

Die Blaikenbildung im Karwendel

Von *Gotlind Blechschmidt*

In der vorliegenden Untersuchung werden Ursachen und Ausmaß der Blaikenerosion im Karwendel als Teilglied des alpinen Bodenabtrags diskutiert. Blaiken sind Erosionsformen, die durch Abschürfen einer geschlossenen Vegetationsdecke entstehen. In erster Linie ist nivaler Massenschurf daran beteiligt. Die Nivation (Schnee-Erosion) führt nur im Zusammenwirken mit anderen natürlichen Parametern (Relief, Naturraum, Vegetation, geologischer Untergrund und Klima) zur Blaikenbildung.

69,2% aller Blaikenhänge des Karwendels sind 30° - 39° geneigt. 55,3% der Erosionsgebiete befinden sich in NE-/E-/SE-Lage, was die Leeseite zu den Westwinden darstellt. Zwei Drittel der Blaikenhänge befinden sich zwischen 1400 und 1800 m; ihre durchschnittliche Höhe liegt auf 1641 m. Diese Höhenstufe ist gleichfalls eine Zone, in der (berechnete) Schneedrücke von 300- 1400 kg/m² auftreten können. Mit solchen Drücken geht während des Schneegleitens eine erhebliche bodenabschürfende Kraft einher, sofern der Untergrund abtragsgeeignet ist, d.h. aus alpinen Matten genügender Steilheit mit Schurfansatzpunkten

besteht. Jura- und Kreideschichten der Karwendelmulde sind durch die Korngrößenzusammensetzung ihrer Böden besonders erosionsgefährdet.

Im Vorkarwendel ergaben Luftbilddauswertungen Vergrößerungen der Blaikenflächen um 8 bis 192% ihrer Ausgangsfläche (seit 1964). Das Gebiet ist dort nach Tiroler Maßstäben überdurchschnittlich stark mit Almen besetzt. Während sich die Zahl der gealpten Großvieheinheiten von 1952 - 86 um 78% vergrößerte, nahm die des Almpersonals um 56% ab. Damit gehen verringerte almpflegerische Maßnahmen einher. Die Hauptweidegebiete sind weitgehend blaikenfrei. Viehgängen terrassieren die Almhänge gut und wirken stabilisierend. Mit der Größe des Rinderbestandes steigt der Grad des Narbenversatzes in Vernässungszonen an. Die Blaiken liegen sämtlich außerhalb der heute benutzten Weidefläche in >30° geneigtem Gelände. Sie setzen oft schlagartig jenseits der Weidengrenzen ein. Um ein Vordringen der Erosion nach unten zu verhindern, sollte die Almwirtschaft des Karwendels weiterhin intensiv mit guter Pflege der Weideflächen betrieben werden.

1. Einleitung

Blaiken sind Erosionsformen, die durch Gleiten oder Rutschen einer geschlossenen Vegetationsdecke samt Wurzelschicht und Erdreich entstehen (Abb. 1). Ausgelöst wird das Abgleiten von Humus- und Vegetationsdecke vor allem durch Schneekriechen und Schneeschurf (SCHAUER 1975).

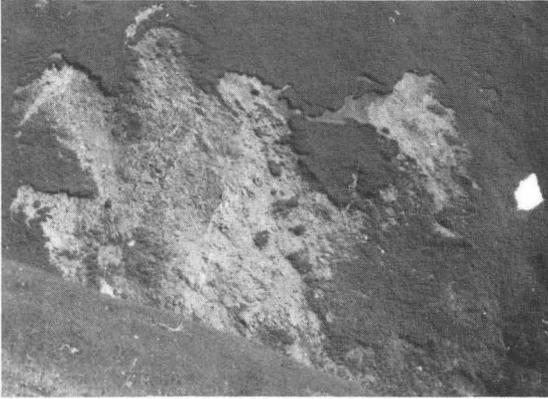


Abb. 1: Typische Blaike am Königskopf in der Nähe des Gramei-Hochlegers. An Zugrissen abrutschende Grasschollen. Rechts noch ein Schneefleck. Aufnahme v. 14.9. 84, Höhe 1700-1760 m, Hangneigung 37°.

Das Karwendel als Teilgebiet der Nördlichen Kalkalpen bietet sich durch seine Naturraumausstattung und Nutzungsgeschichte für Untersuchungen über die alpine Blaikenbildung an. Vorwiegend im Bereich der das Gebirge querenden „Karwendelmulde“ entwickelten sich fruchtbare Böden, was Räter, Rätoromanen und Bajuwaren dort seit dem 6. Jahrhundert zu großräumigen Waldrodungen und Almgründungen veranlaßte (STOLZ 1938).

Diese anthropogen geschaffenen wie auch die natürlichen Freilandflächen der alpinen Stufe mit geschlossenen alpinen Rasen weisen für die Entstehung von Blaiken sehr günstige Standortfaktoren auf.

Viele Hänge des Vorkarwendels sind heute so stark verblaikt, daß Blaiken dort als Kennzeichen von Hanglabilität die charakteristischste Abtragungsform darstellen. Ebenso treten sie in großer Zahl und Fläche in Teilen des Hochkarwendels auf, wie durch Geländebegehungen und Luftbildauswertungen festgestellt werden konnte. Es

wurde daher für das gesamte Karwendel eine Bestandsaufnahme der vegetationszerstörenden Blaikenerosion durchgeführt.

Die Zielsetzung der Arbeit läßt sich in drei Punkten erklären:

- 1) Welches sind die natürlichen Faktoren bzw. Prozesse, die an der Blaikenerosion des Karwendels beteiligt sind und wie hoch ist ihr jeweiliger Stellenwert?
- 2) Welche Rolle spielen dabei anthropogene Eingriffe in den alpinen Naturhaushalt, die von der Almwirtschaft und den damit verbundenen Waldrodungen herrühren?
- 3) Welche Entwicklung hat die Blaikenerosion in jüngster Zeit durchgemacht? Kann ein Vergleich zwischen Erosions- und Nutzungsentwicklung gezogen werden? Haben Intensivierungen oder Extensivierungen der Almwirtschaft eine Zu- oder Abnahme der Blaikenbildung zur Folge? Oder verhält es sich umgekehrt?

2. Das Untersuchungsgebiet

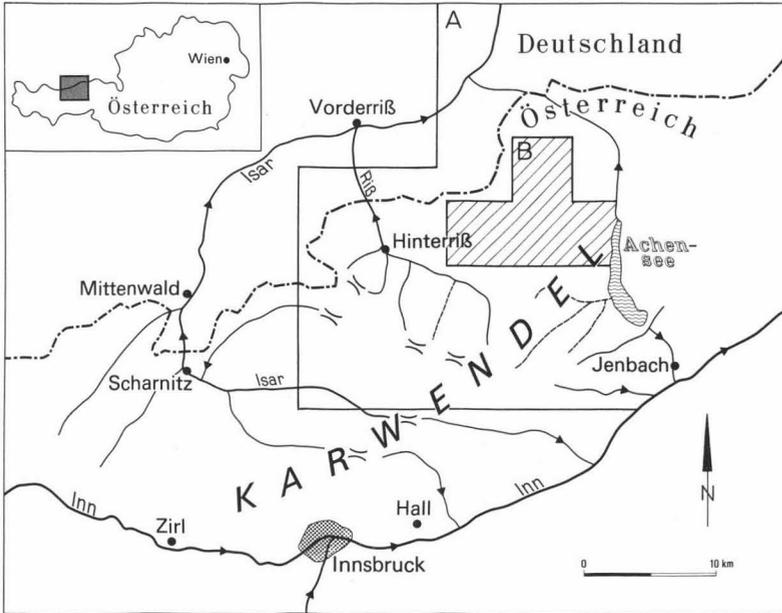
2.1 Der Naturraum

Das Karwendel ist durch die Längstäler von Isar und Inn gegen die Kalkvoralpen und die Zentralalpen abgegrenzt (Karte 1). Im Norden bilden Soiern- und Rissergruppe das stark bewaldete Vorkarwendel, das Mittelgebirgscharakter aufweist und 2000 m nur selten überschreitet; südlich davon liegt das Hochkarwendel als Hochgebirge. Höchster Punkt ist die 2749 m hohe Birkkarspitze.

