

ZUR FRAGE DER TALENTWICKLUNGEN

Sieghard Otto MORAWETZ, Graz

(Mit 5 Textabbildungen)

Gibt es über die Hangformung während der letzten Jahrzehnte eine kaum mehr überschaubare Literatur, so halten sich Angaben über Talanfänge und Talentwicklungen dagegen in bescheidenen Grenzen. Die Dichte der Täler ist aber für das Relief von größter Wichtigkeit. Ein Vergleich ergibt, daß sowohl in hohen und niederen Mittelgebirgen als auch in Hochgebirgen vom alpinen Typus sehr ähnliche Talabstände angetroffen werden. Wo dem Gebirge ein Vorland vorgelagert ist, das zu einem Hügel- und Riedelland gestaltet wurde, wie das z. B. vom Ostalpenrand nach der pannonischen Niederung in der Oststeiermark der Fall ist, stellt man Talabstände fest, die noch denen im Gebirge entsprechen, dann aber auch solche, die darunter liegen.

Eine vergleichende Betrachtung versucht Hinweise auf die Frage zu finden, wo die Stellen und Zonen zu suchen sind, in deren Bereich es zu einem Wechsel von größerer Zerschneidungsdichte zu geringerer oder umgekehrt kommt.

In den Hohen und Niederen Tauern und im Steirischen Randgebirge sind Werte von vier bis sechs Kilometern für Talabstände häufig. Die Extreme liegen zwischen zwei bis drei und acht bis zwölf Kilometern, aber im westlichen Teil des Oststeirischen Hügellandes (Grabenland), mit Reliefenergie von nur 150—200 Metern treten noch Werte von vier bis sechs Kilometern auf. Diese Ähnlichkeit und Regelmäßigkeit der Talabstände führt zu dem Gedanken, daß man es bei den Talanlagen auch mit rhythmischen Phänomenen im Sinne H. KAUFMANNs zu tun hat.

Zunächst eine ganz allgemeine Feststellung: In einem berechneten Gebiet muß es zur Ausbildung von Wasserläufen und bei dem Vorhandensein eines Reliefs zur Talbildung kommen. Vielfachste Erfahrung bestätigt, daß es unter den angeführten Voraussetzungen große Areale ohne Zerschneidung nicht gibt. Geht man von einer zentralen Erhebung aus, wo das Wasser nach allen Richtungen abfließt, und nimmt man für jede Richtung einen Lauf an, so erhält man für den Radius eins eine Dichte von rund 1,3, für Radius zwei von 0,66, für Radius drei von 0,4, für Radius vier von 0,3 und Radius fünf von 0,26. Das heißt, die Taldichte beträgt bei Radius fünf nur mehr ein Fünftel. Es muß daher mit wachsendem Abstand von der Zentralerhebung zur Einziehung neuer Täler kommen. Wo die Einziehung wirklich stattfindet, läßt sich schwer sagen. Nimmt man eine Taldichte von 0,5 an, wäre der erste Einzugs zwischen Radius zwei und drei fällig.

Von einem Kammgebirge ziehen Täler häufig in fiederförmiger Anordnung zu den Längstälern hinab. Hier liegen die Talabstände in Gebirgen von 2000 bis 3000 m Höhe vielfach zwischen vier und sechs Kilometern. Die Reliefenergien halten sich oft zwischen 500—1500 m bei Hangneigungen zwischen 20—35 Graden. Da lautet die Frage: Welche geringsten Talabstände können angetroffen werden?

In den östlichen Ostalpen sind Talabstände von zwei Kilometern oder gar weniger und Reliefenergien gegen 1000 m sehr selten. Zwischen Talabständen, Reliefenergien und Hangneigungen herrschen enge Beziehungen. In den östlichen Ostalpen gibt es keine ganz hohen Durchschnittsneigungen (über 35 Grad), sieht man von besonderen Situationen, wie stellenweise extreme seitliche Unterschneidung oder durch das Gestein und seine Lagerung bedingte Gegebenheiten, ab. Die Bezüge „je geringer die Talabstände desto größer die Hangneigung“ und „je größer die Reliefenergie desto größer die Hangneigung“ scheinen zwar zwingend, trotzdem stellen sich diese Regeln nur vereinzelt ein. Weithin bleiben die Hangneigungen ähnlich, die bei größeren Höhenunterschieden nur selten über 30—35 Grad hinausgehen. Bei 30 Grad Neigung verlangt eine Reliefenergie von 500 Metern einen Talabstand von 1750 m, bei 1000 m Reliefenergie ist er 3500 m. Das heißt, beim 2000 m Talabstand sind Reliefenergien von 1000 m und darüber nicht mehr zu erwarten. Es gibt in den östlichen Ostalpen auch nirgends hohe Reliefenergien bei geringen Talabständen. Bei 20 Grad Neigung erhöhen sich die Talabstände für 500, 1000 und 1500 m Reliefenergie auf 2750, 5500 und 8250 Meter. Innerhalb dieser Werte lassen sich so gut wie fast alle ostalpinen Talabstände unterbringen.

