

Sonderdruck: Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie, Saarbrücken 1973.

DIE HIERARCHIE DER LANDSCHAFTSFAKTOREN UND IHRE BEDEUTUNG FÜR DIE ÖKOLOGISCHE LANDSCHAFTSGLIEDERUNG UND DIE LANDESPLANUNG, DARGESTELLT AM LANDE BAYERN

G.J. RADKE

Abstract

Every phenomenon of the landscape can be subordinated to: **climate, geology, surface, soil, vegetation, animals and man** (= interventions of man). These subjects therefore may be called the complete **landscape-factors**. The relation of the landscape-factors to each other is like an hierarchy (in above-mentioned sequence). The hierarchy of the landscape-factors is represented by 1) the meanings of the subjects, 2) the evolution of the landscape-factors and 3) the experiences in the geography (= the ecological organisation or differentiation of the landscape). An ecological card is developed, when the factor of the higher range (for instance the climate or the starting rock (= geology)) is only in this differentiation represented, as it is effected in the next lower factors (for instance surface, soil, or vegetation). In this way the country of Bavaria is ecologically divided with the scale 1:500 000, the supposition of the division with the scale 1:25 000. To these ecological units of the landscape, represented by the factors mesoclimate, geology, (surface), soil and natural vegetation, is related the wild animal life and the interventions (= design) of man.

Alle Erscheinungen in der Landschaft, hier einfach als Landschaftselemente bezeichnet, lassen sich unter die Kategorien (Sammelbegriffe) **Klima, Geologie, Geomorphologie (oder Relief), Boden, Vegetation, Tierwelt und Mensch (menschlicher Eingriff)** einordnen. Mit diesen Teilaspekten können wir jedes terrestrische Gebiet der Erde in ganz umfassender Weise beschreiben. Wir können daher diese Begriffe als **die Landschaftsfaktoren** bezeichnen. Wenn man diese Landschaftsfaktoren hinsichtlich ihrer Beziehungen zueinander untersucht, erkennt man, dass sie in einer ganz bestimmten Abhängigkeit zueinander stehen, die man als **Hierarchie** bezeichnen kann. Denn Hierarchie im erweiterten Sinne heisst jede Organisationsform, bei der das Übergeordnete über das Untergeordnete Herrschaft ausüben kann. Oder im übertragenem Sinne dient Hierarchie zur Kennzeichnung einer Ordnung mit von oben nach unten abnehmender Bedeutung. Die **Hierarchie der Landschaftsfaktoren** kann auf dreifache Weise aufgezeigt werden: a) mit der Bedeutung der Begriffe (der Landschaftsfaktoren); b) aufgrund der Entstehung der Landschaftsfaktoren (Evolution); c) durch die Erfahrung in der Geographie (ökologische Landschaftsgliederung).

Zu a).

Die Bezeichnungen der Landschaftsfaktoren (Klima, Geologie, Relief, Boden, Vegetation, Tierwelt und Mensch) in der angeführten Reihenfolge lassen sich als Begriffe mit immer eingengterer Bedeutung auffassen: **Klima** als sich ständig umwandelnde Energieformen im Bereich der Erdoberfläche, z.B. Strahlung und Materie in den verschieden Zustandsformen; **Geologie** als der Teil dieser Energie, der als Materie in der Erde (zeitweise) festgelegt ist; **Geomorphologie** als der Teil dieser Erdmaterie, der in der Oberflächengestalt der Erde sichtbar wird; **Boden** als der oberste Horizont der Erdoberfläche, der als belebt bezeichnet wird; **Vegetation** als das Leben des Bodens, das in die Atmosphäre hineinragt; **Tierwelt** ist dieses Leben, das nicht ortsfest gebunden ist; und der **Mensch** ist jenes freibewegliche Leben, das von Geist erfüllt ist.

Zu b).

