

Werk

Titel: Vorträge und Abhandlungen

Ort: Berlin

Jahr: 1914

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?391365657_1914|LOG_0219

Kontakt/Contact

[Digizeitschriften e.V.](#)
SUB Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen

✉ info@digizeitschriften.de

Der Valdarno; eine Darstellungsstudie.

Von **W. M. Davis.**

(Schluß.)

Der zaghafte Gebrauch der erklärenden Methode.

In den sogenannten geomorphologischen Studien, die während der letzten zehn oder zwanzig Jahre unter der wachsenden Beeinflussung der Geographie durch die Geologie als Aufsätze in geographischen Zeitschriften und als Universitätsdissertationen immer häufiger erschienen sind, versuchen die Verfasser die Gebiete, die sie regional beschreiben, analytisch zu erklären. Sicher werden die meisten dieser Verfasser, obgleich sie offenbar stark geologisch unterrichtet worden sind, sich unter die Geographen und zwar zur erklärenden Schule rechnen: man bemerkt jedoch, daß die von ihnen angenommene Darstellungsweise oft durch ein unvollkommenes Vertrauen zur erklärenden Methode gekennzeichnet ist, da ihre Studien gewöhnlich mit einer empirischen Beschreibung anfangen, und daß ihr Zweck weit von der reinen Geographie abweicht, indem ihre Arbeiten eine verwirrend tiefe Erörterung verschiedener für die Geographie beziehungsloser geologischer Probleme enthalten.

Die einleitende empirische Beschreibung dieser Studien muß nach der Meinung ihrer Verfasser besser als eine erklärende Beschreibung dazu dienen, die Tatsachen dem Leser vorzulegen, sonst würden sie mit einer erklärenden Beschreibung anfangen. In gewissen Fällen muß man zehn oder mehr Seiten empirischer Beschreibung lesen, in denen man z. B. erfährt, daß das beschriebene Gebiet ein ebenes, durch tiefe, enge Täler unterbrochenes Hochland von gefalteten jurassischen und triassischen Sandsteinen ist, bevor der Verfasser das einfache Ergebnis vorlegt, daß seinem Urteil nach das Hochland eine gehobene und fastreif zerschnittene Fastebene sei. Zwar muß der Leser eine nur geringe Bekanntschaft mit tatsächlichen Beispielen

solcher Landformen besitzen, wenn er nicht wahrnimmt, daß das Gebiet eine gehobene und zerschnittene Fastebene sein muß, bevor der Verfasser diesen einfachen und allzuweit verschobenen Schluß anzeigt. Was kann der Grund für einen so zaghaften Gebrauch der erklärenden Beschreibungsmethode sein? Meines Erachtens liegt der Hauptgrund darin, daß der Verfasser hofft, seine Ergebnisse dadurch sicherer zu machen und seine Leser von der Genauigkeit seiner Ergebnisse besser dadurch zu überzeugen, daß er die Tatsachen zunächst empirisch darstellt und erst später erklärend beschreibt. Dieser Grund ist nicht zutreffend. Ich habe schon genügend darauf hingewiesen, daß die Anordnung einer Darstellung nichts mit der Sicherheit oder Genauigkeit der dargestellten Ergebnisse zu tun hat; jetzt muß ich hinzufügen, daß nur ein sehr unkritischer, in scharfsinniger geographischer Analyse wenig geübter Leser geneigt sein wird, sich aus dem Grunde zugunsten der analytischen Ergebnisse eines Verfassers zu entscheiden, weil der Verfasser die Darstellung empirisch anfängt. Der kritische Leser weiß aus seiner eigenen Erfahrung, daß die Richtigkeit einer Forschung ganz unabhängig von der Darstellungsanordnung der Ergebnisse ist. Daher fordert er nur, daß die Ergebnisse, die ein anderer Forscher erreicht hat, in klar auffaßbarer Form dargestellt, und daß die Gründe, die einen anderen Forscher von der Richtigkeit seiner Ergebnisse überzeugt haben, unparteiisch vorgelegt werden müssen.

Es schmeichelt der Scharfsinnigkeit der Leser unserer modernen geographischen Zeitschriften nicht, daß die Verfasser vieler analytischer geomorphologischer Studien die ersten Seiten so oft mit rein empirischen Beschreibungen ausfüllen. Das kann nur darauf hindeuten, daß — wie im oben angeführten Beispiel eines zertalten Hochlandes — nach der Meinung des Verfassers die Leser ihr geographisches Wissen noch nicht weit genug entwickelt haben, als daß sie fähig sind, eine gehobene und zerschnittene Fastebene aufzufassen, ohne daß man sich die durch diese heutzutage gut bekannten erklärenden Bezeichnungen beschriebenen Landformen erst empirisch und nicht erklärend vorstellt. Oder die Leser müssen umgekehrt zur Zuverlässigkeit der Verfasser moderner geomorphologischer Studien kein rechtes Vertrauen haben, daß sie eine empirische Einleitung fordern, bevor sie bereit sind, den gewagten Schluß anzunehmen, daß das zertalte Hochland der empirischen Einleitung richtig als eine gehobene und zerschnittene Fastebene beschrieben werden kann. Dieses gegenseitige Mißtrauen ist umso sonderbarer, da in demselben geomorphologischen Aufsatz, der mit einer elementaren empirischen Einleitung anfangen muß und nur auf den späteren Seiten eine erklärende Beschreibung enthält, der Verfasser auf den dazwischenliegenden Seiten wiederholt Altersbezeichnungen verschiedener geologischer Bildungen erwähnt, ohne daß er sich bemüht oder daß

der Leser ihn veranlaßt, diese höchst theoretischen und nicht leicht festgestellten Behauptungen zu rechtfertigen!

Was die dazwischenliegenden Seiten betrifft, so enthalten sie ohne Zweifel viele gute geologische Betrachtungen, die während einer geomorphologischen Forschung vielleicht förderlich sein mögen, da sie zum Verständnis der vergangenen Geschichte des erforschten Gebiets beitragen. Daß sie aber die geographische Darstellung fördern, ist bei weitem nicht so klar. Zwar spricht das Sammeln so vieler geologischer Kenntnisse sehr beredt für den Fleiß des Verfassers; allein das Lesen so vieler geologischer Behauptungen in einer geographischen Zeitschrift muß die Geduld des geographischen Lesers ermüden, ja erschöpfen. Weiter muß, wie oben gesagt, das Einschließen dieser überflüssigen geologischen Bemerkungen die Entwicklung einer rein geographischen Beschreibungsweise verzögern: daher sind sie aus einer wahrhaft geographischen regionalen Darstellung besser wegzulassen, oder, wenn sie wirklich veröffentlicht werden müssen, so werden sie am besten in einem besonderen Abschnitt zur Seite gestellt. Wenn eine geomorphologische Studie einen geologischen Zweck hat und in einer geologischen Zeitschrift erscheint, so sind natürlich alle geologischen Auskünfte vollständig am Platz. Ich spreche hier nur von geomorphologischen Studien, die von Geographen in geographischen Zeitschriften niedergelegt werden, und die daher unter die geographischen Aufsätze zu rechnen sind.

Kann ein geographischer Verfasser nicht in irgend einer anderen Weise seine Leser überzeugen, daß er wirklich die vergangene Geschichte seines Gebiets genügend beherrscht, ohne daß er die wesentlichen Schritte einer Analyse und die verhältnismäßig einfache erklärende Beschreibung der beobachteten Landformen durch eine blendende geologische Gelehrsamkeit verhüllt? Kann er nicht, wenn er sich vielleicht gezwungen fühlt, alle die Schritte seiner Forschung in seiner Darstellung vorzulegen, mindestens aus Rücksicht für seine geographischen Leser, die viele andere Aufsätze außer dem seinigen lesen müssen, seinen echt geographischen Ergebnissen einen knappen und klaren erklärenden Aufsatz widmen, der von aller überflüssigen geologischen Gelehrsamkeit befreit und gut graphisch veranschaulicht ist, damit der wahrhaft geographische Inhalt des Aufsatzes leicht verständlich wird? Wenn die übertriebene Erörterung geologischer Fragen in geographischen Darstellungen sorgfältiger vermieden, und wenn der Gegensatz zwischen den Forderungen geographischer Forschung und den Verpflichtungen geographischer Darstellung besser und allgemeiner verstanden würde, würden geographische Verfasser die geographischen Ergebnisse ihrer geomorphologischen Studien in einer viel klareren Form veröffentlichen, als es gegenwärtig Mode ist.

Das Wesen der erklärenden regionalen Darstellung.

Meines Erachtens täuschen sich diejenigen, die glauben, daß es heute möglich ist, eine Landschaft nur empirisch zu beschreiben. Der Erfolg der geologischen Forschung ist so groß geworden, daß niemand ihre Ergebnisse vernachlässigen und nur des Gesehenen ohne des Vermuteten Erwähnung tun kann. Ein sogenannter empirischer Geograph, der nicht bereit ist, gewisse Flußsysteme als „angepaßt“ oder gewisse Täler als „subsequent“ zu beschreiben, wird oft von triassischen Sandsteinen, von gefalteten Schichten und von Verwerfungen reden, ohne zu bemerken, daß diese allgemein angenommenen geologischen Ausdrücke die bloße Beobachtung weit überschreiten und zum großen Teil auf Vermutungen beruhen, die nicht weniger Vermutungen genannt zu werden verdienen, weil sie gut „bewiesen“ und allgemein angenommen sind. Der Unterschied zwischen Geographen der empirischen und der erklärenden Schulen liegt daher nicht so sehr darin, daß jene sich nur auf das Gesehene verlassen, während diese immer imstande sind, das Gesehene durch das gut festgestellte Vermutete zu beschreiben, sondern vielmehr darin, daß jene unbewußt gewisse gut bewiesene Vermutungen für unbedingte Wahrheiten nehmen, und daß sie sich wenig oder gar nicht bemühen, neue erklärende Vermutungen durch ihre eigene Forschung festzustellen, damit sie ihren Teil zur weiteren Entwicklung einer wahrhaft wissenschaftlichen Geographie beitragen mögen, während die erklärenden Geographen die hypothetische Natur vieler Prinzipien und Schlüsse mehr bewußt erkennen, wie gut bewiesen und allgemein angenommen sie auch sein mögen, und immer versuchen, durch die Ausdehnung der Arbeit ihrer Vorgänger neue Prinzipien zu entdecken und neue Schlüsse festzustellen, damit sie eine immer größere Ausrüstung für die Behandlung geographischer Probleme zur Verfügung haben.

Wenn ich oben von angepaßten Flüssen und von subsequenten Tälern sprach, wünschte ich nicht damit zu verstehen zu geben, daß nur diese Wörter dazu dienen können, die beabsichtigten Ideen auszudrücken. Das Wesen der erklärenden Beschreibungsmethode besteht gar nicht darin, daß man gewisse Schlagwörter brauchen muß, sondern vielmehr darin, daß man den vernünftigen, zweckentsprechenden Geist, den diese Wörter darstellen, begreift. Es macht wirklich sehr wenig aus, ob man Erosionszyklus oder Abtragungsperiode, unterworfenen oder überwältigten Gebirge, Fastebene oder Gebirgsrumpf, konsequente oder konkordante Flüsse sagt; man kann gleich gut von jungen, reifen und alten oder von frühen, mittleren und späten Stadien sprechen; die Worte selber haben keine große Wichtigkeit, solange man den vernünftigen Geist der erklärenden Methode bewahrt. Wenn man dagegen Stadien durch Alter ersetzt und durch Alter ein Zeitmaß und nicht ein Entwicklungsstadium versteht, dann wird sowohl der

Geist wie das Wort verändert, und das Wesen der erklärenden Methode geht verloren.

Außerdem muß man nicht denken, daß eine erklärende Methode für die Beschreibung der geographischen Züge wie ein aus Gußeisen gegossener Apparat aufzufassen ist, oder daß irgendeine bis jetzt erfundene erklärende Methode unbedingt vollständig und vollendet wie das Einmaleins ist. Sie muß elastisch und anpassend aufgefaßt werden; und ohne Zweifel muß sie noch sehr ausgebaut und verbessert werden, da sie noch lange nicht vollkommen ist. Sicher wird kein Anhänger der erklärenden Schule darauf bestehen, daß seine Erklärungen unbedingt richtig sind, sondern nur daß sie, wie alle naturwissenschaftlichen Erklärungen, einen sehr hohen Wahrheitsgrad erreichen; sicher wird er jede neue Ausbildung und Ergänzung seiner Ansichten willkommen heißen, besonders wenn diese von einem Versuch begleitet werden, eine praktische im Freien durchgeführte Anwendung der neuen Ansichten zu machen und nicht nur im Hause in der trockenen Weise der abstrakten Kritik vorgeschlagen werden. Er muß natürlich erkennen, daß die schon vollbrachten Fortschritte nur das Versprechen größerer zukünftiger Fortschritte sind; er will aber deswegen nicht auf einen gegenwärtigen Gebrauch der schon errungenen physiographischen Kenntnisse verzichten und ihre Anwendung bis auf die entfernte Entschleierung aller Geheimnisse der Erdkunde verschieben. Es scheint ihm vernünftig, gewissen genügend gesicherten Prinzipien und Forschungsergebnissen einen weiteren Gebrauch praktisch aber auch vorsichtig dadurch zu geben, daß er sie zur Vorbereitung systematisch abgeleiteter gedachter Typformen benutzt und dann diese in der knappen Beschreibung tatsächlicher Landschaften anwendet, und es scheint ihm vernünftig, daß diejenigen, die ohne Zögern von zertalten Vulkanen, von lavabedeckten Tafelbergen und von bloßgelegten Lavagängen usw. reden, nicht den Mut haben, diese getrennten Bruchteile einer erklärenden Beschreibungsmethode zu einem umfassenderen, vollständigeren System zu entwickeln. Weiter versteht er gar nicht, warum ein für die Erklärung und Beschreibung der Landformen erfundenes Schema, das ihm leicht veränderlich und anpassungsfähig scheint, von anderen als eine nutzlose, starre und steife Zwangsjacke aufgefaßt wird; es sei denn, daß dieses Mißverständnis dadurch entsteht, daß sie die steifen Tatsachen an das Schema anzupassen versuchen, statt das elastische Schema an die Tatsachen.

Wenn ein Geograph der erklärenden Schule von verschiedenen möglichen Methoden die Methode von Struktur, Vorgang und Stadium auswählt, beansprucht er nicht, daß durch diese verhältnismäßig einfache Methode jede Einzelheit und Verwickelung einer Landschaft wörtlich dargestellt werden kann. Eine derartig vollständige Darstellung, wenn sie

überhaupt möglich wäre, würde eher ermüdend und nutzlos detailliert als praktisch und dienlich sein. Er glaubt aber, daß, hinsichtlich der Landformen diese Methode geeigneter als irgendeine andere bis jetzt gefundene ist, eine praktische und dienliche Schilderung von Landformen zu geben, und daß eine erklärende regionale Beschreibung, die mit einer knappen Darstellung der Hauptzüge anfängt, dann mit ausführlicherer Beschreibung der kleineren Formen fortfährt und endlich mit nach Bedarf hinzugefügten Einzelheiten schließt, allen Forderungen einer wörtlichen Darstellung Genüge tut! Wenn er eine solche wörtliche Darstellung durch eine einfache Umrißkarte und angemessen entworfene Blockdiagramme ergänzt, ist er gar nicht so anspruchsvoll, zu behaupten, daß diese rohen Veranschaulichungen genau alle Kleinformen widerspiegeln, er darf aber mit vollem Recht glauben, daß solche Karten und Diagramme sehr wirksam dazu dienen, die räumlichen und strukturellen Verhältnisse der in Betracht kommenden Züge klar und leicht auffaßbar zu machen. Ein vereinfachtes Blockdiagramm zeigt gewisse Sachen besser und andere nicht so gut, wie eine detaillierte topographische Karte; beide haben verschiedene Zwecke: das erste kann nicht durch die zweite ersetzt werden, und umgekehrt.

Beispiele regionaler Darstellungen.

Man findet nicht oft Beispiele regionaler Beschreibungen, die der hier empfohlenen Darstellungsmethode entsprechen, und das ist natürlich, da die meisten Geographen ihre eigene Methode für die Darstellung ihrer Ergebnisse brauchen. Es würde leicht sein, eine Anzahl moderner geomorphologischer Arbeiten zu zitieren, die gewisse Gebiete behandeln; im allgemeinen aber sind sie zu analytisch — und gewöhnlich zu geologisch —, als daß man aus ihnen eine knappe regionale Auffassung des behandelten Gebiets bekommen könnte. Daher erwähne ich hier nur ein Beispiel, nämlich eine erklärende regionale Beschreibung eines Gebirgstals in Neu-Seeland von C. A. Cotton (*Physiography of the Middle Clarence Valley, New Zealand, Geogr. Journ.*, XLII, 1913, 225—246), die kürzlich erschienen ist und die die aufmerksame Betrachtung aller Geographen verdient, die sich für die sorgfältige Darstellung ihrer Beobachtungsergebnisse interessieren. Der Verfasser dieses ausgezeichneten Aufsatzes hat die Unwissenheit seiner entfernten Leser völlig erkannt und hat alles getan, seine echt geographische Beschreibung leicht verständlich zu machen. Eine einfache Umrißkarte zeigt die Lage des behandelten Tales im nördlichen Teile der südlichen Insel; ein gut entworfenes Blockdiagramm und mehrere Skizzen und Photographien kommen den wörtlichen Erklärungen zu Hilfe; rein geologische Dinge sind in einen Anhang verwiesen; zuerst werden die größeren Züge

dargelegt, dann folgen die kleineren Formen. Wie schnell erfaßt der Leser die Meinung des Verfassers!

Meiner Erfahrung nach vermag ein schaffender Geograph nur durch gewissenhaft durchgeführte vergleichende Versuche mit verschiedenen im Freien und im Hause angewendeten Methoden den wahren Wert irgendeiner Beschreibungsmethode richtig einzuschätzen. Um die Gerechtigkeit und die Vollständigkeit solcher vergleichenden Versuche zu offenbaren, tut man am besten, sie veröffentlichen zu lassen. Ich selbst habe wiederholt Gelegenheit gehabt, den Wert erklärender Beschreibungen, besonders wenn sie durch Blockdiagramme begleitet waren, zu prüfen. Aber erst nach langjährigen unbefriedigenden Versuchen mit anderen, unbestimmt entwickelten Beschreibungsmethoden habe ich endlich eine systematische erklärende Methode angenommen. Als Beispiele meines Gebrauchs dieser Methode wage ich vier kurze Beschreibungen, jede in einem oder zwei einleitenden Absätzen abgefaßt, anzuführen: das Snowdorgebiet in Nordwales¹⁾, das Küstengebiet in Italien südöstlich von Ancona²⁾, die Riviera di Levante südöstlich von Genua³⁾ und das Hochland der Felsengebirge im zentralen Colorado⁴⁾. Sie lassen natürlich viel zu sagen übrig, doch glaube ich, daß sie eine verständliche erklärende Darstellung der betreffenden Landformen in gedrungener Form geben.

Allgemeine Bemerkungen über regionale Darstellungen.

Hier betrachte ich nur die rein geographische Darstellung der Landformen. — Wenn man die von Hettner empfohlenen dreierlei Faktoren der erklärenden Beschreibung annimmt, muß man zunächst die Struktur der Haupteinteilungen des erforschten Gebiets nicht nach ihrer geologischen Entwicklung, sondern hauptsächlich nach ihrem endgültigen Zustand und immer so gedungen, wie möglich aufstellen und zur selben Zeit genügende Angaben über die Uroberflächenform und ihre Höhe am Beginn des Haupterosionszyklus geben: es sei denn, daß, wenn alle Spuren der Urform zerstört sind, sie keine geographische Wichtigkeit hat und daher in einem rein geographischen Bericht keine Besprechung verdient; zweitens muß man der zerstörenden Vorgänge kurze Erwähnung tun — nur wenn normale Vorgänge gearbeitet haben, sind sie ohne Erwähnung zu verstehen; drittens muß man das jetzt erreichte Stadium des laufenden Zyklus angeben; und endlich sind einfache Angaben über Relief und Gliederung

¹⁾ Quart. Journ. Geol. Soc., XI, 1909, 281.

²⁾ Die erklärende Beschreibung der Landformen, 1912, 201.

³⁾ Geographical Journal, XXXIV, 1909, 300—326; siehe auch erkl. Beschr. d. Landformen, 539—545.

⁴⁾ Annals Assoc. Amer. Geographers, I, 1911, 35.

hinzuzufügen, da das vollendete erklärende Schema wirklich aus fünf Faktoren besteht. Derartig wird der Leser sogleich mit den Hauptzügen des Gebiets bekannt gemacht. In den folgenden Absätzen kann der Verfasser so viele der Einzelheiten darstellen, wie zweckentsprechend und dienlich sind.

Was den ersten Faktor anbelangt, ist es, wie schon oben oft gesagt wurde, ein ernster Fehler, einen geographischen Aufsatz — besonders einen regionalen Aufsatz — mit unnötigen geologischen Bemerkungen anzufüllen. Sie wirken immer dahin, des Lesers Aufmerksamkeit vom geographischen Zweck abzulenken. Wenn gewisse Einzelheiten über Gesteinszusammensetzung und -lagerung notwendig sind, um gewisse Kleinformen der Oberfläche zu erklären, genügt es, solche Einzelheiten in jenem Absatz einzuführen, wo sie notwendig werden. Wenn man das wirkliche Aussehen der gegenwärtigen Landschaft darzustellen wünscht, muß man bewußt der Versuchung widerstreben, eine überflüssige geologische Gelehrsamkeit durch das Einführen der Namen geologischer Bildungen, die Angabe der petrographischen Beschaffenheit kristalliner Gesteinsarten und die Beschreibung der geographisch beziehungslosen Begebenheiten der entfernten Vergangenheit zu zeigen; alle geologischen Dinge, die nicht für die Auffassung der bestehenden Landschaft dienlich sind, muß man streng ausschließen.

Wenn das Gebiet die Formen von zwei oder mehr aufeinanderfolgenden Zyklen aufweist, ist es nicht notwendig, die Elemente der Landschaft in der Zeitfolge ihrer Entstehung vorzulegen; besser ist es, mit den Hauptformen anzufangen und dann die untergeordneten Formen, seien sie älter oder jünger als die Hauptformen, hinzuzufügen. Wenn man es z. B. mit einem Gebiet zu tun hat, das die in Abbildung 49 skizzierten Züge besitzt, ist es praktischer, seine Beschreibung nicht mit der am frühesten entwickelten und jetzt fast verschwundenen Fastebene anzufangen, die gegenwärtig nur in abgesonderten Hochländern noch besteht, sondern mit der besser erhaltenen und weiter ausgebreiteten plateauartigen Fastebene, durch deren Herausarbeitung die frühere Fastebene soweit vernichtet worden ist, und erst später die Reste der früheren Fastebene und die reifen und jungen eingeschalteten Täler in ihrer Beziehung zur Hauptfastebene zu beschreiben.

Für alle Gebiete, deren Entwicklung zwei oder mehr Zyklen oder eine Veränderung der zerstörenden Vorgänge in sich schließt, ist ein dreifaches Beschreibungsprinzip wichtig. Wenn es sich z. B. um ein gehobenes und neu zerschnittenes Gebiet handelt, das vor seiner Hebung reif oder alt abgetragen wurde, muß man zunächst die Form klar aufstellen, die das Gebiet zur Zeit der Hebung erreicht hatte; zweitens muß man die Natur und den Betrag der Bewegung genügend kennzeichnen, durch die der erste Zyklus unterbrochen und der zweite eingeleitet wurde; drittens muß man

das gegenwärtige Stadium des neu eingeführten Zyklus angeben. Im Falle daß die unterbrechende Bewegung eine Veränderung in den zerstörenden Vorgängen hervorbringt, muß dies ausdrücklich erwähnt werden. Wenn dieses einfache doch wichtige Beschreibungsprinzip vernachlässigt wird, kann der Leser die Erklärungen des Verfassers nicht richtig oder vollständig begreifen. Wie häufig aber ereignet es sich, daß z. B. eine unregelmäßige Küste als eine untergetauchte Küste erklärt wird, ohne daß die vor der Untertauchung entwickelten Landformen des Küstengebiets und die nach der Untertauchung eingetretenen Veränderungen erwähnt werden. Wie leicht würde es sein, eine solche Küste derartig erklärend zu beschreiben, daß man zunächst die Formen angibt, die zur Zeit der Untertauchung entwickelt worden waren — und diese Formen könnte man dadurch beschreiben, daß man sie nach Struktur, Vorgang, Stadium, Relief und Gliederung kennzeichnet, zweitens, daß man die Natur der Untertauchung andeutet und dabei den Angriff der marinen Vorgänge längs der neuen Küstenlinie zu verstehen gibt, und drittens, daß man die Veränderungen erklärt, die durch den Angriff des Meeres auf die neue Küste hervorgebracht worden sind und die kurz durch das gegenwärtig erreichte Stadium der Küstenentwicklung angegeben werden können. Ähnlich muß man für ein von einer neuen Verwerfung durchzogenes Gebiet zunächst die vor der Verwerfung entwickelten Formen, dann die Verwerfung und endlich die nach der Verwerfung entstandenen Veränderungen beschreiben. Offenbar ist das dreifache Prinzip nicht anwendbar, wenn der durch Untertauchung, Hebung oder Verwerfung neu eingeleitete Zyklus soweit vorgeschritten ist, daß man keine Spur der im ersten Zyklus entwickelten Formen sehen kann; in solchen Fällen haben die verschwundenen Formen des ersten Zyklus nur ein geologisches Interesse.

