

Der Topograph muß deshalb alle Gefällwechsel sorgfältig verfolgen und zur Darstellung bringen. An der Oberkante der harten Schichten werden vielfach Felsen zutage treten und die Gesteins- und damit Gefällwechsel oft mit einem Wechsel der Bodenbewachsung verbunden sein.

2. Die Tätigkeit des Wassers.

Einen ganz besonderen Anteil an der Ausgestaltung der Oberflächenformen nimmt das Wasser. Ein Teil des als Regen, Schnee oder Tau auf die Erde fallenden Wassers dringt in die Oberfläche ein und sammelt sich in den Poren und Spalten der Gesteine auf undurchlässigen Schichten als Grundwasser. Tritt es zutage, so reden wir von Quellen. Im Grundgebirge mit seinen verästelten Tälern und der meist welligen Geländeoberfläche treten die Quellen bunt zerstreut auf (Abb. 118). Im Schichtgebirge dagegen sind sie meist an undurchlässige Schichten gebunden und treten mit diesen in einem Linienzug, dem Quellhorizont, als Schichtquellen zutage (Abb. 119). In der Fallrichtung der Schichten fließen die Quellen stärker als in der entgegengesetzten Richtung, in der sie bei Trockenheit aussetzen. Wir bezeichnen sie deshalb als periodische Quellen und machen sie auch als solche durch den besonderen Schriftzusatz „*Q*“ kenntlich, während wir den dauernd fließenden Quellen ein „*Qu*“ zusetzen (Abb. 120). Der periodische Wasserlauf wird gestrichelt wiedergegeben. Sind Quellen durch Schutt verdeckt, so treten sie erst an einer tieferen Stelle zutage. Wir nennen sie Schuttquellen. Alle Quellen bis herab zu den feuchten Stellen sind nicht nur vollzählig, sondern auch nach Lage und Höhe genau anzugeben. Der Topograph wird also der Quellzone seine besondere Aufmerksamkeit zuwenden, zumal die Geländeformen durch sie beeinflusst werden. Lehmiger Boden kann durch das Wasser so aufgeweicht werden, daß an Hängen Rutschungen

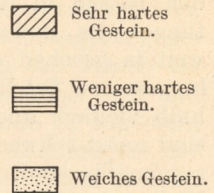
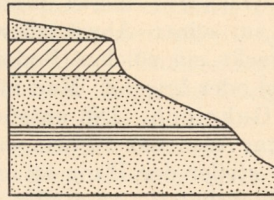


Abb. 117. Querschnitt durch einen aus verschiedenen harten Gesteinsschichten aufgebauten Berghang.

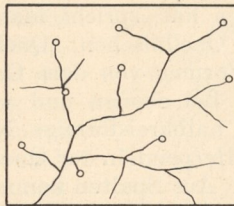


Abb. 118.
Quellen im Grundgebirge.
Bunt zerstreut liegend.

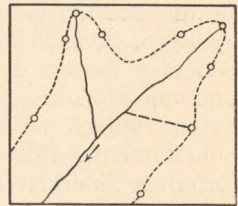


Abb. 119.
Quellen im Schichtgebirge. An
einen Quellhorizont gebunden.

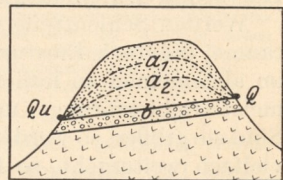


Abb. 120. Entstehung der Quellen.
Qu dauernd fließende Quellen.
Q periodisch fließende Quellen.
*a*₁ mittlerer Grundwasserstand.
*a*₂ niedriger Grundwasserstand.
b wasserundurchlässige Schicht.

und Sackungen entstehen, die eine sehr unruhige Geländeoberfläche bilden. Oberhalb der bauchig vorgeschobenen Erdmassen entstehen kleine Hohlformen, die sich aber immer wieder verändern. An den Rissen in der Grasnarbe merkt man, daß starke Durchfeuchtungen des Bodens zu seiner Abwärtsbewegung Anlaß geben. Von weitem gesehen erweckt ein solcher Boden den Eindruck, als ob er langsam zu Tal fließe oder krieche. Man nennt diese Erscheinung deshalb vielfach auch Gekrieche. Die entstehenden unruhigen Formen sind meist schwer zum Ausdruck zu bringen, da sie sehr klein und unregelmäßig sind. Je steiler der Hang ist, um so geringer werden die Wellen der Höhenschichtlinien. An steilen Hängen können bei starker Durchtränkung des Bodens ganze Erd- und Gesteinsmassen nischenförmig ausbrechen. Wir reden dann von Erdschlipfen, die man auch bei einer Geländedarstellung in Schichtlinien am besten durch einige Bergstriche darstellt. Dabei ist auch der Wiedergabe der herabgestürzten, sich meist stauenden Erdmassen einige Sorgfalt zu schenken.