Die Landschaftsfaktoren in der selben Reihenfolge lassen sich aber auch als Stufen einer Entwicklung begreifen, die unsere Erde nach und nach überschritten hat (**Evolutionstufen**). Dabei sind die ersten Stufen dieser Evolution notwendige Voraussetzungen der nächstfolgenden, und es überragen somit die primären Faktoren die sekundären hinsichtlich des Alters ihrer Entstehung und der Bedeutung für ihre Existenz selbst (TEILH. DE CHARDIN): Die Zustandform **Klima** der Erde lässt sich als die ursprünglichste auffassen, die aus den verschiedenen Arten der Strahlung und bewegter Materie (den Atmosphäriken) besteht und gut messbar ist. Wir wissen heute, dass das Klima der Urzeit der Erde ganz anders war als das heutige. Im Zuge der Evolution hat sich die **Erdmaterie** unter dem Einfluss der kosmischen und Sonnen-Einwirkung erst nach und nach bis zu ihrem heutigen Aufbau entwickelt. So erkennen wir in der **Tektonik** der Erde heute weit überwiegend das Sedimentationsgeschehen der verschiedenen Erdzeitalter mit ihren eigenen Klimaten, die z.T. noch heute in der Qualität der Gesteine für die Bodenbildung wirksam sind (z.B. die klimabedingten Tonmineralbildungen in den Sedimenten) (SCHEFFER-SCHACHT-SCHABEL 1970, S. 62). Die Herausbildung der **Erdoberfläche** ist so sehr vom Klimageschehen und dem Ausgangsgestein geprägt, dass MACHATSCHEK (9. Auflage 1972, S. 93) in der gesamten Geomorphologie die klimatische Geomorphologie der tektonischen gegenüberstellt. In Anbetracht der Hierarchie der Landschaftsfaktoren muss man jedoch die klimatische Geomorphologie der tektonischen überordnen. Im Laufe der Evolution erscheint das Leben im letzten Quartal der Erdgeschichte (vor ca 1 Mrd. Jahren), das zunächst als Mikroleben des **Bodens** bzw. des Wassers existierte. Die Entwicklung des Makrolebens unserer Erde (**Flora** und **Fauna**) können wir aus den fossilen Resten der Sedimente der verschiedenen Erdzeitalter und der Pylogenie (Stammesgeschichte) ziemlich gut bis heute verfolgen. In Anbetracht, dass die heterotrophe Tierwelt primär auf die autotrophen Pflanzen angewiesen ist, können wir darauf schliessen, dass die Tiere sich immer sekundär auf die Pflanzenwelt eingestellt haben, auch wenn wir uns dessen bewusst sind, dass sich die Entwicklung zur heterotrophen Lebensweise schon ganz früh bei den Mikroorganismen gezeigt hat und auch die Pflanzen starke Anpassungserscheinungen aufweisen (z.B. die Abstimmung bei der Entwicklung der Blütenpflanzen und des Insekten-Reiches).

Die Entstehung des Menschen führt uns seine Abhängigkeit von den Tieren zumindest aufgrund der Evolution deutlich vor Augen. In diesem Sinne versteht auch der Zoologe WAHLERT (1973) die Lebewesen als Produkte und Bestandteile eines globalen Vorganges, die als Phasen der Erdgeschichte verstanden werden können, und die Evolution selbst als die Geschichtlichkeit des globalen Ökosystems.

Zu c).

Schliesslich lässt sich die Hierarchie der Landschaftsfaktoren auch aus den Erfahrungen in der **Geographie** ableiten: Die Gliederung der Erdoberfläche nach **Klimazonen** durch KÖPPEN hat wohl der höchsten Grad von Allgemeingültigkeit. Sie ist durch die Lage der Gebiete der Erde zur Sonneneinstrahlung, d.h. zur Erdachse, bzw. zum Äquator und den Polen bestimmt. Sekundär erfolgt eine Differenzierung der Erdklimate durch die Ausdehnung der Kontinente zwischen den Ozeanen, die wir seit der Theorie WEGENERS (1936) vom jüngeren Teil des Erdmittelalters an als wesentlich verschoben annehmen müssen. Innerhalb der verschiedenen Klimazonen wird dann die Dynamik der **geologischen Verhältnisse**, bzw. der Erdoberfläche für die Ausdifferenzierung der Landschaften entscheidend. Hier stehen die **endogenen Kräfte** an erster Stelle (MACHATSCHEK 1972, S. 7), bei denen man die gebirgs-