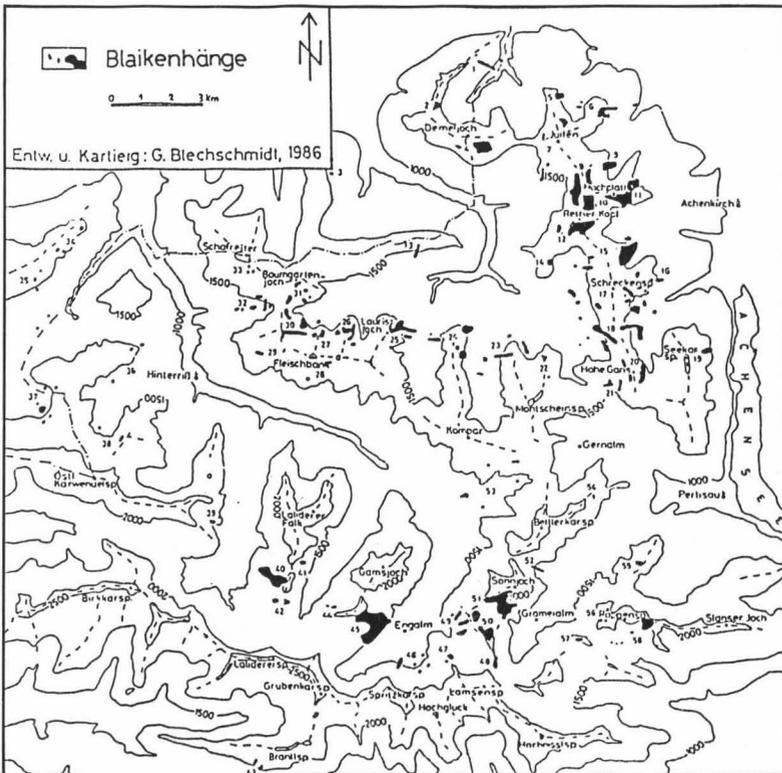
Marine Sedimente aus Trias, Jura und Kreide sind die Bausteine des Karwendels. Lechtal- und Inntaldecke beteiligen sich an seinem tektonischen Aufbau.

In klimatischer Hinsicht gehört das Karwendel zu den niederschlagsreichen Nordalpen. In erster Linie bestimmen Nordwest- und Nordströmungen das Niederschlagsgeschehen. Die Jahresmittel des Niederschlags schwanken zwischen 1452 mm (Pertisau, 930 m) und 2437 mm (Plumsjoch, 1300 m). In den Hochlagen werden keine Messungen durchgeführt. Niederschlagsreichste Jahreszeit ist der Sommer.

Während das Vorkarwendel ausgedehnte Wald- und Almflächen aufweist, ist das Hochkarwendel vor allem durch seine berühmten Wandfluchten und riesigen Schutthalden gekennzeichnet.



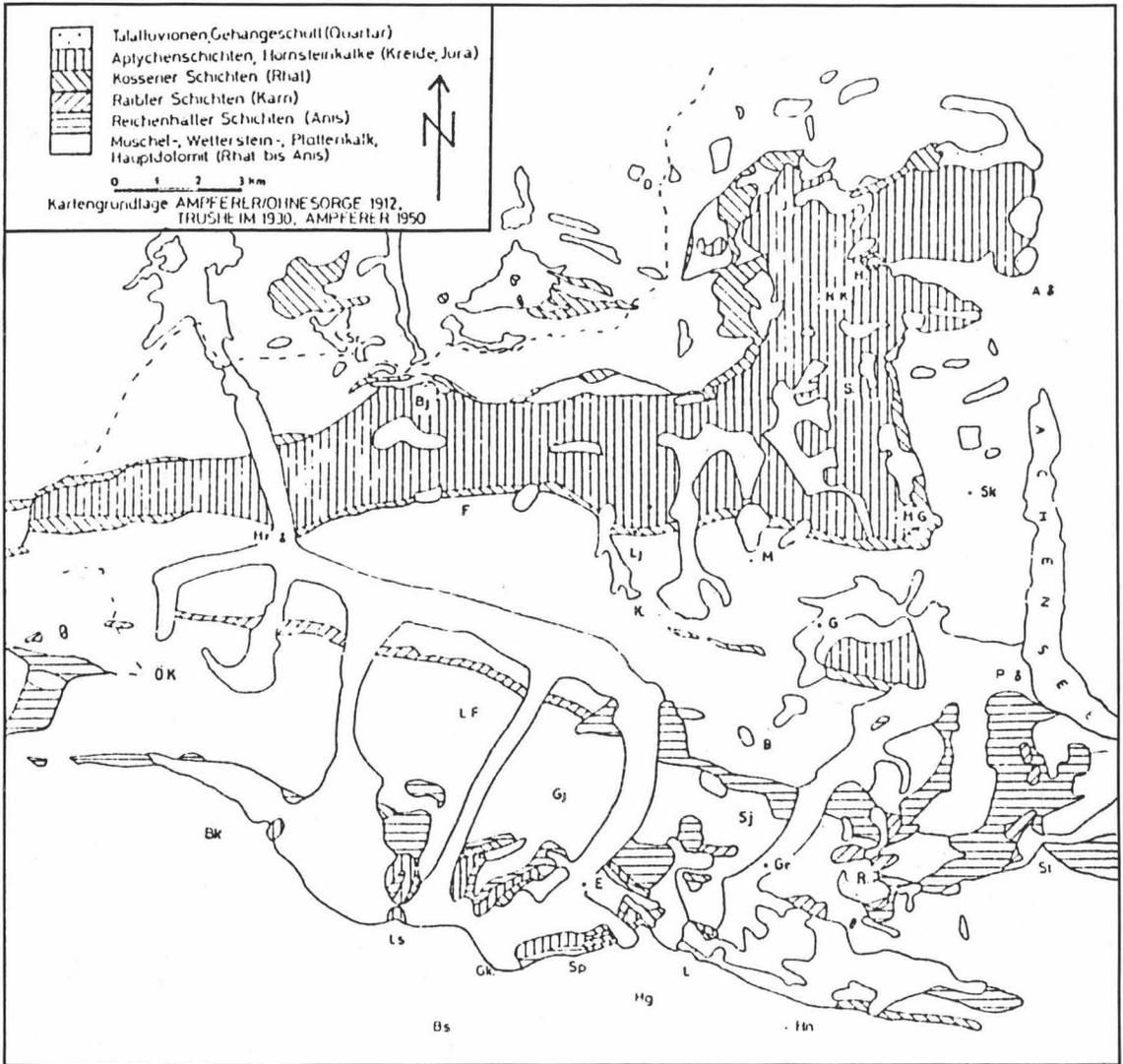
KARTE 1: Übersichtskarte des Karwendels (A: Karte 2 und 3, B: Vorkarwendel)



