

Zur Erosionstheorie.

Von

Josef Stiný.

Der Redaktion zugegangen am 2. Juli 1910.

Gelegentlich einer Begehung des Tertiärgebietes in der Umgebung von Wetzelsdorf und Pöls in Mittelsteiermark durchwanderte ich auch den Oberlauf des Bramerbaches, der in fast genau nordsüdlicher Richtung der Stainz zufließt.

Das Längenprofil dieses kleinen, im Sommer nahezu versiegenden Bächleins zeigt dort, wo es in miozäne „Tegel-schichten“ eingeschnitten ist, noch eine bedeutende Unausgeglichenheit; Strecken geringeren Gefälles wechseln mit Steilabschnitten lebhaft ab. Der Ausdruck „Tegel“ für das Material der Bachsohle trifft allerdings nicht völlig zu, wie bereits V. Hilber¹ bezüglich des ganz ähnlichen, auch hinsichtlich der Bildungszeit vollkommen übereinstimmenden „Florianertegels“ betont hat; doch fällt es schwer, für diese landläufige Bezeichnung einen passenderen Namen zu finden. Der Hauptsache nach ist es ein sehr stark mit Ton vermengter „Feinstsand“, der ziemlich viele winzige Glimmerblättchen enthält, und nur bis zu einem gewissen Grade „plastisch“ genannt werden kann; immerhin aber besitzt er in feuchtem Zustande einen außerordentlichen Grad des Zusammenhangs und nimmt durch die Abschleifung des über ihn fließenden Wassers eine ziemlich glatte, mattglänzende, seifige Oberfläche an. Die von flachen Kuppen überragten Randhänge des Bramerbach-Einzugsgebietes bestehen in den obersten Lagen zumeist aus ockerfarbigen, feineren bis gröberen, oft mit Kies gemengten Sanden, deren vom Regen oder Quellwasser herabgetragene Teilchen als Feingeschiebe das im

¹ V. Hilber, Die Miozänablagerungen um das Schiefergebirge zwischen den Flüssen Kainach und Sulm in Steiermark. Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanstalt 1878, S. 511.

„Tegel“ eingetiefte Bachbett durchmessen; die geringe Breite des Talbodens gestattet dem Wasserlaufe eben noch die Bildung von Windungen mit einer den Bachverhältnissen angepaßten Amplitude. Das Sohlengefälle ist verhältnismäßig bedeutend und bewegt sich im Durchschnitte zwischen 20‰ und 30‰; der obere Grenzwert ist in Einzelfällen weit höher; daher geht die Wasserbewegung stellenweise in eine reißende, vielfach stürzende über und es kommt häufig zur Bildung von Stromschnellen und einer Art von Wasserfällen in allerkleinstem Maßstabe.

Unter solchen Umständen bilden sich nicht bloß — wie ja allbekannt — in den im Schrifttume zumeist allein hervorgehobenen, felsigen Klammen und Schluchten größerer Bäche, sondern auch in den viel weniger augenfälligen, schwächer eingetieften Felsgerinnen sehr kleiner Wasserläufe sogenannte Strudellöcher und Strudeltöpfe; in dem Bache, der unweit Bayrisch-Gmain bei Reichenhall dem Alpgarten entströmt, sind solche topfartige Aushöhlungen in kleinem Maßstabe, aber von schöner typischer Ausbildung reichlich zu sehen, und zwar selbst an jenen Stellen, wo, wie beim Bramerbache, die jüngste Eintiefung des Bachbettes in einen etwas breiteren, älteren Talboden noch wenig Fortschritte gemacht hat.

Es ist nun nicht uninteressant, daß sich derartige Strudellöcher und kleine „Riesentöpfe“¹ in großer Zahl und schöner Ausbildung auch an den Gefällsbrüchen des Bramerbaches finden; bald erreichen sie bloß wenige Zentimeter Tiefe, bald sind sie mehrere Dezimeter tief in dem „Tegel“ eingesenkt. Das Bohr- und Schleifmittel liefern die von den Höhen des Sammelgebietes herabgeschleppten Sande und Kiese. Außer den wohlgebildeten Strudeltöpfen und Wirbellöchern bemerkt man natürlich auch mehr oder minder unregelmäßige Kolke von der Art, wie sie in lockeren Schuttmassen sehr oft vorkommen. Diese Strudellöcher und „Sturzkolke“ sind übrigens nicht auf den Bramerbach beschränkt, man trifft sie auch in anderen Wasserläufen an, welche die gleichen „Tegelschichten“

¹ Penck A. sagt in seinem Handbuch: „Morphologie der Erdoberfläche“ I., Bd., S. 313: „Sind diese Löcher tiefer als breit und in festen Felsen eingedrechselt, so nennt man sie Riesentöpfe.“

bloßlegen, wie zum z. B. der benachbarte Steinerbach. Gegenüber dem Evorsionsbetrage bleibt die Tieferlegung der Sohle durch allgemeine, linien- oder flächenhafte Abschleifung unvergleichlich weit zurück.

