

Über
Gesteinsschichtung
und
deren Einfluss auf die Gestaltung
der Landschaft.

Von
Dr. Franz Wähner.

Vortrag, gehalten den 10. März 1897.

(Mit Demonstrationen.)

Mit 1 Abbildung im Texte.

Es ist eine sehr gewöhnliche geologische Erscheinung, zu deren Betrachtung ich Ihre geneigte Aufmerksamkeit erbitten möchte. Trotzdem man sehr häufig Gelegenheit hat, die Erscheinung zu beobachten, und trotz ihrer grundlegenden Bedeutung für alle Arten von geologischen Studien ist sie ihrem Wesen und ihrer Entstehung nach viel weniger bekannt, als man zu erwarten berechtigt ist. Dem Geologen fallen allerdings, sobald er einem natürlichen oder künstlichen Aufschlusse entgegentritt, sofort die parallelen Linien ins Auge, nach welchen die Gesteine zumeist angeordnet erscheinen; er ist so sehr daran gewöhnt, die Gesteinschichtung zu beachten und mit ihr bei allen weiteren Beobachtungen und Schlüssen zu rechnen, dass er sie als etwas Selbstverständliches hinnimmt und kaum mehr an ihren Ursprung denkt. Der Laie hingegen übersieht die Erscheinung in der Regel, und zwar selbst dann, wenn sie sehr deutlich ausgeprägt ist. Nicht selten entgeht sie selbst dem bildenden Künstler, dem in der Auffassung der Formen geübten Landschaftsmaler, obgleich sich zeigen lässt, dass es

vielfach die Schichtflächen sind, welche den an der Modellirung der Landoberfläche wirkenden Kräften den Weg vorzeichnen.

Es ist nöthig, dass wir uns zunächst mit dem Wesen der Schichtung eingehender befassen. Da ergibt sich sofort die Frage, was man eigentlich unter einer Schichte zu verstehen hat. Nach der gewöhnlichen Darstellung bezeichnet man als Schichte oder Bank eine von zwei annähernd parallelen Flächen begrenzte Gesteinsmasse, die sich auf weitere Erstreckung hin verfolgen lässt.

An dieser Definition ist vor allem auszusetzen, dass sie zu weit ist. Eine von zwei parallelen Bruchflächen begrenzte Gesteinsmasse ist keine Schichte. Es kommt vor, dass Felsmassen von ganzen Systemen von parallelen Flächen durchzogen werden, die einander quer durchsetzen, wodurch das Gestein, wenn längs dieser Flächen offene Klüfte verlaufen, in polyedrische Stücke zerfällt. Es ist in manchen Fällen nicht leicht zu entscheiden, welches von diesen Systemen der Schichtung, und welche späterer Zerklüftung entsprechen. Häufig sind drei Systeme von parallelen Fugen zu beobachten; die dadurch entstehenden Gesteinsstücke stellen dann sehr regelmäßige Parallelepipede dar.

Wenn Klüfte, Spalten (von parallelen Bruchflächen begrenzte Hohlräume) von Kalkspath, Quarz oder anderen Mineralen, von Erzen, von vulcanischen Gesteinen ausgefüllt erscheinen, so haben wir Adern,

Gänge vor uns, die oft bedeutende Dicke erreichen und ihrer Haupterstreckung nach auf weite Entfernungen zu verfolgen sind. Auch derartige Gesteinskörper entsprechen also der obigen Definition und sind doch von Schichten wesentlich verschieden.

Die Sprünge, die Bruchflächen sind zu einer Zeit entstanden, als das Gestein bereits erhärtet war, in der Regel wohl lange nach der Bildung des Gesteins. Die Flächen, welche eine Schichte begrenzen, — die Schichtflächen — sind dagegen etwas, was mit der Bildung des Gesteins im innigsten Zusammenhange steht. Wenn wir eine Schichte in ihrer ursprünglichen Lagerung vor uns haben, so können wir unterscheiden zwischen einer unteren Schichtfläche, mit welcher die Bildung der Gesteinsbank begonnen hat, und einer oberen, mit welcher deren Bildung abgeschlossen worden ist. Mag das Gestein, aus welchem die Schichte besteht, sich langsam oder rasch abgesetzt haben, seine Bildung fällt in den Zeitraum zwischen der Entstehung der unteren und der oberen Begrenzungsfläche der Bank.

