GEOGRAPHISCHE KAUSALITÄT

VON

E. MARKUS

TARTU 1936

GEOGRAPHISCHE KAUSALITÄT

VON

E. MARKUS

TARTU 1936

Acta et Commentationes Universitatis Tartuensis (Dorpatensis) A XXX. 5.

i 20 1331585

K. Mattiesens Buchdr. Ant.-Ges., Tartu 1936.

TARTU ÜLIKOOLI
RAAMATUKOGU

Meinem hochverehrten Lehrer

Herrn Dr. geogr. L. Berg

Professor des früheren Petersburger Geographischen Instituts (jetzt geographische Fakultät der Universität Leningrad)

zu seinem sechzigsten Geburtstage

in Dankbarkeit gewidmet.

Vorwort.

Durch die Einzelerforschung kleinster Landschaften hat der Verfasser in einer Reihe von Arbeiten versucht, einige Hilfsmittel der Untersuchung kausaler Relationen genauer zu charakterisieren. Durch die Verwendung bestimmter Hilfsmittel zum Studium grosser Naturgebiete werden die Methoden aufgestellt, die allen Teilen der geographischen Wissenschaft gemeinsam sind. Die Vertreter der Landschaftskunde finden in verschiedenen Ländern Tatsachen, die eine kausale Bedingheit der geographischen Erscheinungen zeigen. Auf der Basis kausaler Bedingungen bauen sich ausser der Geographie alle diejenigen Wissenschaften auf, die einzelne Elemente der Landschaft behandeln, wie die Klimatologie, Bodenkunde, Biogeographie, Wirtschaftsgeographie u. a., während die geographischen Methoden auch in der Geschichte, Archäologie, Agronomie u. a. Wissenschaften angewendet werden, die sich mit den Erscheinungen der Erdoberfläche beschäftigen. Parallel wird das Kausalitätsproblem in der Erkenntnistheorie und der Physik ausführlich analysiert, weshalb wir uns zur Aufgabe stellen, uns ins Kausalprinzip zu vertiefen und die kausalen Bedingungen der geographischen Erscheinungen genauer zu fixieren.

Tartu, April 1936.

E. Markus.

I. Wesen der Kausalität.

1. Der Kausalbegriff in der Logik.

Die kausale Relation.

Der geologische Untergrund der Chibinä-Gebirge auf der Halbinsel Kola besteht aus Nephelin-Syenit (Markus 1932, S. 3). Die Lufttemperatur schwankt in Kola oft um 0°, und der Spaltenfrost spielt hier eine grosse Rolle: in die Spalten des Syenits dringt Wasser und bildet Eis; infolgedessen zerfällt der Nephelin-Syenit in grosse Felsblöcke. Die Blockfelder des Syenits bedecken oft mehrere Hektar und beherbergen gewöhnlich keine Vegetation. Diese Blöcke, die einen Durchmesser von $^1/_2$—2 m haben und aus grossen Mineralien (Ramsay-Hackman 1894) bestehen, zerfallen allmählich in ihre Bestandteile, weshalb ihre nächste Umgebung fast immer mit Kies bedeckt ist. Besonders intensiv zerfällt der Nephelin-Syenit in den höheren Teilen der Gebirge, so dass die Blöcke auf den Gipfeln des Chibinägebirges endgültig zerfallen sind. Ähnliche Erscheinungen werden in vielen anderen Ländern beobachtet: gewaltige Trümmerfelder findet man in Nordschweden (Högbom 1925—1927), in arktischen Ländern (Högbom 1913) usw.

Vor dem Forscher liegen zwei Körper — das Gestein und das Eis, die beide Veränderungen unterworfen sind: das Eis dehnt sich aus, der Syenit zerfällt in Felsblöcke. Die Veränderung des Eises ruft die Veränderung des Gesteins hervor. Man bezeichnet die Ausdehnung des Eises als Ursache, die Verwitterung des Syenits als Wirkung.

Wenn die Erscheinung α die Ursache der Erscheinung β ist, so stellen wir uns vor, dass es zwei Dinge A und B gibt, und dass α und β Veränderungen dieser Dinge darstellen: man nimmt an, dass dasjenige, was wirkt, ursprünglich immer ein Ding ist, dass das

Wirken dieses Dinges ein in bestimmter Zeit eintretendes, auf ein anderes Ding gerichtetes Tun ist, und dass das, was gewirkt wird, eine bestimmte Veränderung dieses zweiten Dinges ist (Sigwart II, 1921, S. 142).

Weiter schliessen wir, dass die Veränderung α die Ursache der Veränderung β bildet, wenn wir wissen, dass ein Körper B jedesmal eine bestimmte Veränderung β zeigte, nachdem eine Veränderung α eines andern Körpers A in räumlichem und zeitlichem Zusammenhange vorangegangen war, dagegen der Körper B diese Veränderung (β) nicht zeigte, solange im Körper A die Veränderung α nicht stattfand (Sigwart II, 1921, S. 497 u. 498).

Alle Tatsachen der Beobachtung, die den Eintritt und Verlauf einer Erscheinung begleiten, bilden Umstände dieser Erscheinung (Wundt II, 1920, S. 366). Als gleichgültig erscheinen diejenigen Umstände, die für den Eintritt einer Wirkung nicht nötig sind (Sigwart II, 1921, S. 508), wie z. B. das Auftreten des *Lagopus alpinus* in der Umgebung eines verwitternden Gesteins. Das Bedecktwerden des Syenits mit einer mächtigen Sandschicht verhindert die Bildung des Eises in Spalten des Syenits und bildet so eine negative Bedingung der Verwitterung des Gesteins (Sigwart II, 1921, S. 486). Wesentliche Bedingungen (Wundt II, 1920, S. 366) der zu besprechenden Wirkung sind das Vorhandensein von Wasser im Gebiete der Chibinä-Gebirge, die Schwankung der Lufttemperatur um 0^0 usw. Zu den Bedingungen einer Erscheinung gehört auch ihre Ursache.

Während Ursachen als Veränderungen der Dinge betrachtet werden, können die Bedingungen auch ruhende Körper darstellen, deren blosse Gegenwart für den Eintritt einer Erscheinung nötig ist (Sigwart II, 1921, S. 513).

Wenn α die Ursache oder nur eine Bedingung der Erscheinung β ist, so sagt man, dass α und β kausal miteinander verbunden sind (Wundt II, 1920, S. 366).

Das Kausalprinzip wird aus dem logischen Satze des Grundes abgeleitet. Der Satz vom Grunde sagt: mit dem Grund ist die Folge gegeben (Wundt I, 1919, S. 562), so dass man das Kausalprinzip als die Anwendung des Satzes vom Grunde auf den Inhalt der Erfahrung bezeichnen kann (Wundt I, 1919, S. 604). Damit ist gesagt, dass die kausale Notwendigkeit auf die logische Notwendigkeit zurückgeführt wird (Bavink I, 1928, S. 105). Ein Kausalverhältnis wird als ein reales Verhält-

nis wirklicher Dinge vorgestellt, ein Grund-Folge-Verhältnis betrifft dagegen ideale Gegenstände. Das Kausalverhältnis ist eben dann, und nur dann, real vorhanden, wenn das Urteil, welches den tatsächlich festgestellten, zeiträumlichen Zusammenhang zwischen α und β ausspricht, logisch begründbar und damit wahr ist. Das ist aber nur dann der Fall, wenn es aus anderen bereits als wahr erkannten oder als wahr vorausgesetzten Urteilen logisch ableitbar ist (Bavink I, 1928, S. 105).

Kausalität und Teleologie.

Aus dem Satze vom Grunde können verschiedene Erfahrungsgesetze abgeleitet werden, die sich aber sämtlich auf zwei allgemeine Prinzipien zuruckführen lassen, nämlich auf das Kausal- und das Zweckprinzip (Wundt I, 1919, S. 563). Die Kausalität schreitet vom Grunde zur Folge fort, der Zweck geht von der Folge zum Grunde zurück. So sind beide die einzig möglichen empirischen Gestaltungen des Satzes vom Grunde (Wundt I, 1919, S. 563).

Die kausale und die teleologische Betrachtung unterscheiden sich voneinander durch ihre Richtung. Die kausale Betrachtung geht von einzelnen wirksamen Elementen aus und untersucht, was aus ihnen bei dieser oder jener Kombination vermöge ihrer stofflichen Beschaffenheit und ihrer Form nach Naturgesetzen hervorgehen kann (Sigwart II, 1921, S. 262). Die Betrachtung unter dem Gesichtspunkte des Zwecks dagegen nimmt den Erfolg zum Ausgangspunkt und fragt, welche Kombination von Bedingungen gerade den vorliegenden Erfolg hervorbingen konnte.

Die Verknüpfung nach Zweck und Mittel ist eine Umkehrung derjenigen von Ursache und Wirkung, weshalb jede Kausalbeziehung prinzipiell in eine Zweckbeziehung umgewandelt werden kann (Wundt II, 1920, S. 578). Kürzer: Kausalität und Finalität sind zwei Auffassungsweisen desselben Geschehens.

In bestimmten Fällen gewinnt die Betrachtung unter dem Gesichtspunkte des Zwecks den Charakter einer objektiven Teleologie, bei der irgendeine organische Form als das Produkt zwecktätiger Willenshandlungen und ihrer äusseren Wirkungen erscheint und so die Zweckreihe nicht bloss die logische Umkehrung einer Kausalreihe darstellt (Wundt II, 1920, S. 581), sondern

das Zweck- und Kausalgeschehen als zwei selbständige Vorgänge aufgefasst werden müssen.

Das Kausalprinzip als Postulat.

Ursache und Wirkung sind nicht in der Erfahrung gegeben (Dippe 1907, S. 91). Die Vorstellung des Wirkens ist niemals anschaulich: der Übergang der Kausalität von einem Ding aufs andere ist immer hinzugedacht und ein Produkt des zwischen ihnen verknüpfenden Denkens (Sigwart I, 1921, S. 47). Darum hat das Kausalprinzip den Charakter eines Postulats (Wundt I, 1919, S. 595 u. 603; Hettner 1927) und bleibt es ein unbewiesenes Erkenntnispostulat der Wissenschaft (Haering 1923, S. 197).

Das Kausalprinzip wurde in den letzten Jahrzehnten einer Kritik unterworfen. Haering (Haering 1923, S. 193) sagt: nicht jede Veränderung, nicht einmal jede materielle Veränderung braucht eine materielle Veränderungsursache oder eine notwendige Folge zu haben. Carnap zeigt, dass wir, wenn wir nicht die Wahrnehmungswelt, sondern die rein quantitative physikalische Welt betrachten, sehen, dass in der physikalischen Welt überhaupt nicht von Vorgängen gesprochen werden kann, die in dem Verhältnis Ursache-Wirkung zueinander ständen (Carnap 1928, S. 229). Es gibt bestimmte gesetzmässige Beziehungen, welche keineswegs kausal im ursprünglichen Sinne der Kausalität sind, aber doch notwendig auseinander folgen. Das sind automatische Folgen von Zuständen (Haering 1923, S. 188).

Die antikausale Auffassung tritt auf festen Boden mit der Entwicklung der Quantenmechanik. In der heutigen Quantenmechanik wird behauptet, dass sich für die kleinsten Teilchen im Innern der Atome und die feinsten Vorgänge innerhalb der Materie keine Gesetze formulieren lassen, die den Gesetzen für die Umläufe der Himmelskörper ähnlich oder gar gleich wären (Frank 1932, S. 64). Aus den in der Quantenmechanik aufgestellten Relationen (Heisenbergsche Unschärferelation u. a.) geht hervor (Heisenberg 1927 u. 1930), dass eine kausale Auffassung der Atomphysik grundsätzlichen Schwierigkeiten begegnet ist (Haas 1934, S. 100). Als Ausgangspunkt der Untersuchung wird in der Physik der Satz benutzt, dass ein Ereignis dann kausal bedingt ist, wenn es mit Sicherheit vorausgesagt werden kann. Hält man diesen Satz zusammen mit der Tatsache, dass es in

keinem einzigen Falle möglich ist, ein physikalisches Ereignis absolut genau vorauszusagen, so steht man vor dem Dilemma, entweder eine strenge Kausalität ganz zu leugnen oder an dem Ausgangssatz eine gewisse Modifikation vorzunehmen. Die physikalische Wissenschaft hat in ihrer bisherigen Entwicklung die zweite Alternative gewählt, d. h. sie bezieht die physikalischen Ereignisse, die sie behandelt, nicht auf die durch die sinnlichen Wahrnehmungen unmittelbar gegebene Sinnenwelt, sondern auf das sogenannte physikalische Weltbild, d. h. auf ein gewisses Grundschema, welches zu dem Zweck ersonnen worden ist, um von der Unsicherheit, die an jeder einzelnen Messung haftet, loszukommen und scharfe Begriffsbeziehungen zu ermöglichen (Planck 1932, S. 18). Wenn aber eine im klassischen Sinne präzise Beschreibung des atomaren Geschehens an sich unmöglich ist, so verliert das Kausalprinzip seine Bedeutung für die Physik (Haas 1934, S. 102).

In der mechanischen Kausalität werden Lücken festgestellt (Frank 1932, S. 199). Während man früher behauptete, dass ein Wirken überall da angenommen werde, wo räumliche und zeitliche Kontinuität der Bewegungen oder sonstigen Veränderungen verschiedener Dinge wahrgenommen wird (Sigwart II, 1921, S. 137 f.), hat die neueste Physik der scharf ausgeprägten Kausalität, die sich in dem makroskopisch-physikalischen Geschehen offenbart, die Unbestimmtheit der atomaren Vorgänge gegenübergestellt (Haas 1934, S. 276).

Andererseits beweist man (Hönigswald 1933), dass die Kausalität eine Sonderfrage der Erkenntniswissenschaft darstelle, und dass die Notwendigkeit kein physikalisches Problem sei. „Kausalität" besagt nicht mehr als die Eindeutigkeit, Notwendigkeit, die „Regel" der Abfolge aller Erscheinungen eines Systems, „Natur" genannt. Wo innerhalb eines gegebenen Rahmens das Ereignis a, aber auch das Ereignis non-a eintreten kann, wird eine Zwei- oder Mehrdeutigkeit festgestellt. Es hat jedoch niemand gezeigt, dass in der Natur die Eindeutigkeit keinen Platz habe, und dass „Kausalität" etwas anderes bedeute als Eindeutigkeit der Natur. Man muss vom Begriffe „Bestimmtheit" den Begriff „Bestimmbarkeit" unterscheiden: Bestimmbarkeit eines Naturvorgangs setzt dessen Bestimmtheit voraus; unzulänglich aber begründet ist es, aus dem Unvermögen, einen Vorgang zu bestimmen, auf dessen Unbestimmtheit zu schliessen. Die

Unsicherheitsrelation dient dem methodischen Ziele, der Eindeutigkeit des Naturgeschehens gerecht zu werden, indem sie nämlich zeigt, dass die bisher verfügbaren Mittel nach dieser Richtung hin versagen. Diese Relation besagt implizite, dass in der überlieferten Mechanik hinsichtlich bestimmter Begriffe eine nur vermeintliche Sicherheit geherrscht habe, die man nun kurzweg der Kausalität gleichsetzt. Man übersieht dabei, dass die Unsicherheitsrelation einen neuen Begriff der Sicherheit anstrebt, der den recht alten Gedanken der Eindeutigkeit des Naturgeschehens in eine neue Form bringt, ihm daher so wenig widerspricht wie dem erkenntnistheoretisch gleichwertigen Prinzip der Kausalität. Die Unsicherheitsrelation bejaht das Ereignis, dessen Eindeutigkeit und deren Bedingungen. Das Kausalprinzip ist so der erkenntnistheoretische Ausdruck der Eindeutigkeit, und „Kausalität" ist nur ein anderer Name für die Bestimmtheit des Naturverlaufs.

Doch wird festgestellt (Hönigswald 1933, S. 569), dass es auch solche Sätze von naturgesetzlicher Allgemeinheit gibt, die nicht kausal sind. Frank (Frank 1932) lenkt unsere Aufmerksamkeit auf die Schwierigkeiten, die entstehen, wenn man Sätze von grosser Allgemeinheit formulieren will. Infolgedessen muss man bei der Untersuchung kausaler Relationen die Grenzen der Gültigkeit des Kausalprinzips feststellen und anstatt der Anwendung eines allgemeinen Kausalgesetzes spezielle Zusammenhänge untersuchen, die sich der kausalen Notwendigkeit unterordnen.

2. Der Kausalbegriff in der Geographie.

Chorologische Auffassung.

Die Anfänge kausalen Denkens finden wir schon bei Strabo (zwischen 10 und 20 n. Chr.) (Strabonis Geographica 1852—1853). Er sagt, dass die Veränderung der Grenzen zwischen Meer und Land mehr der Hebung und Senkung des Bodens als den geringfügigen Anschwemmungen zuzuschreiben sei; dass nicht bloss einzelne Felsmassen oder kleine und grosse Inseln, sondern ganze Kontinente emporgehoben werden können (Humboldt1847, S. 223 f.). Strabo behandelt die mannigfaltigen Ursachen der Veränderungen, welche die Erdoberfläche erlitten hat, den Durchbruch ursprünglich abge-

schlossener Seen, die Strömungen des Meeres usw. (Strabo 1838 S. 1420). Doch werden kausale Abhängigkeiten mit voller Klarheit erst von Humboldt formuliert. Die Geographie soll nach Humboldt Reihen scheinbar isoliert stehender Tatsachen miteinander durch empirische, numerisch ausgedrückte Gesetze verbinden und die Notwendigkeit ihrer gegenseitigen Abhängigkeit erweisen (Humboldt 1845, S. 345). Mit grossem Erfolge wendet er zur Untersuchung der Ursachen der Krümmungen der Isothermen die vergleichende geographische Methode an, indem er zeigt, dass zu den die mittlere Jahrestemperatur erhöhenden Ursachen die Nähe einer Westküste in der gemässigten Zone, die Konfiguration der Kontinente, die Gebirgsketten usw. gehören (Humboldt 1844, S. 84). Humboldt vertiefte die ursächliche Betrachtungsweise (Bürger 1935, S. 27): der Kausalbegriff beherrscht sein Denken (Döring 1931, S. 162).

In der Untersuchung geographischer kausaler Relationen beginnt eine neue Epoche mit der Aufstellung der chorologischen Auffassung der Geographie durch Hettner (Hettner 1905).

Hettner (Hettner 1927, S. 116—131) betrachtet die Geographie als Wissenschaft von der räumlichen Anordnung auf der Erdoberfläche, als eine chorologische oder Raumwissenschaft. Das Vorhandensein einer solchen Wissenschaft beruht auf zwei Verhältnissen. Das eine ist der ursächliche Zusammenhang der an einer Erdstelle lokalisierten Erscheinungen (Hettner 1927, S. 129). Hettner sagt, dass diejenigen Erscheinungen, die eines kausalen Zusammenhanges mit den anderen Erscheinungen derselben Erdstelle entbehren, nicht in die geographische Betrachtung gehören (S. 129). Wenn zwei Erscheinungen der Erdoberfläche miteinander in kausalem Zusammenhang stehen, so sagt man, dass die bedingende Erscheinung geographisch wirkungsvoll ist (S. 131), und dass zwischen diesen Erscheinungen eine geographische Ursächlichkeit (Hettner 1927, S. 252–274) besteht.

Neben der Kausalität stellt die chorologische Wissenschaft die örtliche Verschiedenheit der auf der Erdoberfläche vorkommenden Erscheinungen in den Vordergrund. Erscheinungen, die überall auf der Erdoberfläche gleich sind, gehören nicht zum Wesen der Landschaften und fallen darum aus der Geographie heraus (Hettner 1927, S. 130 u. 217). Der geographischen Betrachtung fähig und bedürftig sind nur solche Erscheinungen der

Erdoberfläche, die örtlich verschieden sind, und deren örtliche Verschiedenheit für andere Erscheinungen bedeutsam ist (Hettner 1927, S. 130).

Die geographische Notwendigkeit.

Die chorologische Auffassung setzt sich zum Ziele die Erkenntnis des Charakters der Länder aus dem Verständnis des Zusammenwirkens der verschiedenen Erscheinungen der Erdoberfläche (Hettner 1927, S. 130). Doch geht die Geographie nicht von einem allgemeinen Kausalprinzip aus, sondern untersucht spezielle Zusammenhänge und versucht auf sie den Kausalbegriff anzuwenden.

Die Geographie betont die Notwendigkeitsvorstellung (Sigwart I, 1921, S. 270; Haering 1923, S. 188), indem sie Erscheinungen feststellt, die notwendig aufeinander folgen. Solche Notwendigkeitsbeziehungen werden als kausale betrachtet. Wenn z. B. die Erdoberfläche nordwestlich von der Puula-Seengruppe (Finnland) mehr steigt als südöstlich von ihr und der Puula-See infolgedessen seine südostliche Umgebung transgrediert (Hellaakoski 1929) (Abb. 30 u. 33), so sagen wir, dass die Transgression der Umgebung von Puula durch die Ungleichmässigkeit der Landhebung hervorgerufen wird.

Neben der zeitlichen Nachbarschaft zieht die Geographie auch die räumliche Nachbarschaft in Betracht (Carnap 1928, S. 229), und man bedient sich des Wortes „Ursache" in zwiefachem Sinne. Wenn eine Erscheinung einer anderen Erscheinung notwendig folgt, so nennt man, wie oben gezeigt wurde, die bedingende Erscheinung — Ursache und die bedingte — Wirkung. Wenn in einer Wüste, wo Wasser fehlt, verstreute Quellen vorkommen, so bedingen sie das Auftreten von Oasen. Man sagt, dass die Quellen die Ursache des Vorkommens von Oasen sind. Im vorliegenden Falle bedeutet das Wort „Ursache" nicht die Veränderung eines bestimmten Dinges, sondern nur eine wichtige Bedingung, die an der gegebenen Stelle der Erde vorhanden ist und das Auftreten einer Erscheinung ermöglicht (Markus 1935 d, S. 446).

Während die Geographie die Wichtigkeit einer kausaler Betrachtungsweise hervorhebt, leugnet sie keineswegs objektive teleologische Zusammenhänge. Wissenschaft heisst jede geordnete, das einzelne unter grössere allgemeinere Zusammenhänge einreihende Betrachtung der uns umgebenden Welt. Findet es sich, dass es unzweifelhaft teleologische Zusammenhänge gibt, so hat die Wissenschaft auch diese zu ermitteln (Bavink II, 1928, S. 61).

II. Methoden der Untersuchung kausaler Relationen.

1. Naturerklärung.

Die Naturerklärung besteht in der Feststellung der regelmässigen Beziehungen, welche sich durch die experimentelle und vergleichende Untersuchung zwischen den Objekten der Beschreibung ergeben (Wundt II, 1920, S. 375). Ein Fall ist erklärt, wenn alle Bedingungen, von denen er abhängt, aufgezählt sind (Sigwart II, 1921, S. 610). Da aber dies im praktischen Leben unmöglich ist, so werden in der Geographie, wie oben dargelegt, nur diejenigen Bedingungen in Betracht gezogen, denen eine örtliche Verschiedenheit eigen ist. Die kausale Erklärung eines Vorganges erfolgt durch die Darstellung der zu untersuchenden Erscheinung als Folge eines bekannten Gesetzes (Sigwart II, 1921, S. 601 u. 602). Durch die Naturerklärung ist die Geographie eine genetisch-erklärende Wissenschaft geworden (Penck 1928, S. 54; Schlüter 1920, S. 146).

Bei der kausalen Erklärung bedient man sich der induktiven oder der deduktiven Methode. Die Aufgabe des induktiven Verfahrens besteht in der Gewinnung gültiger allgemeiner Sätze aus einzelnen Wahrnehmungsurteilen (Sigwart II, 1921, S. 419); es bildet so eine der wichtigsten Methoden der geographischen Arbeit, indem die Aufstellung der Landschaften auf der sich in die Natur vertiefenden Einzelforschung basiert (Hettner 1927, S. 307). Die Deduktion der Naturerscheinungen geht in ihrer typischen Form von Erfahrungsgesetzen oder von hypothetischen Voraussetzungen allgemeinster Art aus und sucht aus denselben sukzessive die einzelnen Erscheinungen und die speziellen Gesetze, von welchen dieselben beherrscht werden, abzuleiten (Wundt II, 1920, S. 411). Mit Erfolg wird in der Geographie eine Methode angewendet, die als Verbindung der Deduktion mit der

Induktion erscheint und als Interpretation bezeichnet wird (Hettner 1927, S. 192).

Unter den eine Erscheinung begleitenden Umständen sind diejenigen als Bedingungen derselben anzusehen, deren Beseitigung die Erscheinung selber beseitigt (Wundt II, 1920, S. 392). Dies wird am besten durch die experimentelle Methode festgestellt, die in der willkürlichen Veränderung der Erscheinung und in der Isolierung und Variierung derjenigen Umstände besteht, die die zu untersuchende Erscheinung begleiten. Während aber die experimentelle Methode in der Physik, Chemie und anderen Wissenschaften eine grosse Verbreitung gefunden hat, ist es schwer, sie bei der Untersuchung geographischer Probleme zu verwenden. Doch der forschende Gedanke lenkt den Blick des Geographen auf jene Stellen der Natur, wo diese selbst die grossen Experimente macht (Penck 1928, S. 33): das Experiment wird in der Geographie durch die vergleichende Beobachtung (Hettner 1927, S. 172—180) ersetzt.

Der vergleichenden Methode widmen wir die Kapitel II, 2—9.

2. Vergleichende Methode.

Das Wesen der vergleichenden Methode besteht in der Sammlung übereinstimmender Erscheinungen, in der Abstufung der nicht übereinstimmenden nach den Graden ihres Unterschiedes und in der Anwendung der Resultate solcher Sammlung zur Gewinnung allgemeiner Ergebnisse (Wundt II, 1920, S. 369). Die Vergleichung ergänzt das Experiment, denn die willkürliche Veränderung und die vergleichende Beobachtung derselben unter den Verhältnissen, in denen sie uns unmittelbar gegeben sind, bilden zusammen die einzig möglichen Hilfsmittel einer wissenschaftlichen Bearbeitung der Natur (Wundt II, 1920, S. 369). Wenn wir die Beobachtungen sammeln, die irgendeine einzelne Naturerscheinung in bezug auf sämtliche koexistierenden Bestandteile darbieten, so haben wir es mit einer individuellen Vergleichung zu tun. Die generische Vergleichung dagegen verwertet Beobachtungen, die von verschiedenen, jedoch zusammengehörigen Naturerscheinungen gewonnen sind, und ordnet dieselben nach den miteinander verwandten Erscheinungsgebieten (Wundt II, 1920, S. 372).

Tab. 1. Höhere oder Erlenbruchwaldmoore von Selgus (Markus 1929).

	Probeflächen / Pflanzenarten	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	B.	K.
W. I.	*Alnus glutinosa*	4 25	3 25	2 20	2 20	3 30	4 30	4 18	4 20	4 25	3 25	3 25	4 30	3 25	4 20	2 25	4 30	2 20	3 25	3 18	3 14	3	V
	Betula pubescens	1 25	1 25	1 20	2 20	1 30	·	1 18	1 18	1 25	·	0 20	1 20	1 25	·	1 25	1 25	1 20	1 20	1 18	3 14	1	IV
	Fraxinus excelsior	·	·	·	·	·	1 20	1 18	·	1 20	0 20	1 15	1 20	·	0 30	0 25	·	·	·	·	·	1	II
	Picea excelsa	1 20	1 20	·	1 20	1 15	0 15	·	·	1 20	1 20	·	·	·	·	2 25	1 25	·	1 25	1 12	·	1	III
W. II.	*Alnus glutinosa*	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	1	1	·	1	1	·	1	I
	Fraxinus excelsior	·	1	·	·	1	1	·	·	1	·	·	·	·	·	·	·	·	1	·	·	1	II
	Picea excelsa	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	V
	Pirus aucuparia	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	1	·	·	·	·	1	I
	Tilia cordata	·	·	·	·	·	·	·	·	·	1	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	1	I
	Ulmus montana	·	·	·	·	·	·	1	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	1	I
G.	*Acer platanoides*	·	·	·	·	1	·	·	1	·	1	·	·	·	·	1	·	·	·	·	·	1	I
	Alnus glutinosa	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	1	·	·	·	1	I
	Frangula frangula	·	·	1	1	·	·	·	1	·	·	1	1	·	·	1	1	·	1	·	1	1	III
	Fraxinus excelsior	1	1	·	·	·	1	1	1	1	1	1	1	1	1	·	1	·	1	1	1	1	IV
	Picea excelsa	1	1	1	·	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	·	1	1	1	1	V
	Pirus aucuparia	1	1	·	·	·	1	·	·	·	1	·	·	1	1	1	1	1	1	1	1	1	III
	Prunus padus	1	1	·	·	·	1	·	·	·	1	·	·	·	1	·	1	·	·	1	·	1	II
	Tilia cordata	1	1	·	·	·	1	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	1	·	·	·	1	I
	Ulmus montana	·	·	·	·	·	·	1	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	1	I
F.	*Actaea spicata*	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	1	·	·	·	·	1	I
	Angelica silvestris	·	·	1	·	·	1	1	·	·	·	·	·	·	·	1	1	1	1	·	·	1	II
	Arundo phragmites	1	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	1	1	1	I
	Aspidium spinulosum	·	1	·	1	·	1	·	1	1	1	·	·	·	·	·	·	1	·	1	1	1	III
	Athyrium filix femina	2	·	1	·	3	2	3	1	1	2	1	4	1	1	2	1	1	1	1	1	2	V
	Calamagrostis arundinacea	1	1	1	·	1	·	·	1	·	·	1	·	1	1	1	1	1	1	1	·	1	IV
	Caltha palustris	1	1	1	·	·	1	·	·	·	·	·	·	·	·	·	1	1	1	·	·	1	II
	Carex elongata	1	·	1	1	1	1	·	·	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	V
	Carex vesicaria	·	·	·	·	·	·	·	2	·	·	3	·	·	·	·	·	·	1	·	1	2	I
	Cirsium oleraceum	1	1	1	1	·	1	·	·	·	1	·	·	1	·	1	1	1	1	·	·	1	III
	Cirsium palustre	1	·	1	·	·	·	·	·	·	·	1	·	·	·	·	·	·	·	·	·	1	I
	Comarum palustre	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	1	1	1	I
	Convallaria majalis	·	·	·	1	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	1	I
	Crepis paludosa	1	1	1	1	1	1	1	·	1	1	·	·	1	1	1	1	1	1	1	·	1	IV
	Equisetum silvaticum	1	1	1	1	1	1	·	1	1	1	·	·	1	1	·	1	1	1	1	·	1	IV
	Filipendula ulmaria	3	3	2	1	4	4	1	4	1	5	2	3	4	2	1	1	1	1	1	1	2	V
	Fraxinus excelsior	1	·	·	·	1	1	·	·	1	1	1	·	1	1	1	·	·	1	1	·	1	III
	Galium palustre	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	V
	Galla palustris	2	·	1	1	1	·	·	1	3	·	1	1	·	·	·	1	·	·	2	1	1	III
	Geum rivale	1	·	1	1	·	·	·	·	·	·	·	·	·	1	·	·	1	·	·	·	1	II
	Lamium galeobdolon	1	·	·	·	·	1	·	·	·	1	·	·	1	1	1	1	·	·	·	·	1	II
	Lysimachia thyrsiflora	1	1	1	1	1	1	·	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	V

Tab. 1. Fortsetzung.

	Pflanzenarten \ Probeflächen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	B.	K.
F.	*Lysimachia vulgaris*	.	.	.	1	1	1	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	1	II
	Mercurialis perennis	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	1	I
	Milium effusum	.	1	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	1	I
	Orchis maculatus	.	1	.	1	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	1	II
	Paris quadrifolius	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	.	.	1	I
	Pirus aucuparia	1	1	1	1	.	1	.	1	1	1	.	.	1	1	1	.	1	1	.	1	1	IV
	Pulmonaria officinalis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	I
	Ranunculus repens	1	1	.	.	1	1	1	.	1	1	1	.	1	1	1	1	1	.	.	.	1	IV
	Ribes nigrum	1	1	1	.	1	1	1	1	.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	**V**
	Rubus idaeus	1	1	.	1	1	.	.	1	1	1	1	.	1	1	1	1	1	1	.	.	1	IV
	Rubus saxatilis	1	1	1	1	.	.	.	.	1	1	.	.	1	.	1	1	1	.	1	.	1	III
	Solanum dulcamara	1	.	.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.	.	.	1	.	1	.	1	IV
	Tilia cordata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	1	I
	Viburnum opulus	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	I
B.	*Acrocladium cuspidatum*	1	.	1	1	1	1	1	.	.	1	1	.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	IV
	Mnium cinclidioides	1	.	1	1	1	1	1	.	.	1	.	1	1	1	1	1	1	.	1	.	1	IV
	Rhytidiadelphus triquetrus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	1	1	.	.	.	1	II
	Sphagnum Girgensohnii	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	I
	Sphagnum squarrosum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	1	I

B. = Bedeckungsgrad, K. = Konstanzgrad, **W.** = Waldschicht, **G.** = Gebüschschicht, **F.** = Feldschicht, **B.** = Bodenschicht. Wenn eine Pflanzenart in der nächsten Umgebung der Probefläche konstatiert wurde, so wird sie mit 0 bezeichnet.

Durch die Einzelerforschung der Erlenbruchwaldmoore von Selgus (Markus 1929, S. 62—68) (Abb. 15 a) und ihre generische Vergleichung ergibt es sich, dass alle diesen Bruchwaldmooren entnommenen Probeflächen von bestimmter Grösse (100 qm) acht konstante Pflanzenarten enthalten (Tab. 1), nämlich: *Alnus glutinosa*, *Picea excelsa*, *Athyrium filix femina*, *Carex elongata*, *Filipendula ulmaria*, *Galium palustre*, *Lysimachia thyrsiflora* und *Ribes nigrum*. Durch vergleichende Untersuchung der Böden der Erlenbruchwaldmoore finden wir, dass sie aus Bruchwaldtorf und einer dunklen, einer weisslichen, einer rostbraunen und einer Gleyschicht bestehen. Ebenso kommen wir zu der Schlussfolgerung, dass die Erlenbruchwaldmoore geneigte muldenförmige Vertiefungen einnehmen, denen wasserdichter Moränenlehm unterlagert ist.

Die festgestellten Kennzeichen gehören zu den konstanten oder wenig veränderlichen Eigenschaften der Erlenbruchwaldmoore. Die veränderlichen Eigenschaften eines Objektes werden auf Grund regulärer vergleichender Beobachtungen untersucht.

Im Sommer des Jahres 1930 wurden in der Erlenbruchmulde von Lauge (Markus 1933) (Abb. 1, 15a, 42) hydrologische Beobachtungen organisiert. In der Bruchmulde wurden vier Bodenquerschnitte gelegt, von denen der erste und der zweite in einem

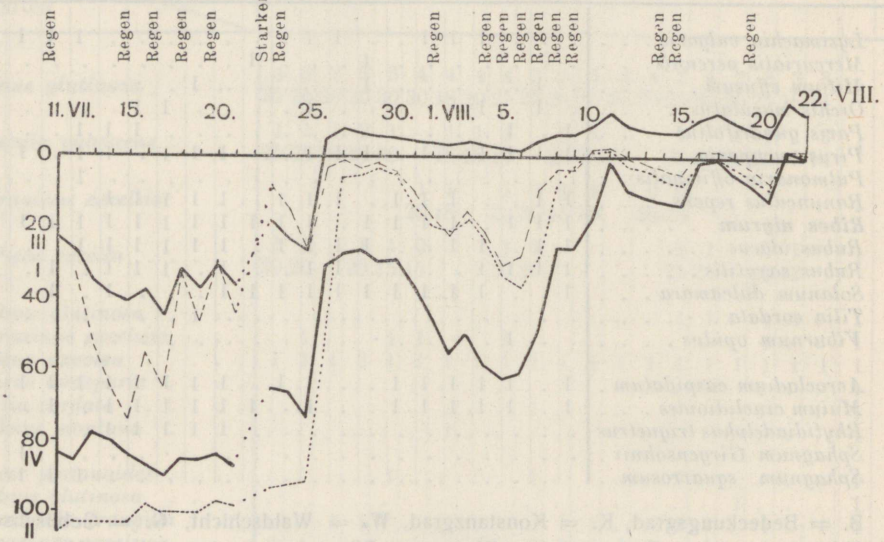


Abb. 1. Tiefe des Grundwasserniveaus in der Erlenbruchmulde (11. Juli — 22. August 1930) (Markus 1933).
I, II, III, IV .... Bodenquerschnitte (s. Abb. 42):
Podsolmoor IV.
Höheres oder Erlenbruchwaldmoor: Wiese I.
" " " Wald II.
Niederes oder Birkenbruchwaldmoor III.

Erlenbruchwaldmoor (I — Wiese, II — Wald) lagen, während der dritte sich niedriger (Birkenbruchwaldmoor) und der vierte höher (Podsolmoor) als die zwei ersteren befanden. Diese hydrologischen Beobachtungen liessen in der Erlenbruchmulde eine wasserarme Zeit (11. VII—25. VII), eine wasserreiche (10. VIII—22. VIII) und eine solche mit mässiger Wassermenge (26. VII—9. VIII) unterscheiden. Die Bodenfläche des Birkenbruchwaldmoores (III) ist im Sommer gewöhnlich (26. VII—9. VIII) mit Wasser bedeckt, während das Grundwasserniveau im Podsolmoor (IV) in einer Tiefe von $^1/_2$ m liegt und im Erlenbruchwaldmoor die Tiefe des Grundwasserniveaus um $^1/_4$ m schwankt. In der wasserreichen Zeit sind alle Waldmoore — das Erlenbruchwaldmoor, das Birkenbruchwaldmoor und

das Podsolmoor — nass (Tamm 1931, Abb. 9—16). Charakteristisch sind die Kurven des Grundwasserniveaus in der wasserarmen Zeit. Wie wir schon vor den Beobachtungen annehmen konnten, liegt das Grundwasser im Birkenbruchwaldmoor in der wasserarmen Zeit tiefer und im Podsolmoor höher als im Erlenbruchwaldmoor (I). Doch ist das Grundwasserniveau im Wiesengebiete des Erlenbruchwaldmoors starken Schwankungen unterworfen, während es im Walde sogar tiefer liegt als im Podsolmoore.

Bei der Anwendung der vergleichenden Methode zur Feststellung kausaler Beziehungen zwischen verschiedenen geographischen Erscheinungen unterscheiden wir räumliche und zeitliche Relationen der Erscheinungen: wir vergleichen verschiedene Örtlichkeiten unter dem Gesichtspunkt, ob die zu erklärende Erscheinung dieselbe geographische Verteilung wie die vorausgesetzte Bedingung zeigt (Hettner 1927, S. 188), oder ob die uns interessierenden Erscheinungen zeitlich zusammenhängen.

Aus den parallelen hydrologischen und meteorologischen Beobachtungen in Lauge ergibt sich, dass die Kurven des Grundwasserniveaus und der Niederschläge bestimmte miteinander übereinstimmende Regelmässigkeiten aufweisen: beim Regen steigt das Grundwasserniveau und in regenreicher Zeit sind die Waldmoore wasserreich, in trockener Zeit dagegen sinkt das Grundwasserniveau. Der Vergleich der Erlenbruchwaldmoore in verschiedenen Teilen Estlands zeigt, dass die Bedingungen für das Auftreten der Erlenbruchwaldmoore durch eine geneigte muldenförmige Vertiefung und ein der letzteren unterlagertes wasserdichtes Gestein gebildet werden (Tab. 22 u. 23). In solchen Vertiefungen sammelt sich beim Regen viel Wasser, das aber hier nicht stagniert, sondern sich weiterbewegt und Grundwasserrinnen bildet (Kujala 1924, S. 282). Diese Erscheinung ruft eine charakteristische Schwankung des Grundwasserniveaus hervor, die beim Wechsel von Regentagen und trockenen Zeiten beobachtet wird. Durch die weitere Vergleichung der Bruchwaldmoore, die von Wald und Wiese eingenommen sind, ergibt sich, dass in trockener Zeit das Grundwasser im Walde bedeutend tiefer liegt als in der Wiese, welche Erscheinung durch die starke Verdunstung bedingt wird, die durch die Blätter der Bäume vor sich geht (Otozki 1899 u. 1905).

Eine geneigte muldenförmige Vertiefung, ein ihr unterlagertes wasserdichtes Gestein und ein gemässigtes, genügend nieder-

schlagreiches Klima, mit den von ihnen hervorgerufenen besonderen hydrologischen Verhältnissen, bilden die Bedingungen für die Entstehung der beschriebenen Vegetation und der Bruchwaldmoorböden im Bruchwaldmoore (Tab. 23).

Mit Hilfe der vergleichenden Methode sucht man vorerst empirische Regeln (Niederschlagsreichtum auf der Luvseite der Berge) und geht dann zu den kausalen Gesetzen über (Einfluss adiabatischer Bewegungen auf die relative Feuchtigkeit der Luft) (Wundt II, 1920, S 24—27; Hettner 1927, S. 229).

3. Analyse der Landschaft.

Die Analyse der Landschaft (Wundt II, 1920, S. 380, 558) stellt einen speziellen Fall der individuellen Vergleichung dar. Man untersucht die Landschaft und zerlegt sie in ihre Bestandteile. Dann folgt die Zerlegung der letzteren in ihre Elemente und die eingehende Behandlung der Bestandteile. Zuletzt geht man von einzelnen Bestandteilen aus und zieht Schlussfolgerungen über den Charakter der Landschaft als eines Ganzen.

Auf der Karte 2 sind die Dünenlandschaft von Vilo (Abb. 15) und ihre Bestandteile dargestellt (Markus 1935[b]).

An der nördlichen Grenze der Dünenlandschaft lenkt ein absterbender Espenwald unsere Aufmerksamkeit auf sich. Es gibt in diesem Walde viele kleine, nur $^1/_2$—$1^1/_2$ m hohe Espen, die endgültig abgestorben sind. Grössere Espen sind 4—6 m hoch und sind verhältnismässig gesund, obleich sie krumme Stämme haben. Nur ihre Zweige sind oft vertrocknet, und solche Zweige bedecken auch die Bodenfläche. Im Bodenquerschnitt liegt unter der 90—100 cm mächtigen Sandschicht eine gut ausgebildete, 8—10 cm mächtige Humusschicht. Unter ihr befinden sich eine grauweisse Podsolschicht (Mächtigkeit $^1/_2$—1 cm) und eine 20—25 cm mächtige rostbraune Schicht. So finden wir im Espenwalde einen normalen Podsolboden, der mit Sand bedeckt ist. Der absterbende Espenwald liegt im Gebiete des Vordringens der Dünen: der beschriebene Podsolboden war früher von Espen eingenommen, die infolge des Vorrückens des Sandes allmählich abstarben. Der absterbende Espenwald bildet einen Teil des Ablagerungsgebietes, das die Dünenlandschaft von Vilo von Norden, Nordosten und Osten umgibt.

Den grösseren, inneren Teil der Dünenlandschaft bildet ein

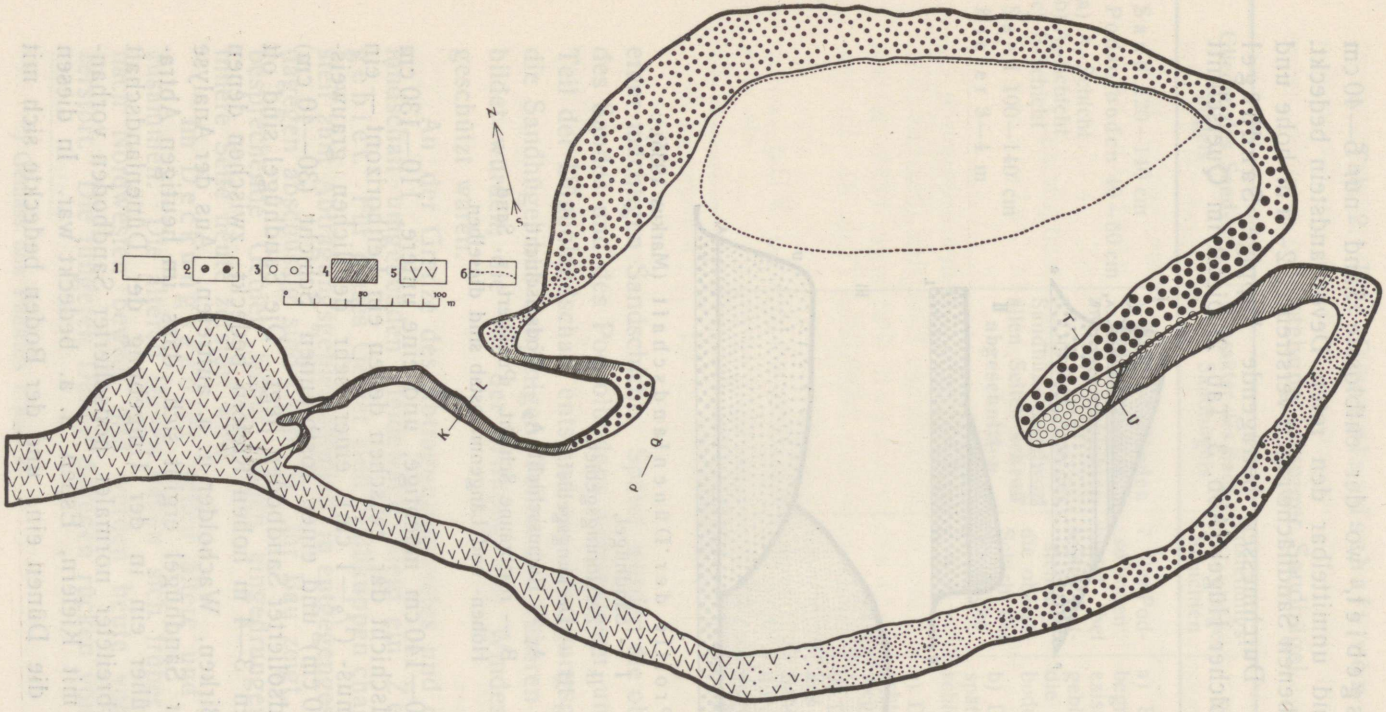


Abb. 2. Dünenlandschaft von Vilo (Markus 1935).

1. Abtragungsgebiet.
2. Ablagerungsgebiet
3. Deckungsgebiet
4. Zerstörungsgebiet
5. Absterbende Dünen

} Grenzstreifen der Dünenlandschaft.

6. Entblösster Devonsandstein.

K—L, P—Q, T—U . . . . Profile (Abb. 3).

Abtragungsgebiet, wo der entblösste Sand nur 5—40 cm mächtig ist und unmittelbar den roten Devonsandstein bedeckt. Aus der fast ebenen Sandfläche ragen verstreute, 2—4 m hohe und bis 10 m im Durchmesser betragende kuppige Sandhügel hervor. Ein solcher Hügel (Abb. 3, Tab. 2) bietet im Querschnitt

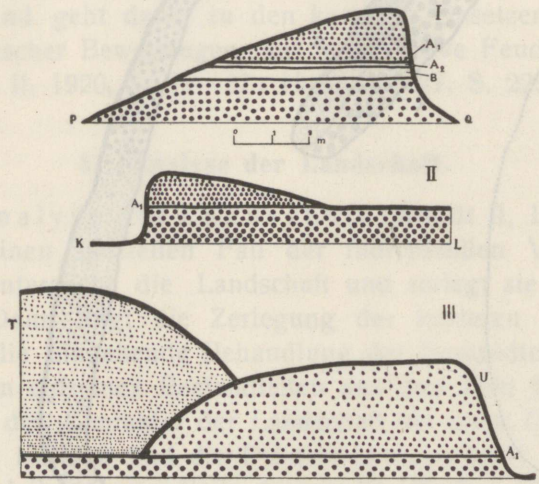


Abb. 3. Profile der Dünenlandschaft (Markus 1935).

I — Sandhügel,
II — Zerstörungsgebiet,
III — Deckungsgebiet.
A_1 — Humusschicht, A_2 — Podsolschicht,
B — rostbraune Schicht. Punktiert ... Sand.
Höhen- und Längenmassstab sind dieselben.

eine obere, 120—140 cm mächtige, und eine untere, 110—130 cm mächtige Sandschicht dar, zwischen denen ein Leithorizont — ein aus einer Humus- ($^1/_2$—1 cm), einer sehr deutlichen grauweissen Podsol- (10 cm) und einer rostbraunen Schicht (30—40 cm) bestehender podsolierter Sandboden liegt. Die Sandhügel sind oft mit vereinzelten 3—4 m hohen Kiefern bedeckt, zwischen denen auch Espen, Birken, Wacholder u. a. auftreten. Aus der Analyse der Profile der Sandhügel ergibt sich, dass im heutigen Abtragungsgebiet früher ein in der Umgebung der Dünenlandschaft heute sehr verbreiteter normaler podsolierter Sandboden vorhanden war, der mit Kiefern, Espen u. a. bedeckt war. In diesen Wald drangen die Dünen ein, und der Boden bedeckte sich mit

Tab. 2. Die Dünenlandschaft von Vilo:

Entstehung kuppiger Sandhügel.

Glieder des Sandhügels	Charakter des Baus des Sandhügels	Entstehungsweise einiger Schichten	Schlussfolgerungen
1. Sand 120—140 cm 2. Podsolboden 40—50 cm a) A_1-Schicht b) A_2-Schicht c) B-Schicht 3. Sand 100—140 cm 4. Kiefer 3—4 m	5. **Der Podsolboden liegt zwischen zwei Sandschichten** 6. Die Schichten des Sandhügels sind von allen Seiten **schroff abgeschnitten**	7. Der Podsolboden bildet bei seiner Entstehung die oberste Schicht der Erdfläche	a) Bei der Entstehung des begrabenen Podsolbodens existierte im Untersuchungsgebiet eine Sandfläche (2, 3*), die sich mit einem Podsolboden bedeckte (2, 7). b) Der Podsolboden wurde später (1, 5) mit einer Sandschicht bedeckt. c) Die Boden- und Sandschichten wurden vom Winde weggeblasen (6). d) Die Sandhügel setzen sich aus denjenigen Boden- und Sandschichten zusammen, die durch die Pflanzendecke gegen den Wind geschützt sind (4).

einer mächtigen Sandschicht. Später wurden die oberen Schichten des Sandes und des Podsolbodens weggeblasen, und im zentralen Teil der Dünenlandschaft entstand ein Abtragungsgebiet, während die Sandhügel aus denjenigen Teilen der früheren Landschaft gebildet wurden, die vor der Wirkung des Windes durch Kiefern geschützt waren.

An der Grenze des Abtragungsgebietes und des die Dünenlandschaft umgebenden Heidewaldes liegt ein Zerstörungsgebiet. Für dieses Gebiet sind Halbkuppen charakteristisch, die steil zum Abtragungsgebiet abfallen, in entgegengesetzter Richtung dagegen abschüssig sind (Abb. 3). Ihr Bau zeigt, dass in das zu besprechende Gebiet früher Dünen eingedrungen sind, deren innere Seite heute zerstört wird.

Im Deckungsgebiet treffen ältere und jüngere Dünen zusammen. Die älteren Dünen haben sich früher von Südosten nach Nordwesten bewegt und werden heute von Südosten her zerstört. Die jüngeren Dünen dagegen rücken von Westen nach

*) Gemäss den Punkten 2 und 3.

Osten oder sogar von Nordwesten nach Südosten vor, nähern sich den älteren und beginnen sie zu bedecken. In diesem Gebiet sind die Dünen am stärksten ausgebildet und erreichen eine Höhe von bis 10 m.

Am südostlichen Rande der Dünenlandschaft bedeckt sich der Sand mit Moosen (*Hypnum Schreberi*), Heidekraut, Wacholder u. a., die Dünen bleiben stehen und werden weiter keinen Veränderungen unterworfen. Das ist das Gebiet absterbender Dünen.

Verwenden wir nun die beschriebenen Bestandteile zur Charakteristik der Dünenlandschaft als eines Ganzen.

Die Bestandteile der Dünenlandschaft bilden zusammen ein typisches Ganzes — einen landschaftlichen Komplex (Markus 1930, S. 428) oder Landschaftsverband (Passarge 1933, S. 59), und sind also miteinander genetisch verbunden (Tab. 3). Im zen-

Tab. 3. Die Dünenlandschaft von Vilo als Landschaftsverband.

Landschaftsverband	Seine Glieder	Anordnung der Glieder		Bedingungen der Anordnung
Dünenlandschaft	**Abtragungsgebiet**	Zentraler Teil der Dünenlandschaft		Nach Südwesten geneigte Sandfläche
	Ablagerungsgebiet	Grenzstreifen der Dünenlandschaft	NO	Vorherrschen südwestlicher Winde
	Gebiet absterbender Dünen		SW	
	Zerstörungsgebiet		NW	Vorherrschen südöstlicher Winde in früheren Zeiten
	Deckungsgebiet	Grenzgebiet zweier Abtragungsgebiete		Zusammenfliessen zweier Abtragungsgebiete

tralen Teil der Dünenlanschaft befindet sich das Abtragungsgebiet, von welchem der Sand abgetragen wird. Dieser Sand wird hauptsächlich im nordöstlichen Grenzgebiet der Dünenlandschaft abgelagert. Im südwestlichen Teil der Dünenlandschaft hört die Tätigkeit des Windes auf, und der Sand bedeckt sich mit einer Pflanzendecke. Der Dünenstreifen rückt allmählich in den umgebenden Heidewald vor; ebenso bewegt sich von Südwesten nach

Nordosten das Gebiet absterbender Dünen. Infolgedessen verschiebt sich die ganze Dünenlandschaft von Südwesten nach Nordosten (Tab. 4). Die Dünenlandschaft von Vilo weist die Merkmale der Jugendlichkeit auf: ihr Abtragungsgebiet und der Dünenstreifen sind stark entwickelt, während absterbende Dünen nur schwach vertreten sind. Man muss ferner annehmen, dass die zu besprechende Landschaft aus zwei Becken, einem westlichen und

Tab. 4. Verschiebung der Dünenlandschaft von Vilo.

		NO-Grenzstreifen	SW-Grenzstreifen
Wichtige Glieder		**Dünen**	**Absterbende Dünen**
Bau der Glieder		1. Sand 2. Podsolboden: A_1, A_2, B 3. Sand	1. Pflanzendecke 2. Sand 3. Podsolboden 4. Sand
Entstehungsweise der Glieder		Im nordöstlichen Grenzgebiet der Dünenlandschaft war ein Podsolboden vorhanden, der später mit Sand bedeckt wurde	Im südwestlichen Grenzgebiet der Dünenlandschaft waren Sanddünen vorhanden, die später von einer Vegetation bedeckt wurden
Verschiebung	der Glieder	Der Dünenstreifen rückt nach Nordosten, in die umgebende Heide vor	Die Vegetation dringt allmählich auf Sandflächen ein, die im südwestlichen Grenzgebiet der Dünenlandschaft liegen
	der Landschaft	**Die Dünenlandschaft von Vilo verschiebt sich von Südwesten nach Nordosten**	

einem östlichen, entstanden ist: beide näherten sich allmählich einander, und ihre Grenzstreifen trafen im Deckungsgebiet zusammen, das früher die ganze Dünenlandschaft von Vilo von Nordosten nach Südwesten durchquert hat.

Wenn wir uns den Bedingungen zuwenden, die die Entstehung der Dünenlandschaft von Vilo hervorrufen und die dabei für das zu untersuchende Gebiet charakteristisch sind, d. h. denen eine örtliche Verschiedenheit eigen ist, so finden wir hier ausgedehnte, schwach mit einer Pflanzendecke bedeckte Sandflächen, die sich von der Eisenbahnstation Vilo nach Nordosten bis an den von hier 8 km entfernten Peipussee erstrecken. Wir ziehen ferner in Betracht, dass die Dünenlandschaft von Vilo einen schwach nach Südwesten geneigten Abhang eines Urstrom-

tales beherbergt, und berücksichtigen, dass im Sommer im Untersuchungsgebiet südwestliche Winde vorherrschen. Das Vorhandensein üppiger Wälder in einigen Teilen des Sandgebietes erscheint als eine negative Bedingung für die Entwicklung der Dünen. Die Ursache der Entstehung der Dünenlandschaft bildet endlich der Druck des Windes auf die Sandflächen, d. h. die Bewegung der Luft — die Veränderung des Luftkörpers.

Infolge des Druckes der im Untersuchungsgebiet vorherrschenden südwestlichen Winde auf die nach Südwesten geneigte Sandfläche entsteht die Dünenlandschaft von Vilo, in ihrem nord-

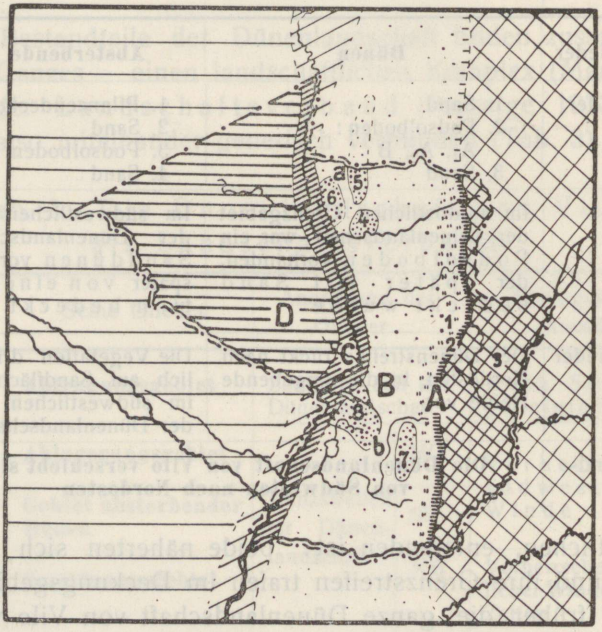
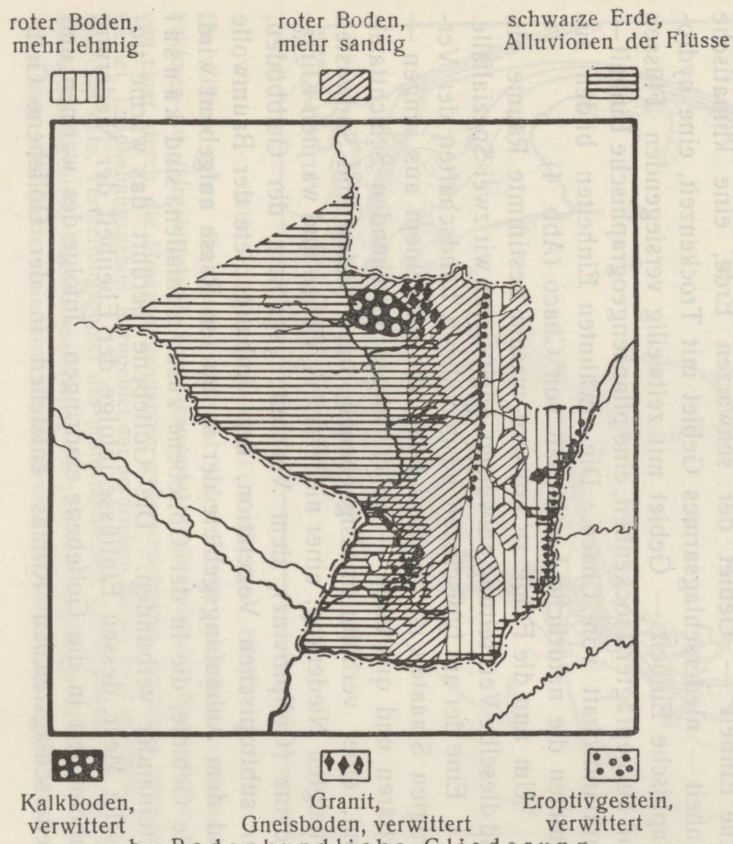


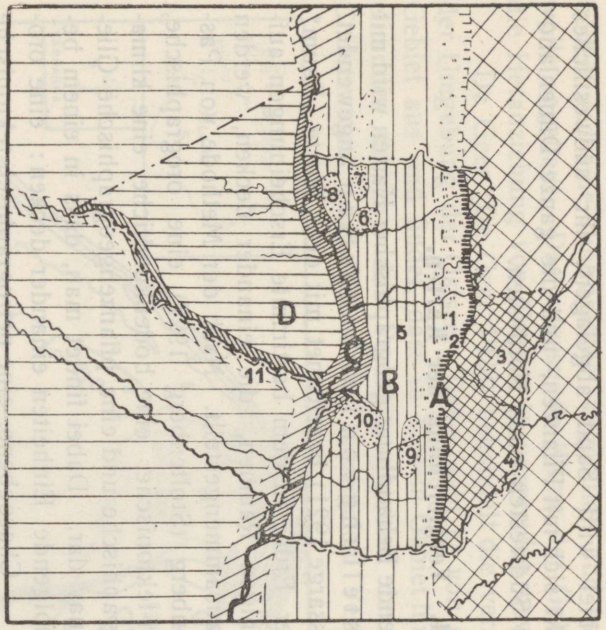
Abb. 4. Landschaftskundliche Gliederung von Paraguay (Stoltenberg 1927).

a. Orographische Gliederung.