Wenn aber ohne Krustenbewegung eine Störung im normalen Fortschritt eines Erosionszyklus durch vulkanische Ausbrüche oder durch klimatische Veränderung eintritt, muß man demselben dreifachen Prinzip folgen. Um ein ehemals vergletschertes Gebirgsgebiet erklärend zu beschreiben, muß man zunächst die in präglazialer Zeit erreichten Formen, dann die Veränderungen, die während der Vergletscherung erzeugt wurden, und endlich die postglazialen normalen Veränderungen darstellen. Angesichts der offenbaren Wichtigkeit und der leichten Anwendbarkeit dieser Schritte ist es allerdings überraschend, daß sie so oft vergessen werden.

Wenn am Beginn eines regionalen Aufsatzes die Hauptlandformen eines Gebietes kurz und klar beschrieben werden mit dem Zweck, daß der Leser sogleich eine allgemeine Auffassung des physiographischen Inhalts des Aufsatzes bekommen kann, ist eine rohe Umrißkarte, oder besser ein vereinfachtes Blockdiagramm, als graphisches Hilfsmittel zum Verständnis

der strukturellen und räumlichen Verhältnisse sehr nützlich; eine graphische Darstellung fördert den Leser immer wirksam in der Auffassung der vom Verfasser wörtlich ausgedrückten Meinung. Detaillierte Diagramme für Einzelheiten darf man erst später einführen; am Beginn wirken die Einzelheiten eher ablenkend als erläuternd. Immer sind diejenigen Aufsätze am leichtesten verständlich, die sowohl eine Anzahl gut entworfener Diagramme wie eine einfache Umrißkarte und eine Auswahl guter Bilder und Photographien enthalten; wenn dazu eine detaillierte topographische Karte hinzugefügt werden kann, um so besser. Sicher scheint es der Mühe wert, geographische Aufsätze und besonders regionale Beschreibungen so sorgfältig und vollständig wie möglich zu veranschaulichen; und für die erste Abbildung ist ein Blockdiagramm des beschriebenen Gebiets so sehr zu empfehlen, daß sie für schlechterdings unentbehrlich gehalten werden kann. Doch zuweilen sagt ein Verfasser: „Ich kann nicht zeichnen.“ Das ist so, als ob ein Forschungsreisender sagte: „Ich kann nicht reiten.“ Ein Geograph muß von vornherein lernen das zu tun, was für seine Arbeit dienlich ist. Was das Reiten betrifft, so braucht der Forschungsreisende sich gar nicht zu einem Bellerophon zu entwickeln; sein Reitpferd wird wahrscheinlich eher eine geduldige Rosinante als ein hochfliegender Pegasus sein. Ähnlicherweise braucht der geographische Verfasser keine große künstlerische Geschicklichkeit zu gewinnen, um instruktive Skizzen zu zeichnen und vereinfachte Diagramme zu entwerfen.

Das Unbekannte muß immer durch das Bekannte dargestellt werden, jedoch in vielen geographischen Aufsätzen ist auf die Lage der kleineren physiographischen Elemente durch die Namen unbedeutender Ortschaften hingedeutet, die nur ihren Bewohnern und dem Forscher bekannt sein können. Andere Aufsätze sind viel verständlicher, weil sie die Lage der kleineren physiographischen Elemente in bezug auf die größeren schon beschriebenen Haupteinteilungen des Reliefs andeuten, und dann auf die Lage der Ortschaften mit Hinsicht auf die kleineren Elemente hinweisen. Diese verständige Darstellungsanordnung wird aber oft nicht beachtet; und das bedeutet, daß der Verfasser keine genügende Rücksicht auf seine Leser nimmt, als ob er nicht sich bemühen müsste, daß jedes Wort sowohl den Lesern verständlich, wie den Tatsachen verantwortlich sein muß. Wenn die Lage der erwähnten Ortschaften auf einer Karte angedeutet worden wäre, könnten sie als Anweisungen für die Lage der benachbarten physiographischen Elemente dienen; nur sind alle solche Anweisungen empirisch, da, wenn die beiden Sachen in ursächlichem Zusammenhang verbunden sind, das physiographische Element sicher die Ursache ist und die Ortschaftslage die Folge ist.

Um den größten Vorteil aus dem Gebrauch gut gewählter Fachzeichnungen zu ziehen, muß man so weit wie möglich eine Sache immer

durch eine und dieselbe Bezeichnung andeuten. Im literarischen Stil sucht man oft die Wiederholung eines Wortes dadurch zu vermeiden, daß man zwei oder drei verschiedene Ausdrücke für eine und dieselbe Idee braucht. Bei regionalen geographischen Beschreibungen ist diese Verfahrungsweise nicht zu empfehlen. Weiter muß man, um einem ernsten, oben angedeuteten Nachteil der erklärenden Methode auszuweichen, die immer der Gefahr ausgesetzt ist, des Lesers Aufmerksamkeit zu stark auf die verflossene geologische Geschichte zu lenken, den gegenwärtigen Zustand der zu erklärenden Gegenstände betonen. Dies kann man am besten tun, wenn man das Präsens der Verben anstatt der Vergangenheit braucht, damit die sichtbaren gegenwärtigen Ergebnisse der unsichtbaren geologischen Bedingungen und Vorgänge immer im Vordergrund stehen müssen.

Der Gebrauch des Präsens wird sehr dadurch gefördert, daß man erklärende Bezeichnungen und Phrasen annimmt, die schon in sich die Arbeit vergangener Vorgänge einschließen, z. B. statt daß man sagt: — . . . „ein Berg, der durch wiederholte Ausbrüche aufgebaut worden war, wurde durch radiale Bäche tief erodiert“, kann man ganz einfach sagen: — . . . „ein Berg, der ein tief zerschnittener Vulkan ist“. Hier gibt die erklärende Phrase „tief zerschnittener Vulkan“ alles über vergangene Vorgänge knapp an, was durch die längere Beschreibung ausdrücklich behauptet wurde. Wenn diese erklärende Phrase eine nicht streng festgestellte Auffassung vorstellt, kann man auch sagen: — „. . . ein Berg, der ein tief zerschnittener Vulkan zu sein scheint“.

Der grammatische Unterschied zwischen den beiden Zeitformen geographischer Verben ist unbedeutend, wissenschaftlich betrachtet aber ist der Unterschied wichtig, indem das Präsens einen echt geographischen Eindruck auf den Leser verursacht, während die Vergangenheit einen pseudo-geologischen Eindruck hervorbringt; doch ist es oft wirklich schwierig, diese kleinen Veränderungen in der gewöhnlichen erklärenden Beschreibungsart durchzuführen.

Hier muß ich wieder den Gegensatz zwischen Forschung und Darstellung betonen. Der Forscher darf sich mit vollem Recht, während er sein gewähltes Gebiet bereist, in den Vordergrund stellen, da er dann ebenso wesentlich wie sein zu erforschender Gegenstand ist. Der Verfasser einer Darstellung aber muß eine ganz andere Rolle spielen; er muß sozusagen unsichtbar werden, damit der Leser in möglichst unmittelbare Berührung mit dem dargestellten Gebiet kommt. Er muß als ein Rohr dienen, das einen reinen aus der Naturquelle fließenden Strom dem Leser direkt zuleitet, so daß der Leser sich des Stroms, nicht aber des Rohrs bewußt wird; oder, wenn der Verfasser nicht zu verschwinden wünscht und fordert, daß der Leser ihn anschaut, muß er den Zweck eines Spiegels erfüllen, in dem der Leser

ein klares, wahres Bild der Natur sehen kann; wenn aber der Spiegel ein guter ist, wird der Leser ihn kaum wahrnehmen und nur das Spiegelbild sehen.

Selbstverständlich muß der Verfasser seinen Stil dem Verständnis seiner Leser anpassen. Für junge und wenig gebildete Schüler muß er sehr einfach schreiben; allein, um sowohl einfach wie richtig zu schreiben, muß er selber ausnehmend gut unterrichtet sein, so schwierig ist es, in einer vereinfachten Beschreibung die Wahrheit zu bewahren. Für reife, aber geographisch wenig unterrichtete Leser kann eine Beschreibung ausführlicher sein, sie muß aber, wie oben angedeutet, wissenschaftliche Bezeichnungen durch gemeinverständliche Paraphrasen ersetzen; allein, um solche Paraphrasen abzufassen und zur selben Zeit den Geist der erklärenden Methode beizubehalten, muß der Verfasser wiederholte Übung in geographischer Analyse und reichliche Erfahrung in der systematischen Ausdehnung abgeleiteter Reihen gedachter Typen haben, sonst wird er selber nicht imstande sein, die Tatsachen, die er gemeinverständlich zu beschreiben versucht, richtig und genau aufzufassen und darzustellen. Für reife, disziplinierte Geographen kann der reif disziplinierte Geograph am leichtesten schreiben: dann braucht er ungezwungen seine eigene Fachsprache, ohne Verpflichtung, sie in eine andere Sprache zu übersetzen; doch hat er immer die Verpflichtung, alle Unklarheiten, Schwierigkeiten und Hindernisse zu beseitigen, damit seine Fachgenossen sogleich seine Auffassung der Tatsachen — da er nie die Tatsachen selber vorlegen kann — zu begreifen vermögen. Die Sorgfalt, die man einer Darstellung widmen muß, darf nicht zum mindesten die Sorgfalt, die man bei der Forschung brauchen muß, vermindern.

Wie wird der Valdarno am besten dargestellt?

Jetzt sind wir endlich imstande, unter den verschiedenen Methoden die beste für die Darstellung der Ergebnisse meiner Besuche des Valdarno¹⁾ auszuwählen. Die Ausflüge, die ich dort zu Fuß und zu Wagen, zum Teil allein, zum Teil unterhaltend begleitet machte, hatten den Zweck, mir eine Kenntnis der dortigen Landformen zu verschaffen; sie waren für mich in der Tat sehr interessant und haben in mir angenehme Erinnerungen hinterlassen, ihre einfachen Begebenheiten aber verdienen keine erzählende Darstellung, auch würden durch eine Erzählung die Ergebnisse keine genügende Vorführung erhalten.

Die kennzeichnendsten Züge des besuchten Gebietes sind gar nicht von besonderer Neuigkeit, die meisten gehören gut bekannten und leicht

¹⁾ Früher schrieben die Italiener „la Val d'Arno“, jetzt „il Valdarno“.

erklärbaren Landformenarten an; allein, um jene Formenarten am besten darzustellen, genügt die reine Induktion nicht: daher ist die induktive Darstellungsmethode hier nicht hinreichend, unsere Neugierde zu befriedigen.

Die früheren Beschreibungen des Valdarno.

Die bisher veröffentlichten geographischen Berichte über den Valdarno sind so unvollkommen, so lückenhaft, daß es nicht der Mühe wert ist, uns mit einer historischen Darstellung der früheren Beschreibungen lange aufzuhalten. Indessen ist das Hauptergebnis einer historischen Durchsicht der wenig befriedigende Schluß, daß die Methoden der bisherigen Beschreibungen nicht dazu dienen, ein wahrhaftes Bild unseres Gebietes zu bieten; vielleicht hatten die Verfasser dieser Beschreibungen nicht die Absicht, ein solches rein geographisches Bild zu entwerfen. Wie das auch sein mag, wir werden hier nur einige kurze Auszüge anführen. Verschiedene italienische geographische Lexika haben nicht als Ziel eine Beschreibung der Landschaften der klassischen Halbinsel, sondern stellen eher einen statistisch-historischen Bericht über die Städte und Ortschaften dar. M. Fabi schreibt in seiner „Corographia d'Italia“ (Milano, 1854): — „E forse la Val d'Arno il più delizioso luogo del mondo“, weiter aber nichts. A. Amati in seinem ausführlichen „Dizionario corografico dell'Italia“ (Milano, 1862?) sagt mit Hinsicht auf den Kreis Montevarchi, der die Mitte des Valdarno einschließt: — „Il suo territorio è cosparso di collini e monti.“ S. Corti in „Le Provincia d'Italia“ (Torino, 1891) und P. Premoli in „L'Italia geografica“ (Milano, 1891) geben keine Auskunft über unseren Gegenstand.

Die italienischen Geologen widmen einige Zeilen oder Absätze in gewissen Berichten, die das Gebiet des Valdarno behandeln, seinen geographischen Zügen. I. Cocchi sagt in „L'Uomo fossile nell'Italia centrale“ (Mem. Soc. ital. Sci. Nat. [Milano], II, 1867, No. 7), daß der Valdarno in einem „vasto deposito lacustre“ vorkommt, dessen Aussehen „ha aspetto di altipiano, rovinato pero per solchi profondi dove corrono i torrenti, e con superficie ondulata per la erosione effettuate dalle acque“ (S. 10). Über den Hauptfluß beim Eintritt in den Valdarno schreibt er: — „Al luogo detto la Valle d'Inferno o semplicemente l'Inferno . . . le sue acque agitano entro una fenditura a sbalzi, angusta, quanto mai orrida, selvaggia e per poco inaccessibile, con pareti roccisse che mostrano l'evidente logoramento operato dalle acque“ (Ibid.). In Betreff gewisser Nebenflüsse des Arno: — „Il fondo roccioso del lago antico si appalesa quà e là a mediocre profondità e talvolta si fa strada attraverso i depositi fin presso la superficie. Le cateratte . . . tragono appunto l'origine da scogliere poco profonde che hanno reso irregolare la retrogradazione di quel solco profondo che dovette origi-

nariamente formarsi per l'azione dell' unica cascata terminale dall' altezza dell' altipiano nella depressione in cui Arno corre“ (S. 13).

G. Ristori in seinen „Considerazioni geologiche sul Valdarno superiore, sui dintorni d'Arezzo e sulla Val di Chiana“ (Atti [Mem.] Soc. tosc. di Sci. Nat. [Pisa], VII, 1886, 249—279), betrachtet nur die geologische Geschichte des Gebiets: — „È ormai a tutti noto come i depositi argillosi e sabbiosi che oggi formano le colline del Valdarno superiore siano stati depositi da un vasto lago, che occupava nel periodo pliocenico quella regione“ (S. 257). In B. Lottis ausführlicher Denkschrift über die Geologie von Toskana (Mem. descr. della Carta geol. d'Italia, XIII, 1910) sind im XI. Abschnitt die pliozänen Bildungen behandelt, und hier wird der „Bacino del Valdarno“ in sieben Seiten (188—195) beschrieben. Obgleich das wiederholte Vorkommen von Schotterablagerungen, die mit Sand- und Tonschichten abwechseln, bemerkt wird, hält Lotti alle diese Betten für Seebildungen; die Möglichkeit eines fluviatilen Ursprungs betrachtet er nicht. Die Mächtigkeit der Betten, die in der Mitte des Gebietes (bei Montevarchi) mehr als 200 m zu sein scheint, wird als die ursprüngliche Tiefe des Seewassers angenommen. Die allgemeine Landschaft wird kurz beschrieben: — „Nell' insieme il deposito lacustre del Valdarno presentasi oggi terminata alla superficie in un piano quasi di livello, solcato da numerosi e profondi burroni che lo dividono in tanti monticelli con pareti a pico, riproducenti in piccola scala le forme dei cañons del Colorado“ (188).

Von nicht italienischen Verfassern ist wenig mehr zu erhalten. In seiner berühmten „Nouvelle Géographie Universelle“ (Paris, 1876, Bd. 1) behauptet E. Reclus, daß der Arno „constitue, avec ses défilés qu'il s'est ouverts et ses anciens lacs, un véritable fossé à la base du mur des Apennins“ (404); allein niemand kann daraus die dortige Landschaft richtig auffassen. Über die historischen Veränderungen in der Entwässerung der weiter südlich liegenden Valle di Chiana trägt E. Reyer in seinen Studien „Aus Toskana“ (Wien, 1884 — siehe auch Zeitschr. Ges. f. Erdk. Berlin, 1882) interessante Einzelheiten bei; sein Hauptinteresse aber besaß die Geologie und die Geschichte, nicht die Geographie; die er nur untergeordnet betrachtet. H. Nissen, als Verfasser einer „Italienischen Landeskunde“ (Berlin, 1883), erwähnt ganz kurz „die tiefe Einsenkung des Arno- und Chianatal“ und etwas ausführlicher den „erstaunlichen Reichtum an Fossilien (Mastodon, Elefant usw.), die in den Ton- und Sandschichten dieser Täler zutage gefördert wurden“; dann fügt er den rein geologischen Nebenumstand hinzu: — „Die Funde lehren in anschaulichster Weise, daß in einer verhältnismäßig jungen Zeitepoche hier lauter Seen und Sümpfe bestanden haben“ (232, 233). W. Deecke gibt in seinem Band über „Italien“ in der „Bibliothek der Landeskunde“ (Berlin, 1898); mehr geologische als geographische

Auskunft: der Arno hat „durch die nahe aneinandergeschobenen Ketten erst im Laufe der Zeit ein Bett schaffen müssen und vorher wahrscheinlich einen See gebildet. Trefflich erhaltene, in dem Schlamm und Tuff dieser Wasseransammlung eingebettete Knochen diluvialer oder jungtertiärer Säugetiere geben uns von der Reichhaltigkeit der damaligen Fauna Kunde. Vor allem haben dort Hirsche gelebt“ (401). Th. Fischer betrachtet in seinem Abschnitt „Die Halbinsel Italiens“ in Kirchhoffs „Länderkunde von Europa“ (Leipzig, 1893) und in seinem Buch „La Penisola italiana“ (Torino, 1902) die Gegend des Valdarno nur als einen ehemaligen pliozänen See, nicht als eine tatsächlich bestehende Landschaft; er erklärt die geologische Geschichte des Gebietes, statt daß er die geographische Form beschreibt.

Offenbar ist dieser historische Rückblick für unseren Zweck wenig lohnend: dem Valdarno ist keine genügende geographische Studie zuteil geworden. Es mag noch bemerkt werden, daß die meisten dieser Verfasser, obgleich sie uns nur eine unvollkommene erklärende geographische Beschreibung des tatsächlichen Valdarno bieten, nicht zögern, theoretische geologische Erwägungen über die vergangenen Zustände zu erwähnen. Diejenigen Geographen, die das Gebiet gesehen haben, müssen es kennen; die anderen können keine genaue Auffassung seiner schönen Landschaften aus den bisher veröffentlichten Beschreibungen bekommen. Selbst die Kartenblätter von Italien, 1 : 100 000 (siehe besonders Bl. 114), stellen seine Landformen unvollkommen dar. Daher ist dieses wohlbekanntes Gebiet, obgleich es jährlich von tausenden, ja hunderttausenden Reisenden durchquert wird, für die geographische Welt fast unbekannt geblieben.

Die Analyse der im Valdarno vorkommenden Landformen.

Eine Analyse ist nötig, wie oben angedeutet, um den Ursprung der Landformen des Valdarno zu verstehen; nicht daß der Ursprung verborgen oder tief verwickelt ist — ein in einem Schnellzug vorüberfahrender Reisender kann leicht erkennen, daß er es dort mit einer zerschnittenen Gebirgsbeckenebene zu tun hat —, aber das Verständnis des Ursprungs schließt unvermeidlich gewisse geologische Voraussetzungen und verschiedene vergangene Vorgänge in sich, die nur durch die analytische Methode klar aufgefaßt werden können. Die Analyse der dortigen Formen ist aber so einfach und ist schon so oft für andere zerschnittene Gebirgsbeckenebenen zutreffend gemacht und gut bestätigt worden, daß es nicht ratsam ist, sie hier ausführlich zu wiederholen. Es muß genügen, den Leser nur an die allgemeine analytische Erklärung für solche Beckenebenen zu erinnern: wir werden hier kurz die angenommene Erklärung angeben und die aus ihr abgeleitete Hauptfolgerung vorlegen. Als Voraussetzung nehmen wir an, daß ein in einem schon reifen oder spätreifen Gebirgsgebiete ausgeräumtes

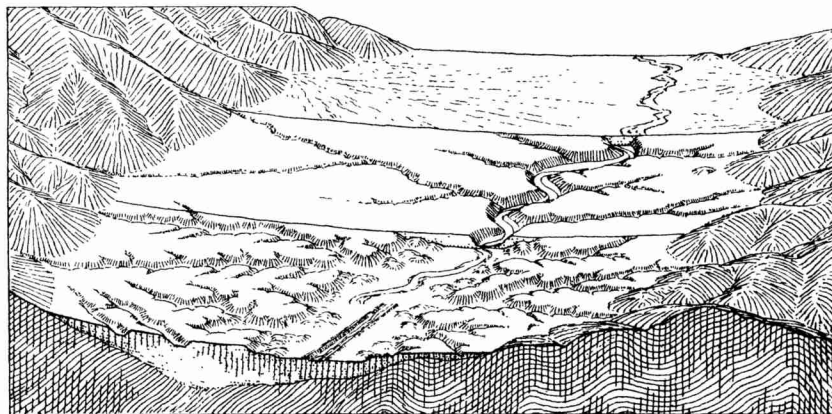
Haupttal durch eine leise Verbiegung, Verziehung oder Verwerfung des Gebietes örtlich in ein seichtes Becken verwandelt wird, oder daß mehrere benachbarte Talsysteme durch eine örtliche Senkung in eine kettenartige Gruppe zusammenhängender Becken verändert werden können. Dann folgern wir, daß, wenn die umformende Bewegung rasch vor sich geht, ein Fluß in einen See verwandelt werden muß, der allmählich während und nach der Bewegung mit feinen Ablagerungen ausgefüllt wird; daß dagegen, wenn die Bewegung sehr langsam fortschreitet, die veränderlichen Anschwemmungen der einmündenden Bäche und Flüsse reichlich genügen können, um das Entstehen eines Sees zu verhindern, und an seiner Stelle eine wachsende, oft sumpfige Ebene auf dem Beckenboden zu erzeugen; weiter folgern wir, daß in beiden Fällen die fast wagerechten nicht verfestigten Ausfüllungsschichten die geneigten und schon tief abgetragenen Gebirgsschichten diskordant bedecken müssen; daß, nachdem die umformende Bewegung aufgehört hat und der Hauptfluß an die Tieferlegung seines zeitweise aufgebauten Laufes zurückgekehrt ist, die aufgefüllte Beckenebene, wenn sie hoch genug liegt, zerschnitten werden wird und daß endlich, nach langer Zeit, vorausgesetzt, daß der Beckenboden nicht zu tief liegt, die Auffüllungsschichten sämtlich entfernt werden müssen. Die Vernünftigkeit der geheischten Voraussetzungen und die Richtigkeit der abgeleiteten Ergebnisse dieser einfachen Analyse kann man durch zahlreiche tatsächliche Beispiele aus verschiedenen Weltteilen klar machen. Allein um das gegenwärtige Aussehen des Valdarno am besten zu schildern, genügt die analytische Darstellungsmethode nicht.

Die systematische Darstellung der im Valdarno vorkommenden
Formenarten.

Eine systematische Darstellung der Formen einer Gebirgsbeckenebene in den verschiedenen Phasen ihrer Entwicklung würde einen praktischen geographischen Wert besitzen, da meines Wissens niemand ausgedehnte Reihen gedachter Typen dieser Formenarten abgeleitet hat, in denen gewisse Glieder als Gegenstücke der tatsächlichen Beckenebenen dienen könnten, unter die der Valdarno gehört. Doch sind solche gedachte Formen so leicht verständlich, daß es hier unter Fachmännern genügen wird, nur auf gewisse Hauptformen, die auf unser Problem besonderen Bezug haben, ganz kurz hinzuweisen. Trotz der wiederholten Erwähnung eines großen und tiefen ehemaligen Sees in den früheren Beschreibungen des Valdarno muß ich diese Voraussetzung verwerfen, da die abwechselnden Ablagerungen der Beckenausfüllung klar auf die andere Voraussetzung einer langsam wachsenden fluviatilen Beckenebene hindeuten, auf der nur hier und dort, dann und wann veränderliche seichte, nicht ausgedehnte Seen vorkamen.

Die Oberfläche einer anwachsenden fluviatilen Ebene in einem langsam umgeformten Gebirgsbecken kann nicht völlig wagerecht sein, da sie aus vielen sich seitlich berührenden Schwemmkegeln (siehe Hintergrund von Abbild. 49) entsteht; daher wird auch der Umriß der Beckenebene nicht einer wagerechten Linie, wie einem Seeufer, folgen; er muß, wo er an einer Talmündung vorbeigeht, sanft auf- und absteigen, und die Ebene muß leise Abdachungen zeigen, die sich von den Talmündungen der einfließenden Bäche und Flüsse nach dem einzigen Flußausgang sanft neigen werden. Die längeren Abdachungen müssen sich vor den größeren Tälern der höheren umgebenden Gebirge erstrecken; daher wird die tiefste Linie oder physiographische Achse der Ebene, längs der der Hauptfluß seinen Lauf nehmen

Abbild. 49.



Blockdiagramm einer Beckenebene in drei Stadien ihrer Entwicklung.

muß, nicht einer bestimmten geometrischen Linie des Beckens folgen, sondern einem etwas veränderlichen, durch das Wachsen der gegenüberliegenden Schwemmkegel bestimmten Streifen, der gewöhnlich weiter von den höheren und näher an den niedrigeren umgebenden Gebirgen liegen wird. Die Ebene wird oft während ihres Wachsens Sümpfe und seichte Seen in ihren tiefsten Teilen zeigen, wenn die Auffüllung zeitlich nicht mit der umformenden Bewegung Schritt halten kann, oder wenn die größeren, aus den höheren Gebirgen weit vorrückenden Schwemmkegel die Entwässerung zeitlich und örtlich verstopfen: solche Seen werden besonders die durch niedrigere Gebirge umsäumten Einbuchtungen von Becken einnehmen, die nicht auf dem Wege des Hauptflußlaufs liegen; die Seen werden veränderlich in Ausdehnung und Tiefe sein. Es kann daher wohl vorkommen, daß, obgleich gewisse sehr fein und horizontal geschichtete Beckenablage-

rungen auf einen lakustren Ursprung hinweisen, der größte Teil der Auffüllungsschichten durch Flüsse und Bäche abgelagert wird.