Neben dieser mehr flächenhaften Wirkung des Grundwassers gestalten auch die Quellen ihre Austrittsstelle um. Je nach der Form, die die Erosion geschaffen hat, spricht man von Quelltöpfen, Quelltrichtern, Quellkesseln, Quellnischen, Quellmulden u. dgl. Im allgemeinen werden diese Formen von dem Gestein und der Schichtlagerung abhängig sein. Bei ebenen und wenig geneigten Schichten treten vielfach breitere, halbkreisförmige Nischen auf, deren Größe wohl durch das Hin- und Herpendeln der Quelle auf nahezu horizontaler Unterlage zu erklären ist. Aus Spalten kommende Quellen werden sich dagegen stark V-förmig nach rückwärts einschneiden. Die Verschiedenartigkeit der vorkommenden Formen erfordert auch hier scharfe Beobachtung des Topographen.

Der Erwähnung bedürfen hier noch die Dellen, das sind muldenförmige Hohlformen an den Abhängen, die sowohl durch Grund- als auch abfließendes Regenwasser entstanden und in ihrer Form von der Härte und Durchlässigkeit des Bodens abhängig sind.

Werden Schichtteile von Grundwasser aufgelöst, so entstehen Hohlräume, die nach Einsturz der Decken als Erdfälle auftreten. Sie sind im allgemeinen an lösliche Gesteine wie Kalk und Gips gebunden und meist trichterförmige, unregelmäßige Einsenkungen der Erdoberfläche. Sind sie größer, so werden sie Dolinen genannt. Da der Bildungsprozeß vielfach weitergeht, so findet man auf dem Boden nicht selten neue, kleine Löcher. Die Wände sind oft verschieden steil. Eine schon festgestellte Regelmäßigkeit dieser Erscheinung rührt vielleicht von den atmosphärischen Einflüssen her und bedarf der besonderen Beachtung. Erdfälle und Dolinen treten wegen des Gebundenseins an bestimmte geologische Schichten strichweise auf.

Das aus den Quellen und als Regen- oder Schmelzwasser abfließende Wasser sammelt sich in Rinnen, die sich zu Bächen und Flüssen entwickeln. Der Oberlauf der Bäche ist meist steil. Das Wasser erodiert deshalb kräftig in die Tiefe und sucht die Hindernisse zu beseitigen. Weichere Schichten werden dabei rascher durchsägt als härtere, an

denen sich Wasserfälle bilden. Bei stärker ausgeglichenem Längsprofil kann sich eine harte Bank noch durch Stromschnellen bemerkbar machen. Sie sind wie die Wasserfälle anzugeben, da im Schichtgebirge aus ihnen im Zusammenhang mit anstehenden Felsen, Steinbrüchen, Bewachungsgrenzen u. dgl. Folgerungen auf die Gesteinslagerung gezogen werden können. Selbst kleine Unterschiede in der Härte des Gesteins können schon im obersten Teil eines Bachlaufes das Bett und seinen Querschnitt umgestalten. Ein in flacher Mulde in härterem Gestein dahinfließender Wasserfaden vertieft beim Durchsägen der Schicht sofort sein Bett und liegt dann in einem mit einem kleinen Wasserfall ansetzenden Graben, der auch bei geringer Böschungshöhe unter sorgfältiger Beobachtung jeder Änderung des Talquerschnitts topographisch wiederzugeben ist. Das Auftreten solcher eingeschnittenen Wasserläufe läßt Schlüsse auf den geologischen Aufbau zu.