Wir können also die Definition einer Schichte genauer gestalten, wenn wir hinzufügen, dass die Bildung der betreffenden Gesteinsmasse an der einen Begrenzungsfläche begonnen, an der anderen geendet hat. Dabei wäre nicht von einer unteren und einer oberen Fläche die Rede, mit Rücksicht darauf, dass in Gebieten, in welchen die Schichten starke Störungen ihrer ursprünglichen Lagerung erfahren haben, dieselben oft

steil aufgerichtet oder völlig überstürzt sind. Die neue Erklärung passt also für alle Schichten, ruhig gelagerte wie stark gestörte: die eine von beiden Schichtflächen ist jedenfalls die ältere, zuerst gebildete, die andere die jüngere.

Dennoch wäre auch diese Definition nicht einwandfrei. Es gibt Gesteine, bei deren Bildung auch innerhalb der einzelnen Schichten die Anordnung der kleinsten Gesteinstheilen nach parallelen Flächen erfolgt ist. Eine solche Gesteinsbank lässt sich öfter parallel zu den Schichtflächen in mehrere Theile spalten. Wir erhalten dadurch Gesteinskörper, welche ebenfalls von je zwei parallelen Flächen begrenzt sind, und auch von diesen Begrenzungsflächen bezeichnet die eine den Beginn, die andere das Ende der Bildung der betreffenden Gesteinsmasse. Und doch haben wir es hier nicht mit wahren Schichten und wahren Schichtflächen zu thun.

So gelangen wir schließlich zu einer Begriffsbestimmung, welche als wesentliche Eigenschaft einer Schichte die Begrenzung durch benachbarte Schichtflächen ansieht. Damit greifen wir allerdings nur zu einer Bezeichnung, die eine weitere eingehende Erklärung erfordert; es führt jedoch kein anderer Weg zu einem gedeihlichen Ziele. Indem wir die Beschaffenheit und die Entstehung der Schichtfläche, beziehungsweise der Schichtfuge zu erklären suchen, gehen wir in der That erst auf das Wesen der Schichtung ein.

Wir stehen vor einem steileren Gehänge und sehen

zahlreiche Bänke gleichartigen Gesteins, z. B. eines festen Sandsteines oder von Kalkstein übereinanderfolgen. Die einzelnen Bänke erscheinen durch sehr niedrige Hohlräume, durch Schichtfugen, deutlich von einander getrennt. In den meisten Lehrbüchern der Geologie begegnen wir der Anschauung, dass die Entstehung dieser Trennungsflächen auf einer Unterbrechung in der Bildung der Ablagerungen beruht. Man stellt sich vor, dass in der Zwischenzeit das früher abgesetzte Gestein erhärtet, dass hierauf eine neue Lage über der älteren sich niederschlägt, welche sich aber mit dieser nicht fest verbindet, so dass eine Fuge zwischen beiden Lagen entsteht, oder dass doch längs der der Unterbrechung entsprechenden Fläche die eine Bank sich leicht von der andern abheben lässt. Wir wollen nicht auf die Unklarheit dieser Vorstellung eingehen und nur bemerken, dass damit gerade die Bildung der Schichtfuge, des Hohlraumes, keineswegs erklärt ist.

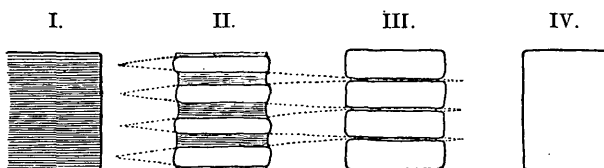
Wir wollen vielmehr von einem anderen Falle ausgehen, der besser geeignet ist, uns auf den richtigen Weg zu führen. Sehr häufig ist in der Natur eine Wechsellagerung zweier verschiedener Gesteine zu beobachten, indem einzelne Bänke eines festen oder härteren Gesteins, wie Sandstein oder Kalk, und Lagen eines lockeren oder weicheren Gesteins, wie Thon oder Mergel, abwechselnd aufeinanderfolgen. Die härteren Bänke, welche der Verwitterung stärkeren Widerstand entgegensetzen, treten im Gehänge sehr

deutlich hervor, deshalb ist auch die geschichtete Beschaffenheit der ganzen Gesteinsfolge scharf ausgeprägt und auf weite Entfernung erkennbar. Hier ist es klar, dass die Schichtung auf dem Wechsel in der Gesteinsbeschaffenheit, auf dem Wechsel in den an derselben Stelle zum Absatz gelangten Stoffen beruht.