A — Amambay-Plateau. 1 — Vorgelände. 2 — Steilrand. 3 — Plateau.
B — Welliges Flachland mit einzelnen Berglandschaften. 4 — Saty-Plateau. 5 — Apa-Bergland. 6 — Kalkregion (a — nordparaguayisches Bergland). 7 — Sierra de Villa Rica. 8 — südparaguayisches Bergland in engerem Sinn (b — südparaguayisches Bergland).
C — Flusstallandschaft des Paraguay.
D — Chacoebene.



b. Bodenkundliche Gliederung.



c. Natürliche Landschaften.

A — Amambay-Plateau. 1 — Vorgelände. 2 — Steilrand. 3 — Plateaurücken. 4 — Paranáflusstal. B — Welliges Flachland. 5 — Hügellandplatte. 6 — Saty-Plateau. 7 — Apa-Bergland. 8 — Kalksteppe. 9 — Sierra de Villa Rica. 10 — Südparaguayisches Bergland. C — Paraguayflusstalung. D — Chaco. 11 — Pilcomayoflusstal.

östlichen Grenzgebiet wird Sand abgelagert, ihr südwestliches Grenzgebiet bedeckt sich mit Pflanzen, und die ganze Dünenlandschaft wandert von Südwesten nach Nordosten.

4. Vergleichung der Karten.

Die vergleichende Behandlung geographischer Karten wird mit Erfolg bei der Aufstellung von Landschaften angewendet.

Passarge (Passarge 1921) bezeichnet mit dem Worte „Raum" ein Gebiet auf der Erde, in dem bestimmte Erscheinungen auftreten. Aus denjenigen Räumen, die einander decken, werden Landschaftsräume zusammengestellt. Nach der Methode von Passarge stellt Stoltenberg (Stoltenberg 1927) eine orographische, eine petrographisch-tektonische, eine bodenkundliche, eine klimatische, eine hydrographische und eine pflanzengeographische Gliederung von Paraguay dar. Dabei findet man, dass in einem bestimmten Gebiet folgende Einheiten einander decken: eine orographische Einheit — Chacoebene, eine petrographisch-tektonische Einheit — Tiefland mit marinen Ablagerungen, eine bodenkundliche Einheit — Gebiet der schwarzen Erde, eine klimatische Einheit — niederschlagsarmes Gebiet mit Trockenzeit, eine hydrographische Einheit — Gebiet mit zeitweilig versiegenden Flüssen und ausgeprägter Trockenheit, eine pflanzengeographische Einheit — Parklandschaft von Chaco. Die erwähnten Einheiten bilden zusammen die natürliche Landschaft von Chaco (Abb. 4).

Um nun die Frage zu erörtern, warum bestimmte Räume ein und dieselbe Verbreitung aufweisen, analysieren wir zwei Spezialfälle.

Eine der am typischsten ausgebildeten Landschaften der Vereinigten Staaaten ist die Golfebene, die aus einem aus jungen — tertiären und quartären — Ablagerungen bestehenden Schichttafelland, einer verhältnismässig ebenen, nach Süden und Südwesten geneigten Niederung, einer niederschlagreichen und warmen Klimaprovinz (Golfprovinz), dem Verbreitungsgebiete der Gelbböden, der subtropischen Vegetation, dem Anbaugebiete der Baumwolle und dem Anhäufungsgebiete der schwarzen Rasse aufgebaut wird. Alle Gebiete, die in der Golfebene zusammenfallen, sind kausal miteinander verbunden. Die Golfebene berührt das warme tropische Meer, dessen Einflüsse infolge der Ebenheit der Niederung unbehindert in die Golfebene eindringen. Infolge des warmen und niederschlagsreichen Klimas entstehen in der Golfebene Gelb-

böden und eine subtropische Vegetation und es wird hier Baumwolle angebaut. Das ungesunde Klima der Golfebene hat ferner die Heranziehung von Negern hervorgerufen usw.

De Geer (De Geer 1928) behandelt die verschiedenen Räume der Umgebung der Ostsee. Dabei geht er von einem bestimmten Gebiet aus und findet, dass in diesem Gebiet fünf spezielle Räume einander decken: das Verbreitungsgebiet des protestantischen Christentums, das Gebiet der maximalen Verbreitung der zwei



Abb. 5. Baltoskandien (De Geer 1928).

Die Ziffern geben die Anzahl der auf jeder Fläche zusammen auftretenden Faktoren an (Urgebirgsland Fennoskandiens, Halbinselländer Nordeuropas, das von einer durch die Moränentopographie gekennzeichneten Randzone umgebene Gebiet, Landhebungsgebiet, Kerngebiet der nordischen Rasse, zwei fennoskandische Sprachgebiete, Verbreitungsgebiet des protestantischen Christentums, heutige nordische Staatsgebiete, Maximalausdehnung der zwei tausendjährigen nordischen Staaten). Die fünfte Linie wird als die Grenze Baltoskandiens aufgefasst.

Tab. 5. Meerestypen

Meere / Ihre Eigenschaften	Relativ warmes Meer				
	I. Tropisches Meer		II. Gemässigtes Meer		
	1. Antillen-Meer	2. Malaiisches Meer	1. Westeuropäisches Meer	2. Westkanadisches Meer	3. Neuseeländisches Meer
Temperaturanomalien	0° bis + 2°	0° bis + 2°	0° bis + 5°	0° bis + 2°	0° bis + 2°
	positiv				
Niederschläge (cm)[1]	100 — bis 200 +	100 — bis 200 +	100 — bis 200 +	100 — bis 200 +	100 +
	niederschlagsreich				
Wasserbewegungen	warme Meeresströmungen				
Jahresisothermen des Oberflächenwassers und der Luft	nach den Polen ausgebuchtet				
Jahrestemperatur des Oberflächenwassers	20° bis 27°	20° bis 28°	5° bis 20°	5° bis 20°	5° bis 20°
Jahrestemperatur der Luft	20° bis 27°	20° bis 28°	5° bis 20°	5° bis 20°	5° bis 20°
	warmes Meer		gemässigtes Meer		
Temperaturschwankungen des Oberflächenwassers	1° bis 5°	1° bis 3°	4° bis 8°	4° bis 12°	3° bis 6°
	gering		mässig		
Landschaften	Tropische Regenw. Savannen		Laub- und Nadelwälder der gemässigten Zone		
	Subtropische Vegetation	Monsunwälder			

(Nach Schokalsky (1917), Berg (1927), Süring (1927), Gorczynski (1918), Hettner (1923 und 1926) u. a.) — [1]) 100 — ... unter 100 cm, 200 + ... über 200 cm.

tausendjährigen nordischen Staaten usw. Aus diesen Gebieten setzt De Geer ein skandinavisch-baltisches Gebiet — Baltoskandien — zusammen (Abb. 5). Obgleich De Geer viele wichtige Elemente der Landschaft — das Klima, die Pflanzendecke, die Böden u. a. — unberücksichtigt gelassen hat, ist sein Versuch doch in

(Markus 1930).

Relativ kaltes Meer									
III. Tropisches Meer			IV. Gemässigtes Meer				V. Polares Meer		
1. Nordwestafrikanisches Meer	2. Südwestafrikanisches Meer	3. Sokotra-Meer	1. Kalifornisches Meer	2. Peruanisches Meer	3. Patagonisches Meer	4. Westaustralisches Meer	1. Labrador-Meer	2. Kamtschatka-Meer	
−1° bis −5°	−1° bis −7°	0° bis −1°	−1° bis −4°	−1° bis −7°	0° bis −3°	0° bis −2°	0° bis −6°	−1° bis −4°	negativ
25− bis 50+	25− bis 50+	25− bis 50+	25− bis 50+	25− bis 50+	25− bis 50+	25− bis 50+	25 bis 100	25 bis 100	niederschlagsarm
kalte Meeresströmungen, kaltes Auftriebwasser									
nach dem Äquator ausgebuchtet									
20° bis 25°	15° bis 25°	26°	12° bis 22°	10° bis 20°	5° bis 15°	5° bis 20°	0° bis 5°	0° bis 5°	
20° bis 25°	20° bis 25°	20° bis 27°	12° bis 22°	12° bis 20°	5° bis 15°	5° bis 20°	−10° bis +5°	−8° bis +5°	
warmes Meer			gemässigtes Meer				kaltes Meer		
3° bis 8°	3° bis 6°	4° bis 6°	3° bis 7°	4° bis 7°	4° bis 11°	3° bis 6°	5° bis 18°	8° bis 20°	
mässig							gross		
Wüstensteppen Steppen Savannen Wüsten			Wüstensteppen Wüsten: Subtropische Vegetation Steppen				Tundren Nadelwälder		

dem Sinne interessant, dass ein geographisches Gebiet aus solchen Gebieten niederer Ordnung gebildet werden kann, die sich zeitlich nacheinander gebildet haben: das Urgebirgsland Fennoskandiens enstand schon im Archaikum und Eozoikum, das protestantische Christentum dagegen drang in Baltoskandien erst in den letzten fünf Jahrhunderten ein usw.

Um die Vergleichung der Karten zur Feststellung kausaler Relationen anzuwenden, stellt man zwei Karten ein-

ander gegenüber, von denen die eine die uns interessierende Erscheinung und die andere ihre vorausgesetzte Bedingung darstellt (Wagener 1932, S. 398).

Wenn wir z. B. die Niederschlagskarte der Erde (Süring 1927, Ekhardt 1930, Meinardus 1934) und die Karte der Temperaturanomalien des Oberflächenwassers des Weltmeers (Krümmel 1907, Schokalski 1917, Schott 1935) miteinander vergleichen, so finden wir, dass die niederschlagsreichen Meeresregionen mit den Gebieten positiver Temperaturanomalien zusammenfailen, während Trockengebiete Meere mit negativen Anomalien einnehmen. Wenn man ausser den positiven und negativen Temperaturanomalien auch die ozeanische Polarfront und die subtropischen Konvergenzlinien im Auge hat und die wenig untersuchten Polargebiete des Weltmeeres weglässt, so kann man fünf Typen des Meeres — ein relativ warmes tropisches, ein relativ kaltes tropisches, ein relativ warmes gemässigtes, ein relativ kaltes gemässigtes und ein relativ kaltes polares Meer — aufstellen, deren wesentlichste Kennzeichen in der Tabelle 5 aufgezählt sind (Markus 1930 d). Alle relativ warmen Meere sind gleichzeitig niederschlagsreich (Tab. 19), und sie bedingen auch den Niederschlagsreichtum derjenigen Länder, die sie berühren. Für die relativ kalten Meere dagegen ist Trockenheit charakteristisch, und an sie grenzen Wüsten und Wüstensteppen.

Die Karten zeigen so einen deutlichen Zusammenhang zwischen den Temperaturanomalien und den Niederschlägen (Markus 1935 d). Wenn wir nun erörtern wollen, welche von den zu behandelnden Erscheinungen als Bedingung der anderen erscheint, so berücksichtigen wir, dass die Temperaturanomalien des Oberflächenwassers von den Meeresströmungen und Bewegungen des Wassers in vertikaler Richtung hervorgerufen werden, und dass die Meeresströmungen durch die Rotation der Erde, die gegenseitige Lage der Kontinente usw. bedingt sind. Infolgedessen werden die Temperaturanomalien zu den bedingenden Erscheinungen gezählt, während die kausale Abhängigkeit der Regenlosigkeit von den kalten Meeresströmungen und dem kalten Auftriebswasser heute als eine sichergestellte Tatsache betrachtet wird (Schmidt 1928, S. 37).

5. Vergleichung der Linien.

Man stellt sich auf der Erdoberfläche eine Linie vor und untersucht bestimmte Erscheinungen längs dieser Richtungslinie. Dabei stellt man oft den Charakter der zu untersuchenden Erscheinungen und ihrer vorausgesetzten Bedingungen graphisch dar, wobei für die Konstruktion graphischer Darstellungen Koordinatenachsen oder geographische Karten verwendet werden.

Auf der Abb. 6 sehen wir zwei Profile, von denen das obere

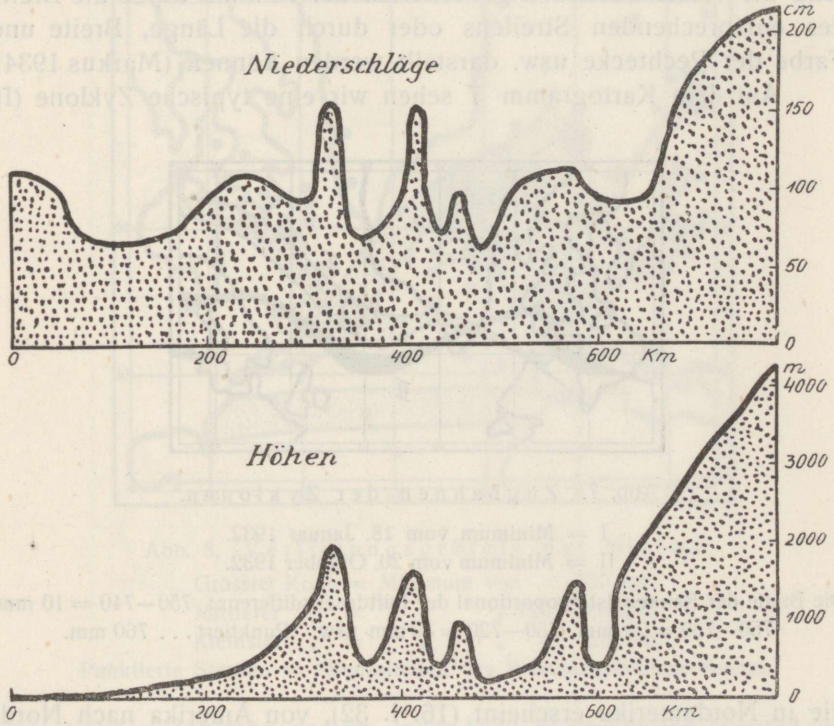


Abb. 6. Kausalprofil:
Klimaprofil Bordeaux — Finsteraarhorn.

die Niederschlagsmenge längs der Linie Bordeaux — Finsteraarhorn und das untere — das entsprechende Höhenprofil darstellt. Diese Profile bilden zusammen ein Kausalprofil (Krause 1927), das den Einfluss der Berge auf die Niederschlagsmenge veran-

schaulicht: die höheren Gebiete sind regenreicher[1]), die niedrigeren dagegen trockener (Walther 1928, Schmidts Klimaprofile).

Wenn wir auf der Erdoberfläche eine Richtungslinie betrachten, dabei diejenigen Erscheinungen beobachten, die auf dieser Linie in einem bestimmten Moment konstatiert werden oder in verschiedenen Momenten aufeinander folgen, und die Eigenart dieser Erscheinungen graphisch auf der Karte darstellen, so erhalten wir ein chorographisches Profil (Markus 1934, S. 225).

Bei der Darstellung wandernder barometrischer Minima z. B. verzeichnen wir auf der Karte ihre Zugbahnen, während die verschiedenen Eigenschaften der Minima durch die Breite des entsprechenden Streifens oder durch die Länge, Breite und Farbe der Rechtecke usw. darstellt werden können (Markus 1934).

Auf dem Kartogramm 7 sehen wir eine typische Zyklone (I),

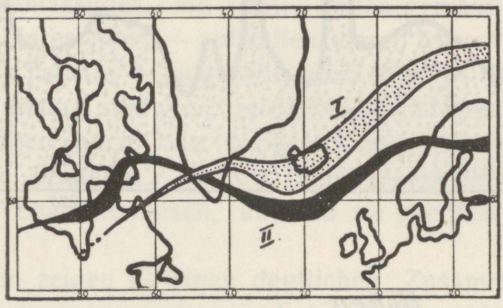


Abb. 7. Zugbahnen der Zyklonen.

I = Minimum vom 18. Januar 1932.
II = Minimum vom 20. Oktober 1932.

Die Breite der Bahnen ist proportional der Luftdrucksdifferenz: 750—740 = 10 mm, 750—730 = 20 mm, 750—720 = 30 mm usw. Punktiert . . . 760 mm.

die in Nordamerika erscheint (16. I. 32), von Amerika nach Nordosten wandert, sich in der Umgebung von Island plötzlich vertieft, am 18. Januar 1932 ihr tiefstes Zentrum (700 mm) erreicht und sich dann nach Nowaja-Semlja bewegt.

Das chorographische Profil ermöglicht uns, Eigenschaften der Erscheinungen genauer zu studieren. Das Minimum vom 20. X. 32 (Abb. 7, II) unterscheidet sich von dem erstgenann-

[1]) Ausserdem sind niederschlagsreich die Gebiete, die an Meere grenzen.

ten dadurch, dass es drei Vertiefungsgebiete aufweist, nämlich in der Umgebung der Hudson-Strasse, Islands und der Ostsee. Ähnliche Untersuchungen zeigen, dass das Westeuropäische Meer (Markus 1934) als ein wichtiges Vertiefungsgebiet der barometrischen Minima erscheint. Gewöhnlich entstehen die Zyklonen in Nordamerika, bewegen sich aus den Vereinigten Staaten oder Kanada von Westen nach Osten, vertiefen sich auf dem Westeuropäischen Meer und wandern dann nach Europa oder der Barentssee, wo sie allmählich absterben. Das Gesagte wird ausser der Abb. 7 noch durch das Kartogramm 8 veranschaulicht, auf welchem

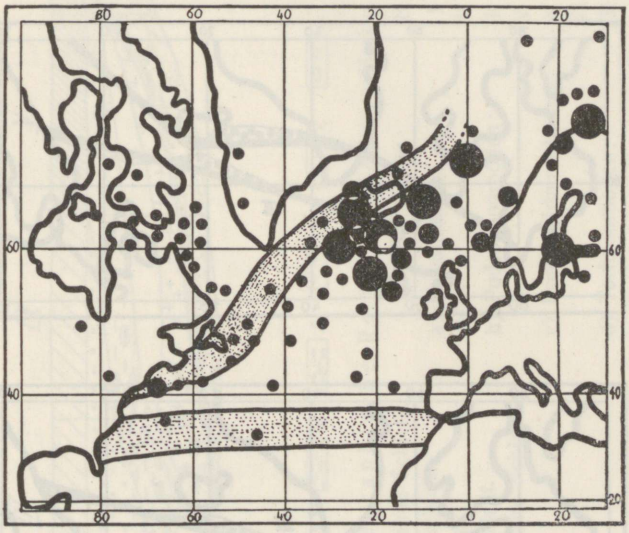


Abb. 8. Vertiefungsgebiete der Minima.
Grösster Kreis = Minimum von < 720 mm.
Mittlerer „ = „ „ 720—725 mm.
Kleinster „ = „ „ > 725 mm.
Punktierte Streifen = Grenzstreifen des Westeuropäischen Meeres.

die „tiefsten Zentren" der im Jahre 1932 beobachteten Minima eingetragen sind.

Um die Idee des chorographischen Profils bei der Untersuchung kausaler Beziehungen anzuwenden, verzeichnen wir auf der Karte zwei Profile, die einerseits die zu untersuchende Erscheinung und andererseits ihre vorausgesetzte Bedingung darstellen.

Bei der Vertiefung der Zyklonen spielt eine wichtige Rolle das

nordwestliche Grenzgebiet des Westeuropäischen Meeres; denn bei der Annäherung an die ozeanische Polarfront beginnen die Minima sich gewöhnlich rasch zu vertiefen. Um die Ursache einer solchen Vertiefung festzustellen, untersuchen wir die chorographischen Profile verschiedener Erscheinungen, die an einer die ozeanische Polarfront westöstlich durchquerenden Richtungslinie beobachtet werden. Dabei ergibt sich, dass die Veränderung des Luftdrucks im Zentrum einer Zyklone und die Zu- und Abnahme der Temperatur des atlantischen Oberflächenwassers in westöstlicher Richtung untereinander am besten übereinstimmen (Abb. 9): man

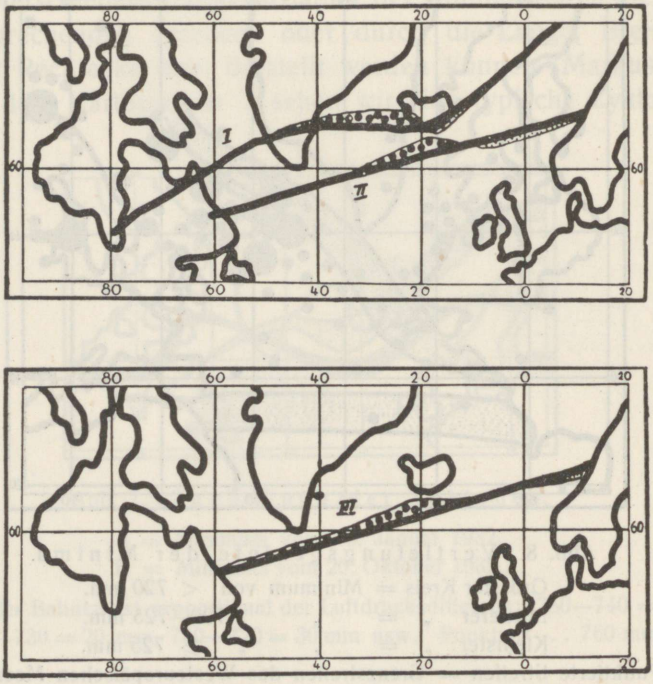


Abb. 9. Bedingung der Zu- und Abnahme der Tiefe von Zyklonen (Markus 1934).

I, II = Zu- und Abnahme der Tiefe der Zyklonen: I = Minimum vom 18. Januar 1932 (vgl. das Kartogramm 7). II = chorographisches Profil einer typischen, im Winterhalbjahr von Westen nach Osten wandernden Zyklone. III = chorographisches Profil der Zu- und Abnahme der Wassertemperatur in westöstlicher Richtung im Winterhalbjahr. Dicke Linien stellen die Richtungslinien der Profile dar. Ihre linken Seiten bezeichnen die Zunahme der Tiefe und der Temperatur, ihre rechten Seiten die Abnahme derselben.

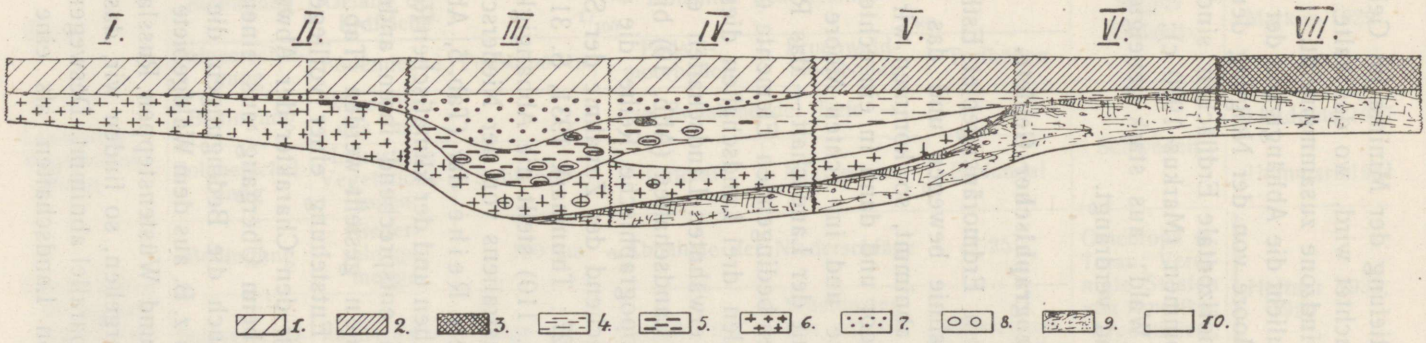


Abb. 10. Topographische Reihe der Böden (Markus 1929).

1. Humusschicht.
2. Bruchwaldtorf.
3. Torf.
4. Dunkle Schicht.
5. Schwarzbraune Schicht.
6. Rostbraune Schicht.
7. Podsolschicht.
8. Ortstein.
9. Gleyschicht.
10. Weissliche Schicht.

Böden:

a) Podsolböden: I — schwach podsolierter.
II — podsolierter.

b) Podsolmoorböden: III — mit schwarzbrauner Schicht.
IV — gegliederter.

c) Bruchwaldmoorböden: V — trockner.
VI — feuchter.

d) Torfmoorboden: VII.

sieht, dass eine rasche Vertiefung der Minima im Gebiet grosser Temperaturgradienten beobachtet wird, wo das kalte Polarwasser mit dem der warmen Westwindzone zusammentrifft.

Die Abb. 15 veranschaulicht die Abhängigkeit der Verbreitung des Ackerlandes und der Moore von der Neigung der Erdfläche: schwach geneigte und fast horizontale Erdflächen sind nass und werden von Mooren eingenommen (Markus 1930 c); auf den geneigten Erdflächen wächst Wald; aus stark geneigten Gebieten ist der Wald durch Ackerland verdrängt.

6. Reihen geographischer Gebiete.

Wenn wir uns in einem Erdmoränengebiet Estlands längs einer bestimmten Richtungslinie bewegen und das Gefälle der Erdfläche dabei allmählich abnimmt, so kommen wir aus einem echten Walde in ein Waldmoor und dann in ein echtes Moor. Im echten Walde, im Waldmoore und im echten Moore ist nur ein einziges bedingendes Element der Landschaft — das Relief — verschieden, während die anderen bedingenden Elemente (Klima, geologischer Untergrund) in allen drei Landschaften dieselben sind. Wir sagen dann, dass die erwähnten Landschaften eine topographische Reihe von Landschaften (Abb. 10) bilden.

Ebenso bilden eine topographische Reihe die Zonen der Bodenvegetation, die entsprechend der Zunahme der Seentiefe angeordnet sind (Lundquist 1927; Thunmark 1931, S. 31).

Taylor (Taylor 1933, S. 110) stellt die Abhängigkeit der Vegetation und der Böden Australiens von der Niederschlagsmenge in folgender klimatischen Reihe dar (Tab. 6, Abb. 11).

Ausser der topographischen und der klimatischen Reihe können geographische Gebiete auch entsprechend ihren anderen bedingenden Elementen in Reihen gestellt werden (Tab. 6).

Um die Ursachen der Entstehung einer vorliegenden Reihe festzustellen, untersuchen wir den Charakter der Abwandlung der uns interessierenden Reihe beim Übergang aus einem Gebiet in ein anderes und verfolgen auch die Bedingungen, die sich dabei parallel abwandeln. Wenn wir z. B. aus dem Waldgebiete Osteuropas allmählich in die Steppen und Wüstensteppen Russlands und in die Wüsten von Turan übergehen, so finden wir, dass dabei die jährliche Niderschlagsmenge parallel abnimmt. Deswegen betrachten wir die erwähnte Reihe von Landschaften als eine klimatisch

Tab. 6. Reihen geographischer Gebiete.

Gebiete, die Reihen bilden	Eigenschaften der Reihen						Land	Literaturquelle
Böden	Bedingung	Gefälle der Erdfläche	→ Abnahme des Gefälles → $^1/_{100}$			$^1/_{400}$	Selgus (Estland)	Markus 1929
	Folgeerscheinung	Bodendecke	Podsolböden	Podsolmoorböden	Bruchwaldmoorböden	Torfböden		
Lakustrine Vegetationszonen	Bedingung	Wassertiefe des Sees	→ Zunahme der Tiefe →				Schweden	Lundquist 1927
	Folgeerscheinung	Lakustrine Vegetationszonen	Sublitoral	Elitoral	Mikroelitoral	Profundal		Thunmark 1931
Landschaften der gemässigten Zone	Bedingung	Niederschlagsmenge	100 cm → Abnahme der Niederschläge → < 25				Osteuropa m. Turan; Vereinigte Staaten von Amerika; Argentinien; China	Hettner 1923, 1926
	Folgeerscheinung	Landschaftsgürtel	Taiga mit Podsolböden	Steppen mit Schwarzerde	Wüstensteppen mit kastanienbraunen Böden	Wüsten mit Wüstenböden		Krische 1928
Landschaften der Tropenzone	Bedingung	Niederschlagsmenge	>100 cm → Abnahme der Niederschläge → < 25cm				Westafrika Sudan Südafrika	Dokutschajew 1883
	Folgeerscheinung	Landschaftsgürtel	Tropische Regenwälder mit Laterit	Savannen mit Schwarzerde	Wüstensteppen mit kastanienbraunen Böden	Wüsten mit Wüstenboden		Thorp 1933
Vegetation u. Böden SO-Australiens	Bedingung	Niederschlagsmenge	100″	60″	40″	30″ 20″ 10″ 4″	SO-Australien	Taylor 1933
	Folgeerscheinung	Vegetation	high moor	forest	savana-woodland	savana desert		
		Bodendecke	peat	podsol	chestnut & black earth	gray earths mallee desert dune		Prescott 1931

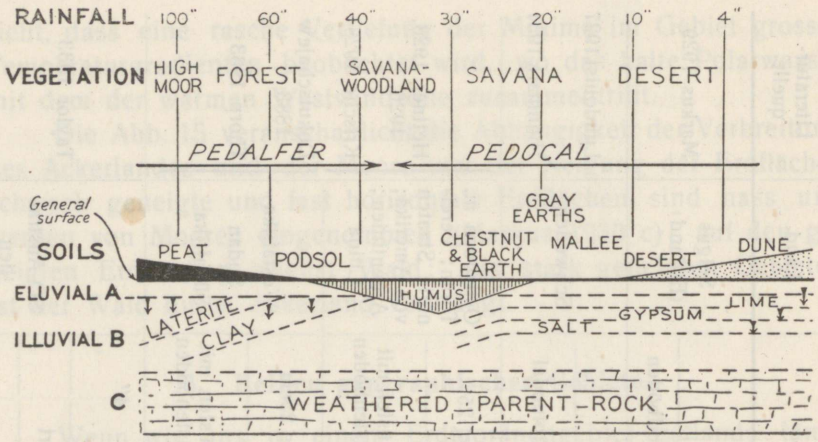


Abb. 11. Klimatische Reihe der Vegetation und der Böden (Taylor 1933).

bedingte Erscheinung. Unsere Annahme wird noch begründeter, wenn wir verschiedene äquivalente Reihen untereinander vergleichen (Krische 1928); derartige Verhältnisse finden wir ausser in Osteuropa und Turan noch in Nordamerika, Südamerika, Australien, China (Thorp 1935) usw. (Tab. 6).

Bei der Analyse von Reihen geographischer Gebiete müssen wir jedesmal erörtern, ob die Glieder einer bestimmten Reihe entsprechend einer einzigen bedingenden Erscheinung angeordnet sind, oder ob wir es in dieser Reihe mit der Abwandlung vieler bedingender Erscheinungen zu tun haben. Wenn wir z. B. ausser der Niederschlagsmenge auch die Lufttemperatur in Betracht ziehen, d. h. die zwei folgenden klimatischen Bodenreihen untereinander vergleichen (Tab. 7):

Tab. 7. Klimatische Bodenreihen.

Temperaturzone	Abnahme der Niederschlagsmenge →				
Tropisches Klima	Tropische Regenwälder mit Laterit	Savannen	mit Schwarzerde	Wüstensteppen mit kastanienbraunen Böden	Wüsten
Gemässigtes Klima	Taiga mit Podsolböden	Steppen			

so bemerken wir, dass die Schwarzerde in allen Übergangsgebieten zwischen Wüsten und regenreichen Gebieten vorkommt, während für Regenlandschaften der Tropenzone die Laterite und für die gemässigte Zone die Podsolböden charakteristisch sind.

7. Grenzlinien.

Man untersucht statistisch die Verbreitung einer bestimmten Erscheinung auf der Erdoberfläche und verzeichnet auf der Karte Isolinien, die die Dichte dieser Erscheinung bezeichnen. Die entsprechenden Isolinien heissen Isothermen, Isobaren, Isohyeten, Isohypsen, Vegetationslinien (Walter 1927) usw. Die relative Grösse des Abstandes zwischen den Isolinien bezeichnet man als Gra-

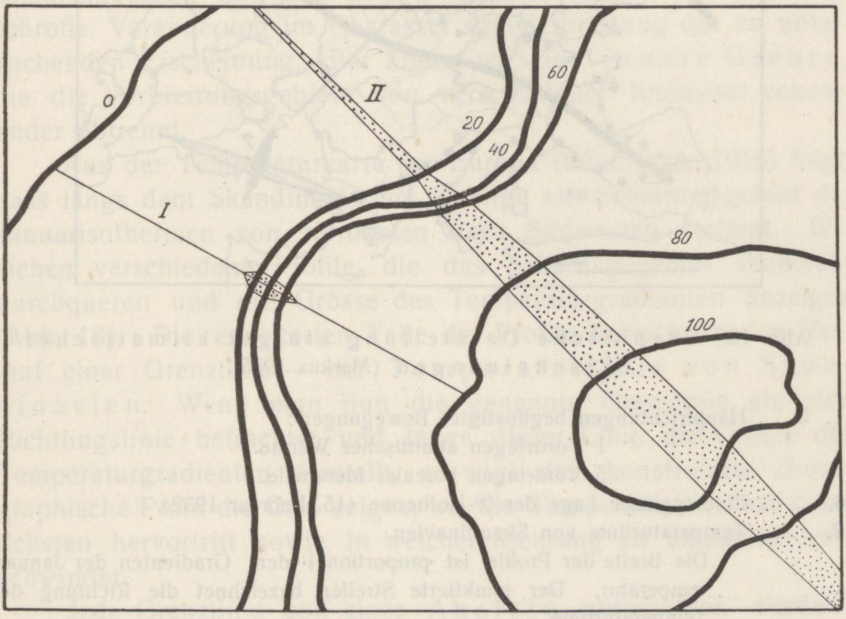


Abb. 12. Graphische Darstellung der Verbreitung einer Erscheinung.

0, 20, 40, 60, 80, 100 . . . Isolinien (Dichte der Erscheinung).
Der erweiterte Teil des chorographischen Profils I bezeichnet die Lage einer inneren Grenzlinie im Verbreitungsgebiete der dargestellten Erscheinung, während das Profil II das Kerngebiet der Erscheinung zeigt (die Breite des Profils I ist proportional dem Gradienten, die Breite des Profils II dagegen proportional der Dichte der Erscheinung).

dient oder Gefälle: Temperaturgradient, Florengefälle (Walter 1927, S. 16), Gefälle der Erdfläche usw.

Die Grenze der Verbreitungsgebiete von zwei Erscheinungen kann als eine Grenzlinie oder als ein Übergangsgebiet zwischen ihnen, d. h. als ein Grenzstreifen, eine Grenzzone, ein Grenzgebiet usw. erscheinen (Däniker 1928, S. 470; Sorge 1930, S. 278).

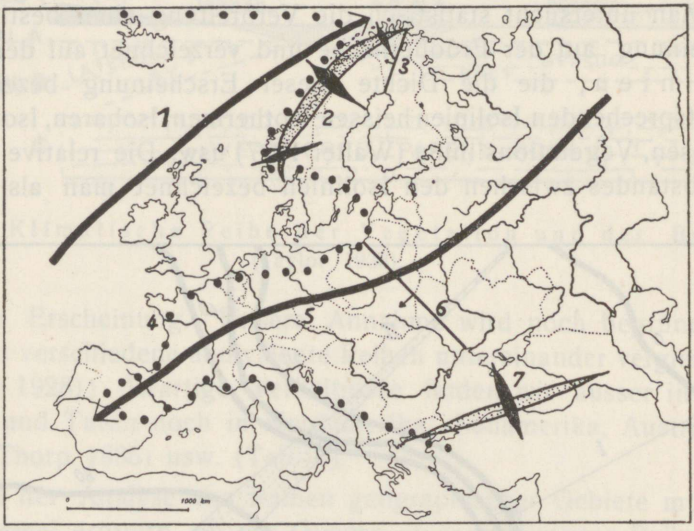


Abb. 13. Graphische Darstellung einiger klimatischer Erscheinungen (Markus 1935).

1, 5. . . Hauptrichtungen begünstigter Bewegungen:
1 Vordringen atlantischer Wärme.
5 Vordringen borealer Merkmale.

4. . . . . Eine typische Lage der 0°-Isotherme (15. Februar 1932).

2. . . . . Temperaturlinie von Skandinavien.
Die Breite der Profile ist proportional dem Gradienten der Januartemperatur. Der punktierte Streifen bezeichnet die Richtung der Temperaturlinie.

3, 6. . . Klimatische Pforten:
3 Lappländische Pforte.
6 Sarmatische Pforte.
Der Pfeil zeigt die Richtung der Ausbuchtung der Januarisothermen.

7. . . . . Milder Winter auf dem Schwarzen Meer.
Die Profile bezeichnen die Januartemperatur der Luft, während ihre Breite den Zahlen $1^0 = 3^0 - 2^0$, $2^0 = 4^0 - 2^0$, $3^0 = 5^0 - 2^0$ und $4^0 = 6^0 - 2^0$ proportional ist (3^0, 4^0. . . Januartemperaturen).

Bei der statistischen Untersuchung einer Erscheinung können wir oft ein Gebiet feststellen, wo diese Erscheinung am reichlichsten auftritt oder wo ihre Eigenschaften am besten ausgebildet sind (Abb. 12, Tab. 11). Das ist das Kerngebiet dieser Erscheinung. Weiter werden im Verbreitungsgebiete einer Erscheinung oft Scharungsgebiete der Isolinien, d.h. solche Erdstreifen beobachtet, wo der Gradient, das Gefälle der Erscheinung besonders gross ist.

Wenn wir z.B. eine zu untersuchende Erscheinung längs einer Richtungslinie behandeln (Abb. 12), so können wir folgendes beobachten.

Die Isolinie 0 bezeichnet die äussere Verbreitungsgrenze der vorliegenden Erscheinung. Die Isolinien 20 - 60 sind stark zusammengedrägt, und das chorographische Profil zeigt hier eine schroffe Veränderung im Charakter der Verbreitung der zu untersuchenden Erscheinung. Hier finden wir eine innere Grenze, die die Verbreitungsgebiete von verschiedener Intensität voneinander abtrennt.

Aus der Temperaturkarte von Europa (Gorczyński 1918) folgt, dass längs dem Skandinavischen Gebirge ein Scharungsgebiet der Januarisothermen von Nordosten nach Südwesten verläuft. Wir ziehen verschiedene Profile, die das Scharungsgebiet senkrecht durchqueren und die Grösse des Temperaturgradienten anzeigen (Abb. 13). Die erweiterten Teile der Profile bezeichnen den Verlauf einer Grenzlinie — der Temperaturlinie von Skandinavien. Wenn man nun die genannte Grenzlinie als eine Richtungslinie betrachtet und längs dieser Linie die Grösse des Temperaturgradienten darstellt, so wird das konstruierte chorographische Profil die Orte zeigen, wo die Temperaturlinie am deutlichsten hervortritt sowie in welcher Richtung sie allmählich verschwindet.

Jede Grenzlinie soll einer Analyse unterworfen werden: man stellt das Faktum und die Zeit des Auftretens der Grenzlinie fest, bestimmt ihre Ordnung, untersucht die Fortsetzung der Grenzlinie und versucht die Bedingungen ihres Vorkommens aufzustellen.

Den Peipussee durchquert in nordsüdlicher Richtung eine Grenzlinie — die Peipuslinie, mit der die Staatsgrenze von Estland und Russland, die ehemaligen Staatsgrenzen von Schweden und Russland und des Deutschen Ordens und Russlands, fer-

ner die estnisch-russische Sprach- und Volksgrenze, die Grenze der lutherischen und der orthodoxen Kultur und viele andere Grenzlinien zusammenfallen: die Peipuslinie erscheint als eine kulturgeographische Grenze und bildet so eine Grenzlinie höherer Ordnung (Tab. 8, Abb. 5, 14 u. 15 b).

Tab. 8. Grenzlinien verschiedener Ordnung.

Grenzlinien höherer Ordnung		Grenzlinien niederer Ordnung		
Peipuslinie	Anthropogeographische Grenze	Staatsgrenze	**Westen**	**Osten**
			Orden, Schweden, Estland	Russland
		Völker- und Sprachgrenze	Fennougrier	Slaven
		Kulturgrenze	Religion: lutherisch Schrift: lateinisch Gebäude:	orthodox russisch slavisch usw.
Isländische Polarfront	Landschaftsgrenze	Ozeanische Polarfront	**Nordwesten**	**Südosten**
			Kaltes Polarwasser des Labradorstroms	Warmes Wasser der Westwindzone
		Klimagrenze	Regenarmes Klima	Regenreiches Klima

Wenn wir nun die südliche Fortsetzung der Peipuslinie untersuchen, so sehen wir, dass die Linien, die auf dem Peipus miteinander zusammenfallen, in südlicher Richtung auseinandergehen: die schwedisch-russische Staatsgrenze lag bis 35 km westlich von der heutigen estnisch-russischen Staatsgrenze; die Staatsgrenzen sind fast niemals mit der Sprachgrenze zusammengefallen; die Sprachgrenze deckt sich nicht mit der Grenze der lutherischen und der orthodoxen Kultur usw. Das weist auf die Schärfe, die Deutlichkeit der Peipuslinie hin, die eine starke Scheidekraft besitzt, während südlich vom Peipussee ein schrankenfreies Gebiet liegt.

Wenn wir nun zu den Bedingungen des Auftretens der Peipuslinie übergehen, so lenken zwei Hauptrichtungen in der Bewegung der Slaven in geschichtlicher Zeit unsere Aufmerksamkeit

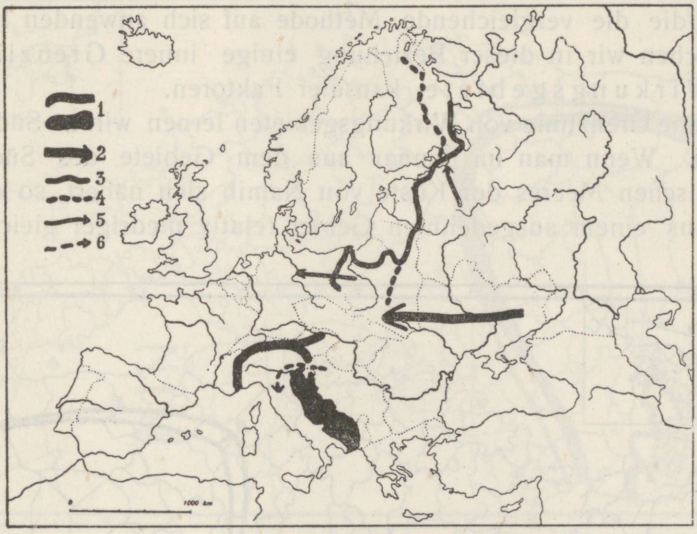


Abb. 14. Julische Durchgangslandschaft.
Peipuslinie.

1 ... Grenzschranke.
2 ... Druck der Hunnen 375.
3 ... Slavische Sprachgrenze im Westen.
4 ... Grenze der orthodoxen Konfession.
5 ... Drang der Slaven nach Westen und nach Norden (um 900 nach Chr.) (Braun-Ziegfeld 1930).
6 ... Völkerwanderung nach der Apenninenhalbinsel.

auf sich: ihr Vorrücken nach Westen — zur Elbe und zur Ostsee und ihr Vordringen nach Norden (Braun — Ziegfeld 1930, S. 4—8, Neuzeit) (Abb. 14 u. 16).

Während die Slaven von der Elbe später verdrängt wurden, wanderten sie im Nowgoroder Gebiet allmählich nach Nordwesten, bis sie die Peipuslinie erreichten. Wie die archäologischen Funde zeigen, besetzten sie das Grenzgebiet von Estland in der jüngeren Eisenzeit, so dass die Peipuslinie schon vor 1000—1200 Jahren entstanden ist.

Einen anderen Faktor des Auftretens der Peipuslinie bilden die Völker, die das Ostbaltikum besiedeln oder früher besiedelt haben, während der Peipussee eine Gleichgewichtsgrenze (Passarge 1921 u. 1926, S. 173) zwischen diesen Völkern und den Slaven bildet.

Unsere besondere Aufmerksamkeit verdienen diejenigen Grenz-

linien, die die vergleichende Methode auf sich anwenden lassen. Besprechen wir in dieser Beziehung einige innere Grenzlinien der Wirkungsgebiete kausaler Faktoren.

Eine Grenzlinie von Wirkungsgebieten lernen wir in Südafrika kennen. Wenn man im Januar aus dem Gebiete des Südwestafrikanischen Meeres der Küste von Namib sich nähert, so kommt man aus einem ausgedehnten Gebiet relativ niedriger gleichmäs-

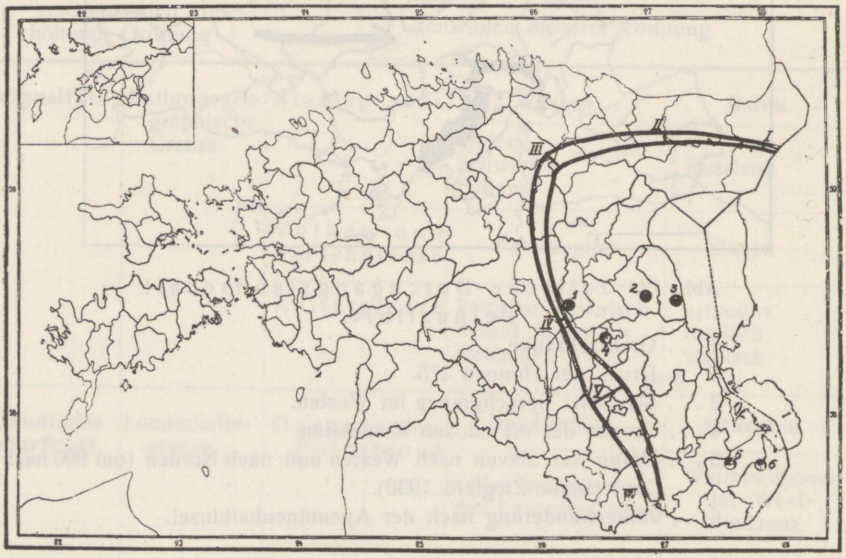


Abb. 15a. Karte von Estland.

Die Breite des chorographischen Profils ist proportional dem Gefälle der Erdoberfläche.

Bestimmungsstellen des Gefälles und des Prozentsatzes der Moorfläche und des Ackerbodens (Abb. 15 b):

I . . . . Schwach geneigte Niederung von Narva (Flachlandschaft Tammekann's) (Tammekann 1933, S. 17).
III . . . . Drumlinisiertes Gebiet.
IV . . . . Flaches Becken.
V . . . . Moränenhügellandschaft.
II u. VI . Übergangsgebiete.
1 . . . Sandwall bei Laiva.
2 . . . Kameslandschaft von Selgus.
3 . . . Moor von Jätasoo.
4 . . . Moorbucht von Lauge.
5 . . . Orthodoxes Kloster (Stadt Petseri).
6 . . . Dünenlandschaft von Vilo.

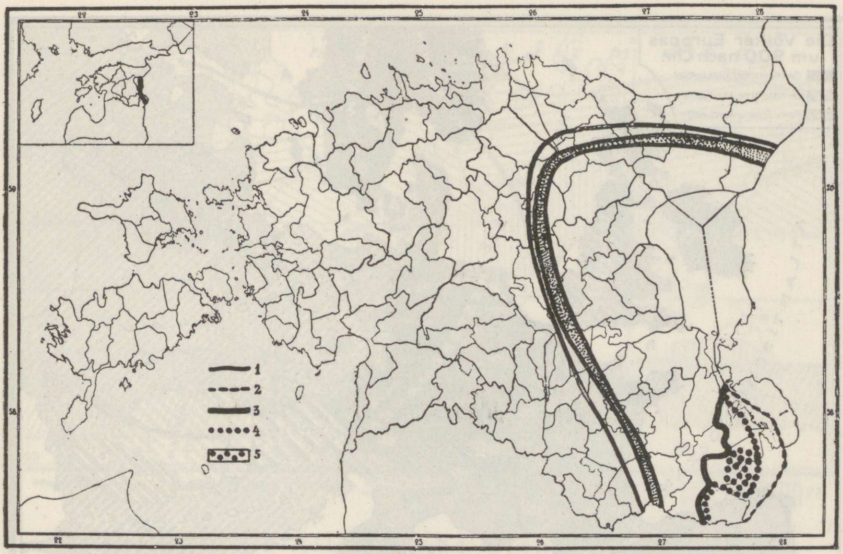


Abb. 15 b. Karte von Estland.

1 . . . Peipuslinie (Nebenkarte).
2 . . . Estnisch-russische Staatsgrenze.
3 . . . Staatsgrenze des Ordensgebiets und Russlands.
Staatsgrenze Schwedens und Russlands.
Westliche Grenze der Verbreitung der orthodoxen Konfession.
„ „ „ „ der slavischen Gebäude.
4 . . . Estnisch-russische Sprachgrenze.
Östliche Grenze der Verbreitung der estnischen Folklore, der estnischen Kleidung usw.
5 . . . Mischungsgebiet von Esten und Russen.
2 u. 3 . Westliche und östliche Grenze von Setukesien.
3 u. 4 . Grenzen des Kreuzungsgebietes westlicher (Volk — Esten, Sprache estnisch, Folklore und Kleidung estnisch, Staat — Estland) und östlicher (orthodoxe Konfession, slavischer Charakter der Gebäude, frühere Zugehörigkeit des Gebietes zu Russland) Einflüsse.
Chorographisches Profil:
punktierter Streifen — Moorfläche, weisser Streifen — Ackerboden (die Breite der Streifen ist proportional dem Prozentsatze des Ackerbodens und der Moorfläche).

siger Temperaturen von 18° bis 20° allmählich in wärmere Gebiete, in denen die Temperatur rasch von 20° auf 30° (in Kalahari) steigt. Die Januarisothermen sind hier stark geschart (Gorczyński 1918, Berg 1927), und das chorographische Profil, das die Veränderung des Temperaturgradienten in westöstlicher Richtung darstellt, zeigt,

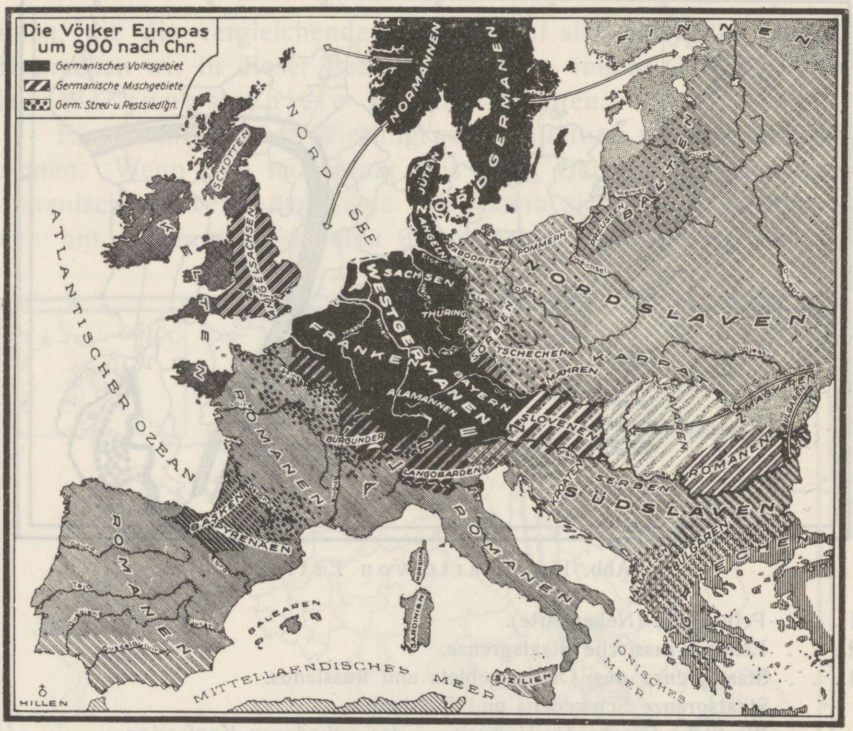


Abb. 16. Drang der Slaven nach Westen und Norden (Braun-Ziegfeld 1930).

dass längs der Küste von Namib eine deutliche Grenzlinie verläuft — die Temperaturlinie von Namib (Abb. 17).

Erörtern wir nun die Frage, warum im Januar in Namib eine markante klimatische Grenzlinie entsteht.

Im Sommer erwärmt sich stark der südliche Teil des afrikanischen Kontinents, das Trockengebiet von Kalahari (Hettner 1926, S. 178). Längs der Küste von Namib bewegt sich der Benguelastrom, der aus dem polaren Meere kaltes Wasser ins Südwestafrikanische Meer führt (Markus 1930). Mithin befindet sich das Küstengebiet von Namib im Sommer unter dem Einfluss zweier Faktoren: von Südwesten breitet sich bis an die Temperaturlinie von Namib der Einfluss des kalten Benguelastroms aus, der die Januartemperatur der Luft vermindert (Temperaturanomalie der Luft im Januar — 4°, Süring 1926), von Nordosten aber erreicht die genannte Grenzlinie der Einfluss des sich im Sommer stark

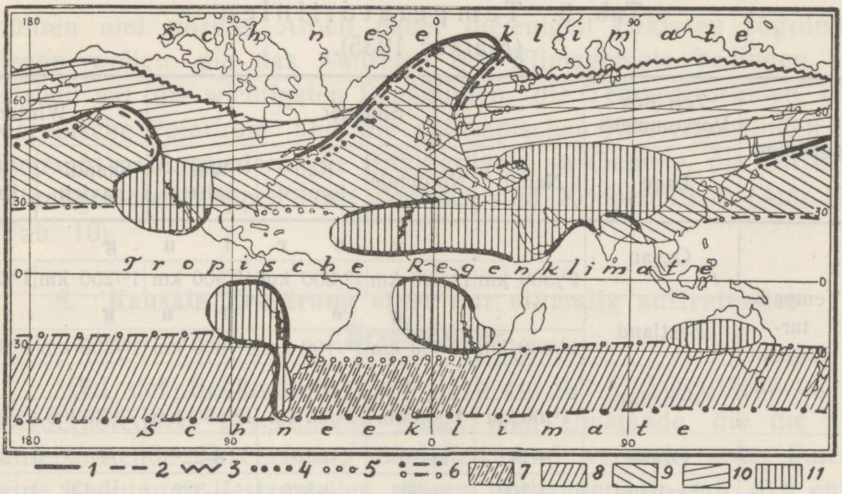


Abb. 17. Klimatische Grenzlinien.

[Zusammengestellt nach Berg (1927), Defant (1928), Ekhardt (1930), Felber (1934), Gorczyński (1918), Hettner (1923 und 1926), Köppen (1923), Meinardus (1934) Schott (1926), Rubinstein (1932) u. a.]

1 Regenlinie. 2 Temperaturlinie (Winter). 3 Temperaturlinie (Sommer). 4 Ozeanische Polarfront. 5 Subtropische Konvergenzlinie. 6 Ungefähre Lage einer Grenzlinie. 7 Scharungsgebiet der Jahresisothermen des Oberflächenwassers und der Luft, der Jahresisobaren usw. auf dem Südatlantikum. 8 Warmgemässigte Regenklimate der südlichen Halbkugel. 9 Warmgemässigte Regenklimate der nördlichen Halbkugel. 10 Boreale Klimate. 11 Trockenklimate.

erwärmenden Trockengebietes von Kalahari (Temperaturanomalie der Luft im Januar $+4^0$, Süring 1926).

Die Temperaturlinie von Namib kann so als eine Grenzlinie der Wirkungsgebiete zweier Faktoren — der kalter Meeresströmung und des im Sommer sich erwärmenden Trockengebietes — aufgefasst werden.

Diese Annahme kann durch die Anwendung der vergleichenden Methode bestätigt werden. Ähnlich der Grenzlinie von Namib entstehen die Temperaturlinien von Nordchile, Kalifornien und Westsahara (Tab. 9). Sogar das Vorhandensein der Temperaturlinie von Skandinavien wird durch den Einfluss von Faktoren zweier Richtungen erklärt, denn östlich von Skandinavien befindet sich das im Winter sich stark abkühlende Sibirien, während westlich von der genannten Temperaturlinie sich die die Luft im Winter erwärmende warme Meeresströmung (Golfstrom) bewegt.

Tab. 9. Temperaturlinien (Markus 1935).

Grenzlinien		Zeit des Vorkommens	Sommer				Winter	
		Lage	Namib	Nordchile	Kalifornien	Westsahara	Skandinavien	Westkanada
Feststellung der Grenzlinie	Temperaturgradient	Ozean	gering					
			1°/500 km	1°/500 km	1°/300 km	1°/900 km	1°/250 km	1°/200 km
		Festland	gering					
			1°/600 km	1°/600 km	1°/100 km	1°/500 km	1°/200 km	1°/150 km
		Grenzlinie	gross					
			1°/60 km	1°/35 km	1°/35 km	1°/180 km	1°/30 km	1°/45 km
Die mit der Grenzlinie räumlich und zeitlich verbundenen Erscheinungen	Temperatur	Ozean	+14°	+16°	+16°	+22°	+ 2°	+ 2°
		Festland	+30°	+30°	+32°	+32°	−14°	−14°
		Differenz: Festland — Ozean	positiv				negativ	
			gross					
			+16°	+14°	+16°	+10°	−16°	−16°
	Temperaturanomalien der Luft	Ozean	− 4°	− 4°	− 8°	− 4°	+20°	+12°
		Festland	+ 8°	+ 8°	+ 8°	+ 8°	−24°[1])	− 8°
		Differenz: Festland — Ozean	positiv				negativ	
			gross					
			+12°	+12°	+16°	+12°	−44°	−20°
Grundbedingungen	Faktoren entgegengesetzter Richtung							
	Meeresströmungen		Kalte Strömungen				Warme Strömungen	
			Benguelastrom	Perustrom	Kalifornischer Strom	Kanarienstrom	Golfstrom	Aleutenstrom
	Festland		Das im Sommer sich stark erwärmende Gebiet				Das im Winter sich stark abkühlende Gebiet	
			von Kalahari	von Gran Chaco	der inneren Plateaus der Kordilleren	der Sahara	von Nordasien	von Nordkanada

Da die Grenzlinien der Wirkungsgebiete diejenigen Räume voneinander abtrennen, die infolge der Wirkung bestimmter kausaler Faktoren entstehen, so können sie zur Lösung solcher Fragen dienen, die auf kausaler Grundlage basieren. Wenn wir z. B. eine klimatische Gliederung der Erdoberfläche durch-

führen und unserer Arbeit dabei diejenigen Faktoren zugrunde legen wollen, die das Auftreten der Klimagebiete bedingen, so ziehen wir die wichtigsten Regenlinien, die Temperaturlinien, die ozeanische Polarfront und die subtropischen Konvergenzlinien in Betracht: sie gliedern die Erdoberfläche in Gebiete, die mit den Klimagebieten Köppen's fast identisch sind (Köppen 1923) (Abb. 17, Tab. 10).

8. Kausale Erklärung einer nur einmalig auftretenden Erscheinung.

Bei der Behandlung einer sich auf der Erdoberfläche nicht wiederholenden Erscheinung findet man Umstände, die die zu untersuchende Erscheinung begleiten, und versucht unter ihnen eine Bedingung festzustellen, deren Vorhandensein mit den entsprechenden Beobachtungstatsachen übereinstimmt.

Bei der Untersuchung des Verhältnisses der westindischen Litoralfauna zur indo-westpazifischen werden folgende Tatsachen festgestellt (Ekman 1934).

Dem Indo-westpazifischen Gebiet ist eine reiche Tierwelt eigen, wobei dieser Reichtum sich auf ein zentrales Gebiet, den Malayischen Archipel, besonders konzentriert. Der Malayische Archipel bildet das grösste Litoralgebiet der Erde und hegt zugleich die reichste Litoralfauna der Welt. Westindien, der nächstgrösste Archipel der Erde, enthält die nächstreichste Litoralfauna und steht nicht nur quantitativ, sondern auch qualitativ der malayischen Fauna nahe. Dabei bezieht sich die Ähnlichkeit der genannten Faunen nicht auf die Arten, sondern auf die Gattungen und zum Teil auch auf die Familien. Diese Verwandtschaft zwischen der atlantischen und der indo-westpazifischen Fauna soll auf einer während langer Zeiten erfolgten Kommunikation zwischen den beiden beruhen. Man kommt zu der Schlussfolgerung, dass in früheren Perioden, vor der Zeit der heutigen Arten, aber innerhalb der Zeit der heutigen Gattungen, die Verbindungen zwischen dem Westindischen und dem Malayischen Gebiet beträchtlich wirksamer als heute waren.

Bei der kausalen Erklärung der festgestellten Erscheinung können zwei Bedingungen in Betracht gezogen werden (Abb. 18).

Der faunistische Zusammenhang zweier Gebiete fordert eine verbindende Verbreitungsstrasse zwischen ihnen, und zwar eine

Tab. 10. Charakteristik (Markus

Klimatypus			Schneeklima	Boreales Klima
Gebiet			Arktis	Sibirien
Kerngebiete	Isolinien, die das Kerngebiet (meistens konzentrisch) umgeben		Isolinie der mittleren Temperaturmaxima v. 10°: **beständige niedrige Temperaturen** Juliisothermen von 3° bis 5°: **kühler Sommer** Isohyete von 25 cm: **regenarm**	Januarisothermen von —40° bis —50°: **ausserordentlich kalter Winter** Isolinien der mittleren absoluten Temperaturminima von —50° bis —60°: **sehr niedrige Temperaturminima** Isoanomalen der Januartemperatur von —18° bis 24°: **im Winter abgekühlt** Isolinien der jährlichen Temperaturschwankung von 50° bis 60°: **grosse Temperaturschwankungen**
	Ausgebuchtete Isolinien	polwärts		
		nach dem Äquator		Januarisothermen der Luft
Grenzlinien			1. Sibirische Temperaturlinie	2. Skandinavische Temperatur 3. Skandinavische Regen-
Faktoren	Geographische Breite		Polare Lage	Höhere
	Meer, Festland		Eisreiches Meer	Ausgedehntes Festland
Charakter ihres Einflusses	Niederschläge		niederschlagsarm	niederschlagsarm
	Temperatur		Entspricht hinsichtlich der Temperatur ihrer Lage: niedrige Temperaturen, kühler Sommer [1]	**Abkühlung** [2] im

[1], [2], [5] ... gemäss der entspre-

ganz direkte, denn es handelt sich um tropische Tiere, die das temperierte und subantarktische Südamerika nicht umwandern können. Die geologischen und paläontologischen Forschungen zeigen, dass wenigstens zeitweise während der paläozoischen Zeit und ziemlich sicher während fast der ganzen mesozoischen der Atlantik

einiger Klimagebiete 1935).