LOKALITÄTEN

- | | |
|----------------------|-----------------------|
| 1 Hühneberg | 38 Rauher Kopf |
| 2 In der Gruft | 39 Tälele-Hochleger |
| 3 Kotzen-Niederleger | 40 Mahnkopf |
| 4 Zotenjoch | 41 Schallahner |
| 5 Pitzkopf | 42 Ladizjochl |
| 6 Schulterberg | 43 Halleranger |
| 7 Juilen | 44 Einsiedel |
| 8 Gr. Zermalm | 45 Loliders-Hochleger |
| 9 Marbichler Spitze | 46 Kirchl |
| 10 Kafell | 47 Kaisergrat |
| 11 Hochplatte | 48 Lamsenjoch |
| 12 Rether Kopf | 49 Binsalm |
| 13 Lärchkogel | 50 Gramei-Hochleger |
| 14 Rether Horn | 51 Sonnjoch |
| 15 Zunderspitze | 52 Bährenlahner |
| 16 Christlum | 53 Hasentalalm |
| 17 Schreckenspitze | 54 Aschenlahner |
| 18 Hoher Kasten | 55 Geißlahner |
| 19 Seebergmahd | 56 Roppenspitze |
| 20 Hohe Gans | 57 Lunstkopf |
| 21 Schleimsjoch | 58 Gamskar Spitze |
| 22 Mantichen | |
| 23 Kotzen | |
| 24 Kuppel | |
| 25 Laurisjoch | |
| 26 Hölzelstajoch | |
| 27 Ochsentlalalm | |
| 28 Waldeggl | |
| 29 Roskopf | |
| 30 Schönaimejoch | |
| 31 Baumgartenjoch | |
| 32 Delpsjoch | |
| 33 Tölzer Hütte | |
| 34 Baierkar Spitze | |
| 35 Soierspitze | |
| 36 Rohnberg | |
| 37 Wechselkopf | |

KARTE 2: Blaikenerosion im Karwendel



KARTE 3: Geologische Karte des Untersuchungsgebietes

- | | | | | | |
|-----|-------------------|------|-----------------|-----|-----------------------|
| A. | Achenkirch | H. | Hochplatte | M. | Montscheinspitze |
| B. | Bettlerkar Spitze | Hg. | Hochglück | ÖK. | Östl. Karwendelspitze |
| Bj. | Baumgartenjoch | HG. | Hohe Gans | P. | Pertisau |
| Bk. | Birkkar Spitze | Hn. | Hochnisslspitze | R. | Rappenspitze |
| Bs. | Brantlspitze | Hr. | Hinterriß | RK. | Rether Kopf |
| D. | Demeljoch | J. | Juifen | S. | Schreckenspitze |
| E. | Engalm | K. | Kompar | Sj. | Sonnjoch |
| F. | Fleischbank | L. | Lamsenspitze | Sk. | Seekar Spitze |
| G. | Gernalm | L.F. | Laliderer Falk | Sp. | Spritzkar Spitze |
| Gk. | Grubenkar Spitze | Lj. | Laurisjoch | Sr. | Scharfreiter |
| Gr. | Grameialm | Ls. | Lalidererspitze | St. | Slanser Joch |

2.2 Die Almwirtschaft

Die Weideflächen des Karwendels erstrecken sich zwischen 1000 und 2000 m, so daß die Almen vielfach in einen Nieder-, Mittel- und Hochleger geteilt sind. Charakteristisch ist das Nebeneinander von Wald und Weide. Oft gehen die Almflächen nach oben allmählich in Ödland über.

Im gesamten Karwendel liegen 192 Almen (alle Leger einzeln gezählt). 148 davon befinden sich in der östlichen Karwendelhälfte (Gebiet A auf Karte 1), die gleichzeitig starke Verblaikungen aufweist.

Die Almwirtschaft ist immer auf das engste an die natürlichen Standorteigenschaften in den alpinen Hochlagen gebunden. Im Karwendel wird die Verteilung der Almen in erster Linie durch die geologischen Verhältnisse der Karwendelmulde bestimmt, da Kreide- und Jura-Ablagerungen (Aptychenschichten, Hornsteinkalke) sowie Kössener Schichten (Rhät) im Verhältnis viel stärker mit Almen besetzt sind als die Karbonatgesteinszone (Muschel-, Wetterstein-, Plattenkalk und Hauptdolomit).

Die mergelig-tonigen Schichten der Karwendelmulde sind nämlich wasserstauend und schaffen dadurch die Vorbedingung für die Anlage einer Alm, so daß man dort nicht nur die größte Almdichte, sondern auch die größten Almen überhaupt antrifft (Gr. Zemmalm, Rotwandalm). Das dichteste Almland erstreckt sich über das östliche Vorkarwendel (Gebiet B auf Karte 1), wo die Weiden bis auf die Kämme der Grasberge reichen.

Auswertungen von Datenmaterial der Tiroler Alpkataster (1952, 1974, 1986) ergaben für dieses Gebiet folgende Kennzeichen und Entwicklungstendenzen:

Die Almen des Vorkarwendels sind überwiegend Gemischtalmen. Ihr Bestand an Großvieheinheiten (GVE) hat sich von 1952-86 um + 78% vergrößert, der an Galt-(Jung-)vieh um + 73%. Dazu gegenläufig erfolgte eine Reduzierung des Almpersonals um - 56%, so daß Intensivierungs- und Extensivierungstendenzen der Almwirtschaft nebeneinander zu erkennen sind. Die Bestockdichten (Anzahl GVE/ha Weidefläche) haben sich um + 83% vergrößert und sind damit dreifach höher als jene Tirols, liegen aber meistens noch im normalen Bereich.

3. Untersuchungsmethoden

Eine Luftbildserie des Gesamtkarwendels aus dem Jahre 1973 wurden stereoskopisch auf Blaikenschäden hin untersucht. Da großflächige Blaikenerosion hauptsächlich in der östlichen Karwendelhälfte an 58 Gebirgshängen abläuft, fanden in diesem verkleinerten Untersuchungsgebiet umfangreiche Begehungen statt (Karte 2). Geländebeobachtungen und Kartierungen der Blaikenhänge mit einfachen Methoden ermöglichten eine genauere räumliche Erfassung der Abtragsschäden sowie Kenntnisse über die am Abtrag beteiligten Parameter und Prozesse.

Ein Luftbildvergleich zwischen Stereobildern aus dem Jahr 1964 und Orthophotos von 1983 gestattete Aussagen über die Entwicklung der Blaikenerosion im Vorkarwendel.

Messungen an der Schneedecke (Messungen des Schneegleitens mit Hilfe sog. Gleitschuhe; Aufnahme von Schneeprofilen zur Bestimmung von Schneehöhe und -dichte) ermöglichten Schneedruckberechnungen und gaben im Zusammenhang mit den Geländebeobachtungen Aufschluß über die Rolle des Faktors „Schnee“ beim Bodenabtrag.

Die Entnahme von Bodenproben aus Blaiken und deren Korngrößenanalyse erlaubte Rückschlüsse auf die Erodierbarkeit der Karwendelböden.

Weiterhin wurde versucht, die abgeleitete Erosionsentwicklung des Vorkarwendels der dortigen Nutzungsentwicklung zuzuordnen. Auswertungen der Alpkataster waren dafür notwendig.

4. Ergebnisse

4.1 Natürliche Parameter der Blaikenbildung

Die Faktoren Relief, Vegetation/Naturraum, Boden/-Gestein und Niederschläge sind die wichtigsten natürlichen an der Blaikenbildung beteiligten Parameter. Sie steuern die Blaikenerosion unabhängig davon, ob der Mensch in den Naturhaushalt eingegriffen hat oder nicht.

Im Karwendel beginnt der Blaikenabtrag erst ab einer Hangneigung von 25° und erreicht mit 69,2% aller Blaikenhänge seine größte Verbreitung zwischen 30° und 39° (Tab. 1). Erst in diesen Neigungen sind nämlich die günstigsten Voraussetzungen für Schneeschurf gegeben, der

an der Blaikenerosion maßgeblich beteiligt ist (LAATSCH/GROTTENTHALER 1973).