Zwischen einem derartigen Vorkommen und dem zuerst erwähnten, bei welchem Bänke von gleicher Gesteinsbeschaffenheit aufeinanderfolgen, besteht aber kein scharfer Gegensatz, sondern es lassen sich alle möglichen Übergänge beobachten von dicken bis zu überaus dünnen Lagen von weicheren Gesteinen, welche Schichten von härteren Felsarten zwischengelagert sind. Solche „Zwischenmittel“ sind es, auf denen die Erscheinung der Schichtung auch in jenen Fällen beruht, wo von ihnen nichts zu bemerken und nur eine Folge von Bänken des gleichen Gesteins zu beobachten ist.

Wenn man in einem Steinbruche eine frische Entblößung derartiger Schichten vor sich hat, so kann man oft schon an der die Bänke durchsetzenden Wand (am Querschnitte), noch deutlicher jedoch an den freigelegten Schichtflächen erkennen, dass diese mit einem dünnen Belage eines weicheren, thonigen Gesteins ausgekleidet sind. Diese oft papierdünnen Zwischenlagen werden dort, wo sie an einem freiliegenden Gehänge „anstehen“, viel leichter von der Verwitterung angegriffen und entfernt als die härteren Bänke, und so entstehen jene verschwindend schmalen Zwischenräume, die wir als Schichtfugen bezeichnen, die aber

als solche gewöhnlich nur eine ganz kurze Strecke bergwärts eindringen. In frischem, unverwittertem Gestein herrscht — vorausgesetzt, dass nicht längs der Schichtflächen Wasser sich bewegt, das Gesteinstheilchen mit sich fortträgt — ununterbrochener Zusammenhang von einer Schichte zur andern, nur die Gesteinsbeschaffenheit wechselt.



Betrachten wir die beigefügte schematische Zeichnung, so sehen wir im Schichtenquerschnitt (Profil II) Schichten eines harten und eines weichen Gesteins, z. B. Kalk und Thon, mit einander wechsellagern. Die thonigen Lagen mögen nach einer Richtung allmählich an Mächtigkeit abnehmen, bis sie in größerer Entfernung (Profil III) zu sehr dünnen Zwischenlagen herabsinken. Zugleich können die Kalkschichten nach derselben Richtung zu mächtigeren Bänken anschwellen, welche schließlich unmittelbar (ohne deutlich erkennbare Zwischenlagen), nur durch haarscharfe Schichtfugen getrennt, aufeinanderzufolgen scheinen. Nach der entgegengesetzten Richtung mögen die Kalkbänke allmählich dünner werden — bei gleichzeitigem Anschwellen der thonigen Lagen — bis die ersteren voll-

ständig „auskeilen“ und wir in ein Gebiet (I) gelangen, in welchem zu derselben Zeit, als die Schichtfolgen II und III entstanden sind, nur Thon abgelagert worden ist. Ebenso mögen aber in der früher verfolgten Richtung (von III gegen IV) endlich selbst die die Kalkbänke trennenden dünnen Zwischenmittel verschwinden, so dass wir nun eine mächtigere ungeschichtete Kalkmasse vor uns haben.

In der Natur liegen die Verhältnisse in der Regel nicht so klar und einfach, wie wir sie hier vorausgesetzt haben. Aber diese theoretische Betrachtung hat uns nicht nur mit einigen geologischen Grundbegriffen, den Begriffen der Wechsellagerung und des Auskeilens der Schichten, vertraut gemacht, sie hat uns vor allem darauf hingeführt, wie zu gleicher Zeit in verschiedenen Gebieten verschiedenartige Ablagerungen entstehen. An den Grenzen dieser Gebiete können die Ablagerungen in der Weise ineinander übergehen, dass die Gesteinsbeschaffenheit sich allmählich ändert, der Übergang kann aber auch in der Weise erfolgen, dass, wie geschildert, die verschiedenartigen Gesteine durch Wechsellagerung auf weite Erstreckungen ineinander eingreifen. Dieser letztere Vorgang ist es, welcher die deutlich ausgeprägte Schichtung der Gesteine hervorruft.