Warmgemässigtes Regenklima	Trockenklima		Tropisches Regenklima
	Ozean	Festland	
Nordatlantik	Nordwest-afrikanisches Meer	Sahara	Äquatoriale Länder
Isoanomalen der Januartemperatur der Luft von 16^0 bis 20^0: **im Winter abnorm erwärmt** Isoanomalen der Jahrestemperatur des Oberflächenwassers von 3^0 bis 5^0 Isohyete v. 100 cm: **regenreich**	Isoanomalen der Julitemperatur von 0^0 bis -4^0: **im Sommer abnorm abgekühlt**	Juliisothermen von 32^0 bis 36^0: **heisser Sommer** Isolinien der mittleren absoluten Temperaturmaxima von 40^0 bis 45^0: **hohe Temperaturmaxima** Isoanomalen der Julitemperatur von 4^0 bis 8^0: **im Sommer abnorm erwärmt**	Isolinien der mittleren absoluten Temperaturminima von 10^0 bis 15^0: **Fehlen niedriger Temperaturen** Isolinie der jährlichen Temperaturschwankung v. 5^0: **sehr gleichmässiger jährlicher Temperaturgang** Isohyete von 100 cm: **regenreich**
	Isohyete von 25 cm: **regenarm**		
Januarisothermen der Luft und des Oberflächenwassers		Juliisothermen der Luft	
	Juliisothermen der Luft und des Oberflächenwassers		
raturlinie linie	5. Temperaturlinie von Rio de Oro		
4. Kanarische Regenlinie		6. Regenlinie von Sudan	
Breitenlage	Niedrigere Breitenlage		Tropische Lage
Warme Meeresströmungen (Golfstrom)	Kalte Meeresström'g (Kanarienstrom)	Ausgedehntes Festland	Warme Meeresströmungen
niederschlagsreich	niederschlagsarm		niederschlagsreich
Erwärmung [2] **Winter**	**Abkühlung** [5] **im Sommer**	**Erwärmung** [5]	Entspricht hinsichtlich der Temperatur ihrer Lage: hohe Temperaturen

chenden Grenzlinie.

mit dem Pazifik über das jetzige Mittelamerika in Verbindung stand, und dass diese Meeresverbindung auch in frühtertiärer Zeit bestand. Die sehr langdauernde atlantopazifische Verbindung hatte zur Folge, dass eine ziemlich einheitliche und manche endemische Formen enthaltende Litoralfauna sich in

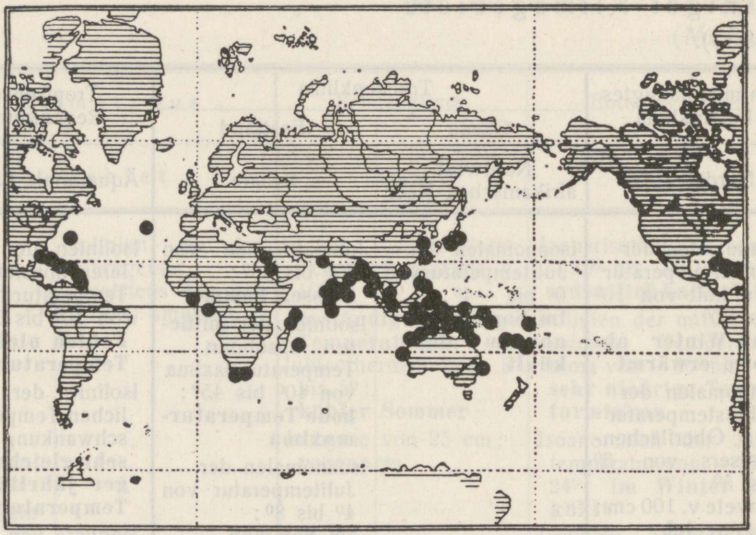


Abb. 18. Verbreitung der Gorgonarienfamilie *Gorgonellidae* (Ekman 1934).

Beispiel einer fast zirkumtropischen Familie, die jedoch vom pazifischen Zentralamerika durch die ostpazifische Sperre ausgeschlossen ist.

jenen Gegenden ausbildete, die heute von Zentralamerika eingenommen werden. Diese Hypothese scheinen die Übereinstimmung zwischen der atlantischen und der pazifischen Fauna von Zentralamerika, das Vorkommen vieler Zwillingsarten an allen Küstengebieten Zentralamerikas u. a. zu bestätigen. Man nimmt an, dass Westindien mit dem Karaibischen Meer zur Zeit der zentralamerikanischen Ozeanverbindung in tiergeographischer Hinsicht einen Teil des Pazifischen Ozeans ausmachte (Pax 1914) und so von Westen her das indo-westpazifische Gepräge seiner Fauna bekam: man hat die westindische Fauna als eine pazifische Enklave in der atlantischen Fauna bezeichnet.

Gegen diese Hypothese spricht entschieden das Vorhandensein einer ostpazifischen Sperre im Pazifischen Ozean, zwischen Polynesien und Westamerika. Die Untersuchungen zeigen, dass das westlich vom östlichsten Polynesien gelegene indopazifische Gebiet im Verhältnis zu seiner ungeheuren Ausdehnung faunistisch auffallend homogen ist. Je mehr wir uns von dem reichen Malaiischen Archipel nach Osten entfernen, um so spärlicher wird die Litoralfauna, aber der indo-malaiische Charakter bleibt

in seinen Hauptzügen unverkennbar. Wenn wir dann, nach Osten weitergehend, an die amerikanische Küste anlangen, begegnet uns eine Tierwelt, die zwar im Wasser desselben Pazifischen Ozeans lebt, jedoch mit der atlantischen Fauna näher verwandt ist. Das inselfreie Meer zwischen Polynesien und Westamerika bildet so die schärfste Unterbrechung in der sonst zirkumtropischen litoralen Warmwasserfauna, wobei die Verschiedenheiten zwischen den beiden Seiten dieses Grenzgebietes nicht nur die Arten, sondern in weit höherem Grad als bei anderen Grenzgebieten innerhalb des Tropengürtels auch Gattungen und sogar Familien betreffen Dies alles zeigt, dass die ostpazifische Sperre zu den markantesten Verbreitungsgrenzen der Litoralfauna gehört, die während langer Perioden gewirkt hat.

Während der ganzen mesozoischen und frühtertiären Zeit dehnte sich hauptsächlich in westöstlicher Richtung quer über Asien, Europa und Afrika ein grosses Meer — die Tethys aus. In dieser Zeit waren die indo-westpazifische, die mediterrane und die mittelatlantische Fauna Teile ein und derselben grossen Einheit, der Tethysfauna. Wie die paläontologischen Untersuchungen zeigen, war der alttertiären atlantischen Fauna ein grosser Artenreichtum und ein tropischer Charakter eigen. Ebenso charakterisierte sich das europäische Tethysgebiet durch eine Fülle von tropischen Arten, während die alttertiäre mediterrane Fauna ein stark ausgesprochenes indo-westpazifisches Gepräge besass.

Es verdienen weiter unsere Aufmerksamkeit folgende Tatsachen. Seit der mesozoischen Zeit beginnt ein rapides Aussterben des früheren Tierbestandes: im ostatlantischen Gebiet z. B. enthielt die Cidaroidenfauna in der oberen Kreide 95, im Eozän 73, im Miozän 26, und im Pliozän nur 3 Arten. Gleichzeitig mit dem Verschwinden der tropischen Formen stellten sich nördlichere ein.

Die Verwandtschaft zwischen der westindischen und der indo-westpazifischen Fauna muss man durch die gemeinsame Herkunft aus einer homogenen und reichen Tethysfauna erklären. Das rapide Aussterben der mediterranen Fauna wurde durch die tertiäre Klimaverschlechterung hervorgerufen, die den Atlantik betraf und hier die tropische Fauna vernichtete. Im malayischen Gebiet dagegen lässt sich keine nennenswerte Klimaänderung in tertiärer Zeit feststellen, weshalb dieses Gebiet noch heute reich an Litoralfauna ist.

Für die Erklärung der Verwandtschaft zwischen der westin-

dischen und der indo-westpazifischen Fauna werden so zwei Bedingungen vorausgesetzt, wobei die Annahme einer Fauneneinwanderung in das westindische Gebiet von Westen her mit der Existenz einer ostpazifischen Sperre im Stillen Ozean nicht übereinstimmt und infolgedessen abgelehnt werden muss. Durch die Betrachtung der westindischen und der indo-westpazifischen Tierwelt als zwei Tochterfaunen ein und derselben Tethysfauna aber werden alle Tatsachen erklärt, die uns heute über die Beziehungen der besprochenen Faunen bekannt sind.

9. Tabellarische Darstellung der Erscheinungen.

Um die zu untersuchenden Erscheinungen untereinander zu vergleichen, stellt man sie in Tabellen zusammen, die konstante Merkmale einer Landschaft (Tab. 1, 20, 42, 45) oder überhaupt gemeinsame Eigenschaften bestimmter Objekte (Tab. 5) festzustellen ermöglichen. Ebenso untersucht man mit Hilfe der Tabellen die Regelmässigkeiten der Abwandlung, die beim Übergang aus einer Landschaft in eine andere beobachtet werden, d. h. die Zu- und Abnahme des Bedeckungs- und Konstanzgrades der Pflanzenarten, die Abwandlung der Bodenschichten u. a., die bei der Bewegung aus einem Walde in ein Moor oder bei der Behandlung der Verschiebungserscheinungen usw. konstatiert werden (Tab. 6, 11, 17, 34).

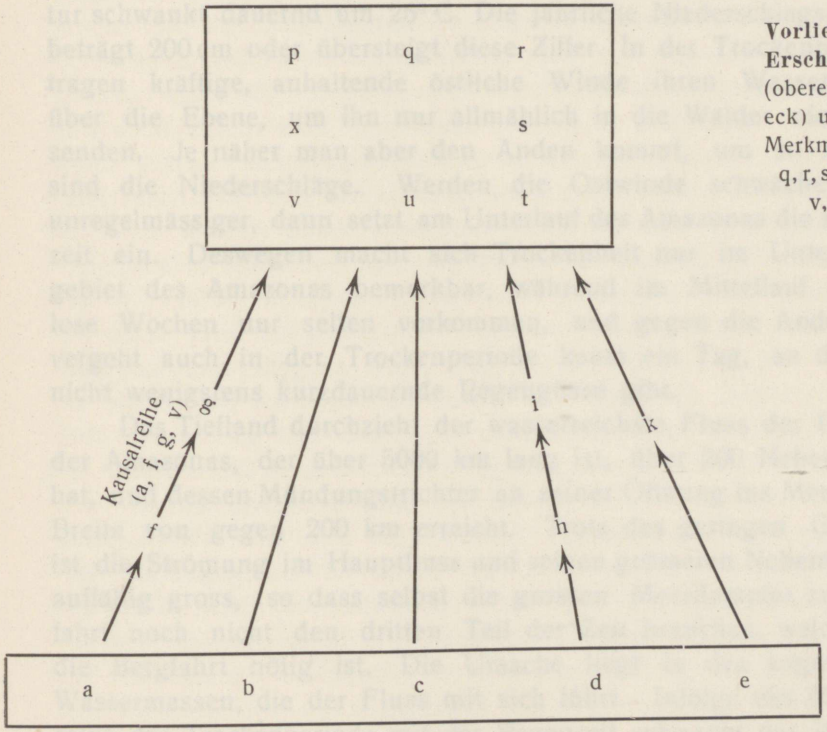
Im vorliegenden Falle interessieren uns diejenigen Tabellen, die bei der Behandlung kausaler Relationen angewendet werden.

Bei der vergleichenden Untersuchung der kausalen Bedingungen einer Erscheinung geht man folgendermassen vor.

Es wird vorerst die uns interessierende, auf der Erdoberfläche sich wiederholende Erscheinung genau festgestellt, d. h. die Gleichwertigkeit derjenigen Erscheinungen bewiesen, die in verschiedenen Gebieten vorkommen und als ein und dieselbe Art behandelt werden. In solcher Weise z. B. kommt man zu der Schlussfolgerung, dass für alle in der Tabelle 9 dargestellten Grenzlinien ein grosser Temperaturgradient charakteristisch ist, und dass sie deswegen Temperaturlinien widerspiegeln. Weiter findet man diejenigen Erscheinungen, die mit der vorliegenden räumlich und zeitlich verbunden sind. Das sind einerseits die positiven Temperaturdifferenzen des Festlandes und des Meeres, die den im Sommer vorkommenden Temperaturlinien eigen sind, und andererseits die für die im Winter auftretenden Linien charakteristischen negativen Differenzen: alle Temperaturlinien charakterisieren sich

durch grosse Temperaturdifferenzen des Festlandes und des Meeres. Zuletzt fragt man: welches ist die Grundbedingung, durch die der Charakter der beschriebenen Erscheinungen bestimmt wird. Die Tabelle 9 zeigt, dass die Temperaturlinien in Küstengebieten vorkommen und so sich unter dem Einflusse kalter Meeresströmungen und der im Sommer sich stark erwärmenden Trockengebiete befinden, oder im Berührungsgebiete warmer Meeresströmungen und der im Winter sich stark abkühlenden Kontinente liegen. Als Grundbedingung des Vorkommens von Temperaturlinien erscheint infolgedessen das Vorhandensein von Faktoren entgegengesetzter Richtung, welche Erscheinung eine Scharung der Isothermen im Sommer und im Winter hervorruft.

Wenn die Bedingungen einer Erscheinung festgestellt sind, so stellt man eine Tabelle zusammen, die die vorliegende Erscheinung und die Basis der kausalen Bedingungen dieser Erscheinung darstellt. Das geschieht nach dem Schema:



Vorliegende Erscheinung (oberes Rechteck) und ihre Merkmale (p, q, r, s, t, u, v, x).

Die von den Grundbedingungen hervorgerufenen Erscheinungen (f, g, h, i, k).

Grundbedingungen (a, b, c, d, e).

Basis kausaler Bedingungen (unteres Rechteck).

d. h. die entsprechende Tabelle muss deutlich zeigen, welche Merkmale die vorliegende Erscheinung besitzt, welche Erscheinungen ihre Grundbedingungen darstellen, durch welche Grundbedingungen ein jedes Merkmal der vorliegenden Erscheinung bedingt wird, und welche Bedingungen der Erscheinung durch die Grundbedingungen hervorgerufen werden.

Bei der tabellarischen Darstellung der geographischen Erscheinungen rückt man diejenigen Bedingungen in den Vordergrund, für die eine örtliche Verschiedenheit charakteristisch ist. In der Tabelle 31 z. B. betrachtet man als Grundbedingung von Lou-lan das Vorhandensein des Tarimflusses in der Lobwüste, der die Entstehung einer Flussoase hervorrief, so dass deren Verlegung den Untergang von Lou-lan bedingte. Weiter gehören zu den Grundbedingungen Lou-lan's seine Lage in einer Beckenzone, zwischen alten Kulturländern, u. a. In ähnlicher Weise sind ferner zusammengestellt die Tabellen 19, 28, 39 u. 41.

III. Landschaft.

1. Kausale Relationen in einer Landschaft.

Die tropischen Regenwälder Amazoniens (Bluntschli 1921) nehmen eines der grössten Tiefländer der Erde ein, das sich vom Atlantischen Ozean bis zu den Anden erstreckt, und dessen Gefälle in westöstlicher Richtung nur 1/20000 beträgt. Ein ausgesprochen ozeanisches Klima mit grossen Niederschlagsmengen und sehr gleichmässigen Temperaturen ist der Amazonasniederung eigen. Das Monats- und Jahresmittel der Tagestemperatur schwankt dauernd um 25° C. Die jährliche Niederschlagsmenge beträgt 200 cm oder übersteigt diese Ziffer. In der Trockenperiode tragen kräftige, anhaltende östliche Winde ihren Wassergehalt über die Ebene, um ihn nur allmählich in die Wälder niederzusenden. Je näher man aber den Anden kommt, um so stärker sind die Niederschläge. Werden die Ostwinde schwächer und unregelmässiger, dann setzt am Unterlauf des Amazonas die Regenzeit ein. Deswegen macht sich Trockenheit nur im Unterlaufsgebiet des Amazonas bemerkbar, während im Mittellauf regenlose Wochen nur selten vorkommen, und gegen die Anden hin vergeht auch in der Trockenperiode kaum ein Tag, an dem es nicht wenigstens kurzdauernde Regengüsse gibt.

Das Tiefland durchzieht der wasserreichste Fluss der Erde — der Amazonas, der über 5000 km lang ist, über 200 Nebenflüsse hat, und dessen Mündungstrichter an seiner Öffnung ins Meer eine Breite von gegen 200 km erreicht. Trotz des geringen Gefälles ist die Strömung im Hauptfluss und seinen grösseren Nebenflüssen auffällig gross, so dass selbst die grossen Meerdampfer zur Talfahrt noch nicht den dritten Teil der Zeit brauchen, welche für die Bergfahrt nötig ist. Die Ursache liegt in den ungeheuren Wassermassen, die der Fluss mit sich führt. Infolge des Abwechselns der Trockenperiode mit der Regenzeit schwankt der Wasserstand in weiten Grenzen: die Differenz zwischen dem Tief- und

dem Hochwasserspiegel beträgt fast überall viele Meter, erreicht in Manaos 10 m, am Madeira 15—16 m und am unteren Puras sogar 20 m.

Der Wasserstand beeinflusst das Leben der Pflanzen, der Tiere und des Menschen. Man unterscheidet in Amazonien drei Höhenstufen: Igapó, Varzea und Terra firma. Igapó ist jenes Land, das überhaupt nur bei Niederwasser Land vorstellt und schon bei mittlerem Wasserstand versumpft. Es ist teils durch frisch entstandene und dann vegetationslose Sandbänke gebildet, teils durch kleine Schilfwiesen mit eingestreuten Sumpfsträuchern, teils durch lichten Sumpfwald mit relativ niederer Baumhöhe, aber oft sehr dichten Laubkulissen von mancherlei Schlingpflanzen. Die nächste Höhenstufe ist die Varzea. Dieses Land ist in der guten Jahreszeit trockener Boden, wird aber in der Regenperiode sukzessive überschwemmt. Genaueres Zusehen lässt häufig wieder besondere Unterstufen dieser Formation erkennen. Die niedriger liegende trägt dichtes holziges Gestrüpp und Buschwerk in einem noch ziemlich lichten Niederwald. Vereinzelt kommen hier schon einzelne Baumriesen vor, aber wirklich typisch werden diese „Einzelgänger" erst in der mittleren Untergruppe. Sie trägt höheren Wald, der besonders reich an Palmen ist, aber immer noch viel Unterholz enthält. Endlich ist die höchstgelegene Varzea jenes Land, das nur in abnorm regenreichen Jahren noch überflutet wird. Ihr Wald leitet über zu jenem der Terra firma. Dieser weist gigantischen Baumwuchs mit majestätischem Charakter auf und erinnert am ehesten an unsere Hochwälder, übertrifft sie aber in der Höhe der Baumkolosse und der Mannigfaltigkeit ihrer Arten bei weitem. Im Terra firma-Wald geht man zu jeder Zeit des Jahres auf festem Grunde. Das Vorwärtskommen ist da leichter als in der Varzea, weil eigentliches Unterholz fast ganz fehlt, aber auch hier oft noch schwer genug, wenn riesige Wurzelstreben der grossen Stämme oder abgesunkene und modernde Bäume den Weg sperren. An einzelnen Stellen sind alle drei Höhenstufen nebeneinander leicht festzustellen. Doch ist die Igapóstufe vielfach unterdrückt, und auf sehr weiten Strecken, nicht selten auf Hunderten von Kilometern, fehlt die Terra firma gänzlich oder ist nur durch ganz unscheinbare kleinere Hügelchen repräsentiert.

Die Tiere passen sich den hydrologischen Verhältnissen und der Pflanzendecke an. Die Schwankungen des Wasserspiegels in Flüssen rufen Wanderungen der erdbewohnenden Tiere hervor,

die sich in Hochflutperioden auf den „Restingas" — den erwähnten Hügelchen der Terra firma — zusammendrängen. Infolge der grossen Feuchtigkeit des Bodens sind viele Tiere (Ameisen, Spinnen u. a.) Baumbewohner geworden. Mit dieser Anpassung an das Baumleben haben sich manche kleine Raubtiere zu typischen Fruchtfressern und einige Affen zu reinen Laubfressern gewandelt.

Amazonien ist ein menschenarmes Land: die mittlere Bevölkerungsdichte macht hier nur 0 — 1 Einwohner pro Quadratkilometer aus. Feuchter, undurchdringlicher Sumpfwald erschwert die Besiedelung des Landes, und das ungesunde Klima behindert das Eindringen der Europäer.

Aus der Analyse der Regenwälder Amazoniens folgt, dass in einer Landschaft kausale Relationen festgestellt werden können. Bluntschli (Bluntschli 1921) fasst die Amazonasniederung als ein geographisches Ganzes, einen harmonischen Organismus mit scharf ausgeprägtem Eigenleben auf, wo ein gewisses Gleichgewicht besteht. Die Glieder dieses Ganzen sind kausal miteinander verbunden: das regenreiche tropische Klima bedingt die Entstehung einer üppigen Vegetation und den Wasserreichtum der Flüsse. Das geringe Gefälle bildet eine Bedingung für das Auftreten ausgedehnter feuchter Bodenflächen. Das Abwechseln der Regen- und der Trockenperioden ruft Schwankungen des Wasserspiegels der Flüsse, Überflutungen des Tieflandes und Wanderungen der Tiere hervor. Die Pflanzen passen sich den hydrologischen Bedingungen, die Tiere der Pflanzendecke an. Sogar die Verbreitung der einzelnen Glieder der Hyläa wird kausal erklärt: Igapó nimmt feuchteste Erdflächen ein, während Terra firma trockenere Gebiete beherbergt.

Neben den kausal miteinander verbundenen Erscheinungen kommen in einer natürlichen Landschaft auch solche Erscheinungen vor, die von den anderen unabhängig sind. Zu ihnen gehören z. B. diejenigen Organe der Tiere und Pflanzen, die ihre Eigenschaften schon vor Jahrtausenden bei einem ontogenetischen Entwicklungsgang empfangen haben. Gemäss der chorologischen Auffassung lässt die Geographie solche Erscheinungen beiseite und hebt in Landschaften Dinge und Vorgänge hervor, die untereinander ursächliche Relationen aufweisen.

2. Landschaft als Produkt des Zusammenwirkens geographischer Faktoren.

Wenn eine Landschaft von bestimmten Grundbedingungen kausal abhängt, so untersuchen wir das Zusammenwirken der genannten Bedingungen auf die Landschaft, behandeln die Anpassung der Landschaft an ihre Grundbedingungen und versuchen die Frage zu erörtern, ob die Landschaft einen Zustand erreichen kann, in welchem sie vollkommen ihren Grundbedingungen angepasst ist.

In Jätasoo (Markus 1925 b) (Abb. 15 a) befindet sich ein Waldmoor, das hier als ein Podsolmoor mit schwarzbrauner Bodenschicht erscheint (Tab. 11, 34, 35).

Die schwach geneigte Bodenfläche ist mit Bulten bedeckt, die 25—30 cm hoch sind, 30—50 cm im Durchmesser betragen und in einer Entfernung von 70—100 cm voneinander liegen. Der Wald besteht aus Kiefern *Pinus silvestris*, die 11—16 m hoch sind und 5—7 m voneinander entfernt liegen (Tab. 11, IV). Zwischen den Kiefern sind vereinzelte Birken *Betula pubescens* und Fichten *Picea excelsa* verstreut. Der Boden ist mit einer fast lückenlosen Sphagnumdecke (*Sphagnum acutifolium*, *Sph. amblyphyllum*) bedeckt, woraus *Hypnum Schreberi*, *Dicranum undulatum*, *Polytrichum commune* und *Vaccinium vitis idaea* hervorragen. In der Feldschicht treten reichlich *Ledum palustre* und *Vaccinium myrtillus* auf.

Der Boden besteht aus sechs Schichten. In der obersten Schicht wechseln miteinander Rohhumus und Sphagnumtorf ab (10—15 cm[1]). Unter der 1—2 cm mächtigen Humusschicht liegt grauweisser Sand — die Podsolschicht (10—20 cm), der eine dunkelbraune Schicht folgt, die in einer Tiefe von 50 cm in mächtigen schwarzbraunen Ortstein übergeht; der letztere ist so fest, dass ihn die Schaufel nicht zerstückelt. In einer Tiefe von 70 cm beginnt gelblicher Sand (10 cm), der das Muttergestein — grauen Sand — bedeckt. Die schwarzbraune Schicht ist reich an Humus, F_2O_3 und Al_2O_3 (Abb. 29).

Im Waldmoor befinden sich zwei Ameisenhaufen von *Formica rufa*, die 80—90 cm hoch sind, 90—120 cm im Durchmesser haben und mit Nadeln der Kiefern bedeckt sind, und von denen radial die Wege der Ameisen auseinandergehen. Diese Wege

[1]) Mächtigkeit der Schicht.

Tab. 11. Podsolmoor von Jätasoo (Markus 1926).

Kerngebiet

	Reihe der Probeflächen	VIII Moorrand	VII	VI	V	IV	III	II	I zentraler Teil des Moores
Waldvegetation	*Pinus silvestris* . . .	hoch (17—21 cm)	verkürzt sich						verschwindet
	Vaccinium myrtillus .	III [1])	III	III	III	II	II	I	
	Polytrichum commune .	IV	IV	III	I				
Moorvegetation	*Eriophorum vaginatum*					I	II	III	III
	Oxycoccus palustris . .					I	I	II	III
	Andromeda polifolia .					I	I	I	II
	Ledum palustre . . .		I	II	III	IV	III	II	I
	Vaccinium uliginosum		I	II	II	II—III	II—III	III	I
	Sphagnum	II	II	IV	IV—V	V	V	V	V
Boden	Obere Schicht . . .	A_o + Sphagnum-Nester			A_o + Torf	A_o-Nester + Torf	Torf		
	A_2	weisslichgrau	wird weisser		grau-weiss	wird dunkler			Spuren
	B	braun	schwarzbraun			dunkel schwarzbraun	dunkel, dunkelbraun, schwarzbraun, kaffeefarbig	bräunlich, dunkel, kaffeefarbig	Spuren
	Ortstein			erscheint	fest	fest	zerfällt	Spuren	
	Versumpfungsstadien .	Anfangsstadium		Mittelstadium a	Mittelstadium b		Endstadium		Echtes Moor

[1]) Die Ziffern bezeichnen den Bedeckungsgrad.

haben die Form einer 4—10 cm breiten und $^1/_2$—2 cm tiefen Rinne, deren Boden mit verstreuten Kiefernnadeln bedeckt ist. Jeder solchen Rinne ist Rohhumus unterlagert, während ihre Abhänge aus lebendigen Moosen (*Sphagnum*, *Hypnum Schreberi*) bestehen. Wo die Wege Abschnitte einer lückenlosen Sphagnumdecke durchqueren, da liegen sie ganz im Sphagnumtorf. Da *Sphagnum* schnell wächst, so können die Ameisen zuweilen nur die Spitzen des *Sphagnum* abschneiden. Endlich gibt es Wegteile, die frische Sphagnumflächen durchziehen. Auch sind die Haufen selbst teilweise unter dem *Sphagnum* verborgen.

Solche Waldmoore sind in Estland sehr verbreitet. In ihrer Waldschicht treten die Kiefer, die Fichte und die Birke auf, während in der Feld- und Bodenschicht *Melampyrum pratense*, *Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium vitis idaea*, *Dicranum undulatum* und *Hypnum Schreberi* konstant sind und der Boden sich aus einer Rohhumus-, einer Humus-, einer Podsol-, einer schwarzbraunen und einer gelblichen Schicht zusammensetzt.

Das beschriebene Podsolmoor tritt auf Sandflächen des gemässigten Klimagebiets auf, wo es schwach geneigte Erdflächen einnimmt, deren Gefälle gegen 1/100 beträgt.

Infolge der geringen Neigung der Erdfläche liegt das Grundwasserniveau im Gebiete eines Podsolmoores im Sommer in einer Tiefe von $^1/_2$ m und sinkt nur in trockenen Zeiten in eine Tiefe von 1 m (Tamm 1931). Die Podsolmoorböden entwickeln sich somit im Bereich des kapillar von unten aufsteigenden Wassers, sind immer feucht und befinden sich gleichzeitig ausserhalb einer lückenlosen Wasserschicht. Infolge passender hydrologischer Verhältnisse geht im Boden eine intensive Podsolierung vor sich, die Podsolschicht erreicht oft eine Mächtigkeit von bis $^3/_4$ m und hat dabei eine intensiv weisse Farbe. Unter ähnlichen Bedingungen bildet sich auch mächtiger und fester Ortstein. Die Podsolmoore mit schwarzbrauner Bodenschicht können nur auf Sanden entstehen.

In der besprochenen Landschaft stellen wir das Zusammenwirken (Sigwart II, 1921, S. 486) dreier Faktoren — des Klimas, des Reliefs und des geologischen Untergrundes — fest, die zusammen die Entstehung des Podsolmoors hervorrufen. Das Relief beeinflusst die Höhe des Grundwasserniveaus und bestimmt mit dem Klima den Charakter der hydrologischen Bedingungen von Podsolmooren. Die letzteren bedingen die Bildung des Ortsteins und der entsprechenden Vegetation. Der Ortstein behindert

die Ausbreitung der Kieferwurzeln; von der Pflanzendecke dagegen hängt die Tätigkeit der Ameisen ab. Das beschriebene Podsolmoor ist, wie oben erwähnt, mit Sanden eng verbunden.

Infolge des Zusammenwirkens der geographischen Faktoren entstehen in Landschaften Ketten von Ursachen und Wirkungen (Sigwart II, 1921, S. 511) (Tab. 12): die Tiere hän-

Tab. 12. Kausalreihen.

Landschaft	Kette der Ursachen und Wirkungen			
	1	2	3	4
Fennoskandien	Unregelmässige Steigung der Erdoberfläche	Vordringen des Puulasees in seine südöstliche Umgebung	Versumpfung der Wälder	Absterben der Bäume
Lobwüste	Stromverlegung in der Wüste	Austrocknung der Seen, in die früher ein Fluss mündete	Fortzug der Menschen aus Siedlungen, die früher an den Ufern der Seen lagen	Verwandlung der Siedlungen in Ruinen

gen von der Pflanzendecke, die Pflanzendecke von dem geologischen Untergrunde ab (Crawford 1932, S. 258).

Nicht nur die Sphagnumdecke beeinflusst die Tätigkeit der Ameisen, sondern die Tiere verändern andererseits die Pflanzendecke, indem sie hier ihre Wege errichten usw. Zwischen den eine Landschaft bestimmenden Faktoren besteht so eine Wechselwirkung (Volz 1932, S. 26) (Tab. 13).

Wenn nun eine Landschaft als Produkt des Zusammenwirkens der geographischen Faktoren erscheint, so besteht das Ziel der chorologischen Auffassung in der Erkenntnis des Charakters der Landschaften aus dem Verständnis des Zusammenseins und Zusammenwirkens (Tab. 14) der verschiedenen Naturreiche und ihrer verschiedenen Erscheinungsformen (Hettner 1927, S. 130).

Auf der Halbinsel Kola, im Grenzgebiet des Waldes und der Tundra, in der Nähe der Eisenbahnstation Lappland, auf dem Abhange eines Sandhügels, in einer muldenförmigen Vertiefung, deren Achse stark nach Norden geneigt ist, liegt ein Waldmoor, in dem eine bis $1^1/_4$ m hohe Birke *Betula nana* reichlich auftritt und vereinzelte *Betula pubescens* vorkommen (Markus 1922). Die

Tab. 13. Wechselwirkungen in einer Landschaft.

Landschaften	Bedingungen	Folgeerscheinungen
Erlenbruchwaldmoor: Selgus, Lauge	**Hydrologische Bedingungen:** bei Regen sammelt sich in einer geneigten Erlenbruchmulde viel Wasser	**Pflanzendecke:** Erscheinen eines Schwarzerlenwaldes
	Pflanzendecke: Schwarzerlenwald	**Hydrologische Bedingungen:** tiefes Grundwasserniveau in wasserarmer Zeit
Steppen: Ukraine	**Pedologische Bedingungen:** Schwarzerde	**Tätigkeit des Menschen:** Anbau von Weizen
	Tätigkeit des Menschen: Beackerung des Bodens	**Boden:** Verwandlung der oberen Schicht der normalen Schwarzerde in eine Kulturschicht

Feld- und Bodenschicht bilden *Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium vitis idaea*, *Polytrichum commune*, *Cornus suecica*, *Hypnum Schreberi*, *Rubus chamaemorus*, *Sphagnum* u. a. Aus der Moosdecke ragen verstreute Fichtenstubben hervor, die bis 20 cm im Durchmesser haben. Den Boden bilden eine Torf- (12 cm), eine Humus- (7 cm), eine deutliche grauweisse Podsol- (12 cm), eine schwarzbraune (75—85 cm) und eine gelblichbraune (5 cm) Schicht. Die schwarzbraune Schicht besteht aus einem ausserordentlich mächtigen (bis 85 cm) und festen Ortstein.

Die Zusammensetzung des Bodens und der Pflanzendecke (*Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium vitis idaea*, *Hypnum Schreberi*, *Polytrichum commune*, Fichte u. a.) des beschriebenen Waldmoores von Lappland zeigt, dass es zu derselben Landschaft gehört, wie auch das Waldmoor von Jätasoo, d. h. dass es ein Podsolmoor mit schwarzbrauner Bodenschicht ist.

Durch Vergleichung der Kolaer Podsolmoore mit denjenigen Estlands ermitteln wir, dass man in einer Landschaft eine bestimmte Kombination der Grundbedingungen findet, die für das Entstehen dieser Landschaft massgebend sind; wenn wir eine Grundbedingung verändern und dabei dieselbe Landschaft hervorbringen wollen, so müssen wir auch andere Grundbedingungen in entsprechender Weise verändern (Tab. 15 u. 16).

Sandgebiete sind sowohl den Kolaer als auch den estländischen Podsolmooren eigen. Doch sind die klimatischen Bedin-

Tab. 14. Zusammenwirken der Faktoren[1]).

	Faktoren	Wirkungen einzelner Faktoren	Resultate des Wirkens	Charakter der Wirkung	Länder	
derselben Richtung	1. Warme Meeresströmung	bringt viel Regen	Grosse Niederschlagsmenge	Verstärkung der Wirkung		Regenreiche Küstenländer: Gebiete des Zusammentreffens warmer Meeresströmungen bzw. relativ warmer Meeresregionen mit dem Küstengebirge
	2. Hohes Gebirge	zieht Niederschläge an				
	Aleutenstrom Kordilleren		Port Simpson 263 cm		Westkanada	
	Golfstrom Skandinavisches Gebirge		Bergen 196 cm		Norwegen	
	Gebiet positiver Temperaturanomalien des Oberflächenwassers auf dem Südatlantik Anden		Evanjelistas 288 cm		Südchile	
	Gebiet positiver Temperaturanomalien im Bengalischen Meerbusen Khasigebirge		Tscherrapundschi bis 2300 cm		Assam	
entgegengesetzter Richtung	1. Kalte Meeresströmung	bringt wenig Regen	Geringe Niederschlagsmenge	Abnahme der Stärke der Wirkung		Regenarme Küstenländer: Berührungsgebiete der Küsten mit kalten Meeresströmungen
	2. Hohes Gebirge	zieht Niederschläge an				
	Kalifornischer Strom Kordilleren		San Diego 26 cm		Kalifornien	
	Perustrom Anden		Lima 5 cm		Peru	
	Benguelastrom Damaraland		Westküste v. Südafrika 25 cm		Namib	

gungen im Grenzgebiete des Waldes und der Tundra ganz andere als im verhältnismässig warmen Estland. Deswegen beherbergen

[1]) Nach Krümmel (1907), Hann (1910 u. 1911), Schokalski (1917), Schott (1926), Meinardus (1934) u. a.

Tab. 15. Kombinationen der Grundfaktoren: eine Landschaft kann durch viele äquivalente Kombinationen der Grundfaktoren erzeugt werden.

Lage der Landschaft	Halbinsel Kola	Estland	Abhänge der Urstromtäler in Estland
Grundfaktoren	1. Sand	1. Sand	1. Sand
	2. Kaltes Klima: geringe Verdunstung	2. Gemässigtes Klima: bedeutende Verdunstung	3. Gemässigtes Klima: bedeutende Verdunstung
	3. Stark geneigte Erdfläche	3. Schwach geneigte Erdfläche	3. Stark geneigte Erdfläche
			4. Grundwasserzufluss aus einem benachbarten Moore
Erfüllte Forderung	**Gleichartigkeit der Feuchtigkeitsverhältnisse** in allen Podsolmooren		
Folgeerscheinungen	**Podsolmoorböden:** Humusschicht Podsolschicht schwarzbraune Schicht mit Ortstein		

die Podsolmoore in Estland in Grenzgebieten der Moore schwach geneigte Erdflächen, während sie auf der Halbinsel Kola hoch auf die ziemlich stark geneigten Abhänge der Hügel steigen.

Für jede Kombination der Grundbedingungen ist der Erfolg charakteristisch, den sie hervorbringen (Tab. 14). Für die Entstehung der Podsolmoorböden sind bestimmte Feuchtigkeitsverhältnisse massgebend: in den estländischen Podsolmooren liegt das Grundwasserniveau im Sommer in der Nähe der unteren Grenzfläche des Bodens, weshalb die Podsolmoorböden sich unter dem Einflusse des kapillar von unten aufsteigenden Wassers entwickeln, d. h. Gebiete einnehmen, die gut durchfeuchtet sind. Entsprechende hydrologische Bedingungen können an solchen Erdstellen auftreten, wo das Grundwasserniveau tief liegt, während das Klima kalt und die Verdunstung gering ist.

Das geringe Gefälle der Erdoberfläche und das gemässigte Klima der estländischen Podsolmoore sind in den Kolaer Podsolmoo-

Tab. 16. Kombinationen der Grundfaktoren: die Veränderung eines Grundfaktors bedingt die Veränderung des ganzen Naturkomplexes.

Naturkomplexe		Kurisches Haff	Karabugas
Grundbedingungen	gemeinsame	Flache Einsenkung	
		Verbindung des Haffs mit einem grossen Wasserbecken:	
		Ostsee	Kaspi
	verschiedene	**Warm-gemässigtes Regenklima**	**Wüstenklima**
Folgeerscheinungen		Süsses Wasser	Salziges Wasser
		Geringe Verdunstung	Starke Verdunstung
		Bewegungsrichtung des Wassers:	
		vom Haff zum Meere	aus dem See zum Haff
			Ablagerung der Salze

ren durch das kalte Klima und ein grösseres Gefälle ersetzt, während die lithologischen Bedingungen in beiden Fällen dieselben sind.

Die Ersetzbarkeit der Faktoren wird durch vergleichende Beobachtungen und experimentelle Untersuchungen besonders eingehend in der Pflanzengeographie studiert. Das tropische Klima z. B. ersetzen wir durch Heizung in unseren Warmhäusern (Rübel 1930, S. 42—45) und durch das häufige Begiessen. In den trockenen Gebieten werden tropische und subtropische Gewächse mit grossen Feuchtigkeitsansprüchen gezogen, indem man Bewässerungsanlagen errichtet. Es werden ferner Niederschläge durch Nebel, Trockenheit durch Wind, Trockenheit des Klimas durch Sand usw. ersetzt.

3. Anpassung der Landschaft an ihre Grundbedingungen.

Die Kameslandschaft von Selgus (Abb. 15 a u. 19) — ein aus dem fluvioglazialen Material zusammengesetztes hügeliges Gelände — wird gewöhnlich von einem hügeligen Nadelwalde eingenommen, der durch neun konstante Pflanzenarten (Tab. 17): *Pinus silvestris*, *Picea excelsa*, *Betula verrucosa*, *Calamagrostis arundinacea*, *Melampyrum pratense*, *Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium*


Selgus
Selgus
Selgus

Tab. 17. Hügelige Nadelwälder der Kameslandschaften*).

		Vor 100—150 Jahren mit Wald bedecktes Ackerland [1])	Vor 200—300 Jahren mit Wald bedecktes Ackerland [2])	Normaler Nadelwald der Kameslandschaft [3])
Vegetation	**Waldschicht:**			
	*Betula verrucosa***) . . .	I_1	III_1	$\mathbf{V}_1$
	Picea excelsa	V_3***)	V_2	V_2
	Pinus silvestris	V_3***)	V_3	V_2
	Feldschicht:			
	Calamagrostis arundinacea	V_1	V_1	V_1
	Vaccinium myrtillus . .	IV_1	IV_1	$\mathbf{V}_3$
	V. vitis idaea	III_1	III_1	$\mathbf{V}_1$
	Rubus saxatilis	$\mathbf{V}_1$	V_1	II_1
	Bodenschicht:			
	Hylocomium proliferum .	V_1	V_1	V_1
	Hypnum Schreberi . . .	V_2	V_3	$\mathbf{V}_5$
	Oxalis acetosella	$\mathbf{V}_4$	V_3	I_1
Boden	Humusschicht			
	Podsolschicht			
	Dunkle Schicht			
	Rostbraune Schicht			

vitis idaea, *Hylocomium proliferum*, *Hypnum Schreberi* und einen aus einer Rohhumus-, einer Humus-, einer Podsol- und einer rostbraunen Schicht bestehenden podsolierten Sandboden charakterisiert wird (Markus 1929). Solche Nadelwälder sind in Estland sehr verbreitet, wachsen auf hügeligen Sandflächen, wo das Grundwasser tief liegt, und dürfen als normale Glieder der Kameslandschaften betrachtet werden (Markus 1930 a) (Abb. 19 u. 20).

Neben solchen hügeligen Nadelwäldern kommt auf Kameslandschaften ein hügeliger Nadelwald mit dunkler Bodenschicht vor. In diesem Walde wächst neben der stattlichen Kiefer und Fichte auch die Birke, während für die Feld- und Bo-

*) In der Tabelle sind nur diejenigen Pflanzenarten aufgezählt, die wenigstens in einem Fall den Konstanzgrad V aufweisen.

**) I, II, III — Konstanzgrade, 1, 2, 3 — Bedeckungsgrade.

***) Die Kiefer und die Fichte wurden vom Menschen gesät.

[1]) *Rubus saxatilis-Oxalis acetosella*-Wald.

[2]) *Calamagrostis arundinacea-Rubus saxatilis*-Wald.

[3]) *Calamagrostis arundinacea*-Wald (Markus 1929, S. 24—37).

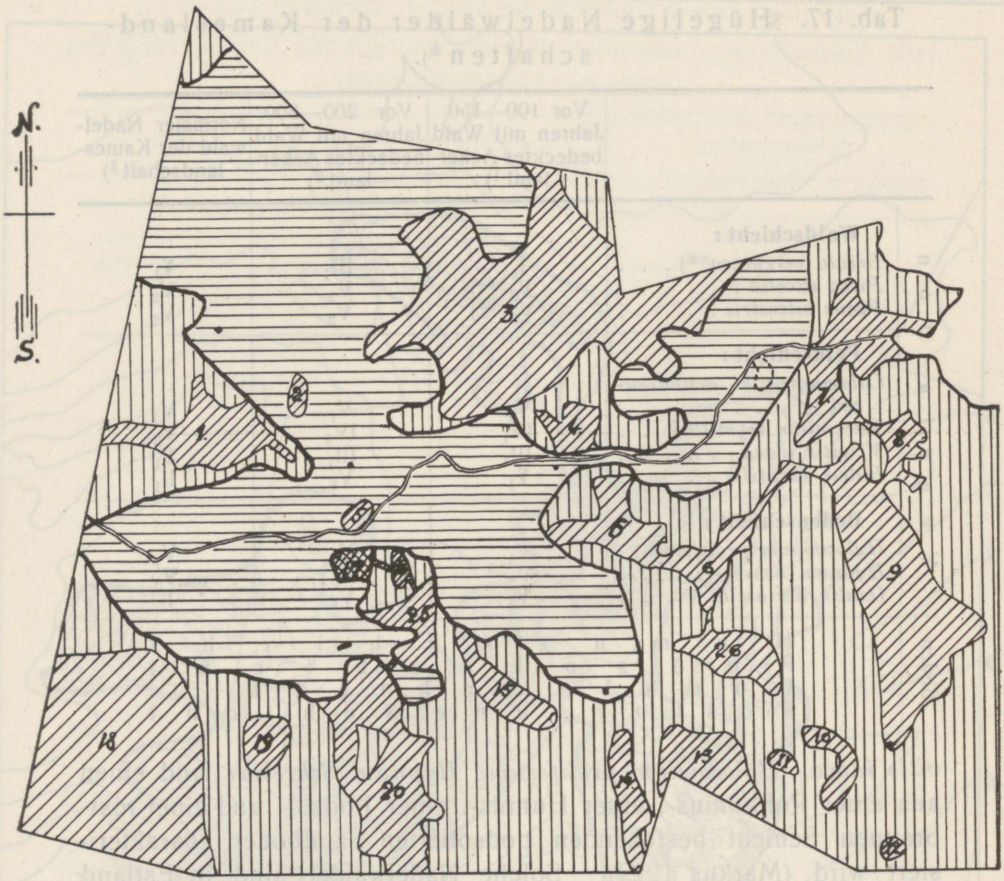


Abb. 20. Alatskivische Forstei (Markus 1929).

Horizontal gestrichelt — hügelige Nadelwälder der Kameslandschaften. Vertikal gestrichelt — flache Wälder in der Umgebung der Kameslandschaft. Schräg gestrichelt (1—16, 18—26) — Waldmoore (9 — Moorisoo). 17 — echtes Moor. Massstab: 1:50 000.

denschicht *Rubus saxatilis* und *Oxalis acetosella* besonders charakteristisch sind. Der podsolierte Sandboden enthält zwischen der grauweissen und der rostbraunen Schicht dunklen Sand. In solchem Walde werden Häuserreste und Haufen von Menschen gesammelter erratischer Blöcke gefunden. Besonders interessant für diesen Wald sind stufenähnliche Bodenformen, die auf den geneigten Abhängen der Hügel liegen, oft gruppenweise auftreten und untereinander parallel verlaufende Linien bilden. Aus der Analyse

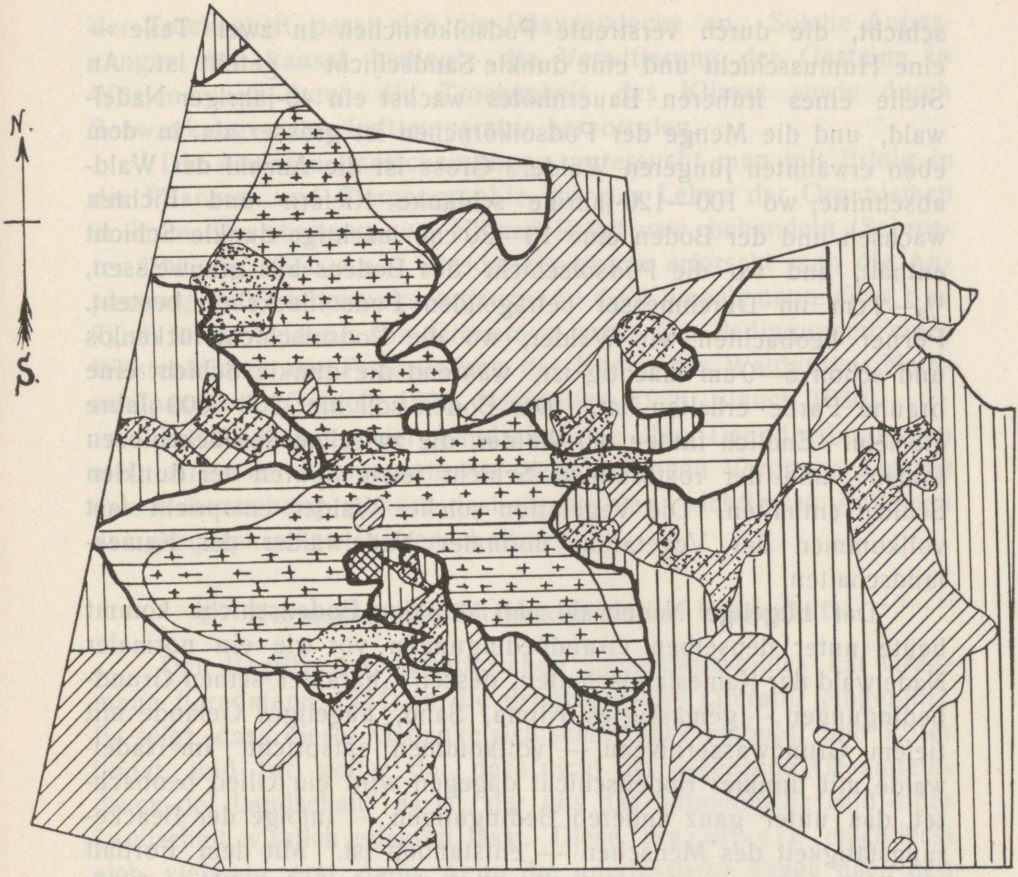


Abb. 21. Gegenwärtige und frühere Verbreitung des Ackerlandes in Selgus. (Markus 1929) (s. Abb. 19 u. 20).

Kreuzchen — früheres Ackerland (heute hügelige Nadelwälder mit dunkler Bodenschicht). Punktiert — gegenwärtiges Ackerland (im Gebiete der Kameslandschaft) und gegenwärtige Wiesen (im Gebiete der Waldmoore). Massstab: 1 : 50 000.

der Nadelwälder mit dunkler Bodenschicht ergibt sich, dass diese Wälder früheres Ackerland einnehmen (Abb. 21), und dass die Schicht dunklen Sandes der Überrest einer früheren Kulturschicht des Bodens ist (Markus 1929, S. 134). Die Beobachtungen zeigen folgendes.

In Selgus, in der Umgebung der Fundamentreste eines hier vor 20 Jahren vorhanden gewesenen Waldhüterhauses, befindet sich ein 20-jähriger Nadelwald, und der Boden enthält noch eine Kultur-

schicht, die durch verstreute Podsolkörnchen in zwei Teile — eine Humusschicht und eine dunkle Sandschicht — geteilt ist. An Stelle eines früheren Bauernhofes wächst ein 40-jähriger Nadelwald, und die Menge der Podsolkörnchen ist grösser als in dem eben erwähnten jüngeren Walde. Gross ist die Anzahl der Waldabschnitte, wo 100—120-jährige schlanke Kiefern und Fichten wachsen und der Boden eine 10—20 cm mächtige dunkle Schicht enthält, und wo die Podsolschicht des Bodens aus grauweissen, $^1/_2$—2 cm im Durchmesser betragenden Podsolfleckchen besteht. Ferner beobachten wir Wälder, wo die Podsolschicht lückenlos und schon 6—9 cm mächtig ist, während die dunkle Schicht eine braune Farbe erhalten hat. Der Boden soll hier 200—300 Jahre alt sein. Endlich finden wir Wälder, die zwischen der lückenlosen Podsol- und der rostbraunen Schicht letzte Spuren der dunklen Schicht enthalten. Die Vegetation solcher Wälder entspricht fast vollkommen der Vegetation normaler Nadelwälder der Kameslandschaften.

Der hügelige Nadelwald mit dunkler Bodenschicht kommt heute unter denselben Grundbedingungen vor wie ein normaler Nadelwald der Kameslandschaften, dessen Charakter seinen Grundbedingungen — gemässigtes Klima, Sand, hügeliges Gelände mit tiefem Grundwasserniveau — vollkommen entspricht. Im Nadelwalde mit dunkler Bodenschicht dagegen wird ein Glied beobachtet, das unter ganz anderen Bedingungen — infolge der Beackerungstätigkeit des Menschen — entstanden ist. Mit dem Fortfall dieses Faktors muss auch die Landschaft sich ändern (Volz 1932, S. 26): im Nadelwald geht eine Anpassung an die heute in ihm vorhandenen Grundbedingungen vor sich — aus der Landschaft verschwindet allmählich die dunkle Schicht, und die Landschaft verwandelt sich in einen normalen hügeligen Nadelwald der Kameslandschaften; nach dem Verlassen des Ackerlandes wurde das Gebiet mit Fichte und Kiefer besäet, und fruchtbarer Boden wurde von *Rubus saxatilis* und *Oxalis acetosella* eingenommen; bei der Anpassung des Bodens an die natürlichen Bedingungen dringt in den Wald die Birke ein, und *Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium vitis idaea*, *Hypnum Schreberi* nehmen an Konstanz- und Bedeckungsgrad zu.

Das Vorhandensein einer Landschaft ist durch bestimmte Grundbedingungen festgelegt. Ihnen passt sich alles Bedingte an: in trockenen Wüsten verwandelt sich festes Gestein in Sand, und

der Trockenheit passt sich die Pflanzendecke an. Solche Anpassungen sind kausal bedingt: die Verwitterung der Gesteine in Wüsten wird durch die Trockenheit des Klimas sowie durch Schwankungen der Lufttemperatur hervorrufen.

Die Anpassungserscheinungen untersucht man mit Erfolg in der Pflanzen- und Tiergeographie, die das Leben der Organismen in ihren Beziehungen zum Klima, Relief usw. behandeln (Schroeter 1926, S. 1004 u. a.). Besonders genau erforscht man die Anpassung des Verwitterungsvorganges an die Klimaelemente (Tab. 6 u. 7), d. h. die Bildung von Grauerden unter den Bedingungen eines Wüstenklimas, die Podsolierung der Böden des Waldgürtels Nordeuropas usw. (Gedroiz 1925, Neustrujew 1926, Blanck 1930).

Die Anpassung der Landschaft an ihre Grundbedingungen stellt einen der interessantesten geographischen Vorgänge dar und ihre Untersuchung gehört deshalb zu den wichtigsten Aufgaben der geographischen Wissenschaft.

4. Harmonie und Rhythmus in der Landschaft.

Den Begriff des harmonischen Landschaftsbildes hat Gradmann (Gradmann 1924) in die geographische Literatur eingeführt. Er zeigt, dass dieser Gedanke sich schon bei Humboldt und Ritter findet, und tut weiter dar, dass nicht der „seelische Gesamteindruck der Landschaft" es ist, der uns das harmonische Bild einer Landschaft wirklich erfassen lässt. Diese Harmonie erschliesst sich vielmehr erst dann, wenn die unerlässliche Frage nach den Ursachen der Erscheinungen die Brücke schlägt von einer Erscheinungsreihe zu einer anderen. Wir finden z. B. die Harmonie in einer ununterbrochenen Kette von Ursache und Wirkung, die sich vom Boden über das Klima zur Pflanzendecke zieht und von da weiter zur Tierwelt, und in einer anderen Abzweigung zur Besiedlung, zur Wirtschaft, zum Verkehr, zur Staatenbildung, zur Geisteskultur und zur Geschichte der Völker übergeht. Durch Wirkungen und Wechselwirkungen sind verschiedene Erscheinungen untereinander wenigstens unmittelbar verknüpft, wodurch in uns die Vorstellung eines untrennbaren Ganzen, eines Organismus entsteht, dessen sämtliche Glieder ihre bestimmte Funktion im Dienste des Gesamtkörpers erfüllen.

Wenn ein Faktor, z. B. das Klima in ariden Gebieten, gleichzeitig eine grosse Zahl verschiedenster Erscheinungsreihen be-

herrscht, dann sind die verschiedenen Reihen alle gleichsam auf einen Ton gestimmt (Gradmann 1924, S. 133), und die Harmonie entsteht durch die Übereinstimmung, die zwischen den Erscheinungen konstatiert wird. Besonders harmonisch erscheinen uns deshalb jene Landschaften, wo ein extrem ausgebildeter Faktor alle Erscheinungsreihen beherrscht. Am vollständigsten aber tritt die Harmonie im Gleichgewichtszustand der Landschaft hervor.

Die Harmonie erscheint als ein zur Stabilität befähigender Ausgleich der Teile eines Ganzen, als Gleichgewicht der Relationen (Francé 1923, S. 257). Volz (Volz 1926, S. 10) versteht unter dem harmonischen Landschaftsbild sogar einen aus dem zusammenwirkenden Wechselspiel aller Faktoren resultierenden Gleichgewichtszustand, oder den Interferenzzustand aller wirksamen Faktoren. Da die Landschaft durch das Zusammenwirken aller in ihr auftretenden Faktoren entstanden ist, so ändert sich mit dem Fortfallen oder Hinzutreten von Faktoren, wie auch durch eine Änderung in der Stärke einzelner Faktoren, auch die Harmonie der Landschaft (Volz 1932, S. 26), und mit der Änderung einzelner Faktoren wird auch das Gleichgewicht zerstört, in der Landschaft werden neue Anpassungen Platz greifen (Krebs 1923, S. 81).

Creuzburg (Creuzburg 1928, S. 424 f.) meint, dass objektiv genommen alle, d. h. auch die nicht angepassten, sich im Aufstiegsstadium befindenden Landschaften harmonisch sind, angepasste dagegen ihr Gleichgewichtsstadium erreicht haben.

Die Wichtigkeit des Begriffes der Harmonie für die Geographie tritt schon darin zutage, dass in neuester Zeit der Landschaftskunde eine Erfassung der Länderräume als harmonischer Einheiten, deren Glieder alle aufeinander abgestimmt sind (Krebs 1923, S. 81), zur Aufgabe gemacht wird.

Aus der Betrachtung der Landschaften geht hervor, dass eine Landschaft oft eine typische Folge typischer Formen zeigt, und dass jede markante Einzelform nur als ein einzelnes logisches Glied einer gesetzmässigen Kette denkbar ist. Volz bezeichnet solche Relationen mit dem Worte Rhythmus (Volz 1926). Im Riesengebirge z. B. verlaufen parallel von Osten nach Westen eine breite und bis $1^1/_2$ km hohe Kammzone, eine Steilzone und eine Zerkuppungszone. Rhythmisch aufgebaut sind weiter das Isergebirge, das ganze Sudetensystem usw.

Es ist nicht nur ein räumliches Nebeneinander,

sondern auch ein zeitliches Nacheinander fassbar: den Rhythmus finden wir in der zeitlichen Abwandlung der Jahreszeiten, in dem Entwicklungsgang der Landschaft (Markus 1932) usw.

5. Gleichgewichtszustand in der Landschaft.

Wundt fasst Ursache und Wirkung als Veränderungen der Dinge auf (Wundt I, 1919, S. 586) und zeigt, dass durch dauernde Wirkungen und Gegenwirkungen der Dinge zwischen ihnen ein gewisser Gleichgewichtszustand herbeigeführt werden und der Begriff der kausalen Wechselwirkung auf einen ruhenden Zustand der Dinge übertragen werden kann (Wundt I, 1919, S. 586, 591—593).

In der Landschaft geht, wie oben erwähnt, die Anpassung an ihre Grundbedingungen vor sich. Versuchen wir zu erörtern, wie lange diese Anpassung dauern wird, ob eine Landschaft einen solchen Zustand erreichen kann, wo sie ihren Grundbedingungen vollkommen angepasst ist, ob es einen Gleichgewichtszustand der Landschaft gibt, der in der geographischen Literatur so oft behandelt wird, und welche Kennzeichen den Gleichgewichtszustand einer Landschaft charakterisieren.

Granlund (Granlund 1932) zeigt, dass die Höhe der Wölbung von Hochmooren von der Niederschlagsmenge abhängig ist. Für die Entstehung der Hochmoorbildung in Südschweden ist eine Niederschlagsmenge von wenigstens 460 mm erforderlich. Alle Hochmoore unter 500 mm Niederschlagsmenge werden als Waldmoore ausgebildet; dagegen sind nur vereinzelte Moore, deren Niederschlagsmenge 600 mm beträgt, Waldmoore. Bei einer Niederschlagsmenge von mehr als 600 mm fehlen, praktisch genommen, jegliche Waldmoore. Je grösser die Niederschlagsmenge ist, desto höher ist auch die Wölbung des Hochmoores (Tab. 18, Abb. 22).

Einer bestimmter Niederschlagsmenge entspricht eine maximale Höhe der Wölbung, die das Hochmoor nicht übersteigen kann. Man sagt, dass das Hochmoor in solchem Falle seine Grenzoberfläche erreicht hat. In Gebieten mit extrem maritimem Klima, wie in Irland, wo die Niederschläge sich auf das ganze Jahr gleichmässig verteilen und die Luftfeuchtigkeit und Nebelbildung besonders gross sind, können die Hochmoore beinahe schrankenlos in die Höhe wachsen und erhalten

Tab. 18. Grenzoberfläche des Hochmoores: Verhältnis zwischen Niederschlagsmenge und Hochmoorwölbung in Småland

(nach Granlund 1932, Diagramme 14–30).