Sobald die umformende Bewegung aufhört und das Zerschneiden der Beckenebene anfängt, muß der Hauptfluß sein Tal in ungleichen Strecken entwickeln. In den harten Gesteinen des Gebirges wird er ein junges schluchtartiges Eingangs- und Ausgangstal einschneiden und wird dort eine Zeitlang Stromschnellen und niedrige Wasserfälle zeigen; in der dazwischenliegenden Strecke durch das Becken wird das Tal, dessen Tieferlegung hier in den nicht verfestigten Auffüllungsschichten längst der physiographischen Achse der Ebene durch das langsame Einsägen der talabliegenden Schlucht bedingt wird, weniger eine schluchtartige Gestalt, sondern vom Anfang an eine fast offene und reife Form bieten (siehe Mittelgrund von Abbild. 49), und in dieser Talstrecke wird der Fluß keine Stromschnellen entwickeln, es sei denn, daß er epigenetisch seinen Lauf in einen begrabenen Gesteinsrücken örtlich einschneidet. Nebenbei gesagt, bieten diese ungleichen Talstrecken gute Beispiele verschiedener Entwicklungsstadien eines einzigen Tales, die in demselben Zeitraum erreicht werden. Die Nebenbäche, die ihren Lauf längs ihrer flachen Schwemmkegel vertiefen, werden konsequente Täler ausräumen und die ursprünglich zusammenhängende Ebene in abgeordnete Riedel zerteilen. Was das reifere Zerschneiden der Ebene betrifft (siehe Vordergrund von Abbild. 49), so wird das Haupttal ein wenig tiefer und viel breiter und die Riedel werden schmaler werden, während die sich langsam vertieften Eingangs- und Ausgangsschluchten sich in offenere Täler mit abgeöschten Wänden umwandeln. Das weitere Zerschneiden der Riedel wird nach der Regel vonstatten gehen, die bei ungefähr wagerechten, wenig verfestigten Schichten von abwechselnder Widerstandsfähigkeit anwendbar ist. Offenbar kann das Haupttal schon spätreif geöffnet sein, während die breiteren Riedel noch unzerschnittene Reste der ursprünglichen Oberfläche beibehalten. Die Nebenbäche können gelegentlich durch örtliche Gefällssteigerung ausgezeichnet sein, da sie umso mehr der Gefahr des Auftreffens auf begrabene Gesteinsrücken ausgesetzt werden, je mehr sie ihre Täler vertiefen; bei dem Bloßlegen jedes solchen Rückens muß der Bach zunächst kurze Stromschnellen und kleine Wasserfälle erzeugen und mit der Zeit eine epigenetische Schlucht einschneiden.

Mit dem Vorübergehen der Reife und der Annäherung an das Greisenalter beeinträchtigen die Täler mehr und mehr die Riedel, die ihre ebene Oberfläche allmählich verlieren und sich in Gruppen überwältigter, verschwindender Hügel auflösen, welche die mehr und mehr an Breite zunehmenden Nebentalböden immer weniger voneinander scheiden werden. Mit der vorschreitenden Erweiterung der Haupt- und Nebentalböden und dem allmählichen Verschwinden der Auffüllungslagen werden die zeitweise

begrabenen unteren Gehänge der umgebenden Gebirge mehr und mehr entblößt werden, und endlich werden alle Auffüllungslagen abgetragen, die höher als der veraltete Ausgangstalboden liegen. Doch ist die Zeitperiode, die wir hier als einen Beckenzyklus betrachten könnten, nur eine vorübergehende Phase im ganzen Erosionszyklus der umgebenden Gebirge, dessen Ablauf durch die Entstehung, Auffüllung und durch die Ausräumung eines verhältnismäßig seichten Beckens kaum gestört wird.

Verschiedene Glieder dieser abgeleiteten Reihe von Entwicklungsformen kann man durch tatsächliche Beispiele bestätigen, da man eine Anzahl von Beckenebenen, die von Gebirgen umgeben sind in verschiedenen Teilen der Welt kennt. Hier müssen wir aber der Kürze wegen auf die Anführung solcher Beispiele verzichten: diese gedrungene systematische Darstellung muß genügend zeigen, daß die Landformen, die sich während der Auffüllung und der Ausräumung einer Gebirgsbeckenebene entwickeln, mit befriedigender Sicherheit durch ihre gedachten Gegenstücke erklärend dargestellt werden können, und weiter, daß, wenn man solche Landformen derartig darstellt, sie sehr leicht aufzufassen sein werden.

Der Valdarno muß regional beschrieben werden.

Der Zweck meiner Besuche des Valdarno war, die regionale morphologische Physiogeographie des Gebiets — d. h. das räumliche Vorkommen der dortigen gegenwärtigen Landformen in ihren gegenseitigen Verhältnissen — kennen zu lernen: um die Ergebnisse der Besuche vorzulegen, muß ich notwendigerweise die regionale Darstellungsweise annehmen. Da die Darstellung für Fachgeographen beabsichtigt ist, wird es erlaubt sein, Fachbezeichnungen zu brauchen: nur muß ausdrücklich betont werden, daß einer regionalen Fachdarstellung ein vorbereitendes Verständnis der analytischen und systematischen Behandlung der in Betracht kommenden Formen von seiten sowohl des Lesers wie des Verfassers vorangehen muß.

Nach dem, was ich oben über die Vorteile der erklärenden Beschreibungsmethode und den Wert von Abbildungen gesagt habe, ist es kaum nötig, hier hinzuzufügen, daß ich vorschlage, die regionale Darstellung erklärend zu behandeln und die beobachteten Formen durch ihre Gegenstücke in den eben vorgelegten systematisch abgeleiteten Reihen gedachter Formen zu beschreiben, und weiter die wörtliche Darstellung durch Blockdiagramme und andere graphische Hilfsmittel zu ergänzen. Da die Diagramme vereinfacht, steif und nackt sind, geben sie keinen genauen Begriff der anmutigen Schönheit der dortigen Landschaft: doch scheinen sie einen gewissen geographischen Wert zu haben, und daher werden sie hier nachgedruckt. Sie werden durch Skizzen und Photographien ergänzt.

Gedrungene erklärend-regionale Darstellung des Valdarno.

Der Valdarno ist ein vom Arno durchflossenes, reif geöffnetes, konsequentes, etwa 30 km langes, 1½ km breites und 100 m tiefes Tal, das die SO—NW gerichtete physiographische Achse einer fast reif zerschnittenen fluviatilen Beckenebene in den unterworfenen Apenninengebirgen unweit südöstlich von Florenz durchzieht, wie es im Vordergrund der nach Südosten orientierten vereinfachten Abbildung 49 teilweise dargestellt ist.

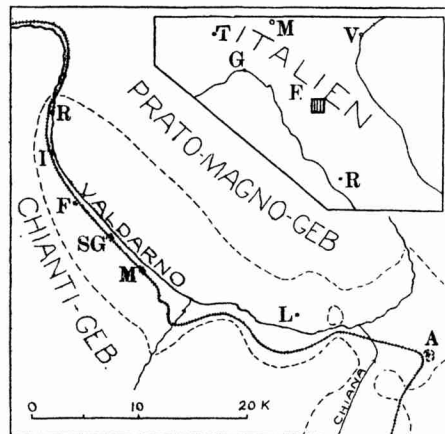
Wenn der Leser bis zum Ende des vorigen Absatzes gelesen hat, wird er wahrscheinlich ausrufen: — „Braucht man wirklich eine so lange Vorrede zu schreiben, wenn man an ihrem Schluß den Hauptgegenstand des Aufsatzes in nur sechs Zeilen darstellt?“ Offenbar nicht. Die kurze regionale Darstellung des Valdarno könnte ein Leser leicht verstehen, wenn die ganze Vorrede weggelassen worden wäre, nur vorausgesetzt, daß er schon Gebirgsbeckenebenen analytisch und systematisch studiert hat. Eine längere Beschreibung ist sehr leicht zu schreiben, wenn eine solche nötig ist, die lange Vorrede zu rechtfertigen: doch stellen die oben gedruckten sechs Zeilen eine bestimmtere und verständlichere Beschreibung des Valdarno dar, als in irgendeiner früheren geographischen Beschreibung zu finden ist.

Ausführlichere regionale Darstellung des Valdarno.

Unter den vielen von den unterjochten Gebirgszügen der Apenninen umgebenen in verschiedenen Entwicklungsstadien ihrer Auffüllung und Aus-

räumung befindlichen Gebirgsbeckenebenen, die so auffallend die italienische Halbinsel kennzeichnen, liegt eine (siehe die Karte Abbild. 50) unweit südöstlich von Florenz; sie ist das nordwestlichste, fast reif zerschnittene Glied (siehe Vordergrund der Abbild. 49) einer unregelmäßigen, vom Arno entwässerten Reihe unvollkommen getrennter Beispiele dieser Formenart. Die Meereshöhe der Riedel — oder Reste der zerschnittenen Beckenebene — erreicht längs der Beckenränder 275—300 m, in der Mitte ungefähr 250 m.

Abbild. 50



Lage des Valdarno.

Die längere, SO—NW sich erstreckende Beckenachse mißt 30 oder 35 km, die Breite des Beckens wechselt zwischen 8 und 10 bis 12 km ab. Über die Ebene der Riedel ragt längs der nordöstlichen einfachen und gut bestimmten

Beckenseite der größere Gebirgszug des Monte Prato-magno in grob zertalten, unterjochten Formen bis zu einer Höhe von 1538 m empor, und längs der südwestlichen, auch gut begrenzten aber unregelmäßigeren Beckenseite steigt der niedrigere Chiantizug gleichfalls mit unterjochten Formen fast bis 900 m auf. Der längeren SO—NW sich erstreckenden physiographischen Achse des Beckens entlang fließt der augenscheinlich konsequente Arno in einem spätreifen Tal, dem Valdarno (besser Valdarno superiore im Gegensatz zum Valdarno inferiore, der in der Nähe von Pisa liegt) genannt wird. Die kleinen Nebenbäche folgen reifen konsequenten Nebentälern, welche die beiden ungleichen Beckenhälften in fastreife Riedel teilen, deren Ränder durch viele kurze insequente Tälchen zerschnitten sind. Der ebene Boden des Valdarno, der eine Breite von 1—1½ km und eine Meereshöhe von 145 m im Südosten und 120 m im Nordwesten hat und daher ungefähr 100 m tiefer als die zerschnittene Beckenebene liegt, ist dicht bevölkert und intensiv angebaut. Durch ihn ziehen sich auf der südwestlichen Seite des zwischen geradlinigen Deichen eingedämmten Arno eine seit Jahrhunderten benutzte Landstraße zwischen Nord- und Süditalien hin, und hier führt auch jetzt die moderne Haupteisenbahn zwischen Florenz und Rom; auch auf der südwestlichen Arnoseite liegen — wir sehen das Gebiet immer nach Südosten oder talaufwärts an — die drei Städtchen Figline, San Giovanni-Valdarno und Montevarchi, die den Talboden in vier fast gleiche Stücke teilen: bei Figline und unterhalb Montevarchi sind die beiden Talseiten durch eine Brücke verbunden. Wenn man auf dem Ende eines Riedelsporns steht und diese schöne Landschaft überschaut, muß man zugeben, daß Fabi Recht hatte, als er vor fünfzig Jahren schrieb: — „È forse la Val d'Arno il più delizioso luogo del mondo.“

Vorbereitung und Ausführung.

Der starke Unterschied in der Länge der beiden Teile dieses Aufsatzes war bei seiner Abfassung beabsichtigt. Der Gegenstand zwischen der langen Vorrede und der kurzen Beschreibung hat den Gegensatz klarzumachen zwischen der langen Vorbereitung, die ein Geograph für seine Darstellungsarbeit treffen muß, und der kurzen Form, in der eine vollendete Darstellung erscheinen kann. Die Vorbereitung muß schon lang sein, wenn sie in sich nur die Erzielung eines gut ausgewählten Auszugs des Inhalts unserer Wissenschaft einschließt; sie muß noch länger werden, wenn Übungen in geographischen Darstellungsmethoden der Erzielung des besten Inhalts der Wissenschaft hinzugefügt werden. Solche Übungen werden zu sehr vernachlässigt; daher habe ich hier die Verschiedenheit der Hauptdarstellungsmethoden ausführlich darzulegen versucht, da ich überzeugt bin, daß nur, wenn man diese Verschiedenheit genau kennt, man imstande

sein wird, die beste, zweckentsprechendste Methode für die Darstellung seiner Forschungsergebnisse zu erkennen und die Ergebnisse zu ihrer vollen Geltung zu bringen.

Wenn wir annehmen, daß, bei den Landformen der Zweck einer geographischen Beschreibung die wahrheitsgetreue Schilderung eines Gebietes ist, müssen wir zugeben, daß die Kunst der geographischen Darstellung bei weitem nicht so gut wie die Wissenschaft der geographischen Forschung entwickelt ist. Man kann so leicht viele geographische Aufsätze anführen, deren Verfasser, während sie sich als Forscher betätigten, unermüdlich die größten dinglichen Hindernisse überwältigten und scharfsinnig die tiefsten theoretischen Probleme lösten; doch haben sie als Darsteller auf ihre Leser nicht genügend Rücksicht genommen. Wie oft kommt es vor, daß auf die Lage der dem Leser unbekanntem physiographischen Züge durch die Lage gleichfalls unbekannter Ortschaftsnamen hingewiesen wird. Zahlreiche geologische Einzelheiten werden erwähnt, die die geographische Schilderung der bereisten Landschaft eher verwickeln als fördern, und die daher viel besser in einem besonderen geologischen Aufsatz oder in einem Anhang zu einem geographischen Aufsatz vorzulegen sind. Zu oft wird eine ermüdende Anzahl einzelner Tatsachen beschrieben, durch die der Leser waten muß, bevor er eine umfassende, beleuchtende Verallgemeinerung antrifft. Und derselbe Verfasser, der als Forscher nicht gezögert hat, lange und schwierige Vorbereitungen für seine Reise zu machen und sich zu einer schweren, ja gefährlichen Unternehmung anzuschicken, wird oft, nachdem er nach Hause zurückgekehrt, sich nicht damit bemühen, genügende Umrißkarten und Diagramme für die gehörige Veranschaulichung seines Berichtes zu zeichnen. Aus solchen Berichten und Aufsätzen wird der Leser keine wahre und vollkommene, sondern nur eine lückenhafte, vielleicht eine falsche Vorstellung der Forschungsergebnisse bekommen, nicht weil die Forschung nachlässig gemacht, sondern weil die Darstellung nicht sorgfältig genug abgefaßt wurde.

Hier aber wird vielleicht ein ungeduldiger Leser ausrufen: — „Als Folge einer so langen Betrachtung der Darstellungsmethoden muß ein Autor die Wichtigkeit der Darstellung übertreiben und den Wert der Forschungsergebnisse unterschätzen; besser gute Ergebnisse schlecht dargestellt, als schlechte Ergebnisse gut dargestellt!“ Gewiß, allein außer diesen zwei Verbindungen von guten und schlechten Forschungsergebnissen und guten und schlechten Darstellungen bleiben zwei andere übrig. Man kann auch schlechte Ergebnisse schlecht darstellen und gute Ergebnisse gut darstellen. Mein Wunsch ist, daß die beiden gut sein sollen, und um diesen Wunsch zu verwirklichen, muß man sowohl die Kunst der Darstellung wie die Wissenschaft der Forschung sorgfältig studieren. In der Hoffnung,

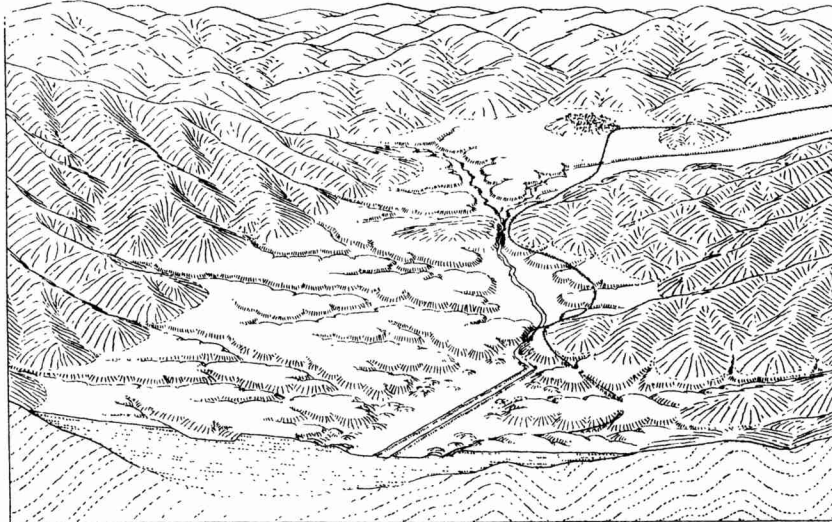
eine größere Aufmerksamkeit auf die verschiedenen Darstellungsmethoden zu lenken, wurde der Vorrede dieses Aufsatzes eine so große Länge verstattet.

Der Leser aber, der sich mehr für Italien, als für Darstellungsmethoden interessiert, wird vielleicht bemerken, daß selbst die zweite verlängerte Beschreibung des Valdarno noch zu kurz ist, als daß es ihr gelingt, den mannigfaltigen Formenschatz jenes Gebiets und seiner Umgebung klarzumachen. Natürlich genügt eine halbe Seite nicht, um die reiche Mannigfaltigkeit jener reizenden Landschaft ausdrücklich zu beschreiben, doch gibt der oben vorgelegte, nicht sehr ausführliche erklärende Absatz durch seine knappen Bezeichnungen vieles zu verstehen, was nicht ausdrücklich geäußert wurde. Wenn man aber eine ausführlichere, ausdrückliche Beschreibung der zahlreichen Einzelheiten wünscht, ist sie auch leicht zu geben. Wir werden mit den umliegenden Formen anfangen.

Weitere regionale Beschreibung des Valdarno und seiner Umgebung.

Die zwei Enden des Valdarnobeckens sind nicht wie die beiden Seiten scharf eingeschlossen. An die Auffüllungsoberfläche der Beckenebene

Abbild. 51.



Das Südende der Beckenebene des Valdarno und die Beckenebene von Arrezzo
(Nach Südosten gesehen).

schließt sich im Südosten eine ähnliche Oberfläche an und diese im Süden an eine andere; daher gleicht das ganze aufgeschüttete Gebiet weniger einem einzigen gut begrenzten Becken, als einer unregelmäßig zusammen-

hängenden Beckengruppe, deren nordwestliches Glied, wie früher gesagt, das Valdarnobecken ist. Gegen Südosten geht diese durch zwei niedrige von Südwesten vorspringende Gebirgssporne verengte Beckenebene in die weniger zerschnittene Beckenebene von Arezzo über, die einen Durchmesser von 9—11 km und eine Höhe von ungefähr 250—260 m besitzt. In der früher begrabenen Verlängerung des ersten, kürzeren Sporns und in einem früher bedeckten Sattel des zweiten längeren Sporns (siehe Abbildung 51) hat der durcheilende Arno zwei kurze, kaum reife, epigenetische Schluchten eingeschnitten, die zu eng sind, als daß ein Weg ihnen folgen würde. Zwischen ihnen hat der Fluß ein vielleicht 5 km langes spätreifes Tal geöffnet, das als ein südöstliches, weniger tief ausgegrabenes Anhängsel des Valdarno betrachtet werden kann; nach einer Ortschaft, die am Ende eines von Nordosten vorspringenden Riedels liegt, mag es Val Laterina genannt werden. Beim Arnoausgang (170 m) in die Schlucht des ersten Sporns überspannt eine kurze auf die Bodengesteine gegründete Brücke — Ponte il Romito — den verengten Flußlauf; in der Mitte dieses Val, zwischen Laterina und der gegenüberliegenden Eisenbahnstation von Pontecino, kreuzt man den Fluß nur in einer Drahtfähre. Weiter südöstlich, oberhalb der zweiten Schlucht, verbreitert sich wieder die Auffüllungsoberfläche im oben erwähnten Arezzobecken, und dort liegt auf einem auftauchenden niedrigen Felsenhügel (296 m), der diese zum größten Teil wenig und seicht zerschnittene Beckenebene in der Nähe ihrer südlichen unterjochten Gebirgsgrenze unterbricht, die alte Stadt von Arezzo. In dieses Becken tritt der Arno von der östlichen Seite des Pratomagnozuges südlich fließend ein und durchfurcht dann die Arezzoebene in einem reifen Tal, wobei er westlich nach unserem Gebiete umbiegt; die Meereshöhe dieser Talbodenstrecke ist ungefähr 200—210 m. Nur in der Nähe des Haupttals ist die Zerschneidung der Ebene reif fortgeschritten; weiter vom Fluß entfernt bewahren breite Oberflächen ihre ursprüngliche glatte Form. Am Gebirgsrand der Ebene müssen einige kleine von den Gebirgstälern herkommende Bäche, statt daß sie in die Ebene einschneiden, zwischen künstliche Deiche eingedämmt, eine Strecke weit höher als die Ebene fließen.

Noch weiter südlich dehnt sich eine andere, in verengter (1½ km) Verbindung mit der südwestlichen Seite der Arezzobeckenebene stehende lange Talebene, die sogenannte Valle di Chiana, aus, die viel weniger als die schon beschriebenen Ebenen der Zerschneidung anheimgefallen ist. Ihre Breite erreicht 15 km, ihre Länge 40 km. In ihrem südlichen Teile verzweigt sie sich in zwei schmälere Talebenen, die eine isolierte Hügelgruppe umgeben, und in einer Einbuchtung der südöstlichen Zweigtalebene, wo keine großen Bäche reichen Gebirgsschutt mitschleppen, nimmt der seichte Trasimenensee (259 m) eine augenscheinlich unvollkommen

ausgefüllte Fläche ein. Westlich der Hügelgruppe in der schmälere Zweigtalebene sind zwei kleinere Seen. Auf dieser aufgeschütteten Talebene der Valle di Chiana liegt eine unbestimmte, in historischer Zeit veränderte Strecke der anderswo durch Gebirgsrücken scharf bestimmten Wasserscheide zwischen dem Tiber- und Arnoflußsystem. Reyer hat diese Veränderungen der Wasserscheide gut beschrieben: er meint, daß zur Römerzeit der obere Arno selber südlich vom Arezzobecken durch die Valle di Chiana nach dem Tibersystem floß, und daß eine ungleiche Hebung oder Senkung des Gebietes den Fluß nordwestlich nach dem Valdarnobecken ablenkte. Fischer war dagegen der Meinung, daß der Arno niemals südlich floß, doch sind die Gründe, durch die er diese Meinung stützte, nicht überzeugend. Es scheint möglich, daß der Arno während der Auffüllung der verbogenen Täler südlich geflossen ist, und daß dann, als die Auffüllung in Zerschneidung überging, eine leise Unebenheit der Anschwemmungsoberfläche, die der Fluß selber ohne irgendeine Hebung oder Senkung hervorbringen konnte, dafür den Ausschlag gegeben hat für die Richtung, welche der Fluß alsdann genommen hat. Wenn eine Ablenkung derartig verursacht wurde, dann dürfte der südlich fließende, enthauptete und entkräftete Stammfluß, der römische Chiana, wohl durch die Anschwemmungen seiner Äste versumpft und die Talebene ungesund gemacht worden sein. Sicher war die Ebene während des Mittelalters versumpft und die Gegend ungesund. Dann wurde allmählich der oberste Teil des Chianalaufs wahrscheinlich zum Teil natürlich, sicher zum Teil künstlich, umgekehrt, wie seine widerhakenförmig angegliederten Nebenbäche andeuten, und tributär dem abgelenkten Arno; die Sümpfe verschwanden, die Talebene wurde gesund. Der umgekehrte Chianalauf wird heutzutage der toskanische Chiana genannt; er durchfließt zunächst die westliche Zweigtalebene, folgt dann einem künstlichen, schnurgeraden Kanal und hat seinem unteren, nördlichen Lauf entlang ein seichtes, enges, frühreifes Tal eingeschnitten; seine jetzige Länge ist ungefähr 50 km. Die gegenwärtige Wasserscheide in der Chianavalebene liegt südlich der isolierten Hügelgruppe, unweit westlich vom Trasimenosee, in einer Höhe von 250 m.

Um die Arezzo- und die Chianaebene zu erreichen, muß die Eisenbahn Florenz—Rom, die oberhalb Florenz dem Valdarnoboden für zwei Drittel seiner Länge talaufwärts folgt, denselben kurz oberhalb Montevarchi verlassen und mit vielen Einschnitten und Erddämmen, Tunneln und Viadukten durch die linksseitigen Riedelsporne und Täler der zerschnittenen Beckenebene sich allmählich höher und höher schlängeln, bis sie die zwei vorrückenden Gebirgssporne und die südliche Seite des kleinen Levantinabeckens umgeht und endlich auf die weniger zerschnittene Arezzobeckenebene hinaufkommt. Bald nachdem sie den zweiten Gebirgssporn gequert

hat, kreuzt sie den engen, 30 m tiefen geradlinigen Einschnitt des nach dem Arno fließenden toskanischen Chiana, macht einen Umweg, um Arezzo zu erreichen, durchschneidet dann einen Gebirgsspornsattel, der die Beckenebene von Arezzo und die Ebene der Valle di Chiana unvollkommen trennt, fährt weiter eine lange Strecke südlich in der Nähe der östlichen Gebirgsgrenze, folgt dann der östlichen Zweigtalebene und geht an dem westlichen Ufer des Trasimenosees vorbei, bevor sie südlich der isolierten Hügelgruppe die Wasserscheide erreicht, in deren Nähe die Eisenbahnstation Chiusi sich befindet. Noch weiter südlich folgt die Bahn dem römischen Chiana, der als Glied des Tibersystems bald in ein enges Tal eintritt, wo er ein gutes Gefälle hat.