Neigung	Östliche Karwendelhälfte	Vorkarwendel
< 19°	3.4	2.3
20 - 24°	1.7	2.3
25 - 29°	19.6	18.2
30 - 34°	34.2	31.9
35 - 39°	35.0	31.8
> 40°	6.0	13.6

Tab. 1: Die Verteilung der Blaikenhänge nach Böschungsklassen (in %).

In der Neigungsstufe über 40° liegen noch 6% aller Erosionshänge: hier werden die Blaiken weniger durch Schnee- als vielmehr durch Lawinenschurf hervorgerufen. Der hohe Anteil von 13,6% in über 40° steilen Lagen des Vorkarwendels erklärt sich dort durch Tiefenerosion und Reißenbildung, die in solchen Neigungen ihren Anfang nehmen.

Ebenso wichtig wie die Hangneigung ist die Ausprägung des Naturraumes mit den jeweiligen Vegetationsverhältnissen. So ist Blaikenbildung auf anstehendem Gestein unmöglich; innerhalb des Bergwaldes gibt es sie vereinzelt in Lavinaren; mit alpinen Rasengesellschaften bewachsene Hänge genügender Steilheit sind dagegen im Karwendel grundsätzlich durch Blaikenerosion gefährdet. Solche potentielle Blaikengebiete befinden sich über der Waldgrenze in der alpinen Stufe oder unter ihr, sofern der Mensch zur almwirtschaftlichen Nutzung weiträumige Waldrodungen durchgeführt hat.

Von den Faktoren Exposition und Gestein/Boden hängt es im folgenden Entwicklungsschritt ab, wie sehr sich die Blaikenerosion auf solchen grundsätzlich gefährdeten Hängen ausweitet.

Die 58 Blaikenhänge des Karwendels weisen mit 21,3% ein Maximum der Erosion in SE-Exposition auf (Abb. 2). Faßt man die Prozentanteile der vier Hauptexpositionen zusammen, dann ergibt sich eine Verteilung von 55,3% bzw. 43,6% für E- und S-Exposition (NE-E-SE und SE-S-SW). Die erhöhte Blaikenerosion ist in diesen Lagen zu erwarten, da es in der Regel im Schatten der Hauptwind-

richtungen (von W bis N) zur Akkumulation größerer Schneemengen und zum Einsetzen abtragswirksamer Schneegleitvorgänge kommt. Die Stabilität der Schneedecke wird dort durch die erhöhte Strahlungsintensität erniedrigt. N-/NW-Hänge sind am wenigsten labil.

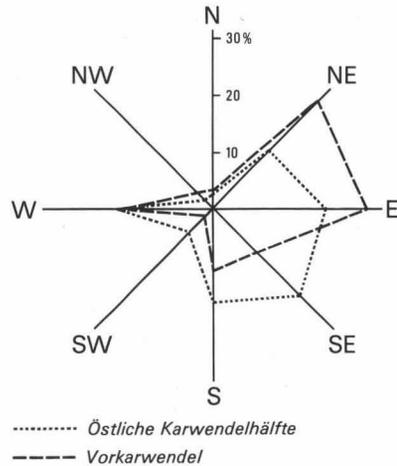


Abb. 2: Die Verteilung der Blaikenhänge nach Expositionen (in %), Östl. Karwendelhälfte, - - - - Vorkarwendel.

Bezüglich der Blaikenverteilung nach Höhenstufen gilt, daß Blaiken bis in eine Höhe von 1300 m nur sehr wenig vertreten sind (Tab. 2). Dies liegt an der dichten Bewaldung in tieferen Lagen, die eine Blaikenbildung verhindert. Erst über 1300 m und noch deutlicher über 1400 m steigt die Blaikenhäufigkeit an. Sowohl im Gesamt- als auch im Vorkarwendel erreicht sie zwischen 1600 und 1700 m ihr Maximum.

Höhenstufe	Östliche Karwendelhälfte	Vorkarwendel
- 1000	0.7	0.6
- 1100	1.4	1.9
- 1200	2.8	2.6
- 1300	4.2	4.5
- 1400	9.7	12.8
- 1500	13.8	16.7
- 1600	17.6	21.8
- 1700	19.7	23.1
- 1800	13.5	12.8
- 1900	7.9	2.6
> 1900	8.6	0.6

Tab. 2: Die Verteilung der Blaikenhänge nach Höhenstufen (in %).

Die relativ geringe Erosionsbeanspruchung der tieferen Zonen zeigt sich auch darin, daß die Stufe bis 1500 m zwar 48% der Untersuchungsgebietsfläche einnimmt, aber nur 32,6% aller Blaikenhänge aufweist. In der Zone von 1500-2000 m (41% der Fläche) liegen demgegenüber 67,3% der Erosionshänge.

Die Verteilung der Blaikenhänge nach Höhenstufen läuft nicht mit jener der Almen parallel. Bis 1400 m liegen 50% der Almen und nur 19% der Erosionsgebiete. Dies rührt von den zahlreichen Waldweide-Almen her, die innerhalb des erosionsverhindernden Waldes liegen. Daher befindet sich die Durchschnittshöhe der Almen auch 200 m unter jener der Blaikenhänge (1436/1641 m).

Auf den verschiedenen geologischen Schichten der Karwendelmulde und ihrer Umrahmung haben sich entsprechend unterschiedliche Böden entwickelt. Sie sind hinsichtlich ihrer Erosionsgefährdung grundsätzlich in drei Gruppen einzuteilen (Karte 3):

a) Böden auf Muschel- und Wettersteinkalk sowie Dolomit sind in der Regel flachgründig, trocken und steinig. Bei Freilage der Rendzinen besteht auf sonnseitig exponierten steilen Hängen die Gefahr eines raschen Humusabbaues, des Humusschwundes, weniger der Blaikenerosion.

b) Böden aus sandig-grusig verwitternden Schichten (z.B. Reichenhaller Schichten; Anis) sind bei stärkerer Hangneigung erosionsgefährdet.

c) Böden aus Schichten mit erheblichem Anteil toniger und mergeliger Gesteine sind meistens tiefgründig und neigen zur Dichtlagerung und Vernässung. Sie sind stark rutsch- und schurfgefährdet, weil solche schluffreichen Böden schwer koagulieren und durch ihre geringe Bindigkeit stark zur Verschlammung der groben Poren neigen, bevor der Oberboden bis zu seiner Wasserkapazität aufgefüllt ist. Bodenproben über Juraschichten zeigen genau jene Korngrößenverteilung mit Maxima im sandig-schluffigen Bereich. Die Verbreitung dieser Böden deckt sich im Karwendel mit der Lage von Muldenzone und Deckenfenster und zugleich auch mit dem Einsetzen der Blaikengebiete: 58% von ihnen liegen im Karwendel innerhalb der Kreidemulde (mit Reichenhaller Schichten), die nur 16,8% der Gesamtfläche einnimmt; 28% innerhalb der Karbonatgesteinszone (66,5% der Gesamtfläche). Davon wiederum sind 69% relativ kleine Abtragsgebiete. Größere

Zerstörungen kommen offensichtlich erst dann zustande, wenn andere Parameter der Blaikenbildung wirksamer sind als der geologische Untergrund, wie z.B. die Nutzungsaufgabe (Bsp. Seebergmahd).

Muschelkalk- und Dolomitflächen weisen grundsätzlich sehr wenige Blaikengebiete auf, denn sie bestehen zu 75% aus Fels- oder Waldgebieten: die Almrodungen lohten sich eben nur in der wasserstauenden Kreidemulde, nicht aber in der wasserdurchlässigen Karbonatgesteinszone.

Durch Rodungen unterhalb der natürlichen Waldgrenze konnte die Blaikenerosion nun auch in tieferen Bereichen einsetzen. Der erosionsanfällige geologische Untergrund und örtliche Reliefverhältnisse erleichterten dies wiederum. Die gegenseitige Vernetzung der Erosionsfaktoren (Gestein/Boden mit Nutzung und Relief) wird hier sehr deutlich.