Jährliche Niederschlagsmenge in mm	Maximale Höhe der Aufwölbung des Moores in m (in einer Entfernung von 800 m vom Rande des Moores)
500— 550	1,6
550— 600	2,1
600— 700	2,7
700— 800	2,9
800— 900	3,5
900—1000	4,3

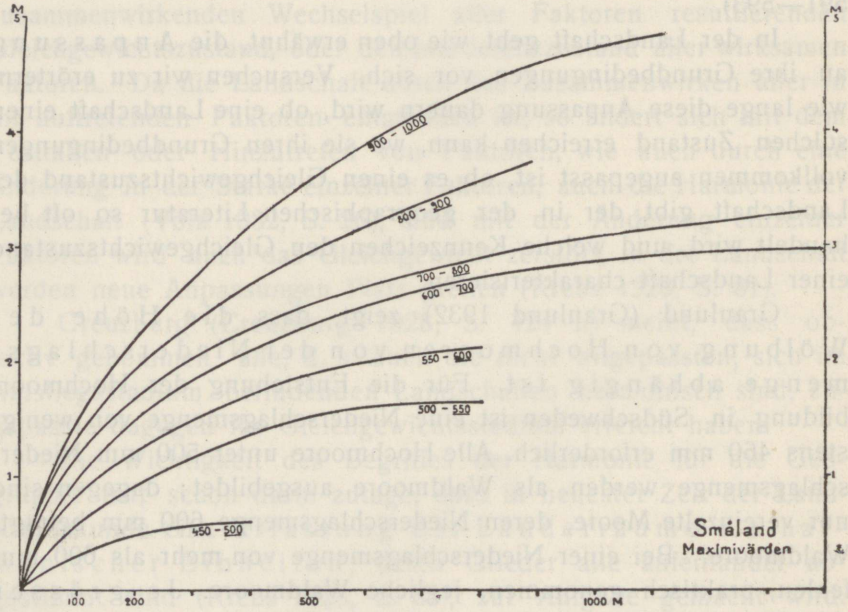


Abb. 22. Verhältnis zwischen Niederschlagsmenge und Hochmoorwölbung (Granlund 1932).

X-Achse — Längsschnitt des Moores.

Y-Achse — Höhe der Wölbung.

Dicke, ununterbrochene Linie — berechnete Maximalwölbung bei betreffender Niederschlagsmenge (in mm).

dabei einen unnatürlich steilen Rand, wobei der Seitendruck grösser ist als die Oberflächenspannung und hier deshalb Moorausbrüche stattfinden. In Schweden dagegen haben die Hochmoore

ziemlich allgemein ihre Grenzoberfläche ganz oder doch beinahe erreicht und bilden sogenannte Stagnationskomplexe, die das normale Ende der Höhenzunahme des Hochmoors bedeuten.

Den Stagnationskomplex hat Osvald (Osvald 1923) unter dem Namen Stillstandskomplex beschrieben. Er wird hauptsächlich aus Assoziationen mit keiner oder nur einer unbedeutenden Torfbildung aufgebaut, indem in ihm die Heidegesellschaften (*Calluna — Cladonia* — Ass, *Calluna — Sphagnum magellanicum* — Ass u. a.) einen hervorragenden Platz einnehmen. Der Komplex tritt fast ausschliesslich auf mehr oder weniger ebenen Gebieten und dabei auf höheren Teilen des Hochmoores auf, wo er seine typischste Ausbildungsform zeigt. Osvald sagt, dass dieser Komplex für ausgedehnte Gebiete lange Zeit hindurch ein gewisses Endstadium bilden dürfte.

Um die Wesenszüge eines sich im Gleichgewichtszustande befindenden Objektes zu ermitteln, weisen wir auf das Sonnensystem hin, dessen Gleichgewicht am besten bekannt ist. Im Sonnensystem finden wir einerseits konstante Elemente. Das sind die Entfernungen der Planeten von der Sonne, ihre Umlaufszeiten, die Form ihrer Wege u. a. Andererseits stellen wir im Sonnensystem rhythmisch sich verändernde Erscheinungen fest: Wiederkehrserscheinungen bei der Rotation der Planeten um die Sonne usw. Alle anderen Erscheinungen finden im Rahmen dieser konstanten und rhythmisch sich verändernden Erscheinungen statt.

Der Stagnationskomplex der schwedischen Hochmoore weist ebenso bestimmte konstante und rhythmisch sich verändernde Eigenschaften auf. Er besitzt einerseits eine Grenzoberfläche, die sich nicht mehr verändert, indem sie das Ende der Höhenzunahme des Moores bedeutet und den Grundbedingungen des Hochmoors vollkommen angepasst ist. Andererseits bedeckt sich das Hochmoor jedes Jahr im Winter mit einer Schneedecke, während im Sommer auf ihm Pflanzen wachsen, usw.

6. Erweiterung des Begriffs der Landschaft.

Im nördlichen Teil des Atlantischen Ozeans zwischen Island und Westeuropa befindet sich ein relativ warmes und niederschlagsreiches Gebiet des gemässigten Meeres, das ich als Westeuropäisches Meer bezeichnet habe (Markus 1934) (Tab. 5 u. 19, Abb. 8 u. 17).

Tab. 19. Westeuropäisches Meer.

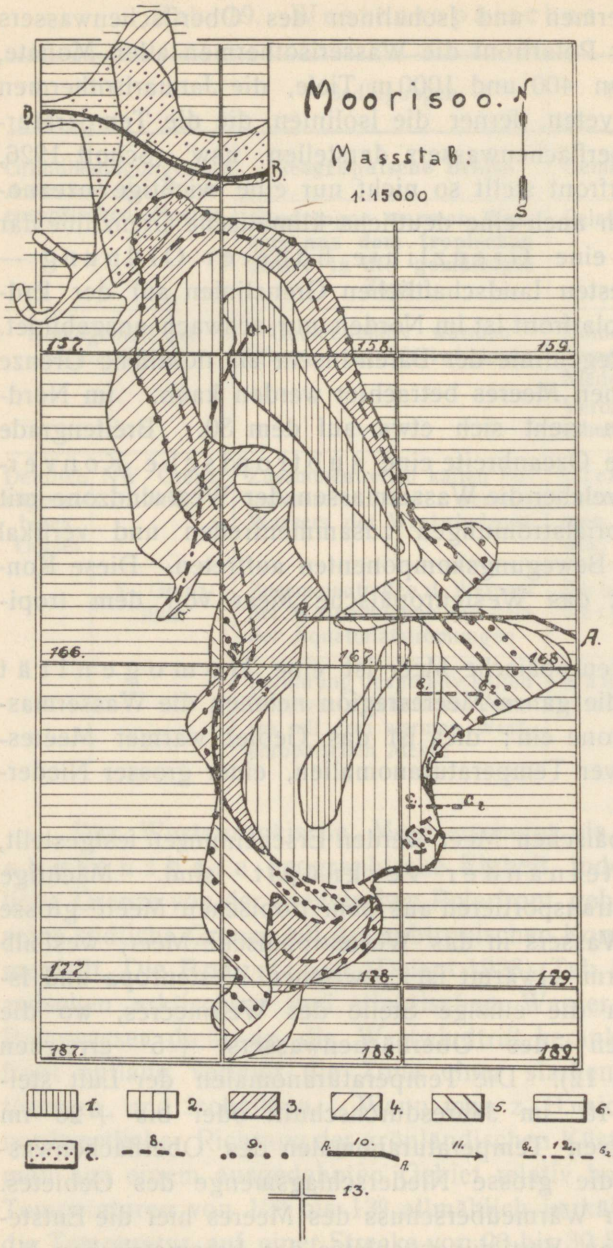
		Bedingungen	Folgeerscheinungen
Grundbedingungen des Auftretens des Westeuropäischen Meeres		**Geographische Breite**	Gemässigte Meeresregion
		Eindringen warmen Wassers aus dem tropischen Meere in die gemässigte Zone	Relativ warme Meeresregion
Homogenität der Meeresregion		Gebiet relativ warmen Wassers der Westwindzone	Homogenes Gebiet positiver Temperaturanomalien Niederschlagsreiches Gebiet Vertiefungsgebiet barometrischer Minima
Deutlich abgrenzbares Gebiet	NW-Grenzlinie	Zusammentreffen kalten Polarwassers und warmen Wassers der Westwindzone	Ozeanische Polarfront: Scharung der Wasserisothermen, Isohalinen, Isohyeten usw.
	S-Grenzlinie	Zusammentreffen d. Wassers der Westwindzone mit dem der Äquatorialströmungen	Subtropische Konvergenzlinie
		Berührung des relativ kalten Nordwestafrikanischen Meeres mit dem warmen Westeuropäischen Meere	Kanarische Regenlinie

Das Westeuropäische Meer erscheint als eine deutlich abgrenzbare geographische Einheit, indem seine nordwestliche Grenze von der ozeanischen Polarfront gebildet wird, während seine südliche Grenze mit der subtropischen Konvergenzlinie zusammenfällt. Die Polarfront (Defant 1928) (Tab. 8) bildet die Grenze zwischen arktischem und atlantischem Wasser, während hier das Polarwasser dicht an die Westwindtrift herankommt. Der Polarfront entlang verläuft die Zone einer starken Scharung der Isothermen und Isohalinen. Wenn man z. B. sich von Südosten in nordwestlicher Richtung der grönländischen Küste nähert, so kommt man aus einem ausgedehnten Gebiet relativ hoher gleichmässiger Temperaturen von 12° bis 13° allmählich in kältere Gebiete, worin die Temperatur auf einer Strecke von 20 bis 30 Seemeilen rasch von 10° auf 5° sinkt (Böhnecke 1930, S. 325 und 326). Diese Zone der grossen Temperatur- und Salzgehaltsgradienten bildet das Mischgebiet zwischen kaltem salzarmem und warmem salzreichem Wasser.

Ausser den Isothermen und Isohalinen des Oberflächenwassers häufen sich an der Polarfront die Wasserisothermen aller Monate, die Isothermen von 400 und 1000 m Tiefe, die Januarisothermen der Luft, die Isohyeten, ferner die Isolinien, die die Temperaturanomalen des Oberflächenwassers darstellen, usw. (Schott 1926, Tafeln). Die Polarfront stellt so nicht nur eine wichtige ozeanographische, sondern auch eine deutliche klimatische Grenzlinie dar und erscheint als eine Grenzlinie höherer Ordnung — eine der markantesten landschaftlichen Grenzlinien auf der Erdoberfläche. Die Polarfront ist im Norden nur schwach ausgebildet, weshalb hier die Regenlinie der Bären-Inseln als nördliche Grenze des Westeuropäischen Meeres betrachtet werden kann. Im Nordatlantischen Ozean zieht sich etwa auf dem 30. Breitengrade fast über die ganze Ozeanbreite eine subtropische Konvergenzlinie, an welcher die Wassermassen der Westwindzone mit denen der Äquatorialströmungen zusammentreffen und vertikal abwärts gerichtete Bewegungskomponenten auftreten. Diese Konvergenzlinie trennt das Westeuropäische Meer von dem tropischen Meere.

Für das Westeuropäische Meer ist eine Homogenität charakteristisch: die ganze Meeresregion nehmen die Wassermassen der Westwindzone ein; dies ist das Gebiet warmer Meeresströmungen, positiver Temperaturanomalien, einer grosser Niederschlagsmenge usw.

Im Westeuropäischen Meer werden Erscheinungen festgestellt, die kausal miteinander verknüpft sind. Mächtige Meeresströmungen transportieren aus dem tropischen Meere grosse Mengen warmen Wassers in das Westeuropäische Meer, weshalb dieses Meer abnorm erwärmt ist: zwischen Westeuropa und Island befindet sich die einzige Stelle des Weltmeeres, wo die Temperaturanomalen des Oberflächenwassers $+5^0$ erreichen (Schott 1926, Tafel 12). Die Temperaturanomalen der Luft steigen sogar bis $+15^0$ im Jahresdurchschnitt oder bis $+20^0$ im Januar. Die positiven Temperaturanomalen des Oberflächenwassers verursachen die grosse Niederschlagsmenge des Gebietes. Ebenso bedingt der Wärmeüberschuss des Meeres hier die Entstehung eines wichtigen Vertiefungsgebietes der barometrischen Minima (Markus 1934). Sogar die Grenzen des Westeuropäischen Meeres sind kausal bedingt: die Polarfront entsteht z B infolge der Wechselwirkung von zwei Faktoren entgegengesetzter Richtung



1. Junges Moor mit Bulten.
2. Junges Moor.
3. Niederes oder Birkenbruchwaldmoor.
4. Höheres oder Erlenbruchwaldmoor.
5. Podsolmoor.
6. Flacher Wald.
7. Wiesen.
8. Obere Grenze des 2. Versumpfungsstadiums.
9. Obere Grenze des 1. Versumpfungsstadiums.
10. Graben, Bach.
11. Richtung des Wassers.
12. Profile.
13. Durchhaue.

157, 158 — Quartale.

Abb. 23. Karte des Moorisoo (Markus 1929).

(Markus 1935 a, S. 148) — des kalten Polarwassers und des warmen Wassers der Westwindtrift.

So erscheint das Westeuropäische Meer als ein homogenes geographisches Ganzes, das deutlich abgegrenzt ist und sich aus kausal miteinander verbundenen Erscheinungen zusammensetzt.

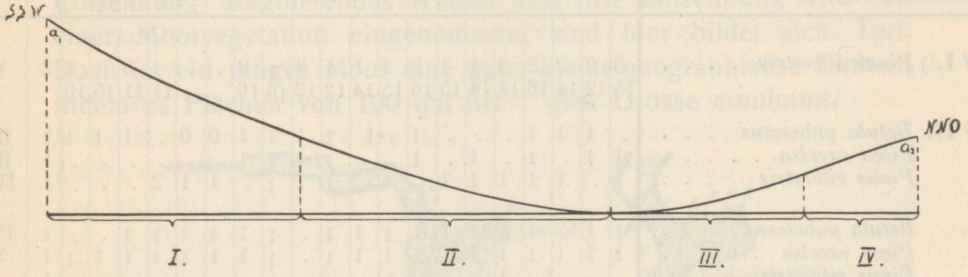
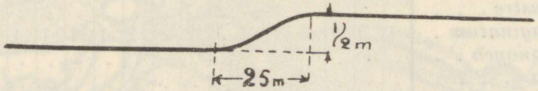
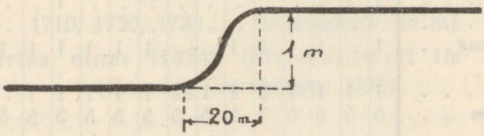


Abb. 24. Profile des Moorisoo (Markus 1929).
Massstab: a) vertikaler: 1 : 50; b) horizontaler: 1 : 5000.
I — höheres Bruchwaldmoor.
II — niederes Bruchwaldmoor.
III — junges Moor.
IV — junges Moor mit Bulten (Abb. 23, a_1 a_2).



Massstab: a) vertikaler: 1 : 100; b) horizontaler: 1 : 2000 (Abb. 23, b_1 b_2).



Massstab: a) vertikaler: 1 : 100; b) horizontaler: 1 : 2000 (Abb. 23, c_1 c_2).

In Selgus (Markus 1929, S. 81—86) kommt ein junges Moor vor (Tab. 20, Abb. 23 u. 24), das flache, schüsselförmige Einsenkungen einnimmt, denen Moränenlehm unterlagert ist. In diesen Einsenkungen sammelt sich Wasser, weshalb hier Torfmoorboden entsteht, der aus einer bis 100 cm mächtigen Torf- und einer Gleyschicht besteht. Der Boden ist mit einer lückenlosen Sphagnumdecke (*Sphagnum recurvum*) bedeckt, wobei ausser

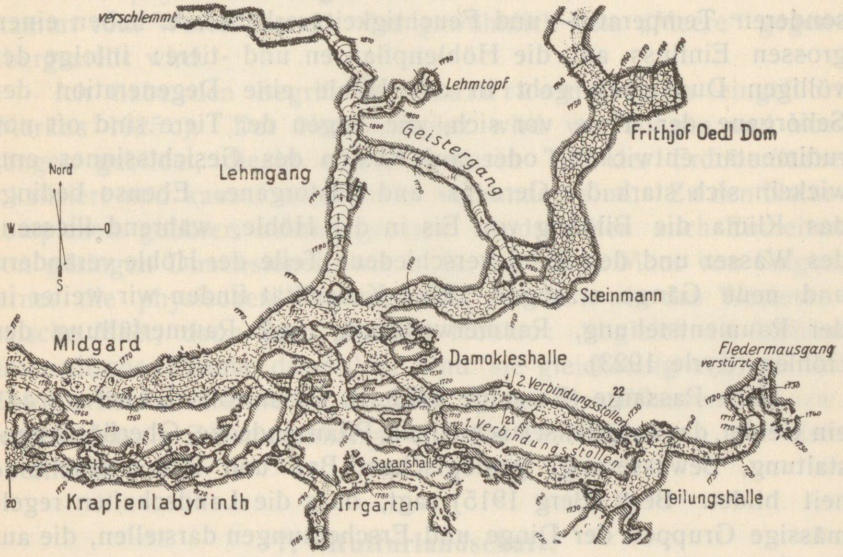
Tab. 20. Junges Moor (Markus 1929).

	Pflanzenarten \ Probeflächen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	B.	K.
W I.[1]	*Pinus silvestris*	3	2	2	2	2	1	1	2	2	1	1	3	1	2	.	.	1	3	1	2	2	V
		15	12	14	16	14	14	15	16	15	14	12	12	16	16			11	11	15	10		
W II.	*Betula pubescens*	.	1	1	1	.	.	.	1	.	1	1	1	1	1	0	0	.	1	1	1	1	III
	Picea excelsa	1	1	.	1	.	1	.	1	.	.	1	1	1	1	.	.	.	.	.	.	1	III
	Pinus silvestris	1	.	1	1	1	1	1	.	1	1	1	1	1	.	1	1	2	.	.	.	1	IV
G.	*Betula pubescens*	1	1	.	1	1	1	1	1	1	1	1	.	1	1	1	1	1	1	.	.	1	IV
	Picea excelsa	1	1	1	1	1	1	.	1	1	1	1	.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	V
	Pinus silvestris	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	
F.	*Arundo phragmites*	2	1	2	1	1	1	.	1	1	1	1	1	1	1	.	.	.	.	.	2	1	IV
	Betula pubescens	1	1	1	1	1	.	1	1	.	.	.	1	.	1	1	1	.	1	1	1	1	IV
	Carex globularis	.	.	.	.	.	1	1	1	.	.	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	1	II
	Carex lasiocarpa	2	1	1	1	1	.	.	1	1	.	.	3	.	2	2	4	.	1	2	2	2	IV
	Comarum palustre	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	I
	Drosera rotundifolia	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	I
	Epipactis palustris	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1	1	I
	Equisetum heleocharis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1	1	I
	Equisetum palustre	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1	1	I
	Eriophorum vaginatum	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	3	2	1	1	V
	Gymnadenia conopea	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	I
	Listera cordata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	1	I
	Melampyrum pratense	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	V
	Menyanthes trifoliata	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	I
	Orchis maculatus	1	1	1	1	.	1	1	.	1	.	1	1	1	1	.	1	1	1	1	1	1	IV
	Pedicularis palustris	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	I
	Picea excelsa	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	1	1	1	.	.	1	II
	Salix myrtillioides	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	I
	Vaccinium oxycoccus	1	.	1	1	2	1	.	.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	V
B.	*Sphagnum medium*	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	.	1	1	1	1	.	1	1	V
	Sphagnum recurvum	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	V
Nur auf den Bulten	*Dicranum undulatum*	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	I
	Ledum palustre	.	.	.	1	0	.	.	1	.	1	1	.	1	.	.	1	.	.	.	.	1	II
	Picea excelsa	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	I
	Hypnum Schreberi	1	.	1	0	1	1	1	1	1	1	1	.	1	1	1	.	.	1	1	1	1	IV
	Polytrichum commune	.	.	1	1	1	.	.	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	II
	Vaccinium uliginosum	1	.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.	.	.	1	1	.	1	1	IV
	Vaccinium vitis idaea	1	.	1	.	1	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	I

dem *Sphagnum* im der Pflanzendecke auch *Pinus silvestris*, *Eriophorum vaginatum*, *Oxycoccus palustris* u. a. konstant sind.

[1]) W. = Waldschicht, G. = Gebüschschicht, F. = Feldschicht, B. = Bodenschicht.

Auch im jungen Moore werden Erscheinungen beobachtet, die miteinander in kausaler Relation stehen: die Bedingungen der Entstehung eines solchen Moores sind ein gemässigtes Klima, eine konkave Bodenfläche und ein der letzteren unterlagertes wasserdichtes Gestein. Unter diesen Bedingungen tritt in der Einsenkung stagnierendes Wasser auf; die Einsenkung wird von einer Moorvegetation eingenommen, und hier bildet sich Torf. Doch ist ein junges Moor eine ganz kleine geographische Einheit, indem es Flächen von 100 qm bis 1 qkm Grösse einnimmt.



1710, 1720, 1730 ... Höhenziffern (in m).

Abb. 25. Grundriss einer Höhle (Eisriesenwelt im Tennengebirge) (Czoering-Czernhausen 1926).

Im Tennengebirge befindet sich die grösste Eishöhle der Erde — die Eisriesenwelt (Czoering-Czernhausen 1926) (Abb. 25). Ihr Eingang liegt in 1656 m Seehöhe, ist 20 m breit und 18 m hoch und zeigt ein tonnenförmiges Erosionsprofil. Das Innere der Höhle ist aus Hallen (Damokleshalle), Tunneln, Labyrinthen (Eislabyrinth) usw. zusammengesetzt. Die Gesamtlänge der Gänge von verschiedener Grösse und Form macht 27 km aus. Die Eisfläche erreicht 20 000 qm. Das Eis erscheint hier als unterirdischer Gletscher, bildet steile Eiswälle, prachtvolle Eisfiguren, Eishallen, Eislabyrinthe usw. Das ursprüngliche Erosionsprofil,

das durch unter Druck fliessendes Wasser erzeugt wurde, ist in den grösseren Höhlengängen durch Decken- und Wandbrüche vielfach gestört; daher bildet in diesen meist scharfkantiges Bruchwerk den Bodenbelag. Die Eisriesenwelt weist Tropfstein- und Sinterschmuck in allen Formen auf. In trockenen Höhlenteilen sind gelber, aus Kalkrückständen entstandener Sand und Roterde abgelagert. An Fauna werden neben Schmetterlingen lebende Fledermäuse und deren zahlreiche Skelette gefunden.

Das Klima einer Höhle hängt von dem Klima der nächsten Teile der Erdoberfläche ab. Der Mangel an Licht und die besonderen Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnisse haben einen grossen Einfluss auf die Höhlenpflanzen und -tiere: infolge der völligen Dunkelheit geht in der Höhle eine Degeneration der Sehorgane der Tiere vor sich, die Augen der Tiere sind oft nur rudimentär entwickelt, oder auf Kosten des Gesichtssinnes entwickeln sich stark die Geruchs- und Tastorgane. Ebenso bedingt das Klima die Bildung von Eis in der Höhle, während fliessendes Wasser und der Wind verschiedene Teile der Höhle verändern und neue Gänge erzeugen. Eine Kausalität finden wir weiter in der Raumentstehung, Raumerweiterung und Raumerfüllung der Höhlen (Kyrle 1923).

Nach Passarge (Passarge 1921, S. 6) ist eine Landschaft ein Gebiet, das möglichst nach Klima, Pflanzendecke, Oberflächengestaltung, Bewässerung, geologischem Bau und Boden eine Einheit bildet. Berg (Berg 1915) sagt, dass die Landschaften regelmässige Gruppen der Dinge und Erscheinungen darstellen, die auf der Erdoberfläche vorkommen. Zu Landschaften hat man früher nur diejenigen Teile des Festlandes gezählt, die genügend gross sind.

In Kapitel III, 1 wurde gezeigt, dass die Landschaften von Erscheinungen gebildet werden, die kausal miteinander verknüpft sind. Ausser den Landschaften werden auf der Erdoberfläche andere regelmässige Gruppen von Erscheinungen beobachtet, die man physische Regionen des Meeres (Schott 1926), Naturgebiete (Sölch 1924, S. 17), Naturzonen (Dokutschajew 1899) usw. nennt, und die nicht nur die Oberfläche des Festlandes, sondern auch Meere und Höhlen einnehmen. Deswegen ist es zweckmässig, den Begriff der Landschaft zu erweitern und einen Begriff aufzustellen, der alle regelmässigen Gruppen von Erscheinungen der Erdoberfläche umfasst.

Der Begriff der Landschaft ist heute auf sehr kleine Einheiten erweitert. Während die Choren (Penck 1928) wenigstens einige Kilometer im Durchmesser betragen, und während ein Schilfstreifen z. B., der einen See umfasst, früher als ein unselbstständiger Formbestandteil der Landschaft betrachtet wurde (Passarge 1927, S. 45), hat Passarge im Jahre 1930 den Begriff des landschaftlichen Zwergraumes aufgestellt, der sogar kleiner als 100 qm sein kann (Passarge 1930).

Mit dem Worte „Landschaft" bezeichnet man gewöhnlich nicht die physischen Regionen des Meeres, denn dieses Wort stammt vom Worte „Land", das gewöhnlich dem „Meere" gegenübergestellt wird.

Ich habe den Begriff des Naturkomplexes eingeführt (Markus 1925c). Der Naturkomplex wird von Dingen und Vorgängen gebildet, die in einem gewissen Teil der Erdoberfläche lokalisiert und kausal miteinander verbunden sind. Zu den Naturkomplexen gehören ausser grossen Landschaften auch Einheiten von geringen Dimensionen, wie z. B. das junge Moor von Selgus, ferner die physischen Regionen des Meeres, wie das Westeuropäische Meer, dann Seen, Flüsse, Höhlen: obgleich die Höhlen unterirdische Räume darstellen, sind sie gleichzeitig eng mit der Erdorberfläche verbunden, denn ihr Klima, ihre Pflanzenwelt uzw. zeigen kausale Zusammenhänge mit den Erscheinungen der Erdoberfläche.

7. Kulturlandschaft.

Der Mensch legt Fabriken an, verwandelt Moore in Ackerland, bewässert Wüsten. In allen diesen Fällen tritt er als ein kausaler Faktor auf: infolge seiner Tätigkeit entstehen Siedlungen, bedecken sich die Moore mit Ackerfeldern (Lukkala 1929), in Wüsten bildet sich Kulturland (Fenner 1934, S. 90).

Der Mensch ist ein sehr wirksamer Faktor (Penck 1928, S. 38) durch den Bergbau verursacht er bedeutende Veränderungen des Reliefs und verwandelt ländliche Siedlungen in industrielle Bezirke (Telschow 1933), erbaut grosse Städte im kalten Norden (Chibi-; nogorsk auf der Halbinsel Kola), entwässert Seen. Die ganze Kulturlandschaft ist sein Werk (Penck 1928, S. 45). Bei seiner Tätigkeit verändert er die Landschaft so stark, dass in ihr ganz neue Existenzbedingungen geschaffen werden (Bewässerungsoasen

in Wüsten). Deshalb enthalten die Landschaften oft fremdbürtige Kulturelemente, oder die Kulturformen werden über die verschiedensten Erdräume typisiert (Creuzburg 1928, S. 422).

Andererseits sehen wir eine Abhängigkeit des Menschen von der Erdoberfläche: in den Tropen pflanzt der Mensch Bananen, in Steppen züchtet er Vieh, in Kalahari sammelt der Mensch Wurzeln und Früchte der Planzen. Wir finden kausale Zusammenhänge zwischen der Landschaft und den Kulturelementen, die der Landschaft angepasst, innenbürtig sind (Creuzburg 1928, S. 421). Die Tätigkeit des Menschen ist oft naturbedingt (Krebs 1923, S. 86) und steht unter den Gesetzen der mechanischen Kausalität (Penck 1928, S. 38).

Neben der Kausalität finden wir in der Tätigkeit des Menschen auch objektiv-teleologische Ideen. Der Mensch macht sich die Stoffe und die Kräfte der Erde zunutze und sucht sie nach seinen Zwecken umzuformen.

Mithin kann der Mensch sowohl als kausaler Faktor wie auch als Objekt des Wirkens auftreten, während er im Rahmen der Kausalität eine teleologische Tätigkeit ausübt.

In einer Kulturlandschaft müssen wir die Naturbedingungen betrachten, von denen die Landschaft als Ganzes und mit ihr auch der Mensch abhängt (Schlüter 1906), ferner die Tätigkeit des Menschen als eines kausalen Faktors behandeln und in dieser Tätigkeit seine Willenshandlungen besonders untersuchen.

Durch die Analyse einer Kulturoase von Turan (Tab. 21) finden wir, dass eine negative Bedingung für die Entstehung einer Oase die Trockenheit der Wüste bildet, die durch künstliche Bewässerung beseitigt wird. Wenn wir nun die Bedingungen untersuchen, die für das Auftreten der Kulturoase wichtig sind, so beobachten wir in Turan viele Flüsse mit süssem Wasser, die auf hohen Gebirgen (Tien-Schan mit Chan-Tengri 7 km, Pamir, Hindukusch) entspringen und deshalb in ihren oberen Teilen ein bedeutendes Gefälle haben (Aziatskaja Rossija 1913—1914).

Obgleich Turan arm an Niederschlägen ist, ziehen die hohen Gebirge Niederschläge zusammen und sind mit ewigem Schnee und Gletschern bedeckt. Das Schmelzen der Gletscher geht im Sommer vor sich, und die Flüsse bringen den Farmern Wasser zu der Zeit, wo es für sie am nötigsten ist. Bergseen und entsprechende Täler ermöglichen die Errichtung künstlicher Wasserbecken.

Tab. 21. Kausalität und Teleologie: Kulturoasen in Turan.

Kausalität	Wichtigste Grundbedingungen	Folgeerscheinungen	Teleologie
Kausale Bedingungen	1. Hohes Gebirge: Tien-Schan (Chan-Tengri 7 km), Pamir, Hindukusch	Vorhandensein von Wasser: genügende Niederschlagsmenge, ewiger Schnee, grosse Gletscher	
	2. Zahlreiche Flüsse, die grosse Wassermengen von den Bergen in die Wüste führen: Amu-darja, Syr-darja, Murghab, Serafschan, Ili, Tschu	Flussoasen	
	3. Übergang stark geneigter Flächen in Ebenen	Möglichkeit der Errichtung von Bewässerungskanälen	
	4. Mensch	**Bewässerungsoasen:** Kanäle, Dämme, Reservebecken } Bewässerung; Baumwolle, Reis } Anbau von Kulturpflanzen; Fabriken, Hydroelektrische Stationen } Begründung von Siedlungen	Zweckmässige Tätigkeit des Menschen

Bei dem Vorhandensein der beschriebenen Naturbedingungen tritt der Mensch als kausaler Faktor hervor: er schafft Bewässerungsoasen. Durch seine Willenshandlungen entstehen an Flüssen bei ihrem Übergange aus den Bergen in die Ebene Systeme von Kanälen, wobei der Zufluss des Wassers durch Dämme reguliert wird. Das Wasser einiger Nebenflüsse wird vollständig ausgenutzt, so dass diese Nebenflüsse ihren Hauptfluss nicht mehr erreichen (Syr-darja mit Sokh) (Abb. 26 u. 27). In Bewässerungsgebieten werden Reservebecken gebaut, worin Wasser sich in wasserreicher Zeit ansammelt. Durch seine zweckmässige Tätigkeit bewässert der Mensch Wüstenflächen, baut in den bewässerten Gebieten Baumwolle, Reis und andere Kulturpflanzen an, begründet Siedlungen und Fabriken.

Die Bewässerungsoasen von Turan sind sehr alt. Schon im Jahre 126 v. Chr. berichtet ein chinesischer Reisender, dass zu dieser Zeit in Turan 70 „Städte“ vorhanden waren. Berühmt war

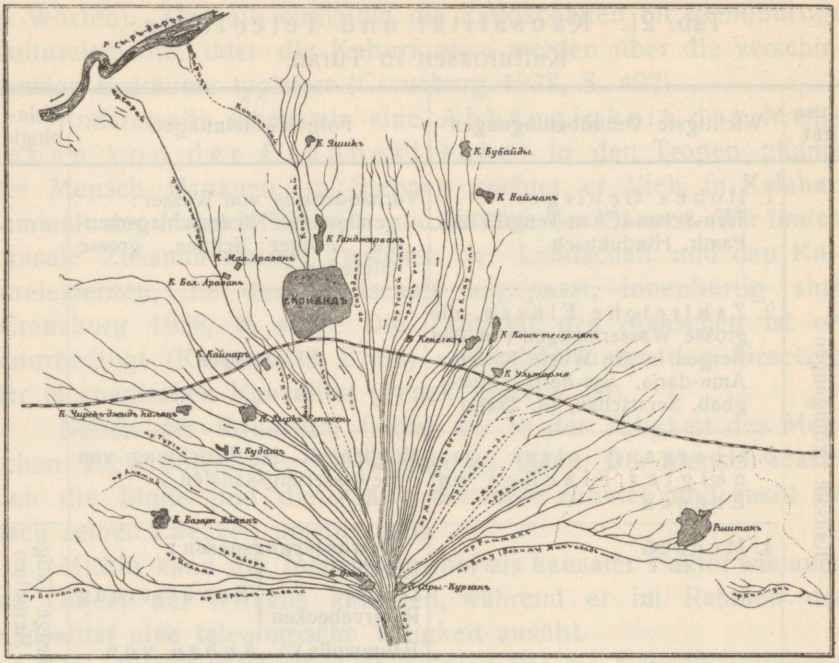


Abb. 26. Die Oase von Kokan (Aziatskaja Rossija 1914). Кокандъ — Kokan, Сыръ-дарья — Syr-darja, Сохъ — Sokh. Gestrichelt — grössere Siedlungen.

das alte Merw: als Mouru wird die Stadt schon in der Avesta wegen ihres Reichtums gerühmt; im 12. Jahrhundert errichtete der Sultan Sandshar einen grossen Damm, und die Oase wurde vom Murghab künstlich bewässert. Nach der Zerstörung des Dammes wurde er im 19. Jahrhundert wiederhergestellt. Man erbaute hier ein grosses Wasserbecken und begründete ein Krongut — die kaiserliche Murghabdomäne. Im Bewässerungsgebiet entstand eine grosse Siedlung mit einer hydroelektrischen Station, Schulen usw.

Besonders reichlich treten die Kulturoasen im Ferghana-Becken auf, wo die klimatischen Verhältnisse günstig sind (Abb. 27). Hier liegen Chodshent, Kokan, Andishan, Margelan, Namangan u. a. Oasenstädte, die vom Kara-darja, Sokh, Naryn und anderen Nebenflüssen des Syr-darja bewässert werden. Das Ferghana-Becken charakterisiert sich durch eine ziemlich dichte Bevölkerung und die Üppigkeit der Kulturen und Pflanzungen, während der Name Ferghana schon in ältesten Zeiten mit einem ge-

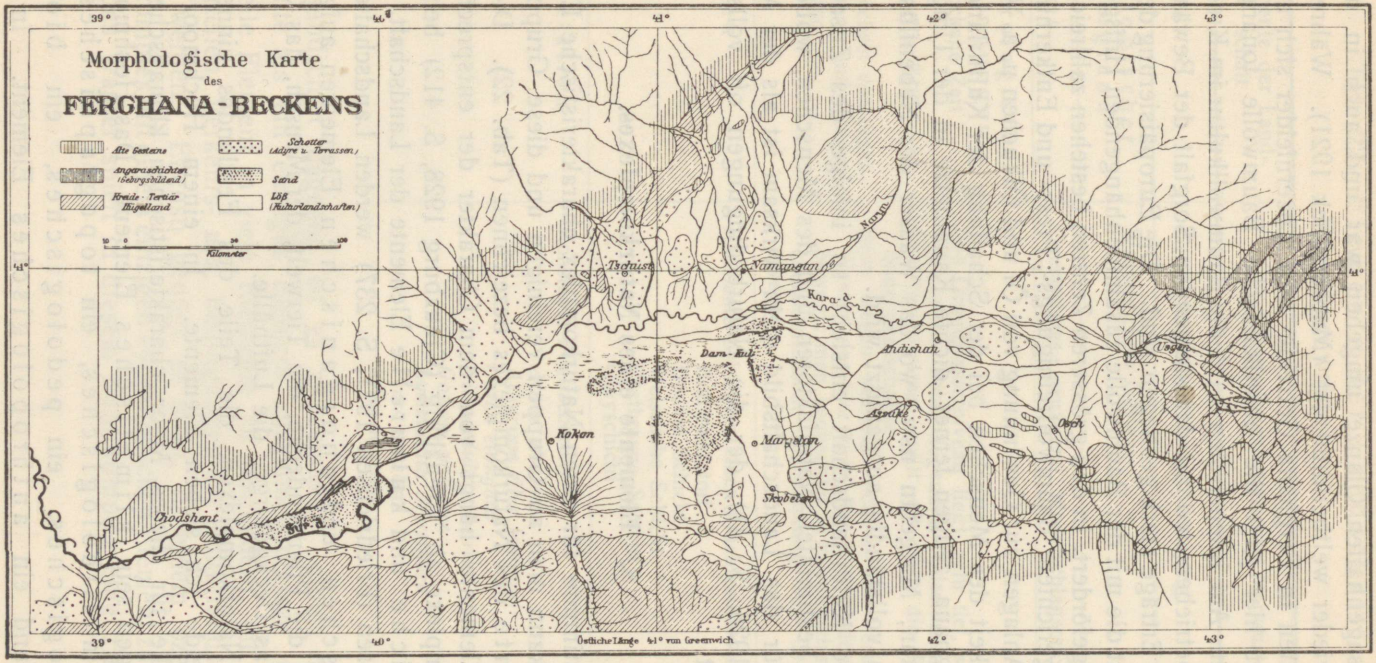


Abb. 27. Ferghana-Becken (Machatschek 1921).

radezu sagenhaften Glanze umgeben war und auch in unseren Tagen wieder weltberühmt ist (Machatschek 1921). Während vor Jahrzehnten in Ferghana Getreide- und Luzernfelder sich ausbreiteten, ist hier jetzt die amerikanische Baumwolle tonangebend geworden. Am intensivsten wird die Baumwollkultur im Kreise Andishan betrieben, wo mit der steigenden Sorgfalt der Bewässerung auch die Erträge stark gestiegen sind. Die Europäisierung der Wirtschaft hat die mit der Baumwolle zusammenhängenden Hilfsgewerbe mächtig gefördert. In den grösseren Zentren bestehen zahlreiche modern eingerichtete Baumwollreinigungs-, Press- und Entkernungsanstalten, Anlagen zur Gewinnung von Öl und Ölkuchen u. a. Von der Wirksamkeit des Menschen bei der Schaffung der Kulturlandschaft von Ferghana zeugen ferner dichte Kanalnetze in der Umgebung von Kokan, Margelan usw., wo das Wasser der Nebenflüsse des Syr-darja vollständig ausgenutzt wird.

Eine Kulturlandschaft entsteht so infolge des Zusammenwirkens bestimmter Naturfaktoren und des Menschen, wobei kein Faktor für das Landschaftsbild mehr wirksam ist als der Mensch (Penck 1928, S. 41), der die Naturbedingungen oft vollständig verändert.

8. Elemente eines Naturkomplexes.

Bestimmte für einen Naturkomplex charakteristische Erscheinungen kann man zu Gruppen vereinigen und diese Gruppen als Elemente des Naturkomplexes bezeichnen (Tab. 22). Die Zahl dieser Elemente hängt von dem Charakter der entsprechenden Naturkomplexe ab. Creuzburg (Creuzburg 1928, S. 412) behandelt natürliche und kulturelle Elemente der Landschaft. Nach Friedrichsen (Friedrichsen 1921, S. 237) werden Landschaften aus organischen und anorganischen Elementen aufgebaut. Das sind die Pflanzendecke, die Tierwelt, der Mensch, das Grundgerüst, das Deckgebirge, die Lufthülle.

In Naturkomplexen, die Teile des Festlandes einnehmen, unterscheide ich sieben Elemente. In einem Hochmoor z. B. bilden alle für dieses Moor charakteristischen klimatischen Erscheinungen sein klimatisches Element. Das Hochmoor hat ferner ein lithologisches, ein topographisches, ein hydrologisches, ein pedologisches, ein biologisches und ein anthropologisches Element. In einer

Tab. 22. Elemente der Landschaft: Erlenbruchwaldmoor.

Elemente der Landschaft	Ihre charakteristischen Merkmale
1. Relief	Geneigte muldenförmige Vertiefung
2. Geologischer Untergrund	Wasserdichtes Gestein
3. Klima	Gemässigtes, genügend niederschlagsreiches Klima
4. Hydrologische Bedingungen	
a) trockene Zeit	Das Grundwasserniveau liegt sehr tief, sogar tiefer als in den höher liegenden Podsolmooren
b) feuchte Zeit	Das Grundwasser quillt oft über die Ränder der Bodenquerschnitte
c) Wechsel von regenlosen und Regentagen	Beim Regen sammelt sich in der Vertiefung viel Wasser, das hier nicht stagniert, sondern sich fortbewegt; man beobachtet in Erlenbruchmulden eine charakteristische Schwankung des Grundwasserniveaus
5. Boden	Konstante Schichten eines Bruchwaldmoorbodens: Bruchwaldtorf Dunkle Schicht Weissliche Schicht Rostbraune Schicht Gleyschicht
6. Vegetation	Konstante Pflanzenarten: *Alnus glutinosa* *Athyrium filix femina* *Carex elongata* *Filipendula ulmaria* *Galium palustre* *Lysimachia thyrsiflora* *Picea excelsa* *Ribes nigrum*

Kulturlandschaft dagegen ist es zweckmässig, einige natürliche Elemente als ein einziges Element zusammenzufassen und das kulturelle Element in viele Elemente zu zergliedern, die von den industriellen, Verkehrs- u. a. Bedingungen der Kulturlandschaft gebildet werden. Ebenso genügt es nicht, in einem ozeanischen Naturkomplex mit einem einzigen hydrologischen Element zu rechnen, denn das Wasser spielt in diesem Naturkomplex eine Hauptrolle.

9. Die Landschaftskunde und die Wissenschaften, die einzelne Elemente der Naturkomplexe untersuchen.

Die Wissenschaft, die sich mit den Landschaften oder überhaupt den Naturkomplexen beschäftigt, heisst Landschaftskunde. Teile der Landschaftskunde sind die Moorkunde, die Limnologie, die Speläologie, die Ozeanographie u. a., die sich die Untersuchung spezieller Naturkomplexe — Moore, Seen, Höhlen, des Weltmeeres u. a. — zur Aufgabe stellen. Einzelne Elemente der Naturkomplexe dagegen behandeln die Geomorphologie, die Klimatologie, die Bodenkunde, die Pflanzengeographie, die Wirtschaftsgeographie u. a. Während die Landschaftskunde bestimmte geographische Ganze betrachtet, untersuchen die erwähnten Wissenschaften die Klimaprovinzen, Pflanzenassoziationen, zoogeographischen Sozietäten, Biozönosen, Wirtschaftsgebiete usw. Die letzteren Begriffe stehen somit dem Begriffe „Naturkomplex" nahe, doch fallen sie mit ihm nicht zusammen.

Eine Assoziation wird von Pflanzen, eine Sozietät von Tieren (Deegener 1918), eine Biozönose von Bewohnern des Biotops (Dahl 1921) gebildet. Ein Naturkomplex dagegen enthält ausser Pflanzen und Tieren auch andere Dinge — Gesteine, Wasser, Luft usw. Es gibt ferner Naturkomplexe, die keine Vegetation (Schuttkomplexe in dem Chibinä-Gebirge, Halbinsel Kola) oder keine Tierwelt enthalten. Die Klimaprovinz ist ein rein klimatologischer, die Bodenart ein pedologischer Begriff usw.

Die Landschaftskunde bedient sich der Methoden der Wissenschaften, die die Elemente der Naturkomplexe untersuchen. Andererseits werden in der Klimatologie, Pflanzengeographie, Wirtschaftsgeographie u. a. die Methoden der Landschaftskunde angewandt. So gelten in der Paläoklimatologie Gips und Salz als Zeichen eines trockenen Klimas, während Aufschüttungen mächtiger klastischer Sedimente terrestrer oder mariner Art von starken Wasserläufen, also einem regenreichen Klima zeugen (Dacqué 1932, S. 623). Tutkowsky (Tutkowsky 1900) findet im Polesje Kantergerölle und zeigt, dass sie in einem Trockengebiet entstanden sind.

Die Verteilung von Salz, Gips, Kohle u. a. in den geologischen Formationen lässt die Verbreitung von Wüsten und regenreichen Gebieten der Vorzeit feststellen (Köppen-Wegener 1924).

Hand in Hand mit der Landschaftskunde arbeiten die Vertreter der Pflanzensoziologie, der Zoogeographie, der Bodenkunde, der Anthropogeographie u. a. Zwecks Anwendung der vergleichenden geographischen Methode bei der Untersuchung der Verbreitung ozeanischer Flechten stellt Degelius die Regenkarte von Europa und die Verteilung der Flechten nebeneinander und findet dabei, dass alle Verbreitungszentren der ozeanischen Flechten mit Zentren hoher Niederschlagsmengen zusammenfallen (Degelius 1935, S. 259). Bei der Untersuchung der Pflanzendecke werden parallel auch andere Elemente der Landschaft behandelt. Pallmann und Haffter (Pallmann-Haffter 1933, S. 411) zeigen, dass der Klimaxboden im *Rhodoreto-Vaccinietum* als ein Eisenpodsol erscheint. Volk (Volk 1930/31) untersucht die Morphologie und die Zusammensetzung der Böden, die von Sandvegetation eingenommen werden. Zobrist (Zobrist 1935) analysiert eingehend die Eigenschaften der Böden, die für *Schoenetum nigricans* in der Schweiz charakteristisch sind. Begründete Aufmerksamkeit schenken den Böden in ihren Arbeiten die russischen Pflanzengeographen, die mit der Vegetation auch die Böden untersuchen (s. Arbeiten der russischen Kolonisationsverwaltung aus den Jahren 1910—1917, Red. B. Fedtschenko, ferner Solonewicz 1934 u. a.). Die parallelen Untersuchungen der Vegetation und der Böden zeigen, dass die Vegetation und die Böden kausal voneinander abhängen (Eklund 1931, S. 55), dass die Vegetation von dem Feuchtigkeitsfaktor bestimmt wird (Brenner 1931, S. 56), und dass man Reihen der Pflanzenassoziation und ihnen entsprechender anderer Erscheinungen aufstellen kann (Thunmark 1931, S. 31).

In der experimentellen Ökologie macht sich neuerdings die kausale Betrachtungsweise bemerkbar, die mit der teleologischen vereinigt wird (Walter 1927, S. 75). Man versucht die Gesellschaftsbildung kausal zu verfolgen (Däniker 1928, S. 409) und die kausale Bedingtheit der Sukzessionserscheinungen festzustellen (Zobrist 1935, S. 139).

Ebensolche Richtungen bemerkt man auch bei dem Aufbau der Zoogeographie. Neben der ökologischen Tiergeographie, die die Tiere in ihrer Abhängigkeit von den Bedingungen ihres Lebensgebietes, in ihrem Angepasstsein an ihre Umwelt betrachtet, wird der Begriff der kausalen Tiergeogra-

Tab. 23. Kausale Relationen in einer Landschaft. Erlenbruchwaldmoor.

Bedingungen		Folgeerscheinungen		Die in Betracht zu ziehenden Relationen
Grundelemente	1. Geneigte muldenförmige Vertiefung 2. Wasserdichter Untergrund 3. Gemässigtes, genügend niederschlagsreiches Klima	Hydrologische Bedingungen der Bruchwaldmoore	Vegetation des Bruchwaldmoores Bruchwaldmoorböden	Gegenseitige Beziehungen zwischen allen Elementen der Landschaft
Einfluss abhängiger Elemente auf die anderen Elemente	Hydrologische Bedingungen	Entstehung eines Bruchwaldmoorbodens		
	Schwarzerlenwald	Ein durch die starke Verdunstung im Walde hervorgerufenes tiefes Grundwasserniveau in trockener Zeit		

phie[1]) aufgestellt: die letztere sucht die auffälligen Verschiedenheiten in der Verteilung der Verwandtschaftsgruppen der Tiere über die Erdoberfläche zu erforschen und verfolgt andererseits die Wechselbeziehungen zwischen Lebensstätte und Tierbewohnerschaft (Hesse 1924). Man versucht bei der Untersuchung der Verbreitung sowohl der Tiere als auch der Pflanzen nicht nur ihre Verbreitungsgebiete, sondern auch die Bedingungen der Verbreitung festzustellen (Derjugin 1915, Berg 1928 b, Brunelli 1931, Peus 1932, Ekman 1934).

Verwandt mit der Landschaft und dem Naturkomplex sind der pflanzengeographische Standort und der tiergeographische Biotop.

Unter dem Standort versteht man in der Pflanzengeographie die Gesamtheit der an einer bestimmten Örtlichkeit auf die Pflanzenwelt wirkenden Einflüsse (Rübel 1930, S. 13). Der Standort wird als eine „Hauptursache der Pflanzengesellschaften" betrachtet, während das Standortsstudium in der Untersuchung ver-

[1]) Der kausalen Tiergeographie widmet sich die Zeitschrift: Zoogeographica. Internationales Archiv für vergleichende und kausale Tiergeographie.

Tab. 24. Kausale Relationen zwischen einer Assoziation und ihrem Standort: Erlenbruchwaldmoor.

Bedingungen		Folgeerscheinungen	Die in Betracht zu ziehende Relation
Grundbedingungen	Die von den Grundbedingungen abhängigen Erscheinungen		
1. Geneigte muldenförmige Vertiefung 2. Wasserdichter Untergrund 3. Gemässigtes, genügend niederschlagsreiches Klima	Charakteristische hydrologische Bedingungen der Bruchwaldmoore Bruchwaldmoorböden	Vegetation des Bruchwaldmoores (*Alnus glutinosa* mit *Filipendula ulmaria* u. a.)	Einfluss der Standortsfaktoren auf die Vegetation
Standort		**Assoziation**	

schiedener Wirkungen auf die Pflanzenwelt besteht (Rübel 1930, S. 14 u. 15).

Die Standorte nehmen oft dieselbe Stellen ein, wie die ihnen entsprechenden Naturkomplexe. Doch lenken in einem Naturkomplex unsere Aufmerksamkeit alle Dinge und Vorgänge auf sich, die kausal miteinander verknüpft sind, während in einem Standort diejenigen Einflüsse einseitig vorausgestellt werden, die sich auf die Pflanzenwelt richten (Tab. 23 u. 24).

Im Kapitel II, 2 wurde ein kleiner Naturkomplex — das Erlenbruchwaldmoor (Tab. 1 u. 22) — beschrieben, der in seiner Verbreitung fast genau mit dem Standort eines *Alnetum*'s zusammenfällt. Doch bilden den Standort nur diejenigen Bedingungen, die auf das *Alnetum* Einfluss haben (Tab. 24), d. h. ein gemässigtes, genügend feuchtes Klima, eine muldenförmige geneigte Vertiefung, der der letzteren unterlagerte wasserdichte Lehm, die von diesen Grundbedingungen hervorgerufenen entsprechenden hydrologischen Verhältnisse usw. Zum Naturkomplex gehören auch alle anderen Erscheinungen, die untereinander kausale Zusammenhänge aufweisen: die Geographie untersucht auch den Einfluss der Pflanzendecke auf das hydrologische Element des Naturkomplexes (Tiefe des Grundwasserniveaus im Walde und auf der

Wiese, Kapitel II, 2), behandelt die Abhängigkeit des Klimas von der Vegetation usw.

Ein Biotop umfasst Abschnitte des Lebensraumes der Tierwelt, die im wesentlichen Verhalten der Lebensbedingungen und in den dort vorhandenen, an die Bedingungen angepassten Lebewesen, den Lebensformen, gleichartig sind und von anderen Örtlichkeiten darin abweichen (Hesse 1924, S. 141). Aus dieser Definition folgt, dass die Biotope bestimmte Naturkomplexe einnehmen und mit ihnen zusammenfallen können. Amsel (Amsel 1933, S. 71 f.) z. B. hat in Palästina einen Biotop untersucht, den er als Galeriewald des Jordans bezeichnet hat. Dieser Biotop ist ökologisch sehr gut abgegrenzt, da er nur soweit reicht, wie sich das Überschwemmungsgebiet des Jordans erstreckt. Das Gepräge des Waldes bestimmen im wesentlichen zwei Bäume, nämlich *Populus euphratica* und mehrere Arten der Tamariske. Dazu kommt ein zum Teil undurchdringliches Unterholz (*Cyperus rotundus* u. a.). Die lepidopterologische Erforschung des Galeriewaldes zeigt, dass in ihm mit Sicherheit zwei stenotope Arten festgestellt werden können, nämlich *Semasia euphratica* und *Pseudoteleia squamodorella*, während die Zahl der vorwiegend stenotopen Arten allerdings bedeutend grösser ist.

Im angeführten Falle kann der Galeriewald des Jordans sowohl als ein Biotop wie auch als eine Landschaft betrachtet werden.

Ebenso stellen Naturkomplexe die Biotope des Rothalstauchers (*Podiceps griseigena*) dar, der ein typischer Brutvogel derjenigen Teiche und kleineren Seen ist, die eine von Pflanzeninseln, Bulten, Schilfkomplexen mitten im seichten Wasser unterbrochene Wasserfläche zeigen (Friedling 1933, S. 528 f.).

Auch ihrer Grösse nach können Biotope Naturkomplexen entsprechen: zu den kleinsten Biotopen z. B. gehört das Podsolmoor von Jätasoo (Kap. III, 2.). Es bietet den in ihm lebenden Tieren gleichartige Lebensbedingungen, indem die Tiere sich diesen Bedingungen anzupassen streben: im Gebiete eines versumpfenden Waldmoores (Tab. 11 u. 34), d. h. allmählich schlechter werdender Existenzbedingungen verlegen die Ameisen ihre Wege auf die Sphagnumdecke, schneiden *Sphagnum* ab, bedecken es mit Kiefernnadeln usw.

Den Wissenschaften, die sich mit einzelnen Elementen des Naturkomplexes beschäftigen, bietet die Geographie einerseits die räumliche Bedingheit (Hochholzer 1931 b, S. 208) — die Basis

kausaler Bedingungen, von denen die zu untersuchenden Erscheinungen abhängen (Tab. 31, 39, 41). Andererseits schlägt die Geographie für die Untersuchung bestimmter Fragen spezielle ergänzende Methoden vor, die den entsprechenden Wissenschaften fehlen.

Das Hafenpaar Osaka-Kobe, das nach Mecking (Mecking 1931, S. 321—373) den „Kuppelraum des ganzen japanischen Wirtschaftsgebäudes", voller Leben, bildet, liegt an der Osaka-Bai, die einen gemeinsamen Seevorplatz des Hafenpaares bildet und mit anderen Häfen Japans und des Auslandes verbunden ist. An der Bai liegt eine quartäre Ebene, welche die riesige Stadt Osaka und ihre Industrievororte trägt, und an deren Rande auch Kobe liegt. Die Umgebung des Hafenpaares ist ein Siedlungskerngebiet von Japan und bildet ein wichtiges Hinterland für die Häfen (Jacobi 1932). Dieses Gebiet ist mit anderen Verkehrs- und Lebensräumen eng verbunden, während das Gefälle der Flüsse zur Kraftgewinnung für Osaka und Kobe nutzbar gemacht und für den Städtebezirk Kobe-Osaka-Kyoto-Wakayama ein Netzwerk elektrischer Schnellbahnlinien in Angriff genommen worden ist. Durch die Raumbeherrschung von Kapital, Handel und Verkehr wachsen die Sphären der wirtschaftlichen Kraftzentren immer weiter, und das Hafenpaar Osaka-Kobe zieht dadurch weitere, an sich selbständige Gebiete in seinen Bann, wie die Nagoya-Ebene, deren Bewohnerzahl auf 3—4 Millionen veranschlagt werden kann. Infolge ihrer Lage bilden Osaka und Kobe eine stark verbundene Einheit, einen Universalhafen, in welchem alle drei wesentlichen Funktionen des Hafens verbunden sind: die Stapel-, Industrie- und Hinterlandsfunktion.

IV. Chorogenese.

1. Chorogenie.

Unter der Chorogenese verstehen wir die Entstehung eines Naturkomplexes, seine Veränderungen und seine ganze Entwicklungsgeschichte. In Kapitel II, 3 z. B. lernten wir die Entstehung der Dünenlandschaft von Vilo kennen und verfolgten ihren Entwicklungsgang.

Das Wort „Chorogenese" stammt von den griechischen Wörtern *χώρα* — Örtlichkeit, Landstrich, Land, Gebiet, Landschaft und *γένεσις* — Entstehung und bedeutet so die Entwicklung einer Örtlichkeit, einer Landschaft, eines Naturkomplexes. Vom Worte *χώρα* stammen die Bezeichnungen vieler anderer geographischer Begriffe. Hettner (Hettner 1927) betrachtet die Geographie als eine chorologische Wissenschaft. Teile der Geographie sind die Chorologie, die Chorographie u. a. Sölch (Sölch 1924, S. 27) und Penck (Penck 1928, S. 41) bezeichnen bestimmte Landschaften als Choren. In der Pflanzengeographie werden die Ausdrücke Synchorologie — Gesellschaftsverteilung, chorologie sélective, unités chorologiques (Jaccard 1922, Pavillard 1923, Braun-Blanquet u. Pavillard 1925, S. 10) angewendet.

Dem Begriffe „Chorogenese" sind die Begriffe der Morphogenese, der Sukzession u. a. verwandt. Die Morphogenie (von *μορφή* — Form, Gestalt und *γίγνομαι* — ich entstehe) hat die Form der geographischen Objekte im Auge, während die Chorogenie den Entwicklungsgang einer Landschaft als Ganzes behandelt. Unter der Sukzession (von succedere — nachfolgen) versteht man in der Pflanzengeographie eine Reihe von Pflanzengesellschaften, die in einer Lokalität aufeinanderfolgen (Rübel 1913, S. 903—906). So untersucht die Sukzessionslehre die Veränderungen nur eines bestimmten Elementes des Naturkomplexes (Furrer 1922) und bildet demnach einen Teil der Chorogenie. Doch ist es nicht

zweckmässig, diesen Begriff auf die Landschaft auszudehnen: die Landschaft verändert sich sehr langsam, und es wird bei der Chorogenese gewöhnlich kein Aufeinanderfolgen verschiedener Landschaften an ein und demselben Ort beobachtet.

Die Chorogenie befindet sich heute im Entwicklungsstadium. Doch gibt es schon Wissenschaften, die die Veränderungen einzelner Elemente der Naturkomplexe betrachten. Mit besonderer Aufmerksamkeit wird die Entstehung der Oberflächenformen behandelt (Passarge 1920). Die Sukzessionslehre widmet sich der Untersuchung der Vegetation (Clements 1928 u. a., Cowles 1911, Shantz 1917, Lüdi 1920), die Klimatologie — der Veränderung des Klimas. Grosse Fortschritte hat die Pedologie in der Untersuchung der Entstehung von Böden gemacht (Dokutschajew 1883, Glinka 1908), usw. Andererseits gibt es Wissenschaften, die die Entwicklung spezieller Naturkomplexe behandeln. Wichtige Untersuchungen werden der Entstehung der Moore gewidmet. Die Speläogenie — eine Abteilung der Speläologie — behandelt speziell die Entwicklung von Höhlen. Die Entwicklungsweise der Seen wird sogar der Klassifikation der genannten Naturkomplexe zugrunde gelegt. Es verdienen unsere Aufmerksamkeit die Untersuchungen der Entstehung von Steppen und von Städten. Die Paläogeographie beschäftigt sich mit der Entwicklungsgeschichte grosser geographischer Einheiten (Kontinente, Meeresbecken).

Die Chorogenie entlehnt den erwähnten Wissenschaften die ihr passenden Methoden, stellt spezielle Prinzipien auf, nach denen sie diese Methoden einrichtet, schafft neue Untersuchungsmethoden und wendet alle aufgestellten Prinzipien und Methoden auf die verschiedenen Naturkomplexe und ihre Elemente an. Ihrerseits bietet die Chorogenie anderen Wissenschaften ihre Hilfe an: die Sukzessionslehre benutzt die pedologischen (Markus 1925 b), die Klimatologie die geologischen Methoden (Arldt 1922, Köppen-Wegener 1924), usw.

Während die Geographie ihrem Charakter nach chorologisch ist (Hettner 1927), muss die Chorogenie als eine geschichtliche Wissenschaft aufgefasst werden.

2. Die Entstehungszeit der Glieder von Naturkomplexen.

Zur Feststellung der Entstehungszeit verschiedener Glieder der Naturkomplexe bedient man sich der Methoden der geschichtlichen Reihenfolge, der Gliederveränderung und der Konnexion.