Im Ostalpenvorland treten Hügel- und Riedellandschaften auf, die eine asymmetrische fiederförmige Gliederung zeigen. Die Talabstände gehen hier auf einen Kilometer herab. Bei so geringen Talabständen sind größere Reliefenergien ohne sehr beachtliche Hangneigungen unmöglich. Eine Reliefenergie von 500 Metern verlangt z. B. bereits 45 Grad Neigung, eine solche von 1000 Metern würde die Neigung auf 60—70 Grad, das sind Werte der Dolomitenwände, ansteigen lassen. Es gibt nirgends auf der Welt Gegenden, wo ein Dutzend paralleler Täler, von mehreren Kilometern Länge, von tausendmeter hohen Wänden begleitet werden.

Im Riedelland zwischen Mur und Pöbnitz ziehen innerhalb von elf Kilometern zehn Täler von 6—12 km Länge von der Wasserscheide, die nur ein bis drei Kilometer südlich der Mur liegt, nach Südost. Die Wasserscheide hat Höhen von 388 bis 404 Metern, die Murtalsole hält sich dort um 230—240 m Höhe. Die Reliefenergie beträgt 140—170 m. Die Reliefenergie zwischen den Riedeltälern und Riedelhöhen hält sich um 70—130 m. Die Talabstände betragen sehr regelmäßig um einen Kilometer. Die Taldichte liegt bei eins. Hier ist eine Entwicklung dieses Riedellandes zu einem Relief mit größerer Reliefenergie ohne Talausfall undenkbar. Auch läßt das Baumaterial Lehme, Tone, Sande und Kleinschotter eine größere Hangneigung gar nicht zu.

Wo könnte da ein Talausfall eintreten? Zwei Hauptmöglichkeiten bieten sich an. Einmal genügt bei diesen kleinen Talabständen eine Abweichung von wenigen Graden von der Abdachungsrichtung, daß sich die Paralleltäler bereits nach wenigen Kilometern vereinen. Eine andere Möglichkeit ist Sattelbildung auf den Riedeln durch Rutschungen, Pleiken und Tobelrückenarbeit bis schließlich ein Überfließen des Baches möglich wird. Heute sind starke Gewittergüsse, die die Riedelflanken abschwemmen, und wo dann auf den Talsohlen Akkumulation eintritt, die am stärksten das Gelände gestaltenden Vorgänge.

Nördlich von den Windischen Büheln, zwischen Mur und Raab, entwickelte sich auf einem 25—30 km breiten Areal das doppelt asymmetrische Oststeirische Hügelland (Grabenland). Von der Hauptwasserscheide, die von der Raab nur drei bis fünf Kilometer entfernt ist, ziehen 17—25 km lange Täler in Abständen von sechs bis zwei Kilometern nach Südost. Die Reliefenergie auf der Hauptwasserscheide hält sich um 150—200 m (Sengerberg 509 m, Hohegg 469 m, Raabtalboden

302—260 m) und ist zwischen den Riedeln, Steilseite in Westexposition, und den Muldentälern mit 130—200 m kaum anders.

Bei Taldistanzen von vier bis sechs Kilometern sind Reliefenergien von 1000—1500 m bei Neigungen von 18 bis 36 Grad möglich, ohne daß ein Talausfall eintreten müßte. Erst bei zwei Kilometer Talabstand würden die Neigungen übergroß. So gesehen könnte sich das westliche Grabenland zu einem Gebirge von der Höhe der Niederen Tauern ohne Talausfall entwickeln. Bei Talabständen von rund zwei Kilometern hat man dagegen eine kritische Distanz erreicht.

Wo gibt es z. B. in den Niederen Tauern Talabstände von zwei Kilometern bei Tälern, die am Hauptkamm beginnen? Es ist dies einzig bei dem Preber- und dem Rantengraben (Länge 6—7 km) der Fall, die vom Kammstück Hasenhöhe (2446 m) — Predigtstuhl (2543 m) herabziehen. Das Mittel der Talabstände für 14 Täler der Südseite beträgt dagegen 3,9 Kilometer. Die Reliefenergie zwischen Preber- und Rantental mit Glatthängen sowohl in West- als auch in Ostexposition hält sich zwischen 500—700 m und die Hangneigung macht 26—31 Grad aus. Bei zwei Kilometer Talabstand und einiger Reliefenergie fehlt es an Hangdifferenzierungen. Es gibt nur einförmige Kämme und Schneiden und die in den Niederen Tauern sonst so zahlreichen Kare fehlen. Auch die Flankenzerschneidung geht auf ein Minimum zurück, Glatthänge überwiegen.

Ähnliches sieht man in den westlichen Karnischen Alpen mit Kammhöhen von 2400—2700 m, wo nach Norden fünf bis sieben Kilometer lange Täler zum Lesachtal ziehen. Bei zehn Tälern mißt man einen mittleren Talabstand von 1,9 km, bei Extremen von 1,2 und 2,3 Kilometern. Die Seitenkämme halten sich zwischen 1800—2400 m mit Reliefenergien um 600 m (Extreme 400 und 800 m). Die Hangneigungen schwanken um 30—35 Grad. Auch hier gibt es auf den Seitenkämmen, obwohl man sich in einer für alpine Karentwicklung idealen Höhe befindet, nirgends Kare. Es fehlt das Areal dazu.

