

Viele von diesen entfallen auf Artikel von J. Forel und überhaupt ältere. Die Forschungen Ahlmanns, Vissers und andere neue Untersuchungen sind zwar berücksichtigt und auch einwandfrei verwertet, aber die Hauptsache sind begreiflicherweise die Forschungsarbeiten und Forschungsgebiete im eigenen Land. In dieser Hinsicht stellt das Werk seinerseits eine Ergänzung zu den früher besprochenen dar. Leider sind die Bildbeilagen schlecht (minderwertiges Papier), aber der Druck ist sauber. Durch seinen Inhalt verdient es jedoch unsere vollste Aufmerksamkeit — sehr schade, daß es nicht auch in deutscher Sprache vorliegt.

Zur Frage der Rinnenbildung.

Von Sieghard Morawetz.

Es ist interessant zu wissen, wo sich die Dinge ändern. Beim Gang von den Talsohlen zu den hohen Kämmen verläßt man in den Alpen den vorwiegend durch die fluviatilen Vorgänge bestimmten Bereich und erreicht die hauptsächlich von der Frostverwitterung geformten Hangpartien und schließlich die Region des stark flächenhaft wirkenden ewigen Schnees und Eises. Folgt man ins Vorland hinaus, so sieht man auf der schiefen Obervenezianischen Ebene die Flüsse in breiten Torrentenbetten verwildert dahineilen, und erst knapp vor Erreichen der Adria schwächt sich ihr Tempo so ab, daß Schleifenbildungen beginnen. So fällt die Cellina vor Pordenone auf 21 km um 223 m, dann bis zur Einmündung in die Livenza (20 km) nur mehr 17 m; der Tagliamento von Gemona bis südlich Madrisio (56 km) um 200 m, von dort zum Meer (29 km) nur mehr 10 Meter. Die schräge Ebene senkt sich vom Gebirgsrand nördlich Udine bis zur Fontanellilinie zwischen Codroipo und Palmanova (30 km) um rund 170 m, weiter bis zum Meer (15—20 km) bloß um 20 Meter. Niemand wird bei einem Gefälle von 4 bis 20 % Mäander erwarten, sie aber im letzten Abschnitt vor der Adria verständlich finden. Ein anderes Beispiel: So hat die Drau im Warasdiner Feld bei einem Gefälle von 32 m auf 37 km starke Stromverwilderung, vor der Mündung in die Donau bei Esseg dagegen schöne Mäander, wo das Gefälle auf 30 km drei Meter ausmacht. Ganz ähnlich liegen die Verhältnisse an der Save zwischen Rann und Agram (31 m auf 40 km) und Šabac und der Mündung in die Donau (7 m auf 60 km). Das dem Gefälle für die Änderung der Bettbildung hier die größte Bedeutung zukommt, wird niemand bestreiten wollen, obwohl auch die Wassermenge, die Sinkstoffe wie Geschiebefrachten ihre bestimmten Beziehungen zur Bettgestaltung haben.

Ein kleineres Beispiel, als es Stromverwilderung und Mäanderbildung sind, nämlich der Beginn der Rinnenentstehung, soll gestreift werden. Auf unfaschnierten Straßenböschungen der verschiedensten Neigungen, auf geschütteten Halden, auf Vulkankegeln und in Kraterwänden lassen sich oft sehr schön parallel angeordnete Rinnen, die nach unten kaum an Tiefe zunehmen, beobachten. In Badlandlandschaften sind die Hänge der Racheln vielfach auch von solchen Rinnen bedeckt. Auf dem Weg in Trockengebiete mit nur episodischen Niederschlägen treten im Feinmaterial alter, steiler Schwemmkegel ebenfalls solche Rinnen, die sich oft recht lange erhalten, auf. Das Material der Hänge wie die Stärke der Güsse sind für ihre Entstehung wie für die Erhaltung wichtig. Auffallend bleibt, daß die Mehrzahl der Rinnen nicht über eine bestimmte Größenordnung hinaus-