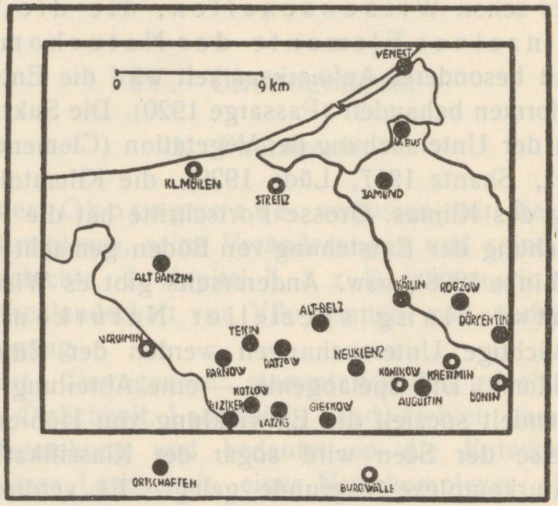


Abb. 28. Slavische Ortsnamen in Pommern (Trotha 1933).

Bei der Anwendung der Idee der geschichtlichen Reihenfolge sucht man solche Bestandteile eines Ganzen auf, die sich nacheinander gebildet haben, und deren zeitliche Aufeinanderfolge deutlich erkennbar ist.

Zur Feststellung früherer Verbreitungsgebiete verschiedener Völker werden heute mit grossem Erfolge die Methoden der Ortsnamenkunde angewandt. Der Stamm „Wirball-"(„Wirballen") des Wortes „Wirballischki" ist die deutsche Form für Wierzbołowo, während die Endung für das litauische Volksgebiet charakteristisch ist. Dieser Ortsname weist so auf die deutsche Einwanderung nach Litauen hin (Brandt 1917, S. 580), wobei Wirballischki später von Litauern besiedelt wurde. Durch eine genaue Untersuchung der slavischen Ortsnamen (Miklosich 1927) wurde die frühere Verbreitung der Slaven in Mecklenburg (Engel 1934, S. 28—31) und in Pommern (Trotha 1933) festgestellt, wo man folgende Ortsnamen slavischer Abstammung findet: Collen (von cholm — Hügel), Venest (von ven-vne — aussen), Wonnebach (von czerwony — rot), Streiz

(früher Stresenitz — Wachtplatz), Belz (früher Beliz), Belgard (vrgl. Belgrad in Serbien), Stargard (vrgl. russ. staryj gorod) u. a. (Abb. 16 u. 28). Doch sprechen die Bezeichnungen Turawe (von tur — Auerochs), Wilkawe, Wilkowitz, Wilkowy (von Wilk-Wolf) u. a. (Pax 1921, S. 111) nicht nur von den früheren Siedlungen der Slaven in Schlesien, sondern zeugen gleichzeitig von Tieren (Auerochs, Wolf), die hier zu slavischer Zeit gelebt haben.

Ein entstehendes Glied des Naturkomplexes setzt sich ferner auf ein früher gebildetes Glied. In geschichtlicher Reihenfolge sind abgelagert Sedimente in Meeren (Devon, Karbon usw.), Seeablagerungen (Gyttja u. a.), Schichten von Torf in Mooren usw. Es wird untersucht, welche Glieder des Naturkomplexes in ähnlicher Weise abgelagert werden, welche von zwei einander deckenden Gliedern gleichzeitig gebildet sind und in welchen Fällen die normale Reihenfolge der Glieder gestört ist. Bei der Untersuchung der Steppen z. B. finden wir oft Lösshorizonte, die eine relikte Schwarzerde bedecken (Krokos 1916, Lungershausen 1934): der Humusboden und der Löss sind in Steppen in geschichtlicher Reihenfolge abgelagert (Abb. 43). Die drei Schichten (A_1, A_2, B) eines podsolierten Sandbodens, die sich decken, können hingegen gleichzeitig entstehen. Eine normale Reihenfolge der Glieder von Naturkomplexen stören Erdkräfte (Faltenüberschiebungen, vulkanische Tätigkeit), Tiere (Tierlöcher), Pflanzen (Wurzelröhren), der Mensch (Gruben, Gräben, Bergwerke) u. dgl.

In ähnlichen Fällen wird auch ein anderes Prinzip angewendet. Ein neues Glied wird zwischen den früher gebildeten Gliedern abgelagert. Doch kann ein früher vorhandenes Ganzes erkannt und aus ihm ein in dieses Ganze eingedrungenes Glied ausgesondert werden. Verbreitet sind die hohlen Glieder der Naturkomplexe, die durch Erosion entstehen. Eine Karstlandschaft charakterisieren unterirdische Bäche, deren Betten im Kalkstein verborgen sind. Im Kreuzungsgebiete der Oser und Drumlins, werden oft langgestreckte, ovale, in NW-SO Richtung verlaufende Drumlins beobachtet, die mit Moränenlehm bedeckt sind, in ihrem inneren Teil fluvioglaziales Material enthalten und eine gewölbte ruhige Oberfläche haben. In diesen Drumlins finden wir tiefe Schüsseln, die $^1/_2$—1 km im Durchmesser betragen. Andere Drumlins sind von schmalen Tälern durchquert. In vielen Fällen werden ganze Abschnitte von den Drumlins abgeteilt. In allen diesen Fällen kann das frühere Vorhandensein eines Drumlins als Ganzes fest-

gestellt werden. Die Schüsseln, Täler u. a. sind Glieder, die mit einem Drumlin nicht harmonieren und erst nach seiner Ablagerung entstanden sind (Markus 1932, S. 9).

Neben hohlen Gliedern lenken auf sich unsere Aufmerksamkeit volle Glieder des Naturkomplexes, worin abgetragenes Material durch neues Material ersetzt ist. In die Schwarzerde der osteuropäschen Steppen wurden vor Jahrtausenden tiefe Gruben gelegt und in ihnen Kurgane aufgeschüttet. Die abgetragenen Teile der Drumlins sind oft durch Hügellandschaften ersetzt (Markus 1932, S. 9).

Bei der Anwendung der Methoden der Gliederveränderung suchen wir diejenigen Glieder der Landschaft auf, die die Richtung ihrer Veränderung leicht erkennen lassen. Wenn Ackerfelder estländischer Kameslandschaften verlassen werden und das Ackerland sich mit Wald bedeckt (Kap. III, 3), so entsteht in der Kulturschicht des Bodens eine grauweisse Schicht, und der Boden besteht dann aus vier Schichten: der Humus-, der grauweissen, der dunklen und der rostbraunen Schicht. Das Vorhandensein eines solchen Sandbodens in den Kameslandschaften zeigt deutlich, dass die Kames früher von Äckern eingenommen waren, die durch Wald verdrängt wurden.

Durch morphologische Untersuchungen der Podsolmoorböden Estlands, die im typischen Falle aus einer Rohhumus-, einer Humus-, einer grauweissen Podsol-, einer oft mächtigen Ortstein enthaltenden schwarzbraunen und einer gelblichbraunen Schicht bestehen, gelang es mir festzustellen, dass bei der Versumpfung dieser Böden in der Rohhumusschicht Nester von Sphagnumtorf erscheinen und der Boden sich später mit einer Torfschicht bedeckt. An der Grenze der grauweissen und der schwarzbraunen Schicht entsteht eine dunkle Schicht, die die grauweisse und die schwarzbraune Schicht allmählich verdrängt. Die schwarzbraune Schicht ist reich, die dunkle Schicht dagegen arm an Humus, Fe_2O_3 und Al_2O_3 (Abb. 29). Parallel zerfällt der Ortstein, der aus dem Boden endlich verschwindet (Markus 1925 b). Deswegen sind in den versumpfenden Gebieten zwei Arten des Podsolmoorbodens verbreitet (Markus 1929, S. 54 u. 55): die eine ist mit Torf bedeckt und enthält zwischen der Podsol- und der schwarzbraunen Schicht eine dunkle Abteilung, während die andere aus einer Torf- und einer dunklen Schicht besteht, in der auch Spuren der Podsol- und der schwarzbraunen Schicht vorhanden sind. Diese Tatsachen werden auch durch die

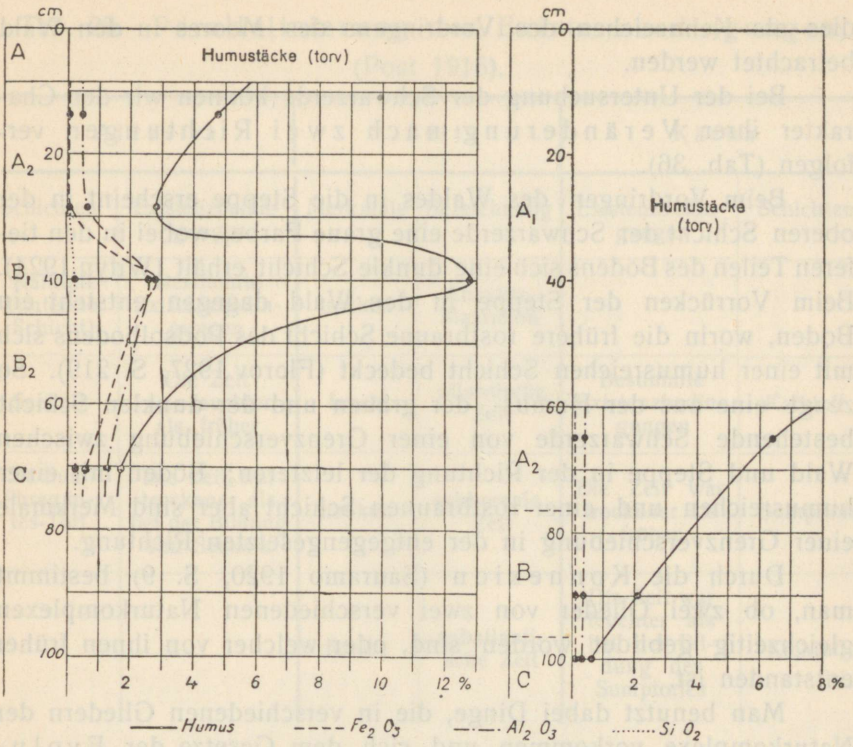


Abb. 29. Der Gehalt an kolloiden Stoffen in Podsolmoorböden (Tamm 1931).

Rechts — stark versumpfter Boden. A_1, A_2, B_1, B_2 — Bodenschichten. Torv — Torf.

chemischen Untersuchungen der Böden in Schweden bestätigt. Tamm (Tamm 1931, S. 369) behandelt Humuspodsole, die aus mächtigem undurchlässigem Torf und einer 35—50 cm mächtigen, schmutzig-graubraunen Schicht bestehen, wobei die letztgenannte Schicht in vielen Fällen sich in eine obere Schicht A_2 und eine untere Schicht B gliedern lässt. Tamm zeigt weiter (S. 369), dass die Podsolierung unter undurchlässigem Torf nicht vor sich gehen kann und darum beendet ist. Die besprochenen Böden sind „subfossile" Podsole, die während einer früheren Epoche, bevor der Torf mächtig und undurchlässig geworden war, sich ausbildeten.

Wenn nun in einem Gebiet in einem Podsolmoorboden zwischen der Podsol- und der schwarzbraunen Schicht eine dunkle Abteilung gefunden wird, so kann

dies als Kennzeichen des Vordringens des Moores in den Wald betrachtet werden.

Bei der Untersuchung der Schwarzerde können wir den Charakter ihrer Veränderung nach zwei Richtungen verfolgen (Tab. 36).

Beim Vordringen des Waldes in die Steppe erscheint in der oberen Schicht der Schwarzerde eine graue Farbe, wobei in den tieferen Teilen des Bodens sich eine dunkle Schicht erhält (Wityn 1924). Beim Vorrücken der Steppe in den Wald dagegen entsteht ein Boden, worin die frühere rostbraune Schicht des Podsolbodens sich mit einer humusreichen Schicht bedeckt (Florov 1927, S. 219). So zeugt eine aus der Humus-, der grauen und der dunklen Schicht bestehende Schwarzerde von einer Grenzverschiebung zwischen Wald und Steppe in der Richtung der letzteren; Böden mit einer humusreichen und einer rostbraunen Schicht aber sind Merkmale einer Grenzverschiebung in der entgegengesetzten Richtung.

Durch die Konnexion (Sauramo 1920, S. 9) bestimmt man, ob zwei Glieder von zwei verschiedenen Naturkomplexen gleichzeitig gebildet worden sind, oder welcher von ihnen früher entstanden ist.

Man benutzt dabei Dinge, die in verschiedenen Gliedern der Naturkomplexe vorkommen und sich dem Gesetze der Evolution unterordnen: wenn die zu untersuchenden Glieder zweier Naturkomplexe identische Dinge enthalten, so sind sie gleichzeitig entstanden. So wird die Synchronität geologischer Ablagerungen durch Untersuchungen von Leitfossilien, Artefakten u. a. festgestellt.

Weiter zieht man diejenigen Dinge in Betracht, die sich bei den Schwankungen der Existenzbedingungen der Naturkomplexe verändern. In den Quellmooren von Alvastra und Kärna (Post 1916) wurde folgendes Bild beobachtet (Tab. 25).

Bei der Parallelisierung der Existenzbedingungen der genannten Quellmoore stellen wir fest, dass der Seekalk von Alvastra und der unterste Kalktuff von Kärna synchrone Bildungen darstellen. In ähnlicher Weise behandelt man die Synchronität glazialer und interglazialer Ablagerungen usw.

Bedeutende Fortschritte werden durch Untersuchungen der Eigenschaften solcher Dinge gemacht, die sich bei der Veränderung der Existenzbedingungen der Naturkomplexe verändern. Zur Zeit der Bildung des Bändertones lagerte sich im Som-

Tab. 25. Parallelisierung der Existenzbedingungen (Post 1916).

Alvastra		Zeit		Kärna	
Schichten	Existenzbedingungen	Merkmale	Bezeichnung	Existenzbedingungen	Schichten
Kalktuff (unterste Schicht)	Bestimmte Existenzbedingungen	trocken	Ancylus-Maximum		
Seekalk	Die Zeit war feuchter als früher	feucht	atlantische Zeit	Bestimmte Existenzbedingungen	Kalktuff
Gladium-Phragmites-Torf	Die Zeit war trockener als bei der Bildung von Seekalk	trocken	subboreale Zeit	Die Zeit war trockener als früher	Sumpftorf
		feucht	subatlantische Zeit	Die Zeit war feuchter als bei der Bildung des Sumptorfes	Kalktuff

mer Sand, im Winter Ton ab, wobei in wärmeren Zeiten mächtigere und in kälteren schmälere Bänder entstanden. Auf Grund der Reihung und Mächtigkeit der Schichten des Bändertones konstruiert man nach der Methode De Geers (De Geer 1924) Diagramme, die die Jahresschichten verschiedener Orte verbinden lassen. Ebenso ermöglicht die pollenanalytische Methode von Post (Post 1924) synchrone Glieder verschiedener Moore festzustellen.

Bei der Anwendung der historischen Methode verwenden wir Aufzeichnungen des Menschen, Urkunden u. dgl., die die Entstehungszeit verschiedener Naturkomplexe und ihrer Glieder feststellen lassen.

Die geologische Zeit wird mit der historischen durch Untersuchungen von Artefakten verbunden, die in bestimmten geologischen Ablagerungen gefunden werden (Ramström 1927, S. 9, Hofmann 1929, Beck 1930, S. 42—54).

Durch die Anwendung der beschriebenen Methoden gelingt es uns oft, die geschichtliche Reihenfolge der Entstehung von

Gliedern grosser Landschaften, wie der Waldzone von Nordeuropa (Erdtman 1928, Woodhead 1928) oder der Kara-Kum-Wüste, festzustellen. Dies veranschaulicht die Tabelle 26.

Tab. 26. Formengeschichte der Sandwüsten der Turanischen Niederung (Schultz 1929).

Gegenwart: örtliche Wüstenbildung durch den Menschen (Barchane, Grassteppe).

Subatlantisch: Festlegung der Sande — Hügelsande, Sandsteppe.

Subboreal: jüngste Wüstenbildung — Löss, Barchanreihen, Hügelsande.

Atlantisch: Festlegung — Reihensande.

Boreal und Übergang zur Eiszeit: Urwüste — Urbarchane.

3. Fremde Glieder.

In Finnland befindet sich der See Puula (Hellaakoski 1929), in welchem bei Herräsniemi, in einer Entfernung von 100 m von dem Ufer, in einer Tiefe von 6 m Torf liegt (Abb. 30). Es ist klar, dass dieser Torf nicht am Boden des Sees entstanden ist, dass er zu einem Moore gehört, dass der Torf bei seiner Ablagerung ausserhalb der Grenzen des Sees lag (Abb. 30).

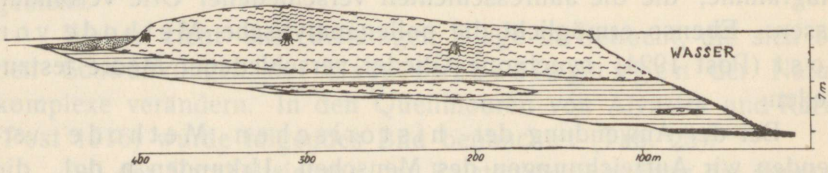


Abb. 30. Puulavesi bei Herräsniemi (Hellaakoski 1929).

Sphagnumtorf.
Carextorf.
Limnische Ablagerungen.
Mudde.
Stubben.

Wir betrachten die Bedingungen einer bestimmter Landschaft. Wenn vor uns dabei ein Glied liegt, das unter den vorliegenden

Tab. 27. Fremdes Glied:
Puulasee bei Herräsniemi.

Glieder des Naturkomplexes	Entstehungszeit der Glieder	Die zu behandelnden Bedingungen		Verschiebungsrichtung des Naturkomplexes
		See	Moor	
Wasserschicht	Später entstanden	Normales Glied	Fremdes Glied	Vordringen des Sees, Zurückweichen des Moores
Torf	Früher entstanden	Fremdes Glied	Normales Glied	

Bedingungen nicht entstehen konnte, so nennen wir es ein fremdes Glied: es ist fremd bezüglich seines Verhältnisses zu den vorliegenden Bedingungen. Der Torf in Herräsniemi ist dem See von Puulavesi fremd. Die Wasserschicht, die den Torf bedeckt, soll dagegen als ein fremdes Glied für das Moor betrachtet werden (Tab. 27).

Der Begriff des fremden Gliedes fällt nicht mit dem Begriff der Vorzeitformen zusammen (Passarge 1920, S. 101), denn ein fremdes Glied kann sowohl früher (Torf unter dem Wasser eines Sees) als auch später (Wasserschicht, die den Torf eines Moores bedeckt) entstehen als die anderen, für die vorliegenden Bedingungen normalen Glieder eines Naturkomplexes.

Da das fremde Glied unter den uns interessierden Bedingungen nicht entstanden ist, so lässt es bei der Untersuchung der Entwicklung von Naturkomplexen das Faktum der Veränderung von Bedingungen feststellen, die in einem Naturkomplex vor sich gegangen ist. Durch die Anwendung der Methoden, die die zeitliche Aufeinanderfolge der Bildung von fremden und normalen Gliedern zu bestimmen ermöglichen, erfasst man ferner auch die Richtung der Veränderung des Naturkomplexes. Der Torf und die ihn bedeckende Wasserschicht sind in geschichtlicher Reihenfolge gebildet, und der See ist in der Richtung des Moores vorgerückt. Aus der Analyse kuppiger Sandhügel der Dünenlandschaft von Vilo (Abb. 3, Tab. 2) geht folgendes hervor: Der podsolierte Sandboden (Abb. 3), der zwischen der oberen und der unteren Sandschicht des Hügels liegt, stellt ein fremdes Glied dieses Hügels dar, denn er kann nur auf der Erdoberfläche und nicht

unter dem Sande entstehen. Dies zeigt, dass an Stelle des zu besprechenden Hügels früher eine normale Heide vorhanden war, und dass die Heide später durch Dünensand verdrängt wurde. Ein podsolierter Sandboden bildet in einer Heide gewöhnlich eine lückenlose Decke, im Sandhügel aber ist der Boden von allen Seiten schroff abgeschnitten. Man kommt zu der Schlussfolgerung, dass im Gebiete der Dünenlandschaft früher ein Ganzes vorhanden war, von welchem der Sandhügel abgetrennt wurde.

Es ist wichtig, die Entstehungsbedingungen fremder Glieder zu untersuchen und die Kennzeichen ihrer Entstehung zur Analyse der Entwicklung von Landschaften zu verwenden.

Zu den wichtigsten Klimazeugnissen gehören Salz und Gips, die als Zeichen eines trockenen Wüstenklimas gelten dürfen (Dacqué 1932, S. 623). Das Steinsalz entsteht in Trockengebieten durch Verdunsten von Seewasser. In den meisten Fällen handelt es sich um grössere Überschwemmungen des Festlandes, die durch Bodenbewegungen vom offenen Meere abgesperrt werden. Da die Verdunstung gegenüber den Niederschlägen überwiegt, so wird zunächst das Areal der Überschwemmung durch Austrocknung immer kleiner und dabei die Salzlösung immer konzentrierter, bis schliesslich auf immer kleiner werdendem Raume die Ausscheidung des Salzes vor sich geht. Zuerst scheidet sich Gips aus, dann das Steinsalz, und erst bei sehr scharfer Austrocknung auch die leichtzerfliessenden Kalisalze. Da die Gipsausscheidung in einem früheren Stadium stattfindet, wenn das Wasser noch grössere Gebiete bedeckt, so sind die Gipsablagerungen sehr verbreitet, indem sie gleichförmig grosse Gebiete bedecken, während die Salzstöcke örtlich beschränkt in sie eingestreut sind.

Wenn wir nun die Miozänablagerungen untersuchen, so finden wir im südwestlichen Europa, in Kleinasien und Nordafrika, d. h. im Gebiete des Schwarzen und Mittelmeers, Ablagerungen von Gips und Salz, die die Verbreitung der Wüsten im Miozän ziemlich genau zu verfolgen ermöglichen (Köppen-Wegener 1924 S. 116, Abb. 15).

4. Ökogener Entwicklungsgang.

Durch die Analyse der Landschaft zerlegt man den zu untersuchenden Naturkomplex in seine Bestandteile und richtet seine

Aufmerksamkeit auf die Entstehung der Glieder der Landschaft. Man vergleicht dabei diese Glieder mit den ihnen entsprechenden anderen Objekten, die sich heute im Entstehungsstadium befinden, und deren Entstehungsbedingungen sich feststellen lassen.

Als Hauptglieder des Quellmoores von Alvastra (Post 1916) z. B. erscheinen Kalktuff, Seekalk, Cladium-Phragmitestorf und Magnocaricetumtorf. Ausserdem bilden wichtige Glieder des Quellmoores Moosdy und Wiesenkalk (Tab. 28, Abb. 31 u. 32).

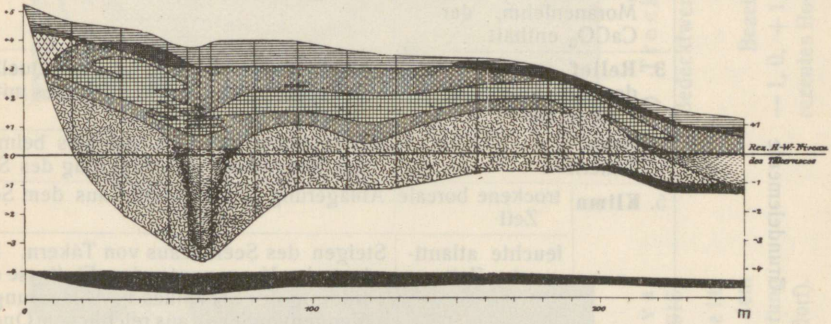


Abb. 31. Profil durch das Alvastraer Quellmoor (Post 1916).

Parvocaricetumtorf.

Magnocaricetumtorf.

Cladium-Phragmitestorf.

Bruchwaldtorf.

Moosdy.

Wiesenkalk.

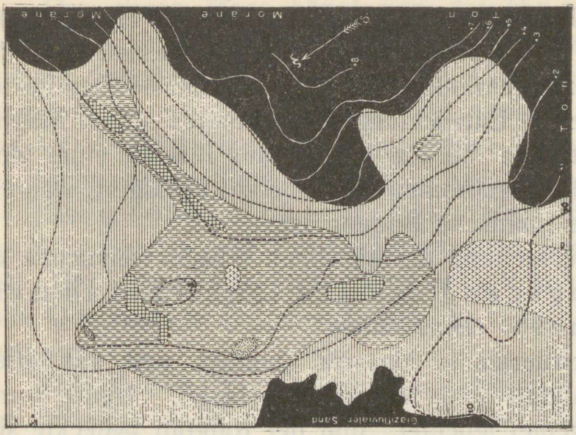
Seekalk.

Kalktuff.

Der Kalktuff bildet eine ca. 4 m mächtige Decke auf der Mineralunterlage und besteht meistens aus einem erdigen Tuffsand oder Tuffkies. Der hiesige Tuffsand dürfte ein Verwitterungsprodukt des Kalktuffes sein, das sich jedoch ziemlich primär ausgebildet hat. Auch führt der Tuffkies echte Landschnecken und ist

Tab. 28. Ökogener Entwicklungsgang: Quellmoor von Alvastra.

Bedingungen			Folgeerscheinungen
Grundelemente	1. **Quelle**		Erscheinen grosser Mengen von Grundwasser im Gebiete des Moores, Ablagerung des Kalktuffes und der Moosdy aus dem Quellwasser
	2. **Geologischer Untergrund:** Moränenlehm, der $CaCO_3$ enthält		Auslaugung des kohlensauren Kalkes aus dem Untergrunde
	3. **Relief** des Untergrundes: Halbkuppel		Charakter der Bewegung des Quellwassers. Bedecktwerden des Moorgebietes mit Wasser. Bildung einer Bachrinne
	4. **See:** Tåkern		Verfeuchtung des Quellgebietes beim Steigen des Seeniveaus u. Ablagerung des Seekalkes
	5. **Klima**	trockene boreale Zeit	Ablagerung des Kalktuffes aus dem Seewasser
		feuchte atlantische Zeit	Steigen des Seeniveaus von Tåkern. Entwicklung des Moores unter dem Einflusse des Sees. Bildung des Seekalkes u. Ablagerung grosser Mengen von Seedy aus reichlichem Quellwasser
		trockene subboreale Zeit	Fallen des Seeniveaus von Tåkern. Beschränkung der Wasserzufuhr auf kleine Flecken und Bildung des Cladium-Phragmitestorfes
		feuchte subatlantische Zeit	Bildung des Wiesenkalkes um die Austrittstellen der subborealen Quellen
	6. Der **Mensch**		Gründung eines Steinzeitdorfes in atlantischer Zeit, Erbauung zweier eisenzeitlicher Wege in subatlantischer Zeit, Entwässerung des Moores in rezenter Zeit
Ökogener Entwicklungsgang	Bedingungen, die Veränderungen d. Quellmoores als eines Ganzen hervorrufen	Klima Wechsel trockener und feuchter Zeiten	Bildung der drei Hauptglieder des Quellmoores: des Kalktuffes, des Seekalkes und des Cladium-Phragmitestorfes
		Der Mensch	Entwässerung des Moores
	Bedingungen, die lokale Veränderungen des Quellmoores hervorrufen	Der Mensch	Gründung eines Steinzeitdorfes und Erbauung zweier eisenzeitlicher Wege
		Quelle	Bildung des Wiesenkalkes um die Austrittstellen der subborealen Quellen
	Einflussbestimmter Grundelemente auf andere Grundelemente	Klima	Steigen und Fallen des Seeniveaus von Tåkern. Zu- und Abnahme des Quellwassers
Autogener Entwicklungsgang		Vorhandensein des Cladium-Phragmitestorfes mit seinen Existenzbedingungen	Bedecktwerden des Cladium-Phragmitestorfes in feuchter subatlantischer Zeit mit Magnocariceta



b) Trockene subboreale Zeit: Bedecktwerden des Moores mit Cladium-Phragmitestorf.

Bezeichnungen — s. Abb. 31. — 1, 0, +1, +2 — Höhenkurven (m) (0 — rezentes Hochwasserniveau des Täkernsees).

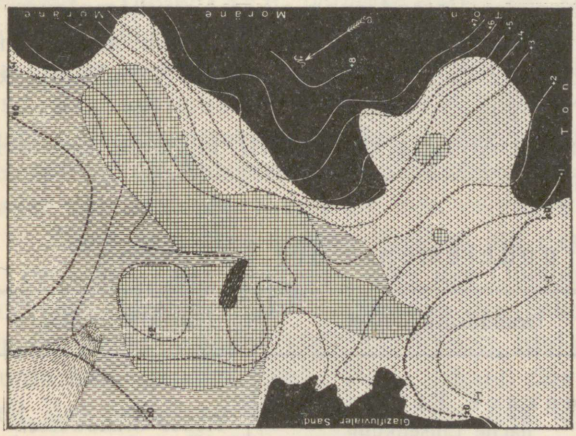


Abb. 32. Karten des Alvastraer Quellmoores (Post 1916).

a) Feuchte atlantische Zeit: Entwicklung des Quellmoores unter dem Einflusse des Täkernsees, Ablagerung des Seekalkes (schwarz — Steinzeitdorf).

stellenweise von Torfmoderschichten durchzogen. Bei der Untersuchung der Entstehungsbedingungen des Kalktuffes ergibt sich, dass der Kalktuff gegenwärtig vom Wasser der Quellen abgelagert wird.

Der Seekalk ist reich an Rhizomen von *Phragmites* und *Cladium*, und seine Fauna mit ihren limnischen Elementen bestätigt, dass der Seekalk eine beträchtliche Verfeuchtung des Quellgebietes anzeigt.

Der Cladium-Phragmitestorf entspricht einem fast vollständigen Verwachsen des Quellgebietes, wo die Wasserzufuhr auf ganz kleine Flecken beschränkt war. Der Cladium-Phragmitestorf wird bei der weiteren Entwicklung eines Moores durch Magnocaricetumtorf ersetzt. Die Moosdy besteht aus Blättern eines Mooses und wurde in den Bachrinnen der Quelle abgelagert, während der Wiesenkalk eine limnische Bildung ist.

Nach der Untersuchung der einzelnen Glieder versuchen wir den Entwicklungsgang des aus ihnen zusammengesetzten Ganzen darzustellen.

Am Anfang existierten in Alvastra Quellen, und aus ihrem Wasser wurden Kalktuff und Moosdy abgelagert. Dann wurde das Untersuchungsgebiet feuchter, und der Kalktuff bedeckte sich mit Seekalk. Das Gebiet wurde wieder trockener, und das Moor wurde von Torf eingenommen. Der Wiesenkalk bezeichnet eine das zweite Mal sich wiederholende Verfeuchtung einiger Stellen des Quellmoores.

Um die Ursachen der Veränderung eines Naturkomplexes zu erörtern, stellt man seine Grundelemente, d. h. jene Grundbedingungen auf, die für den Charakter dieses Naturkomplexes bestimmend sind (Tab. 29).

Im Quellmoore von Alvastra können wir folgende Grundelemente unterscheiden.

Tab. 29. Grundelemente der Landschaft.

Landschaft	Grundbedingungen	Folgeerscheinungen
Moor: Junges Moor von Selgus	Konkave Erdfläche: flache Einsenkung Wasserdichter Untergrund: Moränenlehm Gemässigtes, genügend feuchtes Klima	Hohes Grundwasserniveau Sphagnumdecke Torf
Deltalandschaft der Wüste: Lobwüste	Abschnitt der Wüste: Wüstenklima Ein in die Wüste einmündender Fluss: der Tarim	Entstehung von Seen in der Wüste Auftreten von Bäumen Bildung von Siedlungen

Das ganze Moor hängt von der Quelle ab, die grosse Mengen von Grundwasser ins Gebiet des Moores bringt und die Entstehung des Quellmoores hervorruft. Unter dem Einfluss kräftiger Verdampfung wurde aus dem Quellwasser Kalktuff abgelagert. Bei der Vergrösserung der Wassermenge bildete sich Seekalk. In der Bachrinne der Quelle wurde Moosdy abgesetzt.

Der geologische Untergrund des Moores besteht aus Moränenlehm, der einen wasserdichten Boden des Moores bildet. Der geologische Untergrund enthält kohlensauren Kalk, der vom Quellwasser ausgelaugt und im Gebiet des Moores abgelagert wird.

Das Relief des Untergrundes erscheint als Halbkuppe, deren Abhänge flach nach N, NW, W und SW fallen. Das Relief bestimmt den Charakter der Bewegung des Wassers, bedingt die Bildung der Bachrinne und das Bedecktwerden des Moorgebietes mit Wasser.

Das zu untersuchende Quellmoor liegt am Rande des Tåkern-Beckens. Dieser See berührte früher das Quellmoor. Bei der Bildung von Kalktuff lag das Niveau des Tåkern-Sees ungefähr 4 m unter der rezenten Hochwasserlinie, und das Quellmoor befand sich ausserhalb der Grenzen des Sees. Später erfolgte ein Steigen des Seeniveaus, eine beträchtliche Verfeuchtung des Quellgebiets und die Ablagerung des Seekalkes. Dann begann ein neues Fallen des Seeniveaus, und der See wich weit vom Moore zurück.

Einen besonders starken Einfluss auf das Quellmoor übt das Klima aus. Bei der Entstehung des Quellmoores herrschte eine trockene (boreale) Zeit, das Niveau des Tåkern-Sees lag tief, die Quelle wurde vom See nicht beeinflusst, und aus dem Quellwasser wurde Kalktuff abgelagert. Dann begann eine feuchte (atlantische) Zeit, das Seeniveau von Tåkern stieg, das Quellmoor entwickelte sich unter dem Einfluss des Sees, im Moore bildete sich Seekalk, und die aus reichlichem Quellwasser abgelagerte Moosdy bedeckte weite Gebiete. In trockener subborealer Zeit fällt das Niveau des Tåkern-Sees, die Wasserzufuhr beschränkt sich auf kleine Flecken, und im Moore bildet sich Cladium-Phragmitestorf. In subatlantischer Zeit bekleidet sich die ganze Moorfläche mit Magnocariceta, und um die Austrittstellen der subborealen Quellen bildet sich Wiesenkalk. So hat das Klima die Vegetation und den Boden des Quellmoores und sogar seine Grundelemente (Schwankungen des Seeniveaus und der Wassermenge der Quelle) beeinflusst.

Der Mensch gründete im Quellmoor von Alvastra in atlantischer Zeit ein Steinzeitdorf mit Feuerherden, erbaute in subatlantischer Zeit zwei eisenzeitliche Wege, und in rezenter Zeit entwässerte er das Quellmoor.

So haben den Charakter des Quellmoores von Alvastra sein topographisches (Halbkuppe), sein lithologisches (wasserdichter Moränenlehm, kohlensaurer Kalk), sein hydrologisches (Quelle, See), sein klimatisches (Schwankungen des Klimas) und sein anthropologisches Element (Entwässerung) bestimmt.

Für die Untersuchung der Entwicklung der Moore hat v. Post eine spezielle — die pollenanalytische Methode aufgestellt, und seine Pollendiagramme (Post 1924) sind zu den wichtigsten Hilfsmitteln der vergleichenden Methode geworden. Man bestimmt den Prozentsatz der in verschiedenen Tiefen des Moores enthaltenen Pollen der Bäume und konstruiert ein Diagramm, worin auf die horizontale Achse die Pollenprozente und auf die vertikale — die Tiefen des Moores aufgetragen werden. Solche Diagramme zeigen, dass der Pollenprozent einiger Bäume (Erle, Eiche u. a.) mit der Tiefe des Moores regelmässig ab- oder zunimmt.

Entsprechende Untersuchungen werden in weitem Massstabe in verschiedenen Ländern durchgeführt, wobei alle Pollendiagramme Nordeuropas eine charakteristische Regelmässigkeit aufweisen und so in der Entwicklung der Moore eine warme und trockene boreale, eine warme und feuchte atlantische, eine warme und trockene subboreale und eine kalte und feuchte subatlantische Zeit unterscheiden lassen.

Ebenso haben die Entwicklung des Quellmoores von Alvastra die Veränderungen eines seiner Grundelemente — des Klimas — beeinflusst, weshalb wir sagen, dass dieses Quellmoor einen klimatischen Entwicklungsgang durchgemacht hat.

Die Entwicklung der Seen von Finnland hängt von der ungleichmässigen Landhebung ab: im nordwestlichen Teil der Seengruppe von Puula ist das Land in den letzten 10 Jahrtausenden um 15—20 m mehr gestiegen als im südwestlichen Teil dieser Seengruppe (Hellaakoski 1929).

In die Karte 33 sind drei Betten eingetragen (I, II, III), durch die der Ausfluss der Puula-Seengruppe stattfand. Um 7500 v. Chr. beginnt die sogenannte Tammipuula-Phase der Seengruppe, während welcher der Ausfluss durch das Bett I stattfand, das ca. 20 km nördlich von dem Bette II lag. Um 6400 v. Chr. beginnt

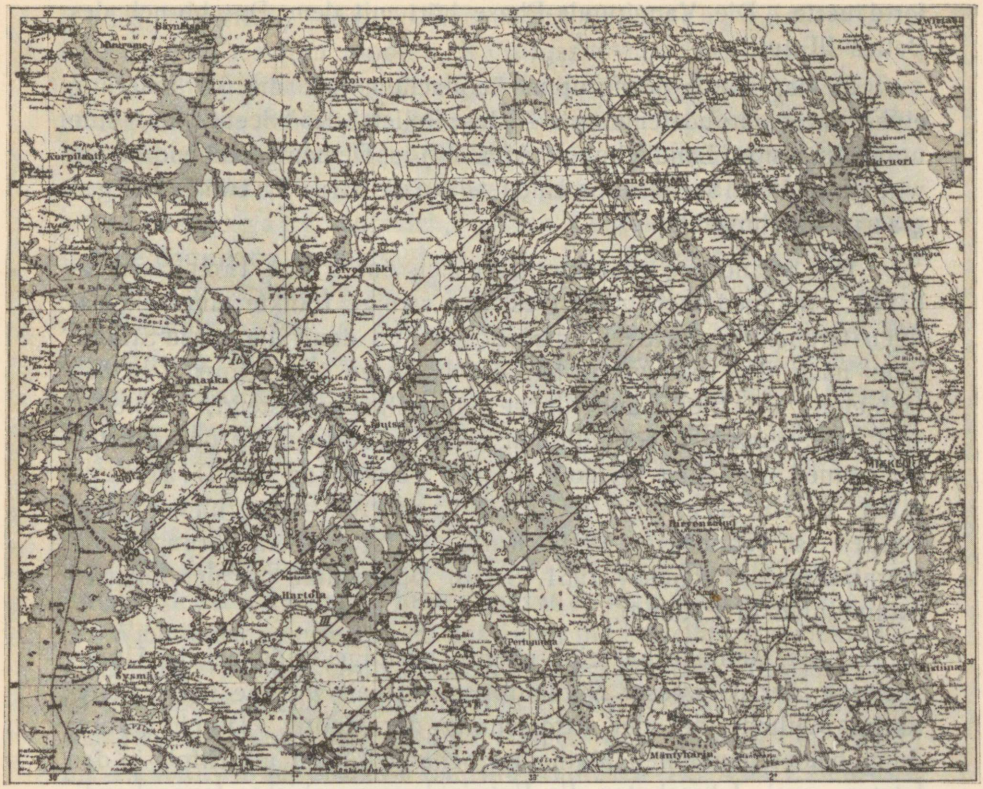


Abb. 33. Die Umgebung des Puulasees (Puulavesi) (Hellaakoski 1929). Ia, Ib — Bett I, II — Bett II, III — Bett III. 90 m, 95 m, 96 m — Isobasen.

die Tammipuula-Vannipuula-Bifurkation: am Anfang geht der Hauptausfluss durch das Bett I, und die Bifurkation durch das Bett II nimmt zu. Vom Jahre 5300 v. Chr. an findet der Hauptausfluss schon durch das Bett II statt, und um 4800—4400 v. Chr. wird das Bett I schliesslich trocken. Zur Zeit der Bifurkation geht infolge der ungleichmässigen Landhebung am südöstlichen Rande des Gebietes eine Transgression vor sich, nachdem im Nordwesten eine Regression begonnen hatte.

Von den ehemaligen Strandlinien ist die am deutlichsten ausgeprägte, einheitlichste und ausgedehnteste die der Vannipuula-Phase (von 4800—4400 bis 3500—3100 v. Chr.), während welcher der Ausfluss der Seengruppe durch das Bett II vor sich ging und die Transgression im Südosten und die Regression im Nordwesten

fortdauerte. Die Vannipuula-Phase hört mit dem Durchbruch des Bettes III auf.

In der Puula-Seengruppe beobachten wir die Veränderung eines ihrer Grundelemente — des Reliefs des Seebodens, eine unregelmässige Landhebung (Abb. 33). Dementsprechend sagen wir, dass diese Seengruppe einen topogenen Entwicklungsgang durchmacht.

Die Strandlinie charakterisiert sich durch ihre Horizontalität. Infolgedessen genügt es, nur wenige Punkte einer ehemaligen Grenzlinie des Sees aufzusuchen und dann die ganze Strandlinie nach den Isohypsen auf der Karte zu verzeichnen. In den Gebieten, wo die Erdoberfläche unregelmässig steigt, verbiegen sich die ehemaligen Strandlinien, welche Erscheinung der Aufstellung einer speziellen Methode — der Verwertung von Diagrammen deformierter Strandflächen — zugrunde gelegt worden ist (Sandegren 1916, Karte der Niveauveränderungen des Hornborgasees; Ramsay 1931, S. 13, Diagramme der deformierten Strandlinien in Estland).

Diese Methode hat eine ebenso wichtige Rolle bei der Untersuchung der Gewässer Nordeuropas gespielt wie die pollenanalytische Methode bei der Erforschung der Moore. Durch Verbindung beider genannten Methoden behandelt man mit Erfolg in den letzten zwei Jahrzehnten die Entwicklungsgeschichte fennoskandischer Seen (Hellaakoski 1922, Auer 1924 u. 1925, Aario 1932, 1933, 1935 u. a.).

Wenn die Veränderung eines Naturkomplexes durch die Veränderung eines seiner Grundelemente hervorgerufen wird, so macht dieser Naturkomplex einen ökogenen Entwicklungsgang durch (Sukatschew 1926, S. 208; Markus 1932, S. 22). Nach dem sich verändernden Grundelement kann der Entwicklunsgang eines Naturkomplexes, wie wir eben gesehen haben, klimatisch, topogen usw. sein. Wenn ein Fluss sein Bett verändert und dabei einen Wald überflutet, so können wir den überfluteten Wald als ein abgrenzbares Ganzes betrachten, wo neue hydrologische Bedingungen ein bestimmtes Grundelement bilden: bei der Transgression beginnt im Walde sein hydrogener Entwicklungsgang. Ein biogener Entwicklungsgang wird da beobachtet, wo Termiten ihre Bauten errichten (Savannen von Afrika), oder wo die Kiefernwälder durch die vordringende Fichte verdrängt werden

(Südskandinavien) usw. Eine anthropogene Entwicklung wird in entwässerten Mooren, Kulturoasen usw. beobachtet.

Die Untersuchung der Entwicklung der Kulturlandschaften ermöglicht uns neben den kausalen Faktoren parallel auch die Bedeutung teleologischer Ideen im Rahmen der Kausalität zu verfolgen.

In Essen (Ziegler 1929) geht ein industrieller Entwicklungsgang vor sich, dessen Charakter durch die kausalen Bedingungen vorbedingt wurde. Das Ruhrgebiet ist reich an Kohle. Die Erfindung der Dampfmaschine und andere Fortschritte der Technik riefen in Essen einen ungeahnten Aufschwung der Industrie hervor. Die Industrie bildete eine Grundbedingung der weiteren Entwicklung der Stadt. Die Bevölkerungszahl begann rasch zu wachsen, und Essen wurde im Laufe eines Jahrhunderts aus einer kleinen mittelalterlichen Gewerbestadt zu einer Halbmillionenstadt. Hier findet eine Massenverhüttung von Erzen statt; hier befinden sich die grossen Kruppschen Werke usw.

Die Bedeutung der Teleologie tritt besonders klar in der Anlage der Stadt zutage. In der ganzen Anlage von Essen sehen wir die Wichtigkeit des Einflusses des einen industriellen Entwicklungsgang hervorrufenden Grundelements — der Industrie. In Essen überwiegen südwestliche Winde, die den Qualm der Fabriken von Südwesten nach Nordosten treiben. Nach dem Prinzip der Zweckmässigkeit wurde deshalb im südwestlichen Teil von Essen eine Wohnstadt errichtet, die aus Wohnhäusern und Gärten besteht, und der die Winde nur selten den Qualm der Fabriken zuführen. Die Industriestadt dagegen bildet den nordöstlichen Teil von Essen.

Jedes Glied der Grossstadt hat bestimmte Funktionen und muss sich daher spezialisieren. Die Geschäftsstadt, die am Tage von einer grossen Menge tätiger Menschen besucht wird, muss im zentralen Teil der Stadt liegen, wo sie leicht erreichbar ist: hier entsteht eine City. Die zu der letzteren nicht gehörenden Elemente beginnen zu degenerieren: die Wohnungen werden in Geschäftshäuser umgewandelt; die Bewohner verlassen die Geschäftsstadt; die Zahl der Gärten nimmt ab. Die Merkmale der City prägen sich allmählich zu einer bestimmten Form aus: in der City konzentriert sich das Geschäftsleben. Es werden hier gewaltige Geschäftshäuser gebaut. In der City finden wir hauptsächlich Kontore und Geschäfte. In Grossstädten gibt es Geschäftsstädte, die ihr Reifestadium erreicht haben: der letzte Bewohner verliess die City von Essen im Sommer 1928 (Ziegler 1929).

5. Autogener Entwicklungsgang.

Wenn im gemässigten Klimagebiet eine flache Einsenkung vorhanden und ihr ein wasserdichtes Gestein unterlagert ist (Tab. 29), so sammelt sich in dieser Einsenkung das Wasser, hier entsteht ein Niedermoor, das sich allmählich in ein Hochmoor verwandelt. Die Grundelemente des Moores — das Klima, das Relief und der geologische Untergrund bleiben dabei unverändert oder werden nur wenig von den anderen Elementen beeinflusst, während die abhängigen Elemente sich den Grundelementen anzupassen streben. Man sagt, dass das Moor einen autogenen Entwicklungsgang durchmacht (Sukatschew 1926, Markus 1932).

An der Ostseite des Kaspisees liegt ein flaches Haff — der Busen von Karabugas oder Adschidarja (Andrusow 1916), der 18000 qkm gross ist und eine Tiefe von nur bis 12,7 m erreicht. Mit dem Kaspisee ist der Karabugasbusen durch die schmale Strasse von Karabugas verbunden, die $5^1/_2$ km lang und $^1/_4$—2 km breit ist, und deren Tiefe zuweilen $1^1/_2$ m nicht übersteigt. Die Bildung der Nehrungen begann schon in aralokaspischer Zeit; doch beginnen sie erst in jüngster Zeit infolge des Fallens des Seespiegels des Kaspisees aus dem Wasser hervorzuragen (Lebedew 1932, S. 93).

Im Entwicklungsgange von Karabugas spielen eine wichtige Rolle zwei Grundfaktoren: das Wüstenklima und die Verbindung des fast von allen Seiten von Land umgegebenen Busens mit einem grossen Wasserbecken (Tab. 30).

Der Karabugas befindet sich in einem ausserordentlich trockenen Klimagebiet, wo eine starke Wasserverdunstung vor sich geht. Infolgedessen liegt der Seespiegel im Karabugas niedriger als im Kaspi, und aus dem Kaspisee strömt Wasser beständig durch die Strasse von Karabugas in den Busen. Da der Querschnitt der Strasse und die Geschwindigkeit des Wassers in ihr (im Mittel 0,9 m in einer Sekunde im Juni) bekannt sind, so kann man leicht bestimmen, dass im Juni in einer Sekunde 646 Kubikmeter aus dem Kaspi in den Karabugas strömen.

Der Prozentsatz der Salze im Kaspi, in der Nähe der Mündung der Karabugasstrasse, beträgt 1,27%, weshalb dem Kaspisee alljährlich etwa 8 Mill. Zentner Salz entzogen werden (Kayser 1921, S. 504). Infolge der Einführung der Salze aus dem Kaspisee

Tab. 30. Autogener Entwicklungsgang: Karabugas.

Grundfaktoren	**Wüstenklima:** grosses Sättigungsdefizit	**Verbindung des Karabugas mit einem grossen Wasserbecken:** grosse Wasser- und Salzmengen im Kaspisee
Folgeerscheinungen / Autogen bedingte Kausalreihe	Starke Wasserverdunstung	
	Differenz der Seespiegel im Kaspisee und im Karabugas	
	Einströmen des Wassers aus dem Kaspisee in den Karabugas	
	Vergrösserung der Konzentration der Salze im Karabugas	
	Ausscheidung der Salze	
	Bildung von Salzlagern	

enthält das Wasser des Karabugas an der Oberfläche 16—18% und am Boden sogar 18—22½% Salze. Da das Meerwasser eine sehr wenig konzentrierte Lösung darstellt, so müsste aus dem Kaspisee eine Wassermenge einströmen, die 20 mal den Inhalt des Karabugasbusens übersteigt, um die heutige Konzentration des Karabugas zu erreichen.

Der Karabugas ist ein werdendes Salzlager. Sein Wasser enthält:

$NaCl$	8,6	bis	9,7%
$MgCl_2$	4,7	„	5,2%
Na_2SO_4	4,0	„	4,9%
KCl			0,2%
$CaSO_4$	0,05	„	0,07%

Im zentralen Teil von Karabugas, an seinem Boden, werden Schichten von Glaubersalz $Na_2SO_4 . 10\,H_2O$ festgestellt, das aus dem konzentrierten Wasser abgesetzt wird. Da die Lösung des Karabugas bei 18° nicht gesättigt ist und erst bei 5,5° Kristalle des Glaubersalzes sich auszuscheiden beginnen, während die Temperatur des Oberflächenwassers im Juni 25,8° erreicht, so geht die Bildung von $Na_2SO_4 . 10\,H_2O$ nur in den kalten Monaten (Januar bis April) vor sich.

Das Glaubersalz bildet die Grundlage eines wichtigen Zwei-

ges der russischen chemischen Industrie (Klimowskich 1930), denn seine Vorräte sind gross.

Wenn wir das Wüstenklima von Turan und die Verbindung des Karabugasbusens mit dem Kaspisee als unverändert betrachten, so geht im Karabugas eine autogene Entwicklung vor sich. Die genannten Grundbedingungen bedingen die Wasserverdunstung des Karabugas, das Einströmen des Kaspiwassers in den Karabugas, die Vergrösserung der Konzentration der Salze in diesem Busen und die Absetzung von Glaubersalz.

Der autogene Entwicklungsgang des Karabugas bedingt den Charakter des ganzen Lebens dieses Busens. Tausende von Fischen (*Clupea*, *Cyprinus*, *Acipenser* u. a.), die über die Barre hinweg in den Busen gelangen, gehen hier infolge des hohen Salzgehaltes zugrunde, ebenso in ungeheuren Mengen *Cardium edule*.

Andrusow schreibt vom Karabugas: Die Kadaver schwimmen so lange weiter, wie sie das in den Busen hineinfliessende Wasser fortbewegt, dann sinken sie zu Boden oder werden ans Ufer getrieben. Die am Ufer angehäuften Leichen von *Clupea*, *Atherina*, *Cyprinus*, *Lucio perca*, *Acipenser*, *Syngnathus* werden teilweise von den dort lebenden Vögeln gefressen, und welche Massen von Fischen im März hier am Ufer liegen, kann man daraus ermessen, dass die Möven um diese Zeit nur Fischaugen fressen und sich nicht die Mühe geben, den Fisch umzukehren, um auch das andere Auge auszustechen (Walther 1924, S. 309).

Cardium edule war vor der Bildung der Karabugasnehrungen hier reichlich vorhanden (Dvali 1932, S. 24) und wird heute in Schichten beobachtet, die um 5 m über dem Karabugasniveau liegen (Luppow 1932, S. 16). Während die Vertreter der kaspischen Fauna im Karabugas aussterben, hat der Busen seine spezielle Fauna und Flora (*Artema salina* u. a.).

Wenn ein Grundelement des Karabugas sich verändern wird, d. h. wenn z. B. die Tiefe der Karabugasstrasse abzunehmen beginnt, so wird der besprochene Naturkomplex einer ökogenen Entwicklung unterworfen werden.

Einen autogenen Entwicklungsgang beobachten wir ferner in einem oligotrophen See (*Tanytarsus*-See), der ohne Veränderung seiner Grundbedingungen allmählich in einen eutrophen See (*Plumosus*-See) übergeht (Lundbeck 1926, Deksbach 1929, S. 76). Ein oligotropher See ist arm an Nährstoffen (N und P) und an Plankton, und enthält klares Wasser, während Humusstoffe fehlen und für

den See eine artenreiche Tiefenfauna charakteristisch ist (*Tanytarsus*-Fauna). Ein eutropher See dagegen ist reich an N und P sowie an Phyto- und Zooplankton, enthält stark getrübtes Wasser und in seiner Tiefenfauna tritt *Chironomus plumosus* auf (Naumann 1932, S. 114). Autogene Verlandungsserien sind von verschiedenen Forschern dargestellt worden (Messikommer 1928, S. 304).

Da bei einer autogenen Entwicklung die Grundelemente eines Naturkomplexes unverändert bleiben, während seine anderen Elemente allmählich sich an die Grundelemente anpassen, so muss man annehmen, dass bei einem solchen Entwicklungsgang der Naturkomplex zuletzt vollkommen an die Grundelemente angepasst und so sein Schlussstadium (Markus 1932, S. 25) erreicht wird.

Illustrieren wir die Aufstellung des Charakters eines Naturkomplexes, den er bei seinem Gleichgewichtszustand empfangen wird, durch die Analyse einer Deltalandschaft der Wüste.

Im östlichen Teil des Tarimbeckens befindet sich die Lobwüste (Abb. 34), die als eine Deltalandschaft des Tarim betrachtet werden kann. Diese Landschaft charakterisieren neben den Flüssen (Tarim, Kontsche-darja, Tschertschen-darja) grosse Wadis — ausgetrocknete Flussläufe, wie Kurruk-darja, ein altes Bett des Tschertschen-darja (Trinkler 1929), u. a. Besonders interessant sind die Seen der Lobwüste. Auf der chinesischen Wu-tschang-fu-Karte vom Jahre 1863 ist ein See dargestellt, der dem alten Lob-nor entspricht. Als Prschewalski (Prschewalski 1888, S. 285—347) im Jahre 1876/77 die Lobwüste besuchte, fand er hier zwei Süsswasserseen Kara-buran und Kara-koschun, die miteinander durch einen Fluss verbunden waren. Prschewalski hielt Kara-koschun[1]) für den alten chinesischen Lob-nor. Diese Meinung erregte bei Richthofen Widerspruch, denn die chinesischen Annalen bezeichneten den Lob-nor als einen Salzsee, und ferner liegt der chinesische Lob-nor nach der Wu-tschang-fu-Karte einen Breitengrad nördlich vom heutigen Kara-koschun. Kara-koschun und Kara-buran existierten, wie wir unten sehen werden, nicht lange: im Laufe des Jahres 1921 fand die Trockenlegung dieser Seen und die neue Auffüllung des alten Kurruk-darja-Laufes statt. Ausser den erwähnten Salz- und Süsswasserseen zeigen die chinesischen Annalen der Han-Zeit in der Lobwüste einen Salzsumpf Pu-tschang-hai,

[1]) Nach Prschewalski Kara-kurtschin oder Lob-nor.

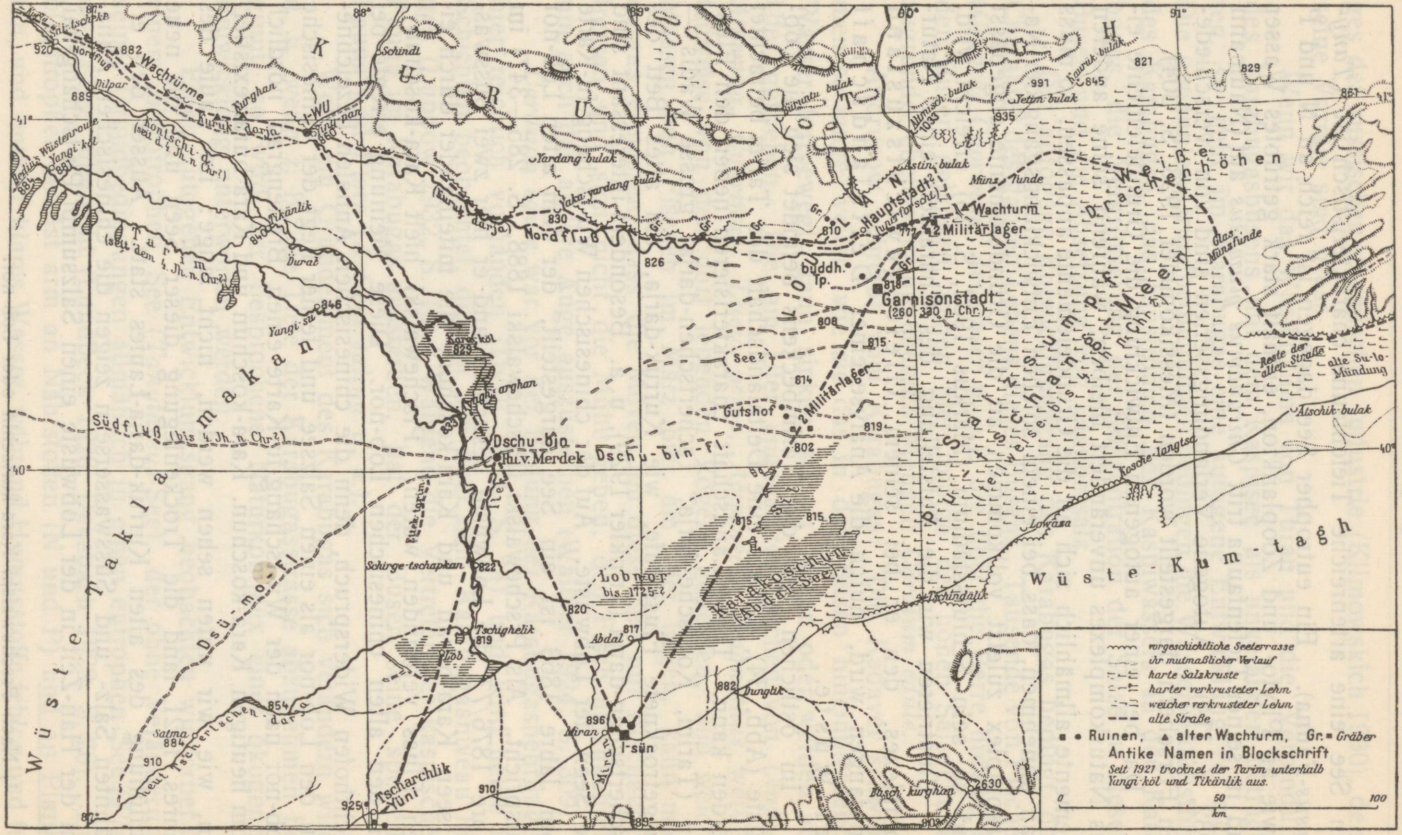


Abb. 34. Lobwüste (Herrmann 1931).

während die geologischen Untersuchungen hier das Vorkommen eines grossen vorgeschichtlichen Sees — eines riesigen flachen Binnensees — feststellen lassen, der wahrscheinlich noch Süsswasser enthielt.

Ferner lenkt auf sich unsere Aufmerksamkeit das Vorkommen abgestorbener Pappelwälder längs der ausgetrockneten Flussläufe

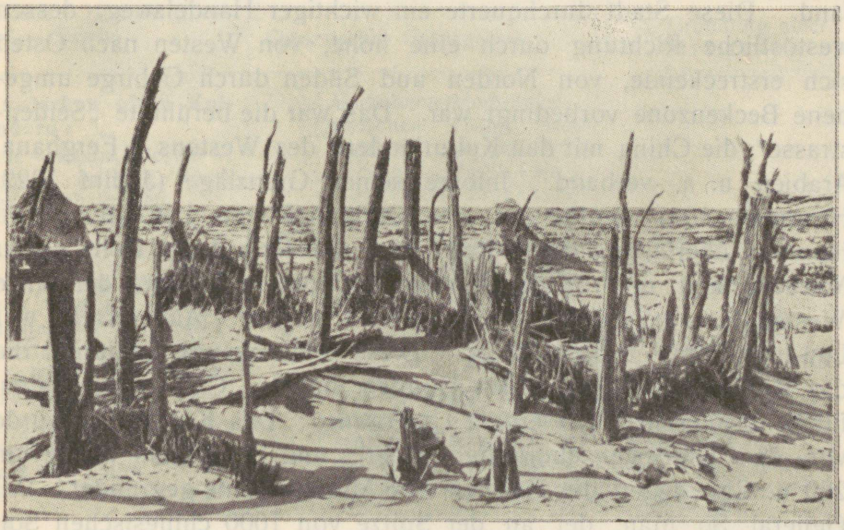


Abb. 35. Lou-lan (Herrmann 1931).
Ruinen eines Hauses mit stehengebliebenen Türen.

(Kurruk-darja) und das Vorhandensein heutiger Siedlungen und gut erhaltener Ruinen früherer Siedlungen (Sven Hedin 1903) in der Lobwüste.