Ein anderes Beispiel für geringe Talabstände und parallele Talanordnung hat man in den Südkarpaten, im Fogaraser Gebirge, vor sich. Elf Täler ziehen zwischen den Gipfeln Ciortea und Galasecul in einem Abstand von 2,3 Kilometern mit Längen von 9—11 Kilometern zum Alutatalboden nach Norden hinab. Für 27 Kilometer Kamm länge, mit Negoï (2544 m) als höchsten Gipfel, ergibt sich eine mittlere Kammhöhe von 2250 Metern mit bescheidener Schartung und Sattelung. Die Seitenkämme sinken ziemlich schnell ab und weisen Reliefenergien von 400—1000 Metern auf. Die Reliefenergie nimmt talein zu, da die Grabensohlen verhältnismäßig langsam ansteigen. Die Flankenneigungen liegen zwischen 24 bis 36 Grad. Eine einförmige Kamm- und Schneidenlandschaft ohne Kare kennzeichnen die Seitenkämme. Kare gibt es nur im Talhintergrund im Hauptkamm. Weder ein Einzug noch ein Ausfall von Tälern ist hier anzunehmen.

Werden die Talabstände größer, etwa um vier Kilometer, stellt sich in all diesen Gebieten eine starke Flankenerschneidung ein, es entwickeln sich Seitengraben. Bei asymmetrischen Kämmen erfolgt der Vorgang einseitig, in den Niederen Tauern meist in Ostexposition, während die Westseite weniger zerlegt ist oder gar glatt bleibt. Im Zederhaus-, Taurach-, Weißpriach-, Lignitz-, Göriach-, Lesach- und Etrachtal kommt auf einen Kilometer Flanke ein Graben. Auf der Nordseite (Preunegg-, Ober-, Unter- und Sölkta) ist es nicht anders. Zählt man auch die kleinsten Einrisse, mindert sich der Abstand von Graben zu Graben nochmals um die Hälfte. Vergleicht man vier Kilometer Haupttalabstände und einen Kilometer Flankengrabenabstände, so ersieht man die große Verdichtung der Zerschneidung bei einer starken Minderung der Reliefenergie in den Flankengraben. Betragen die

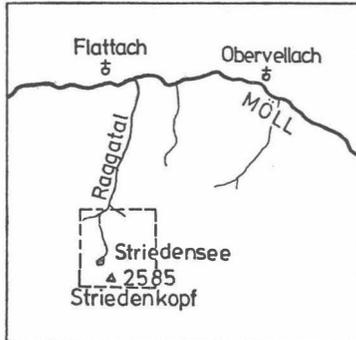
Höhenunterschiede zwischen Seitenkamm und Talsohle um 800—1200 Meter, sinkt sie in den Flankengraben auf wenige hundert Meter ab. Was die Steilheit der Grabenhänge anbetrifft, gibt es zwei Hauptzonen hoher Neigung: Einmal große Neigungen knapp vor den Grabenbächen, dann wieder in den höchsten Teilen der Grabenschneiden. Neigungen für 100—200 Höhenmeter um 45 Grad sind häufig; es handelt sich um Schrofenhänge und Hänge mit kleinen Wändchen.

Die starke Flankenerschneidung leitet zu den Fragen über, wie groß die Zerschneidung überhaupt werden kann und welche Werte bei sehr hoher Dichte die Reliefenergie erreichen kann. Das allgemeine Schema zwingt zu der Schlußfolgerung, je größer die Zerschneidung desto geringer die Reliefenergie. Im Hochgebirge der Hohen und Niederen Tauern sieht man über der Waldgrenze da und dort im Bereich der Käme und Karumrahmungen Rinnenbildungen in Abständen von 50—100 Metern. Bei hundert Meter Abständen und einer Rinnenlänge von einem Kilometer ergibt sich eine Dichte von 10. Da aber so lange Rinnen recht selten sind halten sich die hohen Rinnendichten um 5—10, und die Höhenunterschiede zwischen Rinnengraben und Rinnenschneiden um einige Dekameter, Beträge von 50—100 Meter sind schon Ausnahmen. Da bei geringen Rinnenabständen eine Anzahl von Rinnen sich bald vereinigt, nimmt hangab die Rinnendichte zunächst zu und nach der Vereinigung ab. Überall dort wo die Käme gekrümmt sind, wie in den Talschlüssen und bei den Karumrahmungen ist die Neigung zur Rinnenknotenbildung erhöht. Unter den Rinnen, in den Talschlüssen und in Großkaren, stellen sich Quellstränge ein, die kleine Quellbäumchen bilden und sich oft nach kurzen Laufstrecken zu Quellknoten vereinen. Ansätze zu Quellsträngen treten auch auf Glatthängen auf und auch dort gibt es die Tendenz zur Quellstrangvereinigung. Die Eintiefung der Quellstränge ist minimal (gerade angedeutet). Bei stärkerer Eintiefung wären es ja keine Glatthänge mehr und der Grottschutt erschwert, ja verhindert die Tiefenarbeit der schwachen Wasseradern. Die Dichten der Quellstränge halten sich oft um 3 bis 5; im Vergleich zur Dichte der Flankengraben ist also wieder eine beachtliche Steigerung festzustellen.