In Abb. 121 ist neben den zuletzt besprochenen Erscheinungen noch das Verschwinden des Wassers beachtlich. Sobald es auf das durch Erdfälle charakterisierte Gestein kommt, versickert es in Klüften und unterirdischen Hohlräumen. Wie die eingetragenen Höhenzahlen zeigen, herrscht große Gesetzmäßigkeit im Aufbau, die in der topographischen Darstellung nur durch vollständige und genaue Angabe nach Lage und Höhe auch der Böschungen, Versickerungsstellen und Erdfälle erkannt werden kann.

Das fließende Wasser trennt durch die Reibung auf dem Untergrunde nicht nur Gesteinsteile los, sondern es verfrachtet sie auch, und zwar um so größere Massen, je steiler das Gefälle und je größer die Wassermenge. Läßt bei einem Bach, wie dies bei der Einnündung eines Seitenbaches in den

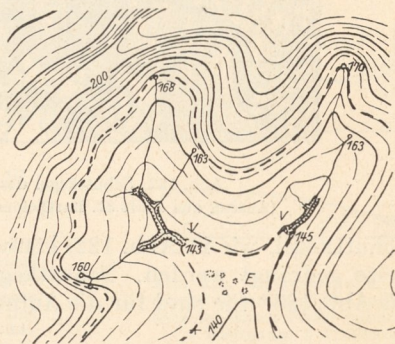


Abb. 121. Darstellung eines Schichtgebirges (Kreideformation). Die Geländeneigung und die Lage der Quellen, der eingeschnittenen Bachläufe, der Versickerungsstellen und der Erdfälle lassen Schlüsse auf den geologischen Aufbau zu. Die vermuteten Schichtgrenzen sind gestrichelt.
V Wasserversickerungsstellen. E Erdfälle.

Hauptbach im allgemeinen der Fall ist, das Gefälle plötzlich nach, so wird das mitgeführte Material fächerförmig abgesetzt und bildet einen sogenannten Schuttkegel, der sowohl kurz und stark gewölbt als auch lang gestreckt und sehr flach sein kann. Das vielfach nur zeitweise fließende und öfter seinen Weg verlegende Wasser erreicht auf solchen Schuttkegeln nicht immer den Hauptbach, sondern wird zum Wässern durch Gräben verteilt und versickert, um dann oft am Rande des Schuttkegels als Quelle wieder zutage zu treten. Da die Schuttkegel stets am Ausgang der Seitentäler auftreten, muß dort der Aufnehmer sich ihrer erinnern; dann wird er, wie das früher leider vielfach der Fall war, auch die kleinsten und flachsten nicht übersehen. Wo die Schuttkegel sich in ein Wiesental ergießen, fallen sie vielfach

schon dadurch auf, daß sie als Acker benutzt werden. Der morphologisch Unkundige stößt sich bei der Zeichnung der Schichtlinien meist daran, daß auf das Tal unmittelbar ein Rücken folgt. Durch große

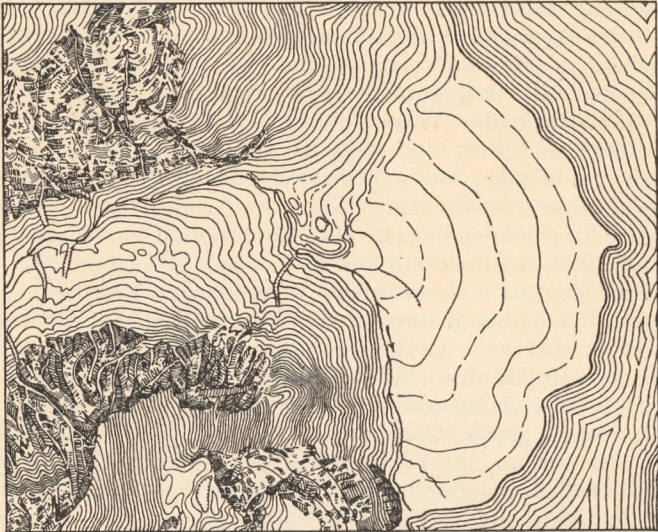


Abb. 122. Schuttkegel des Eisgrabens am Königssee.
(Auszug aus Blatt St. Bartholomä der bayr. top. Karte 1:25 000.)