Die Geländebegehungen der Blaikenhänge zeigten, daß das Gros der Abtragungsprozesse im Karwendel nicht auf sommerliche, sondern auf winterliche Niederschläge zurückzuführen ist, d.h. auf den Erosionsfaktor Schnee. Besonders im Frühsommer wird dies deutlich, wenn in Rinnen noch Schneereise und an ihrem Auslauf riesige Lawinenkegel liegen. Auf den Boden gepreßte, glatte Grasnarben, zu Rollen geformte Gras- und Bodenwülste und Verletzungen der Vegetationsdecke deuten auf Bewegungen der Schneedecke hin. In bereits aperes Gelände eingelassene Nivationsnischen zeigen noch Schneeanfüllung. Nach ihrem Abschmelzen kommt die ausgeschürfte Blaike zum Vorschein.

Schnee ist durch die Vorgänge der Nivation (die Erosionsleistung der Schneedecke) eindeutig ein erodierender Faktor, dem in allen Untersuchungen über den alpinen Bodenabtrag ein Forschungsschwerpunkt zukommen sollte. Die Nivation ist ein rein natürlicher Abtragungsvorgang und wirkt über den beim Schneegleiten ausgeübten Schneedruck auf stauende Hindernisse (Steine, Fichtenanflug, Zugrisse auf Weideflächen u.ä.). Es muß aber betont werden, daß an vielen Stellen im Karwendel der Schneeschurf erst dann begann oder beschleunigt wurde, nachdem die Almbauern den Baumbestand im Luv der wächtenbildenden Hangoberkante beseitigten, in der Zeit expandierender Almwirtschaft in früheren Jahrhunderten. Von diesem Gesichtspunkt her liegt eine anthropogene

Beeinflussung durchaus vor und gleichzeitig lange zurück.

Zur Messung der Schneegleitvorgänge wurden im Spätherbst der Jahre 1984 und 1985 zehn sog. Gleitschuhe (Abb. 3) an Blaikenhängen ausgelegt und mit Stahldraht fixiert. Nach dem Einschneien rutscht der Gleitschuh zusammen mit dem Schnee hangabwärts, wobei sich der Draht von seiner Rolle abrollt. Nach einer bestimmten Meßdauer kann der Gleitschuh ausgegraben oder im Frühjahr nach Aperwerdung weggenommen und der Gleitweg durch Distanzmessung festgestellt werden.

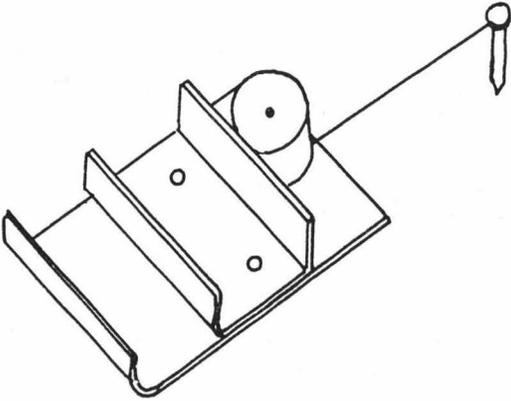


Abb. 3: Messung des totalen Gleitweges der Winterschneedecke mit Gleitschuhen (nach IN DER GAND 1968).

Die gemessenen Gleitbeträge lagen zwischen 0,15 m und 5,86 m. Zwei Gleitschuhe wurden im schneereichen Winter 1985/86 sogar 13,49 m bzw. 37,24 m weit hangabwärts transportiert, vermutlich durch einen Schneerutsch oder eine Lawine. Gleitschneehänge können also in Abhängigkeit von Schneehöhe und Witterungsverlauf zu Lawinenhängen werden, und Vorgänge des Schnee- wie auch des Lawinenschurfes können beide zur Blaikenbildung führen. Je nach Schurfart entstehen eher rundliche (Schnee-) oder längliche (Lawinen-) Blaiken.

Zur Berechnung des Schneedrucks sind die Aufnahme von Schneeprofilen und damit Messungen von Schneehöhe und -dichte unerlässlich. Zudem geben bestimmte Schneeschichten im Innern der Schneedecke wie z.B. Harsch- oder Eislagen weitere Hinweise über den Witterungsverlauf und damit auch über die Kontinuität des Schneegleitens.

Schneeprofile wurden an der Engalm (Gr. Ahornboden, 1227 m) und im Vorkarwendel am Rande des Skigebietes

„Christlum“ (1400 m) angelegt. Ihre Untersuchung erfolgte analog der Meßmethode der UNESCO (1970).

Im Winter 1984/85 ließen die relativ geringen Schneefälle an beiden Profilen nur geringe Schneedrücke entstehen. Im Enger Gebiet schränkte eine bodennahe Eisschicht Schneegleiten und -druck zusätzlich ein bzw. verhinderte beides sogar.

Im Winter 1985/86 fanden dagegen in der Eng Schneegleiten und -druck frühzeitig statt, weil sich — verursacht durch frühzeitige November-Schneefälle nach einem warmen Herbst — eine bodennahe Naßschneeschicht ausgebildet hatte. Dort wie auch in Christlum kam es durch bestimmte Schichtfolgen zu Unstetigkeiten im Schneeprofil, wodurch der Abgang von Schneerutschen und Lawinen zu erwarten war.

Die Berechnung des Schneedrucks erfolgt nach verschiedenen Theorien (HAEFELI 1948, BUCHER 1947). Schneemächtigkeit und -dichte sowie Böschungswinkel sind die wichtigsten Faktoren der Schneedruckformeln. Die berechneten Drucke (in kg/m) gelten für Schneedrücke auf eine durchgehende Wand (senkrecht zur Schneedecke). In der Natur haben wir dagegen den Fall vor uns, daß Schnee auf Einzelelemente (Steine, Baumstümpfe etc.) einwirkt. Diese sind einem zeitlich stärker wachsenden Schneedruck ausgesetzt als die durchgehende Meßwand.

Die aus den Meßwerten der Schneeprofilaufnahmen berechneten Schneedrücke schwanken zwischen 24,28 und 189,34 kg/m (Tab. 3). Schneehydrologische Messungen der Tiroler Wasserkraftwerke (TIWAG) gestatten weitere Schneedruckberechnungen, die nun auch für die Hochlagen des Karwendels Gültigkeit besitzen. An der Meßstation Schleims (1700 m) wurden bereits 2,5 m maximale Schneehöhe gemessen; für die Höhenstufe > 1800 m wurde ein maximaler Schneehöhenwert von 3,27 m hochgerechnet.

Mit den größeren Schneehöhen gehen höhere Schneedrücke einher (Tab. 4): so betragen der durchschnittliche und der maximale Schneedruck in der Höhenstufe 1600 - 1800 m 316 bzw. 1376 kg/m; in der Stufe > 1800 m lauten die entsprechenden Werte 641 bzw. 1627. In dieser Höhenstufe kann aber trotz hoher Schneedrücke kaum Blaikenerosion stattfinden, weil sie im Vorkarwendel nur geringe Flächen einnimmt und im Hochkarwendel entweder

1985	EI	EII	EIII	EIV	CI	CII	CIII	CIV
Sm	24,28	73,22	117,63	29,84	47,34	189,34	88,97	28,02
1986								
Sm	179,26	112,13	97,98	117,20	38,09	62,09	25,98	43,17

Tab. 3: Schneedruckberechnungen nach BUCHER (1948) in kg/m für die Profilaufnahmen (E = Profil Eng, C = Profil Christlum).