geht und nur eine kurze Lebensdauer hat. Viele der Rinnen werden nicht so sehr durch ihre Verbreiterung und Unternagung der begrenzenden Seitenrippen, sondern durch Abtragung der Rippen und Seichterwerden der Rinnen weitgehend ausgelöscht, so daß ein neuer Prozeß beginnen kann, der meist wieder Rinnen und Rippen von ähnlicher Größenordnung schafft. Die Zerstörung durch Eintiefung im Sinne der rückschreitenden Erosion scheint auf relativ weite Strecken ausgeschaltet oder auf ein Minimum herabgedrückt. Man sieht dagegen deutlich, wenn am unteren Ende der Rinnen bei einem Gefällsknick zwei oder mehrere Rinnen zu einem Abfluß zusammengefaßt werden, wie nun durch die beachtlichere Wassermenge energischer zurückgearbeitet wird. Ein größeres, leicht verfolgbares, neues System zieht hier ein. Wo die Böschungen und ihre Rinnen durch Untermauerungen von der unmittelbaren Verbindung mit einem Sammelgerinne geschützt sind, muß zunächst ein solches Zurückarbeiten von der Sammelrinne her unterbleiben. Die Bildung der Rinnen bis zu einer bestimmten Größe, wie ihr Abbau dann, führt im Endergebnis zu einer Art Flächenspülung. Warum bleibt es nicht von Anfang an bei ihr? Inhomogenität des Materials wie Neigungsdifferenzierung, nicht so sehr in der Fallinie des Hanges wie in seiner Streichrichtung, die also eine Kleinstrippung und Muldung andeutet, spielt eine Rolle. Die oft so regelmäßige Anordnung der Rinnen und Rippen, wie ihre gleichen Größen, die sichtbar kleine Unregelmäßigkeiten überwinden, verlangen eine sehr allgemeine Ursache. Es sind das das Zusammenfließen der Regentropfen in Adern, die Hangneigung und die verfügbare Wassermenge. Bei starken Neigungen genügen geringere Wassermengen, damit Rinnen entstehen. Wird die Wassermenge größer, so werden nicht so sehr die Rinnen größer als ihre Abstände kleiner. Nach heftigen Güssen gibt es viele recht scharfe Rinnen, nach schwächeren Regen weniger, dafür größere Rinnen. Ganz heftige Platzregen zerstören wieder die von mittelstarken Güssen geschaffenen kleinen Rinnen, und Flächenspülung schwemmt das Material einheitlich herab. Beträgt doch die Wassermenge, die eine Böschung von nur zehn Meter Basis auf einen Meter Breite bei 1 mm Niederschlag in der Minute liefert, zehn Liter; das heißt, ein Abfluß von 0,166 Liter pro Sekunde steht zur Verfügung. Das ist ein Strahl, wie er einer mittelweit geöffneten Wasserleitung entströmt. Eine hundert Meter lange Böschung liefert bereits 16,6 Liter in der Sekunde. Ein Guß von einer Viertelstunde bringt 15.000 Liter. Denkt man sich diese Menge als Schichtflut herabkommend, so müßte sie, wenn die Schicht nur 1 mm mächtig ist, mit 16 Meter Geschwindigkeit fließen, ein ganz unmöglich hoher Wert; bei 1 cm Mächtigkeit wären noch 1,6 Meter, bei 10 cm allerdings nur mehr 16 cm notwendig. Es konnten auf den Böschungen 2—3 cm mächtige Schichtfluten von 20—30 cm Geschwindigkeit geschätzt werden. Eine solche Flut bestand nicht mehr aus reinem Wasser, sondern enthielt viel Sand, und die Folge war eine Abtragung von mehreren Millimetern bis einigen Zentimetern. Allerdings dürften sich bei diesen Flächenspülungen, wo ja jede Wassersammlung fehlt, Kraft und Last wohl bald wieder die Waage halten.