Welche Umstände sind es nun, die an einem bestimmten Punkte jenen Wechsel in der Beschaffenheit der Ablagerungen bedingen, auf dem die Schichtung beruht? Um auf diese Frage zu antworten, müssten

wir die verschiedenen Vorgänge der Sedimentbildung, der Bildung jener Gesteine besprechen, welche vorwiegend unter Mitwirkung des Wassers entstehen. Wir wollen uns mit einem Beispiele begnügen.

Im Meere lagert sich in der Nähe der Küste auf weite Strecken der „blaue Schlamm“ ab, ein thoniges Sediment, dessen Bestandtheile größtentheils vom Festlande stammen und von Flüssen herbeigetragen worden sind. Je weiter wir uns von der Küste entfernen, desto zahlreicher werden die kalkigen Bestandtheile des Schlammes, welche im Meere selbst gebildet werden, indem sie zumeist aus den kalkigen Harttheilen der verschiedensten Meeresorganismen oder aus Trümmern von solchen bestehen. In größerer Entfernung von der Küste und in den mittleren Meerestiefen entstehen dann Ablagerungen, welche fast ausschließlich kalkiger Natur sind.

In den Grenzgebieten, in welchen örtlich ein allmählicher Übergang zwischen dem thonigen und dem kalkigen Sediment stattfindet, wird an einem und demselben Punkte im Laufe der Zeit öfter eine Veränderung in der Beschaffenheit der Ablagerungen stattfinden, es ergibt sich hier Gelegenheit zur Bildung verschiedener mit einander wechsellagernder Sedimente. In Hochwasserzeiten bringen die Flüsse mit den weit größeren Wassermassen ungeheure Mengen von Schlamm in der Form von Trübung mit sich, und die Ablagerung thonigen, vom Festlande stammenden Schlammes wird sich daher viel weiter ins Meer hinaus erstrecken als

in trockener Jahreszeit und in das Gebiet übergreifen, in welchem sonst kalkiges Sediment sich bildet. Hier werden also Lagen von kalkigem oder vorwiegend kalkigem und solche von thonigem Schlamm abwechselnd aufeinanderfolgen. Die thonigen Lagen werden in größerer Entfernung von der Küste an Mächtigkeit abnehmen, allmählich zu ganz dünnen Zwischenmitteln zusammenschrumpfen und endlich auskeilen.

Hochwässer können zu verschiedenen Jahreszeiten eintreten: bei länger anhaltenden Regen, die sich auf ein größeres Gebiet des Festlandes erstrecken; in den hohen und mittleren Breiten zur Zeit der Schneeschmelze. Neben diesen Veränderungen, die sich innerhalb eines Jahres abspielen, gibt es andere, die im Laufe einer längeren Reihe von Jahren eintreten, indem regenreichere und regenärmere Perioden mit einander wechseln. Auch solche Klimaschwankungen müssen sich in Veränderungen der marinen Sedimente ausdrücken; in nassen Zeitläuften werden in gewissen Gebieten überhaupt thonreichere Ablagerungen und insbesondere mächtigere thonige Zwischenlagen entstehen und sich weiter ins Meer hinaus erstrecken als in trockenen Perioden. So mag es geschehen, dass in Meeresregionen, in welchen der Wechsel trockener und nasser Jahreszeiten sich nicht mehr im Wechsel der Sedimentbildung kundgibt, doch noch die Wirkung eines einzelnen nassen Jahres oder einer Reihe von regenreichen Jahren in Gestalt einer oder mehrerer thoniger oder thonreicher Zwischenlagen hineinreicht.

Endlich dürfen wir nicht übersehen, dass auch das Vorrücken und Zurückweichen der Küstenlinie, Vorgänge, die auf Lageveränderungen des Festlandes, aber auch auf Schwankungen des Meeresspiegels beruhen können, dass auch solche im Laufe sehr langer Zeiträume sich abspielende Veränderungen, sogenannte säculare Schwankungen, in davon scheinbar unberührten Meeresgebieten bis in ansehnliche Tiefen in der angedeuteten Weise sich bemerkbar machen müssen.