Am Nordwestende des Valdarno nähern sich die zwei einschließenden Gebirgszüge, und dort, hoch im nordöstlichen Zuge, sieht man die weißen Gebäude der poetischen Vallambrosa. Wo sich die beiden Züge so nahe kommen, als ob sie sich ehemals in einem niedrigen Sattel vereinigt hätten, sind ihre Gesteine dem Anscheine nach nicht so widerstandsfähig, da der weiter stromauf in der Beckenebene breit ausgegrabene Valdarno hier nicht in eine steilwandige Schlucht übergeht, wie dies beim Eintritt in die Beckenebene und beim Eintritt und Ausgang so vieler anderer zerschnittener Gebirgsbeckenebenen der Fall ist, sondern in ein durch mäßig geneigte und zum größten Teil ausgeglichene Abhänge eingefäßtes frühreifere Tal, durch das der Arno mit vermehrtem Gefälle und beschleunigtem Lauf hinfließt. Das Auftauchen der deformierten und früher tief abgetragenen Gebirgs-
gesteine vom Beckenboden geht allmählich vor sich; zunächst erscheinen sie nur örtlich im Valboden in dem für eine kurze Strecke epigenetischen Flußbett (120 m?), und hier verengt sich, obgleich die flachen Gipfel der Riedel stets aus wagerechten Auffüllungsschichten bestehen, plötzlich der bisherig offene Valdarno; hier sind Dämme und eine Mühle nebst einer dreifach gewölbten Brücke auf den durch felsige Aufschlüsse eingeschränkten festen Ufern gebaut, und bei diesen, auf dem südwestlichen Talhang, mit Häusern, Landstraße und Eisenbahn dicht zusammengedrängt, liegt ein Dorf mit dem bezeichnenden Namen Incisa. Dann wendet sich der Fluß, hier weit von dem höheren Monte-Pratcagnozug weggetrieben, nach Norden, als ob er durch die leise von den benachbarten niedrigen südwestlichen Gebirgen geneigte Abdachung der Beckenebene abgelenkt worden wäre. Die Gebirgs-
gesteine verschwinden bald, und der Valdarno öffnet sich wieder in den weichen Auffüllungsschichten für eine Strecke von 8 km, um dann zum zweitenmale epigenetisch in den auftauchenden Gesteinen des Beckenbodens verengt zu werden, hier (110 m?) finden wir eine zweifach gewölbte Brücke und das Dorf Rignano. Nun fortschreitend erhebt sich der Beckenboden, die zerschnittene Decke der Auffüllungsschichten

nimmt ab und verschwindet, und dann werden die flach gegipfelten Riedel der ehemaligen Ebene durch die höher emporragenden, unterjochten Gehänge der umgebenden Gebirge endgültig ersetzt.

Das reife Arnotal setzt sich durch den Gebirgssattel, zunächst ohne Flußbaue, weiter stromab mit engen unansehnlichen Flußbauen nördlich, dann westlich, jedesmal ungefähr fünf Kilometer fort, immer von der Landstraße und der Eisenbahn begleitet. In dieser 10 km langen Strecke fällt der Arno etwa 60 m; daher ist das Gefälle hier etwa siebenmal größer als im Valdarno. Am Ellenbogen kommt von Norden her der Sieve, an dessen Mündung natürlich Pontassieve (86 m?) liegt. Weiter westlich breitet sich eine wundervolle tiefliegende, unzerschnittene Gebirgsbeckenebene aus, durch die der Arno fast in ihrem Niveau gemächlich wandert, und die daher den früheren Zustand der Valdarnobeckenebene darstellt. Ihre Meereshöhe längs des Arnolaufs ist ungefähr 40 m. An ihren südöstlichen und nordwestlichen Enden liegen Florenz und Pistoia, fast 40 km voneinander entfernt, und aus ihrer Südwestseite fließt der Arno durch ein im Monte-Albanogebirge stark schlängelndes und reif eingeschnittenes Ausgangstal, als ob er hier in einer antezedenten Richtung beharrte. Die letzten 50 km fließt er westlich in augenscheinlich konsequentem Lauf durch ein breites, seichtes, altes Tal — „Valdarno di sotto“ oder „inferiore“ im Gegensatz zu unserem „Valdarno di sopra“ oder „superiore“ genannt — in einer reif zerschnittenen Küstenebene an Pisa vorbei, bis an seine vorwärts wachsende Deltamündung im tyrrhenischen Meere.

Der starke Unterschied in der Höhe der Beckenebenen von Valdarno und Florenz legt mir die geologische Vermutung nahe, daß, wie Reyer sagte, der Arno seinem heutigen Lauf während des Auffüllens des höheren Beckens nicht folgte; denn, hätte er während einer so langen Zeit den dazwischenliegenden Sattel durchflossen, so könnte die Beckenebene des Valdarno nicht so hoch liegen; es sei denn, daß ihre jetzige Höhe durch damalige oder spätere ungleiche Hebung entstanden wäre. Wenn wir dagegen annehmen, daß der dazwischenliegende Sattel eine ehemalige Erniedrigung der Wasserscheide zwischen dem damals größeren Tibersystem und dem unvollständig entwickelten Arnosystem darstellte, hätte der obere Arno nicht seinen heutigen Lauf einschlagen können, bis die Auffüllung des Valdarnobeckens die Höhe des jetzt durchfurchten Sattels erreichte. Diese Bemerkungen über die Valle di Chiana und den unteren Arnolauf liegen etwas abseits von unserem Gegenstand, doch dienen sie dazu, die mit ihm vergesellschafteten geographischen Züge darzulegen und dabei den Valdarno selber besser verständlich zu machen. Kehren wir aber jetzt zur zerschnittenen Beckenebene des Valdarno zurück.

Der offene konsequente Valdarno ist augenscheinlich nicht längs der

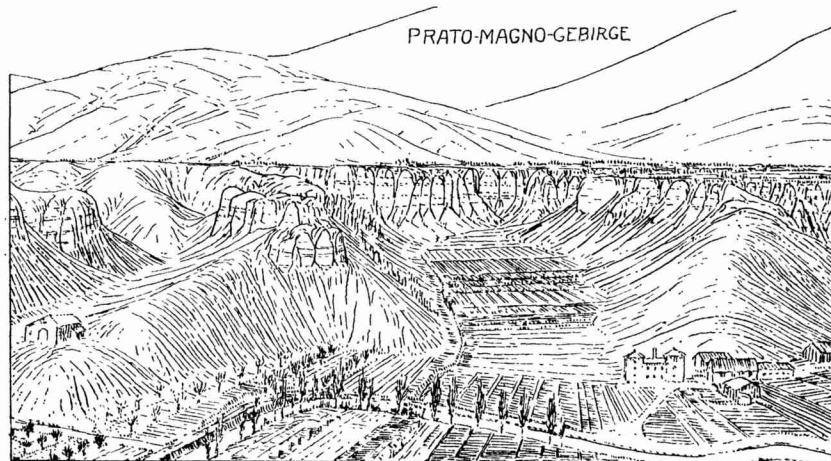
geometrischen Achse seines Beckens vertieft, sondern, wie oben kurz angedeutet wurde und wie in allen solchen aufgefüllten Gebirgsbecken zu erwarten ist, längs seiner physiographischen Achse, die hier etwas von der Mittellinie gegen die niedrigen südwestlichen Gebirge verschoben ist. Man sieht als kennzeichnende und leicht erkennbare Elemente der gegenwärtigen Landschaft auf einer Seite des Beckens die höheren und längeren, doch immer sanft geneigten Abdachungsflächen der nordöstlichen Riedel, die die Reste weit vorgerückter Schwemmkegel darstellen, wo die größeren, aus den stattlicheren Monte-Pratomagnoebirgen herstammenden Nebenbäche ihre reiche mitgeschwemmte Last von Gebirgsschutt tablagerten, und auf der anderen Beckenseite die kürzeren, etwas niedrigeren Riedel, die aus dem bescheideneren Chiantizug sich vorstrecken und zum Hauptval sehr sanft abfallen. Mit diesen Ungleichheiten der Beckenauffüllung scheint der konsequente Lauf des Arno und die Lage seines heutigen Tals in offenbar ursächlichem Zusammenhang zu stehen.

Im breiten Valboden ist der früher frei fließende Arno jetzt durch Deiche zu einem fast geradlinigen Lauf gezwungen; bei niedrigem Wasser pendelt der verminderte Fluß hin und her in einem in das Hochwasserschotterbett seicht ausgehöhlten Kanal. Die größeren, durch offenbar konsequente Nebenbäche reif ausgeräumten Nebentäler verlaufen über die jetzt gefurchten Schwemmkegel, die früher die Gebirgstalmündungen anfüllten, hinaus durch die sanfter geneigte Abdachung der Beckenauffüllung zum Hauptfluß. Allein die Tieferlegung verschiedener Täler, die ich auf der linken Beckenseite besuchte, ist dadurch verhindert, daß ihre Bäche begrabene Gesteinsriedel aufgedeckt haben, in die sie Schluchten epigenetisch einzusägen streben; doch ist die Wasserführung gewöhnlich so gering, daß sie bis jetzt nur unbedeutende Kerben eingeschnitten haben. Stromauf und -ab von solchen Riedeln ist der Talboden in den weichen Auffüllungsschichten reif geöffnet und ausgeglichen, und die Talgehänge sind reif abgebösch; nur oberhalb eines Riedels ist die Taltiefe durch die Höhe des Riedels vermindert, und von der seichteren in die tiefere Talstrecke rieselt ein kleiner Wasserfall herab. Ähnlich kommen kurze epigenetische Läufe und kleine Kerben und Schluchten im Gesteinsboden des Tals vor, das ich zwischen den Hälften eines gefurchten Schwemmkegels am nordöstlichen Gebirgsfuß gegenüber Figline erreichte.

Die zwischen den Nebentälern übriggebliebenen Auffüllungsreste oder Riedel stellen eine ebene Oberfläche dar, die fast die ursprüngliche Form und Höhe der Beckenebene bewahrt. Rings um ihre zurückweichenden Säume sind sie sowohl durch die kleineren konsequenten Nebenbäche, die ihre Herkunft in der Beckenebene haben und die zum Hauptfluß eilen, wie durch zahlreiche kurze, insequente Nebenbachäste unreif zerschnitten. Zuweilen

sind ihre Ränder fein zerfressen, besonders dort, wo die mittleren oder oberen Auffüllungsschichten aus verkitteten Schottern bestehen; hier sieht man nackte Steilwände von mäßiger Höhe, die halb- oder viertelkreisförmige Talschlüsse umwallen und, wie man erwarten muß, in geschärften Spornen und Spitzen dazwischen hervortreten. Die Schotterlager kommen unregelmäßig in verschiedenen Tiefen vor; infolgedessen müssen die Auffüllungsschichten insgesamt als durch abwechselnde Vorgänge, wie Ströme und die Wellen seichter, vorübergehender Seen entstandene Anschwemmungen aufgefaßt werden und nicht ausschließlich als die ununterbrochenen Ablagerungen eines großen, tiefen Sees, die sehr fein und einförmig sein würden, es sei denn, daß sie lokale Schotterdeltas an den Gebirgstaleinmündungen enthalten könnten. Ob die Auffüllungsschichten aus Fluß- oder

Abbild. 52.



Skizze der Badlands des Valdarno.

Seeablagerungen bestehen, ist nicht nur von geologischem Interesse; in feinen und einförmigen Seeablagerungen würden keine Schotterbetten vorhanden sein, die während der Zerschneidung Steilwände erzeugen würden; es genügt dagegen, die Auffüllung als Flußablagerungen zu beschreiben, um das Vorkommen von Schotterbetten und Steilwänden in verschiedenen Niveaus der zerschnittenen Ebene verstehen zu lassen.

Gelegentlich sind die weicheren tonigen Lagen zu winzigen oder Badlandsformen (vgl. Abbild. 52) ausgemeißelt; gewöhnlich aber zeigen die seitlichen Abhänge der tafelhähnlichen Riedel weder Steilwände noch Badlandsformen, sondern ausgeglichene und abgerundete Böschungen mit eher

grober als feiner Zerschneidungsgliederung. In gewissen südöstlichen Riedeln kommen Braunkohlenflötze vor, die einträglich ausgebeutet werden. Gegen den Valdarno lösen sich die Riedel in kleiner werdende Sporne und in unterjochte, zuweilen abgesonderte Hügel auf, die leise mit dem Valboden verschmelzen, wie man es auch hat erwarten dürfen, da der Valdarno schon als ein spätreifes Tal beschrieben wurde.

Gegen die Beckenränder verbreitern sich die Riedeloberflächen in noch nicht zerschnittene Ebenen, nur dort durch Täler unterbrochen, wo die Bäche aus den Gebirgen herausfließen. Am Gebirgsfluß ersetzen neue höhere Brücken die älteren niedrigeren, damit die Landstraße längs des Gebirgsrandes weniger hinab- und hinaufsteigen muß. Gegen Südosten weist der Beckenrand eine lange Einbuchtung auf, die durch einen Arm der Beckenebene eingenommen ist: hier hat nach gewissen Forschern der ehemalige Arno über einen niedrigen Sattel hinausfließen können, diese Vermutung scheint mir aber wenig wahrscheinlich. Jetzt ist der Arm der Ebene durch einen kleinen Nebenfluß des Arno, den Ambro, frühreif zerschnitten.

Die Grenzlinie zwischen Ebene und Gebirgshang ist durch Abspülung und Gekriech etwas verwischt; dadurch wird in der nächsten Nähe des Gebirgsfußes die Abdachung der Ebene sichtbar verstärkt. Dann ragen die Gebirge empor, die als spätreif, unterjocht oder überwältigt zu beschreiben sind, weil sie keine erkennbaren Spuren ihrer ausdrücklichen Formen beibehalten und fast überall abgerundete Kämme und ausgeglichene Gehänge aufweisen. Die niedrigeren Chiantigebirge zeigen, soweit sie von den Riedeln des Valdarnobeckens sichtbar sind, ein Gewirr ordnungsloser abgerundeter Rücken und Kuppen mit unregelmäßig verzweigten insequenten Spornen von mittlerer Gliederung, die keine Beziehung zu ihrer gestörten Struktur offenbaren und durch gleich unregelmäßig verästelte, insequente Täler abgeteilt sind; sie sind teilweise bewaldet. Die höheren Monte-Pratomagnogebirge scheinen grober gegliedert zu sein, ihre Gehänge sind zum größten Teile außerordentlich gut ausgeglichen und einförmig abgebösch. Die meisten Sporne, die gegen die Beckenebene abfallen, zeigen ebenso, wie es im Chiantigebirge der Fall ist, eine systemlose, insequente Anordnung; unten sind sie sparsam bewaldet; in den unangebauten höheren Teilen verkünden langgestreckte graue Aufschlüsse eine gegen Nordosten geneigte, aus mächtiger Schichtenfolge bestehende strukturelle Masse, deren widerstandsfähigere Schichten gruppenweise die grobgegliederten, NW—SO gestreckten Hauptrücken zu bestimmen scheinen; selbst längs der Kämme aber bilden die Aufschlüsse keine scharfen Gipfelkanten und keine auffallenden Steilwände, sondern werden sanft in den abgerundeten Formen der „Skyline“ und in den einförmigen Abböschungen,

die weit und breit vorherrschen, abgestumpft. Offenbar ist das breit arbeitende Gekriech ein viel wirksamerer Vorgang, als die eng einschneidende Bacherosion im Hervorbringen der oberen Gebirgsformen.

Von den Riedelspornen aus gesehen, scheinen die Hauptrücken des Pratomagnogebirges durch zwei oder drei halb versteckte Längstäler getrennt zu sein, die wahrscheinlich in weicheren, NW—SO streichenden Schichtgruppen ausgegraben worden sind; wenn diese Vermutung richtig ist, muß man die Hauptrücken und die Längstäler als subsequent beschreiben. Es ist merkwürdig, daß die Höhe der Hauptrücken sich allmählich gegen Südosten vermindert, obgleich jeder Rücken durch seine ganze Länge aus derselben harten Schichtengruppe zu bestehen scheint. Dieses eigentümliche Verhältnis zwischen Struktur und Form legt die Vermutung nahe, daß wir in den allmählich sich senkenden Rücken die verschwindenden, kaum mehr erkennbaren Reste einer früher fast flach abgetragenen, dann schief gehobenen und jetzt tief zerschnittenen Gebirgsscholle sehen, deren ehemalig flach abgetragene Form einen gegenwärtigen geographischen Wert besitzt, weil sie uns die allmähliche Höhenabnahme der Pratomagnogebirgsrücken gegen Südosten vernünftig erklärt und uns durch diese Erklärung für die heutigen Hauptformen dieser Gebirge eine erklärende Beschreibung vorzuschlagen ermöglicht. Vielleicht steht das regionale Verbiegen oder Verziehen dieses Gebietes, durch welches die Auffüllung der früheren Täler hervorgebracht wurde, in Zusammenhang mit den späteren Phasen dieser Umformung; allein über die nähere Natur der Umformung wage ich nichts Bestimmtes zu behaupten.

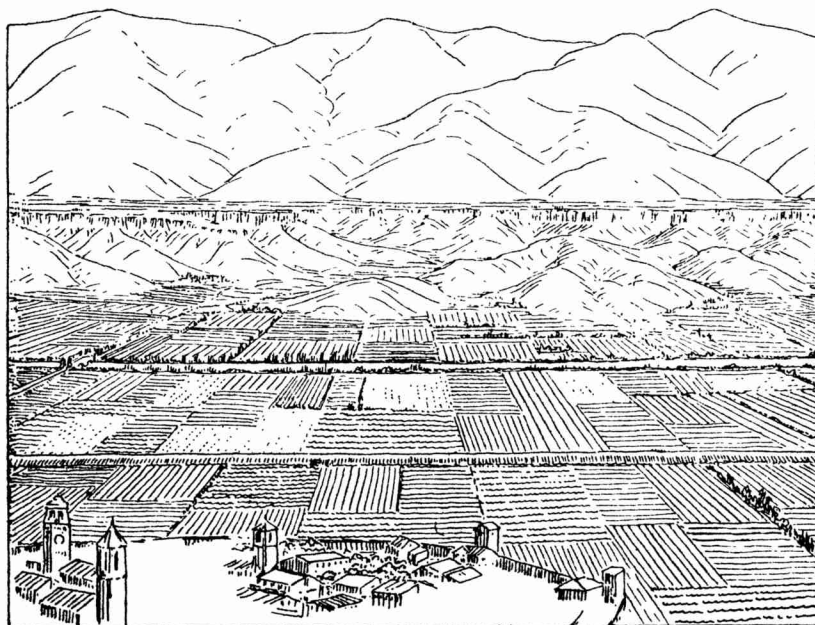
Die meisten der hier beschriebenen Züge sieht man ausgezeichnet, wenn man in der Höhe der durchtalteten Ebene am Ende irgendeines der vielen weit vorrückenden Riedel steht. Um eine richtige Auffassung des Gebietes zu bekommen, muß man allerdings aus dem Valdarnoboden auf einen Rest der Ebene steigen. Wenn man im Val bleibt, scheint das Relief ungemein wechselvoll, von einem Riedel aber nimmt man wahr, daß die Oberfläche aller Riedel in dieselbe Ebene zusammenfällt. Einen der besten Aussichtspunkte findet man auf einem Riedelspornende, das sich auf der linken Seite des Vals und unterhalb seines Mittelpunktes, hinter Figline, erhebt; die von dort aus gesehene Landschaft ist in vereinfachter Form in Abbildung 53¹⁾ dargestellt, die ich im Sommer 1908 skizzierte. Das alte Städtchen mit seiner gut erhaltenen Mauer liegt dicht am Spornfuß; die steifen Linien, die ich durch die Valbodenfelder der Einfachheit wegen zeichnete, muß man sich durch Bäume und Reben ersetzt denken. Eine andere

¹⁾ Diese Abbildung ist meiner „Erklärenden Beschreibung der Landformen“ entnommen.

und vielleicht bessere Aussicht gewinnt man von einem Riedelende oberhalb Montevarchi, wo der Anfang des Vals zu sehen ist; diese Aussicht, in die Vogelperspektive übertragen und weit nach Süden ausgedehnt, ist schon in Abbildung 51 eingeführt.

Wenn man sich auf einem solchen Riedelende befindet, wie tief muß man diese schöne italienische Landschaft bewundern! Das Becken erfreut sich eines günstigen Klimas und ist daher fast allenthalben — nur die ausnahmsweise vorkommenden Steilwände und Badlands ausgenommen — mit kleinen Dörfern, Gehöften und Meiereien besetzt und überall mit Ölbäumen und Reben bepflanzt. Da und dort auf Spornenden, die sich so

Abbild. 53.



Die Beckenebene des Valdarno bei Figline gegen Nordosten gesehen.

sehr als beherrschende Aussichtspunkte eignen, erblickt man ansehnliche, ja fürstliche Villen. Der fruchtbare Valboden ist durch dichte Bevölkerung, intensiven Anbau, industrielle Anlagen und tätigen Verkehr gekennzeichnet. Auf der anmutig wechselnden Oberfläche der zerschnittenen Riedel treibt man ein rühriges, ausschließlich landwirtschaftliches Leben; dort kann man fast überall wandern und Bekanntschaft mit den freundlichen Bauern machen, während sie ihre Reben besorgen oder Weintrauben sammeln. Über die Ebene, im Hintergrund der beiden Beckenseiten, erheben sich die umgebenden Gebirge, deren untere Gehänge mit Häusern übersät sind und deren kahle, abgerundete, höhere Formen so beredt von

der langen Zeit Kunde geben, in der sie dem Wetter ausgesetzt waren. Für sie sind die Auffüllung und die Ausräumung des Beckens nur eine kurze Episode ihrer langen und verwickelten Geschichte, gerade wie in der Beckengeschichte der heutige Valdarno nur eine vorübergehende Phase ist. Wie schön aber ist diese Phase!

Über Erdfließen im norddeutschen Flachlande.

Von Dr. Bernhard Brandt, dz. im Felde.

In einigen Tälern des Fläming, des südlichen Höhenrückens im norddeutschen Flachlande, deren Veränderungen ich seit geraumer Zeit systematisch untersuche, bemerkte ich am Ende der Schneeschmelze des Winters 1913 zu 1914 an den Gehängen Bodenversetzungen, die auf den ersten Blick ihr Entstehen durch Erdfließen verrieten. Die eingehende Beobachtung der Fließmassen lehrte eine Anzahl Merkmale kennen, die geeignet erschienen, Licht auf die Vorgänge zu werfen, deren Wirkung hier vorlag. Weitere Untersuchungen zeigten, daß es sich um eine Erscheinung von größerer Verbreitung handelt. Da nun das Problem des Erdfließens noch manche offene Frage enthält und Beobachtungsmaterial aus Gegenden gemäßigten Klimas noch nicht reichlich vorliegt, so glaube ich einen kleinen Beitrag zur Lösung liefern zu können durch die Beschreibung, durch den Versuch aus den einzelnen Merkmalen auf die Mechanik des Fließens zu schließen und durch die Untersuchung der morphologischen Bedeutung des Erdfließens für unsere Gegend.

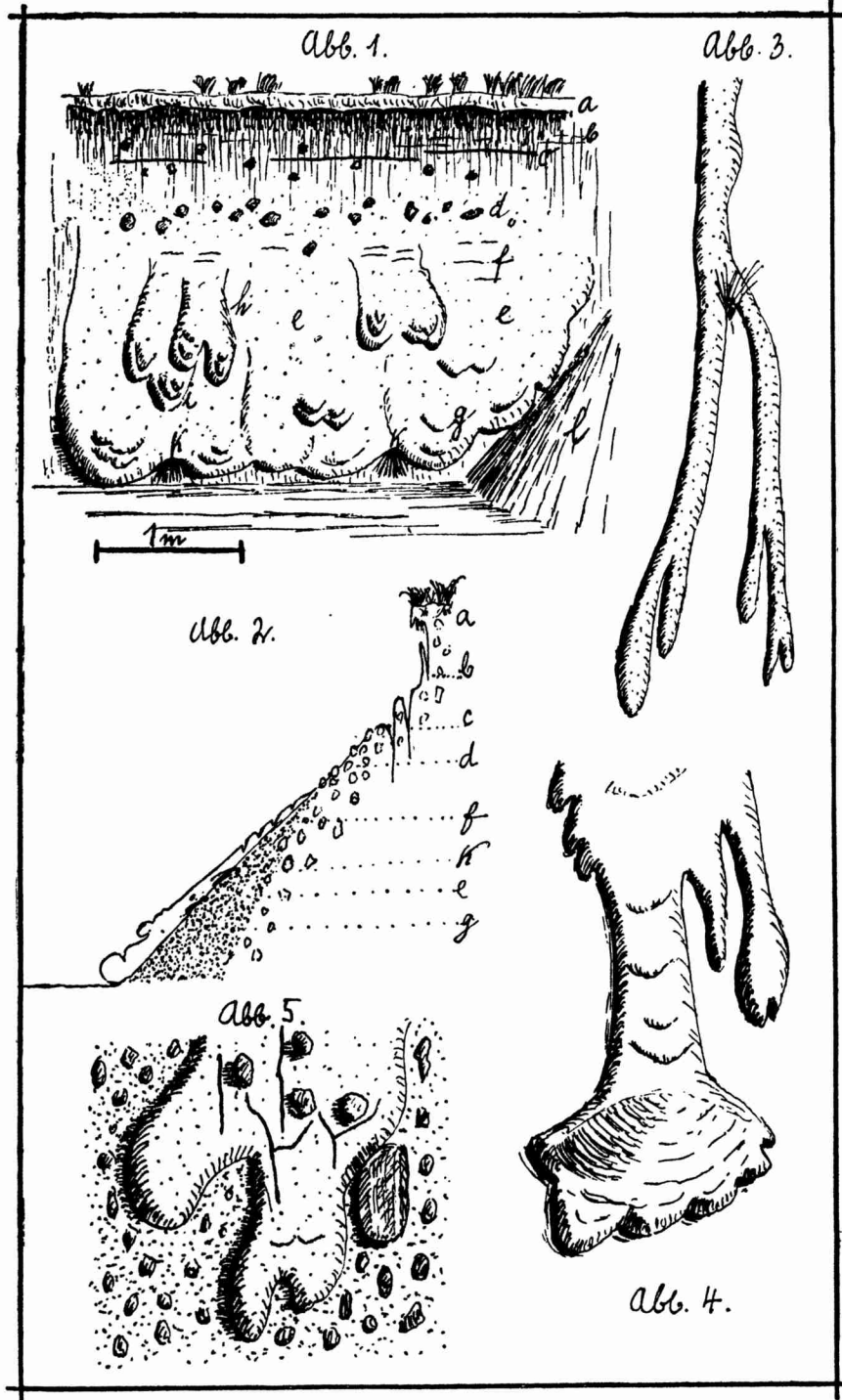
Die Täler, in welchen Erdfließen beobachtet wurde, sind größtenteils steilwandig in die Hochfläche eingerissene, meist trockene Schluchten von einer sonst im norddeutschen Flachlande ungewöhnlichen Form. Ihrer auffälligen Erscheinung entspricht ein besonderer Lokalname, der sie als „Rummeln“ bezeichnet. Die Hänge dieser Trockentäler sind vielfach völlig kahl oder nur von ganz spärlicher Vegetation bedeckt, namentlich die der Sonnenbestrahlung am meisten ausgesetzten Nordhänge. An solchen mehr oder weniger kahlen Hängen zeigte sich die Erscheinung des Erdfließens in verschiedenen Formen, die nun durch einige Beispiele erläutert werden mögen.