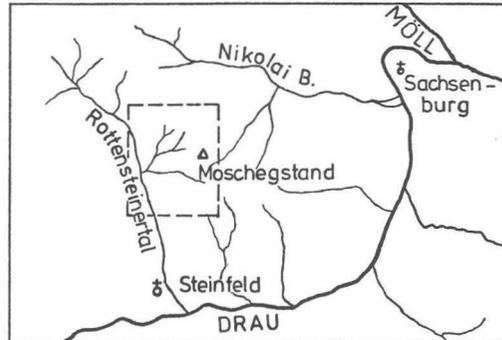
Im Hügelland gehören die Tobeläste in die Kategorie der Quellstränge, da meist mehrere Wasseradern einen Tobel entwässern. Solche Tobel sehen wie Kurtalanlagen oder kurze Flußbäumchen aus. Im Oststeirischen Hügelland sind die Tobelstränge einige hundert Meter lang und aus drei bis fünf Strängen geht der Hauptstrang hervor. Im Bereich der obersten Tobelumrahmung sind auch noch mehr Stränge zu zählen. Die Strangeintiefungen können von wenigen Metern tobelabwärts bis auf einige Dekameter zunehmen. Die Tobeldichte liegt um 3 und ordnet sich damit gut in die der Quellstränge in den Tauern ein. Den Tobel- als auch den Quellsträngen im Gebirge ist weiters eine schnelle Veränderung ihrer Anlage gemeinsam. In den Tobeln lassen sich Veränderungen besonders gut beobachten. Tobel verschiedenen Aussehens liegen nebeneinander; so Tobel die sich noch eintiefen, das Gelände zerschneiden, dann solche, die nur mehr eine Mulde mit verhältnismäßig steiler Umrahmung zeigen, wo die einzelnen Stränge mit ihren Trennlinien verschwanden. Daß es zu Tobelstrangausfällen kam, dafür ist das Erlahmen der Eintiefung eine Hauptursache. Durch Rutschungen, Pleiken und andere Hangverletzungen wird immer mehr Material der Tobelrinne zugeführt, das Wasser bewältigt aber den Transport nicht mehr. Die ursprüngliche Materialschichtung, Wechsellagerung von Sanden, Lehmen, Tonen und Schottern, weicht einer chaotischen Materialdurchmischung. In dem wirr gelagerten Material entwickelt sich ein seichter Grundwasserstrom aber kein Oberflächengerinne. Eine weitere nicht unwesentliche Ursache für das Aufhören der Oberflächengerinne ist in einer

Verschiebung der Tobelabschnitte — Haupttobel, Tobelsprung, Einzelstränge — tobelaufwärts zu suchen. Mit der Ruckeintiefung wird die Distanz zur Wasserscheide immer kleiner, den Seitensträngen fehlt es meist zuerst am Einzugsareal. Sie fallen aus. Auch im Hauptstrang verschiebt sich das Verhältnis Materialanlieferung zu Gefälle und Wassermenge zu Ungunsten einer Gerinneeintiefung.

Im Hochgebirge schaltet sich unter den Rinnen eine Zone verminderter Zerschneidung ein. Dort, wo die Rinnen enden, wird viel Schutt in Form von Schuttkegeln und Schutthalden abgelagert. Es speisen oft mehrere Rinnen einen Kegel.



zu Abb. 2



zu Abb. 3



zu Abb. 5

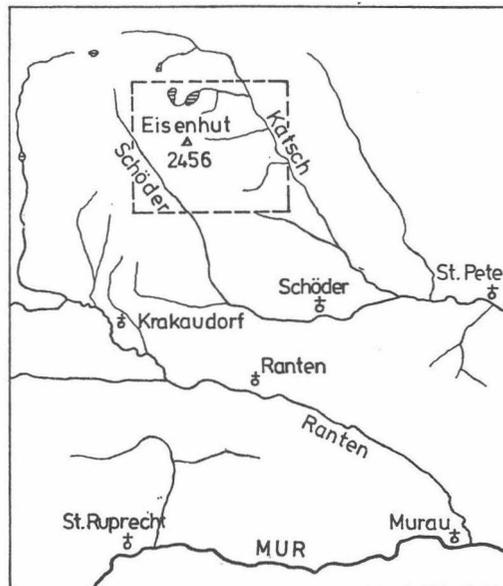
←
zu Abb. 4

Abbildung 1: Orientierungsübersicht zu den Abbildungen 2 bis 5

Wasserfäden, die sich in den unteren Teilen längerer Rinnen bereits einstellen, versickern im Schutt. Die Wasseraderndichte geht durch das petrographische Trockengebiet der Schuttzone zurück. Unter Steilhängen und unter den Karumrahmungen läßt sich dies immer wieder feststellen. Einige Beispiele aus der Kreuzeckgruppe mit Gipfelhöhen von 2500—2700 Metern zwischen Drau- und Mölltal und aus den Niederen Tauern sollen dies belegen.

Im sechs Kilometer langen Raggatal, das vier Kilometer westlich von Obervellach mit der Raggaschlucht in das Mölltal mündet und bis zur Raggaalm (1620 m)