Als Sven Hedin im Jahre 1900 die Lobwüste besuchte (Hedin 1903), fand er hier die gut erhaltenen Ruinen einer Stadt, die früher Lou-lan hiess. Die Häuser waren aus Holz oder aus an der Sonne getrocknetem Lehm gebaut. Die meisten alten Wohnungen waren eingestürzt, aber viele Balken und Pfosten standen noch aufrecht (Abb. 35). Hedin fand sogar Türrahmen und Türen, die noch an ihrem Platze standen. Ausser den archäologischen Funden zeugen von Lou-lan genaue historische Angaben. Die Hauptsiedlung von Lou-lan bildete eine chinesische Garnisonsstadt (Herrmann 1931). Diese lag innerhalb eines ausgedehnten Kanal-

netzes, zwischen zwei Flüssen — einem Nord- und einem Südflusse. Ein teilweise erhaltener Lehmwall von $1^1/_2$ bis $2^1/_2$ Meter Höhe umgab die Festung. Der höchste chinesische Militärbeamte wohnte in einem „weissen Hause", das aus Ziegeln gebaut und wahrscheinlich mit Kalkputz bedeckt war.

Lou-lan lag in einem Grenzbereich, der sich zwischen China und den westlichen, meist von Nomaden bevölkerten Ländern befand. Diese Stadt durchquerte ein wichtiger Handelsweg, dessen westöstliche Richtung durch eine hohe, von Westen nach Osten sich erstreckende, von Norden und Süden durch Gebirge umgebene Beckenzone vorbedingt war. Das war die berühmte „Seidenstrasse", die China mit den Kulturländern des Westens — Ferghana, Arabien u. a. verband. Infolge seiner Grenzlage (Jakinf 1829, Herrmann 1931) wurde das alte Königreich von Lou-lan oft von Hunnen überfallen, deren Reich sich damals auf der Höhe seiner Macht befand, und denen von der Mongolei angefangen der ganze Westen bis zum Pamirgebirge unterworfen war. Andererseits war Lou-lan China tributpflichtig. Diese schwankende Stellung, die das Königreich zwischen den Hunnen und den Chinesen einnahm, führte schliesslich zu seinem Untergang. Das Königreich wurde von den Chinesen endgültig erobert, und in Lou-lan wurde um 260 n. Chr. gegen die Hunnen eine Militärkolonie gegründet. Der General So Man, der an der Spitze von 1000 chinesischen Soldaten stand, rief auch aus den benachbarten Reichen Soldaten zusammen und errichtete im Mündungslauf des Südflusses einen Querdamm. Nun begann die Blütezeit Lou-lans. Noch heute finden wir zwischen der Garnisonsstadt und dem Südfort von Lou-lan Spuren eines grossartigen Kanalnetzes. So Man legte im Bewässerungsgebiete grosse Felder an, und in der Lobwüste entstand eine ausgedehnte Ackerbaukolonie (Tab. 31).

Die Denkmäler, die in Lou-lan gefundend sind (Hedin 1904/05, Stein 1928, Hermann 1931), erzählen, dass mindestens von 264—330 n. Chr. eine chinesische Militärkolonie in Lou-lan gestanden hat. Wie es scheint, begann nach dieser Zeit ein rascher Verfall der Stadt, und Lou-lan wurde von den Menschen verlassen.

In einer Arbeit über die Lobwüste hat Sven Hedin die Vermutung ausgesprochen (Hedin 1904/05), dass der untere Tarim zeitweise seinen Lauf geändert und wie ein Pendel zwischen Norden und Süden hin und her geschwungen habe. Hedin nahm an, dass in der Nähe von Lou-lan vor 1600 und 1700 Jahren der nach

Tab. 31. Lou-lan.

Bedingungen			Folgeerscheinungen
Grundbedingungen	Durch die Grundbedingungen hervorgerufene Erscheinungen		
Grenzgebiet zwischen zwei starken Völkern: Chinesen / Hunnen (Mongolei — Pamir)	Eindringen der Chinesen und Hunnen in die Lobwüste		Abhängigkeit der Stadt von den Chinesen und Hunnen
	Chinesisches Grenzgebiet		Gründung einer Militärkolonie
Lage zwischen alten Kulturländern: Osten — China, Westen — Ferghana, Arabien, Römisches Reich, Indien	Seidenstrasse	Verkehrsverbindungen zwischen Osten und Westen, westöstliche Richtung der Handelsstrasse	Blüte von Lou-lan
Beckenzone: a) von Norden und Süden von hohen Gebirgen umgebene, in westöstlicher Richtung sich erstreckende Beckenzone		Verlauf der Handelsstrasse längs des Tarimbeckens	
b) Geringe Breite der Beckenzone am Unterlauf des Tarim		Durchquerung der Seidenstrasse durch die schmale Kulturzone an der Tarimmündung	
Fluss: a) Künstliche Bewässerung			Enstehung einer Kulturoase: Damm, Kanalnetz, Ackerbaukolonie
b) Flussmündung			Entstehung einer Flussoase
c) Stromverlegung			Untergang der Stadt

Osten gerichtete unterste Lauf des Tarim mündete. Im Jahre 1928 erzählte ein Eingeborener in Turfan Hedin, dass der Tarim im Jahre 1921 zum Kurruk-darja zurückgekehrt sei (Hedin 1929, S. 310). Diese Tatsache wurde von Norin bestätigt (Hedin 1931, S. 228—230). Der neue Fluss folgt im grossen und ganzen dem alten Flussbett des Kurruk-darja, teilt sich in mehrere Arme und bildet nördlich von Lou-lan ein Delta. In diesem Gebiet, wo Hedin 1900 und 1901 hoffnungslose Dürre vorgefunden hatte, wurde Norin durch Sümpfe und Seen am Vordringen gehindert. Im Jahre 1900 wurde am Kurruk-darja kein lebender Halm gefunden. Jetzt überwiegen im östlichen Abschnitt des Flusslaufes Tamarisken, im

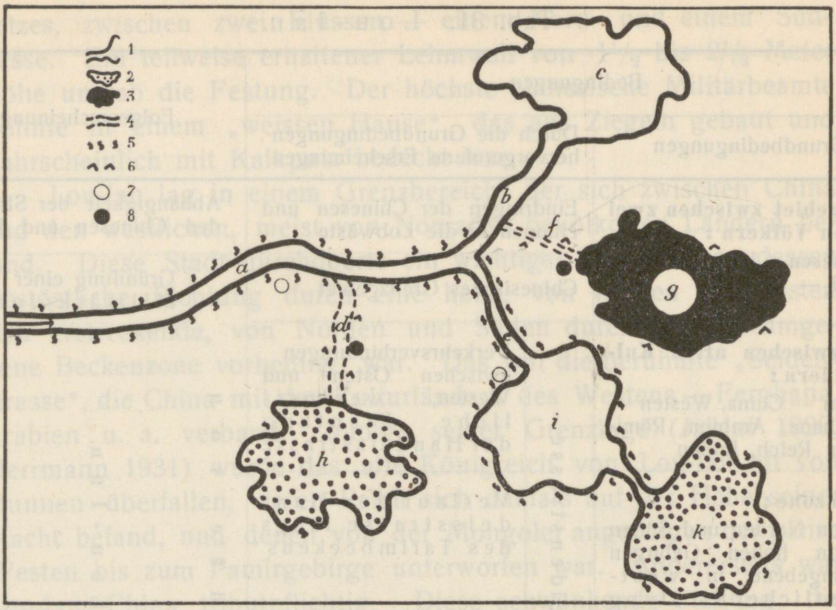


Abb. 36. Deltalandschaft der Wüste.

1. . . . Süsses Wasser:
Flüsse: a . . Hauptfluss.
e . . Alter Flussarm.
b . . Eben entstandener Flussarm.
Süsswasserseen: c . . . eben entstanden.
i . . . durchfliessbar.
2. Salzseen: h . . . vom Flusse abgetrennter.
k . . . Endsee.
3. Ausgetrockneter See: g.
4. Wadis: d, f.
5. Bäume.
6. Abgestorbene Bäume.
7. Siedlungen.
8. Ruinen.

westlichen Schilf. Aber kein einziger Pappelschössling war im Jahre 1928 zu sehen. Doch, sagt Hedin, die Pappel wird ohne Zweifel wiederkommen, wenn das Wasser lange genug in dem nördlichen Bette bleibt (Hedin 1931, S. 229).

Die Lobwüste stellt einen Naturkomplex dar, dessen folgende Glieder für uns von Interesse sind: Flüsse und Wadis, Salz- und Süsswasserseen und Salzsümpfe, Siedlungen und deren Ruinen, lebende und abgestorbene Bäume u. a.

Wenden wir uns nun den Grundelementen (Tab. 29 u. 32) der zu besprechenden Deltalandschaft der Wüste zu und verfolgen wir ihre Wirkungen auf die Landschaft. Wir finden hier einen Abschnitt der Wüste und einen Fluss, der Wasser ins Wüstengebiet führt (Abb. 36). Die Wirkungen des trockenen Wüstenklimas können in verschiedenen Wüsten der Erde untereinander verglichen werden. Es ist

Tab. 32. Deltalandschaft der Wüste: Lobwüste.

Grundfaktoren		Folgeerscheinungen			
Konstante Grundelemente	Den Rhythmus bedingende Erscheinungen	Flüsse	Seen	Siedlungen	Bäume
In die Deltalandschaft **einmündender Fluss**	Stromverlegungen	Entstehung neuer Flüsse	Entstehung von Süsswasserseen	Entstehung neuer Siedlungen	Erscheinen neuer Bäume
Wüstenklima	Trockenheit des Klimas	Austrocknen der Flüsse, Bildung von Wadis	Verwandlung der Süsswasserseen in Salzseen, Entstehung von Salzsümpfen, Verschwinden der Seen	Bildung von Ruinen der Siedlungen	Absterben der Bäume

bekannt, dass ein Süsswassersee in der Wüste sich allmählich in einen Salzsee verwandelt und zuletzt in einen Salzsumpf übergehen kann. Ebenso verfolgen wir den Charakter des Unterlaufes der Flüsse in verschiedenen Ländern. Die Flüsse tragen im Wasser Sand und anderes Material mit sich, das im Deltagebiet abgelagert wird, weshalb hier Verschiebungen der Flussläufe beobachtet werden (Koslow 1935). So hat der Hwang-ho in den letzten 4000 Jahren seinen Lauf 7—10 mal verlegt, wobei er vor dem Jahre 1853 um 600 km südlich von seiner heutigen Mündung ins Meer mündete (Köhler 1929).

Wenn nun in einem Wüstengebiet eine Stromverlegung stattfindet (Tab. 32), so bildet sich das ausgetrocknete Bett des Flusses — ein Wadi, am Wadi sterben Bäume ab, und die Siedlun-

gen verwandeln sich in Ruinen. Es werden ferner neue Becken von Wasser erfüllt, hier bilden sich Süsswasserseen, entstehen neue Siedlungen, und Pflanzen dringen längs des Flusses in die Wüste vor. Die eben entstandenen Süsswasserseen beginnen sich allmählich in Salzseen zu verwandeln. Besonders stark versalzen diejenigen Seen, die von Flüssen abgetrennt wurden, während die durchfliessenden Wasserbecken Süsswasserseen bleiben.

Wenn wir nun die Grundelemente der Deltalandschaft — das Wüstenklima und die ins Wüstengebiet eindringenden Wassermengen — als unverändert betrachten, so geht in der Deltalandschaft ein autogener Entwicklungsgang und eine Anpassung der abhängigen Elemente an das Klima (Verwandlung der Süsswasserseen in Salzseen) und an den hier einmündenden Fluss mit seinen Stromverlegungen vor sich.

Wenn eine Deltalandschaft der Wüste ihren Gleichgewichtszustand erreicht, so enthält sie einerseits bestimmte konstante Elemente — ein unveränderliches Klima und einen ins Wüstengebiet einmündenden Fluss mit konstanter Wassermenge; andererseits lässt sie in sich bestimmte rhythmische Erscheinungen feststellen. Den rhythmischen Entwicklungsgang bedingen Stromverlegungen, die zusammen mit dem trockenen Klima eine Gruppe von Erscheinungen hervorrufen, die jede Stromverlegung begleiten. Diese Gruppe bilden:

Stromverlegung, Entstehung neuer Flüsse, Austrocknen der Flüsse, Bildung von Wadis. Entstehung von Süsswasserseen, Verwandlung der Süsswasserseen in Salzseen, Entstehung von Salzsümpfen, Verschwinden der Seen. Entstehung von Siedlungen und Bildung ihrer Ruinen. Erscheinen neuer Bäume und Absterben der Bäume.

Bei einer Wiederholung der Stromverlegung wiederholen sich regelmässig alle die Stromverlegung begleitenden Erscheinungen.

Mithin charakterisiert sich eine Deltalandschaft der Wüste in ihrem Gleichgewichtszustand (Abb. 36) durch Flüsse und Wadis, durch Süsswasserseen, Salzseen und Salzsümpfe, durch Siedlungen und ihre Ruinen, durch Wälder und abgestorbene Bäume.

Es sei hinzugefügt, dass hier nur die spezifischen, von Veränderungen des Flusslaufes hervorgerufenen Eigenschaften der Deltalandschaft besprochen wurden, während die typischen Kennzeichen gewöhnlicher Wüsten (Gleichgewicht in der Dünenbildung u. a.) beiseitegelassen sind.

Die Lobwüste bietet somit eine glückliche Gelegenheit dar, die die Charakterisierung des Gleichgewichtszustandes der Deltalandschaften der Wüste ermöglicht. Durch eine Vergleichung der Lobwüste mit anderen Deltalandschaften der Wüste und durch eine vergleichende Untersuchung ihrer verschiedenen Glieder, wie z. B. der Seen, die wegen ihrer Jugend oder Durchfliessbarkeit oft Süsswasser enthalten (Tsad, Aral) (Jäger 1928, S. 170; Berg 1908; Herrmann 1930), werden die Deltalandschaften noch genauer erfasst.

Von den verschiedenen Meinungsäusserungen über das Klima des Tarimbeckens (Huntington 1907) sei gesagt, dass wir keineswegs die Möglichkeit einer Veränderung des Klimas der Lobwüste verneinen. Doch erfordert eine Erklärung aller oben besprochenen Glieder der Lobwüste keine Voraussetzung von Veränderungen der Grundelemente dieser Landschaft.

Wir fassen zusammen: wenn vor uns eine bestimmte Landschaft liegt, die ihren Gleichgewichtszustand nicht erreicht hat, so

stellen wir ihre Grundelemente fest,

untersuchen, welche Veränderungen ihre abhängigen Elemente durchmachen müssen, wenn sie sich einem ausgewählten Grundelement anzupassen streben, und welchen Charakter sie empfangen, wenn sie sich unter dem gleichzeitigen Einflusse aller Grundelemente befinden,

und bestimmen, welche Form der abhängigen Elemente der Forderung der Konstanz und des Rhythmus entspricht.

V. Grenzverschiebung.

1. Begriffe.

Vor uns liegen zwei Naturkomplexe A und B (Abb. 37). Im Gebiete von K existierte früher der Naturkomplex B. Heute befindet sich in diesem Gebiete der Naturkomplex A. Man sagt dann, dass die Grenze zwischen A und B sich in der Richtung von B verschiebt. Wenn z. B. das Grenz-

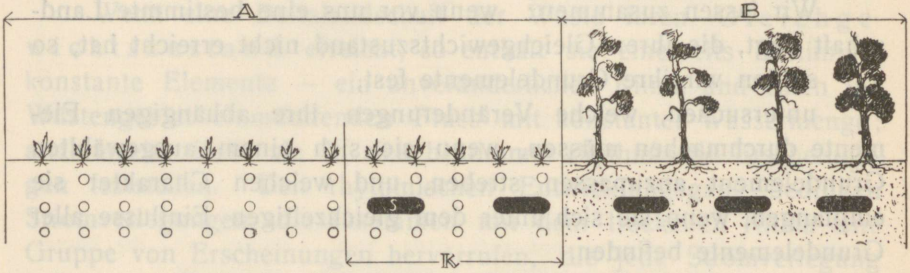


Abb. 37. Richtung der Grenzverschiebung s — fremdes Glied. (Markus 1932).

gebiet (K) des Waldes (B) und der Tundra (A) in der Vergangenheit mit Wald bedeckt war und in der Gegenwart von einer Tundra eingenommen wird, so rückt die Tundra in den Wald vor.

Das Vorrücken eines Naturkomplexes kann als Transgression, sein Zurückweichen als Regression bezeichnet werden.

Eine Grenzverschiebung kann sowohl in den topographischen, als auch in den klimatischen, anthropogenen u. a. Reihen der Naturkomplexe vorkommen. In Selgus rückt das junge Moor ins Podsolmoor vor und das letztere in den flachen Wald (Markus 1929) (Abb. 23). Die genannten Naturkomplexe bilden eine topographische Reihe. Beim Vordringen des Ackerlandes in den Wald haben wir es mit einer anthropogenen Reihe zu tun.

Wenn ein Naturkomplex des Festlandes in der hydrologischen oder einer ihr äquivalenten Reihe vorrückt, so wird dieses Vorrücken als positiv oder negativ bezeichnet. Wenn der Na-

turkomplex A mehr Feuchtigkeit fordert als B, so ist die Grenzverschiebung zwischen A und B in der Richtung von B eine positive, die Verschiebung in entgegengesetzter Richtung eine negative. Das Vordringen des Moores in den Wald ist eine positive, das Vorrücken des Waldes ins Moor eine negative Verschiebung.

Wenn die Grenze eines Naturkomplexes unverändert bleibt, so sagen wir, dass dieser Naturkomplex sich im ruhenden Zustande befindet (Markus 1929, S. 89). In solchem Falle hat der Naturkomplex seine Gleichgewichtsgrenze (Passarge 1921, S. 43) erreicht. Der ruhende Zustand bedeutet keineswegs einen Gleichgewichtszustand der Naturkomplexe: Hochmoore, die von stark geneigten Erdflächen umgeben sind, wachsen oft in die Höhe, während ihre Grenzen unverändert bleiben (Markus 1932).

Wir betrachten Naturkomplexe, die zu denselben oder äquivalenten Reihen gehören. Wenn dabei die Grenzen dieser Naturkomplexe sich in derselben Richtung verschieben, so können diese Verschiebungen als übereinstimmend betrachtet werden. Das Vordringen eines jungen Moores in das Bruchwaldmoor stimmt mit dem Vorrücken des Podsolmoores in einen flachen Wald überein, denn alle genannten Naturkomplexe gehören zu einer topographischen Reihe. Auf die Transgression eines Sees über das Moor und das Vorrücken des Ackerbodens in den Wald kann der Begriff der Übereinstimmung nicht angewendet werden.

Die Grenzen zwischen ein und denselben Komplexindividuen werden als identisch betrachtet. Das Birkenbruchwaldmoor von Moorisoo (Markus 1929) (Abb. 23) grenzt einerseits an das junge Moor und anderseits an das Erlenbruchwaldmoor, das Podsolmoor und den flachen Wald. Dabei sind identisch z. B. diejenigen Abschnitte seiner Grenze, wo das Birkenbruchwaldmoor das Erlenbruchwaldmoor berührt. Die Grenze zwischen einem Birken- und einem Erlenbruchwaldmoor aber ist nicht identisch mit der Grenze des Birkenbruchwaldmoores und des flachen Waldes.

Vor uns liegt ein bestimmtes Untersuchungsgebiet, in dem wir bestimmte identische Grenzen betrachten. Wenn dabei diese Grenzen überall und zwar in derselben Richtung vorrücken, so sprechen wir von einer allgemeinen Grenzverschiebung. Wenn aber die Verschiebung nur an einem bestimmten Teile einer Grenze beobachtet wird oder mit den anderen Verschiebungen nicht übereinstimmt, so haben wir es mit einer lokalen Grenzverschiebung zu tun. Im Moorisoo (Markus 1929) dringt junges

Moor an seiner ganzen Grenze in das Birkenbruchwaldmoor. In Kurgesoo von Selgus geht ebenfalls ein allgemeines Vorrücken des Moores in den Wald vor sich (Markus 1929), wobei an bestimmten Stellen des Kurgesoo ein lokales Vordringen des Waldes ins Moor stattfindet.

Als zurückweichende werden diejenigen Glieder eines Naturkomplexes betrachtet, die bei seiner Regression verschwinden. Sie sterben aus, ihre Zahl nimmt ab, ihre Dichte verringert sich (Markus 1929). Infolge der Verschlechterung ihrer Existenzbedingungen bilden sich in einem zurückweichenden Naturkomplex verkümmerte Glieder. Die Birke *Betula nana* z. B., die im mittleren Teil von Kola prächtig und $1^1/_4$ m hoch ist (Markus 1922), drückt sich infolge der austrocknenden Wirkung des Windes (Samuelson 1925/27, S. 158) an der nördlichen Baumgrenze an die Erdoberfläche an und versteckt sich zwischen Moosen (Markus 1922). Reste zurückweichender Glieder werden oft lange in einem Naturkomplex beobachtet (Relikte).

Die in einen Naturkomplex vordringenden Glieder nehmen an Zahl zu, ihre Dichte wächst und sie werden gewöhnlich durch ihren gesunden Zustand charakterisiert (Markus 1929).

Gleichgültig sind diejenigen Glieder, die bei einer bestimmten Grenzverschiebung keiner regelmässigen Veränderung unterworfen werden (Markus 1929, S. 116).

Die Grenzverschiebung stellt eine spezielle Erscheinung der Chorogenese dar und ist mit der letzteren nicht ohne weiteres identisch. In einem Naturkomplex werden ausser der Grenzverschiebung viele andere Elementarveränderungen (Markus 1932, S. 6), wie Veränderungen seiner Dimensionen und seiner Form, Gliederveränderung usw. beobachtet. Im Hochmoore von Laukasoo z. B. wird eine Gruppe von Veränderungen festgestellt, die allen Hochmooren eigen sind (Höhenwachstum, Erscheinen von Schlenken u. dgl.). Doch ist dieses Moor, wie oben erwähnt, von einer stark geneigten Erdfläche umgeben, und deshalb bleibt die Grenzlinie des Laukasoo fast unverändert (Markus 1932, S. 7).

Ebenso decken sich die Grenzverschiebung und die Sukzession keineswegs. Der Chorogenese ist ein Naturkomplex als Ganzes, der Sukzession nur eines seiner Elemente — die Vegetation — unterworfen. Andererseits können sich sowohl pflanzengeographische Grenzen als auch Grenzlinien ganzer Landschaften

verschieben. Kurz gesagt, „Grenzverschiebung" und „Sukzession" können sich kreuzen (Sigwart 1921, S. 376); doch stellen sie keine identischen Begriffe dar, wie zuweilen behauptet wird.

Grenzverschiebungen werden durch dieselben Ursachen hervorgerufen, die eine Chorogenese der Landschaften bedingen: die Seen Finnlands transgredieren ihre südöstliche Umgebung infolge der Landhebung; der Tåkernsee drang in das Gebiet des Alvastra-Quellmoores wegen der Veränderung des Klimas ein, usw.

2. Untersuchungsmethoden.

Bei der Untersuchung der Grenzverschiebung werden alle Methoden angewendet, die die Chorogenie aufgestellt hat. Beson-

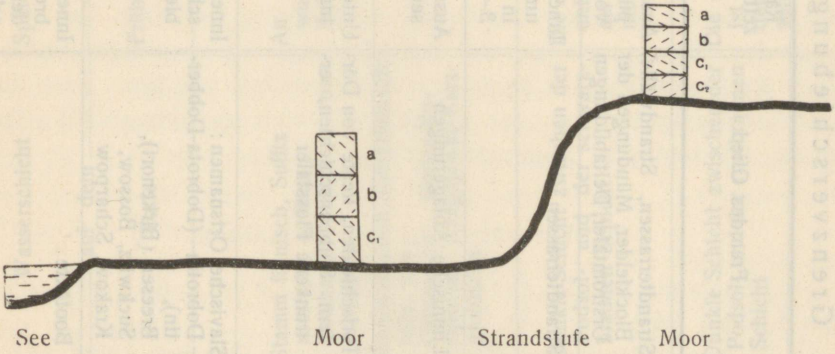


Abb. 38. Untersuchung der Grenzverschiebung (Markus 1932).

a — subatlantische Zeit
b — subboreale „
c_1 — spätatlantische „
c_2 — frühatlantische „

Die Strandlinie des Sees reichte bis zur dargestellten Strandstufe während des Überganges von der frühatlantischen zur spätatlantischen Zeit.

ders wichtig für uns sind fremde Glieder (Tab. 33), die in Naturkomplexen gefunden werden. Man stellt fest, welchem Naturkomplex ein beobachtetes fremdes Glied angehört, und ob es früher oder später entstanden ist als die zu untersuchenden Glieder eines vorliegenden Naturkomplexes. Dabei zieht man Schlussfolgerungen über die Richtung der Grenzverschiebung. Der Torf in Herräsniemi z. B. bildet ein fremdes Glied des Sees von Puula, und da er unter dem Wasser liegt, so zeigt er, dass der See ein Moor transgrediert hat (Abb. 30).

Tab. 33. Grenzverschiebungen.

Entstehungsort des Gliedes	Grenze	Gebiet	Fremdes Glied	Räumliche oder zeitliche Nachbarschaft der Glieder	Richtung der Grenzverschiebung	Literatur
Grenzlinie zweier Gebiete	Strandlinie	Peipussee, Estland	Strandterrassen, Strandwälle, Blockfelder, Mündungen der Urstromtäler, Deltabildungen	Ausserhalb des Peipus, 10—20 km vom See entfernt	Regression des Sees	Markus 1932
		Vanajavesisee, Finnland	Strandterrassen	Innerhalb des Sees, unter dem Wasser, in einer Tiefe von 3—5 m	Transgression des Sees	Auer 1924
Das vorliegende Gebiet		Litorinameer	Limnische Ablagerungen	Ausserhalb der Ostsee	Regression des Meeres	Hausen 1914
Ein anderes Gebiet		Puulasee, Vanajavesisee u. a.	Torfschichten, Reste von Dörfern, Stubbenschichten, ertrunkene Flusstäler	Unter dem Wasser, innerhalb des Sees	Transgression des Sees	Stromer 1920 Auer 1924 Deecke 1929 Hellaakoski 1929
	Sprachgrenze	Deutsches Sprachgebiet, Mecklenburg	Slavische Ortsnamen: Dobrotin (Dobrota-Dobbertin), Breesen (Birkenort), Suckwitz, Bossow, Krakow, Scharpow	Innerhalb des deutschen Sprachgebietes	Verschiebung der deutsch-slavischen Sprachgrenze nach Osten	Engel 1934
	Kulturgrenze	Bereich der kammkeramischen Kultur in Europa	Bootäxte	Innerhalb des Verbreitungsgebietes der kammkeramischen Kultur	Vordringen der Bootaxtkultur nach Norden	Moora 1932

Geschichtliche Reihenfolge	Grenze des Moores und des Sees	Herräsniemi Finnland	Moor	Wasserschicht auf dem	Später entstanden	Zurückweichen des Moores	Hellaakoski 1929
			See	Torfe	Früher entstanden	Transgression des Sees	
	Sprachgrenze: Fennougrier/Slaven	Pleskauer Gebiet		Stamm finnisch, Suffix russisch: ovščina; Ortsname: Jumal — owschtschina	An die Stämme wurde später das Suffix gefügt	Zurückweichen der Finnen (vor 1000 n. Chr.)	Truusmann 1897
	Slaven/Türken	Balkanhalbinsel		Stamm slavisch, Suffixtürkisch: idža, dža; Ortsnamen: Goriza-Koridscha, Kragujewaz-Karagiofdscha		Türkische Expansion	Miklosich 1927 Braun-Ziegfeld 1930
Gliederveränderung	Grenze des Waldes und des Moores	Podsolmoore, Selgus		Dunkle Schicht zwischen der Podsol- und der schwarzbraunen Schicht	Die dunkle Schicht entstand später als der Podsolmoorboden	Vordringen des Moores	Markus 1929
	Grenze des Waldes und des Ackerlandes in Kameslandschaften	Hügeliger Nadelwald mit dunkler Bodenschicht, Selgus		Dunkle Schicht zwischen der Podsol- und der rostbraunen Schicht	Die dunkle Schicht ist früher entstanden als der Podsolboden	Vordringen des Waldes	Markus 1929

Mit besonderem Erfolg aber verwendet man kombinierte Methoden der Chorogenie. Wir erläutern sie durch folgendes Beispiel.

Auf der Abb. 38 ist eine Strandstufe und ein Moor dargestellt, das unterhalb der Strandstufe liegt. Diese Strandstufe ist ein fremdes Glied der auf der Abbildung dargestellten Landschaft: der See ist von der Strandstufe zurückgewichen. Der geschichtlichen Reihenfolge gemäss wurden die Torfschichten unterhalb der Strandstufe nach der Regression des Sees abgelagert. Bei der Konnexion mittels der pollenanalytischen Methode ersieht man, dass schon in spätatlantischer Zeit unterhalb der Strandstufe kein See vorhanden war; da hier aber Ablagerungen der frühatlantischen Zeit fehlen, so war dieses Gebiet in der genannten Zeit mit Wasser bedeckt. Kürzer: die Grenzverschiebung des Sees hat während des Überganges von der frühatlantischen zur spätatlantischen Zeit stattgefunden. In ähnlicher Weise stellen wir fest, dass das Litorina-Maximum mit der atlantischen Zeit zusammenfällt (Ahlmann, Caldenius u. Sandegren 1924), usw.

3. Verschiebung der Grenzlinie.

Behandeln wir die Grenzverschiebung des Waldes und des Moores in Selgus.

In der südöstlichen Ecke des Moorisoo (Markus 1929) (Abb. 23, Quart. 179) befindet sich eine muldenförmige Vertiefung, die 30—40 m breit ist und eine beinahe horizontale Achse hat. Die Mitte der Einsenkung ist von Kiefern, Fichten und Birken eingenommen. Die Kiefer *Pinus silvestris* ist 15—20 m hoch und hat 15—20 cm im Durchmesser. Ihre Krone nimmt das oberste Sechstel des Baumes ein und enthält viele vertrocknete Zweige. Die 10—16 m hohe Birke *Betula pubescens* hat einen Durchmesser von 7—15 cm und besitzt vertrocknete Äste, die mit herabhängenden Flechten bedeckt sind. Die Fichte *Picea excelsa* erreicht in der Mitte der Vertiefung nur 2—8 m Höhe. Sie ist stark von hängenden Flechten bedeckt. Sogar die Fichten von 1 m Höhe haben keine gesunden Zweige.

Der krankhafte Zustand des Waldes lenkt unsere Aufmerksamkeit auf sich. Wir sehen in der Vertiefung eine Fichte, die 18 m hoch ist und deren Durchmesser 25 cm beträgt, die dabei aber endgültig vertrocknet ist: ihre Krone beginnt in einer Höhe von

3 m und weist keinen lebenden Zweig auf; allen Zweigen fehlen die grünen Nadeln, und sie alle sind mit hängenden Flechten bedeckt. In ihrer Nähe befindet sich eine tote Birke, die 24 cm im Durchmesser hat und deren Wipfel abgebrochen ist. Derartiger toter Bäume gibt es hier noch viele. Unter ihnen finden sich viele Kiefern, die bis 15 m hoch sind. Es scheint, als wäre eine Epidemie durch den Wald gegangen.

Die Moosdecke dagegen ist üppig und lückenlos und erreicht 15—20 cm Höhe. Sie besteht aus *Sphagnum recurvum* 5[1]) und *Sph. medium* 2.

In der Feldschicht gibt es nur wenige Pflanzen: *Carex filiformis* 3, *Calamagrostis lanceolata* 1, *Melampyrum pratense* 1, *Oxycoccus palustris* 1.

Der Boden besteht aus folgenden Schichten: 1) Sphagnumtorf 30 cm[2]); 2) Humusschicht 1—2 cm; 3) grauweisser Sand 15 cm; 4) dunkler Sand 10 cm; 5) schwarzbrauner Sand, der Ortsteinkörnchen enthält (Durchmesser 1—2 cm) und in einer Tiefe von 70 cm in lückenlosen und festen Ortstein übergeht (Mächtigkeit der Schicht 25 cm); 6) gelbbrauner Sand 10 cm; 7) Gleyschicht (Tiefe 90—100 cm).

Somit haben wir in der südöstlichen Ecke des Moorisoo ein Podsolmoor vor uns, dessen Boden mit Sphagnumtorf bedeckt ist, und der zwischen der schwarzbraunen und der grauweissen Schicht eine dunkle Schicht enthält. Das zeigt, dass das Moor hier in den Wald vordringt, infolgedessen sterben die Bäume aus und der Waldboden bedeckt sich mit einer üppigen Sphagnumdecke.

Ebenso erfassen wir das Vordringen des Moores in den Wald in allen anderen Teilen des Grenzgebietes des Moorisoo, in der ganzen Umgebung von Selgus (Markus 1929).

Bei der Grenzverschiebung beobachten wir eine Verschlechterung der Existenzbedingungen für die zurückweichenden Naturkomplexe (Tab. 34). In den versumpften Wäldern finden wir verkümmerte Bäume, die krumme Stämme und vertrocknete Zweige haben und mit Flechten bedeckt sind. Infolge der Grenzverschiebung zweier Naturkomplexe verschwinden allmählich die Glieder des zurückweichenden Komplexes: beim

[1]) 5 = Bedeckungsgrad.

[2]) 30 cm = Mächtigkeit des Torfes.

Tab. 34. Versumpfung des Podsolmoores (Markus 1929).

	Versumpfungsstadien	0 [1]	1	2	3
Zurückweichende Vegetation	*Vaccinium myrtillus* . . .	V_4 [2]	V_3	V_3	V_1
	Hypnum Schreberi	V_4	V_2	V_1	IV_1
	Vaccinium vitis idaea . .	V	V	V	III
	Picea excelsa	V	V	V	II
	Dicranum undulatum . .	V	III	I	I
	Betula verrucosa	IV	IV	III	
	Calamagrostis arundinacea	IV	II		
Vordringende Vegetation	*Sphagnum acutifolium* . .		V_2	III_2	I_1
	Polytrichum commune . .		IV_2	IV_1	II_1
	Betula pubescens		I	I	V
	Pinus silvestris	II	II	II	V
	Carex globularis	III	V	V	V
	Eriophorum vaginatum . .		I_1	II_1	V_2
	Ledum palustre		I_1	III_2	V_2
	Vaccinium uliginosum . .		II_1	III_2	V_2
	Sphagnum recurvum . . .		II_1	V_4	V_5
	Sphagnum		V_{1-4}	V_5	V_5
Gleichgültige Vegetation	*Picea excelsa* (G.)	V	V	V	V
	Melampyrum pratense . .	V	V	V	V
	Hylocomium proliferum . .	I	IV	I	II
Boden	Oberste Schicht	Rohhumusschicht	Nester von Sphagnumtorf	Sphagnumtorf Nester von Rohhumus	
	Podsolschicht	Grauweiss			Grauweiss mit dunklem Farbenton
	Dunkle Schicht			ist vorhanden	
	Schwarzbraune Schicht . .	ist vorhanden			Spuren

1) 0 — ruhendes Podsolmoor, 1 — erstes Stadium der Versumpfung usw.
2) V — Konstanzgrad, $_4$ — Bedeckungsgrad.

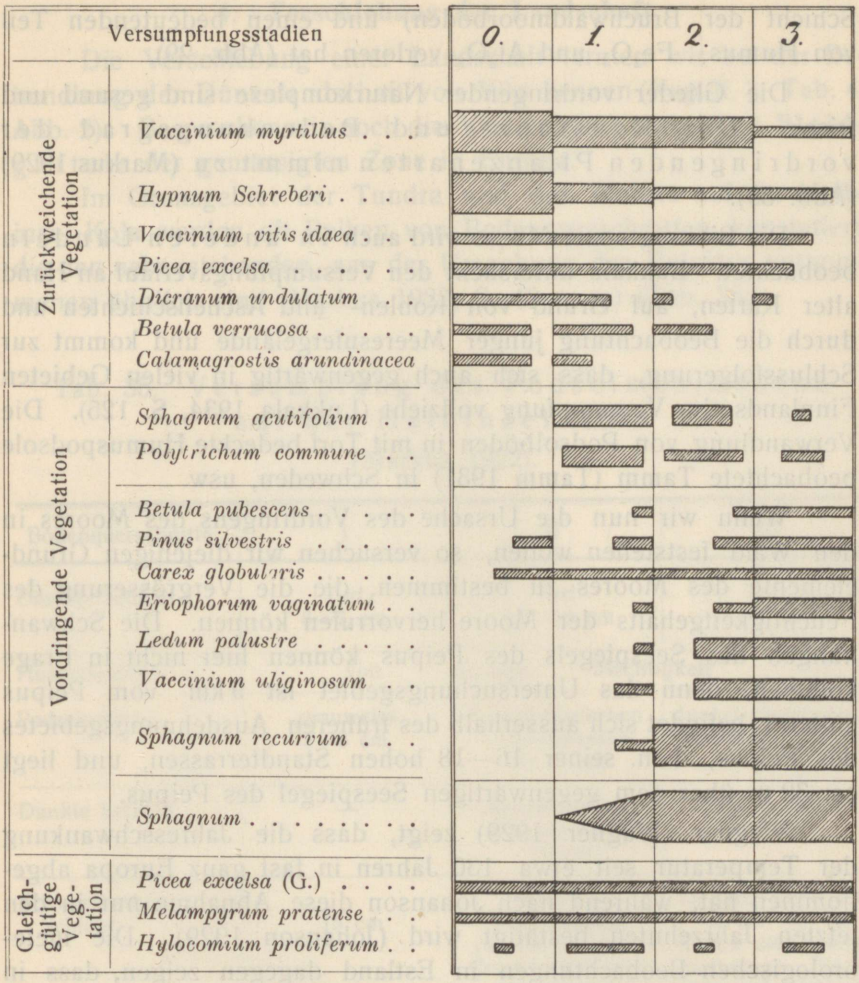


Abb. 39. Versumpfung eines Podsolmoores (Markus 1929).

0 — ruhendes Podsolmoor, 1 — erstes Versumpfungsstadium usw. G.-Gebüschschicht.

Die Breite der einzelnen Figuren ist proportional dem Bedeckungsgrad, die Länge derselben — dem Konstanzgrad der Pflanzenarten.

Vorrücken des Moores ins Podsolmoor verringert sich der Konstanzgrad der zurückweichenden Pflanzenarten (Markus 1929) (Abb. 39) und ihr Bedeckungsgrad nimmt ab. Der Boden ist bestrebt, sich den neuen Existenzbedingungen anzupassen: im Podsolmoorboden z. B. bildet sich eine dunkle Schicht, die für den eine grössere Feuchtigkeit liebenden Naturkomplex charakteristisch ist (dunkle

Schicht der Bruchwaldmoorböden) und einen bedeutenden Teil von Humus, Fe_2O_3 und Al_2O_3 verloren hat (Abb. 29).

Die Glieder vordringender Naturkomplexe sind gesund und frisch. Der Konstanz- und Bedeckungsgrad der vordringenden Pflanzenarten nimmt zu (Markus 1929) (Abb. 39).

Die Bildung neuer Moore wird auch in anderen Ländern beobachtet. Lukkala untersucht den Versumpfungsverlauf an Hand alter Karten, auf Grund von Kohlen- und Aschenschichten und durch die Beobachtung junger Meeresufergelände und kommt zur Schlussfolgerung, dass sich auch gegenwärtig in vielen Gebieten Finnlands eine Versumpfung vollzieht (Lukkala 1934, S. 125). Die Verwandlung von Podsolböden in mit Torf bedeckte Humuspodsole beobachtete Tamm (Tamm 1931) in Schweden, usw.

Wenn wir nun die Ursache des Vordringens des Moores in den Wald feststellen wollen, so versuchen wir diejenigen Grundelemente des Moores zu bestimmen, die die Vergrösserung des Feuchtigkeitgehalts der Moore hervorrufen können. Die Schwankungen des Seespiegels des Peipus können hier nicht in Frage kommen, denn das Untersuchungsgebiet ist 9 km vom Peipus entfernt, befindet sich ausserhalb des früheren Ausdehnungsgebietes des Peipus, d. h. seiner 16—18 hohen Standterrassen, und liegt ca. 32 m über dem gegenwärtigen Seespiegel des Peipus.

Wagner (Wagner 1929) zeigt, dass die Jahresschwankung der Temperatur seit etwa 130 Jahren in fast ganz Europa abgenommen hat, während nach Johanson diese Abnahme nur in den letzten Jahrzehnten bestätigt wird (Johanson 1929). Die meteorologischen Beobachtungen in Estland dagegen zeigen, dass in Tartu ein Milderwerden der Winter, eine Abkühlung der Sommer, eine Zunahme der Bewölkung und eine Abnahme der Sonnenscheindauer und des Luftdrucks in den Jahren 1866—1930 beobachtet worden sind (Frisch 1932). Somit zeigen diese Arbeiten untereinander übereinstimmend, dass im Untersuchungsgebiet eine Zunahme der Maritimität festgestellt wird. Diese Erscheinung müssen wir als eine Ursache ansehen, die eine langsam vor sich gehende Versumpfung der Wälder in Selgus bedingt hat.

4. Verschiebung der Landschaft.

Die Verschiebung einer Landschaft lernten wir bei der Behandlung der Dünenlandschaft von Vilo kennen (Kap. II, 3, Tab. 4, Abb. 2). Besprechen wir noch die Verschiebung des Waldgürtels der gemässigten Zone in Europa.

Im Grenzgebiet der Tundra und des Waldes auf der Halbinsel Kola werden oft Reihen von Bodenquerschnitten konstatiert, die den nebenstehenden, aus der Umgebung des Pulojävr entnommenen ähnlich sind (Markus 1922, S. 43 u. a.) (Tab. 35).

Tab. 35. Versumpfung des Podsolmoorbodens auf der Halbinsel Kola (Markus 1922).

Bodenquerschnitte	I	II	III
Oberste Schicht . .	Torf 6—7 cm	Torf 17—18 cm	Torf 62 cm
Humusschicht . .	von geringer Mächtigkeit		
Podsolschicht . . .	grauweiss 3—8 cm	Podsol-Fleckchen (Durchmesser bis 3 cm)	dunkel-grauweisser Streifen ($^1/_2$ cm)
Dunkle Schicht . .	—	dunkel-schwarzbrauner Sand 10 cm	dunkler Sand 30 cm
Schwarzbraune Schicht	15 cm	intensiv-schwarzbraun (12 cm); enthält Ortsteinstückchen (Durchmesser 1—7 cm)	In einer Tiefe von 85 bis 115 cm finden sich kleine rostbraune Fleckchen und verstreute Ortsteinstückchen, deren Zahl im oberen Teile der Schicht B ziemlich gross ist
Rostbraune Schicht	13 cm	25 cm	
Untergrund . . .	bläulicher Sand		

Der dritte Querschnitt befindet sich in der Mitte einer flachen muldenförmigen Vertiefung, der zweite liegt auf dem Abhange derselben, der erste nimmt die höchste Stelle ein.

Im ersten Bodenquerschnitt sehen wir einen typischen Podsolmoorboden; im zweiten Querschnitt erscheint zwischen der grau-

Tab. 36. Veränderung der Schwarzerde nach zwei Richtungen:
Grenzverschiebung zwischen Wald und Steppe [1]).

Richtung der Grenzverschiebung	Vordringen des Waldes in die Steppe		Vordringen der Steppe in den Waldgürtel	
Böden	Schwarzerde der Steppen	Veränderte Schwarzerde	Podsolboden des Waldgürtels	Veränderter Podsolboden
	Humusreicher Boden	1. Humusschicht 2, Grauweisse Schicht	1. Humusschicht 2. Grauweisse Podsolschicht	1. Humusreiche Schicht
		3. Dunkle Schicht	3. Rostbraune Schicht	2. Rostbraune Schicht
Charakter der Veränderung der Böden	In der Schwarzerde bildet sich eine der Podsolschicht der Bleicherde entsprechende grauweisse Schicht		Die rostbraune Schicht des Podsolbodens bedeckt sich mit einer für die Schwarzerde charakteristischen humusreichen Schicht	

weissen und der schwarzbraunen Schicht eine dunkle Schicht; im dritten Querschnitt ist die dunkle Schicht ausgeprägt, und der Boden weist nur Spuren der Podsol- und der schwarzbraunen Schicht auf.

Somit haben wir es hier mit einer Gliederveränderung des Podsolmoores zu tun: das Vorhandensein einer dunklen Schicht zwischen der grauweissen und der schwarzbraunen Schicht der Kolaer Podsolmoorböden zeigt, dass im Grenzgebiete der Tundra und des Waldes eine Vergrösserung der Torffläche und eine Abnahme des Waldareals vor sich geht.

Im Grenzgebiet der Schwarzerde und der Podsolzone werden degradierte Schwarzerden beobachtet (Enculescu 1924, Karte V), die verschiedene Degradierungsstadien der Schwarzerde darstellen. Bei ihrer allmählichen Podsolierung enthält die Schwarzerde in ihrem tieferen Teile lange eine dunkle Schicht (Dranizyn 1914). Dabei stellen die degradierten Schwarzerden und die grauen Wald-

[1]) Nach Dranizyn (1914), Jakowlew (1914), Wityn (1924), Florov (1927).

erden, die in einer Tiefe von 50—100 cm eine dunkle Schicht beherbergen, deutliche Merkmale des Vordringens des Waldes in die Steppe dar (Tab. 36).

So rücken die nördliche und die südliche Grenze des Waldgürtels der gemässigten Zone von Norden nach Süden vor: in dieser Richtung verschiebt sich der ganze Waldgürtel.

Die Verschiebung des Waldgürtels begann schon vor langer Zeit, und ihre Ursache bildet wahrscheinlich die subatlantische Klimaverschlechterung in Europa.

5. Fremdlingsfaktoren.

Die Faktoren, die auf eine bestimmte Landschaft Einfluss haben, können dreierlei Art sein (Tab. 37). Die Fremdlingsfaktoren[1]) (Passarge 1920) stammen aus der Umgebung der Landschaft, während die Heimatsfaktoren[1]) in die Landschaft hineingehören. Ausser den genannten werden solche Faktoren festgestellt, die der Landschaft und ihrer Umgebung gemeinsam sind. Die Entstehungsbedingungen der Kulturoase von Ägypten bilden das Wüstenklima, das niederschlagsreiche tropische Afrika und die Form des Flusstales des Nils. Der Wasserreichtum von Ägypten wird vom regenreichen Gebirgsland Abessiniens bedingt, das weit von Ägypten liegt und so als ein Fremdlingsfaktor erscheint. Das Überschwemmtwerden von Ägypten dagegen wird von einem Heimatsfaktor — der Form des unteren Niltales — bedingt. Das Wüstenklima aber ist sowohl für die Kulturoase von Ägypten als auch für ihre Umgebung charakteristisch.

Die Fremdlingsformen, Fremdlingsfaktoren usw. dürfen nicht mit einem fremden Glied der Landschaft verwechselt werden. Als fremde werden solche Glieder betrachtet, die nicht unter den vorliegenden Bedingungen entstehen können. Obgleich der Nil eine Fremdlingsform der Wüste ist (Passarge 1933, S. 57), gehört er nicht zu ihren fremden Gliedern, denn er entsteht unter den heute in der Landschaft vorhandenen Bedingungen. Die ausgetrockneten Nebenflüsse des Nils (Aufrère 1931, S. 875) und andere Wadis der Sahara dagegen sind in Bezug auf die gegenwärtig in der Sahara vorherrschenden Bedingungen fremd.

[1]) Jäger (Jäger 1928) nennt sie landfremde (landfremdes Wasser) und landeigene Faktoren.

Tab. 37. Fremdlings- und Heimatsfaktoren*).

	Faktoren	Wirkungsgebiete	Übertragungsweise der Wirkung	Resultate der Wirkung
Fremdlingsfaktoren	**Regenreiche Gebirgsländer:** Abessinien (Addis Abeba 126 cm) Hindukusch Hochland v.Bihe	**Wasserarme Wüsten:** Sahara (Kairo 3,2 cm) Turan Kalahari	Flüsse: Nil Murghab Kubango	Entstehung wasserreicher Regionen in Trockengebieten: Kulturoase von Ägypten Flussoase von Merw Ngami
	Warme Meeresströmungen: Golfstrom Guineastrom	**Küstenländer:** Britische Inseln Kamerun	Luftströmungen	Grosse Niederschlagsmenge: Westküste Schottlands 189 cm Debundja 1047 cm
	Tropisches Meer: Antillenmeer Malaiisches Meer	**Gemässigte Zone:** Westeuropäisches Meer Westkanadisches Meer	Meeresströmungen: Golfstrom Kuroschio, Aleutenstrom	Vordringen warmen Wassers in die gemässigte Zone: Entstehung relativ warmer Meeresregionen
	Europäische Staaten: England	**Schwach besiedelte Länder:** Nordamerika	Verkehr	Gründung von Kolonien: Kanada
Faktoren, die der Landschaft und ihrer Umgebung gemeinsam sind	**Wüstenklima** Sahara — Arabien Turan	**Wasserbecken in Wüsten:** Rotes Meer Karabugas		Entstehung salzreicher Wasseransammlungen: Grosser Salzgehalt (bis 40‰) Ablagerung von Glaubersalz
	Ungleichmässige Landhebung: Fennoskandien	**Seengebiete:** Puulasee		Vorrücken der Seen nach Südosten
Heimatsfaktoren	**Geologischer Untergrund:** Silurischer Kalkstein	**Bodengebiete:** Nordestland		Intrazonale Böden: Richkböden
	Flache Vertiefung: Selgus	**Gemässigte Zone:** Selgus		Entstehung der Moore: Moorisoo

*) Nach Andrusow (1916), Schokalski (1917), Hann (1910 u. 1911), Meinardus (1934) u. a.

Von grosser Wichtigkeit ist die Ausbreitungsweise der Einflüsse von Fremdlingsfaktoren. Man unterscheidet hier zwei extreme Fälle. Ein Fremdlingsfaktor kann seinen Einfluss in vielen Richtungen ausbreiten. So tun sich die atlantischen Einflüsse des Golfstroms in ganz Westeuropa kund. Andererseits werden schmale Ausbreitungswege der Einflüsse von Fremdlingsfaktoren beobachtet. Das sind talähnliche, gewöhnlich geneigte Bodenformen, die reiches Wasser aus niederschlagsreichen Gebirgsländern oder grossen Wasserbecken in die Wüsten führen, wie das Tal von Murghab (Makejew 1932), die Strasse von Karabugas (Andrusow 1916), ferner das Goldene Tor bei San Francisco (Hann 1911, S. 351).

Es gibt ferner Gebiete, worin bestimmte Bedingungen beobachtet werden, die das Vorrücken der Einflüsse eines Fremdlingsfaktors begünstigen. Einen Streifen begünstigter Bewegung beobachten wir z. B. im Gebiete des Westeuropäischen Meeres (Markus 1930 d), wo die atlantische Wärme den Golfstrom entlang weit nach Norden vordringt (Abb. 13) und die Januarisothermen stark polwärts ausgebuchtet werden (Hettner 1923, S. 23).

Wenn man bestimmte sich verschiebende Erscheinungen behandelt, so kann man oft einen Komplex anderer Erscheinungen feststellen, welche Hindernisse für die Verschiebung der erstgenannten Erscheinungen bilden. Solche Hindernisse können als Grenzschranken (Sölch 1924, Markus 1932) betrachtet werden. Eine wichtige klimatische und biogeographische Grenzschranke z. B. bildet ein hohes Gebirge, das die Ausbreitung der Einflüsse warmer Meeresströmungen behindert, Wanderungen der Tiere beeinflusst usw. Eine völkerscheidende Kraft haben weite Moorgebiete, schwer zu durchdringende Galeriewälder mit Sumpfstreifen (Haushofer 1927, S. 179) u. a. Ferner gehören zu den Grenzschranken die Gebiete des Zusammentreffens von Faktoren entgegengesetzter Richtung, wie die ozeanische Polarfront usw.

Grenzschranken bilden gewöhnlich die Grenzlinien der Verbreitungsgebiete der entsprechenden Erscheinungen, d. h. die Grenzen der Einflüsse des relativ warmen Westkanadischen Meeres (Kordilleren), des relativ warmen Westeuropäischen Meeres (Isländische Polarfront) usw. Wenn eine Grenzschranke die Form eines Bogens hat und dabei der durch Grenzschranken von drei Seiten umgebene Raum in der Richtung eines bestimmten Fremdlingsfaktors geöffnet ist, so entsteht in diesem Raum eine Land-

Tab. 38. Landschaftsbuchten.

Landschaftsbucht	Bedingungen: Bogenförmige Grenzschranke	Bedingungen: Geöffnet in der Richtung des Fremdlingsfaktors	Folgeerscheinungen
Tiefland des Rion	Kaukasus mit den Transkaukasischen Gebirgen	Westliche, vom Meere wehende Winde (Schwarzes Meer, Atlantischer Ozean)	Regenreiches Gebiet: jährliche Niederschlagsmenge >150 cm
Tiefland der Kura	Kaukasus mit den Transkaukasischen Gebirgen	Östliche, von kontinentalen Ländern wehende Winde: Turan	Verhältnismässig niederschlagsarme Gebiete: Jährliche Niederschlagsmenge <40 cm
„ der Walachei	Balkan mit den Karpaten	kontinentales Osteuropa	<50 cm
„ des Po	Alpen mit den Apenninen		<75 cm
Rhonebecken	Alpen mit den Cevennen	Warme Gebiete (Süden, Meere): Mittelmeer	Warme Länder: Vordringen der Dattelpalme; des Öl- und des Maulbeerbaumes; längs dem Tiefland weit nach Nordosten | Norden (Hettner 1923, S. 116 u. 285)
Tiefland von Andalusien	Sierra Nevada mit der Sierra Morena	Atlantischer Ozean	
Norwegische Klimabucht	Skandinavische Gebirge mit der Isländischen Polarfront	Warmes, aus den Troppen strömendes Wasser	Warmer Winter

schaftsbucht (Tab. 38), die den Einflüssen des genannten Fremdlingsfaktors unterworfen ist und oft weit in das Wirkungsgebiet eines anderen Faktors hineinreicht. Das sind gegen Meere und kontinentale Länder gerichtete offene Beckenlandschaften, wie das regenreiche Tiefland des Rion, das warme Rhonebecken u. a. Besonders weit in das polare Gebiet dringt die norwegische Klimabucht des warmgemässigten atlantischen Klimagebietes ein (Abb. 13 u. 17).

Wenn in einer Grenzschranke eine Lücke, d. h. eine solche Stelle vorhanden ist, die die Verschiebung bestimmter Erscheinungen nicht behindert oder sogar sie begünstigt, so kann diese Lücke als Pforte bezeichnet werden. Die Anthropogeographie kennt eine Dsungarische Pforte in Asien, ein Völkertor zwischen dem Ural und dem Kaspischen See usw.

Zwischen der Sierra-Nevada und den Küstenkordilleren liegt ein grosses, von Bergen umringtes Bassin, das mit dem Pazifischen Ozean durch das Goldene Tor in Verbindung steht. Die Stadt Sacramento, die sich in diesem Bassin befindet, hat ein ziemlich kontinentales Klima, die Jahresschwankung der Temperatur beträgt hier 15° (Hann 1911, S. 351) und die Monatstemperatur erreicht ihr Maximum schon im Juli (22.4°). San Franzisko aber, das am Goldenen Tor liegt, befindet sich im Sommer unter dem Einfluss der von dem kalten Kalifornischen Strom durch das Goldene Tor einströmenden kühlen Luft, weshalb Juli und August in San Franzisko kälter sind als der September und die Jahresschwankung der Temperatur nur 5.5° erreicht.

Als klimatische Pforten erscheinen die Quertäler, die Gebirgsketten durchqueren (Goldenes Tor in den Küstenkordilleren), ferner ein zwischen zwei Wasserbecken liegender Kontinent (Ausbuchtung der Januarisothermen zwischen der Ostsee und dem Schwarzen Meer; Abb. 13), dann eine zwischen einem Meeresbecken und den Bergen sich befindende Ebene, ein zwischen zwei Kontinenten liegendes Wasserbecken.

6. Kreuzungsgebiete.

Wenn ein Gebiet unter dem Einflusse zweier oder mehrerer Fremdlingsfaktoren sich befindet, so bildet es ein Kreuzungsgebiet dieser Faktoren.

Bei der Behandlung eines Kreuzungsgebietes untersucht man

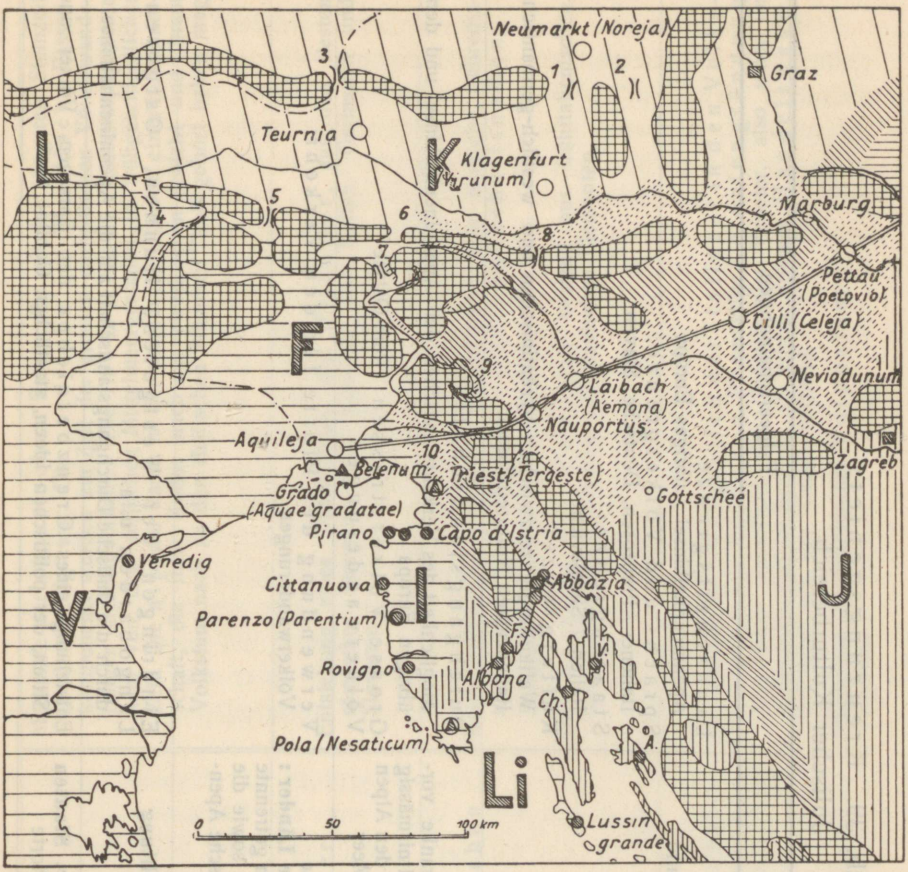
die Grundbedingungen, die diesem Gebiet eigen sind, stellt die Faktoren auf, deren Wirkungsgebiete hier zusammentreffen, und behandelt die Resultate der Kreuzung, d. h. man betrachtet diejenigen Erscheinungen, die infolge der Kreuzung entstehen.

Der Julische Kulturbereich (Hochholzer 1931a) (Tab. 39, Abb. 14 u. 40) liegt zwischen den Alpen und der Adria. Eine seiner wichtigsten Grundbedingungen bildet das hohe Gebirge — die Alpen, die als eine Grenzschranke erscheinen. Diese Grenzschranke trennt die Apenninenhalbinsel von dem kontinentalen Teil Europas, sonderte früher das römische Kulturland von den nördlichen Ländern, bildet heute eine Grenze der Sprachen, Völker und Staaten (Frankreich / Italien, Österreich / Italien usw.). Eine andere Grenzschranke bildet das Adriatische Meer, das eine Fortsetzung der oben erwähnten Grenzschranke darstellt und eine Grenze zwischen den slavischen und den romanischen Völkern bildet.

In der aus den Alpen und dem Adriatischen Meer zusammengesetzten Grenzschranke befindet sich eine Pforte — ein verhältnismässig niedriges Land, das eine Durchgangslandschaft bildet, und das in geschichtlicher Zeit viele Völkerstrassen durchzogen haben. Durch diese Pforte ging eine römische Verkehrsstrasse, die Rom mit der Ostsee verband. Durch sie drangen viele Völker in die Apenninenhalbinsel ein. Hier kreuzen sich Sprachgebiete, treffen Staaten zusammen (Italien und Südslavien).

Ferner beobachten wir in Europa eine ostwestliche Hauptrichtung der Völkerwanderungen in geschichtlicher Zeit (Dainelli 1933, S. 10). Von Osten kamen und drangen durch die Julische Durchgangslandschaft auf die Apenninenhalbinsel die Westgoten, die Hunnen, die Ostgoten, die Langobarden u. a.

Die Faktoren, unter deren Einfluss der Julische Kulturbereich sich entwickelt hat, sind anthropogeographischer Art. Hier befindet sich der Grenzbereich der Sprachen, der Völker, der staatlichen Gebilde, der politischen Ideen und der Sitten. Zwischen den Alpen und dem Adriatischen Meer sind viele Völker zusammengetroffen, die dieses Land durchzogen haben. In neuester Zeit lernt man hier eine Grenzerweiterung der romanischen und slavischen Völker kennen. Im Julischen Kulturbereich wird ein Mischungsgebiet der Sprachen festgestellt. Hier haben sich früher drei Kulturen — die pannonisch-byzantinische, die germanisch-mitteleuropäische und die mediterrane miteinander berührt.