Die Formen der Fließerde.

Der im Mittel 45° geböschte Nordhang eines in Geschiebemergel eingeschnittenen Tälchens, der während des Sommers keine nennenswerte Abtragung erfahren hatte, gewährte nach dem Abschmelzen der Schnee-

decke ein Bild, wie es in den Abbildungen 1 und 2 zu skizzieren versucht worden ist. Unterhalb der etwas überhängenden Vegetationsdecke (a) war der Hang eine kurze Strecke nahezu senkrecht geböschet. Schmale Spalten (b) trennten feine Lamellen feuchten Sandes von der Bodenmasse ab. Darauf folgten weiter abwärts einige tiefe, lange und breite Klüfte (c) und hierauf eine Zone, welche durch das Anstehen zahlreicher grober Bestandteile des Geschiebemergels ausgezeichnet war (d). Diese Zone wurde nach unten in ziemlich horizontaler Richtung gegen den nun folgenden Gehängerest (e) abgegrenzt; der aus einer nach unten an Mächtigkeit zunehmenden zusammenhängenden Decke feuchten plastischen Bodens bestand, deren Ränder unregelmäßig ausgebuchtet, dick und wulstig waren. Ihrer Oberfläche fehlten gröbere Bestandteile des Geschiebemergels völlig. In den obersten Teilen war ihr Zusammenhang durch zahlreiche kurze, schmale und oberflächliche Risse (f) getrennt, die nach unten zu seltener wurden. Die Decke war abwärts zunehmend uneben und von zahlreichen kleinen buckelförmigen Erhebungen, Runzeln und Wülsten (g) bedeckt, die teils in der Längsrichtung, teils quer verliefen und vielfach deutlich als die Ränder eines Schlammstromes zu erkennen waren. Die ganze Decke machte den Eindruck, als bestände sie aus zahlreichen, einem gemeinsamen Wurzelgebiete entspringenden, zusammengeflossenen Strömen, deren gemeinsamer Oberfläche noch einige isolierte Ströme oder Miniaturdecken (h) aufgesetzt wären. Die gemeinsame Randpartie der Decke sowie die Stirnen der aufgesetzten Ströme waren besonders stark mit parallelen erhabenen Wülsten (i) bedeckt. Der Rand der Decke erreichte stellenweise gerade den Boden des Tales, an anderen Stellen endete er auf dem Gehänge. Dieser Unterschied und die unregelmäßige Begrenzung der Stirn der Decke standen, wie der Augenschein lehrte, in Beziehung zu Büscheln von Vegetation (k) und zu plötzlicher Verminderung des Gefälles infolge vorgelagerter Abrutschmassen (l). Die Länge der zusammenhängenden Decke maß, etwa 3 m, ihre durchschnittliche Breite betrug 1,50 m. Ihre Ausdehnung deckte sich mit dem unteren Teile des vegetationslosen Gehängeabschnittes. Der Eindruck einer deckenförmigen Auflagerung wurde dadurch erhöht, daß eine Auflagerungsfläche gegen das Gehänge einigermaßen deutlich festzustellen war (Abb. 2). In den tieferen Partien konnte man Schollen der Auflagerung unverletzt als Ganzes abheben. Weiter oben gaben vereinzelte zugedckte Grasbüschel (k) die Unterkante an. Diese Merkmale ergaben, daß die Bodenbedeckung unterhalb der Zone der Steinanreicherung mit einem Minimum an Masse begann und nach unten stetig an Mächtigkeit zunahm. Das Material der Auflagerung war in seiner ganzen Verbreitung homogen und bestand aus feinem, von gröberen Beimengungen freien, feuchten, etwas sandigen Lehm von zäher plastischer

Abbild. 54.



Konsistenz. Das Gehänge ließ, soweit es unbedeckt war, Geschiebemergel sehen. Die Basis der Auflagerung hatte aber nicht die gleiche Gesteinsbeschaffenheit wie das übrige Gehänge, sondern bestand aus feinem, steinfreien Boden, der am unteren Rande der Auflagerung erst in etwa 40 cm Tiefe Geschiebe enthielt. Gehängeaufwärts nahm die Mächtigkeit dieser Schicht ab, wie es Abbildung 2 zeigt. Es war also eine steinfreie Schicht zwischen das aus Geschiebemergel bestehende Gehänge und die Auflagerung eingeschaltet.

Erscheinungen wie die eben beschriebenen befanden sich im Gebiete der Rummeln auch an anderen Stellen sowie an einigen künstlichen Aufschlüssen. Einige Fundstellen wichen indessen in einzelnen Punkten von dem angeführten Beispiel ab, so daß sie besonders beschrieben werden müssen.

In einem anderen Tälchen war das Nordgehänge auf eine Strecke von etwa 40 m von Vegetation fast völlig entblößt. Das Gehänge war infolge von Abstürzen und seitlichen Einrissen unregelmäßiger gestaltet als das des ersten Beispiels und zeigte größere Unterschiede der Böschungswinkel. Ferner war das Erdreich des Talhanges nicht so homogen wie beim ersten Beispiel, sondern bald sandig, bald lehmig, bald mit größeren Geschieben gespickt. Die obere Partie des Gehänges glich mit seiner von der Vegetationsnarbe überragten Hohlkehle, mit Spalten und Klüften dem erstbeschriebenen Beispiele, im übrigen aber war die zonenförmige Gliederung des Gehänges in Übereinstimmung mit der wechselnden Gesteinsbeschaffenheit und der veränderlichen Böschung nicht so deutlich ausgesprochen. Die Deckenform der Auflagerung trat in diesem Tale nur untergeordnet auf, dagegen war das ganze Gehänge von einer großen Anzahl von Einzelströmen überdeckt, die in gesonderten Gebieten entsprangen, sich verzweigten und stellenweise wieder zusammenflossen, so daß sie größere Gebiete unbedeckten Bodens umgrenzten oder Inseln eines solchen innerhalb der Strombahn freiließen. Die Unregelmäßigkeiten der Umrisse und die Verzweigungen standen auch hier in Beziehung zu Grasbüscheln, nur mit dem Unterschiede, daß bisweilen schon wenige dürftige Halme, die im Falle des ersten Beispiels bedeckt worden wären, hier offenbar eine Teilung des Stromes hervorgerufen hatten (Abb. 3). Die Ströme erreichten vielfach die Sohle des Tales und endigten hier mit einer massigen, nach allen Seiten geböschten, von Runzeln überzogenen Zunge. (Abb. 4). Manche waren kurz und gedrungen und erinnerten etwas an die Deckenform, die meisten aber waren lang und schmal. Die Mächtigkeit war im einzelnen meist gut abschätzbar, da man ganze Partien der Ströme von der Unterlage abheben konnte. Die Dicke der Zunge übertraf im allgemeinen die mittlere Mächtigkeit des Stirnrandes der Decke des

ersten Beispiels. Die Zusammensetzung des aufgelagerten Bodens zeigte Verschiedenheiten. Die kurzen gedrungenen kleineren Decken ähnlichen Ströme waren lehmig und steinfrei wie die Decke des ersten Beispiels. Dagegen war die Konsistenz der schmalen, langen Ströme meist — nicht durchweg — von geringerer Zähigkeit und Plastizität. Während man das Deckenmaterial in beliebige Formen kneten konnte, zerrieb sich das der Ströme zu einem feinen Sande. Der Wechsel in der Gesteinsbeschaffenheit der Unterlage und das Vorherrschen steinfreien Sandes ließen keine Beobachtung über eine zwischen Anstehendes und Auflagerung eingeschaltete Schicht steinfreien Bodens zu.

Eine weitere bemerkenswerte Abweichung zeigte ein drittes Beispiel (Abb. 5). Hier lag ein kurzer gedrungener Strom plastischen, lehmigen Sandes auf einem von groben Steinen gespickten Geschiebemergelhang. Über die Oberfläche der Auflagerung waren Steine regellos verstreut, die alle ein wenig eingesunken waren. Im Bereiche solcher Steinbestreuungen sah man Risse geringer Tiefe und Länge, die z. T. längs der Stromrichtung, z. T. quer, z. T. in den Resultierenden dieser beiden Richtungen verliefen.

Bodenauflagerungen in der Art der beschriebenen waren nach der Schneeschmelze an vegetationsfreien, aus Geschiebemergel oder lehmigem Sand bestehenden Hängen häufig zu beobachten. In rein sandigem oder kiesigem Boden fehlten sie ganz. Auch waren sehr steile Hänge frei von Auflagerungen.

Die beobachteten Gehänge wurden in der fraglichen Zeit durch die Witterung folgendermaßen beeinflusst: Dezember 1913 starke Landregen, Ende Dezember 1913 bis Anfang Februar 1914 Schneebedeckung, Anfang Februar Schwinden des letzten Schnees und Auftreten der Fließerscheinungen. Bestand bei frost- und regenfreiem Wetter bis Mitte Februar, dann Regen und allmähliche Vernichtung der Formen.

Der Vorgang des Erdfließens.

Die Fluidalstruktur und die Plastizität der aufgelagerten Bodenmassen, ihr Verhalten zur Unterlage und zur Vegetation lassen keinen Zweifel bestehen, daß wir es mit Beispielen von Solifluktion oder Erdfließen zu tun haben. Da vor der Bedeckung der Gehänge mit Schnee Formen von Fließerde nicht beobachtet und kurze Zeit nach der Schneeschmelze die Spuren wieder vernichtet worden waren, so liegt in den Veränderungen der Gehänge vom Beginne des Schneefalls bis zum Fallen der ersten größeren Regen der Verlauf eines einzigen unkomplizierten Solifluktionsvorganges mit allen seinen Vorbedingungen und Folgen vor. Diese einfachen Verhältnisse und die geringen Maße der Fließerde

fordern auf, die Einzelercheinungen zu untersuchen und, soweit es möglich ist, aus den vorliegenden Formen Rückschlüsse auf den Vorgang zu folgern.

Die Veränderungen, die wir am Gehänge wahrgenommen haben, entfallen auf zwei Zonen, eine obere, ausgezeichnet durch Spalten, Klüfte, Geschiebeanreicherung und Mangel an Auflagerungen und eine untere, bestehend aus aufgelagertem Boden von wechselnder Mächtigkeit, von mannigfaltiger Begrenzung, oben von kleinen Rissen und Runzeln bedeckt.

Die Untersuchung der Konsistenz der aufgelagerten Bodenmassen hatte ergeben, daß bei gleichem Böschungswinkel des Gehänges im allgemeinen die Decken aus lehmigem, plastischen, die Ströme aus sandig-lehmigem, weniger zähen Material bestehen. Die Ränder der Decken sind gewölbt und runzelig, die der Ströme meist glatt. Wo ein Hindernis in der Fließbahn lag, z. B. ein Grasbüschel, hatten die Decken es entweder zugedeckt und ihren Weg fortgesetzt, ohne in ihrer Gestalt beeinträchtigt zu werden, oder sie hatten sich hinaufgeschoben und dabei kräftige Grasbüschel niedergedrückt. Bei den Strömen aber hatte vielfach ein geringes Hindernis genügt, um den Strom aus seiner Bahn zu lenken. Wenige dürrtartige Grashalme, die von Decken ohne weiteres überflossen werden, hatten bisweilen eine Teilung und Verzweigung des Stromes veranlaßt. Dieses verschiedene Verhalten beruht auf dem verschiedenen Grade der Kohärenz der einzelnen Fließerdepartikel, die beim lehmigen Boden größer ist als beim sandig-lehmigen und daher zur Ausbildung fest zusammenhängender, zur Teilung und Verzweigung nicht neigender Decken führt, während die geringere Kohärenz sandig-lehmiger Fließerde schon durch geringe Hindernisse aufgehoben wird und die Ausbildung verzweigter Ströme im Gefolge hat. Die äußere Form der Auflagerung — Decke oder Strom — ist also bei gleichem Böschungswinkel abhängig vom Grade der Kohärenz der Fließerde und diese steht offenbar in direktem Verhältnis zum Tongehalte.

Weitere Unterschiede bestehen zwischen Decke und Strom in der Verteilung ihrer Masse. Die Mächtigkeit der Decken nimmt von oben nach unten langsam und stetig zu, bei der Mehrzahl der Ströme hingegen folgt auf eine lange obere Verlaufstrecke annähernd gleichförmiger geringerer Mächtigkeit eine abgesetzte massige Zunge. Ferner ist bemerkenswert, daß die Ränder der Decken meist auf dem Hange lagen und in günstigen Fällen den Fuß gerade erreichten. Die Zungen der Ströme hingegen waren sehr häufig bis auf die Talsohle gelangt und hatten sie z. T. bedeckt, so daß ein beträchtlicher Teil der Fließerde zur Ruhe gekommen war. Das besagt, daß die Ströme ihrem Endziele, dem Transport von Boden des Gehänges auf die Talsohle nähergekommen waren als die Decken,

also eine bedeutendere Bodenumlagerung vollbracht hatten als diese.

Als ich die Fließmassen zum ersten Male untersuchte, war das Material der Decken noch sehr plastisch. Die Folgezeit erwies zwar, daß es seine Fließfähigkeit für die zugehörige Böschung bereits verloren hatte, möglicherweise war es aber noch latent fließfähig, und wahrscheinlich hätte eine geringe Feuchtigkeitszunahme genügt, um es wieder zum Fließen zu bringen. Zu derselben Zeit hatten die mehr sandigen stromförmigen Fließmassen schon jede Plastizität verloren und waren von der Grenze ihrer Fließfähigkeit weiter entfernt als der Lehm der Decken. Dieses Verhalten ist leicht verständlich. Die Abnahme der Fließfähigkeit beruht nur auf der Feuchtigkeitsentziehung durch Verdunstung. Das große Porenvolumen und der geringere Tongehalt der sandig-lehmigen stromförmigen Fließerde leistet einer rascheren Verdunstung Vorschub, während die wenig porösen tonigen Bodenmassen der Decken ihr Wasser langsam abgeben. Diese Beziehung gestattet den umgekehrten Schluß, daß bei größerem Porenvolumen die Durchfeuchtung und mit ihr die Fließfähigkeit rascher eintritt, d. h. daß die Ströme eher zu fließen beginnen als die Decken. Wenn nun aber die Ströme ihre Fließfähigkeit eher erlangen und früher verloren haben als die Decken, so müssen sie ihre größere Leistung an Bodenumlagerung in kürzerer Zeit erreicht haben als jene ihre geringere. Die Ströme müssen also rascher geflossen sein als die Decken.

Es wäre ein Irrtum zu glauben, daß das fließfähigste Material, Ton oder Lehm, sich auch am ersten abwärts bewegen müsse. Ich habe in den Rummeln auch im Sommer nach heftigen Regengüssen Schlammströme beobachtet, deren Material teils von momentanen Wasseradern von der Hochfläche in die Täler gespült war, teils vom Gehänge selbst stammte. Diese Ströme hatten das Aussehen der jetzt besprochenen, sie hatten Neigung zur Verzweigung und besaßen ein kolbenförmiges Zungenende. Ihr Material war inhomogen und zeigte keine Spur von Sedimentierung, war also nicht von Wasser abgesetzt, sondern tatsächlich als Schlammstrom geflossen. Deckenförmige Fließerde habe ich bei systematischer Untersuchung im Sommer niemals beobachtet. Sicher aus dem Grunde, weil die heftige, aber kurze Benetzung zwar ausgiebig genug gewesen war, um sandig-lehmige Fließmassen mit großem Porenvolumen in Bewegung zu setzen, aber nicht genügt hatte, den Lehm Boden bis zur Fließfähigkeit zu durchfeuchten. Die Feuchtigkeitskapazität, die zum Fließen notwendig ist, ist eben für Ton und Lehm groß, für sandig-lehmigen Boden gering.

Der Eintritt des Fließens oder die Fließmöglichkeit ist demzufolge nicht vom Grade der Fließfähigkeit, also vom Tongehalt abhängig, sondern von einem Optimum, welches eintritt, wenn der Boden

genügend Tongehalt hat, um fließen zu können und ein genügend großes Porenvolumen, um sich rasch mit Feuchtigkeit zu sättigen. Die Ströme mit ihrem schnellen Einsetzen, ihrem raschen Fließen, ihrer relativ großen Leistung und ihrem baldigen Erlahmen stehen als akute Form des Fließens den in subchronischem Tempo fließenden Decken gegenüber, die sich allmählich in Bewegung setzen, langsam abwärtsgleiten, weniger umgestalten und unmerklich wieder zur Ruhe kommen. Das zeigt sich auch im großen. Die durch starke Regen verursachten Schuttströme vegetationsarmer Gebirgsregionen wirken katastrophal, fließende Tongehänge dagegen rufen dauernd kleine Veränderungen hervor und werden erst bedrohlich, wenn eine Gelegenheitsursache ihre ganze latente Kraft mit einem Male auslöst.

Ich stelle mir den Vorgang der Bodenbewegungen in unseren Beispielen auf Grund vorstehender Beobachtungen und Überlegungen folgendermaßen vor: Der Schnee schmilzt ab, die Gehänge werden durchfeuchtet und beginnen je nach ihrer Fließmöglichkeit zeitlich abgestuft zu fließen; zuerst die leichten Fließerden als rasche Ströme, die bald die Talsohle erreichen, dann die zäheren als träge Decken. Gleichzeitig mit der Entfernung der Schneedecke setzt auch die Verdunstung ein, die den Strömen rasch, den Decken langsam ihre Feuchtigkeit entzieht. Die Ströme erlahmen schnell, haben aber ihre Arbeit zum größten Teil vollbracht, der Deckenfluß erstirbt langsam, ohne das Ziel, den Talboden zu erreichen.

Es ist klar, daß die äußere Form, abgesehen von der Beschaffenheit des Bodens, auch vom Böschungswinkel des Hanges abhängig ist, daß bei großer Steilheit stark tonige Fließerde auch Stromform annehmen und zur Strombildung neigende bei kleinem Böschungswinkel auch mehr oder weniger deckenförmig fließen kann oder daß endlich die gleiche Fließmasse bei wechselnder Böschung bald die eine, bald die andere Form annimmt. Jeder Modus war durch Beispiele vertreten.

Wir hatten bisher den ganzen Solifluktionvorgang, dessen Effekt wir beobachteten, als einen einmaligen ungestörten Akt aufgefaßt und die Berechtigung dazu den meteorologischen Zuständen entnommen, die in der fraglichen Zeit geherrscht und die Komplikationen durch neue Niederschläge oder eingreifende Temperaturschwankungen ausgeschlossen hatten. Weil also mit neuer Durchfeuchtung und mit Regelationsprozessen nicht gerechnet zu werden braucht, durften wir annehmen, daß der Gang des Erdfließens sich ungestört abgewickelt und weder Beschleunigung noch Unterbrechungen erfahren hat. Indessen sind auf der Oberfläche der Fließerde Anzeichen dafür zu finden, daß der Fließvorgang stellenweise in mehrere Akte zerfällt, der Auflagerung sind nämlich noch einzelne Miniaturdecken aufgesetzt. Diese könnten ihre Gestalt nicht so gut bewahrt haben, wenn sie nicht auf schon relativ zur Ruhe gekommenen

Boden aufgelagert worden wären, sie müssen also später geflossen sein als ihre Unterlage. Die Ursache des phasenhaften Fließens kann nach Ausschluß von Komplikationen seitens der meteorologischen Faktoren nur in der Zusammensetzung der Fließerde liegen. Es ist leicht vorstellbar, daß innerhalb eines Geschiebemergelhanges die Gesteinsbeschaffenheit einzelner Partien abweicht, was örtliche Unterschiede im Eintritt des Fließens zur Folge hat. Aber auch bei gleichartigem Material können kleine äußerliche Umstände Zufälligkeiten des Gehängeverlaufes, örtlich vermehrte Exposition gegen die Sonnenstrahlung, Bodenspalten usw. einzelne Partien benachteiligen und den Eintritt des Fließens verzögern, so daß das Tempo des Fließens nicht einheitlich ist. Dieselben Ursachen, welche den Formenunterschied von Strom und Decke im großen hervorriefen, sind auch innerhalb der Decke selbst wirksam. Dem bei der Gegenüberstellung von Strom und Decke geschlossenem zeitlich verschiedenen Verlauf des Fließens entspricht hier innerhalb der Decke — gleichsam eine Probe aufs Exempel — die sichtbare phasenhafte Überlagerung verschieden alter Fließerden.

Mit den aufgelagerten Miniaturdecken ist ein Oberflächenmerkmal des Fließhanges berührt worden. Die Umrandungen dieser sekundären Decken entsprechen vollständig denen der Hauptdecke, die wallartig konvex nach unten gewölbten Stirnen erscheinen als Runzeln der Decke, von deren Enden aus die Seitenränder nach dem gemeinsamen Wurzelgebiet der Fließerde ziehen. Daneben kommen nun ganz ähnliche kürzere Runzeln vor, die sich nicht in vertikal verlaufende Seitenränder fortsetzen, sondern wurzellos sind (Abb. 1 g). Wie kommen diese Runzeln zustande? Sind es die Stirnen weiterer aufgesetzter Miniaturdecken, deren Seitenränder verschwunden sind? Da die Seitenränder stets bis ins Wurzelgebiet der Decke verfolgbar sind und diese Art von Runzeln vorwiegend in den unteren Randpartien der Decke liegen, so müßten sie langen, stromartigen Sekundärdecken angehören. Das Fehlen der Seitenränder ist schwer verständlich, denn man sieht vielfach, daß auf Sekundärdecken, deren Ränder gut erhalten sind, solche wurzellose Runzeln sich befinden. Wären es Stirnen noch jüngerer Auflagerungen, wie kommt es dann, daß ihre Seitenränder vernichtet, die der älteren Auflagerung aber gut erhalten sind? Und welche Kraft sollte die Ränder so selektiv vernichtet haben, wo weder neue Niederschläge, noch Frost, noch erhebliche Austrocknung den Fließverlauf unterbrochen haben!

Nun könnten diese Runzeln aber die Stirnen ganz kleiner Miniaturdecken sein, die kurz oberhalb, also im geflossenen Boden selbst wurzeln. Diese Möglichkeit ist nicht von der Hand zu weisen, da ja im Laufe der Verdunstung infolge geringer Unterschiede in der Gesteinszu-

sammensetzung das Fließen ebenso abgestuft erlischt, wie es oben im Wurzelgebiete eintrat. Es ist also verständlich, daß auch im geflossenen Boden noch örtlich Verschiedenheiten der Fließdauer eintreten können. Vielleicht verdanken die ganz kleinen buckelförmigen Erhebungen der Oberfläche solchen Vorgängen ihre Entstehung. Wenn aber das abgestufte Erlöschen der Fließfähigkeit die alleinige Ursache der wurzellosen Runzeln wäre, so müßte, da ja die Austrocknung auf der ganzen Oberfläche gleichmäßig wirksam ist, verlangt werden können, daß diese Runzeln sich einigermaßen gleichmäßig über die ganze Decke verteilen, wie es die kleinen buckelförmigen Unebenheiten tun. Eine derartige Verteilung findet aber nicht statt, sondern die wurzellosen Runzeln treten gehäuft an den Stirnen der Fließerde auf. Endlich sind die Runzeln häufig derart gewölbt, daß sie ein leises Gefälle hangaufwärts haben, was gegen ihre Deutung als Stirnen sekundärer Decken spricht (Abb. 2). Es ergibt sich also kein Anhaltspunkt dafür, daß sie durch sekundäre Auflagerung entstanden sind, und wir müssen ihre weitere Betrachtung deshalb aufschieben, bis wir brauchbare Hinweise auf ihre Entstehung erhalten haben.