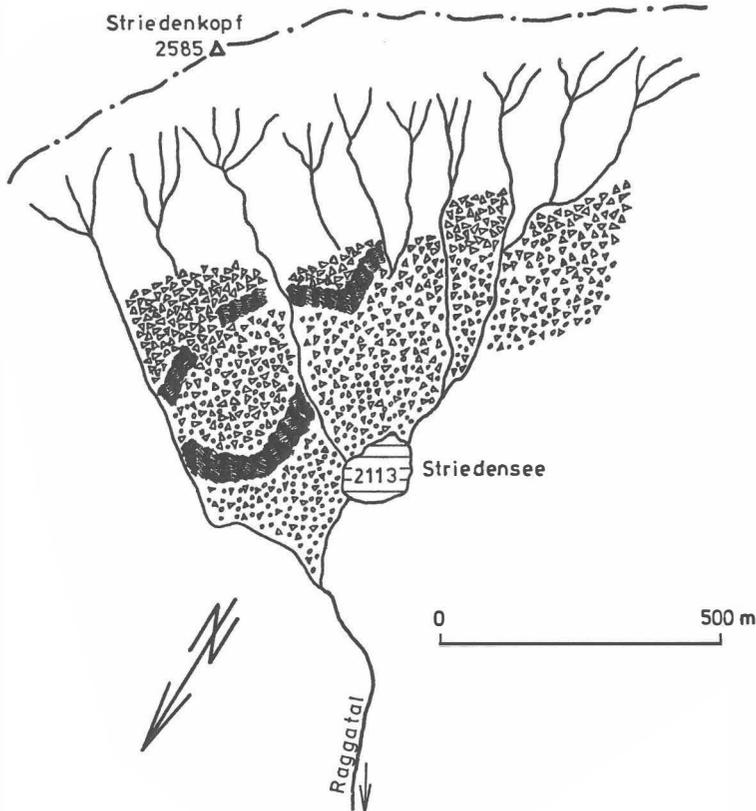


Abbildung 2

ein Gefälle von 230‰ hat, das sich von dort zum Stridensee (2113 m) auf 350‰ erhöht, erreicht die Flankenzerschneidung einen Wert um 2,5. Es ist ein Gebiet von dreieck- und trapezförmigen Hängen. In der Region der stattlichen Schutthalden und Schuttkegel darüber, besonders zwischen 2000—2300 m, die vom Hochtal und den inneren Karböden hinaufziehen, hält sich die Zerschneidung um 2—3, ist damit sehr ähnlich der Grabendichte. Darüber in den Schrofenhängen und Wandpartien zählt man eine Rinnendichte von 4—6. Das heißt, im Schuttkegelbereich mindert sich die Dichte auf die Hälfte und der gleiche Wert bleibt im Dreieckshanggebiet erhalten (siehe Abbildung 2; über die Lage der Untersuchungsgebiete unterrichtet jeweils Abbildung 1).

Vom Falkkogel (2171 m) zieht der Litzelhofergraben vier Kilometer zu dem Niklaital hinab und erreicht dieses in rund 1100 m Höhe. Die oberste Umrahmung, 1800 m lang, wird durch über ein Dutzend Rinnen zerlegt, die in einer Höhe von 1700 m sich auf sechs, dauernd von Wasseradern durchzogene Quellstränge vermindern. Ähnliches wiederholt sich im Kaisertal ob der Lanzewitzer Alm unter dem Moschegstand (2243 m) und auf der Westumrahmung des Rottensteinertales zwischen Lenkenspitz (2300 m) und Stagor (2288 m), wo sechs Rinnenknoten, jeder aus vier

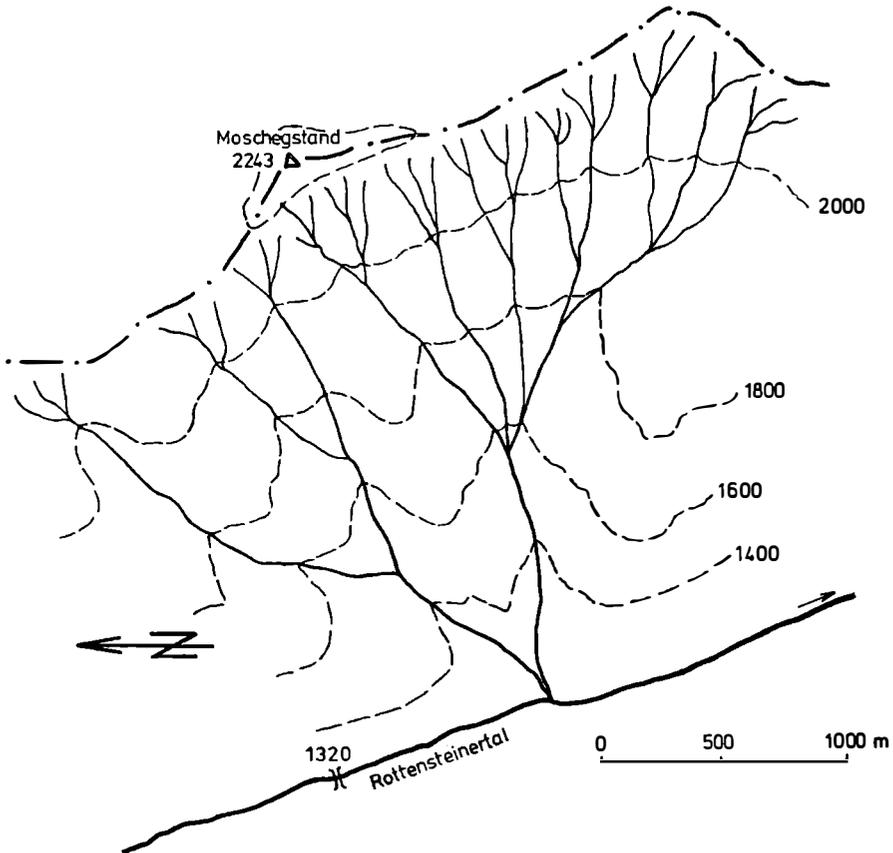


Abbildung 3

bis sechs Rinnen gebildet, 200–250 m unter dem Kamm nebeneinander liegen. In Höhen von 1500–1700 m stellen sich Quellstrangknoten mit meist drei bis sechs Einzelsträngen ein. Im Vergleich zum Rinnengebiet sinkt im Bereich der Quellknoten die Dichte auf die Hälfte bis ein Drittel ab (siehe Abbildung 3).