Einige Angaben: Auf um 20 Grad geneigten Böschungen längs der Güterwege zwischen Ligist und Stainz in der Weststeiermark, die aus recht gleichartigen Glimmersanden, die aus tiefgründig verwitterten Plattengneisen hervorgingen, bestehen, erzeugten in den Jahren 1945—1947 Güsse, die 0,25—0,3 mm in der Minute lieferten und nicht länger als 4—5 Minuten dauerten, zahlreiche engständige (Abstand 1—3 dm) und regelmäßige Rinnen von 5—12 cm Tiefe. Bei schwächeren, aber länger andauernden Regen gruben sich größere Rinnen in Abständen von $\frac{1}{2}$ —2 m ein. Die wenigen sehr heftigen Güsse von 1—2 mm Nieder-

schlag in der Minute — man erinnere sich, daß der Platzregen am 16. Juli 1913 im Stiftingtal bei Graz 4,5 mm in der Minute durch 2 Stunden und 39 Minuten (670 mm) und das Unwetter am 5. Mai 1947 im Semmeringgebiet in 7 Stunden 324 mm (0,76 mm in der Minute) lieferte — zerstörten fast alle alten Rinnen, schufen jedoch kaum neue, sondern spülten recht flächenhaft ab, wo dann nur Gesteinsstücke und sehr verfestigte Partien als Relief übrig blieben.

Neue Wege in der Bodenkunde.

Von Julius Fink.

Längst ist die Zeit Alexander von Humboldts vorbei, in der es noch möglich war, über Forschungen und Ergebnisse aller mit der Geographie in Berührung stehenden Nachbargebiete unterrichtet zu bleiben, ja sogar kraft der dem Geographen innewohnenden Objektivität diese kritisch einzuschätzen. Heute aber ist jeder Zweig im Stammbaum der Naturwissenschaften so weitgehend spezialisiert (ob zum Vor- oder Nachteil, soll hier nicht untersucht werden, sondern bloß die Tatsache an sich und ihre Unabänderlichkeit aufgezeigt werden), daß das letzte Ziel der Geographie, in der Beschreibung die großen Zusammenhänge (nicht nur der Ergebnisse, sondern auch der Art, wie sie erreicht wurden) zu finden und zu einer Übersicht, eine Synopsis zu gelangen, nicht auf Grund eigener kritischer Erwägungen erreicht werden kann, sondern nur auf Zusammenfassungen, Rezensionen und allgemein gehaltenen Einführungen der betreffenden Zweige aufbauen muß. Daß dabei Fehler entscheidender Art entstehen können, ist selbstverständlich.

Aus diesem Grunde soll kurz auf die Verschiedenheit der Meinungen über die Grundauffassung vom Boden hingewiesen werden. Es ist dies ein Kapitel, welches durch seine Wichtigkeit die theoretische und praktische Bodenkunde beeinflusst. Anlaß dazu bot das knapp vor Jahresschluß erschienene Buch Walter Kubienas, „Entwicklungslehre des Bodens“, Springer-Verlag, Wien 1948. Es wird sicherlich vom breiten Kreis der geographisch geschulten oder interessierten Leserschaft aufgegriffen werden, um Einführung in ein bisher ziemlich abseits gelegenes Fachgebiet zu erhalten — vor allem auch deshalb, weil Lehrbücher oder zusammenfassende Darstellungen bodenkundlicher Art in deutscher Sprache eigentlich ziemlich spärlich sind.

Die Bodenkunde ist eine junge Wissenschaft und entsprechend ihrer Entwicklung, welche sich im Schatten der Geologie, aber auch der Geographie vollzog, war die Auffassung vom Boden (dem Gegenstand der Forschung) eine — nach heutigem Empfinden — falsche. Der Boden war nur die „oberste, verwitterte Haut der Erdrinde“, für den Geologen das, was er entfernen mußte, um zum „Anstehenden“ zu gelangen, für den Pflanzenbauer ein Gemenge von Sand, Ton und Steinen, auf dem seine Pflanzen wuchsen und für den Geographen nichts anderes als ein (hauptsächlich durch das Klima in einzelne Typen gegliedertes) untergeordnetes Landschaftselement. Erst allmählich begann man, die Entstehung des Bodens nicht allein durch den Ablauf von Verwitterungsvorgängen zu erklären, sondern dadurch, daß eine Summe hochkomplizierter physikalischer, aber vor allem (kolloid-) chemischer und biologischer Prozesse am Werk sind, welche