Höhenstufe	< 1000	- 1200	- 1400	- 1600	- 1800	> 1800 m
	42/153	98/271	129/472	206/945	316/1376	641/1627

Tab. 4: Durchschnittliche/maximale Schneedrucke in kg/m, berechnet für Höhenstufen des Karwendels (nach Messungen der TIWAG 1985 - 87).

aus Schutthalden oder steilen Wandfluchten besteht, nicht aber aus jenen potentiellen Blaikengebieten, die für das Einsetzen der Blaikenerosion unabdingbar sind.

Im Bereich zwischen 1400 und 1800 m, in dem 64,6% aller Blaikenhänge liegen, können durchschnittliche und maximale Schneedrucke von 300 oder 1400 kg/m erreicht und damit immer noch große bodenschürfende Kräfte ausgeübt werden. Es ist dort erneut die Kombination zahlreicher Faktoren, die die Blaikenbildung initiiert, aufrechterhält und verstärkt: starker Schneedruck auf 30° geneigten Freilandhängen in S- bis E-Exposition auf Jura- und Kreide-Schichten wird zur intensiven Blaikenerosion führen. Ist einer dieser genannten natürlichen Parameter weniger „blaikengünstig“ ausgeprägt, wird es zu entsprechend geringerer Erosion kommen.

4.2 Stellenwert der Almwirtschaft beim Abtragsgeschehen

In den Naturraum des Karwendels wurde seit den frühen Almrodungen eingegriffen. Die höchsten Sennhütten baute der Mensch im natürlichen Weidegebiet der alpinen Stufe in 1961 m Höhe (Stanser Hochleger, heute aufgelassen). Milchgewinnung und Käseerzeugung machten eine arbeits- und flächenintensive Almwirtschaft notwendig. Dem Menschen kam damals eine doppelte Rolle zu: einerseits wurde er durch seine Rodungen und den Weidewirt-

schaftsbetrieb zum Landzerstörer und -schädiger, andererseits durch seine almpflegerischen Maßnahmen auf den von ihm in Anspruch genommenen Flächen zum Landschaftserhalter. Almpflegerische Tätigkeiten wurden von den sog. Almputzern ausgeübt. Sie beseitigten Ansatzpunkte für den Schneeschurf wie Steinbrocken, Baumstümpfe, jungen Fichtenanflug und umgebrochene Baumstämme aus Lawinen- und Gleitschneebahnen und sanierten offene Bodenwunden durch Aufbringen und Ausgleichen mit Bodenmaterial. Zur schnellen Begrünung wurden Flächen mit Wildheu abgedeckt (ZIELONKOWSKI 1974).

Ein Almputzer übernahm keine der sennspezifischen Arbeiten, sondern hatte sein eigenes Tätigkeitsfeld, wie es auch in vielen Punkten in der Verwaltungssatzung der Agrargemeinschaft Eng-Alpe festgesetzt wurde (HÄGELE 1967):

„Die Weideflächen sind von Steinen zu säubern. Das lose Aufschichten ist verboten, da sie der Schnee wieder umdrückt. Falls sich auf den Weideflächen Bruchstellen bilden, sind dieselben sofort durch Verpflocken und Anpflanzen von bodenfestigenden Sträuchern zu sichern (usw.).“ Die Almbauern wußten über die Wichtigkeit der almpflegerischen Maßnahmen also genau Bescheid.

Im Zuge der fortschreitenden Industrialisierung wanderte die bergbäuerliche Bevölkerung ab und die Almwirt-

schaft wurde nur noch extensiv betrieben. Große Almflächen fielen der Jagd zu. Die Weiden zeigten daraufhin zahlreiche Extensivierungserscheinungen: Fichtenanflug, Verstaudung durch Almrausch, Latschen und Erlen, Versteinung durch Geröll und Verblaikung. Die Almweidflächen zogen sich auf die günstigen (d.h. auf die weniger steilen oder almnahen) Geländeteile zurück, weil das Vieh nicht mehr gleichmäßig auf alle Almbereiche getrieben wurde.

Die völlige Auflassung von Almen mit Einstellung der Beweidung bewirkt nach zwei gegensätzlichen Theorien entweder eine Zunahme der Blaikenerosion oder aber eine langfristige Wiederbewaldung.

Im umgekehrten Fall — bei Überbeweidung — verstärkt sich der Narbenversatz. In steileren Bereichen können sich Narbenversatzblaikern ausbilden. Viehgängen werden durch Tritt stark verdichtet und bei starken Niederschlägen zu Rinnen umgeformt. Die durch Viehkremte hervorgerufenen Lägerfluren breiten sich aus.

Jeglicher Almbetrieb stellt große ökologische Belastungen im System „Hochgebirge“ dar, wenn man an folgende Schadenswirkungen denkt: Flächenverminderung des Bergwaldes und seine Beeinträchtigung durch Waldweide; geringeres Einsickerungsvermögen auf den trittverdichteten Weideböden und dadurch erhöhter Oberflächenabfluß; Humusschwundgefahr an Kalk- und Dolomithängen; Verarmung der Flora; Beeinträchtigung durch (Forst-/Alm-) Straßenbau (ENGELMAIER et al. 1979).

Zu den Formen menschlicher Bewirtschaftung im Karwendel gehört auch die Bergmahd. Mähder sind Kennzeichen ausgesprochener Hochgebirgstäler, in denen früher bei schmalen Talböden und sehr steilen Hängen jedes verfügbare Gras zur Heugewinnung genutzt wurde. Besonders die für das Vieh nicht mehr begehbaren, weil zu steilen oder die mit Fels durchsetzten Hänge wurden als Bergmähder gebraucht.

Bergmähder befinden sich vor allem im Ost- (Vor-) Karwendel, wo die Heimtüter des Achantals relativ nahe zu den Almen liegen (von der Hochplatte im Norden bis zur Seekarspitze im Süden). Heute werden sie nicht mehr gemäht, da der Arbeitsaufwand in keinem Verhältnis zum Ertrag steht. Binnen einiger Jahre nach Mahdeinstellung zeigen sich die Folgen auf den Flächen, weil das lange, abgestorbene Gras den Schneeswurf bzw. die Zugriffsbil-

dung begünstigt und die Schneebrettgefahr erhöht. In solchen Fällen läuft die Blaikenerosion zwar weiterhin über die natürlichen Parameter ab, wird aber durch einen anthropogenen Faktor — die Nutzungsaufgabe — initiiert.

4.3 Entwicklung der Blaikenerosion von 1964 bis 1983

Mit Hilfe von Luftbildauswertungen an Orthophotos und Stereobildern des Vor- (Ost-) Karwendels konnte das Ausmaß der Blaikenerosion für das Jahr 1983 quantitativ festgestellt und gleichzeitig ihre Entwicklung im Laufe von 20 Jahren nachvollzogen werden.

Die Auswertung der vier Orthophotos (1983, 1 : 10.000) und der dazugehörigen Stereobilder (1963, 1967, 1 : 20.000) erfolgte an einem Luftbildumzeichnungsgerät (Stereo Zoom Transfer Scope TM). Dieses Auswertegerät ermöglicht die Übertragung graphischer Information von einer neuen Datengrundlage auf eine bereits existierende, auch wenn beide Datenmengen in verschiedenen Maßstäben vorliegen.

Überwiegend wurden Vergrößerungen der Blaikenerosionsgebiete festgestellt (Tab. 5, Abb. 5). An zahlreichen Erosionsgebieten kam es dabei zwar zu einer Vergrößerung des gesamten Komplexes, einzelne Blaikenerosionsstellen waren auch wieder zugewachsen. In solchen Fällen wurde bei der Berechnung des Netto-Zuwachses an Abtragsfläche nach folgendem Beispiel vorgegangen:

bestehende Abtragsfläche 1964	=	100,0 %
wiederbeachtene Abtragsfläche 1964-83	= -	9,3 %
neugebildete Abtragsfläche 1964-83	= +	104,4 %
		<hr/>
		195,1 %

Der Netto-Zuwachs beträgt dann 95,1% der Ausgangsfläche (nach BERNHAUPT 1980). In anderen Fällen gab es keine wiederbewachsenen Erosionsstellen. Hier errechnet sich die Abtragsbilanz einfach durch die Differenz zwischen den beiden Flächengrößen von 1983 und 1964.