Es ist zum Verständnis der weiteren Einzelformen notwendig, zu einer Vorstellung über die Mechanik des Erdfließens zu gelangen. Der Eintritt des Fließens erfolgt, wenn infolge der Feuchtigkeitsaufnahme der Zusammenhang der Fließerdepartikel so weit gelockert ist, daß die Adhäsion der Bodenmassen an ihre Unterlage aufgehoben wird und sie sich der Schwere folgend so lange abwärts bewegen, als eine geneigte Bahn vorhanden ist oder so lange die Reibung der Fließerde zu gering ist, um eine erneute Adhäsion an die Unterlage zu bewirken. Die Geschwindigkeit dieser Bewegung hängt vom Böschungswinkel ab, ihre Richtung läßt sich in zwei Komponenten zerlegen, eine vertikale vom Niveau der Ursprungsstelle nach jenem der Talsohle gerichtete, und eine horizontale, die parallel der Horizontalprojektion der Fließrichtung verläuft. Nun ist zweifellos die äußere gegen die feste Gleitbahn gerichtete Reibung größer als die innere zwischen den Fließerdepartikeln. Da ferner die Oberfläche der Fließerde von Beginn an eine stetige Austrocknung erfährt, so scheidet sich die Fließmasse in eine äußere weniger fließfähige, aber elastische Haut und in einen inneren Kern ursprünglicher Fließfähigkeit. Die Reibung in der äußeren Haut selbst und die der Haut gegen den Kern sind größer als die Reibung in der Fließmasse des Kernes. Daraus folgt, daß a priori kompliziertere Bewegungsvorgänge der Fließerde angenommen werden müssen als ein einfaches Gleiten, Bewegungen, deren Richtung zwar in denselben Komponenten verläuft und also den gleichen Endeffekt hat wie das einfache Gleiten, wegen ihrer Kräfteäußerungen gegen Unterlage und Oberfläche aber besonders berücksichtigt werden müssen.

Die vertikale Bewegungskomponente fließender Massen, gleichzeitig ob Wasser, Eis oder Fließerde, muß auf den Untergrund eine lockernde und abtragende Wirkung ausüben¹⁾. In postglazialen Tälern, die nachweislich durch Solifluktion bearbeitet worden sind, ist die abtragende Wirkung des fließenden Bodens deutlich erkannt worden, zuerst in sehr lehrreichen Aufschlüssen durch Passarge²⁾ in Thüringen; später gelang es mir selbst, typische Aufschlüsse im Erzgebirge zu finden. Alle diese Befunde lehrten, daß Bestandteile des Liegenden unter erheblichen Störungen der Unterlage in die Fließmasse aufgenommen worden waren. In diesen Störungen, die mit einem einfachen Abwärtsgleiten unvereinbar sind, möchte ich Wirkungen der erwähnten komplizierten Bewegungsvorgänge erblicken. In den vorliegenden Fällen war von alledem nichts zu sehen, z. T. war es überhaupt unmöglich, Unterlage und Auflagerungen zu trennen, z. T. erwies sich erstere so glatt und unverletzt, daß man tatsächlich den Eindruck gewinnen konnte, als seien die Fließmassen auf einer glatten Bahn abgerutscht. Der Mangel an sichtbaren Zeichen der Bodenbearbeitung beruht aber offenbar nur auf der geringen Mächtigkeit der Fließerde und der kurzen Dauer ihrer Wirksamkeit. Man kann daher aus dem negativen Befunde keine allgemeinen Schlüsse ziehen.

Die horizontal gerichtete Komponente der Fließbewegung übt, solange die Fließerde in ganzer Mächtigkeit fließfähig ist, natürlich keine Wirkung von Dauer aus. Das wird aber anders, sobald infolge oberflächlichen Feuchtigkeitsverlustes die Differenzierung in einen stärker fließenden Kern und in eine geringer bewegliche oder endlich gar nicht mehr fließende äußere Haut eingetreten ist. Dann ist einmal für die horizontale Komponente ein Widerstand gegeben, und außerdem werden durch nun auftretende Reibungsdifferenzen komplizierte Bewegungen des Kernes ausgelöst, deren horizontale Komponente gleichfalls gegen die Haut gerichtet ist. Die Fließerde bewegt sich dann ähnlich einem Lavastrome im Beginne des Erkaltes, von einer Haut erstarrenden Materials bedeckt, abwärts. Die Haut der überwiegend lehmigen Fließerde verliert nun infolge ihrer hohen Feuchtigkeitskapazität ihre Plastizität nur langsam, bleibt dehnbar und besitzt genügend Elastizität, um der Spannung seitens des Kernes zu widerstehen, ohne zu reißen, ist aber doch nicht mehr in der Lage, die durch die Kräfteäußerungen des Inneren hervorgerufenen Veränderungen völlig auszugleichen. Im oberen Teile der Fließmasse

¹⁾ Streng genommen muß man die vertikale Komponente des Fließens noch einmal zerlegen in eine rechtwinklig zur Gleitbahn gerichtete und eine der Gleitbahn parallele, jene lockert, diese trägt ab.

²⁾ Morphologie des Messtischblattes Stadtrenda. Mitt. d. Geogr. Ges. in Hamburg, Band XXVIII.

werden Beanspruchungen der Haut durch den Kern seltener sein, weil ja dieser beim geringsten Widerstand nach unten auszuweichen bestrebt sein wird. Der obere Teil ist das Gebiet vorwiegender Wirksamkeit der vertikalen Komponente. Anders im Stirngebiete. Während des ersten Aktes des Fließvorganges, wo noch alles Material fließt, unterscheidet sich die Stirn nicht wesentlich von jedem anderen Punkte der Fließmasse. Ihre Bewegung erfolgt durch Gleiten infolge aufgehobener Adhäsion an die Bahn und wird modifiziert durch komplizierte Bewegungen infolge von Reibungsunterschieden der Fließpartikel. Der zweite Akt beginnt, sobald infolge der Austrocknung die Anlage einer dünnen minder fließfähigen Haut vollzogen ist, also mit beginnender Wirksamkeit eines äußeren Widerstandes. Zunächst ist die Haut noch so wenig widerstandsfähig, daß sie die vorrückende Fließerde auch nicht einen Augenblick aufhalten kann. Man muß eine sich fortwährend erneuende Kontinuitätstrennung der jungen Haut voraussetzen, wobei in die entstandene Lücke Kernmaterial eintritt und sie infolge Austrocknens verschließen würde, wenn sich nicht der Prozeß wiederholen und neues Material nachrücken würde. Dieser Akt unterscheidet sich äußerlich in keiner Weise vom ersten, ist aber theoretisch ein Postulat, um den Übergang zum dritten Akte zu vermitteln, welcher einsetzt, wenn die Haut so stark geworden ist, daß sie dem Drucke des Kernes widerstehen kann. Indem nun ein weiteres Abwärtsgleiten unmöglich, die vertikale Komponente also ausgeschaltet ist, tritt die horizontale die Alleinherrschaft an. Dem ersten gegen die Stirn in horizontaler Richtung ausgeübten Druck vermag die Haut wahrscheinlich noch ein wenig nachzugeben, indem sie sich ausbuchtet, größtenteils aber wird er zurückgeworfen und äußert sich nun, da die Fließmasse den Charakter einer Flüssigkeit hat, nach allen Seiten, wobei sie den geringsten Widerstand von oben erfährt. Sie wird also wesentlich nach oben ausweichen, wodurch eine Anschwellung der Zunge hervorgerufen wird. Damit ist aber nur für kurze Zeit das Gleichgewicht hergestellt, es rückt neues Fließmaterial nach und übt einen allseitigen Druck auf die Haut aus, die sich nun dem vermehrten Kernvolumen dadurch anpaßt, daß sie unter äußerster Nutzbarmachung ihrer Fläche sich möglichst der Kugelgestalt zu nähern bestrebt ist. Infolgedessen hebt sich die Stirn in höchst charakteristischer Weise vom Boden ab und wölbt sich die Oberseite der Stirnpartie kuppelartig nach allen Seiten (Abb. 2). Bei weiterer Druckzunahme gibt die Haut ihre letzten Reserven her, sie spannt die Partien an, die sich am meisten Elastizität bewahrt haben und wölbt sie wulstartig hervor. (Daß innerhalb der Decke Verschiedenheiten in der Plastizität bestehen, war ja früher wahrscheinlich gemacht worden.) Einer noch stärkeren Inanspruchnahme folgt ein Reißen der Haut. In-

dessen tritt dies im Stirngebiet wohl nur ausnahmsweise auf, weil infolge der endständigen Stauung der Druck sehr bald auch die weiter aufwärtsgelegenen Partien beeinflußt und zu denselben Reaktionen zwingt. So kommt es, daß der ganze Erscheinungskomplex sich nach oben mehrfach wiederholt und daß dem Stirnrande nach oben zu kleiner werdende Wülste und Runzeln parallel ziehen. Diese Runzeln sind den Stirnen aufgelagerter Sekundärdecken ähnlich, unterscheiden sich aber von ihnen grundsätzlich durch den Mangel aufwärtsziehender Seitenränder. Damit ist ein zweites Merkmal der Oberfläche verständlich geworden, das erst der Erklärung Schwierigkeiten bereitete. Es versteht sich, daß die oben abstrahierten Phasen zeitlich nicht so scharf zu trennen sind, wie sie für die analytische Betrachtung dargestellt werden müssen, sondern teilweise wohl gleichzeitig eintreten.

In dem vorstehenden Gedankengange ist ein Moment zunächst außer acht gelassen worden. Die Haut der Fließerde war definiert worden als ihre äußere Schicht, welche gerade ihre Fließfähigkeit verloren hat, aber noch genügend Elastizität besitzt, um Druckäußerungen des Kernes Widerstand zu leisten. Infolgedessen muß sich ein irgendwo ausgeübter Druck in der ganzen Ausdehnung der Haut bemerkbar machen und zwar in einer Stärke, die mit der Entfernung von der beanspruchten Stelle abnimmt. Nun ist die Elastizität — von den lokalen Unterschieden abgesehen — nicht gleichmäßig verteilt. Die tieferen Teile sind später geflossen und weniger dem Feuchtigkeitsverluste verfallen, und die stete Anlagerung neuen elastisch werdenden Materials an der Innenseite ersetzt den Elastizitätsverlust der Außenseite. Im Wurzelgebiete dagegen ist die Fließmasse von Anfang an weniger mächtig, und ihr zunehmender Elastizitätsverlust wird mangels Anlagerung von innen nicht ersetzt. Die zwischen Stirn und Wurzelzone liegenden Hauptpartien nehmen eine Mittelstellung ein. Folglich nimmt die Elastizität der Haut von unten nach oben hin ab. Andererseits ist aber der Druck des Kernes auf die Haut an der Stirn am größten und im Wurzelgebiete gleich Null. Solange der Druck des Fließkernes geringer ist als die Gesamtelastizität der Haut wird jede Druckzunahme von einer Reaktion des elastischeren Stirnteiles beantwortet, wächst aber der Druck über den Gesamtwiderstand der Haut, so muß diese nach Ausgabe ihrer letzten Reserven reißen. Die Trennung erfolgt am Orte geringsten Widerstandes, also nicht am Stirnende, sondern im Gebiete geringster Elastizität, in der Wurzelzone. Aus diesem Grunde waren Risse im Stirnteile und Schlammeruptionen nicht nachweisbar. Dagegen werden jetzt die oben beschriebenen kurzen Risse, das dritte Merkmal der Deckenoberfläche, verständlich. Es sind Kontinuitätstrennungen infolge von Zug. Bei einem einfachen, unkomplizierten Fließen

muß das Reißen der Haut erfolgen, da der geschützte Fließkern langsamer seine Feuchtigkeit verliert als die Haut. Das Reißen der Haut ist also ein normales Stadium des Fließvorganges und leitet den vierten Akt ein, in welchem der Drucküberschuß die Fließdecke als Ganzes solange abwärts bewegt, bis die Reibung der sinkenden Haut und des Hanges dem Drucküberschuß das Gleichgewicht hält. Dieser Prozeß kann sich wiederholen, bis der Fließkern so weit zusammengeschrumpft ist, daß die Haut ihn tragen kann. Auf diesen letzten Akt, der sich wahrscheinlich sehr ungleichmäßig über die ganze Decke erstreckt, sind wohl die Unregelmäßigkeiten des Stirnrandes, manche Wulstbildungen und die gelappte Gestalt der unteren Umrandung zurückzuführen. Ferner verursacht wahrscheinlich dieser Vorgang die Tatsache, daß die Decke bisweilen auf gröbere Hindernisse hinaufgeschoben ist, die sie in völlig fließfähigem Zustande wahrscheinlich umgangen haben würde.

Neben den Querrissen im Wurzelgebiete waren im dritten Beispiele Längsrisse beobachtet worden, die in Zusammenhang mit aufgelagerten Steinen standen (Abb. 5). Der Befund ließ darüber im Unklaren, ob diese Steine sich mit der Decke abwärts bewegt hatten oder ob sie nachträglich heruntergerollt und etwas eingesunken waren. Jedenfalls setzten sie den nachrückenden Fließmassen ein Hindernis entgegen und verlangsamten lokal das Fließen, während benachbarte Partien in normalem Tempo weiterflossen. Es mußte dann an der Grenze der verschieden schnell fließenden Partien eine Zerrung der Haut erfolgen, die schließlich zu einer Kontinuitätstrennung in der Stromrichtung führen konnte. Es ist sicher kein Zufall, daß solche Längsrisse meist dicht neben Steinen lagen. Wenn mehrere, den Bodenfluß hemmende Steine dicht beisammenliegen, so können natürlich verwickeltere Zerrungsvorgänge der Haut stattfinden und zu diagonal verlaufenden Rissen führen.

Von anderen Oberflächenerscheinungen, die für Fließerde charakteristisch sind, war in unseren Fällen nichts zu bemerken. Strukturen, die aus der Sortierung des Materials hervorgehen, waren gar nicht zu erwarten, weil einmal die Fließerde homogen war (von dem dritten nicht genügend klaren Beispiel abgesehen) und dann auch die für diese Figuren offenbar wesentliche Regelation gefehlt hatte. Die bei der homogenen Fließerde allein zu erwartende Polygonzeichnung konnte nicht beobachtet werden, weil die hinfalligen Fließformen schon vor Ablauf der dazu erforderlichen Austrocknung durch Regengüsse verwischt wurden.

Das Erdfließen als Agens der Zerstörung.

Nachdem im Vorstehenden versucht worden ist, zum Verständnis der Formen der geflossenen Bodenmassen zu gelangen, tritt die Frage

nach ihrer Herkunft und ihrem Verbleib, mit einem Worte nach dem morphologischen Effekt des Erdfließens an uns heran. Bisher wurde der obere nicht scharf abgrenzbare Teil der Fließerde als Wurzelzone und die ganze entsprechende Hangpartie als Ursprungsgebiet bezeichnet, lediglich wegen der Bequemlichkeit der Benennung. Indessen zeigt eine einfache Überlegung, daß die Herkunft der Fließerde nicht auf dieses Gebiet beschränkt ist. Der vor Eintritt des Fließens unbedeckte Gehägeboden war in seiner ganzen Ausdehnung der Durchfeuchtung und der Fließmöglichkeit in gleichem Maße ausgesetzt, er muß demnach an verschiedenen Stellen gleichzeitig zu fließen begonnen und erst eine zusammenhängende Decke gebildet haben, nachdem die einzelnen Fließpartien konfluiert waren. Darauf weisen Reste von Seitenrändern ursprünglich getrennter Fließmassen hin. Sobald eine Fließdecke entstanden ist, differenziert sich das Quellgebiet. Der obere Teil, die Wurzelzone in der bisher angewendeten Bedeutung, wird immer von fließendem Material entblößt, so daß neuer fließfähiger Boden nachrücken kann. Der untere Teil der Böschung dagegen bleibt von der Fließerde bedeckt, deren wachsende Last wenigstens zum Teil der Weiterbewegung des erstgeflossenen Bodens entgegenwirkt, so daß, wenn überhaupt ein Fließen unter den allochthonen Auflagerungen stattfindet, es an Maß hinter dem in den oberen Teilen des Hanges zurückbleibt. Erst jetzt kann die Wurzelzone als Hauptquellgebiet bezeichnet werden. Die Fließmasse hat also im Anfange eine gewisse Ähnlichkeit mit einem Wasserlaufe, der in allen Teilen seines Verlaufes Zufluß erhält, später nähert sich ihr Verhalten dem eines Gletschers, der nur aus einem am oberen Ende der Bahn liegenden Quellgebiet gespeist wird. Der Hang, der im ersten Beispiele die Fließerde lieferte, besteht aus Geschiebemergel. Indem das fließfähige Material daraus entfernt wird, werden die gröberen Bestandteile freigelegt und erfahren, soweit sie nicht ihres Haltes beraubt abstürzen, eine relative Anreicherung. Dieser Reichtum an Geschieben in der Wurzelzone ist ein augenfälliges Merkmal der Gehängeveränderung (Abb. 1).

Der morphologische Effekt des Erdfließens besteht erstens in einer Scheidung des heterogenen Geschiebemergels in grobes unbewegtes und in homogenes, feines geflossenes Material und zweitens in einer Entblößung der oberen Gehängepartien und einer Akkumulation auf den unteren bzw. auf der Talsohle.

Die Auflagerungen, die im Sommer, wie die Beobachtung lehrt, keine erhebliche Abtragung erfahren, müssen also nach der nächsten Schneeschmelze wieder fließen. Da sie aber jetzt auf dem unteren Teil des Hanges liegen, also nur anfangs fließen können, ist der Betrag ihres Abwärtsgleitens ein viel geringerer. Indem nun jeder folgende Solifluktions-

vorgang neues Material abgelagert, verringert sich die Fließmöglichkeit der ersten Ablagerung immer mehr, diese rückt allmählich in die Tiefe und gerät schließlich in eine solche Entfernung von der Oberfläche, daß sie beim Einsetzen des Tauwetters nicht gleich auftaut, sondern während des Fließens als Unterlage dient. Die sukzessive Auflagerung der homogenen Fließerde auf die inhomogene Geschiebemergelunterlage war im ersten Beispiel aufs deutlichste festzustellen. Zwischen die jüngsten Auflagerungen, die noch als Ganzes abhebbar waren und die ursprüngliche Geschiebemergelböschung war eine von oben nach unten an Mächtigkeit zunehmende steinfreie Bodenschicht eingeschaltet (Abb. 2). Sie stellt die Akkumulation früherer Fließmassen vor. Ihre Mächtigkeit übertraf die der jüngsten einer Fließperiode entsprechenden Ablagerung um das Vier- bis Fünffache. Diese Massen können also erst seit kurzer Zeit abgelagert sein, und der Effekt älterer Solifluktionvorgänge muß an dieser Stelle durch einen der Akkumulation entgegenwirkenden Prozeß zunichte gemacht worden sein. Würde das Erdfließen das einzige talgestaltende Agens sein, so würden infolge des Abtragens in den oberen Hangpartien die Talränder immer weiter auseinandergeschoben, infolge der Akkumulation das Tal immer flacher, infolge beider Vorgänge die Hänge zunehmend weniger geböscht werden, bis die Gehängeneigung nicht mehr genügt, um den Boden zum Fließen zu bringen. Dieses Ziel würde nur erreicht werden, wenn alle Niederschläge in Form von Schnee fielen und die Pflanzendecke dürrtig wäre. Außer der Solifluktion beeinflusst aber die Formen dieser Trockentäler noch ein anderer ebenfalls zeitlich beschränkter Prozeß, die Erosion kräftiger Wildwässer nach ungewöhnlich starken Regen. Indem diese die Ablagerungen der Fließerde von der Talsohle entfernen und die Hänge durch Seitenerosion und Unterspülung zum Abstürzen bringen, wirken sie dem Ziele der Solifluktion zum Teil entgegen, andererseits aber beleben sie auch wiederum den Fließprozeß unmittelbar durch Herstellung einer steilen Böschung und mittelbar durch das Nichtaufkommenlassen einer Vegetationsdecke. Besonders der letzt-erwähnte Umstand ist nicht zu unterschätzen, setzt doch schon die spärliche Vegetation, die sich im Laufe eines Sommers auf dem kahlen Hange angesiedelt hat, dem Fließen einen beträchtlichen Widerstand entgegen. Daß bei einer einigermaßen geschlossenen Pflanzendecke das Erdfließen völlig aufgehoben wird, ersieht man daraus, daß eben nur kahle Gehängepartien fließen. Im ganzen überwiegen infolge der klimatischen Grundlagen die dem Ziele der Solifluktion entgegengesetzten Vorgänge, so daß die großen Formen des Tales durchaus die eines Erosionstales sind, das nur nach der Schneeschmelze eine vorübergehende solifluktorische feinere Skulptur erhält.

Daß außer der Erosion und der Vegetationsbedeckung noch andere Umstände den Ablauf des Erdfließens beeinflussen, darauf weist die Bevorzugung der nördlichen, der Sonnenbestrahlung am meisten ausgesetzten Talhänge hin. Verschiedene Ursachen wirken hier in gleicher, das Erdfließen fördernder Richtung. Einmal sind die Nordhänge im ganzen Gebiete der Rummeln infolge der raschen Verdunstung des Regenwassers durchweg vegetationsärmer und vielfach kahl. Dadurch wird das Erdfließen überhaupt ermöglicht. Dann sind im Winter die täglichen Temperaturschwankungen des sonnenbestrahlten Nordhanges größer als die des in dauerndem Schatten liegenden Südhanges, und infolgedessen ist die Auflockerung durch den Frost hier eine bedeutendere. Die bei der Beschreibung des ersten Beispiels erwähnten feinen Spalten des oberen Gehängeteiles (a) verdanken dem Froste ihre Entstehung. Infolge der allgemeinen Auflockerung und des Mangels einer schützenden Vegetationsdecke erreicht auch der Gehängedruck beträchtliche Werte, wie die tiefen Klüfte (b) beweisen. Diese Umstände ermöglichen eine größere Feuchtheitsaufnahme und einen raschen Eintritt des Fließens. Endlich wird durch das raschere Abschmelzen der den Nordhängen aufgelagerten Schneemassen die aufgespeicherte Wassermenge schneller frei, und die Durchtränkung des Bodens ist eine plötzlichere. Der Frost bereitet die Solifluktion vor und steigert ihre Intensität, das Erdfließen aber sorgt für den Transport der durch Frost gelockerten Bodenpartikel. Beide Agentien unterstützen sich gegenseitig und arbeiten in gleicher Richtung. Es ist deshalb nicht möglich zu beurteilen, wieviel vom Maße der Abtragung auf das Erdfließen allein zurückzuführen ist. Auch die Abschätzung der abgelagerten Fließerde stößt auf Schwierigkeiten. Die Ablagerungen der Ströme auf der Talsohle werden vom nächsten Wildwasser weggeführt, die der Decken können sich durch Jahre hindurch akkumulieren. Ihre Entfernung hängt von Zufälligkeiten der Erosion ab. Daher kann das Maß der Abtragung durch Erdfließen nicht durch allgemeingültige Zahlen charakterisiert werden. Dagegen läßt sich die Masse des während einer Solifluktionsperiode umgelagerten Bodens einigermaßen schätzen und damit die morphologische Wirkung des Erdfließens auch quantitativ charakterisieren. Die Auflagerung des Beispiels 1 war am unteren Rande nirgends weniger als 5 cm und im Maximum 8 bis 10 cm mächtig. Nimmt man 7 cm am Rande als durchschnittliche Mächtigkeit an, so ergibt sich bei einer Deckenlänge von 1,50 m für das Gesamtvolumen der Auflagerung auf 1 m² der Wert von 0,023 m³.

Eine Schätzung der Masse umgelagerten Bodens bei Strömen ist wegen der Formenmannigfaltigkeit weit schwieriger. Denkt man sich die Ströme nebeneinandergelegt, erwägt man ihre größere Längenausdehnung

und die Mächtigkeit ihrer Zungen, so gewinnt man die Anschauung, daß die Gesamtmasse der stromförmigen Auflagerungen einen ähnlichen Wert erreicht wie die deckenförmigen.

So geringfügig der morphologische Effekt des Erdfließens auf den ersten Blick erscheint, so ist er doch angesichts der oben berechneten Werte nicht zu unterschätzen, wenn man bedenkt, daß ausgedehnte vegetationslose Hänge im Fläming der Solifluktion unterliegen. Es ist nicht übertrieben, wenn man dem Erdfließen hier neben der reinen Frostwirkung und der Tätigkeit des fließenden Wassers einen gleichberechtigten Platz anweist und das Erdfließen als ein wichtiges, regionales Agens der Zerstörung auffaßt.

Das Erdfließen und die Gestaltung der Landschaft.

Die Wirkung des Erdfließens erstreckt sich nach zwei Richtungen, deren Unterscheidung für die morphologische Wertung dieser Erscheinung unerläßlich ist; es ist quantitativ als zerstörendes und abtragendes Agens und qualitativ als gestaltende Kraft tätig. Sehen wir von den akuten Fällen von Bodenfluß ab, von katastrophalen Schuttbewegungen, plötzlichen Rutschungen fließender Hänge und im kleinen von Schlammströmchen nach heftigem Regen und betrachten wir ganz allgemein nur die Fälle, wo das Erdfließen wegen seiner regelmäßigen Wiederkehr von Wichtigkeit für die Oberflächengestaltung ist. Die Vorbedingungen für den Eintritt des Erdfließens sind: 1. geneigte Hänge fließfähigen Bodens, 2. Vegetationsarmut, 3. gründliche Durchfeuchtung. Die ersten beiden Vorbedingungen sind in ihrer Verbreitung auf der Erde an keine zonale Sonderung gebunden, die dritte wird am besten erfüllt, wo aufgespeicherte Feuchtigkeit anhaltend wirken kann, also in Gebieten langdauernder Schneebedeckung. Daher ist die Möglichkeit und der Umfang der Solifluktion in polaren und subpolaren Gebieten am größten und nimmt nach niederen Breiten zu ab. Dieser zonalen gehen regionale Abstufungen parallel, eine der Höhenlage entsprechende und wahrscheinlich eine in Abhängigkeit vom Grade der Kontinentalität des Klimas. Diese Abstufungen sind nun von ganz verschiedenem Werte für die beiden oben unterschiedenen Wirkungen der Solifluktion.