Die Hochgebirgsmassive und die urwaldbedeckten Mittelgebirgsschollen der Landschaft.

Wichtige Pässe, seit vorgeschichtlichen Zeiten begangen.

Deutscher Volksbereich.

Italienischer Volksbereich.

Slowenischer Volksbereich.

Kroatischer Volksbereich.

Ungarischer Volksbereich.

Vorrömische Kulturzentren.

Römische Kulturzentren; römische Städte auf älterer Grundlage.

Venet. Stadtgründungen; venet. Städte auf älterer (römischer) Grundlage.

Slawische Ortsgründungen.

Grenze der ehemaligen Alpenslawen gegen bajuwarisches, langobardisches und ladinisches Gebiet.

Die große „Weltkulturgrenze" Mitteleuropas im Sinne O. Lehmanns und E. Hansliks (als Resultierende aus Völkergrenzen und Gebirgsumwallung).

Die Römerstraße von Aquileja nach Poetovio (Richtung der prähistorischen „Bernsteinstraße").

Abb. 40. Kulturgeographische Übersichtskarte des Julischen Kulturbereichs (Hochholzer 1931 a).
F — Friaulier, I — Istrer, J — Japuden, K — Karner, L — Ladiner, Li — Liburner, V — Veneter; 1, 2, 3 ... Pässe, Senken, Täler.

Tab. 39. Kreuzungsgebiet: Julischer Kulturbereich.

Bedingungen			Folgeerscheinungen
Grundbedingungen der Entstehung des Kreuzungsgebietes	Grenzlinie	1. **Grenzschranke:** Hochgebirge — Alpen und Adriatisches Meer	Landschaftsgrenze: Apenninenhalbinsel / übriges Europa Sprach- und Völkergrenze: Italiener / Franzosen, Deutsche, Slaven Staatengrenze: Italien / Südslavien Kulturgrenze: Weltkulturgrenze zwischen byzantinischen und westlich-germanisch-italienischen Kultureinflüssen
		2. **Pforte,** die in dieser Grenzschranke vorhanden ist: ein verhältnismässig niedriges Land zwischen den Alpen und dem Adriatischen Meer	Durchgangslandschaft: Möglichkeit des Verkehrs zwischen der Apenninenhalbinsel und dem übrigen Europa Grosse Völkerstrassen: Rom-Ostsee Völkerwanderungen
	Voneinander getrennte Gebiete	3. Durch die Grenzschranke **voneinander getrennte Länder:** Europa und das von ihm getrennte Kulturzentrum von Rom sowie die reich gesegnete subtropische Apenninenhalbinsel	Verwendung der Pforte für den Verkehr: Völkerwanderungen
		4. **Ostwestliche Hauptrichtung** der Völkerwanderungen	Eindringen der Westgoten, Hunnen, Ostgoten, Langobarden u. a. durch die Julische Durchgangslandschaft auf die Apenninenhalbinsel
		5. **Berührung der Völker, Staaten und Kulturen** in der Pforte	Entstehung eines Grenzbereiches der Sprachen, Völker und Sitten, der politischen Ideen, staatlichen Gebilde usw.

Kreuzungserscheinungen		
	Rassenmischung	Merkmale der dinarischen Rasse, die seit der jüngeren Steinzeit „bodenständig" war. Die nordische und die ostische Rassenkomponente wurden zur Zeit der grossen europäischen Völkerwanderungen hereingebracht. Die mediterrane Rassenkomponente kam von den südlichen Mittelmeergestaden in frühgeschichtlicher Zeit. Die alpine Rasse ist der somatische Überrest einer Bewohnerschaft, die ihrer Kultur nach zur etruskischen Schicht und ihrem Volkstum nach zu den rhätischen Stämmen Tirols gehört haben mag
	Mischung der Völker	Entstehung eines Mischvolkes, der Friaulier, aus den Resten römischer Bewohner um Aquileja, aus Kelten, Germanen und Slovenen
	Kreuzung der Sprachen	Keltisch-illyrische, slavische, germanisierte, rein deutsche, frühromanische und italienische Orts- und Landschaftsnamen: Beligna — Belenum (von Belenus) Die Sprache der Friaulier bestand aus frühitalienischen, langobardischen, keltischen und slavischen Elementen
	Kreuzung der wirtschaftsgeographischen Erscheinungen und staatlichen Gebilde	Das militärische Übergreifen der Italiener in den Volksbereich der Slovenen. Planmässige Koloniengründung der Römer ausserhalb des Gebietes der Veneter, also schon im keltisch-karnischen Bereich, an einem grossen Handelswege, der Rom mit der Ostsee verband Entstehung geographischer Vorposten: Aquileja

Im Resultate der Kreuzung entsteht im Kreuzungsgebiet eine Gesamtheit der Erscheinungen, die durch die Wirkung einzelner Faktoren hervorgerufen werden. Wenn wir z. B. die im Julischen Kulturbereich vorkommenden Völker rassenkundlich untersuchen, so ist die heutige Bevölkerung das Ergebnis einer vielfältigen Rassenmischung zwischen dinarischer, ostischer, nordischer, mediterraner und alpiner Rasse. Während nordische und ostische Elemente von jenen Völkern mitgebracht wurden, die an den grossen europäischen Völkerwanderungen teilnahmen, ist die dinarische Rasse im Ostteil unseres Gebietes seit der jüngeren Steinzeit gleichsam „bodenständig" (Hochholzer 1931 a), da sie die Stammrasse der Illyrier darstellt. Die mediterrane Rassenkomponente kam von den südlicheren Mittelmeergestaden auch bereits in frühgeschichtlicher Zeit in unsere Gegenden. Die alpine Rasse ist der somatische Überrest einer Bewohnerschicht, die ihrer Kultur nach zur etruskischen Schicht und ihrem Volkstum nach zu den rhätischen Stämmen Tirols gehört haben mag. Ausser dem Mischungsgebiet der Rassen weist der Julische Kulturbereich andere Kennzeichen auf, die von der Kreuzung der hier sich kundgebenden Faktoren zeugen. So wechseln hier die keltisch-illyrischen Ortsnamen mit den slavischen, germanischen und romanischen usw.

Jeder Faktor ruft im Kreuzungsgebiet die Entstehung ihm entsprechender Glieder hervor. Wenn nun die Faktoren in verschiedenen Zeiten wirksam waren, so findet man im Kreuzungsgebiet allen diesen Faktoren entsprechende Kennzeichen, wobei die in späterer Zeit wirksam gewordenen Faktoren die früher gebildeten Glieder des Kreuzungsgebietes oft verändert haben. Wenn die Faktoren gleichzeitig auf ihr Kreuzungsgebiet einwirken (Tab. 40), so können ausser den den einzelnen Faktoren entsprechenden Gliedern durch das gleichzeitige Zusammenwirken vieler Faktoren spezielle, neue Erscheinungen hervortreten, die in dem Wirkungsgebiet jedes einzelnen Faktors nicht beobachtet werden. Während z. B. die Nebel sowohl im Gebiete des Labrador- als auch des Golfstroms ziemlich selten auftreten, bildet das Kreuzungsgebiet des kalten polaren Wassers und des warmen Wassers der Westwindzone in der Umgebung von Neufundland das typischste Nebelgebiet der Erde mit seinen Eisbergen usw. Bei der Kreuzung kalter und warmer Luft bilden sich Niederschläge, die für die Kalt- und Warmfront charakteristisch sind.

Tab. 40. Kreuzung geographischer Faktoren[1]).

Gebiete	Faktoren	Resultate der Wirkung	
		von einem einzigen Faktor bedingte	durch das Zusammenwirken der Faktoren hervorgerufene
Ozeanische Polarfront	**1. Kalte Meeresströmung**	Kaltes Oberflächenwasser, Eisberge	Nebelreichtum
	2. Warme Meeresströmung	Warmes Oberflächenwasser	Grosse Temperaturschwankungen des Oberflächenwassers (15^0—22^0)
Nordatlantik südlich von Neufundland	Labrador und Golfstrom		Scharung der Isothermen des Oberflächenwassers
Umgebung von Hokkaido	Oyaschio und Kuroschio		Rasche Vertiefung der Zyklonen
Berührungsgebiet zweier Völker	**Nationale Einflüsse von verschiedener Richtung**	Vorkommen der Vertreter zweier Völker im Berührungsgebiet	Mischungsgebiete der Völker, Sprachen und Sitten Ortsnamen, die Elemente verschiedener Sprachen enthalten
Setukesien (Estland)	Esten, Russen		Estifizierung russischer Ortsnamen: Zaputje (russ.) — Saptja (estn.)
Julischer Kulturbereich	Rassen, Sprachen, Kulturen, Staaten	Rein slavische Ortsnamen	Germanisierte Ortsnamen, Mischvolk — Friaulier (s. Tab. 39)

7. Vorposten.

Wenn die Grenze zweier geographischer Gebiete sich verschiebt, so dringen die Glieder des vordringendes Gebietes in das zurückweichende Gebiet ein, beginnen sich zu entwickeln und verstärken oft die Erscheinungen der Grenzverschiebung. Das *Sphagnum* z. B., das in einen flachen Wald vorrückt, bildet im Walde kleine, verstreute Polster, die allmählich wachsen und über den ganzen Wald transgredieren, während der Wald ausstirbt (Markus 1932, S. 21). In solchen Fällen sprechen wir von Vorposten der vordringenden Gebiete. Illustrieren wir die Wichtigkeit der Vorposten für die Grenzverschiebung durch die Charakte-

[1]) Nach Schott (1926), Hochholzer (1931 a), Markus (1936) u. a.

risierung der Tätigkeit des Klosters von Petseri, das sich im südöstlichen Teil von Estland, in der Stadt Petseri befindet (Tab. 41) (Tammekann 1934, Markus 1936).

Die Grundbedingungen, die die Tätigkeit des Klosters bedingen, sind folgende.

Durch Setukesien zieht sich die westliche slavische Sprachgrenze, die die Slaven von den westlich von ihnen lebenden Völkern trennt. Diese Grenze beginnt in der Nähe von Narva, fällt mit der Peipuslinie zusammen, durchquert Setukesien und umgibt von Osten Lettland, Litauen und Ostpreussen. Im Untersuchungsgebiet laufen die Verbreitungsgebiete der Slaven (Russen), der Fenno-Ugrier (Esten) und der Balten (Letten) zusammen.

Auf der estnisch-russischen Sprachgrenze liegt eine wichtige Grenzschranke — die Peipuslinie, die im Kapitel II, 7 besprochen wurde (Tab. 8). Setukesien bildet eine unmittelbare Verlängerung der Peipuslinie in südlicher Richtung. Hier befindet sich ein ebenes Land — ein schrankenfreies Gebiet, weshalb die mit der Peipuslinie zusammenfallenden anthropogeographischen Grenzlinien in südlicher Richtung auseinandergehen (Abb. 14 u. 15 b).

Weiter lenkt unsere Aufmerksamkeit auf sich der Drang der Slaven nach Westen, zur Ostsee, der schon in der jüngeren Eisenzeit begonnen und bis in die neueste Zeit fortgedauert hat.

Der Drang der Slaven nach Westen hat in Setukesien die Grenzverschiebung zwischen Esten und Russen hervorgerufen.

Es ist mir gelungen, die Verschiebung der estnisch-russischen Sprachgrenze in den letzten zwei Jahrhunderten genauer zu untersuchen. Es gibt in Setukesien nur wenige russische Dörfer, die früher von der estnischen Bevölkerung umgeben waren und infolgedessen estnisch geworden sind. An der östlichen Grenze des estnischen Sprachgebietes dagegen werden viele Dörfer konstatiert, die in den letzten Jahrhunderten allmählich russifiziert worden sind. In einem solchen Dorf — Kovăslova — gibt es z. B. sieben estnische und sieben russische Familien. Man kann sogar Stadien der Verschiebung der Sprachgrenze aufstellen und beweisen, dass die östliche estnische Sprachgrenze in den letzten Jahrhunderten allmählich nach Westen zurückgewichen ist.

Die Tätigkeit des Klosters ging unter dem Schutze

Tab. 41. Geographischer Vorposten: Orthodoxes Kloster von Petseri.

	Faktoren			Folgeerscheinungen	
Grenzgebiet: westliche Grenze der slavisch-orthodoxen Kultur	Ihre südliche Verlängerung der Grenzlinie	Drang der Slaven nach Westen zur Ostsee Widerstand der das Ostbaltikum besiedelnden Völker	Peipussee als Grenzschranke	Peipuslinie: Zusammenfallen der a) Staats- b) Völker- u. Sprach- und c) Kulturgrenzen	Russland / Orden, Schweden, Estland Fennougrier / Slaven lutherische / orthodoxe Religion lateinische / russische Schrift
				Auseinanderlaufen der Staats-, Völker-, Sprach- und Kulturgrenzen	
Kreuzungsgebiet		Völker: Esten / Russen Kulturen: slavisch-orthodoxe / protestantische Kultur Staaten: Russland / Orden, Schweden, Estland		Mischungsgebiet der Völker und Sprachen: gemischte Ehen, mosaikartiges Ineinandergreifen estnischer und russischer Landstriche Ortsnamen: gemischte, estnische, russische Volk westlicher, Kultur westlicher und östlicher Abstammung: Setu-Esten, Folklore estnisch. Religion orthodox; slavischer Charakter der Gebäude und Siedlungen; grosse Zahl der Analphabeten Häufige Kriege in geschichtlicher Zeit um den Besitz des Landes, besonders zwischen dem Orden und Russland	
Grenzverschiebung		Drang der Slaven nach Westen in den letzten Jahrhunderten		Verschiebung der estnisch-russischen Sprachgrenze von Osten nach Westen Russifikation estnischer Gemeinden im vorigen Jahrhundert	
Vorposten		Vorstoss der slavisch-orthodoxen Kultur Russische Staatsidee		Kolonisierung der Umgebung des Klosters: zahlreiche Wottschinen des Klosters in seiner Umgebung, grosse slavische Sprachinsel in der Umgebung des Klosters Ausbreitung der griechisch-katholischen Religion	

der westlichen russischen Staatsgrenze vor sich, die die Setukesen — d. h. die Esten Setukesiens — von dem lückenlosen estnischen Sprachgebiet lange Zeit abtrennte.

Setukesien bildet das Kreuzungsgebiet von Faktoren, die östlicher wie westlicher Abstammung sind. Aus dem Osten drang in Setukesien die slavisch-orthodoxe Kultur, die russische Staatsidee usw. vor. Westlichen Charakter tragen die estnisch-lutherische Kultur, die Ideen der westlichen Staaten u. a. Infolge der Kreuzung östlicher und westlicher Einflüsse empfing Setukesien Merkmale, die verschiedener Herkunft sind. Das in Setukesien lebende Völkchen — die Setukesen — gehört zu den Esten, und ihre Sprache erscheint als eine südestnische Mundart. Von Westen haben die Setukesen den grössten Teil ihrer Folklore, ihre Kleidung u. a. bekommen. Von Osten dagegen ist nach Setukesien die griechisch-katholische Religion, der slavische Charakter der Gebäude u. a. eingedrungen. Da Setukesien früher zum Pleskauer Gouvernement gehörte, finden sich unter den Setukesen viele Analphabeten. Die Ortsnamen sind estnischer (Alaotsa) oder russischer (Sokolova) Abstammung; oft enthält ein Ortsname neben dem russischen Suffix einen fenno-ugrischen oder sogar einen baltischen Stamm (Truusmann 1897), oder die russischen Ortsnamen sind estifiziert (Zaputje — Saptja).

Infolge der Verschiebung der estnisch-russischen Sprachgrenze ist in Setukesien ein estnisch-russischer Mischungsraum entstanden, wo die Sprachinseln der Esten und der Russen mosaikartig ineinander greifen.

Das Kloster von Petseri liegt somit im Grenzgebiet der estnisch-lutherischen und der slavisch-orthodoxen Kultur, wurde ins Sprachgebiet der Esten verlegt und bildete einen Vorposten der slavisch-orthodoxen Kultur. Heute befindet es sich im estnisch-russischen Mischungsraum.

Das Kloster wurde von Russen im XV. Jahrhundert im Tale des kleinen Flusses Kamenka gegründet. Die Kamenka hat ihr Bett tief in den roten Devonsandstein hineingeschnitten, in die lange Höhlengänge eingegraben sind, wo Kirchen und Katakomben eingerichtet wurden. „Höhle" heisst russisch пещера, und mit diesem Worte wurde später auch die Stadt bezeichnet, die in der Umgebung des Klosters entstand (russisch Petschory, estnisch Petseri, deutsch Petschur). Seine Blüte erreichte das Kloster im XVI. Jahrhundert, zur Zeit seines hervorragenden Vorstehers Kornelius (Serebjanski 1908).

Um das Kloster wurde eine grossartige Mauer aus Kalkstein erbaut, und es erwarb viel Ackerland, Wiesen usw. Noch im Jahre 1749 gehörten dem Kloster bis 4000 Menschen an.

Die Umgebung des Klosters bildet eine homogene slavische Sprachinsel, die ein fruchtbares, leicht welliges, schwach drumlinisiertes Land einnimmt und einen Durchmesser von 12—13 km hat. Die Setukesen dagegen siedeln in dem weniger fruchtbaren Teile von Setukesien: eine unruhige Moränenhügellandschaft, weite Sandflächen und wenig fruchtbare Grenzteile des drumlinisierten Gebietes. Nach den Urkunden des Klosters (Urkunden 1646, 1686, 1711) und einiger Kirchen von Setukesien befanden sich vor Jahrhunderten in der Umgebung des Klosters mehr als 70 Güter (Wottschina) des Klosters, während südwestlich vom Kloster alle Dörfer dem Kloster gehörten. Nach den verheerenden Kriegen schenkte der Zar Iwan IV. dem Kloster menschenleere Dörfer (Russische „Letopisi" IV, 1848, S. 307 f.), während die Aufgabe des Klosters war, diese Dörfer zu besiedeln (Serebrjanski 1908, S. 414). So entstand die erwähnte slavische Sprachinsel im Resultate der Kolonisierungstätigkeit des Klosters. Neben dieser Tätigkeit breitete das Kloster unter den Esten die orthodoxe Religion aus, bildete einen wichtigen Stützpunkt in Kriegszeiten usw.

Das Kloster hat heute seine frühere Bedeutung verloren. Seine frühere Tätigkeit aber bildet für uns eine glückliche Gelegenheit für die Charakterisierung des Wertes eines Vorpostens für die Grenzverschiebung. Unter seinem Einflusse ist in Setukesien, in der unmittelbaren Umgebung des Klosters, in einem früheren estnischen Sprachgebiet ein estnisch-russisches Mischungsgebiet entstanden, wo sich russifizierte Dörfer finden, und wo in das estnische Sprachgebiet slavische Sprachinseln eingedrungen sind. Das Mischungsgebiet ist am umfangreichsten in der Umgebung des Klosters, während es sich sowohl in südlicher als auch in nördlicher Richtung stark verschmälert.

VI. Komplexe und Typen.

1. Kleinste Naturkomplexe.

Eine Landschaft zerfällt in eine Anzahl von einzelnen Teilen, die kleinere Landschaften darstellen. Wenn wir Landschaften in kleinere Einheiten teilen, so werden wir zuletzt zu kleinsten gelangen, die man nicht weiter aufteilen kann, ohne den Begriff der Landschaft aufzugeben.

Als kleinste Naturkomplexe werden solche betrachtet, die homogene Elemente aufweisen. Erörtern wir deshalb die Frage, wie man die Homogenität eines Naturkomplexes nachprüfen soll.

Um die Homogenität eines bestimmten Individuums der Naturkomplexe nachzuprüfen, beschreibt man eine Anzahl von Abschnitten dieses Individuums und vergleicht sie miteinander.

Im zentralen Teil der Moorbucht von Lauge steht ein junger Birkenwald (Karte 41, VI b), der 700 m lang und 250 m breit ist. Die 8—15 m hohe Birke *Betula pubescens* ist gesund und stattlich. Zwischen den Birken finden sich Kiefern und Fichten.

Die Tabelle 42 behandelt 10 Probeflächen (1—10) aus dem genannten Birkenwalde und alle in diesen Probeflächen auftretenden Pflanzenarten. Sie zeigt, dass die Vegetation des Birkenwaldes durch zehn Konstanten charakterisiert wird. Das sind: *Betula pubescens* W.[1]), *Pinus silvestris* W., *Picea excelsa* G., *Aira caespitosa*, *Angelica silvestris*, *Carex panicea*, *Comarum palustre*, *Geum rivale*, *Pirola secunda* und *Potentilla tormentilla*. Einen Konstanzgrad von IV erreichen *Juniperus communis*, *Rhamnus frangula*, *Aspidium spinulosum*, *Carex flava*, *Carex Goodenoughi*, *Cirsium palustre*, *Filipendula ulmaria* und *Menyanthes trifoliata*. Somit haben die beschriebenen Probeflächen viele gemeinsame Pflanzenarten: konstant sind zehn Arten, den Konstanzgrad IV und V erreichen 18 Arten. Andere Arten sind über die 10 Probeflächen gleich-

[1]) W. = Waldschicht, G. = Gebüschschicht.

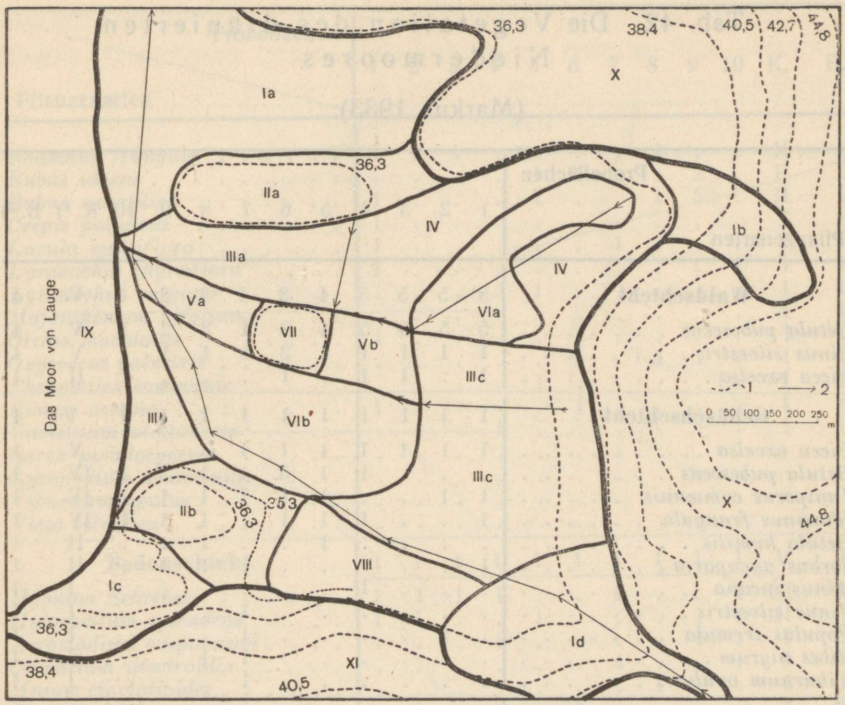


Abb. 41. Südöstliche Moorbucht von Lauge (Markus 1933).

Punktlinien (1) — Isohypsen (die Zahlen zeigen die Höhe über dem Meeresniveau in Metern)

Pfeile (2) — Richtung des Wassers in den Gräben. Nord oben.

Landschaftsverbände der Moorbucht:

I. Erlenbruchmulden.
II. Flacher Espenwall.

Dräniertes Niedermoor:

III. Wiese.
IV. Weide.
V. Torfgruben.
VI. Wald.
VII. Erlenbuckel.
VIII. Echtes Niedermoor.

Umgebung der Moorbucht:

IX. Echtes Moor von Lauge.
X. Ackerland.
XI. Espenwald.

mässig verteilt, wobei keine einzige Probefläche nur ihr eigene Arten enthält. Kurz gesagt, die Zusammensetzung der Vegetation

Tab. 42. Die Vegetation des dränierten Niedermoores

(Markus 1933).

Pflanzenarten \ Probeflächen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	K.[1]	B.[2]
Waldschicht	5	5	5	5	4	3	4	3	2	1	V	4
Betula pubescens	5	5	5	5	4	2	4	3	2	1	V	4
Pinus silvestris	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	V	1
Picea excelsa	1	.	1	1	.	1	.	.	.	.	II	1
Gebüschschicht	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	V	1
Picea excelsa	1	1	1	1	1	1	1	1	.	1	V	1
Betula pubescens	.	.	.	1	1	3	1	1	3	1	IV	1
Juniperus communis	1	1	.	.	1	1	1	1	1	1	IV	1
Rhamnus frangula	1	.	.	1	1	1	1	1	1	1	IV	1
Betula humilis	.	.	.	.	1	.	.	1	1	.	II	1
Sorbus aucuparia	1	.	.	.	.	.	.	1	1	.	II	1
Alnus incana	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	I	1
Pinus silvestris	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	I	1
Populus tremula	.	1	.	.	.	.	1	.	.	.	I	1
Ribes nigrum	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	I	1
Viburnum opulus	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	I	1
Feldschicht	3	3	3	3	5	5	4	5	5	5	V	4
Aira caespitosa	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	V	1
Angelica silvestris	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	V	1
Carex panicea	3	1	1	1	2	2	1	3	2	1	V	2
Comarum palustre	1	1	1	1	1	4	1	2	1	2	V	1
Geum rivale	1	1	1	1	2	1	1	1	3	1	V	1
Pirola secunda	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.	V	1
Potentilla tormentilla	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	V	1
Aspidium spinulosum	1	1	1	1	1	1	.	.	.	2	IV	1
Carex flava	1	1	.	1	1	1	.	1	1	2	IV	1
Carex Goodenoughi	1	1	.	1	.	1	1	1	.	2	IV	1
Cirsium palustre	1	1	1	1	.	1	.	1	1	1	IV	1
Filipendula ulmaria	.	.	1	.	2	1	1	1	2	1	IV	1
Menyanthes trifoliata	1	2	1	1	.	1	1	1	.	1	IV	1
Agrostis alba	1	1	1	1	1	.	.	.	1	.	III	1
Fragaria vesca	.	1	1	1	.	.	.	.	1	1	III	1
Galium uliginosum	1	1	1	.	.	1	1	1	.	.	III	1
Peucedanum palustre	1	.	.	1	1	1	.	1	.	.	III	1
Ranunculus cassubicus	1	1	1	1	1	.	.	.	.	1	III	1
Brunella vulgaris	.	1	1	.	1	1	.	.	.	.	II	1
Caltha palustris	.	1	1	1	.	.	1	.	.	.	II	1
Carex rostrata	1	.	.	.	.	.	.	1	.	1	II	1
Equisetum heleocharis	.	1	1	.	.	.	1	1	.	.	II	1
Equisetum silvaticum	.	.	.	.	1	1	.	1	.	1	II	1
Eriophorum latifolium	.	.	.	1	.	.	1	.	.	1	II	1
Ranunculus repens	.	.	1	.	1	.	1	.	.	1	II	1

[1]) K. = Konstanzgrad. [2]) B. = Bedeckungsgrad.

Pflanzenarten \ Probeflächen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	K.	B.
Rhamnus frangula	1	.	1	.	.	.	.	1	.	.	II	1
Rubus idaeus	.	.	.	.	1	1	.	.	2	.	II	1
Rubus saxatilis	1	.	.	.	2	.	.	1	5	.	II	1
Crepis paludosa	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	1
Luzula multiflora	1	.	.	.	.	.	1	.	.	.	I	1
Lysimachia thyrsiflora	1	.	.	.	.	.	.	.	.	1	I	1
Lysimachia vulgaris	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	I	1
Majanthemum bifolium	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	I	1
Orchis maculatus	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	1
Oxycoccus palustris	.	.	.	.	.	1	.	1	.	.	I	1
Phragmites communis	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	I	1
Rumex acetosa	1	.	.	.	.	1	.	.	.	.	I	1
Vaccinium uliginosum	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	I	1
Carex pseudocyperus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Lycopodium annotinum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Viburnum opulus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Vicia silvatica	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Bodenschicht	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	V	1
Hypnum Schreberi	1	1	1	1	.	.	1	.	.	1	III	1
Hylocomium splendens	1	1	.	.	1	.	.	.	.	1	II	1
Acrocladium cuspidatum	.	.	.	1	.	.	.	.	1	.	I	1
Climatium dendroides	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	I	1
Mnium cinclidioides	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	I	1
Rhytidiadelphus triquetrus	.	1	.	.	.	1	.	.	.	.	I	1

zeigt, dass der ganze Birkenwald zu ein und derselben Assoziation gehört und eine homogene Pflanzendecke hat.

Der Boden besteht in allen 10 Querschnitten aus drei Schichten. Die oberste Schicht besteht aus einer verwesten bruchwaldtorfähnlichen Masse, die 3—10 cm mächtig ist. Unter ihr liegt 30—150 cm mächtiger verwester Seggentorf. Dann folgt bläulicher Lehm — eine Gleyschicht. Somit besteht der Boden im ganzen Birkenwalde aus ein und denselben Schichten, die ihrem Charakter nach in allen Bodenquerschnitten übereinstimmen.

Ebenso homogen ist das Relief des Birkenwaldes. Die Erdfläche ist fast eben und dabei nur schwach nach W geneigt: das Gefälle beträgt 1/900[1]) (genauer 1/890), und verstreute Bulten erreichen eine Höhe von 20—25 cm und einen Durchmesser von 40—100 cm.

Das lithologische Element wird im ganzen Birkenwalde durch den bläulichen Lehm vertreten.

[1]) *Tangens* des Neigungswinkels = 1/900.

Die gleichzeitigen Messungen des Grundwasserniveaus im Birkenwalde und in den Erlenbruchwaldmooren (Karte 42) zeigen,

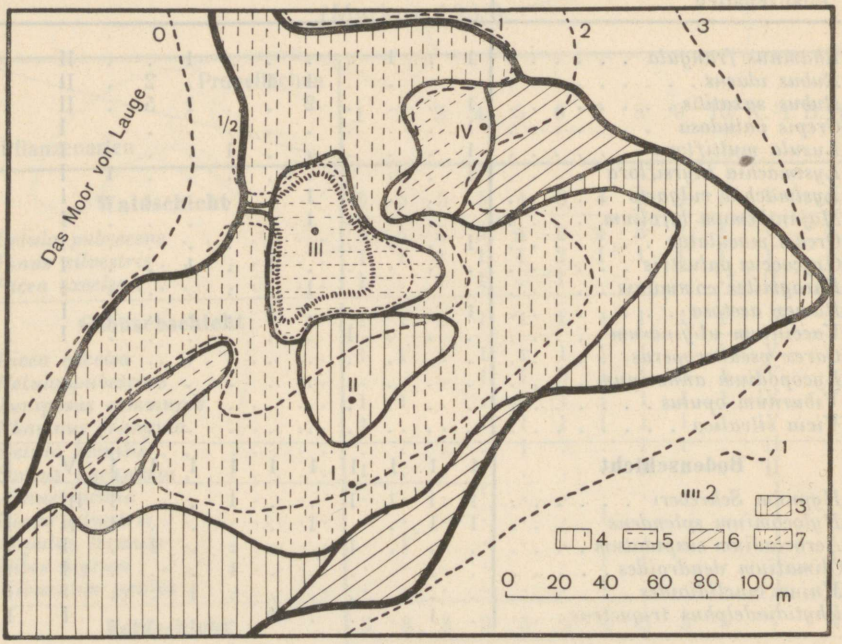


Abb. 42. Erlenbruchmulde in Lauge (Markus 1934).

1. Isohypsen (die Zahlen zeigen die Höhe über dem Niveau des Moores in Metern).
2. Die Grenze des Gebietes, das am 21. August 1930 mit Wasser bedeckt war (Tiefe des Wassers 8—20 cm).
3. Wald.
4. Höheres oder Erlenbruchwaldmoor.
5. Niederes oder Birkenbruchwaldmoor.
6. Podsolmoor.
7. Wiese.

I, II, III, IV . . . . Bodenquerschnitte.

Nord oben.

dass das Grundwasserniveau im Birkenwalde höher als an der unteren Grenze und tiefer als an der oberen Grenze des Erlenbruchwaldmoors liegt. Also stimmt der genannte Birkenwald seinem hydrologischen Element nach mit dem Erlenbruchwaldmoor überein.

Über die klimatischen Bedingungen unseres Birkenwaldes

liegen keine Beobachtungen vor; doch kann das Klima eines kleinen Gebiets als gleichmässig betrachtet werden.

Wie die Tabellen 42, 43 und 44 zeigen, stimmen die Probeflächen 1—10 in ihren meisten Elementen überein. Nur im Gebiet der Probeflächen 8—10 erfolgt periodisches Mähen, sie sind deshalb nicht homogen mit den anderen Teilen des Birkenwaldes und gehören zu einem anderen, speziellen Komplexindividuum (Baumwiese). Die Probeflächen 1—7 aber zeigen ein und dasselbe Individuum — einen Wald, der homogene Elemente aufweist. Dieser kleinste Naturkomplex kann als dräniertes Niedermoor bezeichnet werden.

Die kleinsten Naturkomplexe wurden genauer in Selgus untersucht. Hier nehmen sie Flächen ein, deren Grösse gewöhnlich zwischen 100 und 1000 qm schwankte. Doch ist für die kleinsten Naturkomplexe keineswegs ihre Grösse, sondern die Homogenität ihrer Elemente charakteristisch. Es scheint mir, dass es auf der Erdoberfläche homogene Naturkomplexe gibt, die recht gross sind. Man darf solche Naturkomplexe in denjenigen Erdgebieten suchen, die unter sehr gleichmässigen Bedingungen existieren, wie z. B. die tropischen Teile des Weltmeeres.

Passarge (Passarge 1930, S. 35 f.) bezeichnet die Individuen kleinster Landschaften als landschaftliche Zwergräume.

2. Verbände von Naturkomplexen.

Hettner (Hettner 1927, S. 129) stellt die Begriffe des Typus und des Komplexes auf, indem seine chorologische Auffassung auf zwei Verhältnissen beruht, nämlich auf der geographischen Kausalität und dem Vorhandensein geographischer Komplexe und Systeme. Hettner zeigt, dass die nebeneinander liegenden Erdstellen Komplexe bilden, die je nach ihrer Grösse als Landschaften, Länder usw. bezeichnet werden (Hettner 1927, S. 293).

Auf der Abb. 42 ist eine Erlenbruchmulde dargestellt, die von drei Seiten von einem flachen Espenwald und von einer Seite von einem echten Niedermoor umgeben ist.

Die Erlenbruchmulde ist 300 m lang und 250 m breit und wird von zwei Arten des Erlenbruchwaldmoors (Wald, Wiese), zwei Arten des Podsolmoors (Wald, Wiese) und einer Art des Birkenbruchwaldmoors (Wiese) gebildet. Ausser den genannten Arten gehören zur Erlenbruchmulde ein Pfad, der die Mulde durch-

Tab. 43. Gattung „stark dräniertes Niedermoor" (Markus 1933).

Elemente der Naturkomplexe / Arten	Wald	Baumwiese	Wiese	Früheres Ackerland	Weide
Konstante Pflanzenarten	*Betula pubescens* *Carex panicea* *Geum rivale* *Potentilla tormentilla* *Comarum palustre* *Aira caespitosa*		*Achillea Millefolium* *Betula pubescens* *Brunella vulgaris* *Galium palustre* *Luzula multiflora* *Vicia silvatica* *Festuca rubra* *Filipendula ulmaria*	*Acrocladium cuspidatum* *Rumex acetosa*	
Bodenschichten	Verweste obere Bodenschicht: wenig gebunden / gebunden / stark gebunden				
	Verwester Seggentorf Gleyschicht				
Grundwasserniveau	Entspricht dem Grundwasserniveau des höheren Bruchwaldmoors				
Geologischer Untergrund	Wasserdichtes Gestein				
Relief	Eine fast horizontale und ebene Erdfläche (Gefälle 1/900)				
Tätigkeit des Menschen	Dränierung				
	Ausholzen				Weiden
		Mähen		Beackerung	

quert, und ein natürlicher flacher Graben, der eine spärliche Vegetation (*Alisma plantago*, *Carex panicea*, *Juncus conglomeratus* u. a.) beherbergt, nur 14 m lang, $3^1/_2$ m breit und 30—40 cm tief, von Sand und anderem angeschwemmten Material eingenommen ist.

Die Birkenbruchwiese nimmt den niedrigsten Teil der Erlenbruchmulde ein und erreicht im Durchmesser 70 m. Sie ist durch

den oben erwähnten Graben mit dem echten Moor von Lauge verbunden und von einem Erlenbruchwaldmoor (Wald und Wiese) umgeben. An den Rändern der Erlenbruchmulde liegt Podsolmoor, das als Wald oder Wiese erscheint.

Tab. 44. Gattung „stark dräniertes Niedermoor" (Markus 1933).

	Wald	Baumwiese	Wiese	Früheres Ackerland	Weide
Gemeinsame Eigenschaften der Arten	*Carex panicea* *Geum rivale* *Potentilla tormentilla* Verweste obere Bodenschicht Verwester Seggentorf Dränierung u. s. w.				
Spezielle Eigenschaften einzelner Arten	Bäume	Mähen		Beackerung	Weiden u. s. w.

Seinem Relief nach stellt die zu besprechende Erlenbruchmulde eine talähnliche Vertiefung dar, die 3 m tief und nach W geneigt und deren westlicher Teil breit, der östliche schmal ist. Das Gefälle beträgt an der Achse der Bruchmulde (O — W) 1/80, am nördlichen Flügel 1/50—1/60, am südlichen Flügel 1/110 und im Gebiet der niederen Bruchwiese 1/400.

Im Untergrunde der Bruchmulde liegt Bänderton, der hier als Lehm erscheint.

Die hydrologischen Bedingungen der Erlenbruchmulde wurden im Kapitel II, 2 charakterisiert.

Wenn wir nun die Lageverhältnisse der einzelnen Glieder der Erlenbruchmulde behandeln wollen, so ziehen wir in Betracht, dass die Grundelemente der Erlenbruchmulde das Klima, der geologische Untergrund, das Relief und das anthropologische Element sind. Da aber das Klima und der geologische Untergrund in der

ganzen Erlenbruchmulde ein und denselben Charakter tragen, so wird die Verbreitung der einzelnen Glieder der Erlenbruchmulde durch die zwei anderen Elemente bedingt. Die Birkenbruchwiese nimmt, wie oben erwähnt, den niedrigsten Teil der Erlenbruchmulde ein, hat eine fast horizontale Oberfläche (Gefälle 1/400), stellt eine 15—25 cm tiefe flache Wanne dar, ist durch einen kleinen Graben mit dem echten Moor von Lauge verbunden und hat fast immer reichliches Wasser. Das Birkenbruchwaldmoor ist von einem Erlenbruchwaldmoor umgeben, das die geneigten Teile der Bruchmulde umfasst, und worin das Grundwasser im Sommer in einer bestimmten Tiefe liegt. Das Podsolmoor liegt höher als das Erlenbruchwaldmoor oder umfasst kleine Aufwölbungen, die in das Erlenbruchwaldmoor eingedrungen sind.

Diejenigen Stellen, wo Mähen stattfindet, bilden Wiese, andere Flächen — Wald.

Mithin besteht die beschriebene Erlenbruchmulde aus einer Gruppe bestimmter gemeinschaftlich auftretender kleinerer Naturkomplexe, die zusammen ein deutlich abgrenzbares Ganzes bilden, hat ein bestimmtes Relief, bestimmte hydrologische Verhältnisse und andere Elemente, während ihr Charakter durch ihre Grundelemente bestimmt wird.

Eine Gruppe von Landschaften, die gemeinschaftlich auftreten, heisst landschaftlicher Komplex (Markus 1930 c) oder Landschaftsverband (Passarge 1933, S. 59) bzw. Verband von Naturkomplexen. In ähnlicher Weise werden auch die Begriffe eines Moorkomplexes (Randkomplex, Erosionskomplex, Stillstandskomplex) (Osvald 1923, Bogdanowskaya-Guihéneuf 1928), eines Seenkomplexes, eines Höhlenkomplexes usw. gebildet.

Das Wort „Naturkomplex" bedeutet also nicht nur einen Komplex kausal miteinander verbundenen Erscheinungen, sondern auch einen Komplex von kleineren Einheiten: die Naturkomplexe stellen Gruppen gemeischaftlich auftretender kleinerer Naturkomplexe dar. Nur die kleinsten homogenen Landschaften können nicht in noch kleinere Landschaften aufgeteilt werden.

Aus den Verbänden niederer Grössenordnung werden die Verbände höherer Grössenordnung zusammengestellt.

Die besprochene Erlenbruchmulde bildet einen Teil der Moorbucht von Lauge.

Nach ihrem Relief erscheint die Moorbucht von Lauge als ein breites und kurzes Muldental (Karte 41). Es hat einen Durchmesser von 1—1,5 km. Die Talhänge gehen allmählich in die Talsohle über. Der südliche und der östliche Talhang haben ein bedeutendes Gefälle (1/50 und 1/35). Nach Norden erhebt sich das Muldental allmählich zu einem niedrigen Moränenhügel. Nach W ist das Muldental offen. Die Sohle des Muldentales ist breit, fast eben und kaum bemerkbar nach W geneigt (Gefälle 1/900). In das Muldental dringen zwei niedrige, mehr oder weniger wallähnliche Erhebungen ein (Höhe $1^1/_2$—2 m), zwischen denen eine kleine buckelähnliche Aufwölbung liegt (Höhe $^1/_2$—1 m).

Das charakteristische Glied der Moorbucht ist das dränierte Niedermoor. Es nimmt den zentralen Teil — die breite Sohle des Muldentales — ein. Sein Areal ist gross: es bedeckt fast $^3/_5$ der Moorbucht.

Das Hauptglied des dränierten Niedermoores — der Wald — besteht aus einem jungen Birkenwald und einem Boden, gebildet von einer oberen verwesten Schicht, dem Seggentorf, und der Gleyschicht (Tab. 42—44). Dabei war das Muldental früher von einem ruhenden Niedermoor bedeckt. Infolge der negativen Grenzverschiebung zwischen Wald und Moor bedeckte sich der Seggentorf mit einer verwesten Bodenschicht. Aus dem Walde entstanden später andere Glieder des dränierten Niedermoores: durch Mähen entsteht Wiese, durch Weiden — Weide, durch Beackerung — Ackerland. Ausserdem sind im Gebiet des Niedermoores Torfgruben angelegt worden.

Somit ist das Niedermoor eng mit dem Charakter der Sohle verbunden. Andere Naturkomplexe entstehen da, wo es spezielle Existenzbedingungen dafür gibt. Geneigte Mulden beherbergen höhere Bruchwaldmoore, die auch niedrigere Aufwölbungen in sich schliessen. Die $1^1/_2$—2 m hohen Aufwölbungen sind mit Gliedern eines Espenwaldes bedeckt.

Der Landschaftsverband der Moorbucht von Lauge besteht aus einer Anzahl kleinerer Verbände. Dies sind geneigte Erlenbruchmulden (Karte 42), ein niedriger Erlenbuckel (seine Bestandteile: ruhender Erlenbruchwald, schwach dränierter Erlenbruchwald, stark dränierte Bruchweide), niedrige Espenwälle (lehmiger flacher Wald mit Espe, Birke und Fichte, sandiger flacher Wald, flaches Ackerland, schwach versumpftes Podsolmoor, Erlenbruchrinne), ruhendes Niedermoor und die aus dem dränierten Niedermoor entstandenen Verbände: der Verband des Birkenwaldes z. B.

enthält ausser dem Walde auch Baumwiesen, kleine Abschnitte von Wiesen, einen kleinen Erlenbuckel u. a. Der Landschaftsverband der Torfgruben besteht aus parallelen Landstreifen — den Rücken des dränierten Niedermoores und den zwischen den letzteren liegenden langgestrecken, 1—$1^1/_2$ m tiefen Torfgruben, die vom Wasser und *Carex rostrata, Comarum palustre, Menyanthes trifoliata* u. a. eingenommen sind.

Die Moorbucht von Lauge erscheint also als eine Gruppe bestimmter gemeinschaftlich auftretender Naturkomplexe und stellt einen Landschaftsverband höherer Grössenordnung dar. Die Entstehung dieses Verbandes als eines Ganzen wird durch sein topographisches Element bedingt: alle Glieder des beschriebenen Verbandes gruppieren sich um das Muldental der Moorbucht. Die Verbreitung der einzelnen Glieder des Verbandes aber wird durch die speziellen Eigenschaften seines Reliefs (Niedermoor in der Talsohle, Erlenbruchwaldmoor in einer geneigten Mulde usw.) und des anthropologischen Elements (Mähen, Ausholzen) sowie durch die Genesis dieser Glieder erklärt.

Die Moorbucht von Lauge bildet einen Teil eines noch grösseren Landschaftsverbandes. Dies ist das Moor von Lauge, das 7—8 km im Durchmesser hat, im Transgressionsgebiet eines postglazialen Sees liegt und seinerseits dem Landschaftsverband des Seenbeckens von Võrtsjärv (Transgressionsgebiet, Moore und nasse Wälder) angehört (Durchmesser des Beckens 40—50 km).

Hier noch einige Beispiele für Verbände von Landschaften.

Die Kreidelandschaft von Jasmund (Schulz 1931, Fig. 1), die 6—10 km im Durchmesser beträgt, besteht aus vier Teillandschaften 2. Ordnung — einer Waldrückenplatte, einer Küstenrandzone, einem nordwestlichen und einem südwestlichen Flügelhorst, die alle im Durchmesser 6 km nicht übersteigen. Die Waldrückenplatte zerfällt in die Teillandschaften 3. Ordnung (Durchmesser 1—3 km): Wiesenmulde, Felderrücken, Horstabfall usw.

Die Deltalandschaften der Wüsten entstehen durch Vereinigung eines Flusses, der Salz- und Süsswasserseen, der Wadis usw. (Kapitel IV, 5). An dem Aufbau des Tundrengürtels sind die Tundrenflachländer, Tundrengebirge, Tundrenbergländer u. a. beteiligt (Passarge 1921, Berg 1928 u. 1930).

Die Libysche Wüste wird aus Oasenarchipelen, Wadikomplexen, Dünenlandschaften u. a. aufgebaut (Rohlfs 1881, Karten; Walther

1924). Der Verband der Dünenlandschaft von Vilo wurde in Kapitel II, 3 charakterisiert (Abb. 2, Tab. 3).

3. Typen der Naturkomplexe.

Vor dem Forscher liegen bestimmte untereinander verwandte Landschaften: die Steppen Russlands, die Prärien von Nordamerika, die Pampas Argentiniens usw. Diese Landschaften sind alle nicht identisch: jede Landschaft hat ihre individuellen Eigenheiten und besitzt Merkmale, die anderen ähnlichen Landschaften fehlen. Bei der generalisierenden Abstraktion vernachlässigt man die von einem individuellen Fall zum anderen wechselnden Eigenschaften der Landschaften, hebt die der gesamten Gruppe gemeinsamen Merkmale hervor und bildet so den Gattungsbegriff der zu besprechenden Objekte (Wundt II, 1920, S. 13 u. 49). Von den Individuen der Naturkomplexe, d. h. den realen Naturkomplexen, die dem Lokalbestand der Pflanzengeographen (Braun-Blanquet 1926—1931) und dem zoologischen Individuum entsprechen, kommt man durch ihre Vergleichung zu den idealen Naturkomplexen (Markus 1925 c), Ideallandschaften (Passarge 1927, S. 46), idealen Landschaftstypen (Passarge 1921, S. 56) oder Typen (Hettner 1927, S. 276) der Naturkomplexe, die mit der zoologischen Art, Gattung u. a., dem pflanzengeographischen Verband, der Assoziation und der Assoziationsordnung (Koch 1925, Braun-Blanquet 1925) verglichen werden können.

Besprechen wir die Aufstellung der Typen kleinster Naturkomplexe.

Bei der Aufstellung des Typus eines dränierten Niedermoors z. B. vergleichen wir, wie es bei der Behandlung der Erlenbruchwaldmoore geschah (Kap. II, 2), verschiedene Individuen der Niedermoore untereinander und bestimmen ihre konstanten Merkmale.

Ein dräniertes Niedermoor (Tab. 43, Wald) wird charakterisiert durch *Betula pubescens* 4[1]), *Aira caespitosa* 1, *Carex panicea* 2, *Comarum palustre* 1, *Geum rivale* 1, *Potentilla tormentilla* 1, durch einen aus einer verwesten Masse, dem Seggentorf, und einer Gleyschicht bestehenden Boden, durch geringes Gefälle

[1]) 4 — Bedeckungsgrad.

der Erdfläche und durch die den Wasserverhältnissen der Erlenbruchwaldmoore entsprechenden hydrologischen Bedingungen.

Eine genetische Klassifikation soll einen Ausdruck der Entwicklung der Naturkomplexe darstellen (Wundt II, 1920, S. 54). Das Bedecktwerden des Seggentorfs mit einer verwesten Schicht zeigt, dass der zu besprechende Naturkomplex aus einem Niedermoor durch dessen Dränierung entstanden ist. Infolgedessen dürfen wir Merkmale aufstellen, die einerseits einem Niedermoore eigen sind und andererseits in dieses Niedermoor eingedrungen sind. Aus einem Niedermoor stammen der Seggentorf, *Carex rostrata*, *Comarum palustre*, *Menyanthes trifoliata* u. a., während bei seiner Dränierung das Moor sich mit einem Birkenwalde bedeckte, in diesen Wald *Angelica silvestris*, *Filipendula ulmaria*, *Fragaria vesca*, *Geum rivale* u. a. eindrangen und im Boden eine neue obere Schicht entstand.

Um die kausalen Bedingungen zu erfassen, die bei der Entstehung des Typus der dränierten Niedermoore massgebend sind, stellen wir ein gemässigtes Klimagebiet und ein sehr geringes Gefälle in den Vordergrund. Das geringe Gefälle der Bodenfläche (1/900) ruft eine Stagnation des Grundwassers hervor, und im gemässigten Klimagebiet entsteht ein Moor (Abb. 15, a und b). Durch die Tätigkeit des Menschen, d. h. durch das Ziehen von Gräben, wird das Moor in einen Birkenwald verwandelt.

Bei der Aufstellung der Arten kleinster Naturkomplexe vergleicht man untereinander verschiedene Individuen dieser Naturkomplexe, findet ihre gemeinsamen Merkmale, bestimmt die kausalen Beziehungen, die für alle Individuen charakteristisch sind, und gibt die gemeinsame Entstehungsweise dieser Naturkomplexe an.

Nach der Beschreibung der Arten der Landschaft sind Einheiten höherer Ordnung — Gattungen, Familien u. a. — aufzustellen. In den Tabellen 43 u. 44 z. B. sind ausser dem mit einem Birkenwald bedeckten dränierten Niedermoor noch vier andere Arten (Baumwiese, Wiese, früheres Ackerland, Weide) des dränierten Niedermoores dargestellt. Jede von ihnen hat ihre speziellen Eingeheiten. Doch enthalten sie alle bestimmte gemeinsame Pflanzenarten, bestimmte Bodenschichten usw. und werden deshalb zu einer Gattung zusammengefasst.

Erörtern wir nun die Aufstellung der Typen von Landschaftsverbänden, die aus kleineren Landschaften aufgebaut sind.

Die Kameslandschaften Estlands (Abb. 19) bestehen aus Rücken, Kuppen und Eisenkungen. Die Rücken stellen schmale symmetrische oder asymmetrische Erdwälle dar, die gewöhnlich bis 30 m breit und bis 15 m hoch sind, und deren Abhänge bis 30° grosse Neigungswinkel haben. Die Rücken haben eine marginale oder eine radiale Richtung. Im ersteren Falle erheben sie sich aus der Umgebung der Kameslandschaft und fliessen bei der Annäherung an die letztere mit ihr zusammen. Ein typischer radialer Rücken befindet sich in einer Kameslandschaft in Nordestland (Vatku). Er stellt einen symmetrischen Erdwall dar, der 17 m hoch ist, und dessen Neigungswinkel gegen 39° erreichen. Die Kuppen — die in einer Kameslandschaft am häufigsten vorkommende Form — sind nach ihrer Form abgerundet, oval oder gestreckt. Die Neigungswinkel der Abhänge betragen 5—25°. Ihre relative Höhe beträgt 7—20 m. Die Kuppen sind untereinander durch rückenartige Aufwölbungen von verschiedener Grösse verbunden. Die Einsenkungen sind tal- oder schüsselförmig. Ihre Grösse schwankt in bedeutenden Grenzen. Die grösseren Schüsseln können bis 15—20 m tief sein und Neigungswinkel von 5—20° haben.

Bei der Oberflächengestaltung der Kameslandschaft spielen die Kuppen die Hauptrolle, die Rücken und die Einsenkungen sind von geringerer Bedeutung. Die Kuppen mit den Schüsseln verleihen den meisten Kameslandschaften ein eigentümlich unruhiges und doch einförmiges Gepräge. In wenigen Fällen sind die Kuppen untereinander eng verbunden, und die bezüglichen Kameslandschaften haben eine ruhige, wellige Oberfläche.

Den wichtigsten Naturkomplex der Kameslandschaften (Abb. 20 u. 21) bildet der in Kapitel III, 3 beschriebene hügelige Nadelwald, der mit dem eine dunkle Bodenschicht enthaltenden Walde und dem sandigen Ackerlande die Kuppen und Rücken der Kameslandschaften, d. h. die Flächen mit tiefem Grundwasserniveau, einnimmt (Tab. 17). In den Einsenkungen dagegen kommen Bruchwaldmoore, junge Moore, echte Moore, Teiche und Seen vor. An den Grenzgebieten zwischen dem Nadelwalde und den in den Einsenkungen liegenden Naturkomplexen befinden sich Podsolmoore und flache Wälder.

Einige Naturkomplexe (hügeliger Nadelwald, Nadelwald mit dunkler Bodenschicht, Podsolmoor, Bruchwaldmoor, junges Moor) wurden oben beschrieben. Sandiges Ackerland hat gewöhnlich eine geringe Verbreitung. In wenigen Fällen fehlt sandiges Acker-

Tab. 45. Naturkomplexe der Kameslandschaften
(Markus 1930 b, Karte 1).

	1	2	3	4	5	6	9	10	15	16	17	18	19	20	22	B[1]	K[2]
Heide[3]	.	1	5	2	.	.	.	4	4(5)[4]	1	1	2 (3)	1 (2)	1	1 (2)	2 (3)	IV
Hügeliger Nadelwald	1	2	1	4 (5)	5	1	5	4	3	2	3	4	3 (2)	3	5	4	V
Hügeliger Nadelwald mit dunkler Bodenschicht	5	1	.	1	1	5	1 (2)	.	.	5	4	3 (2)	4	4	2	3	IV
Ackerland	3	5	.	1	1	3	2	.	1	3	2	2	1	3	2	2	V
Flacher Wald	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	1	1	I
Podsolmoor	1	2	1	1	1	1	1	1	1	.	1	1	1	1	1	1	V
Bruchwaldmoor	1	1	.	.	1	1	1	.	1	.	1	1	1	1	1	1	IV
Junges Moor	1	1	2	1	1	1	.	1	1	1	1	1	2	1	1	1	V
Echtes Moor	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	.	.	1	I
Teich	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	1	1	1	1	.	1	II
See	.	.	1	1	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	1	I
Versumpfter See	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1	I
Grösse in qkm	3,0	2,4	2,5	2,2	2,1	1,6	1,1	7,9	4,3	4,5	10,9	2,7	4,7	1,8	12,9		

[1]) B. — Mittel der Bedeckungsgrade. [2]) K. — Konstanzgrad. [3]) Bedeckungsgrade der Heide: 1, 5, 2. [4]) Die Heide bedeckt fast $^2/_3$ der ganzen Kameslandschaft.

land vollständig, in anderen Fällen bedeckt es den grösseren Teil der Kameslandschaft (Tab. 45, 3 u. 2: Läsna, Punamaa). Im letzteren Falle hat man es mit einer ziemlich ruhigen, d. h. mehr oder weniger ebenen Erdfläche zu tun. Sandiges Ackerland fehlt da, wo die Kameslandschaft mit grobem Sand bedeckt ist. Das gegenwärtige Ackerland gehört fast nur Waldwächtern. Der Boden des sandigen Ackerlandes hat zwei Schichten: auf dem rostbraunen Sand liegt eine Kulturschicht.

Trockenere Teile der Kuppen und die Kameslandschaften mit grobem Sand sind von Heide eingenommen, die *Pinus silvestris*, *Calluna vulgaris*, *Arctostaphylos uva ursi*, *Calamagrostis epigea*, *Lycopodium complanatum* und schwach podsolierten Sandboden enthält.

Das Bruchwaldmoor ist aus einem Erlen- und einem Birkenbruchwaldmoor zusammengesetzt. Oft ist es versumpft: sein Boden ist mit Sphagnumtorf bedeckt, und die rostbraune Schicht ist verschwunden.

In echten Mooren erreicht der Torf ein oder mehrere Meter Mächtigkeit, und die Kiefer tritt nur in der Gebüschschicht auf. Teiche und Seen beherbergen tiefere Schüsseln, wobei die Seen zuweilen mit Torf bedeckt sind.

Die Tabelle 45 stellt die Zusammensetzung von 15 Kameslandschaften dar. Sie zeigt, dass jede Kameslandschaft von einer bestimmten Gruppe gemeinschaftlich auftretender Naturkomplexe gebildet wird und so einen Landschaftsverband (Markus 1930 b) darstellt. Die Tabelle lässt gemeinsame Eigenschaften solcher Landschaftsverbände konstatieren, ihren Typus aufstellen. Dieser Typus enthält ein in allen Kameslandschaften vorkommendes konstantes Glied — den hügeligen Nadelwald. Nur ausnahmsweise fehlen in einer Kameslandschaft sandiges Ackerland, junges Moor und das Podsolmoor. Den Konstanzgrad IV haben Heide, hügeliger Nadelwald mit dunkler Bodenschicht und Bruchwaldmoor. Der hügelige Nadelwald besitzt in der Kameslandschaft das grösste Verbreitungsgebiet: er stellt das Hauptglied des betreffenden Landschaftsverbandes dar. Selten treten in Kameslandschaften echtes Moor, flacher Wald und Seen auf.

Das soeben angeführte Beispiel zeigt, wie die Typen grösserer Landschaften durch kleinere Landschaften charakterisiert werden können. Erfordert aber die Komplexnatur der Landschaft eine besondere Betrachtung, so lässt ihre individuelle Natur

daneben die Betrachtung gewöhnlicher geographischer Individuen auf sie anwenden (Hettner 1927, S. 281): die Typen der Landschaften können auch als Gesamtheiten ihrer Elemente erfasst werden. Jede Kameslandschaft z. B. hat ein bestimmtes lithologisches Element, d. h. besteht aus geschichtetem Sand und Kies, besitzt ein bestimmtes Relief usw.

Im logischen Sinne dürfen die Begriffe „Typus" und „Komplex" [1]) nicht verwechselt werden. Wir müssen auf der Erdoberfläche zweierlei Beziehungen unterscheiden: erstens solche der Gleichheit oder Verschiedenheit und zweitens Lagebeziehungen. Aus jenen ergeben sich die Typen, aus diesen die Komplexe[1]) (Hettner 1927, S. 280). Die Teile eines Komplexes (Verbandes) müssen räumlich zusammenhängen, während die Typen zerstreute Verbreitung haben können. Der Begriff des Typus gehört dem idealen Naturkomplex, während Komplexe (Verbände) Individuen (Hettner 1927, S. 279), d. h. reale Naturkomplexe, sind. Jede Gattung enthält bestimmte Arten, die nur dieser Gattung angehören können. Ein Verband dagegen besitzt Arten sowohl ein und derselben als auch verschiedener Gattungen, indem dieselbe Art an der Zusammensetzung verschiedener Gattungen teilnehmen kann (Markus 1930 c, S. 11). Dem Komplex Hettner's entspricht in der Pflanzengeographie der Assoziationskomplex (Osvald 1923), dem Typus dagegen die Assoziation, der Verband und die Assoziationsordnung (Rübel 1923).

Es sei weiter hinzugefügt, dass der geographischen Klassifikation sich Verbände beliebiger Grössenordnung unterordnen. Doch sind die Arten grösserer Verbände keineswegs identisch mit den Gattungen kleinerer. So bilden die Arten, Gattungen u. a. der Erlenbruchwaldmoore einerseits und die Arten, Gattungen u. a. der Bruchmulden, die durch Vereinigung der Erlenbruchwaldmoore, Birkenbruchwaldmoore usw. entstehen, andererseits zwei Reihen von Begriffen, die ganz selbständig sind.

4. Das Verhältnis zwischen den Landschaftsverbänden und ihren Gliedern.

Vergleichen wir nun die Landschaftsverbände und ihre Glieder in bezug auf ihre relative Grösse, erörtern wir die Frage, warum Landschaften sich in Verbände zusammenordnen, und behandeln wir die Beziehungen zwischen den Landschaften und ihren Verbänden.

[1]) Komplexe Hettner's = Verbände.

Die Dimensionen der Landschaftsverbände sind gewöhnlich sowohl in horizontaler als auch in vertikaler Richtung grösser als die der Glieder.