Die Vergrößerung der Blaikenerosionsflächen variiert zwischen +8 und +192%. Sie ist unabhängig von der Größe der erodierten Ausgangsfläche, die sich von einigen tausend bis zu einigen 10.000 qm bewegt. In wenigen Gebieten hat sich die Abtragsfläche um -13 bis -46% verkleinert. Dort sind mehr Blaikenerosionsstellen zugewachsen als an anderer Stelle neu aufgebrochen.

Ortho-photo	Lokalität	Nr.	Geolog. Untergrund	Exposition	Vergrößerung/ Verkleinerung der Abtragsflächen in % von 1964 - 1983
2527-102	Kuppel	24	Jura	NE/E	+ 72
	Laurisjoch	25	Jura	NEN/NE/E	+ 71
	Hölzelstaljoch	26	Jura	NE/E	+ ?
	Ochsentalalm	27	Jura	NWN/NE/SE	+ ?
2527-103	Schreckensp.	17	Jura	E/W	+ 100, + 148
	Hoher Kasten	18	Jura	NE/E/SW	+ 192, + 47, (+ 168)
	Hohe Gans	20	Jura	NE/E	+ 115, - 32
	Zunderspitze	15	Jura	N/NE/E/W	+ 8
	Schleimsjoch	21	Jura	SE/S/NE	+/- stabil
	Mantschen	22	Jura	NEN/NE/E	- 13
	Kotzen	23	Jura	W/NW/NE	+ 31
2627-102	Seebergmahd	19	Dolomit	NE	+ 84
	Christlum	16	Dolomit	SES/E	+ 129
2527-101	Hochplatte	11	Jura	NE/E/SE/S	- 46, - 24
	Rether Kopf	12	Jura	E/SE/S/W	+ 55
	Marbichler Sp.	9	Jura	E/W	?
	Kafell	10	Jura	E/W	?
	Gr. Zemmalm	8	Jura	E	- 30

Tab. 5: Flächenzu- und -abnahmen der Blaiken im Vorkarwendel für den Zeitraum 1964 bis 1983.



Abb. 4: Blaikenhänge und stabile Almflächen am Laurisjoch. Aufnahme vom 8.8.84 auf 1340 m Höhe. Vgl. Abb. 5.

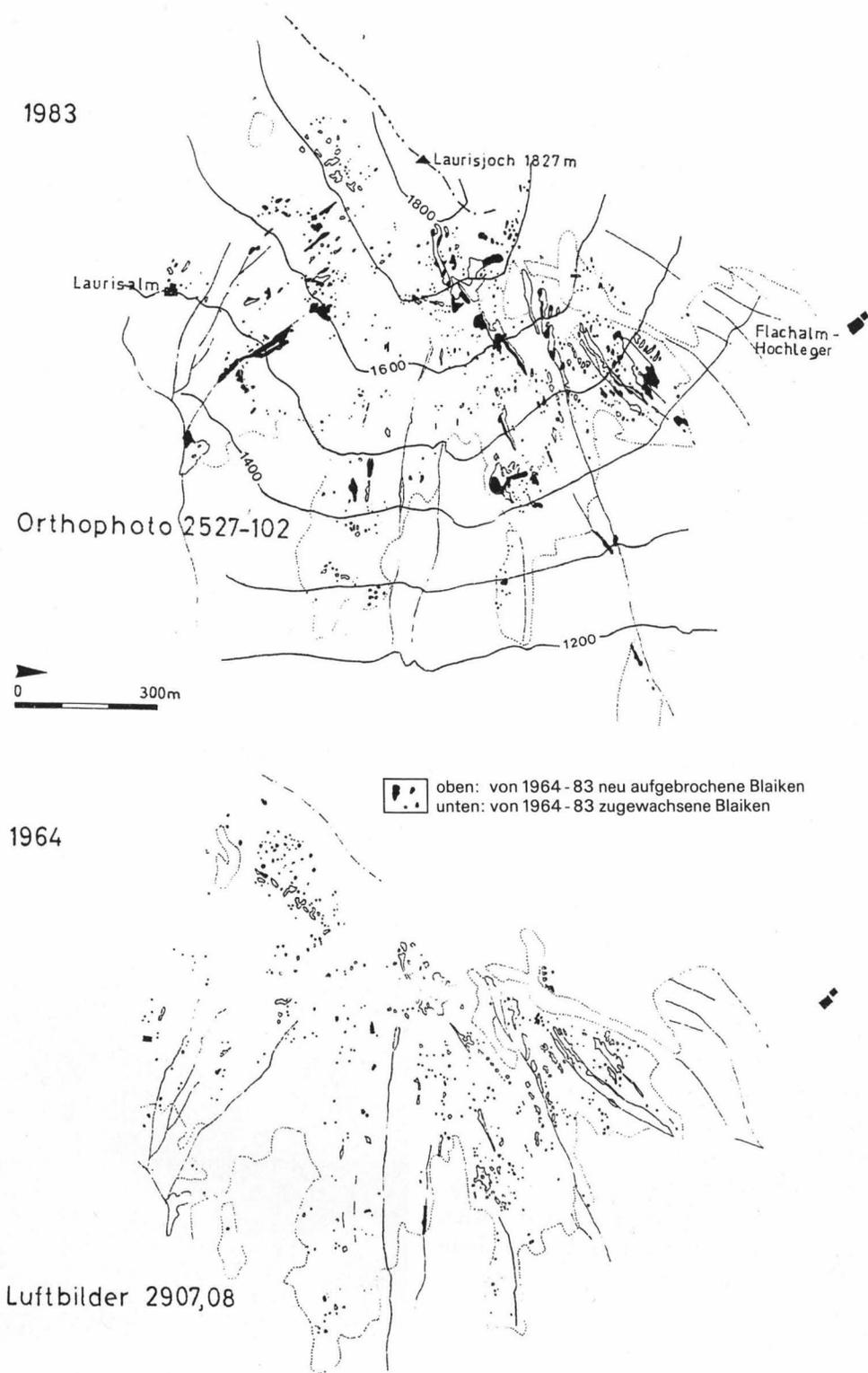


Abb. 5: Entwicklung der Blaikenerosion am Laurisjoch von 1964 bis 1983. Ergebnis der Luftbildauswertung. Vgl. Abb. 4.

4.4 Gibt es Zusammenhänge zwischen Blaikenerosion und Almwirtschaft?

Es stellt sich die Frage, ob die Entwicklung der Blaikenerosion in irgendeiner Form mit der Almwirtschaft zusammenhängt. Daten der Almwirtschaft und der Bodenabtragung können nur schwer einander zugeordnet werden, weil die jeweiligen Entwicklungsgänge zeitversetzt erfolgen. Der heutige Blaikenhang auf der Seebergmahd zeigte seine ersten Verblaikungen z.B. 10 Jahre nach Beendigung der Mahd. Zutreffend sind dagegen Vergleiche innerhalb einzelner Almkategorien: ob auf Almen mit ähnlichem Viehbesatz und Bestoßdichten und ähnlichen Standorteigenschaften ein ähnliches Erosionsverhalten zu beobachten ist.