Wo auch immer im Winter regelmäßig eine leidlich mächtige Schneedecke abgelagert wird, wird bei Erfüllung der anderen Voraussetzungen das Erdfließen als zerstörende Kraft neben den übrigen abtragenden Agentien gleichberechtigt auftreten können. Dagegen ist die Ausbildung von Solifluktionsformen der Landschaft mehr oder weniger an Schnee als vorwiegende Form der Niederschläge geknüpft. In dem Maße, als Regen den Schneefall überwiegt und die Erosion in den Vorder-

grund tritt, erlischt die formgestaltende Kraft des Erdfließens, ohne daß sein Anteil an der Abtragung in gleichem Tempo abzunehmen braucht.

Von diesem Gesichtspunkte aus betrachtet ist das Gebiet der Rummeln im Fläming eine Gegend, wo günstige Bedingungen für das Erdfließen vorliegen, wo infolge regelmäßiger Wiederkehr einer Schneedecke die abtragende Komponente des Erdfließens als regelmäßig wirksames Agens aufzufassen ist, wo aber das Überwiegen von Regen und Erosion die Formgestaltung der Landschaft nahezu beherrscht. Nahezu, denn einen gewissen Einfluß auf die Formen hat das Erdfließen auch in unserem Gebiete. Wenn man gegen das Ende der Schneeschmelze die Rummeln besucht, so ist man überrascht, in den oberen Hangpartien zahlreiche Schneereste zu finden, die in nischenförmigen Vertiefungen liegen. Soweit diese Hohlformen vegetationsfrei sind, unterliegen sie beim Abschmelzen natürlich der Solifluktion, welche sie vertieft und ihre Gestalt immer schärfer hervortreten läßt. Nun sind ja die Hänge nicht gleichmäßig dem Fließen unterworfen, sondern je nach der Böschung, der lokalen Gesteinszusammensetzung und der Vegetationsbedeckung werden verschiedene Stellen mit verschiedener Intensität verändert. Stellen wir uns den Effekt vieler Fließperioden im ersten Beispiel vor, wo eine beschränkte Gehängepartie isoliert dem Erdfließen unterlag. Indem Jahr für Jahr das Wurzelgebiet an Erdmasse verliert, vertieft es sich allmählich und nimmt schließlich die Form einer die obere Gehängepartie ausbuchtenden Nische an, die zu lokaler Schneeanhäufung und zu einer Steigerung des Fließprozesses führen muß, solange sie vegetationsfrei bleibt. Es darf demnach wohl angenommen werden, daß die erwähnten Nischen auf Erdfließen zurückzuführen sind, wobei der Ausgangspunkt in einer lokalen Inhomogenität des Gehänges zu suchen ist. Auf diese Weise übt das Erdfließen auch in einer von Erosionsformen beherrschten Gegend einen zwar bescheidenen, aber nicht zu übersehenden Einfluß auf das Landschaftsbild aus.

Diese Nischen haben nun meines Erachtens ein über den lokalen Befund hinausgehendes Interesse. Man findet in den deutschen Mittelgebirgen öfters die Hänge von Glazial- und Erosionstälern mit flachen Nischen ausgedehnter Dimensionen bedeckt, die weder durch Erosionsvorgänge noch durch die Tätigkeit des Eises befriedigend erklärt werden können. Ihre Lage hoch über der heutigen Talsohle spricht dafür, daß sie einer vergangenen Periode der Talskulptur ihr Dasein verdanken. In einigen Tälern am Südabfalle des Erzgebirges, wo derartige Nischen in typischer Weise ausgebildet sind, konnte ich den ganzen Symptomenkomplex nachweisen, der nach Passarges (a. a. O.) Untersuchungen in

Thüringen für ehemals durch Solifluktion bearbeitete Täler charakteristisch ist. Ich stehe deshalb nicht an, diese ausgedehnten Gehängensichen mit den kleineren in den Tälern des Fläming beobachteten zu parallelisieren und in ihnen Wirkungen eines kräftigen Solifluktionsprozesses zu erblicken.

Zum Schlusse sei noch einmal angedeutet, daß, wie an anderer Stelle gezeigt werden soll, auch im norddeutschen Flachlande ältere, durch vorherrschendes Erdfließen geformte Talböden nachweisbar sind.

Wie also räumlich die Erscheinungen des Erdfließens im Fläming schwache Ausläufer der in polaren und subpolaren Gegenden herrschenden Kräfte sind, so stehen sie auch zeitlich in Zusammenhang mit einer Periode ausgedehnten und großartigen Erdfließens.

Die Bevölkerungsbewegung in Indien und ihre Beziehung zum Niederschlag und zur Kultur.

Von Dr. Heinz Michaelsen.

(Nach Empfang des Eisernen Kreuzes für das Vaterland gefallen in den Kämpfen in Belgien am 28. Oktober.)

In den Jahren 1872—1911 hat die Bevölkerung von Indien um 108 994 036 Köpfe, oder um 52,9 % zugenommen. Dabei wuchs die Bevölkerung der englischen Provinzen, die fast zwei Drittel des ganzen Kaiserreiches einnehmen, um 59 104 107 = 31,9 % und die der Eingeborenenstaaten um 49 889 929 = 237,6 %

Indien, das mit 4 668 700 qkm ungefähr ein Dreißigstel der festen Erdoberfläche und etwa ein Siebentel des englischen Weltreiches umfaßt, wurde 1911 von 315 156 396 Menschen bewohnt. Es beherbergt also fast ein Fünftel der Bevölkerung der Erde und nahezu drei Viertel aller englischen Untertanen. Ein Vergleich der Bevölkerungsbewegung Indiens mit der Deutschlands zeigt, daß dort die Zunahme noch 1872—1881 prozentisch fast fünfmal so groß war, wie bei uns, während die Zunahme im Jahre 1911 schon in Deutschland verhältnismäßig größer war.

Aber während die Zunahme der Bevölkerung in Deutschland (vgl. Tabelle I, Reihe 3 und 4) in den Jahren 1872—1911 stetig wuchs, sehen wir, daß sie in Indien ganz bedeutenden Schwankungen unterworfen ist. Bei näherer Betrachtung der Zählungsergebnisse (vgl. Reihe 2—10) zeigt es sich, daß diese Schwankungen in den Eingeborenenstaaten ganz außerordentlichen Umfang annehmen. Ganz allgemein erkennen wir um die Jahrhundert-

wende ein scharf ausgeprägtes Minimum der Bevölkerungszunahme; in den Eingeborenenstaaten zeigt sich sogar eine Abnahme der Bevölkerung um 3,3 Millionen Menschen oder um 5 % gegen die vorhergehende Zählung. Allerdings können diese Zahlen des Census nicht unmittelbar miteinander verglichen werden, weil in den Jahren 1881, 1891 und 1901 neue Gebiete in die Volkszählung eingeschlossen wurden und auch die Zählmethoden Verbesserungen erfahren haben. Das auffällige Minimum der Bevölkerungszunahme im Dezennium 1891—1901 bleibt aber auch bestehen, wenn wir die neu aufgenommenen Gebiete von der Betrachtung ausschließen. Die in der dritten Spalte der Tabelle angeführten Prozentualwerte erhalten dadurch folgende Höhe: 1881—1891 ca. +9,8 %, 1891—1901 ca. +1,5 %, 1901—1911 ca. +7,1 %.

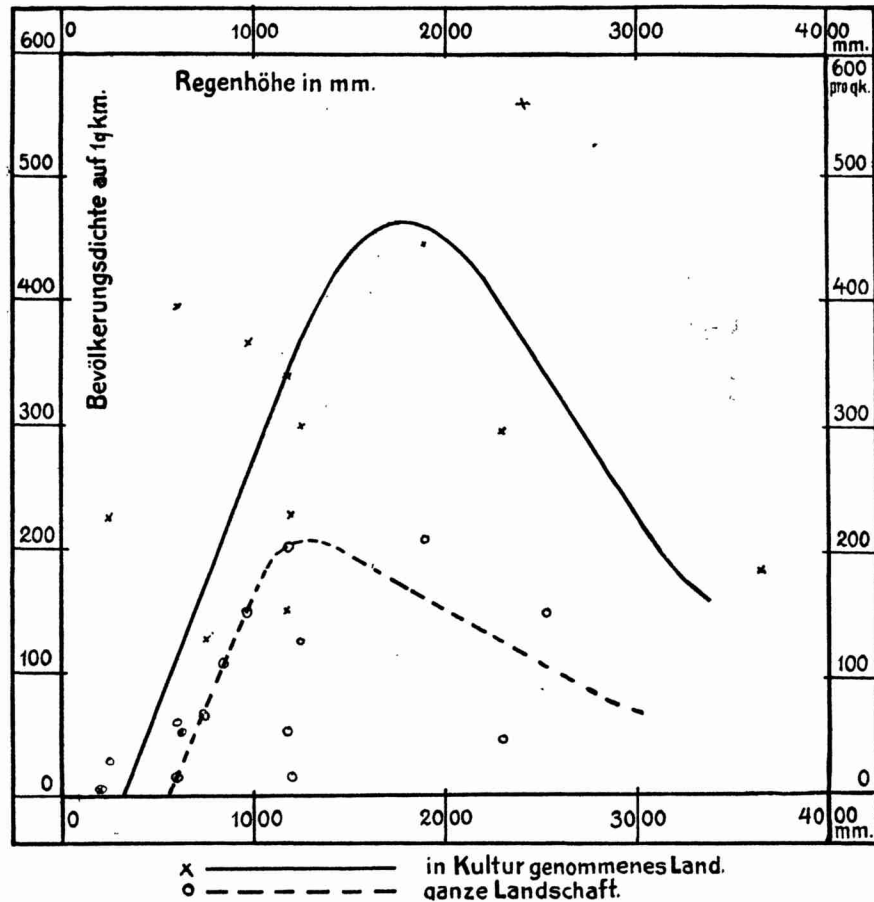
Von den Faktoren, welche die großen Schwankungen der Bevölkerungsbewegung in Indien bedingen, interessiert uns am meisten der wichtigste die Hungersnot, weil sie geographisch bedingt ist, denn

Tab. I. Bevölkerungsbewegung in Indien

Jahr	Bevölkerung Indiens	Zunahme in %	Zunahme in %	Dichte auf dem Land in %	Dichte auf dem Land in %	Dichte in Deutschland auf dem qkm	Bevölkerung i. d. Engl. Prov. = 2 830 940 qkm	Zunahme in %	Bevölkerung i. d. Eingebor. Staaten = 1 837 740 qkm	Zunahme in %	Zahl der Frauen auf je 100 Männer in In- i. Deutschland	Einwanderung (Europäer)	Selbsthafte Weiße (Mischlinge)
I.	*2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.
1872	206 162 360	—	—	44	76	185 163 435	—	20 998 925	—	94,4	103,7	?	?
1881	253 896 330	+23,2	+4,96	54	84	198 882 817	+7,1	55 013 513	+162,0	95,3	103,9	408 572 (95 415)	?
1891	287 314 671	+13,2	+4,54	61	91	221 240 836	+10,9	66 073 835	+20,1	95,8	104,3	525 521 (107 772)	168 158
1901	294 361 056	+2,5	+6,79	63	104	231 605 940	+1,5	62 755 116	+5,6	96,3	103,2	627 438 (104 502)	169 677 (87 030)
1911	315 156 396	+7,1	+7,32	67	120	244 267 542	+6,5	70 888 854	+13,0	95,3	102,6	650 502 (131 968)	199 787 (100 787)

sie ist von dem mehr oder weniger starken Auftreten der Monsune abhängig, die dem durchweg Ackerbau treibenden Indien (71 % der ganzen Bevölkerung) den nötigen Regen bringen. So sind im Jahre 1895 18—19 Mill. Ton. Getreide weniger gewachsen, als im Durchschnitt der letzten Jahre und 1899 wird der Einnahmeausfall aus Ackerbauerzeugnissen auf über 120 Mill. Mark

Abbild. 55: Beziehung zwischen Bevölkerungsdichte und Regenhöhe in Indien



geschätzt. Es ist natürlich nicht möglich, die genaue Zahl aller der Hungersnot zum Opfer gefallenen Menschen anzugeben. Die Censuskommission schätzt den dadurch entstandenen Menschenverlust des Jahres 1895 für die englischen Provinzen auf eine Million und für die Eingeborenenstaaten auf 3 Millionen. Sie gibt die Zahl der Opfer beider Hungerjahre 1865 und 1899 auf mehr als 5 Millionen an. Daß diese Verhältnisse sich für die englischen Provinzen günstiger gestalten, findet seine Erklärung darin,

daß u. a. die Folgen des Regenausfalles hier dank der besseren Bewässerungsanlagen nicht immer so katastrophal waren und daß hier dank der besseren Verkehrsverbindungen die Unterstützungen der Regierung, die beispielsweise im Jahre 1895 täglich 2—4 Millionen Menschen ernährte, zweckentsprechender und schneller zur Verbreitung gelangen konnten. Die Opfer der Hungerjahre sind im allgemeinen die alten und schwachen Individuen. Die Zahl der Opfer in den verschiedenen Landschaften ist der Bevölkerungsdichte ungefähr proportional, weil dort, wo der Boden die größte Zahl von Menschen zu ernähren vermag, sich auch die Wirkung der ausbleibenden Niederschläge am furchbarsten fühlbar macht.

Da der Ertrag des Ackerbaus seinerseits in hohem Maße von der Regenmenge abhängig ist, so verdient die von der Censusbehörde versuchte kartographische Darstellung der Beziehung zwischen Niederschlag und Bevölkerungsdichte besonderes Interesse. Sie benutzt hierzu die von Sir J. Eliot für die tägliche Veröffentlichung von Regenfall und Temperatur nach meteorologischen Grundsätzen vorgenommene Einteilung Indiens in 16 natürliche Landschaften. Übersichtlicher lassen sich diese Beziehungen zwischen Niederschlagshöhe und Bevölkerungsdichte in Form einer Kurve veranschaulichen, wobei die Bevölkerungsdichte als Ordinate und die Regenhöhe als Abzisse aufgetragen wird. In der beifolgenden Abbildung ist dieser Versuch sowohl für die Gesamtfläche der natürlichen Landschaften als auch für den in Kultur genommenen Teil derselben ausgeführt. Die Punkte sind allerdings nicht unbeträchtlich gestreut. Das ist auch sehr natürlich, weil die Bevölkerungsdichte einer Landschaft nicht ausschließlich eine Funktion des Niederschlages ist und u. a. auch die großen Städte die Werte für einzelne Landschaften beeinflussen. Dennoch kann man folgende Haupttatsachen aus dieser Darstellung mit einiger Sicherheit entnehmen. Sowohl für die Gesamtfläche, als auch für die in Kultur genommenen Teile derselben steigt im großen und ganzen die Bevölkerungsdichte mit der Zunahme der Regenhöhe. Doch ist dieser Anstieg natürlich kein unbeschränkter, sondern es gibt ein Optimum des Niederschlages für die mögliche Dichte der Besiedelung, über welches hinaus die Bevölkerung wieder abnimmt. Dies erklärt sich daraus, daß die Ertragsfähigkeit des Bodens mit zunehmender Regenhöhe nicht ins Ungemessene wachsen kann, sondern von einer gewissen Niederschlagshöhe an wieder abnimmt, da die Erzeugnisse des Ackerbaues nicht gedeihen können, wenn zuviel Regen fällt. Aber es zeigt sich hierbei auch, daß die Bevölkerungsdichte im Kulturlande für alle Niederschlagshöhen größer ist, als im Gesamtgebiet. So beträgt das Maximum der Bevölkerungsdichte im Gesamtgebiet bei einer Niederschlagshöhe von etwa 1200 mm nur etwa 200 Einwohner auf den Quadratkilometer. Der Teil des Landes aber, welcher der Kultur unter-

worfen ist, vermag bei demselben Niederschlag fast doppelt soviel Menschen zu beherbergen, ja die Bewohnerzahl steigt hier mit zunehmendem Niederschlag noch weiter und erreicht erst bei einer Regenhöhe von etwa 2000 mm ihr Maximum mit 500 Menschen auf den Quadratkilometer. Das liegt daran, daß durch eine systematische Bewässerung nicht nur der vorhandene Niederschlag besser ausgenützt und verteilt wird, sondern auch daran, daß die dem Ackerbau schädlichen zu reichlichen Regenmengen leicht abgeleitet werden können. Daraus geht hervor, daß eine systematische Bodenbewirtschaftung nicht nur überhaupt größeren Menschenmengen Nahrung bietet, sondern sogar imstande ist, die für ein kulturarmes Gebiet bereits wieder ungünstigen großen Niederschlagshöhen so auszuwerten, daß gerade in den regenreichen Gebieten eine Bevölkerungsziffer Platz findet, welche im kulturarmen Land unter keinen klimatischen Bedingungen auch nur annähernd erreicht wird. Diese Tatsache eröffnet tröstliche Perspektiven für die Kulturarbeit in anderen tropischen Gebieten, zeigt aber auch, wie verheerend die Hungersnöte dort wirken müssen, wo keinerlei Vorkehrungen getroffen sind, die Niederschläge nach Möglichkeit auszunutzen, wenn sie einmal spärlicher fallen, als sonst.

Die Reihen 11 und 12 der Tabelle I zeigen ferner, daß in Indien im Gegensatz zu Mitteleuropa, besonders aber zu Deutschland, der männliche Teil der Bevölkerung überwiegt. Ähnliche Verhältnisse nimmt man allerdings auch für die anderen Erdteile außer Europa an. In Amerika und Australien ist der Männerüberschuß restlos durch die europäische Zuwanderung zu erklären, besteht doch die Einwanderung in die Vereinigten Staaten zu fast zwei Drittel aus Männern. Für Afrika und Asien trifft dies im großen und ganzen aber nicht zu und es erscheint um so zweifelhafter, daß hier tatsächlich ein Überschuß von Männern vorhanden ist, als die Angaben hier teilweise auf recht rohen Schätzungen beruhen. In Indien allerdings haben wirkliche Zählungen einen Überschuß der Männer ergeben. Hier fehlen zum völligen Gleichgewicht der Geschlechter nicht weniger als 7,5 Millionen Frauen.

Für diese merkwürdige Tatsache werden die verschiedensten Gründe angeführt. Einmal wird den Kinderheiraten die Schuld zugeschoben, mit welchen eine zu zeitige geschlechtliche Beanspruchung des schwachen Geschlechtes verbunden sein soll. Dann sollen die Entbindungen im indischen Klima besonders viele Opfer fordern. Auch die noch hier und da übliche Mädchentötung und der niedrige Stand des Gesundheitswesens soll dazu beitragen. Endlich wird angeführt, daß die indische Frau im allgemeinen den größeren Teil der Arbeit leistet und dadurch körperlich überlastet ist.

Sicherlich wird der eine oder der andere Faktor zur Klärung der

Frage hier und da mit herangezogen werden können und müssen. Dennoch steht ihnen allen die auffällige Tatsache entgegen, daß die Sterblichkeit des weiblichen Geschlechtes in Indien ähnlich wie in Europa, geringer ist, als die der Männer. Auf 1000 männliche Tote kommen nur 926 weibliche.

Bei der Statistik der Lebensalter, worauf Tabelle II näher eingeht, fällt es auf, daß die Verteilung der Geschlechter in den verschiedenen Altersstufen Schwankungen unterworfen ist, wie wir sie in Europa gar nicht kennen. Das legt den Schluß nahe, daß bei der Zählung der Frauen in Indien erhebliche Fehler unterlaufen sind. Aus den Berichten der Aufnahmebeamten zeigt sich denn auch, daß dies tatsächlich der Fall ist. Das erklärt sich einmal daraus, daß die Frauen

Tabelle II.
Zahl der Frauen auf 1000 Männer.

Altersstufe	1891	1901	1911
0—5 Jahre	1038	1028	1030
5—20 „	887	902	923
20—25 „	1071	1092	1079
25—60 „	947	965	940
über 60 „	1187	1149	1092

in Indien sich im allgemeinen so geringer Wertschätzung erfreuen, daß die Haushaltungsvorstände sich oft gar nichts dabei dachten, wenn sie die Zahl der zu ihrem Hause gehörenden Frauen nicht richtig angaben. Zu dieser unabsichtlichen Auslassung von weiblichen Individuen kommt aber noch die absichtliche. Die Mohamedaner empfinden eine Nachfrage nach ihren Frauen als ein ungehöriges Eindringen in ihre häuslichen Angelegenheiten und geben in ihrem Unwillen über die Neugierde der Censusbeamten meist falsche Antworten. Die Hindu verschweigen einen Teil der zu ihrem Haushalt gehörenden Frauen aus Gründen sozialer und religiöser Anschauung. So gilt es z. B. als Schande Töchter zu haben, die nach den Sitten des Landes eigentlich verheiratet sein müßten. Es liegt daher nahe, daß die betreffenden Väter sich auch den Beamten gegenüber nicht bloßstellen wollen und unverheiratete Töchter in heiratsfähigem Alter einfach nicht mit angeben. Das zeigt sich in der Tabelle sehr deutlich, denn die Altersstufe 5—20 weist das größte Defizit an Frauen auf. Die Ansicht, daß das indische Frauendefizit tatsächlich gar nicht vorhanden, sondern in erster Linie auf absichtliche und unabsichtliche Auslassungen zurückzuführen ist, scheint eine Bestätigung zu finden, wenn wir (Tabelle I, Reihe 11) das

Defizit zurückverfolgen. Da zeigt sich, daß im großen und ganzen von Jahrzehnt zu Jahrzehnt immer mehr Frauen auf je 100 Männer kommen. Nur im Jahre 1911 finden wir wieder einen Rückgang. Daraus scheint hervorzugehen, daß bei jedem folgenden Census besser gezählt worden ist. Die Bevölkerung scheint das alte Mißtrauen gegen die Zählbeamten mehr und mehr zu verlieren und die indische Statistik nähert sich daher allmählich einem Grade von Zuverlässigkeit, der für die direkte Vergleichbarkeit dringend nötig ist.

Interessant ist endlich die große Verbreitung der Blindheit in Indien und ihre enge Beziehung zu Temperatur und Niederschlag. Während wir in Westeuropa und Nordamerika nicht mehr als 8—9 Blinde auf je 10 000 Einwohner haben, finden wir in Indien deren 14. Es zeigt sich hier, daß sowohl regenarme Gebiete, als auch Länderstriche mit großer Winterkälte unverhältnismäßig mehr Blinde haben, als andere Gegenden. Im ersten Falle ist die Pflanzendecke weniger ausgebildet und der reichliche Staub und das blendende Licht greifen die Augen der Bevölkerung stark an. Dasselbe tritt da ein, wo heftige Winterkälte die Menschen zwingt, sich in ihren niedrigen, schlecht ventilierten Lehmhäusern aufzuhalten, aus denen der dicke beißende Rauch der Feuerstellen nicht abziehen kann. Nachlässigkeit und Schmutz bewirken dann die häufigen Erkrankungen der Augen und die Erblindungen.

Sehr interessante Einblicke in die Bevölkerungsbewegung des indischen Kaiserreiches gestattet uns auch die Betrachtung des Wachstums der Städte. (Vgl. Tabelle III.) Zunächst fällt es auf, daß das Anwachsen der Städte im allgemeinen (Reihe 2—4) in den Jahren 1872—1911 stark nachgelassen hat. In den Jahren 1872/81 hat die Einwohnerzahl der indischen Städte zehnmal so stark zugenommen als 1901/1911. Aber die Entwicklung der Städte zeigt nicht die großen Schwankungen, die wir für die Gesamtbevölkerung gefunden haben. Wir haben schon gesehen, daß die Hungersnot, die diese Schwankungen vor allem verursacht, in den Eingeborenenstaaten eine sehr viel größere Zahl von Opfern dahinträgt als in den englischen Provinzen. Die Tabelle zeigt nun, daß sie in der Bevölkerungsbewegung der Städte überhaupt nicht in Erscheinung tritt. Hier ist die Möglichkeit, der Hungersnot zu steuern, natürlich am größten und die Zahl der Opfer ist hier augenscheinlich am kleinsten. Dies verschiedene Verhalten von Stadt und Land gegenüber der Hungersnot hat zur Folge, daß der Anteil der städtischen an der Gesamtbevölkerung dank ihrer verhältnismäßig stetigen Entwicklung um so größer ist, je stärker diese durch Hungersnöte beeinflusst ist. (Vgl. z. B. 1901 in Tab. I u. III.) Während also die Hungersnot die größte Zahl ihrer Opfer auf dem flachen Lande findet, werden die indischen Städte von schweren Pestepidemien

Tabelle III. Die Entwicklung der indischen Städte.

[a = Einwohnerzahl; b = Zuwachs gegenüber dem letzten Census.]