Die Beobachtung von Riesentöpfen in Tegelmassen, welche bisher meines Wissens im Schrifttume nicht bekannt ist, erscheint mir theorethisch nicht unwichtig. Sie zeigt, wie sehr die alte Erosionstheorie noch weiteren Ausbaues und gründlicher Vertiefung fähig ist und kann als weiterer Beweis für die große Bedeutung der Wirbelbewegung des Wassers beim Erosionsvorgange gelten. Nach dieser letzteren Richtung sind unter anderen die Arbeiten von Jean Brunhes bahnbrechend geworden. Seine Schriften waren mir leider nicht zugänglich, nach dem aber, was mir Referate boten, gewinne ich den Eindruck, daß er bei der Entwicklung seiner Folgerungen lediglich von Felsklammen ausging. Die Strudeltöpfe im mittelsteirischen, miozänen „Tegel“ würden also zeigen, daß die Bildung derartiger Formen nicht auf felsige Bachsohlen oder größere, harte Steine im Bachbette allein beschränkt ist, sondern überall dort erfolgt, wo die Auswirbelung auf ein Materiale von solchem Häisionsgrade stößt, daß einerseits die flächenhafte Abschleifung gegen die auf bestimmte Punkte gerichtete Ausstrudelung fast ganz zurücktritt und andererseits ein Nachbrechen der Topfränder während der Vertiefung und Vergrößerung nur in geringem Maße eintritt.

In diesem Sinne stellt das Vorkommen von topfartigen Strudellochern auch einen Beitrag zu der Erkenntnis, daß ihrer Arbeitsweise nach gleiche geologische Kräfte bei Erfüllung gewisser Grundbedingungen in den petrographisch verschiedensten Materialien ganz ähnliche Wirkungen von vielleicht nur gradueller Abstufung hervorbringen können, weshalb die schließlich sich ergebenden Bildungen als gleichwertig von einem möglichst allgemeinen Gesichtspunkte aus betrachtet zu werden verdienen. S. Günther¹ hat dies — wie

¹ S. Günther. Glaziale Denudationgebilde im mittleren Eisacktale.

ich glaube, mit Glück — bezüglich der Erdpyramiden, des Büßerschnees und ähnlicher Erosionsfiguren des anstehenden Felsens getan und fruchtbare Gedanken zu einer allgemeineren Auffassung der Erosionsgebilde geliefert.

Was die Auswirbelung in lockeren Massen anbelangt, so hat auf ihre Bedeutung für die Morphologie der Täler namentlich Geinitz¹ aufmerksam gemacht; von ihm stammt auch der bezeichnende Ausdruck „Evorsion“. Mit der Beobachtung von echten Strudeltöpfen und Wirbellöchern in tonigen Bodenarten ist das vermittelnde Bindeglied zwischen den Evorsionsformen des Felsens und des Schuttes gefunden. Die Angriffsart und Arbeitsweise der Kraft, welche „Auswirbelungskolke“ und „Sturzkolke“ — ich bezeichne mit letzterem Worte die Kolke unter Wasserfüllen, Wehren, Talsperren und dgl. im Gegensatz zu den „Uferkolken“, die mehr seitlichem Schurfe ihre Entstehung verdanken — erzeugt, ist bei Riesentöpfen, Strudellöchern, Strudelkesseln und Strudelwannen die gleiche; verschieden ist nur die Reaktion der Materialien, in denen das Werkzeug der Natur arbeitet. Ziemlich homogene und dabei häsionsstarke Massen, gleichgültig, ob sie petrographisch als festes Felsgestein oder als „Tegel“ zu bezeichnen sind, werden im allgemeinen die Entstehung von Strudeltöpfen begünstigen. Daneben sich zeigende Sturzkolke von seichterer Form sind häufig nur Anfangsstadien zur Bildung größerer Töpfe; ob solche im weiteren Verlaufe tatsächlich entstehen oder vor vollendetem Reife durch Zufall zerstört werden, ist belanglos. Bilden weniger fest zusammenhängende Materialien die Sohle des Bachbettes, so kommt es unter sonst gleichen Umständen vielleicht nur zur Formung von Strudellöchern oder Strudelkesseln; in kleineren Bächen kann man oft solche Gebilde in perl schnurartiger Aneinanderreihung beobachten.

Sitzungsbericht der K. bayrischen Akademie der Wissenschaften, math.-phys. Klasse, 1902, S. 459 ff.

— Erdpyramiden und Büßerschnee als gleichartige Erosionsgebilde, ebenda 1904, S. 394 ff.

— Neue Beiträge zur Theorie der Erosionsfiguren, ebenda, Bd. XXXV. 1905, Heft 3, S. 477 ff.

¹ Geinitz F. E., Die Seen, Moore und Flußläufe Mecklenburgs. Güstrow 1886.