Im Hintergrund des Niklaitales, in der Grakofelnordostflanke, ziehen im Schichtstreichen besonders kräftige Rinnen (über zwanzig) auf 1200 m Kammlänge herab. In den Rinnen wird viel Schutt abwärts verfrachtet, der sich ab 2200–2000 m zu mächtigen Schuttkegeln und Schutthalden zusammenschließt. Dort gibt es kaum

Wasseradern und keine lineare Eintiefung. Da aber mehrere Rinnen einen Schuttkegel speisen, mindert sich im Vergleich zu den Rinnen die Zahl der Furchen zwischen den Schuttkegeln wieder auf die Hälfte bis ein Drittel. Im Süden, bei der Niklaialm, wo die Umrahmung um 200—300 m niedriger ist, es wohl zahlreiche Rinnen jedoch keine tiefen Rinnen gibt und die Schuttkegel sich deshalb in bescheidenen Grenzen halten, entwickelten sich Rinnenknoten und zwei bis dreihundert Höhenmeter darunter Quellstrangknoten im Verhältnis 2—3 : 1. Je größer die Schuttkegel und Schutthalden desto tiefer setzen die Quellstränge an.

Hier zeigt es sich, wie der Schutt die Einzelformung der Umrahmung beein-

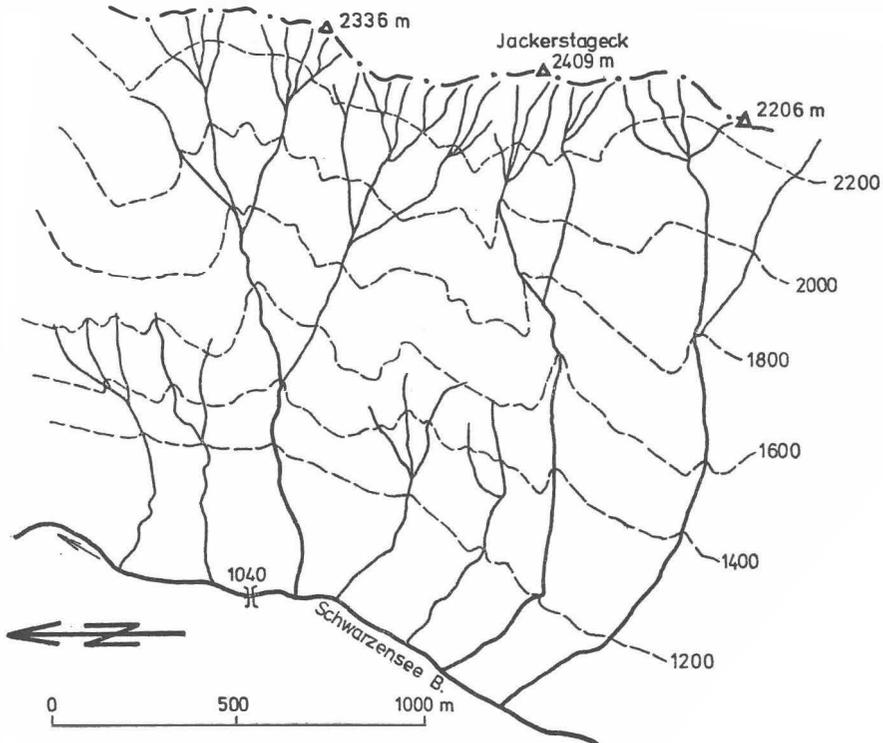


Abbildung 4

flußt. Wo viel Schutt liegt, verschwinden die Wasseradern. Die Schuttkegel am Fuß der Wände und Schrofen drängen die Wasserader auseinander. Dadurch entstehen größere, von Wasseradern freie Partien und es bleiben Bastionen übrig. Nähern sich bei einer bogenförmigen Umrahmung die Schuttkegel und tritt an ihrem Rand an mehreren Stellen das Wasser aus, folgt eine Zone starker Zerschneidung. Im Niklai- und Rottensteinertal liegen zwei bis drei Gürtel von Quellsträngen über dem Talbach. Diese beiden Täler sind nur Beispiele für Erscheinungen, die man in fast allen Tälern der Gruppe antrifft.

In den Wölzer Tauern sieht man auf der Ostumrahmung des Schwarzseetales, unter dem sieben Kilometer langen Kesselspitz (2294 m) — Predigtstuhl (2543 m) —

Kamm, mittlere Höhe 2380 m, bei Reliefenergien um 1100—1300 Metern und Hangneigungen von 35—38 Grad, zwei bis drei Quellstrangknoten. Der erste beginnt bereits 100—200 Höhenmeter unter dem Kamm, der zweite setzt um 1800 m Höhe ein, ein dritter, unregelmäßiger, entwickelte sich auf den Dreieckshängen zwischen den Flankeneinrissen nur 200—400 m über der Talsohle (siehe Abbildung 4).