Wenn wir z. B. ein Hochmoor in horizontaler Richtung durchwandern, so beobachten wir seine verschiedenen Glieder — kleinere Naturkomplexe: Schlenken, Teiche usw., deren Durchmesser kleiner ist als der des ganzen Naturkomplexes. Im vertikalen

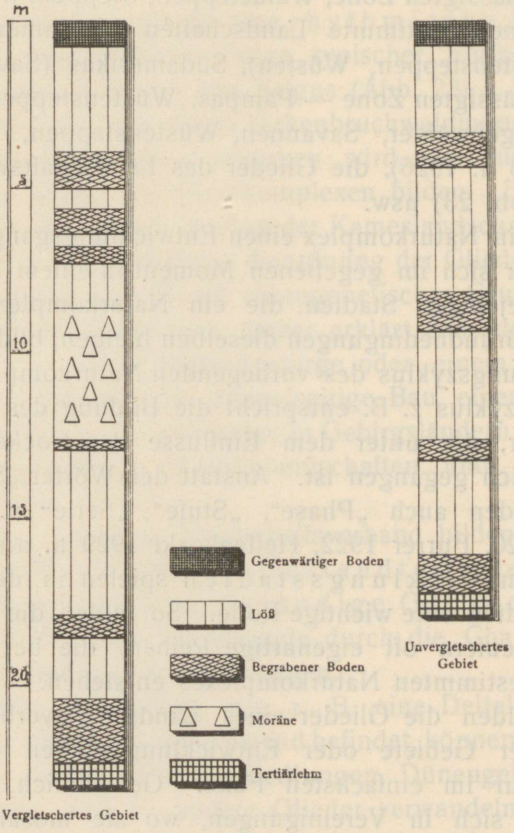


Abb. 43. Lössprofile (Florov 1927).

Querschnitt des Hochmoores finden wir ausser den erwähnten noch andere Glieder — Seggentorf, Gyttja u. a., die gewöhnlich weniger mächtig sind als das ganze Hochmoor. Ebenso haben die Löss- und Schwarzerdeschichten in den ausgedehnten russischen Steppen

eine Mächtigkeit von bis 20 m (Abb. 43), während die in Steppen auftretenden kleinen Seen oft nur 1—3 m tief sind.

Bei der Untersuchung der Anordnung von Gliedern eines Landschaftsverbandes müssen wir chorologische und geschichtliche Gesichtspunkte im Auge haben

Chorologisch angeordnete Landschaften bilden im typischen Falle Reihen geographischer Gebiete (Tab. 6). Nach dem Reihenprinzip z. B. sind einige Landschaften Russlands angeordnet (Waldgürtel der gemässigten Zone, Waldsteppen, Steppen, Wüstensteppen, Wüsten), ferner bestimmte Landschaften Nordamerikas (Wälder Prärien, Wüstensteppen, Wüsten), Südamerikas (Savannen, Gras-, land der gemässigten Zone — Pampas, Wüstensteppen), des Sudan (tropische Regenwälder, Savannen, Wüstensteppen, Wüsten) usw. (Hettner 1923 u. 1926), die Glieder des Landschaftsverbandes von Moorisoo (Abb. 23) usw.

Wenn ein Naturkomplex einen Entwicklungsgang durchmacht, so befindet er sich im gegebenen Moment in einem Entwicklungsstadium. Diejenigen Stadien, die ein Naturkomplex durchmacht, wenn seine Grundbedingungen dieselben bleiben, bilden zusammen den Entwicklungszyklus des vorliegenden Naturkomplexes. Einem Entwicklungszyklus z. B. entspricht die Bildung des Kalktuffes im Alvastra-Moor, die unter dem Einflusse des trockenen borealen Klimas vor sich gegangen ist. Anstatt der Wörter „Stadium“ und „Zyklus“ werden auch „Phase“, „Stufe“, „Serie“ u. a. gebraucht (Passarge 1920, Furrer 1922, Hellaakoski 1929 u. a.).

Auch Entwicklungsstadien spielen in der Anordnung der Landschaften eine wichtige Rolle. So bilden die Verlandungsserien an Seeufern oft eigenartige Reihen, die bei der Entwicklung eines bestimmten Naturkomplexes entstehen.

Doch bilden die Glieder eines Landschaftsverbandes Reihen geographischer Gebiete oder Entwicklungsstadien eines Naturkomplexes nur im einfachsten Falle. Gewöhnlich sammeln die Landschaften sich in Vereinigungen, wo sie mosaikartig ineinander eingreifen.

Der im Kap. III, 3 besprochene hügelige Nadelwald nimmt höhere, geneigte Teile der Kameslandschaft ein, während das Bruchwaldmoor geneigte muldenförmige Vertiefungen einnimmt und Teiche in Schüsseln vorkommen. Eine solche Anordnung ist gleichsam chorologisch zu erklären, denn die Verbreitung der Glieder einer Kameslandschaft wird kausal von speziellen Faktoren bedingt. Die

Glieder der Dünenlandschaft von Vilo ordnen sich dagegen geschichtlich an: infolge des Entwicklungsganges der Dünenlandschaft nimmt ihren zentralen Teil ein Abtragungsgebiet ein, während an der Peripherie Dünen entstehen (Tab. 3).

Die chorologischen und geschichtlichen Faktoren sind untereinander eng verbunden: die Chorogenese der Dünenlandschaft von Vilo ist kausal bedingt, die kausalen Bedingungen der Verbreitung von Gliedern der Kameslandschaften dagegen wurden bei der Bildung der Kameslandschaft geschaffen.

Die Landschaften weisen eine rhythmische Anordnung ihrer Glieder, eine typische Folge typischer Formen auf. Den zentralen Teil des Moorisoo von Selgus (Abb. 23) z. B. nimmt das junge Moor ein, das von einem Birkenbruchwaldmoor, Erlenbruchwaldmoor und Podsolmoor umgeben wird, die zusammen eine topographische Reihe von Naturkomplexen bilden. Ebenso kausal bedingt ist der rhythmische Aufbau der Kameslandschaft von Selgus (Markus 1929). Die rhytmische Anordnung der Glieder der Dünenlandschaft von Vilo basiert auf chorogenetischer Grundlage. Entwicklungsgeschichtlich werden ferner erklärt das strahlenförmige Gefüge einer aus einem Massengebirge oder einem Gebirgsstock bestehenden Landschaft, der doppelseitige Bau einer Flusstalung, eine kettenförmige Aufeinanderfolge in Gebirgsländern, eine streifenförmige Anordnung in Drumlinlandschaften und Stufenländern (Passarge 1919, S. 165).

Die einen speziellen Landschaftsverband bildenden kleineren Landschaften sollen einerseits als Bestandteile des Verbandes und andererseits als selbständige Ganze charakterisiert werden. Illustrieren wir das Gesagte durch die Charakterisierung einiger chorogenetischer Erscheinungen.

Wenn eine Landschaft, wie z. B. eine Deltalandschaft der Wüste, sich im Gleichgewichtszustand befindet, können ihre verschiedenen Glieder — Seen, Flüsse, Siedlungen, Dünengebiete u. a. — sich verschieben, sich in andere Glieder verwandeln usw.: neben den Faktoren, die den ganzen Landschaftsverband beeinflussen, gibt es auch solche, unter deren Wirkung nur bestimmte Glieder des Naturkomplexes sich befinden. In solchen Fällen sprechen wir von lokalen Veränderungen der Naturkomplexe. Lokale Veränderungen wurden oben im Quellmoore von Alvastra konstatiert, wo der Mensch ein Steinzeitdorf gegründet und zwei eisenzeitliche Wege gebaut hat.

Ferner müssen die Grundbedingungen, die das Auftreten eines Landschaftsverbandes als eines Ganzen bedingen, scharf von denjenigen Grundbedingungen unterschieden werden, die das Vorkommen einzelner Glieder des Verbandes hervorrufen. Wenn wir z. B. die Grundelemente des Tarimbeckens betrachten, so erscheint der Tarim als ein von den Grundelementen des Tarimbeckens abhängiges Glied der entsprechenden Landschaft: das Tarimbecken und seine Entstehung wird durch das Vorhandensein hoher Gebirge (Tien-Schan, Pamir, Karakorum, Kuen-lun) erklärt, die das Tarimbecken umgeben und mit Gletschern bedeckt sind. Bei der Behandlung der Lobwüste dagegen soll der Tarimfluss zu den Grundbedingungen der Entstehung einer Deltalandschaft der Wüste gezählt werden. Ebenso transgrediert die Puula-Seengruppe infolge der Landhebung ihre südöstliche Umgebung, weshalb hier einige Wälder versumpfen. In der Seengruppe verändert sich das Relief des ganzen Landschaftsverbandes, in den Wäldern dagegen wird eine Veränderung ihres hydrologischen Elements konstatiert: während die Puula-Seengruppe einen topogenen Entwicklungsgang durchmacht, geht in einigen Wäldern ihrer Umgebung eine hydrogene Entwicklung vor sich.

Von grosser Wichtigkeit ist das Auftreten konstanter Glieder in Landschaften. In einer Deltalandschaft der Wüste (Abb. 36) wird immer ein hier einmündender Fluss beobachtet, während Seen, Siedlungen u. a. in ähnlichen Landschaften auch fehlen können: der Fluss bildet eine Grundbedingung für die Entstehung einer Deltalandschaft der Wüste. In Kameslandschaften fehlt niemals ein hügeliger Nadelwald: er stellt einen Naturkomplex dar, der infolge des Zusammenwirkens der Grundelemente — des Reliefs, des geologischen Untergrundes und des Klimas einer Kameslandschaft — auftreten muss. Für alle Dünenlandschaften sind Dünengebiete charakteristisch: ihre Entstehung ist durch die die Entwicklung einer Dünenlandschaft hervorrufenden Grundbedingungen vorbedingt. Konstant sind also in einer Landschaft diejenigen Glieder, die als Grundbedingungen dieser Landschaft erscheinen oder durch das Zusammenwirken der Grundbedingungen entstehen.

Bei der Behandlung des Einflusses des Landschaftsverbandes auf seine Glieder unterscheiden wir Fremdlings- und solche Faktoren, die dem Verband und seinen Gliedern gemeinsam sind. Wenn wir z. B. den Karabugasbusen als ein Glied des Kaspisees betrachten, so entwickelt sich der Karabugas einer-

seits unter dem Einflusse des trockenen Klimas, das der ganzen Umgebung des Kaspisees eigen ist (Tab. 16 u. 30); andererseits berücksichtigen wir die Abhängigkeit des Karabugas von einem Fremdlingsfaktor — vom Kaspisee selber, d. h. wir untersuchen die Rolle des Einströmens des Kaspiseewassers in den Karabugas.

Tabellen.

Seite

1. Erlenbruchwaldmoore von Selgus 18
2. Die Dünenlandschaft von Vilo: Entstehung kuppiger Sandhügel . . . 25
3. Die Dünenlandschaft von Vilo als Landschaftsverband 26
4. Verschiebung der Dünenlandschaft von Vilo 27
5. Meerestypen 32
6. Reihen geographischer Gebiete 41
7. Klimatische Bodenreihen 42
8. Grenzlinien verschiedener Ordnung 46
9. Temperaturlinien 52
10. Charakteristik einiger Klimagebiete 55
11. Podsolmoor von Jätasoo 65
12. Kausalreihen 67
13. Wechselwirkungen in einer Landschaft 68
14. Zusammenwirken der Faktoren 69
15. Kombinationen der Grundfaktoren 70
16. Kombinationen der Grundfaktoren 71
17. Hügelige Nadelwälder der Kameslandschaften 73
18. Grenzoberfläche des Hochmoores 80
19. Westeuropäisches Meer 82
20. Junges Moor 86
21. Kausalität und Teleologie: Kulturoasen in Turan 91
22. Elemente der Landschaft: Erlenbruchwaldmoor 95
23. Kausale Relationen in einer Landschaft: Erlenbruchwaldmoor 98
24. Kausale Relationen zwischen einer Assoziation und ihrem Standort: Bruchwaldmoor 99
25. Parallelisierung der Existenzbedingungen 109
26. Formengeschichte der Sandwüsten der Turanischen Niederung 110
27. Fremdes Glied: Puulasee bei Herräsniemi 111
28. Ökogener Entwicklungsgang: Quellmoor von Alvastra 114
29. Grundelemente der Landschaft 116
30. Autogener Entwicklungsgang: Karabugas 123
31. Lou-lan 129
32. Deltalandschaft der Wüste: Lobwüste 131
33. Grenzverschiebungen 138
34. Versumpfung des Podsolmoores 142
35. Versumpfung des Podsolmoorbodens auf der Halbinsel Kola 145
36. Veränderung der Schwarzerde nach zwei Richtungen 146
37. Fremdlings- und Heimatsfaktoren 148
38. Landschaftsbuchten 150
39. Kreuzungsgebiet: Julischer Kulturbereich 154
40. Kreuzung geographischer Faktoren 157
41. Geographischer Vorposten: Orthodoxes Kloster von Petseri 159
42. Die Vegetation des dränierten Niedermoores 164
43. Gattung „stark dräniertes Niedermoor“ 168
44. Gattung „stark dräniertes Niedermoor“ 169
45. Naturkomplexe der Kameslandschaften 176

Abbildungen.

Seite

1. Tiefe des Grundwasserniveaus in der Erlenbruchmulde 20
2. Dünenlandschaft von Vilo 23
3 I, II u. III. Profile der Dünenlandschaft 24
4 a, b u. c. Landschaftskundliche Gliederung von Paraguay . . . . . 28—29
5. Baltoskandien 31
6. Kausalprofil: Klimaprofil Bordeaux — Finsteraarhorn 35
7. Zugbahnen der Zyklonen 36
8. Vertiefungsgebiete der Minima 37
9. Bedingung der Zu- und Abnahme der Tiefe von Zyklonen 38
10. Topographische Reihe der Böden 39
11. Klimatische Reihe der Vegetation und der Böden 42
12. Graphische Darstellung der Verbreitung einer Erscheinung 43
13. Graphische Darstellung einiger klimatischer Erscheinungen 44
14. Julische Durchgangslandschaft. Peipuslinie 47
15 a u. b. Karte von Estland . . . . . 48—49
16. Drang der Slaven nach Westen und Norden 50
17. Klimatische Grenzlinien 51
18. Verbreitung der Gorgonarienfamilie *Gorgonellidae* 56
19. Kameslandschaft von Selgus 72
20. Alatskivische Forstei 74
21. Gegenwärtige und frühere Verbreitung des Ackerlandes in Selgus . . . 75
22. Verhältnis zwischen Niederschlagsmenge und Hochmoorwölbung . . . 80
23. Karte des Moorisoo 84
24. Profile des Moorisoo 85
25. Eisriesenwelt im Tennengebirge 87
26. Die Oase von Kokan 92
27. Ferghana-Becken 93
28. Slavische Ortsnamen in Pommern 104
29. Der Gehalt an kolloiden Stoffen in Podsolmoorböden 107
30. Puulasvesi bei Herräsniemi 110
31. Profil durch das Alvastraer Quellmoor 113
32 a u. b. Karten des Alvastraer Quellmoores 115
33. Die Umgebung des Puulasees (Puulavesi) 119
34. Lobwüste 126
35. Lou-lan 127
36. Deltalandschaft der Wüste 130
37. Richtung der Grenzverschiebung 134
38. Untersuchung der Grenzverschiebung 137
39. Versumpfung des Podsolmoores 143
40. Kulturgeographische Übersichtskarte des Julischen Kulturbereichs . . . 153
41. Südöstliche Moorbucht von Lauge 163
42. Erlenbruchmulde von Lauge 166
43. Lössprofile 179

Literatur.

Aario, L. Pflanzentopographische und paläogeographische Mooruntersuchungen in N-Satakunta. Comm. Inst. Forest. Fenn. 17. 1932.

— Vegetation und postglaziale Geschichte des Nurmijärvi-Sees. Annal. Botan. Soc. Zool.-Botan. Fenn. Vanamo. Bd. 3. 1933.

— Die postglazialen Niveauverschiebungen im mittleren Uusimaa. Annal. Acad. Scient. Fenn. Ser. A. Bd. 44. 1935.

Ahlmann-Caldenius-Sandegren. Ragundasjön. Sver. Geol. Unders. Ser. Ca. H. 12. 1924.

Amsel, H. G. Die Lepidopteren Palästinas. Zoogeographica. Bd. 2. 1933.

Andrusow, Kurnakow, Lebedinzew u. Spindler. (Andrusov, Kurnakov, Lebedincev, Spindler.) Karabugas i jego promyšlennoje značenije. Russische Akadem. d. Wissenschaften. Petersburg 1916.

Arldt, Th. Handbuch der Palaeogeographie. Bd. II. T. I u. II. Leipzig 1917 u. 1922.

Auer, V. Die postglaziale Geschichte des Vanajavesisees. Bull. Comm. Géol. Finl. No. 69. 1924.

— Investigations of the ancient flora of Hame (Tavastland). Comm. Instit. Forest. Fenn. Ed. 9. 1925.

Aufrère, L. Le cycle morphologique des dunes. Annal. Géographie. 1931.

Aziatskaja Rossija. Publikation der russischen Kolonisierungsverwaltung. 2 Bde mit Atlas. Petersburg 1913—1914.

Bavink, B. Die Hauptfragen der heutigen Naturphilosophie. Bd. I u. II. Berlin 1928.

Beck-Rytz-Stehlin-Tschumi. Der neolithische Pfahlbau Thun. Mitteil. Naturf.-Ges. Bern. 1930.

Berg, L. Araljskoje more. Mitteil. Turkestan. Abteil. Russisch. Geograph. Ges. 1908.

— Ob izměnenii klimata v istoričeskuju epochu. Zemlevědnije. 1911.

— Predmet i zadači geografii. Izv. Russk. Geogr. O-va. 1915.

— Klimat i žiznj. Moskau 1922.

— Osnovy klimatologii. Moskau 1927.

— Zona tundr. Izv. Leningr. Gosud. Universit. T. 1. 1928 (1928 a).

— Nouvelles données sur la question de l'origine de la faune du lac Baïkal. C. r. Acad. Sci. A. 1928 (1928 b).

— Geographical zones of the U.S.S.R. Part I. Leningrad 1930.

Blank, E. Handbuch der Bodenlehre. Bd. III. Berlin 1930.

Bluntschli, H. Die Amazonasniederung als harmonischer Organismus. Geograph. Zeitschr. 1921.

Bogdanowskaya-Guiheneuf. Die Vegetation der Hochmoore des russischen Ostbaltikums. Travaux Instit. sc. nat. Peterhof. H. 5. 1928.

Böhnecke, G., Hentschel, E. und Wattenberg, H. Über die hydrographischen, chemischen u. biolog. Verhältnisse an der Meeresoberfläche zwischen Island u. Grönland. Annal. Hydrogr. 1930.

Brandt, B. West-Russland im Spiegel der einheimischen Ortsnamen. Geograph. Zeitschr. Bd. 23. 1917.

Braun-Blanquet, J. Prinzipien einer Systematik der Pflanzengesellschaften auf floristischer Grundlage. Jahrb. St. Gall. Nat.-Wiss. Ges. 57. II. 1920—1921.

— Zur Wertung der Gesellschaftstreue in der Pflanzensoziologie. Viertelj.-Schr. Naturf.-Ges. Zürich. 1925.

Braun-Blanquet u. Pavillard. Vocabulaire de sociologie végétale. Montpellier 1925.

Braun-Ziegfeld. Geopolitischer Geschichtsatlas. Dresden 1930.

Brenner, W. Beiträge zur edaphischen Ökologie der Vegetation Finnlands. Acta Botan. Fenn. 9. 1931.

Brunelli, G. L' incursione dell' onda di marea e la colonizzazione delle acque dolci. Arch. Zool. Ital. 16. 1931.

Bürger, K. Der Landschaftsbegriff. Dresdner Geographische Studien. H. 7. 1935.

Carnap, R. Der logische Aufbau der Welt. Berlin 1928.

Clements, Fr. E. Plant succession and indicators. New-York 1928.

Cowles, H. The causes of vegetative cycles. Bot. Gaz. Bd. 51. 1911.

Crawford, O. G. S. Prehistoric Geography. Geograph. Review. 1922.

Creuzburg, N. Über den Werdegang von Kulturlandschaften. Zeitschr. Ges. Erdk. Berlin. Sonderband 1928.

Czoernig-Czernhausen. Die Höhlen Salzburgs. Spelaelogische Monographien. Bd. X. 1926.

Dacqué, E. Paläogeographie und Paläoklimatologie. Handwörterbuch d. Naturwissenschaften. Jena 1932.

Dahl, Fr. Grundlagen einer ökologischen Tiergeographie. Jena 1921.

Dainelli, G. Le ragioni geografiche di una civiltà europea unitaria. Bollett. R. Società Geograf. Italiana. 1933. H. 1—2.

Däniker, A. U. Ein ökologisches Prinzip zur Einteilung der Pflanzengesellschaften. Beibl. Viertelj.-Schrift Naturf.-Gesellschaft Zürich. Jg. 73. Nr. 15. 1928.

Decksbach, N. Über verschiedene Typenfolgen der Seen. Archiv Hydrobiol. Bd. 20. 1929.

Deecke, W. Beiträge zur Paläopotamologie. Zeitschr. Geomorphologie. 1929

Deegener, P. Die Formen der Vergesellschaftung im Tierreiche. Leipzig 1918.

Defant, A. Die systematische Erforschung des Weltmeeres. Zeitschr. Ges. Erdk. Berlin. 1928.

De Geer, G. Om den definitiva förbindelsen mellan den svenska tidskalans senglaciala och postglaciala del. Geol. För. Förh. Bd. 46. 1924.

De Geer, Sten. Das geologische Fennoskandia und das geographische Baltoskandia. Geografiska Annaler. 1928.

Degelius, G. Das ozeanische Element der Strauch- und Laubflechtenflora von Skandinavien. Acta Phyt. Suec. 7. 1935.
Derjugin, K. Fauna Koljskago zaliva. Mém. Acad. Scienc. 34. 1915.
Dippe, A. Naturphilosophie. München 1907.
Dokutschajew, W. (Dokučajev, V.) Russkij černozem. Petersburg 1883. — K učeniju o zonach prirody. Petersburg 1899.
Döring, L. Wesen und Aufgaben der Geographie bei Alexander von Humboldt. Frankfurt. Geograph. Hefte. Jg. 5. 1931.
Dranizyn, D. (Dranicyn, D.) Vtoričnyje podzoly i pereměščenije podzolistoj zony. Izv. Počv. Komit. 2. 1914.
Eckhardt, E. Eine neue Regenkarte der Erde. Peterm. Mitteil. 76, H. 3/4. 1930.
Eklund, O. Über die Ursachen der regionalen Verbreitung der Schärenflora Südwest-Finnlands. Acta Botan. Fenn. 8. 1931.
Ekman, Sven. Indo-Pazifik und Atlanto-Pazifik. Zoogeographica. 1934.
Enculescu, P. Zonele de vegetaţie lemnoasă din România. Memor. Instit. Geolog. Român. Vol. 1. 1924.
Engel, Fr. Deutsche und slavische Einflüsse in der Dobbertiner Kulturlandschaft. Schrift. Geograph. Instit. Univers. Kiel. Bd. 2. H. 2. 1934.
Erdtman, G. Studien über die postarktische Geschichte der nordwesteuropäischen Wälder. Geol. Fören. Forh. Bd. 50. 1928.
Felber, O. Oberflächenströmungen des Nordatlantischen Ozeans. Archiv Deutsch. Seewarte. Bd. 53. 1934.
Fenner, Ch. The Murray River Basin. Geograph. Review. 1934.
Florov, N. Über Lössprofile in den Steppen am Schwarzen Meer. Zeitschr. Gletscherkunde. Bd. 15. 1927.
Francé, R. H. Bios. Die Gesetze der Welt. Bd. II. Stuttgart 1923.
Frank, Ph. Das Kausalgesetz und seine Grenzen. Wien 1932.
Friedling, H. Die Ausbreitung des Schwarzhalstauchers. Zoogeographica. 1933.
Friedrichsen, M. Die geographische Landschaft. Geograph. Anzeiger. 1921.
Frisch, K. Die Veränderungen der klimatischen Elemente nach den meteorologischen Beobachtungen von Tartu 1866—1930. Acta et Comment. Univ. Tartuensis (Dorpatensis). A XXIII, 5. 1932.
Furrer, F. Begriff und System der Pflanzensukzession. Vierteljahrschr. Naturf.-Ges. Zürich. Jg. 67. 1922.
Gedroiz, K. Der absorbierende Bodenkomplex und die absorbierten Bodenkationen als Grundlage der genetischen Bodenklassifikation. Leningrad 1925.
Glinka, K. Počvovedenije. Petersburg 1908.
Gorczyński, W. Nouvelles isothermes de la Pologne, de l'Europe et du globe terrestre. Warschau 1918.
Gradmann, R. Das harmonische Landschaftsbild. Zeitschr. Ges. Erdk. Berlin. 1924.
Granlund, E. De svenska högmossarnas geologi. Sver. Geolog. Unders. Ser. C. No. 373 (Årsbok 26). 1932.
Haas, A. Materiewellen und Quantenmechanik. Leipzig 1934.

Haering, Th. L. Philosophie der Naturwissenschaften. München 1923.
Hann, J. Handbuch der Klimatologie. Bd. II, 1 u. III, 2. Stuttgart 1910 u. 1911.
Hansen, H. Über die Entwicklung der Oberflächenformen in den russischen Ostseeländern und angrenzenden Gouvernements. Fennia. 34. 1914.
Haushofer, K. Grenzen in ihrer geographischen und politischen Bedeutung. Berlin 1927.
Hedin, Sven. Im Herzen von Asien. Bd. I u. II. Leipzig 1903.
— Scientific results of a journey in Central Asia 1899—1902. Vol. I u. II. Stockholm 1904/05.
— Auf grosser Fahrt. Leipzig 1929.
— Rätsel der Gobi. Leipzig 1931.
Heisenberg, W. Über den anschaulichen Inhalt der quantentheoretischen Kinematik und Mechanik. Zeitschr. Physik. Bd. 43. 1927.
— Die physikalischen Prinzipien der Quantentheorie. Leipzig 1930.
Hellaakoski, A. Suursaima. Fennia. 43. 1922.
— Puulan järviryhmän kehityshistoria. Fennia. 51. 1929.
Herrmann, A. Gibt es noch ein Oxusproblem? Peterm. Mitteil. 1930.
— Lou-lan. Leipzig 1931.
Hesse, R. Tiergeographie auf ökologischer Grundlage. Jena 1924.
Hettner, A. Das Wesen und die Methoden der Geographie. Geograph. Zeitschrift. 1905.
— Grundzüge der Länderkunde. Bd. I u. II. Leipzig 1923 u. 1926.
— Die Geographie, ihre Geschichte, ihr Wesen und ihre Methoden. Breslau 1927.
Himly. Sven Hedins Ausgrabungen am alten Lop-nur. Peterm. Mitteil. 1902.
Hochholzer, H. Kulturgeographische Grundzüge des Julischen Kulturbereichs. Zeitschr. Ges. Erdk. Berlin. 1931 (1931 a).
— Begriffsbildungen und Arbeitsmethoden der Kulturgeographie. Zeitschr. Ges. Erdk. Berlin. 1931 (1931 b).
Hofmann, E. Urgeschichtliche Pflanzenreste aus niederösterreichischen Höhlen. Österr. Botan. Zeitschr. Bd. 77. 1928.
Högbom, B. Über die geologische Bedeutung des Frostes. Bull. Geol. Inst. Univ. Upsal. Vol. 15. 1913.
— Über den Verlauf der Frostvorgänge im Felsboden. Bull. Geol. Inst. Univ. Upsal. Vol. 20. 1925—1927 (1925—1927 a).
— Beobachtungen aus Nordschweden über den Frost als geographischen Faktor. Bull. Geol. Inst. Univ. Upsal. Vol. 20. 1925—1927 (1925—1927 b).
Hönigswald, R. Kausalität und Physik. Sitzungsber. Preuss. Akad. Wiss. Jg. 1933. Physik.-mathem. Klasse. Berlin 1933.
Humboldt, A. v. Central-Asien. Bd. I. T. II. Klimatologische Untersuchungen. Berlin 1844.
— Kosmos. Bd. I u. II. Stuttgart 1845 u. 1847.
Huntington, E. The pulse of Asia. Boston u. New York 1907.
Iakinf, Mönch. Opisanije Džungarii i Vostočnago Turkestana. Übersetzt ins Russische aus dem Chinesischen. Petersburg 1829.

Jaccard, P. La chorologie sélective et sa signification pour la sociologie végétale. Mém. Soc. Vaud. sc. nat. No. 2. Lausanne 1922.
Jacobi, G. Wirtschaftsgeographie der Seide. Berlin 1932.
Jäger, Fr. Die Gewässer Afrikas. Zeitschr. Ges. Erdk. Berlin. Sonderband 1928.
Jakowlew, S. (Jakovlev, S.) Grunty i počvy vdolj linii Armavir-Tuapsinskoj železnoj dorogi. Petersburg 1914.
Johanson, O. Die abnehmende Kontinentalität in Europa. Mitteil. Mathem. Instit. Helsingfors. 1929.
Kayser, E. Lehrbuch der allgemeinen Geologie. Bd. I. Stuttgart 1921.
Klimowskich, A. (Klimovskich, A.) Karabugas i jego promyšlennoje značenije. Russ. Akad. Wissenschaften. 1930.
Koch, Valo. Die Vegetationseinheiten der Linthebene. St. Gall. Naturwiss. Ges. 1925.
Köhler, G. Der Hwang-ho. Peterm. Mitteil. Ergänzungsh. Nr. 203. 1929.
Köppen, W. Die Klimate der Erde. Berlin 1923.
Köppen-Wegener. Die Klimate der geologischen Vorzeit. Berlin 1924.
Koslow, P. (Kozlov, P.) Kočujuščije reki Centralnoj Azii. Izv. Gosud. Geograf. O-va. 1935.
Krause, K. Das geographische Kausalprofil. Geograph. Anzeiger. 1927
Krebs, N. Natur- und Kulturlandschaft. Zeitschr. Ges. Erdk. Berlin. 1923.
Krische, P. Bodenkarten. Berlin 1928.
Krokos, V. Nekotoryja dannyja po geologii Tiraspol. uježda. Geol. Věstnik II, 2. 1916.
Krümmel, O. Handbuch der Ozeanographie. Bd. I. Stuttgart 1907.
Kujala, V. Die Schwarzerle in Finnland. Comm. Instit. Forest. Fenn. 7. 1924.
Kyrle, G. Grundriss der theoretischen Spelaelogie. Spelaelogische Monographien. Bd. I. 1923.
Lebedev, G. Geological and hydrogeological explorations in the western part of the Krasnovodsk Peninsula. Transact. Unit. Geolog. and Prospect. Serv. U.S.S.R. Bd. 179. 1932.
Lüdi, W. Die Sukzession der Pflanzenvereine. Mitteil. Naturf.-Ges. Bern. 1919 (1920).
Lukkala, O. J. Über die waldwirtschaftliche Entwässerungsfähigkeit der Moore. Comm. Instit. Forest. Fenn. 15. 1929.
— Vollzieht sich gegenwärtig Versumpfung von Waldboden? Commun. Instit. Forest. Fenn. 1934.
Lundbeck. Die Bodentierwelt norddeutscher Seen. Arch. Hydrobiol. Suppl.-Bd. 7. Liefg. 1—3. 1926.
Lundquist, G. Bodenablagerungen und Entwicklungstypen der Seen. Die Binnengewässer. 1927.
Lungershausen, A. O stratigrafičeskoj samostojateljnosti otdeljnych ljossovych gorizontov Ukrainskoj stepi. Izv. Gosud. Geograf. O-va. 1935.
Luppov, N. Geological outline of the Eastern Karabugas region after the explorations of 1929 and 1930. Transact. Unit. Geolog. and Prospect. Serv. U.S.S.R. 1932.
Macartney. Notices, from Chinese sources, on the ancient Kingdom of Loulan or Shen-shen. Geograph. Journal. 1903.

Machatschek, Fr. Landeskunde von Russisch-Turkestan. Stuttgart 1921.
Makejew, P. S. (Makejev, P. S.) Karakumy. Russ. Akad. Wissenschaften. 1932.
Markus, E. Podzolisto-bolotnyje počvy srednej časti Koljskogo poluostrova. Arbeiten der Kolaer Expedition des Petersburger Geographischen Instituts. Bd. 2. 1922.
— Die Transgression des Moores über den Sandwall bei Laiva. Sitzungsber. Naturf.-Ges. Univ. Tartu. Bd. 32. H. 1—2. 1925 (1925 a).
— Das Komplexprofil von Jätasoo. Sitzungsber. Naturf.-Ges. Univ. Tartu. Bd. 32. H. 1—2. 1925 (1925 b).
— Naturkomplexe. Sitzungsber. Naturf.-Ges. Univ. Tartu. Bd. 32. H. 3–4. 1925 (1925 c).
— Metsa ja soo piiri nihkumise sihi määramine. Eesti Mets. 1925 (1925 d).
— Verschiebung der Naturkomplexe in Europa. Geographische Zeitschrift. Jg. 33. H. 10. 1926.
— Die Grenzverschiebung des Waldes und des Moores in Alatskivi. Acta et Comment. Univers. Tartuensis (Dorpat.). A XIV, 3. 1929.
— Kameslandschaften Estlands. Zeitschr. Deutsch. Geolog. Ges. Bd. 82. H. 1. 1930 (1930 a).
— Naturkomplexe der Kameslandschaften. Zeitschr. Deutsch. Geolog. Ges. Bd. 82. H. 7. 1930 (1930 b).
— Naturkomplexe von Alatskivi. Acta et Comment. Univ. Tartuensis (Dorpat.). A XVIII, 8. 1930 (1930 c).
— Meerestypen. Meteorologische Zeitschr. H. 10. 1930 (1930 d).
— Chorogenese und Grenzverschiebung. Acta et Comment. Univ. Tartuensis (Dorpat.). A XXIII, 2. 1932.
— Die südöstliche Moorbucht von Lauge. Acta et Comment. Univ. Tartuensis (Dorpat.). A. XXIV, 5. 1933.
— Der Nordatlantik als Vertiefungsgebiet barometrischer Minima. Annal. d. Hydrograph. u. marit. Meteorol. 1934.
— Klimatische Grenzlinien. Annal. d. Hydrograph. u. marit. Meteorolog. 1935 (1935 a).
— Vilo luitemaastiku tekkimiskäik. Eesti Loodus 1935 (1935 b).
— Soojusküllane meri Euroopa kliima mõjustajana. Eesti Loodus 1935 (1935 c).
— Kausaalsuhted geograafias. Eesti Kool 1935 (1935 d).
— Eesti-vene rahvuspiiri nihkumine Petserimaal. Manuskript 1936.
Mecking, L. Japans Häfen. Mitteil. Geograph. Ges. Hamburg. Bd. 42. 1931.
Meinardus, W. Eine neue Niederschlagskarte der Erde. Peterm. Mitteil. 1934. H. 1.
Messikommer, E. Verlandungserscheinungen und Pflanzensukzessionen im Gebiete des Pfäffikersees. Beibl. Viertelj.-Schrift Naturf.-Ges. Zürich. Festschrift Hans Schinz. Jg. 73. Nr. 15. 1928.
Miklosich, Fr. Die Bildung der slavischen Personen- und Ortsnamen. Heidelberg 1927.
Moora, H. Die Vorzeit Estlands. Tartu 1932.
Naumann, E. Grundzüge der regionalen Limnologie. Die Binnengewässer. Bd. 11. Stuttgart 1932.

Neustrujew, S. (Neustrujev, S.) Opyt klassifikacii počvoobrazovateljnych processov v svjazi s genezisom počv. Leningrad 1926.
Oswald, H. Die Vegetation des Hochmoores Komosse. Svensk. Växtsoc. Sällsk. Handl. 1. 1923.
Otozki, P. (Otockij, P.) K voprosu o vlijanii lěsov na gruntovyja vody. Petersburg 1899.
— Gruntovyja vody. II. Petersburg 1905.
Pallmann-Hafter. Pflanzensoziologische und bodenkundliche Untersuchungen in Oberengadin. Berichte Schweiz. Botan. Ges. Bd. 42. H. 2. 1933.
Passarge, S. Die Grundlagen der Landschaftskunde. I. Hamburg 1919.
— Die Oberflächengestaltung der Erde. Hamburg 1920.
— Vergleichende Landschaftskunde. H. I. Berlin 1921.
— Die Erde und ihr Wirtschaftsleben. Hamburg 1926.
— Aufgaben und Methoden der Landschaftskunde. Geograph. Anzeiger. 1927.
— Wesen, Aufgaben und Grenzen der Landschaftskunde. Peterm. Mitteil. Ergänzungsheft. Nr. 209. 1930.
— Einführung in die Landschaftskunde. Leipzig 1933.
Pavillard, J. De la statistique en phytosociologie. Montpellier 1923.
Pax, F. Die Actinien. Ergebn. und Fortschr. der Zoologie. 4. 1914.
— Die Tierwelt Schlesiens. Jena 1921.
Penck, A. Neuere Geographie. Zeitschr. Ges. Erdk. Berlin. 1928.
Peus, F. Die Tierwelt der Hochmoore. Handb. Moorkunde. Berlin 1932.
Planck, M. Der Kausalbegriff in der Physik. Sitzungber. Preuss. Akad. Wissenschaften. Physikalisch-mathematische Klasse. Jg. 1932.
Post, L. v. Einige südschwedischen Quellmoore. Bull. Geol. Instit. Univ. Upsala. Vol. 15. 1916.
— Ur de sydsvenska skogarnas regionala historia under postarktisk tid. Geol. För. Förh. Bd. 46. 1924.
Prescott, J. The soils of Australia in relation to vegetation and climate. Commonw. Austr. Counc. Sci. and Industr. Res. Bull. No. 52. 1931.
Prschewalski, N. (Prževaljskij, N.) Četvertoje putešestvije v Centraljnoj Azii. Petersburg 1888.
Ramsay, W. Niveauverschiebungen, eisgestaute Seen und Rezession des Inlandeises in Estland. Fennia. 52. 1931.
Ramsay-Hackman. Das Nephelinsyenitgebiet auf der Halbinsel Kola. Fennia. 11. 1894.
Ramström, M. Über die älteste Steinzeitkultur in Asien und Afrika. Nova Acta Reg. Soc. Scient. Upsal. 1927.
Rohlfs, G. Kufra. Leipzig 1881.
Rübel, E. Ökologische Pflanzengeographie. Die Sukzessionen oder der Formationswechsel. Handwörterbuch der Naturwissenschaften. Jena 1913.
— Geographie der Pflanzen. Soziologie. Handwörterbuch der Naturwissenschaften. Jena 1923.
— Pflanzengesellschaften der Erde. Bern 1930.
Russische „Letopisi": Polnoje sobranije russkich lětopisej. Bd. IV. Petersburg 1848.

Samuelson, G. Studien über die Wirkungen des Windes in den kalten und gemässigten Erdteilen. Bull. Geolog. Inst. Univ. Upsal. Vol. 20. 1925—1927.

Sandegren, R. Hornborgasjön. Sver. Geol. Undersökn. Ser. Ca. No. 14. 1916.

Sauramo, M. Geochronologische Studien über die spätglaziale Zeit in Südfinnland. Fennia. 41. 1920.

Schlüter, O. Die Ziele der Geographie des Menschen. Berlin 1906.

— Die Erdkunde in ihrem Verhältnis zu den Natur- und Geisteswissenschaften. Geograph. Anzeiger. 1920.

Schmidt, H. Der jährliche Gang der Niederschläge in Afrika. Archiv Deutsch. Seewarte. Bd. 46. 1928.

Schokalski, J. (Šokaljskij, J.) Okeanografija. Petersburg 1917.

Schott, G. Geographie des Atlantischen Ozeans, Hamburg 1926.

— Geographie des Indischen und Stillen Ozeans. Hamburg 1935.

Schroeter, C. Das Pflanzenleben der Alpen. Zürich 1926.

Schultz, A. Morphologische und jungquartäre Klimaschwankungen der Sandwüste Karakorum in Turkestan. Peterm. Mitteil. 1929.

Schulz, O. Das Problem landschaftskundlicher Darstellung erläutert an der Teillandschaft Jasmund auf Rügen. Jahrb. Pommersch. Geograph. Ges. 47/48. 1931.

Serebrjanski, N. (Serebrjanskij, N.) Očerki po istorii monastyrskoj žižni v Pskovskoj zemlě. Moskau 1908.

Shantz, H. L. Plant succession on abandoned roads in eastern Colorado. Journ. Ecol. 1917.

Sigwart, Chr. Logik. Bd. I u. II. Tübingen 1921.

Sölch, J. Die Auffassung der „natürlichen Grenzen" in der wissenschaftlichen Geographie. Innsbruck 1924.

Solonewicz, K. H. Geobotanische Übersicht des Gebietes längs dem westlichen Teil der Kem-Uchtinsk-Strasse (Karelien). Acta Inst. Bot. Acad. Sc. Un. Rer. Publ. Sov. Soc. Geobotanika. 1934.

Sorge, E. Die Trockengrenze Südamerikas. Zeitschr. Ges. Erdk. Berlin. 1930.

Stein, A. Innermost Asia. Vol. I—III. Oxford 1928.

Stoltenberg, I. Landschaftskundliche Gliederung von Paraguay. Mitteil. Geograph. Ges. Hamburg. Bd. 88. 1927.

Strabonis Geographica. Recogn. A. Meineke. Vol. I—III. Leipzig 1852—1853.

Strabo's Geographie. Übersetzt von K. Kaercher. Dritte Abteilung. Stuttgart 1838.

Stromer, E. Methoden paläogeographischer Forschung. Geograph. Zeitschr. 1920.

Sukatschew, W. (Sukačev, V.) Rastiteljnyje soobščestva. Moskau 1926.

Süring, R. Leitfaden der Meteorologie. Leipzig 1927.

Tamm, O. Studier over jordmånstyper och deras förhållande till markens hydrologi i Nordsvenska skogsterränger. Medd. Stat. Skogsförsökanst. H. 26. No. 2. 1931.

Tammekann, A. Eesti maastikutüübid. Publicat. Instit. Univers. Tart. Geograph. № 20. 1933.

— Eesti. Karte Estlands. Massstab 1:200 000. Tartu 1934.

Taylor, G. The soils of Australia in relation to topography and climate. Geograph. Review. 1933.

Telschow, A. Der Einfluss des Braunkohlenbergbaus auf das Landschaftsbild der Niederlausitz. Kiel 1933.

Thorp, J. Geographic distribution of the important soils of China. Bull. Geolog. Soc. China. Vol. 14. 1935.

Thunmark, Sven. Der See Fiolen und seine Vegetation. Acta Phyt. Suec. 2. 1931.

Trinkler, E. Die Lobwüste und das Lobnor-Problem auf Grund der neuesten Forschungen. Zeitschr. Ges. Erdk. Berlin. 1929.

Trotha, Ch. Entwicklung ländlicher Siedlungen im Kösliner Küstengebiet. Schrift. Geograph. Instit. Univ. Kiel. B. 1, H. 2. 1933.

Truusmann, J. (Trusman, J.) Etimologija městnych nazvanij Pskovskago ujězda. Tallinn 1897.

Tutkowski, P. (Tutkovskij, P.) Piramidalnyje valuny v Južnom Polěsjě. Izv. Geolog. Komit. 1900.

Urkunden des Klosters:

a) Perepisnaja kniga. Petseri 1646.

b) Sbor deneg s raznych měst. Petseri 1686.

c) Kopija s perepisnoj knigi. Petseri 1711.

Volk, O. H. Beiträge zur Ökologie der Sandvegetation der oberrheinischen Tiefebene. Zeitschrift Botanik. Bd. 24. 1930/1931.

Volz, W. Der Begriff des „Rhythmus" in der Geographie. Mitteil. Ges. Erdk. Leipzig. 1926.

— Das Wesen der Geographie in Forschung und Darstellung. Mitteil. Ver. Geograph. Univ. Leipzig. 1932.

Wagner, A. Untersuchungen der säkulären Änderung der Jahresschwankung der Temperatur in Europa. Gerlands Beiträg. Geophys. Bd. 20. 1928.

— Neue Untersuchungen über die Schwankungen der allgemeinen Zirkulation. Meteor. Zeitschr. 1929.

Wagner, J. Geographische Kausalität, Genese und Dynamik der Landschaft auf kartographischer Grundlage. Geograph. Anz. 1932.

Walter, H. Einführung in die allgemeine Pflanzengeographie Deutschlands. Jena 1927.

Walther, J. Das Gesetz der Wüstenbildung. Leipzig 1924.

Walther. Deutschland. Leipzig 1928.

Wityn, J. (Vityn, J.) Počvy rajona tabačnych plantacij v Kubanskoj oblasti. Petersburg 1924.

Woodhead, F. W. The forests of Europe and their development in post glacial times. Empire Forestry Journal. Vol. 7. 1928.

Wundt, W. Logik. Bd. I u. II. Stuttgart 1919 u. 1920.

Ziegler, S. Die Stadt Essen. Essen 1929.

Zobrist, L. Pflanzensoziologische und bodenkundliche Untersuchung des *Schoenetum nigricantis* im nordostschweizerischen Mittellande. Beiträge geobot. Landesaufn. Schweiz. H. 18. 1935.

Inhaltsverzeichnis.

Seite

Vorwort 5

I. Wesen der Kausalität 7

1. Der Kausalbegriff in der Logik 7

[7] Die kausale Relation. — Verwitterung des Nephelin-Syenits. — Ursache und Wirkung. — [8] Umstände. — Negative und wesentliche Bedingungen. — Kausale Abhängigkeit. — Kausalprinzip und Satz vom Grunde.

[9] Kausalität und Teleologie. — Kausale und teleologische Betrachtung. — Objektive Teleologie.

[10] Das Kausalprinzip als Postulat. — Kausalprinzip als Erkenntnispostulat der Wissenschaft. — Kritik des Kausalprinzips. — Automatische Folgen von Zuständen. — Antikausale Auffassung. — Heisenbergsche Unschärferelation. — Unmöglichkeit ein physikalisches Ereignis absolut genau vorauszusagen. — [11] Physikalisches Weltbild. — Lücken in der mechanischen Kausalität. — Kausalität und Eindeutigkeit. — Die Begriffe „Bestimmtheit" und „Bestimmbarkeit". — [12] Gleichsetzung der vermeintlichen Sicherheit und der Kausalität. — Kausalität als erkenntnistheoretischer Ausdruck der Eindeutigkeit. — Grenzen der Gültigkeit des Kausalprinzips.

2. Der Kausalbegriff in der Geographie 12

[12] Chorologische Auffassung. — Strabo. — [13] Humboldt. — Hettner. — Geographie als Raumwissenschaft. — Ursächliche Zusammenhänge in der Geographie. — Geographische Wirksamkeit. — Örtliche Verschiedenheit.

[14] Die geographische Notwendigkeit. — Die Notwendigkeitsvorstellung in der Geographie. — Ungleichmässige Landhebung in Fennoskandien als Ursache der Transgressionen. — Zeitliche und räumliche Nachbarschaft. — Ursachen des Vorkommens von Oasen in Wüsten. — [15] Teleologische Zusammenhänge.

II. Methoden der Untersuchung kausaler Relationen 16

1. Naturerklärung 16

[16] Feststellung regelmässiger Beziehungen. — Kausale Erklärung. — Geographie als genetisch-erklärende Wissenschaft. — Induktive und deduktive Methode. — Einzelforschung. — [17] Interpretation. — Experimentelle Methode. — Beobachtung.

2. Vergleichende Methode 17

17, Sammlung übereinstimmender Erscheinungen. — Vergleichende Methode und Experiment. — Individuelle und generische Vergleichung. — 18, Erlenbruchwaldmoore. — 19, Feststellung ihrer konstanten und veränderlichen Kennzeichen. — Vegetation, Böden und hydrologische Bedingungen der Erlenbruchwaldmoore. — 21, Feststellung kausaler Beziehungen. — 22, Empirische Regeln und Kausalgesetze.

3. Analyse der Landschaft 22

22, Zerlegung der Landschaft in ihre Bestandteile und deren Behandlung. — Dünenlandschaft. — Ablagerungs- und Abtragungsgebiete. — 26, Absterbende Dünen. — Schlussfolgerungen über die Dünenlandschaft als Ganzes: Entstehung, Verschiebung und Bau. — 27, Bedingungen ihres Auftretens.

4. Vergleichung der Karten 30

30, Aufstellung geographischer Landschaften. — Chaco. — Kausal bedingtes Zusammenfallen geographischer Räume. — 31, Baltoskandien. — Geschichtlich erklärbare Entstehungsweise geographischer Gebiete. — 33, Parallelisierung der Karten. — 34, Zusammenfallen regenreicher Gebiete mit den Regionen positiver Temperaturanomalien des Oberflächenwassers. — Meerestypen.

5. Vergleichung der Linien 35

35. Untersuchung bestimmter Erscheinungen längs einer Richtungslinie auf der Erdoberfläche. — Kausalprofil. — 36, Chorographisches Profil. — Zugbahnen barometrischer Minima. — Vertiefungsgebiete der Zyklonen. — 37, Parallelisierung chorographischer Profile. — 38, Bedingung rascher Vertiefung barometrischer Minima.

6. Reihen geographischer Gebiete 40

40, Topographische Reihe der Böden. — Klimatische Reihe der Landschaften. — Andere Reihen. — Anwendung der Reihen zur Feststellung kausaler Relationen. — Parallelisierung der Reihen. — 42, Nach verschiedenen Bedingungen angeordnete Reihen.

7. Grenzlinien 43

43, Isolinien. — Gradient und Gefälle. — 44, Grenzlinie und Übergangsgebiet. — 45, Kerngebiete. — Scharungsgebiete der Isolinien. — Analyse einer Grenzlinie. — Die Peipuslinie. — 46, Grenzlinien höherer Ordnung. — 48, Grenzlinien der Wirkungsgebiete. — 50, Ursachen der Entstehung von Grenzlinien. — 52, Klimatische Gliederung der Erdoberfläche.

8. Kausale Erklärung einer nur einmalig auftretenden Erscheinung 53

[53], Verwandtschaft zwischen der westindischen und der indo-westpazifischen Litoralfauna. — [55], Meeresverbindung über das jetzige Zentralamerika. — [56], Ostpazifische Sperre. — [57], Tethys. — Gemeinsame Herkunft der westindischen und der indo-westpazifischen Fauna aus der Tethysfauna.

9. Tabellarische Darstellung der Erscheinungen 58

[58], Feststellung kausaler Bedingungen. — [59], Basis kausaler Bedingungen.

III. Landschaft 61

1. Kausale Relationen in einer Landschaft . . 61

[61], Tropische Regenwälder Amazoniens. — Tiefland. — Sein Klima. — Der Amazonenstrom. — [62], Vegetation und Tierwelt. — [63], Menschenarmes Land. — Kausale Beziehungen in tropischen Regenwäldern.

2. Landschaft als Produkt des Zusammenwirkens geographischer Faktoren 64

[64], Podsolmoor. — Vegetation, Boden, Tiere, hydrologische u. a. Bedingungen. — [66], Podsolierung und Ortsteinbildung. — Zusammenwirken der Faktoren. — [67], Kausalreihen. — Wechselwirkung. — [68], Kombinationen der Grundbedingungen. — [70], Entstehung der Podsolmoore durch das Zusammenwirken verschiedener, doch äquivalenter Kombinationen von Grundbedingungen. — [71], Ersetzbarkeit der Faktoren.

3. Anpassung der Landschaft an ihre Grundbedingungen 71

[71], Nadelwälder der Kameslandschaften. — [73], Entstehung und Veränderung der dunklen Bodenschicht der Podsolböden. — [76], Anpassung der Landschaft an ihre Grundbedingungen. — [77], Anpassungserscheinungen in der Biogeographie und Bodenkunde. — Die Untersuchung der Anpassung als eine wichtige Aufgabe der Geographie.

4. Harmonie und Rhythmus in der Landschaft 77

[77], Harmonie und Kausalität. — [78], Rhythmus. — Räumliches Nebeneinander und zeitliches Nacheinander.

5. Gleichgewichtszustand in der Landschaft 79

[79], Gleichgewichtszustand in der Logik. — Dauernde Anpassung. — Verhältnis zwischen Niederschlägen und Hochmoorwölbung. — Grenzoberfläche der Hochmoore. — [81], Stagnations- oder Stillstandskomplex. — Charakter der Landschaft in ihrem Gleichgewichtszustand. — Konstante Elemente und rhythmische Veränderungen.

6. Erweiterung des Begriffs der Landschaft 81

81, Westeuropäisches Meer. — 82, Seine Abgrenzbarkeit, seine Homogenität und sein kausaler Charakter. — 85, Junges Moor. — 87, Die Eishöhle. — 88, Landschaften als genügend grosse Teile des Festlandes. — Regelmässige Gruppen erdgebundener Erscheinungen. — Physische Regionen des Meeres, Naturgebiete, Naturzonen. — 89, Erweiterung des Begriffs der Landschaft auf kleine Einheiten. — Choren. — Landschaftliche Zwergräume. — Gruppen kausal miteinander verbundener Erscheinungen des Festlandes und der ozeanischen Oberfläche. — Naturkomplex.

7. Kulturlandschaft 89

89, Der Mensch als kausaler Faktor. — Die Wirksamkeit des Menschen. — 90, Der Mensch als Objekt des Wirkens. — Seine Abhängigkeit von der Erdoberfläche. — Teleologie in der Kulturlandschaft. — Kulturoasen. — Bedingungen ihres Entstehens. — 91, Zweckmässige Tätigkeit des Menschen. — 92, Merw. Ferghana.

8. Elemente der Naturkomplexe 94

94, Begriff eines klimatischen, topographischen u. a. Elements des Naturkomplexes. — 95, Elemente der Natur- und Kulturlandschaften und der ozeanischen Naturkomplexe.

9. Die Landschaftskunde und die Wissenschaften, die einzelne Elemente der Naturkomplexe untersuchen 96

96, Zweige der Landschaftskunde. — Moorkunde, Limnologie, Speläologie, Ozeanographie. — Wissenschaften, die Elemente der Landschaft behandeln. — Geomorphologie, Klimatologie, Bodenkunde, Biogeographie, Wirtschaftsgeographie. — Verwandte Begriffe. — Assoziation, Sozietät, Biozönose, Wirtschaftsgebiet. — Verwendung geographischer Methoden zur Untersuchung klimatologischer, biogeographischer u. a. Fragen. — 97, Vergleichende Methode in der Biogeographie. — Parallele Untersuchung einer Erscheinung und ihrer Bedingungen. — Kausale Betrachtungsweise in der Biogeographie, Bodenkunde usw. — Ökologische und kausale Tiergeographie. — 98, Standort. — 100, Biotop. — 101, Basis kausaler Bedingungen.

IV. Chorogenese 102

1. Chorogenie 102

102, Chorogenie. — Herkunft der Wörter „Chorogenese", „Chorologie", „Choren". — Morphogenie. — Sukzession. — 103, Methoden der Chorogenie. — Chorogenie als eine geschichtliche Wissenschaft.

2. Die Entstehungszeit der Glieder von Naturkomplexen 104

104, Geschichtliche Reihenfolge. — Ortsnamenkunde. — 105, Zeitliche Folge der Entstehung verschiedener Glieder einer Landschaft. — 106, Gliederveränderung. — Richtung der Veränderung. — Veränderung des Podsolmoorbodens bei der Versumpfung. — 108, Verwendung der Böden zur Untersuchung der Grenzverschiebung zwischen Wald und Steppe in zwei Richtungen. — Konnexion. — 109, Methoden von Post und De Geers. — 110, Kara-kum.

3. Fremdes Glied 110

110, Der Begriff „fremdes Glied". — 111, Vorzeitformen. — Faktum und Richtung der Veränderung. — 112, Entstehungsbedingungen fremder Glieder. — Entstehung der Gips- und Salzablagerungen.

4. Ökogener Entwicklungsgang 112

113, Quellmoor von Alvastra. — Seine Glieder und Grundelemente. — 118, Klimatisch bedingter Entwicklungsgang. — Der Puulasee. — 120, Topogener Entwicklungsgang. — Diagramme deformierter Strandflächen. — Lithogene, hydrogene, anthropogene, industrielle Entwicklung. — Ökogener Entwicklungsgang. — 121, Teleologie. — Citybildung.

5. Autogener Entwicklungsgang 122

122, Der Karabugas. — Grundfaktoren seiner Entwicklung. — 123, Ablagerung von Glaubersalz. — 124, Autogene Entwicklung. — 125, Aufstellung des Gleichgewichtszustandes einer Landschaft. — Lobwüste. — 127, Lou-lan. — 132, Charakter einer Deltalandschaft der Wüste in ihrem Gleichgewichtszustande.

V. Grenzverschiebung 134

1. Begriffe 134

134, Begriff der Grenzverschiebung. — Transgression und Regression. — Richtung der Verschiebung. — Positive und negative Verschiebung. — 135, Ruhender Zustand. — Allgemeine und lokale Grenzverschiebungen. — 136, Verhältnis zwischen Grenzverschiebung, Chorogenese und Sukzession. — 137, Ursachen der Grenzverschiebung.

2. Untersuchungsmethoden 137

137, Verwendung fremder Glieder. — 140, Kombinierte Methoden der Chorogenie. — Parallele Behandlung der Strandterrassen und der Pollendiagramme.

3. Verschiebung der Grenzlinie 140

140, Grenzverschiebung zwischen Wald und Moor. — Veränderung eines Waldmoores bei seiner Versumpfung. — 141, Verschlechterung der Existenzbedingungen zurückweichender Naturkomplexe. —

143, Verringerung des Konstanz- und des Bedeckungsgrades der zurückweichenden Pflanzenarten. — Anpassung des Bodens an die neuen Existenzbedingungen. — 144, Versumpfung der Wälder in Finnland und Schweden. — Ursachen des Vordringens des Moores in den Wald.

4. Verschiebung der Landschaft 145

145, Verschiebung des Waldgürtels der gemässigten Zone. — Grenzverschiebung zwischen Wald und Tundra. — 146, Degradierung der Schwarzerde und Vorrücken des Waldes in die Steppe. — 147, Ursache der Verschiebung der nördlichen und der südlichen Grenze des Waldgürtels.

5. Fremdlingsfaktoren 147

147, Fremdlings- und Heimatsfaktoren. — Faktoren, die der Landschaft und ihrer Umgebung gemeinsam sind. — Abhängigkeit der Nillandschaft vom Regenreichtum Abessiniens. — Verhältnis zwischen Fremdlingen und fremden Gliedern. — 149, Ausbreitungsweise der Einflüsse von Fremdlingsfaktoren. — Schmale Ausbreitungswege. — Richtungen begünstigter Bewegungen. — Grenzschranke. — 151, Landschaftsbucht. — Pforte. — Klima von San-Franzisko.

6. Kreuzungsgebiete 151

151, Kreuzungsgebiete der Fremdlingsfaktoren. — 152, Julischer Kulturbereich. — Seine Grundbedingungen. — Faktoren der Kreuzung. — 156, Resultate der Kreuzung. — Gleichzeitiges Wirken der Faktoren. — Auftreten spezieller Erscheinungen beim Zusammenwirken der Faktoren.

7. Vorposten 157

157, Auftreten der Vorposten bei der Grenzverschiebung. — 158, Das Kloster von Petseri. — Seine Lageverhältnisse: slavische Sprachgrenze; Peipuslinie; schrankenfreie Verlängerung der Peipuslinie. — Grenzverschiebung und Kreuzung in Setukesién. — 160, Kolonisierungstätigkeit des Klosters.

VI. Komplexe und Typen 162

1. Kleinste Naturkomplexe 162

162, Homogenität der Naturkomplexe. — Feststellung der Homogenität der Vegetation und anderer Elemente der Landschaft. — 167, Die Grösse kleinster Naturkomplexe.

2. Verbände von Naturkomplexen 167

167, Komplexe und Typen Hettner's. — Die Bruchmulde von Lauge als Landschaftsverband. — Andere Verbände. — 171, Die Moorbucht von Lauge. — 172, Landschaftsverbände verschiedener Grössenordnung.

3. Typen der Naturkomplexe 173

173, Gattungsbegriffe. — Typen kleinster Naturkomplexe. — Dräniertes Niedermoor. — 174, Genetische Klassifikation. — Arten, Gattungen, Familien u. s. w. kleinster Naturkomplexe. — Typen der Landschaftsverbände. — 177, Konstante und Hauptglieder des Landschaftsverbandes. — 178, Unterschiede zwischen „Komplex“ und „Typus“.

4. Das Verhältnis zwischen den Landschaftsverbänden und ihren Gliedern 178

179, Dimensionen einer Landschaft und ihrer Glieder. — 180, Anordnung der Glieder eines Landschaftsverbandes. — Kausale und entwicklungsgeschichtliche Gesichtspunkte. — 181, Rhythmische Anordnung. — Die Glieder des Landschaftsverbandes als deren Bestandteile und als selbständige Ganze. — Lokale Veränderungen der Glieder. — Grundbedingungen des Landschaftsverbandes und seiner Glieder. — 182, Konstanz einiger Glieder. — Einfluss des Landschaftsverbandes auf seine Glieder.

Verzeichnis der Tabellen 185

Verzeichnis der Abbildungen 186

Literatur 187

Kokku Ca. 230

Tsiteeritud töö.

76+53 = 129

venek.	35	76
inglise k.	16	
eesti k.	6	
rootsi k.	6	
prants. k.	6	
itaalia k.	2	
kreeka	2	
soome	2	
rumeenia	1	

sakraksuhr-mottesaksdarkt 53

Est A-17645