Wüssten wir genau, auf welche der denkbaren Wandlungen die einzelnen thonigen Zwischenlagen in einer geologisch alten marinen Schichtenfolge zurückzuführen sind, so stünde uns ein vortreffliches Zeitmaß zu Gebote, um daran die Bildungsdauer jener Ablagerungen zu messen. Der dünne Belag von Thon, welcher die Bildung der Schichtfuge zwischen zwei Kalkbänken veranlasst, könnte so, dem Jahresringe eines Baumes ähnlich, zur Bestimmung einer Zeiteinheit führen, einer geologischen Zeiteinheit, welche uns gestattete, die Wachstumsdauer einer einzelnen Bank, einer gewaltigen Schichtenreihe, ja selbst einer „geologischen Formation“ zu berechnen. Das ist indessen ein Ziel, von dessen Erreichung wir noch außerordentlich weit entfernt sind.

Wir halten daran fest, dass die Schichtung durch den Wechsel der zur Ablagerung gelangten Stoffe bedingt ist. Auf die bezüglichen Erfahrungen ist schon wiederholt von berufenen Seiten hingewiesen worden,

und es ist darum um so sonderbarer, dass sich noch immer die andere, schon oben erwähnte Meinung erhält, die Schichtung beruhe auf einer Unterbrechung der Sedimentbildung.

In dieser Hinsicht ist es nicht unwichtig zu zeigen, dass es Fälle gibt, in denen zwei Gesteine aufeinanderfolgen, zwischen deren Ablagerung nachweisbar ein sehr langer Zeitraum verstrichen ist, und wobei es trotzdem an der Grenze nicht zur Bildung einer Schichtfuge gekommen ist. Ein Fall ist schon lange aus den Ostalpen bekannt. Nicht selten liegen Rudistenkalke der oberen Kreide unmittelbar auf Riffkalken der oberen Trias. Zwischen beiden Gesteinen fehlen also die Ablagerungen der ganzen Jurazeit und der unteren Kreide. Dennoch sind sie so innig mit einander verwachsen, dass man von der Grenze Stücke schlagen kann, welche aus beiden so verschiedenalterigen Kalken bestehen. Ein anderer Fall, in welchem ein alttertiärer Nummulitenkalk in außerordentlich enge Verknüpfung mit Triaskalk tritt, ist aus den Südalpen beschrieben worden; hier umfasst die Lücke zwischen beiden Gesteinen einen noch längeren Zeitraum.

In den nördlichen Kalkalpen könnte ich wiederholt ein Vorkommen beobachten, bei dem es sich zwar um eine viel kleinere Lücke handelt, das aber doch erwähnt zu werden verdient. Auf weißem Korallenriffkalk, welcher im allgemeinen der obersten Trias angehört, in manchen Fällen aber in seinen oberen Theilen bereits liasischen Alters ist, liegen Bänke von

rothem Liaskalk, der aus Foraminiferen und Crinoidenstielgliedern besteht. An einigen Punkten liegt an der Grenze beider Bildungen eine Gesteinsbank, die zur unteren Hälfte aus weißem, zur oberen Hälfte aus rothem Kalk besteht. Die in der Mitte der Bank liegende Grenze zwischen weißem und rothem Kalk ist sehr scharf, dennoch verläuft hier keine Schichtfläche; die Verbindung ist im Gegentheil sehr fest, so dass sich auch hier von der Grenze Gesteinsstücke gewinnen lassen, die aus beiden Kalkarten bestehen. Dagegen ist die Grenzbank sowohl von der tieferen weißen, als von der höheren rothen Kalkbank durch deutliche Schichtfugen geschieden. Durch die mikroskopische Untersuchung von Gesteinsdünnschliffen, die der Grenze zwischen Weiß und Roth entnommen sind, lässt sich nachweisen, dass der weiße Kalk schon erhärtet war, und dass Theile desselben wieder entfernt worden waren, bevor der rothe Kalk sich darüber abgelagert hatte. Es zeigt sich also, dass auch hier eine Unterbrechung in der Sedimentbildung eingetreten ist, ohne dass es an der betreffenden Stelle zur Bildung einer Schichtfläche gekommen wäre.

Wir wollen nun den Einfluss der Schichtung auf die Gestaltung der Landoberfläche betrachten.¹⁾ Die

¹⁾ Beim Vortrage konnte sich die Darstellung auf eine größere Zahl von Landschaftsbildern stützen, die mit dem Verein nat. Kenntn. XXXVII. Bd.