Jahr	Alle Städte Indiens			Städte Indiens mit über 100 000 Einwohnern			Städte Deutschlands mit über 100 000 Einwohnern		
	a	b	% der Bevölkerung	a	b	% der Bevölkerung	a	b	% der Bevölkerung
I.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	
1872	18 082 484	—	8,8	4 321 917	—	2,09	2,03	4,9	
1881	23 935 382	+ 5 852 898	9,1	5 295 097	+ 973 180	2,09	3,39	7,5	
1891	27 254 611	+ 3 319 229	9,5	6 170 480	+ 875 383	2,14	6,24	12,6	
1901	29 188 528	+ 1 928 917	9,9	6 634 749	+ 464 269	2,25	9,12	16,2	
1911	29 748 228	+ 564 700	9,4	7 075 782	+ 441 033	2,24	13,81	21,3	

Jahr	Städte mit 50-100 000 Einwohnern		Städte mit 20-50 000 Einwohnern		Städte mit 10-20 000 Einwohnern		Städte mit 5-10 000 Einwohnern		Städte mit unter 5000 Einwohnern	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.
1872	1 856 297	—	3 338 490	—	3 634 373	—	3 587 372	—	1 344 035	—
1881	2 411 470	+ 555 173	4 470 995	+ 1 132 505	4 842 072	+ 1 207 699	5 029 547	+ 1 442 085	1 886 291	+ 542 256
1891	2 710 259	+ 298 789	5 099 770	+ 628 775	5 410 063	+ 567 991	5 762 985	+ 733 528	2 101 654	+ 214 763
1901	2 930 565	+ 220 306	5 473 989	+ 374 219	5 975 180	+ 565 117	5 993 471	+ 230 486	2 175 574	+ 74 520
1911	3 010 281	+ 79 716	5 445 820	+ 71 831	6 163 954	+ 188 774	5 944 503	—	2 007 888	+ 167 686

außerordentlich stark heimgesucht. Die Censusbehörde schätzt die Zahl der Opfer im Jahre 1896 auf mehr als eine Million. In Bombay starben allein 114000 Menschen an der Pest. Aber auch diese Verluste kommen in der Statistik der gesamten Städte Indiens kaum zum Ausdruck. Daraus geht hervor, daß das verminderte Wachstum der indischen Städte auf allgemeine Ursachen zurückgeführt werden muß. Ein Hauptgrund liegt offenbar darin, daß die Entwicklung der indischen Industrie, welcher die Städte ihren Aufschwung verdanken, in keinem entsprechenden Verhältnis zur Zunahme der gesamten indischen Bevölkerung steht. Dies ersieht man klar daraus, daß sich in Indien das Verhältnis der vom Ackerbau lebenden Personen immer mehr zu ungunsten der in der städtischen Industrie beschäftigten verschiebt. Im Jahre 1891 waren 64,5%, 1901 schon 67,5% und 1911 nicht weniger als 71,0% der indischen Bevölkerung im Ackerbau beschäftigt. Dazu kommt noch, daß nur solche Städte an der Industrie teilhaben, die dank der Gunst ihrer geographischen Lage an den Straßen und Knotenpunkten des modernen Verkehrs liegen. Alle übrigen Städte sind mit ihrer Entwicklung auf einem toten Punkt angelangt und gehen zum Teil erheblich zurück. Während die Industrie- und Handelsstädte die durch Hungersnot und Seuchen entstandenen Verluste verhältnismäßig schnell durch Zuwanderung ergänzen, bieten diese kleinen Binnenstädte keinerlei Anziehungspunkte. So kommt es, daß in den Jahren 1901—1911 von den 256 Städten mit über 20000 Einwohnern nicht weniger als 93 an Einwohnerzahl abgenommen haben und daß die Städte mit weniger als 10000 Einwohnern auch in ihrer Gesamtheit ganz erheblich an Bevölkerung abgenommen haben. Diese Abnahme der Bevölkerung in den kleinen indischen Städten um etwa 700000 Menschen wirkt im hohen Grade drückend auf die Werte für die Gesamtheit der Städte und wir verstehen nun die eingangs erwähnte, im ersten Augenblick überraschende Tatsache, daß das Wachstum der indischen Städte im ganzen sehr erheblich abnimmt. Endlich muß noch erwähnt werden, daß die größere Sterblichkeit in den indischen Städten an sich schon eine langsamere Entwicklung gegenüber dem flachen Lande zur Folge haben würde.

Bei der Betrachtung der vom Census aufgestellten Städtegruppen zeigt sich, daß sich für uns eine weitere Zusammenfassung empfiehlt. Die Städte mit weniger als 10000 Einwohnern bilden eine geschlossene Gruppe. Ihr Wachstum hat in den Jahren 1872—1901 ganz erheblich nachgelassen und bis zum Jahre 1911 haben sie sogar an Einwohnerzahl abgenommen. Die Städte mit 10—20000 Einwohnern zeigen ein relativ geringes Nachlassen ihres Wachstums. Wir finden sogar, daß die Bevölkerungszunahme in den Jahren 1881/91 und 1891/1901 nahezu konstant geblieben ist.

Das Verhalten dieser Gruppe ist um so auffälliger, als die Städte mit 20- bis 100 000 Einwohnern wiederum ein nahezu gleichmäßiges Nachlassen des Wachstumspaus aufweisen. Es zeigt sich dabei weiter, daß das relative Entwicklungstempo bei allen indischen Städten bis zu 100 000 Einwohnern nahezu vollkommen gleichmäßig nachläßt und daß lediglich die großen Städte mit über 100 000 Einwohnern eine Sonderstellung einnehmen. Diese verdanken sie der großen Zuwanderung, bilden sie doch als Knotenpunkte des Verkehrs und als Zentren einer aufblühenden Industrie die hauptsächlichsten Anziehungspunkte in Indien. Der größte Teil der Einwanderung (vgl. Tab. 1, Reihe 13) bleibt in den Städten. Dazu gesellt sich noch die beträchtliche Zuwanderung aus den Provinzen, so daß im Jahre 1911 in Bombay, Calcutta, Howrah und Karachi 60—70% des Zuwachses aus Zugewanderten bestand. Die Sonderstellung der großen Städte ist um so bemerkenswerter, als sie schließlich auch nur einer Teilgruppe zu verdanken ist und gerade diese unter der Pest am furchtbarsten zu leiden hatte. Ein Vergleich der Zahlen ergibt ohne weiteres, daß ihre Bevölkerung im Pestdezennium, d. h. in den Jahren 1891/1901 nur um die Hälfte des vorangegangenen Jahrzehnts gewachsen ist. Bombay hatte 1901 sogar um 6% weniger Einwohner als 1891: 776 006 im Jahre 1901 gegen 821 764 im Jahre 1891. Von den 30 „cities“ Indiens sind in den Jahren 1901—1911 tatsächlich nur 18 gewachsen und nicht weniger als 12 haben zum Teil ganz erheblich abgenommen. Dabei zeigt es sich, daß die Städte mit wachsender Einwohnerzahl meist englische Gründungen sind. An den Knotenpunkten des Verkehrs und des Handels angelegt, siedelte sich hier eine beutende Industrie an und der systematische Ausbau eines weitverzweigten Eisenbahnnetzes unterstützte die Entwicklung. Dazu gehört Calcutta¹⁾ mit Howrah, Bombay²⁾, Madras, Rangoon, Karachi, Meerut und Bareilly. Betrachten wir „Groß-Calcutta“ inkl. Howrah als einen zusammenhängenden Siedlungskomplex, der nur durch den Fluß Hoogly getrennt wird, so leben hier nicht weniger als 1 222 313 Menschen. Calcutta ist damit die zweite Millionenstadt des britischen Weltreiches. Rangoon verdreifachte seine Bevölkerung in den Jahren 1901—1911. Karachi wuchs in dieser Zeit um 168% und Howrah um 113%. Zu diesen Hafenstädten englischer Gründung mit ausgesprochen wachsender Tendenz

1) Calcutta:

1710 = 10 bis 20 000 Einw.	1850 = etwa 400 000 Einw.	1901 = 847 796 Einw.
1750 = etwa 100 000 „	1872 = 663 009 „	1911 = 896 067 „

2) Bombay:

1661 = etwa 10 000 Einw.	1814 = etwa 180 000 Einw.	1872 = 644 405 Einw.
1780 = „ 100 000 „	1836 = „ 236 000 „	1891 = 821 764 „
		1911 = 979 445 „

gesellen sich noch einige Großstädte des Binnenlandes. Es sind alte Kultstätten und Sitze der Eingeborenen-Fürsten, welche dank der Gunst ihrer geographischen Lage Sitze der Regierung und Garnisonen von bedeutenden Truppenkontingenten geworden sind. Dadurch wurden sie auch die Stapelplätze für die Sammlung einheimischer Erzeugnisse und zur Weiterverteilung fremder Produkte, sowie die Sitze der Veredelungsindustrie.

Die alten glänzenden Residenzen aber, welche ihre Gründung der Laune irgend eines Herrschers verdanken, haben ihre Zugkraft verloren und gehen heute mehr und mehr zurück.

Zum Schluß sei ein Vergleich mit den entsprechenden deutschen Verhältnissen gestattet. Hier lebten 1872 nur halb so viel Menschen in Städten mit über 100000 Einwohnern als in Indien. Dennoch waren dies im Verhältnis zur gesamten Bevölkerung mehr als doppelt so viel als dort. Im Jahre 1911 dagegen wohnten doppelt so viel Menschen in den deutschen Großstädten und ihr Anteil an der ganzen Bevölkerung war bereits zehnmal so groß als in Indien. Während also in Deutschland der prozentuale Anteil der großstädtischen Bevölkerung in den Jahren 1872—1911 um das Fünffache gestiegen ist, ist der Anstieg in Indien kaum der Rede wert. Er wuchs von 2,09% auf 2,24%, also nur um 0,15%, d. h. um etwa $\frac{1}{100}$ des deutschen Anteils. Wenn die deutsche und indische Statistik auch nicht unmittelbar miteinander vergleichbar sind, weil man sich verschiedener Zählmethoden bedient, so kann man doch sicher sagen, daß die deutschen Städte ihre außerordentliche Entwicklung der fortschreitenden Industrialisierung Deutschlands verdanken, während Indien ein Agrarstaat geblieben ist. Es hat zwar eine aufblühende bedeutende Industrie, aber ihre Entwicklung steht, wie wir gesehen haben, in keinem Verhältnis zur ganzen indischen Bevölkerung.

Hydrographische Untersuchungen im Golf von Maine.

Von Alfred Merz.

Eines der interessantesten noch ungelösten Probleme in der Hydrographie des Atlantischen Ozeans bildet das Auftreten eines Kaltwasserstreifens an der Ostküste der Vereinigten Staaten. Schon am Nordende der Halbinsel Florida zur Linken des warmen Golfstroms erkennbar, tritt er besonders von Kap Hatteras an scharf in Erscheinung und begleitet als „Kalter Wall“ den Golfstrom etwa bis zur Vlämischen Kappe im Osten der Neufundlandbank. Der Abfall des Schelfs zur Tiefsee bezeichnet im allgemeinen die Grenze dieser beiden verschiedenartigen Wassermassen. Ein Querschnitt

über diese Region hinweg ergibt auf eine Entfernung von gelegentlich kaum 300 km an der Oberfläche einen Temperaturanstieg von rund 10° gegen die Tiefsee. Auch der Salzgehalt nimmt zu, aber nicht wie die Temperatur in allen Jahreszeiten um ungefähr den gleichen, sondern um einen im Laufe des Jahres recht erheblich schwankenden Betrag. Diese Schwankung ist aber nicht durch Veränderungen im Golfstrom hervorgerufen, dessen Wasser in diesem Gebiet ziemlich gleichmäßig $36.0\text{--}36.5\text{‰}$ aufweist, sondern durch Veränderungen im Kalten Wall. Denn wir finden nach den neuen Beobachtungen der Internationalen Meeresforschung auf der Flachsee zwischen Kap Cod in 42° nördl. Br. und der Neufundlandbank Salzgehaltwerte, die etwa zwischen $32.0\text{--}34.0\text{‰}$ schwanken. Eine gesetzmäßige Beziehung zu den Jahreszeiten läßt sich allerdings noch nicht mit Sicherheit erkennen, doch legen die Beobachtungen von 1908/9 die Annahme nahe, daß der Salzgehalt im Sommer und Herbst niedrig, im Winter und Frühjahr hoch ist.

Ogleich der Kalte Wall schon lange den Seefahrern bekannt ist, und obgleich sich schon viele Hydrographen mit ihm beschäftigt haben, so ist dennoch bisher keine Übereinstimmung darüber erzielt worden, wie man sich seine Entstehung zu denken habe. So wurde er als eine einfache Fortsetzung des kalten, salzarmen Labradorstroms aufgefaßt, der, aus der Baffinsbai kommend, an der Neufundlandbank nach Westen umbiege und nun entlang der Ostküste der Vereinigten Staaten west- und südwestwärts setze. Schott vertrat die Ansicht, daß von einem solchen Umbiegen nicht die Rede sein könne, der Labradorstrom vielmehr im Golfstrom aufgehe, während der Kalte Wall vornehmlich durch die Cabotstraße aus dem St. Lorenzgolf gespeist werde. Denn dieser Golf wird von mächtigen Flüssen ernährt und enthält ebenfalls kühles, salzarmes Wasser, dessen vornehmlich südwärts gerichtete Versetzung nachgewiesen ist. In neuerer Zeit läßt Schott allerdings auch Stromfäden des Labradorstroms nach Westen umbiegen und mit dem Cabotstrom sich vereinigen. Tizard vertrat die Meinung, daß der Kalte Wall vornehmlich durch die Südwasserabfuhr der amerikanischen Küstenflüsse gebildet werde. Andere Forscher sahen in ihm kaltes Tiefenwasser, gehen aber wieder in der Vorstellung über die Kräfte auseinander, die das Tiefenwasser zum Auftrieb gebracht haben sollen. So wird von Krümmel besonders die Wirkung der ablandigen Winde angeführt. Wir müßten im Falle der Richtigkeit dieser Annahme allerdings erwarten, daß die hydrographischen Verhältnisse mit der jährlichen Periode des Windwechsels übereinstimmende Veränderungen erfahren. Dergleichen kannte bisher — allerdings vorzüglich mangels geeigneter Beobachtungen — nicht nachgewiesen werden. Pettersson sprach die Vermutung aus, daß das durch die Eisschmelze auf der Neufundlandbank kalt und daher schwer gewordene Wasser untersinke und dann (von der ablenkenden Kraft der Erdrotation erfaßt) gegen den Küstenschelf dränge. Aber ein solches Untersinken des durch den Schmelzvorgang abgekühlten Wassers darf, wie Nansen gezeigt hat, nicht angenommen werden, denn durch den Schmelzvorgang wird das Wasser angesüßt und dadurch verdünnt und leichter gemacht, so daß es an der Oberfläche bleiben muß. Dagegen weisen die norwegischen Ozeanographen darauf hin, daß der Kalte Wall ein Spezialfall der allgemeinen Erscheinung sei, daß überall an den Küsten Tiefenwasser an die Oberfläche gelange, wo die an der Küste vorbeibewegten Wassermassen durch die Wir-

kung der Erdrotation vom Lande abgelenkt werden. Denn dadurch wird das warme und daher leichtere Oberflächenwasser gegen die offene See gedrängt, die Flächen gleicher Dichte stellen sich schräge und an der Küste taucht kaltes Tiefenwasser empor.

So könnte die Zahl der Hypothesen über den Kalten Wall kaum noch vergrößert werden, es sei denn, daß man, wie Krümmel, mehrere von den genannten Faktoren gleichzeitig heranzieht, um aus ihrer Zusammenwirkung die Erscheinung zu erklären. Diese außerordentliche Verschiedenheit der Meinungen würde aber nicht bestehen, wenn wir nur einigermaßen befriedigende hydrographische Beobachtungen vom Kalten Wall besäßen. Dies ist aber staunenswerter Weise trotz der Wichtigkeit des Phänomens nicht nur für die Wissenschaft, sondern auch für die Schifffahrt und für die Fischerei und trotz der unmittelbaren Nachbarschaft eines großen Kulturvolkes nicht der Fall. Umso dankbarer müssen wir die Untersuchungen begrüßen, die vom U. S. Fischereischoner *Grampus* unter der Leitung von H. B. Bigelow im Sommer 1912 im Golf von Maine ausgeführt und kürzlich veröffentlicht worden sind (Bull. Mus. Comp. Zoology, Vol. LVIII, N. 2, 1914).

Der Golf von Maine ist die nördlichste der drei flachen Einbuchtungen, welche die Ostküste der Vereinigten Staaten gegen den Atlantischen Ozean bilden. In südwest-nordöstlicher Richtung hat er eine Länge von etwa 750 km, ist aber gegen die See nur 400 km weit geöffnet, da vom Südende her die schmale Halbinsel von Kap Cod halbkreisförmig, vom Nordende her die langgestreckte breite Halbinsel Neuschottland weit gegen Südwesten vorspringt. Dadurch wird im Süden die flache Bucht von Massachusetts mit der Stadt Boston, im Norden die tiefeindringende trichterförmige Fundybai gebildet, die durch ihre gewaltigen Gezeiten berühmt ist. An diese beiden Halbinseln lagern sich Bänke von geringer Wassertiefe, so daß eine Verbindung mit der Tiefsee von mehr als 200 m Wassertiefe nur in einer Rinne von etwa 35 km Breite vorhanden ist. Gegen das Innere der Bucht erweitert sich die Rinne zu einem ziemlich unregelmäßigen Becken von 342 m größter Wassertiefe. Von einer zentralen, in der Verbindungslinie der beiden Halbinseln gelegenen Mulde gliedern sich durch seichtere Bänke zum Teil zwei Teilbecken ab, die wir als das nordöstliche zwischen Maine, der Fundybai und Neuschottland und als das südwestliche vor der Halbinsel Cod und der flachen Bai von Massachusetts unterscheiden wollen.

Schon die Oberflächentemperaturen des Golfwassers lassen Unterschiede zwischen dem Südwesten und Nordosten erkennen, die in allen übrigen hydrographischen Faktoren wiederkehren. Fast der ganze Süden bis zur Höhe von Portland ist relativ warm. Die Temperaturen sinken selbst in kühlen Morgenstunden kaum auf 15,5° herab und erheben sich an sonnigen Nachmittagen auf fast 19°. Die tägliche Temperaturschwankung ist demnach recht bedeutend. Kühleres Wasser wurde nach kräftigen ablandigen Winden an einigen Punkten der Bucht von Massachusetts gefunden: der gleichzeitig gesteigerte Salzgehalt ließ erkennen, daß man es mit vom Winde verursachten lokalen Auftrieberscheinungen zu tun hatte. Dagegen zog sich ein permanenter Streifen kühleren Wassers, von etwa 12,8°—15,6°, an der Westseite der Bucht entlang, der nördlich Kap Ann ansetzte, bis gegen Portland als schmales Band die Küste begleitete, dann

aber über den ganzen Norden des Golfs sich ausbreitete. Ja die äußeren, noch in die Untersuchung einbezogenen Teile der Fundybai wiesen sogar nur Temperaturen von $10-11^{\circ}$ auf und dieses kalte Wasser begleitete beide Küsten der Bai noch über ihre Mündung im Süden hinaus. Das Kaltwassergebiet zeigte nur sehr geringe, im nördlichsten Teil überhaupt keine tägliche Temperaturschwankung, eine auf den ersten Blick höchst überraschende Erscheinung.

Eine Betrachtung der Tiefentemperaturen zeigt nun, daß diese sich gerade entgegengesetzt wie die Oberflächentemperaturen verhalten: sie nehmen nach Norden hin zu, während letztere, wie wir gesehen haben, in derselben Richtung abnehmen. Schon in etwa 50 m Tiefe ist infolgedessen die Temperaturverteilung umgekehrt wie an der Oberfläche und von 90 m Tiefe bis zum Boden findet man im südwestlichen Teilbecken ebenso gleichmäßig 4.6° wie im nordöstlichen Teilbecken 7.4° . Die Unterschiede sind also recht beträchtlich. Da im Süden die Oberfläche am wärmsten und die Tiefe am kältesten ist, so ist hier die Temperaturabnahme mit der Tiefe am größten; stellenweise beträgt sie bis zu 14° . Die Abnahme erfolgt nicht gleichmäßig, sondern es schiebt sich zwischen der seicht angewärmten Oberfläche und dem homothermen Tiefenwasser eine Sprungschicht ein, die sich von der Küste der Massachusettsbai gegen das Südwestbecken zu allmählich senkt. Gegen das Nordostbecken wird die Temperaturabnahme mit der Tiefe immer geringer, in seinem zentralen Teil beträgt sie noch 7.8° , und in der Fundybai sinkt sie sogar auf $0.5-1^{\circ}$ herab. Die Wassermassen sind also hier von der Oberfläche bis zum Boden homotherm.

Die Salzgehaltsbeobachtungen zeigen, daß der Golf von Maine an seinen Küsten von einem Streifen geringeren Salzgehalts umgeben ist, der ungefähr der Küstenzone niedriger Temperaturen entspricht. Aber es ist ein gewisser Unterschied in der Verteilung von Temperatur und Salzgehalt innerhalb dieses kalten, salzarmen Küstenwassers vorhanden. Bewegt man sich in ihm entgegen dem Sinne des Uhrzeigers um den Golf herum, so nimmt in dieser Richtung der Salzgehalt etwas ab, die Temperatur dagegen beträchtlich zu. So beträgt an der Südwestküste von Neuschottland der Salzgehalt etwa 32.6‰ und die Temperatur ungefähr 10° , zwischen Portsmouths und Kap Ann findet man dagegen etwa 31.4‰ und 16.0° . Diese Tatsachen lassen erkennen, daß südlich um Neuschottland herum ein kalter, salzärmer Küstenstrom in den Golf eintritt, dessen Wasser sich auf dem Wege um den Golf herum unter der Wirkung der Sonnenstrahlung allmählich erwärmt, während gleichzeitig die in den Golf einmündenden Flüsse seinen Salzgehalt vermindern. Infolgedessen ist er am Südende des Golfes nur mehr an seinem geringen Salzgehalt, nicht mehr an der Temperatur erkennbar. Der Annahme von Bigelow, die er wohl in Anlehnung an Tizard vertritt, daß dieses kalte salzarme Küstenwasser vornehmlich durch die in den Golf einmündenden Flüsse gebildet werde, widersprechen die vor der Mündung des größten Flusses, des Penobscot River liegenden Beobachtungsserien. Sie zeigen deutlich, daß das Flußwasser bis zu beträchtlichen Tiefen hinab die Wassertemperaturen erhöht, nicht aber vermindert; selbstverständlich setzt es gleichzeitig den Salzgehalt herab. Die Temperaturerhöhung durch die Flüsse ist auch sehr begreiflich, da ihr Wasser in diesen Breiten im Sommer hoch angewärmt sein muß.

Gegen die Mitte der beiden Becken steigt der Salzgehalt. Im Südwestbecken werden fast 32.0‰ , im Nordostbecken sogar über 32.8‰ erreicht. Im einzelnen zeigt der Verlauf der Isohalinen, daß an der Mündung des Penobscoot River und bei Kap Ann Stromfäden des Küstenwassers gegen die Mitte des Golfes einschwenken.

Mit der Tiefe nimmt der Salzgehalt allgemein zu, am meisten über den größten Tiefen der beiden Becken. Bigelows Profile tun dar, daß sich salzreicheres Tiefenwasser in diese Becken vorschiebt. Offenbar dringt es durch die Eingangsrinne von der offenen See her in den Golf ein, wird dabei von der Erdrotation erfaßt und schwillt infolgedessen im Nordostbecken zu viel größerer Mächtigkeit als im Südwestbecken an. So erhebt sich die 33.6‰ Isohaline dort zu 75 m, hier nur zu 175 m empör. Die höchsten Salzgehaltswerte betragen dort 34.5‰ , hier nur 33.8‰ . Bigelow meint nun, daß dieses salzreiche Tiefenwasser dem Golfstrom entstamme, der einen Zweig in den Golf von Maine entsende. Vergleicht man aber die einzigen modernen Beobachtungen, die wir aus diesem Teile des Golfstromes besitzen, nämlich Helland-Hansens Untersuchungen auf der Michel Sars Fahrt (vgl. Jahrg. 1912 dieser Zeitschr., Prof. auf S. 450), so erkennt man sofort, daß dieses Tiefenwasser nicht dem Golfstrome entstammen kann, denn dieser führt viel wärmeres und salzreicheres Wasser. Vielmehr rührt es von den den Golfstrom unterlagernden Wassermassen her, die gegen die Küste bis nahe an die Oberfläche emporsteigen. Durch Mischung mit der Oberschicht, die besonders im Nordostbecken durch die hier äußerst kräftigen Gezeiten ausgiebig besorgt wird, vermindert sich der Salzgehalt etwas, während die Temperatur gleichzeitig ansteigt. Im Südwestbecken dürfte bei schwächeren Gezeiten und wohl entwickelter Sprungschicht die Mischung im Sommer geringer sein und die niedrigen Tiefentemperaturen dürften vielleicht, wie Bigelow annimmt, auf die winterliche Abkühlung zurückzuführen sein. Diese konvektiven Bewegungen mögen in der kalten Jahreszeit auch eine Verminderung des Salzgehalts in der Tiefe bewirken. Dagegen ist wohl, wie Bigelow ausführt, die minimale Tagesschwankung der Oberflächentemperatur im Nordteil des Golfes auf die mischende Wirkung der heftigen Gezeitenströme zurückzuführen, während im Süden bei schwächeren Gezeiten und gut entwickelter, hochliegender Sprungschicht große Amplituden aufzutreten vermögen.

Wir können demnach drei Wassergattungen im Golfe von Maine unterscheiden: 1. das Randwasser, das einem im Norden eintretenden salzarmen, kalten Strom entstammt und auf seinem Wege um den Golf durch Sonnenstrahlung und Flußwasser modifiziert wird, 2. das salzreiche Tiefenwasser, das aus der Tiefsee herrührt und die unteren Teile der beiden Becken erfüllt und 3. das eigentliche Golfwasser mit einem Salzgehalt von etwa 32.5‰ bis 33.5‰ , das durch die Mischung der beiden anderen Wassermassen gebildet wird, zwischen sie eingeschaltet ist und in den mittleren Teilen des Golfes an die Oberfläche kommt. Im Golfe von Maine tritt demnach, wenigstens im Sommer 1912, an der Küste ein salzarmer, aber nicht überall kalter Wasserstreifen auf, der einer südwärts setzenden von Neuschottland herkommenden Küstenströmung entspricht und, getrennt von ihm, finden wir in der Tiefe der Becken kaltes, aber etwas salzreicheres Auftriebswasser. Man könnte sich vorstellen, daß bei sehr kräftiger Entwicklung der