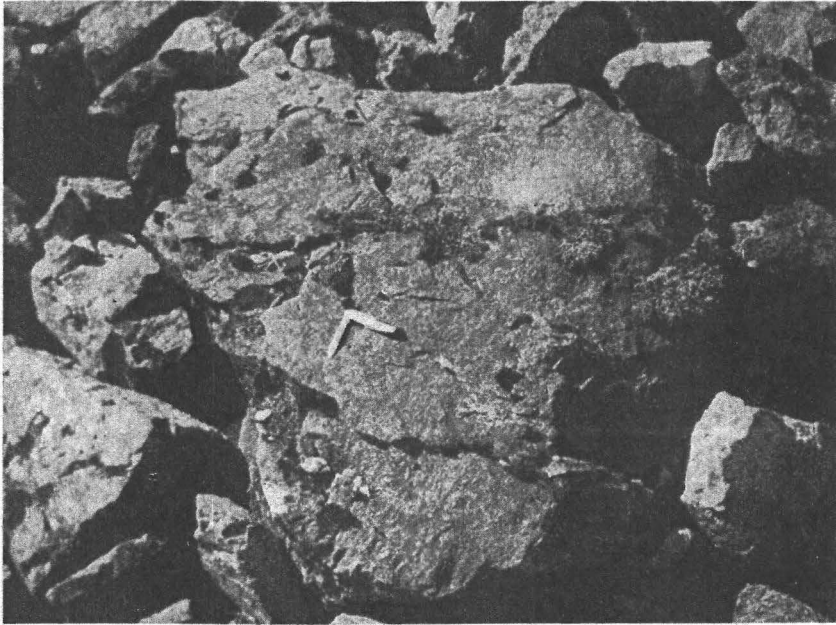


Abb. 3. Ein Gneisblock ist seine Sprünge entlang mit Moos besetzt. Taschenmesser als Maßstab. Aufnahme des Verfassers.



Abb. 4. Oberkante der Halde. Die Bedeckung mit Moosen und Farnen greift auf die Böschung über.

Die ebene Oberseite der Halde ist mit einer von selbst entstandenen Wiese bedeckt. An der Oberkante der Böschung verläuft, an diese Wiese anschließend, ein 1·5 bis 2 m breiter leuchtend grüner Streifen (siehe Abb. 4). Hier sind die Steine bereits zum Großteil von Moosen bedeckt. Zu den vorhin genannten treten noch folgende Arten: *Hylocomium proliferum* und *H. abietinum*, *Rhytidiadelphus triqueter*, *Dicranum scoparium*, *Rhaconitrium canescens*. Auch hier könnte eine genauere Untersuchung noch weitere Arten feststellen. Zwischen den Moosen sind — spärlich verteilt, durch ihre Größe aber doch auffallend — drei verschiedene



Abb. 5. Ostende der Halde. Waldrandvegetation über die Böschung vordringend. Aufnahme des Verfassers.

Farne: *Dryopteris filix-mas*, *Polystichum lonchitis* und *Asplenium trichomanes*. Da und dort dazwischen auch eine Brennessel.

An zwei Stellen hat ein stärkerer Vorstoß der Waldrandvegetation auf die Haldenböschung stattgefunden:

Am östlichsten Teil der Halde, unmittelbar vor der Eisenbahnbrücke, ist die Haldenoberfläche sehr schmal. Ihr Hintergrund wird von einem bewachsenen Schuttkegel gebildet, das Ende einer von hoch oben kommenden Rinne. In diesem Teile kann das zeitweise die Rinne belebende Wasser unmittelbar auf die Böschung der Halde gelangen und hier ist auch die buschige Waldrandvegetation in einem gegen unten konvexen Bogen ein Stück die Böschung hinabgewandert (Abb. 5). Ein weiterer Hauptgrund für das Vordringen höherer Pflanzen gerade an dieser Stelle liegt darin, daß dort die Böschung nicht einheitlich verläuft, sondern durch eine alte Gleisstraße unterbrochen wird.²

² Der Einfluß dieser Gefällsunterbrechung ist eine deutliche Bestätigung der Forderung Stinys [11], höhere Nacktböschungen durch Bermen zu unterteilen,