In ganz lockerem Schutte oder in Sandschichten können oft nur Wirbelpulpen oder flache Wirbelwannen Zeugnis von der Ausstrudelungstätigkeit des Wassers ablegen.

Alle diese Erosionsgebilde sind nur dem Grade der Ausbildung nach verschieden, ihrem Wesen nach aber gleichartig. Die Abstufung beruht, wie eben gezeigt, unter sonst gleichen Umständen nur auf der Verschiedenheit des Widerstandes der angegriffenen Massen. Wassermasse und Gefälle, beziehungsweise Ausstrudelungskraft beeinflussen mehr das Ausmaß, als die Natur der Erscheinung.

Der Arbeitsvorgang der Ausstrudelung ist bekannt und im „Tegel“ des Bramerbaches der gleiche wie in gewachsenem Fels oder einzelnen Gesteinsblöcken: Das Wasser drechselt an immer neuen Stellen Hohlräume aus, die oft so nahe aneinanderliegen, daß die Zwischenwände allmählich herausgedrückt werden; ganze Tegelbrocken brechen so aus und werden eine Beute des Sturzbaches, der sie abrundet und als „Geschiebe“ weiterträgt. Daß solche Vorgänge schon in früheren Perioden der Erdgeschichte eine Rolle spielten, zeigen die Tongeschiebe und Tonknollen in den ockerfarbigen Sanden der Tertiärberge um Pöls, Wetzelsdorf usw., wenn auch die Ursache des Abbrechens der Tonklumpen oft eine recht verschiedene gewesen sein mag. Manchmal schneiden die neu entstehenden Strudeltöpfe in die Wandungen der alten ein und erzeugen so seltsame Zwillings- ja sogar Viellingsformen. Die Erosionsarbeit, die auf diese Weise geleistet wird, ist eine namhafte; sie übersteigt an Ausmaß weitaus die allgemeine Eintiefung der Sohle durch Abschleifen. Ohne diesen bedeutenden Unterschied im Wirkungsgrade des Tiefenschurzes und der Ausstrudelung wäre ja die Bildung der Töpfe in den „Tegeln“ überhaupt nicht denkbar. Übrigens erschwert auch die glatte, seifige Oberfläche der das Bett bildenden Tegelmasse den Angriff der bloß abschleifend wirkenden Kiese und Sande. Beim Hinübergleiten der Geschiebe kann überhaupt nur ein geringer, mit Abnahme der Neigung sinkender Betrag der lebendigen Kraft erosiv wirksam werden; ganz anders bei der Strudelbewegung in den verhältnismäßig engen Kesseln und Töpfen, wo in den Spiralen und Kreisen, welche

die Wasserfäden beschreiben, eine kräftige Anpressung als Folge der Fliehkraft zur Geltung kommt.

Die Beurteilung des morphologischen Wertes der Auswirbelung im allgemeinen bedarf aber trotzdem noch ergänzender Studien. Früher nahm man, wie dies z. B. auch Lorenz von Liburnau¹ ausspricht, an, daß dem Schwebendtragen und Fortschieben von Schutt (vgl. den Ausdruck „Geschiebe“) der Hauptanteil zufalle „an den Veränderungen, die durch fließendes Wasser im Zusammenhange mit der Gestaltung der Erdoberfläche herbeigeführt werden“. Soweit sich die Erosionsvorgänge jetzt aber schon überblicken lassen, dürfte es als ziemlich sicher gelten können, daß die genannten Arten des Schuttransportes sich mehr oder weniger auf Flußstrecken mit schwächerem und gleichmäßigem Gefälle beschränken. In Bachabschnitten starker und rasch wechselnder Sohlenneigung aber übertrifft die Ausstrudelung und Auswirbelung alle anderen Arten der Erosion an Kraftentfaltung und Wirkungsgrad; deshalb trifft man sie auch in den Seitentälern der Alpen und in vielen anderen noch unausgebildeten Wasserläufen in vollster Tätigkeit; sie fehlt nirgends dort, wo ein lebhaftes Einschneiden in die Unterlage stattfindet und spielt eine nicht zu unterschätzende Rolle bei der Ausbildung der auf rückläufige Erosion hinauslaufenden Feilenbrüche;² erst wenn die Einebnung bestehender sprunghafter Höhenunterschiede vollendet ist oder unterbrochen wird, erlahmt die strudelnde Kraft und wird von dem gewöhnlichen Tiefenschurfe, der mehr lineal als punkthaft arbeitet, abgelöst und verdeckt ohne jedoch jemals, selbst bei geringem Gefälle, ganz zu erlöschen.

¹ Lorenz v. Liburnau, Die geologischen Verhältnisse von Grund und Boden. Berlin 1883, S. 98.

² Vgl. Stiný J., Die Muren. Innsbruck 1910, S. 26, 27 und S. 40.