Eine recht gute zweifache Rinnenknoten- und Quelltrichtergliederung zeigt der Eisenhut — (2456 m) — Karleckkamm (2371 m) zwischen dem Schöderbach- und Katschbachtal. Sowohl auf der westexponierten Glatthangseite als auch auf der ostgerichteten Karflanke sind zwei bis drei Strangknoten deutlich zu sehen. Auf

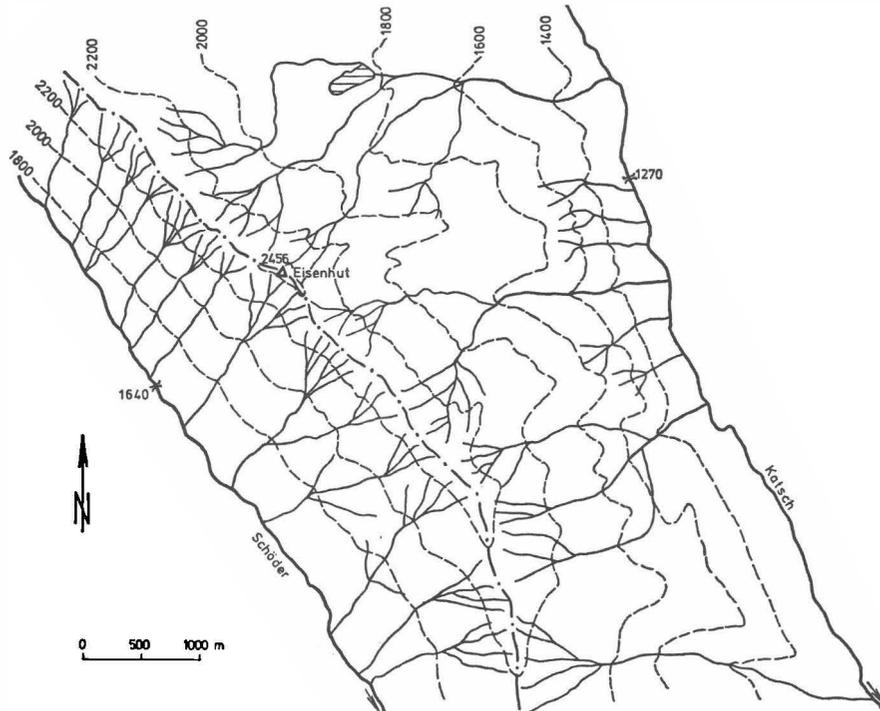


Abbildung 5

der Glatthangseite stellen sich die obersten um 2250—2300 m Höhe ein; die der tieferen Quellstränge um 1700—1800 m (siehe Abbildung 5). Auf der Karseite ist die Gliederung unruhiger. Die Rinnenknoten liegen alle innerhalb der Karumrahmung ober den Karböden. Die Quellstränge halten sich nahe den Karböden. Kleinste Quellstränge bilden sich noch auf den Dreieckshängen zwischen tiefen Hangrinnen. Sowohl diese Rinnen als auch die Quellstränge sind in vielen Fällen im Sinne H. KAUFMANNs so etwas wie rhythmische Phänomene.

Zusammenfassend kann man feststellen: Bei Talabständen um zwei Kilometer und Reliefenergien bis 1000 Meter sind die Täler als Primäranlage zu bezeichnen. Weder zu einem Einzug noch zu einem Ausfall von Tälern mußte es da kommen. Das Tal- und Kammschema ist einfach: Paralleltäler und dazwischen einförmige Käme.

Bei Talabständen von einem Kilometer, die man im Riedel- und Hügelland antrifft, ist eine größere Reliefenergie ohne Talausfälle nicht möglich.

Steigen die Talabstände auf vier Kilometer an, dann stellt sich eine starke Flankenerschneidung ein, die Werte von 1 bis 2 erreicht. Bei asymmetrischen Kämmen gibt es auf der Kurzflanke noch Glatthänge, während auf der langen Flanke sich Gräben kräftig entwickeln. Auf manchen Glatthängen sieht man trotzdem bereits Quellstränge, in denen es aber nur zu einer minimalen Tiefenerosion kommt.

Im Kammbereich gibt es Rinnen. Die Dichtewerte steigen da über 5. Unter den Rinnen, im Bereich der Schuttkegel und Schutthalden, sinkt dann die Zerschneidung bedeutend ab, oft auf die Hälfte bis ein Drittel. Darunter, in der Quellstrangzone, nimmt sie wieder zu. Die Zerschneidungsdichte liegt dort oft um 3 und ist damit höher als die Grabendichte. Im Hügelland treten die Tobelstränge an die Stelle der Quellstränge. Beide neigen zu relativ schnellen Veränderungen, weisen aber rhythmische Anordnungen auf.