Die Untersuchung stark bestoßener Almflächen mit $> 1,2$ GVE/ha (Klassifizierung nach ENGLMAIER et al. 1979) zeigte, daß die almnahen Bereiche, die die Hauptweidegebiete darstellen, weitgehend blaikenfrei sind. Diese höchstens 25° steilen Hänge sind durch Viehgangeln gekennzeichnet, die eine gute Terrassierung darstellen. Nach oben hin zu den steileren und almferneren Bereichen werden sie langsam undeutlicher. Vereinzelt gibt es Narbenversatzblaiken und an feuchten Standorten Narbenversatz verschiedener Intensität; ansonsten reicht die Hangneigung nicht zur Blaikenbildung aus, zumal das Gras kurz abgefressen ist und dadurch dem Schneeschurf entgegenwirkt. Beispiele dafür findet man an der Überschüß-, Basil- und Gr. Zemmalm.

Ein ganz anderes Bild bietet sich außerhalb des engeren Weidebereiches. Hier gibt es keine Treppung durch Viehgangeln mehr, sondern gleichmäßige Böschungen; hier findet man nicht mehr die normalen Almgräser, sondern es kommt zu Verunkrautung; hier ist das Gras nicht mehr kurz, sondern bis zu 60 cm lang; hier sind die Hänge nicht mehr unversehrt, sondern stark verblaikt. Weidezäune trennen Weide- von Blaikengebieten, wobei der Übergang zu letzteren auf wenige Meter horizontaler und vertikaler Distanz hinweg erfolgt. Diese bis 35° geneigten Flächen können nur noch von Kälbern und Schafen, nicht mehr aber von Milchkühen beweidet werden (BRUGGER/WOHLFARTER 1983).

Es könnte sein, daß die heutigen Blaikenbereiche früher bei geringerem Tiergewicht noch beweidet wurden und die Blaikenerosion erst nach dem Rückzug aus diesen

Flächen einsetzte. Dieser Frage wurde bisher noch nicht nachgegangen. Heute jedenfalls läuft sie über die natürlichen Vorgänge des Schnee- und Lawinenschurfes ab, die sehr häufig über die lokalen Reliefverhältnisse (Lawinkanalisationen) begünstigt werden. Da sich der Personalbesatz der Vorkarwendelalmen von 1952 bis 1986 um 56% verringert hat, ist zukünftig bei vernachlässigter Almpflege eine verstärkte Blaikenbildung zu befürchten (sofern die Hangneigung noch dazu ausreicht).

Im almwirtschaftlich intensiv genutzten Vorkarwendel gibt es nur wenige Almen mit Extensivierungskennzeichen (Bestoßdichte $< 0,5$ GVE/ha), z.B. Lauris-, Hölzest- und Hochstallalm. Auch hier setzen die Blaiken erst in almfernen Bereichen ein. Die natürlichen Standorteigenschaften (SE-Exposition, 35° Hangneigung, Jura-/Kreide-Untergrund) stellen optimale Voraussetzungen für Schnee- und Lawinenschurf dar. Die Blaikenbildung wurde dort durch extensive Bewirtschaftung über einen längeren Graswuchs höchstens verstärkt, nicht aber initiiert.

Die Mäher des Vorkarwendels sind sämtlich aufgelassen und gleichzeitig stark verblaikt: Seebergmahd (Seekar Spitze), Moosenmahd (Zunderspitze) und Plattlmahd (Hochplatte, Abb. 6) sind Beispiele dafür. Die Plattlmahd zeigt schon seit langem starke Verblaikungen, so daß weite Flächen für die Hochmahd ausfielen (SÖLDER 1959). Durch die Luftbildauswertung wurde dort leichte Erosionsberuhigung festgestellt, auch wenn Schneegleitvorgänge weiterhin ablaufen und gemessen wurden.



Abb. 6: Lawinenschurfschäden an der Plattlmahd in S/SE-Exposition der Hochplatte. Am Grat auf 1600 m eine Heuhütte. Kurzes Gras. Aufnahme vom 31.7.84.

Eine Wiederaufnahme der Mahd wird an diesen Standorten aus Rentabilitätsgründen sicherlich nicht erfolgen, obwohl dies — auf Dauer gesehen — die Blaikenerosion wieder verlangsamten würde.

Die Pflege der heute benutzten Weideflächen sollte nicht vernachlässigt bzw. wieder aufgenommen werden, damit die Blaikenbildung nicht von oben her weiter in die Almgebiete eindringen kann. Der Personalbesatz der Almen sollte zu diesem Zweck verstärkt und die Jungtierhaltung zugunsten einer gemischten Tierhaltung mit mehr Milchkühen verändert werden.

Die Vorkarwendelalmen sind heute normal und richtig bestoßen und erscheinen teilweise sogar noch für Vieh aufnahmefähig, sofern eine ausreichende Almpflege gewährleistet ist.

Eine Extensivierung der Almwirtschaft bis hin zur Auflassung von Almen ist abzuraten, da wegen der blaikenbegünstigenden Naturraumausstattung eher eine Verstärkung oder Einsetzen der Erosion zu erwarten ist als Wiederbewaldung.

Anschrift der Verfasserin:

Dr. Gotlind Blechschmidt
Klugstraße 95
8000 München 19

Schrifttum

- P. Bernhaupt: Zum Problem der Bodenerosion in Almgebieten am Beispiel der Planneralm, Wölzer Tauern, Steiermark. In: *Interpraevent* 1980, Bd. 1, S. 291-308.
- G. Blechschmidt: Ursachen und Ausmaß der Blaikenerosion im Karwendel. Dissertation an der TU München 1989.
- O. Brugger, R. Wohlfarter: *Alpwirtschaft heute*. Graz 1983.
- E. Bucher et al.: *Lawinen, die Gefahr für den Skifahrer*. Zürich 1940.
- A. Engelmaier et al.: *Projektbericht 2028-57 des Alpen-Instituts. Vorrangfunktionen der bayerischen Almen/Alpen*. München 1979.
- L. Graf: *Statistik der Alpen von Deutsch-Tirol*. Innsbruck 1880.
- H. in der Gand: *Aufforstungsversuche an einem Gleitschneehang*. In: *Mitt. d. schweiz. Anstalt f. d. forstl. Versuchswesen*, 44, H. 3, 1968.
- R. Haefeli: *Schnee, Lawinen, Firn und Gletscher*. In: L. Bendel: *Ingenieurgeologie II*, S. 663-735, Wien 1948.
- E. Hägele: *Die Hinterriß. Ihre Alpwirtschaft in Geschichte, Recht und Gegenwart unter besonderer Berücksichtigung der Agrargemeinschaft Eng-Alpe*. Diss. Innsbruck 1948.
- W. Laatsch, W. Grottentahler: *Labilität und Sanierung der Hänge in der Alpenregion des Landkreises Miesbach*. München 1972 (Hrsg. BStfELF).
- Österr. Statist. Zentralamt: *Alpkataster 1952, 1974, 1986*; Wien.
- T. Schauer: *Die Blaikenbildung in den Alpen*. In: *Schriftenreihe des Bayer. Landesamtes f. Wasserwirtschaft*, 1, 1975.
- L. Söldner: *Das Achantal*. In: *Schlernschriften*, 195, 1959.
- O. Stolz: *Geschichte der Almen im Karwendel*. In: *Z. f. Bayer. Landesgeschichte*, 11, S. 9 - 44, 1938.
- Unesco/Iash/WMO: *Seasonal Snow cover*. Techn. papers in hydrology, 5, 1970.
- W. Zielonkowski: *Vegetationskundliche Untersuchungen im Rotwandgebiet zum Problembereich Erhaltung der Almen*. In: *Schriftenreihe Naturschutz und Landschaftspflege*, 5, 1974 (Hrsg. Bayer. Landesamt f. Umweltschutz).

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jahrbuch des Vereins zum Schutz der Bergwelt](#)

Jahr/Year: 1990

Band/Volume: [55_1990](#)

Autor(en)/Author(s): Blechschmidt Gotlind

Artikel/Article: [Die Blaikenbildung im Karwendel 31-45](#)