Schuttkegel, wie in Abb. 122, können Seen abgeschnürt und Bäche zur Seite gedrängt werden. Schuttkegel in schwächerer Ausbildung zeigt die Abb. 123. Sie sind für die Aufnehmer besonders deshalb so wichtig,

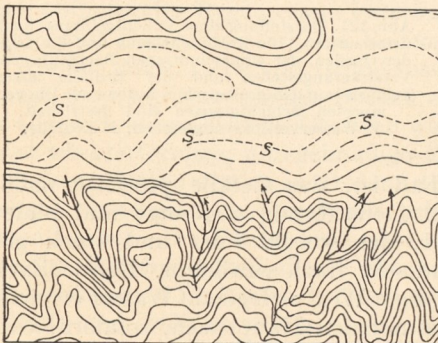


Abb. 123. Kleine Schuttkegel S. Die Seitenbäche ergießen sich in den Talboden.
(Auszug aus Bl. Stockach der bad. top. Karte 1:25 000.)

weil es außerordentlich häufig auftretende Kleinformen sind. Bei leichter abspülbarem Boden sind sie fast an jeder Ackermulde zu erkennen, und es steht der Verlauf der Höhenschichtlinien dann dort mit dem der Kulturgrenze nicht in Einklang. Wege an Waldrändern steigen bzw. fallen aus dem gleichen Grunde auf kurzer Strecke. Ist dem Topographen diese Beobachtung im Felde entgangen, so wird er bei nachträglicher Zeichnung der Schichtlinien unter Umständen die Ergebnisse seiner Messung anzweifeln.

Durch die Abtragung des fließenden Wassers einerseits und die Aufschüttungen andererseits wird der Querschnitt eines Tales umgestaltet.

S. Passarge hat die in Abb. 124 wiedergegebene Entwicklung der Talformen vom Kerbtal bis zum Muldental aufgestellt und jeder Tal-

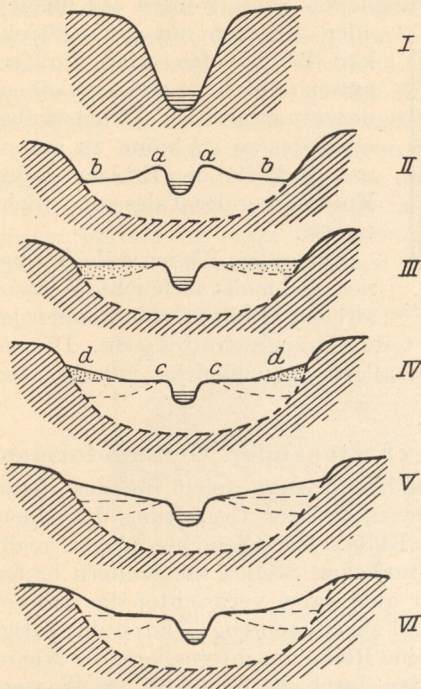


Abb. 124. Talformen. I. Kerbtal. II. Flutsohlental mit Uferwällen *a* und Überschwemmungssohle *b*. III. Horizontalsohle (punktirt), die aus einem Flutsohlental entstanden ist. IV. Sohlental mit Horizontalsohle *c* und Böschungssohle *d*. V. Böschungssohlental. VI. Muldental (nach S. Passarge).

form einen besonderen Namen gegeben, den anzuwenden auch für die Topographen sich empfehlen dürfte. Zu beachten bleibt noch, daß die Lagerung des Gesteins, geologische Schichtwechsel und atmosphärische Einflüsse zu einer ungleichmäßigen Ausbildung nicht nur des Bachbettes, sondern auch des ganzen Talquerschnittes führen können.

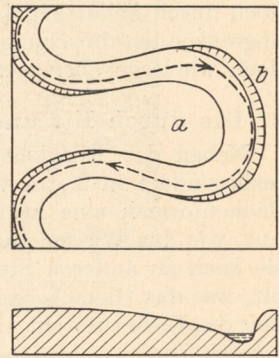


Abb. 125. Lageplan und Querschnitt eines Mäanders. Die Stromlinie ist durch Pfeile bezeichnet. *a* Gleithang, *b* Prallhang.