Auch hier bildet den untersten, im Sinne der Besiedlung vordersten Streifen eine leuchtend grüne Zone mit reichlichem Moos, dann setzt aber gleich die strauchartige Waldrandvegetation ein, mit kleinen Fichten, Birken, Grünerlen (*Alnus alnobetula*), Weiden (*Salix grandifolia*), Holunder (*Sambucus racemosa*) usw. Alle diese Bäumchen, bzw. Sträucher befinden sich in einem sichtlich sehr kümmerlichen Wachstum. Den Boden bedecken die vorhin genannten Farnkräuter und Moose, dazwischen stehen einzelne Pflanzen der Goldrute (*Solidago virgaurea*) und der weißen Pestwurz (*Petasites albus*).

In ähnlicher Weise hat sich vom Oberrande der Halde aus an der Grenze zwischen dem unbedeckten und dem künstlich begrüneten Teil ein schmaler Keil mit derselben Pflanzengemeinschaft eingeschoben (siehe Abb. 1).

Es zeigt sich also deutlich, daß die seinerzeitige Forderung nach einer künstlichen Begrünung der Halde durchaus berechtigt war; die nicht mit Rasen bedeckten Teile haben in drei Jahrzehnten von selbst nur einen bescheidenen Anfang der Pflanzenbedeckung entwickelt; bei der schweren Aufschließbarkeit des Zentralgneises werden Fortschritte nur sehr langsam eintreten. Angesichts der Feuchteit des Böcksteiner Talkessels [5] ist dieser spärliche Wuchs ziemlich auffallend. Ein Vergleich mit anderen, natürlichen oder künstlichen Halden von Zentralgneis in diesem Teile der Hohen Tauern wird freilich Verschiedenheiten der Lage, Seehöhe usw. berücksichtigen müssen. Immerhin gibt die Tunnelhalde eine Vorstellung, wie langsam sich auf dem Zentralgneis der Pflanzenwuchs einstellt.

Schriftenverzeichnis:

- [1] Aichinger E., Einiges über Geröllpflanzen unserer Alpen. Wr. Allgem. Forst- u. Jagdztg., 51, 1933, Nr. 38.
- [2] Becke F., Bericht über den Fortgang der geologischen Beobachtungen im Tauerntunnel. Anzeiger Akad. Wiss. Wien, 1908, Nr. 13, 201—205.
- [3] Friedel H., Boden- und Vegetationsentwicklung am Pasterzenufer. Carinthia II, 123/24, Klagenfurt 1934, 29—41.
- [4] — Beobachtungen an den Schutthalden der Karawanken. Carinthia II, 125, Klagenfurt 1935, 21—33.
- [5] Steinhauser F., Das Klima des Gasteiner Tales. Beiheft zu Jahrg. 1931 d. Jahrb. d. Zentralanstalt f. Meteorologie u. Geodynamik (Publikation Nr. 146), Wien 1937.
- [6] Stiny J., Die Berasung und Bebuschung des Ödlandes im Gebirge. Graz 1908, 156 + XIV S. Selbstverlag.
- [7] — Die Verwitterungsböden der Mürtzaler Granitgneise. Wiener Landwirtsch. Zeitung, Nr. 64, vom 11. August 1917.
- [8] — Geologische Randbemerkungen zum Verkehrswegebau im Hochgebirge. Z. Öst. Ing. Arch. Ver., 86, Wien 1934, 171—174.
- [9] — Die Begrünung von Böschungen und anderen Ödflächen im Hochgebirge. Geologie u. Bauwesen, 6, Wien 1934, 134—140.
- [10] — Geologie und Bauen im Hochgebirge. Geologie u. Bauwesen, 6, Wien 1934, 24—30, 33—65.
- [11] — Die Begrünung von sehr hochgelegenen Anbrüchen in Wildbacheinzugsgebieten. Wiener Allg. Forst- u. Jagdztg., 53, Wien 1935, Nr. 12 u. f.

die aus vielen Ursachen zu Ausgangstreifen für die Besiedlung der angrenzenden Böschungflächen werden.