Gesteine setzen den mancherlei Kräften, welche an ihrer Abtragung arbeiten, einen sehr verschiedenen Widerstand entgegen. Das eine Gestein unterliegt vermöge seiner stofflichen Zusammensetzung sehr rasch der chemischen Zersetzung, wogegen andere Gesteine von der Verwitterung sehr wenig angegriffen werden. Lockere und weiche Gesteine werden vom bewegten Wasser und der bewegten Luft leichter zerkleinert und fortgeführt als feste und harte Felsarten. Andererseits sind manche harte Gesteine, die zugleich sehr spröde sind, von dem Gebirgsdruck in der Weise mitgenommen worden, dass sie von einer Unzahl von Sprüngen durchsetzt sind, nach welchen sie infolge der Wirkung des in den Spalten gefrierenden Wassers in kleine eckige Stücke zerfallen u. s. w.

Nachdem nun eine und dieselbe Schichte in der Regel auf weite Erstreckung die gleiche Gesteinsbeschaffenheit hat, wogegen die letztere häufig nach den verschiedenen Schichten große Verschiedenheiten zeigt, so verhalten sich geschichtete Steine den abtragenden Kräften gegenüber vielfach nach den einzelnen Lagen verschieden, wogegen bestimmte Bänke durch besondere, gleichbleibende Oberflächenformen ausgezeichnet sind.

Deutlich zeigt sich dies, wenn mächtige Bänke harten, wetterbeständigen Gesteins ziemlich regel-

Projectionsapparate vorgeführt wurden. Hier ist der Verfasser genöthigt, sich über diesen Theil seines Gegenstandes sehr kurz zu fassen.

mäßig mit Lagen von weichen Gesteinen wechsellagern. Längs der letzteren schreitet die Abtragung rasch vor, die darüber lagernden härteren Gesteine brechen nach. So kommt es, dass die einzelnen Gesteinsbänke bei übereinstimmender Lagerung gewöhnlich durch einen bestimmten Böschungswinkel ausgezeichnet sind. Die wetterfesten Gesteine ergeben steile Gehängstufen, die leicht zerstörbaren sanfter geneigte Abhänge. Das bedingt aber, dass der mittlere Neigungswinkel des ganzen Gehänges in solchem Falle kein sehr großer sein kann.

Es ist daher auch eine aus harten Gesteinen bestehende Schichtenfolge, wenn sie eine größere Zahl von weichen Zwischenlagen enthält, verhältnismäßig leicht zerstörbar, und die daraus bestehenden Berge zeigen im allgemeinen mittelstark geneigte Gehänge und gerundete Formen. Selbstverständlich verhalten sich auch dünne Zwischenlagen von weichen Gesteinen in ähnlicher Weise, und bis zu einem gewissen Grade gilt dies selbst von den papierdünnen Zwischenmitteln, welche Bänke festen Gesteins von einander scheiden. Das Zwischenmittel wird durch die Verwitterung von außen her auf eine kurze Strecke entfernt, es bildet sich ein spaltenartiger Hohlraum, die Schichtfuge, in welche Wasser eindringen, gefrieren und hier in derselben Weise wie in anderen Gesteinsspalten wirken kann. Je mehr Schichtfugen vorhanden sind, desto mehr solcher Angriffslinien und Angriffsflächen stehen den zerstörenden Kräften offen, und die Erfahrung

lehrt denn auch, dass unter sonst gleichen Umständen eine Gesteinsfolge um so leichter zerstörbar ist, aus je dünneren Schichten sie besteht. Umgekehrt erweisen sich feste Gesteine um so widerstandskräftiger, in je mächtigere Bänke sie gegliedert sind. Die gewaltigen Kalk- und Dolomitmassen der Alpen, welche häufig durch ihre ganze Mächtigkeit ungeschichtet sind oder nur hie und da schwache Andeutungen von Schichtung zeigen, sind durch die schroffsten Formen, durch überaus steile Wände ausgezeichnet, und es sind hier fast ausschließlich die das Gestein durchsetzenden Bruchspalten, längs welcher die Zerstörung fortschreitet.