LITERATURVERZEICHNIS

- GERBER, Eduard: Morphologische Untersuchungen im Rhönetal zwischen Oberwald und Martiny. In: Arbeiten aus dem Geographischen Institut der eidgenössischen technischen Hochschule Zürich. Band 1, 1944. S. 5—16.
- , Form und Bildung alpiner Talböden. In: *Geographica Helvetica*. Band XIV, 1959. S. 117—326.
- , Bildung und Formen von Gratpfeln und Felswänden in den Alpen. In: *Zeitschrift für Geomorphologie*. Supplementband 8, 1969. S. 94—118.
- , and SCHEIDEGGER, Adrian: Erosional and stress-inducing features steep slopes. In: *Zeitschrift für Geomorphologie*. Supplementband 18, 1973. S. 38—49.
- , and SCHEIDEGGER, Adrian: Anordnungsmuster von alpinen Tälern und tektonischen Spannungen. In: *Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt Wien*. Jahrgang 1977. S. 165—188.
- GUTERSOHN, Heinrich: Relief und Flußdichte. Zürich 1932.
- HILBER, Vinzenz: Die Entstehung der Talungleichseitigkeit. In: *Mitteilungen des Naturwissenschaftlichen Vereins für Steiermark*. Band 26, 1889. S. 84—90.
- KAUFMANN, Henning: Rhythmische Phänomene der Erdoberfläche. Braunschweig, Vieweg 1929. 346 Seiten.
- KREBS, Norbert: Beiträge zur Orographie der Hohen Tauern. I: *Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft Wien*. Band 90, 1948. S. 20—39.
- LOUIS, Herbert: Prozeßbedingte Singulärstellen, besonders in fluvialen Abtragungssystemen verschiedener Klimate und Fragen nach Reliefgenerationen. In: *Zeitschrift für Geomorphologie*. Band 20, 1976. S. 257—274.
- MORAWETZ, Sieghard: Das Problem der Tal-dichte und Hangzerschneldung. In: *Petermanns Geographische Mitteilungen*. Band 83, 1937. S. 346—350.
- , Die Tobel östliche von Graz. In: *Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft Wien*. Band 99, 1957. S. 194—198.
- , Fragen der Talnetz- und Kammentwicklung insbesondere in den Ostalpen und einigen Nachbargebieten. In: *Geomorphologische Studien = Machatschek-Festschrift*. Gotha 1957. S. 91—101.
- , Talanfänge und Talentwicklungen. In: *Zeitschrift für Geomorphologie*. Band 3, 1959. S. 126—144.
- , Beobachtungen an Rinnen, Racheln und Tobeln. In: *Zeitschrift für Geomorphologie*. Band 6, 1962. S. 260—278.
- , Zur Frage der asymmetrischen Täler im Grabenland zwischen Raab und Mur. In: *Mitteilungen des Naturwissenschaftlichen Vereins für Steiermark*. Band 97, 1967. S. 32—38.
- SCHWINNER, Robert: Geologisches über die Niederen Tauern. In: *Zeitschrift des Deutschen und Österreichischen Alpenvereins*. Band 55, 1924. S. 24—53.
- , Ungleichseitige Gebirgskämme in den Ostalpen. In: *Zeitschrift für Geomorphologie*. Band 7, 1933. S. 285—290.
- SPREITZER, Hans: Hangformung und Asymmetrie der Berggrücken in den Alpen und im Taurus. In: *Zeitschrift für Geomorphologie*. Supplementband 1, 1960. S. 211—236.
- STOCKER, Erich: Hanguntersuchungen in der Kreuzeckgruppe (Kärnten). Dissertation a. d. Universität Graz, Verlag Notring Wien, 1971. 165 S.
- STRATIL-SAUER, Gustav: Die Tilke. In: *Zeitschrift für Geomorphologie*. Band 6, 1931. S. 255—286.

S u m m a r y

The Question of Valley Development

The author concludes that given valley distances around two km and a relative relief up to 1 000 m valleys are of primary origin. Neither new valleys must be created nor others eliminated under these conditions. The valley and ridge schema is simple and characterised by parallel valleys and uniform ridges.

Valley distances of one km, existing in hilly regions, prohibit a higher relative relief without eliminating valleys. An increase of valley distances to four km results

in strong erosion of valley slopes reaching values of 1—2, Asymmetric ridges show "Glatthänge" (smooth slopes) on the steeper and shorter flank while gullies develop on the longer slope. On some "Glatthänge" nevertheless springs trickle though without an intensive erosive force. The ridges are characterised by trenches. The densities increase above five. Below the trenches in the zone of the scree slopes the dissection decreases to half or a third of the values. Below that in the spring zone it increases again. The dissection density is around three here and is higher than the trench or gully density. In the hilly area "Tobel" represent the spring trickles. Both have a tendency of quick changes but are rythmically arranged.

R é s u m é

Au problème de l'évolution de vallées

Sur la base de nombreux examens, l'auteur conclut: On peut considérer les vallées comme formes primaires, quand leur distance est de 2 km à peu près et la distance du relief de 1000 m. Sous de telles conditions, il n'y a ni intercalation ni élimination de vallées. Le schéma morphologique est caractérisé par la simple succession de vallées parallèles et de versants uniformes.

Dans les régions d'une densité hydrographique plus grande, un relief plus accidenté provoque une élimination de vallées:

Un agrandissement de distances à 4 km à peu près a pour conséquence une forte dissection des versants (degré de dissection de 1 ou 2). Les crêtes dissymétriques ont un versant plus court, non disséqué, et un versant plus long, raviné fortement. Sur quelques versants courts, on peut constater pourtant des vallons, mais d'une érosion minime.

Dans la zone des crêtes, il y a de profondes rigoles (degré de dissection plus de 5). Au-dessous, dans la zone des cônes et des nappes d'éboulis, le degré de dissection baisse considérablement; il croît de nouveau dans la zone des vallons de sources (valeur numérique de 3). Dans la zone des collines, les vallons sont remplacés par les ravins. Ces deux formes de vallées tendent à une évolution rapide; elles laissent reconnaître une disposition rythmique.