Sobald das Gefälle eines Baches unter eine gewisse Grenze sinkt, hört die Tiefenerosion auf, und die Seitenerosion beginnt. Der Bach oder Fluß verlegt sein Bett seitlich und fließt in um so größeren, als Mäander bezeichneten Bogen hin und her, je geringer das Gefälle ist. Die Talsohle wird dabei nach und nach erweitert und die Unebenheiten immer mehr ausgeglichen. Die Wirkung der Seitenerosion veranschaulicht Abb. 125. Während der steile Prallhang auffällt, ist der Ausbildung des oft sehr flachen Gleithanges besondere Aufmerksamkeit zu widmen. Die Talmäander stehen im allgemeinen mit den Bachmäandern nicht in Einklang. Je mehr das Tal eingeebnet ist, um so geringer werden Prall- und Gleithang in Erscheinung treten. Das Wasser fließt dann in einem Bett, dessen Ufer durch die bei Überschwemmung abgesetzten Sinkstoffe leicht erhöht sind. Deshalb sind in solchen Tälern die Ufer meist trocken, seitlich nach dem Gebirge zu dagegen sumpfige Stellen vorhanden. Seitenbäche sind durch die Überschwemmungskegel oft gezwungen, lange Strecken parallel neben dem Fluß herzufließen, bis sie münden können. Ihre Mündung ist dann „verschleppt“.

Durch erneut einsetzende Tiefenerosion kann sich ein Flußlauf in der Talsohle abermals einschneiden und dann durch Mäandrieren die Sohle wieder verbreitern. Von der ursprünglichen Sohle werden auf längere oder oft auch nur kurze Strecken Längsstufen oder Flußterrassen (Abb. 126) stehen bleiben, deren sorgfältige Wiedergabe, auch da wo sie kaum zu erkennen sind, für die Erklärung der Entstehung des Tales sehr wichtig ist.

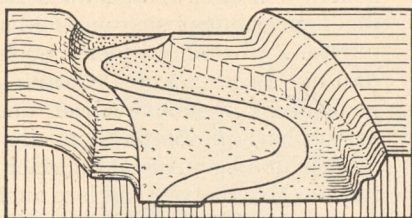


Abb. 126. Flußtal mit Längsstufen (Flußterrassen).

jedoch durch Schuttkegel ganz oder teilweise zugeschüttet sein. Die sie abgrenzenden Böschungen sind im allgemeinen niedrig, müssen aber doch wiedergegeben werden.

3. Die durch Eis und Schnee entstehenden Geländeformen.

Neben der Tätigkeit des fließenden Wassers spielt die des Eises, insbesondere in Form von Gletschern, bei der Gestaltung der Oberflächenformen eine hervorragende Rolle. Die Gletscher tragen nicht nur, wie das Wasser, die Erde an manchen Stellen ab, sondern bauen sie auch an anderen Stellen wieder auf; dabei verfrachtet das Wasser oft, was das Gletschereis löste und zusammentrug. Durch die Tätigkeit des Eises entsteht nun wieder eine Reihe uns interessierender Kleinformen, die verschieden sind von den durch die Tätigkeit des Wassers entstandenen.

Wir vergegenwärtigen uns zunächst die Entstehung des Gletschers und behandeln dann die durch ihn geschaffenen Glazialformen. Der in den höheren Gebirgslagen niederfallende Schnee kann im Sommer nicht vollständig abgeschmolzen werden. Er häuft sich deshalb, besonders an der

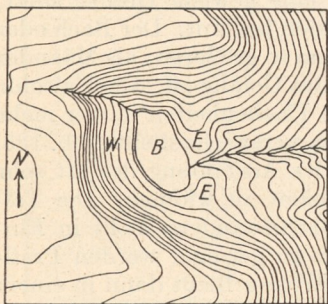


Abb. 127. Kar im Buntsandstein des Schwarzwaldes. *W* Karwand. *B* ebener Karboden. *E* Endmoräne, die das Wasser zu einem See staut.

Schattenseite und in Nischen immer mehr an. Unter dem Druck und dem wiederholten Schmelzen und Frieren verwandelt er sich in körniges, plastisches Gletschereis, das sich durch den Druck der Schneemassen auf den meist steilen Gehängen langsam abwärts bewegt. Ist die Masse des Eises nicht groß genug, um trotz des Abschmelzens ins Tal vorrücken zu können, so bleibt sie in Mulden liegen und erweitert hier auf noch nicht völlig geklärte Weise ihr Bett kesselförmig, so daß zuletzt ein runder Bergkessel mit ebenem

Boden und steil aufragenden Wänden entsteht, der nur nach der Tal-seite offen ist. Durch einen Felsriegel oder eine Moräne ist er vielfach