Viel auffallender als die einzelnen weichen Zwischenlagen machen sich in der Oberflächengestaltung geltend mächtigere Schichtengruppen von leicht zerstörbaren Gesteinen (Thonen, Mergeln, thonreichen Kalken und Sandsteinen u. s. w.), welche solchen von harten Felsarten (festen Quarzsandsteinen, Quarziten, reineren Kalken und Dolomiten u. s. w.) zwischenlagert sind. Bei horizontaler und verhältnismäßig flacher Lagerung der Schichten tritt dann ein terrassenförmiger Bau des betreffenden Gebietes hervor. Die Abtragung schreitet wieder an den weicheren Gesteinen rascher vor, sie greift hier seitlich in das Gehänge ein, die überlagernden festen Gesteine stürzen nach. So bilden sich sanft geböschte Gelände zwischen hohen und steilen Gehängestufen.

Ein sehr bekanntes Beispiel einer solchen Terrassenlandschaft bildet der schwäbisch-fränkische Jura.

Auch unsere Kalkalpen sind vielfach durch eine derartige Gestaltung ausgezeichnet. Im Dolomitgebiete von Südost-Tirol bildet über den gewaltigen Wänden des Schlerndolomits eine durch die leichter zerstörbaren Raibler Schichten (Schlernplateau-Schichten) bedingte Terrasse, oberhalb welcher sich wieder die Wände des in mächtige Bänke gegliederten Dachsteinkalkes erheben, einen Ruhepunkt für das Auge des Beschauers und ein sehr bezeichnendes Glied der Landschaft. In den nördlichen Kalkalpen veranlassen häufig die Kösener Schichten die Bildung ausgesprochener Terrassen, an welche viele Alpenweiden gebunden sind. Nicht selten entstehen am oberen Rande solcher Terrassen infolge des raschen Fortschreitens der Abtragung in den weichen Gesteinen unmittelbar unter den darüber sich erhebenden Felswänden, die dadurch überhängend werden, Höhlungen, welche in der Schweiz Balmen, in Nordtirol Gufeln genannt werden. An solchen Stellen bricht natürlich von Zeit zu Zeit ein Theil der überlagernden Gesteinsmassen nieder und häuft sich in großen Blöcken auf der Terrasse an.

Wenn die Schichten durch die gebirgsbildenden Vorgänge steil aufgerichtet sind, so ist deutlich zu erkennen, dass viele Hohlformen sich an die Schichtengruppen von weichen, leicht zerstörbaren Gesteinen halten. Es sind das diejenigen Tiefenlinien, welche im Streichen der Schichten und der Bergzüge verlaufen, die Längenthäler. Diese Erscheinung ist viel allgemeiner verbreitet, als man gewöhnlich glaubt, und in ihrer Be-

deutung für die Oberflächengestaltung viel zu wenig gewürdigt.

Ganze Faltenzüge werden unter Umständen von den abtragenden Kräften aus ihrer Umhüllung herausgearbeitet. Wenn z. B. ein Gewölbe (ein Schichten-sattel) von sehr widerstandskräftigen reinen Kalken zunächst von einer Gruppe leicht zerstörbarer Gesteinslagen bedeckt wird, auf denen erst wieder härtere Gesteine zu liegen kommen, so hält sich die Abtragung manchmal genau an die weichen Lagen, längs welcher sie rasch fortschreitet, so dass auch die höheren Gesteine auf weite Strecken entfernt werden, während die tieferen Schichten nahezu unberührt bleiben und so in ihrer Oberflächenform, einem langen, gerundeten Rücken, ihren inneren Bau, ihre tektonische Gestaltung widerspiegeln.

Ich bin mir wohl bewusst, dass es mir nicht gelungen ist, den umfangreichen Gegenstand auch nur in seinen Hauptzügen zu erschöpfen, es konnten vielmehr nur einzelne Beispiele zu näherer Betrachtung aus der Menge der einschlägigen Vorkommnisse herausgegriffen werden. Ich hoffe jedoch, dass auch denjenigen unter meinen verehrten Zuhörern, welche die besprochene Erscheinung bisher nicht beachtet haben, nächstens, wenn sie bei einem Spaziergange an einem Steinbruche vorübergehen, oder wenn sie im Gebirge einer Felswand gegenüberstehen, diese wichtige Eigenschaft so

vieler Gesteine, die Schichtung, gleichsam von selbst in die Augen fallen wird; sollten auch nur einige sich dadurch zu weiteren Beobachtungen anregen lassen, so wäre damit nach meiner Anschauung des Guten genug erreicht.