bildenden Vorgänge allgemein, die epirogenetischen Bewegungen und die vulkanischen Erscheinungen und Formen speziell unterscheidet. Gleichzeitig mit den endogenen Vorgängen setzen die exogenen Prozesse ein, die zu einer Abtragung einerseits und Auffüllung andererseits des Gesteins führen. Eine solche Massenbewegung erhält von Anfang bis zum Ende den Stempel des jeweiligen Klimas aufgedrückt, so dass sich eine regionale Gliederung der Erdoberflächenformen ableiten lässt, die mit der Gliederung der Erde in Klimazonen und Klimagebiete enge Verwandtschaft besitzt (MACHATSCHEK 1968, S. 93). Dasselbe Feststellung trifft der Bodengeograph GANSSEN (1972, S. 25) bei der **Verbreitung der Böden** auf der Erdoberfläche, indem er für die klimazonale Bodenklassifikation die Klimaklassifikation KÖPPENS zugrundelegen konnte und die gesteinsbedingten Abwandlungen als intrazonale Bodentypen bezeichnet, die aber nach seiner Meinung ebenfalls klimagebunden sind.

Die enge Beziehung zwischen Klima und **Vegetation** geht aus der Karte der Jahreszeiten-Klimate der Erde von TROLL & PAFFEN (1964, 1966) hervor. WALTER (1970) gibt eine Zusammenfassung über die Differenzierung der Vegetation der Erde innerhalb der verschiedenen Zonen. Auf welche Weise die einzelnen Faktoren auf die Entwicklung der Böden einwirken, vom Klima angefangen über das Ausgangsgestein, Relief, Wasser, Flora und Fauna bis zu den Wirkungen der menschlichen Eingriffe, bringen uns SCHEFFER-SCHACHTSCHABEL (1970, S. 311 ff). Die Verknüpfung von Boden und Vegetation sieht GANSSEN (1972, S. 5) wie folgt: "Die gegenseitigen Beziehungen Boden zu Vegetation sind so eng, dass es im Grunde sinnlos ist, von einem Boden zu sprechen, ohne seine Vegetation zu vermerken. Ein Boden, der künstlich von jeder Vegetation freigehalten wird, verliert seine kennzeichnenden Merkmale und wird zu einem blossen Verwitterungsprodukt des Gesteins oder durch Erosion völlig vernichtet." Die heutige Pflanzensoziologie, die die Pflanzengesellschaften in erster Linie nach dem Artenbestand definiert, aber die Gesetzmässigkeit zum Klima, Ausgangsgestein, Relief, Boden, Bodenwasser und menschliche Einwirkungen nicht immer exakt voneinander trennt, macht es häufig schwer, die heutige reale und mehr oder weniger natürliche Vegetation Mitteleuropas in die Hierarchie der Landschaftsfaktoren genau einzuordnen. Jedoch der Begriff des **Gesellschaftsrings** von SCHWICKERATH (1954), in dem alle Pflanzengesellschaften, die auf den gleichen edaphisch-geographischen Landschaftseinheiten vorkommen, zusammengefasst sind, ermöglicht es, die natürliche Vegetation in den verschiedenen menschlichen Eingriffen je nach Art und Intensität mit der Folge der Ersatzgesellschaften fortzusetzen. In Anbetracht der ständigen, seit Jahrtausenden währenden, **Eingriffe des Menschen** in die Vegetation Mitteleuropas kommen wir nicht daran vorbei, erst die natürliche Vegetation zu rekonstruieren, um an ihr das Ausmass ihrer Veränderung durch den Menschen zu ermessen: Hier ist nach dem Sammeln und Jagen zunächst die einfache Auslese aus dem natürlichen Artenbestand des Waldes zu nennen, die bis zum Ausmerzen bestimmter Arten und die Förderung oder gar Einwanderung anderer Arten führen kann. So könnte die Ausbreitung der Eibe schon im Mesolithikum durch den Menschen verhindert worden sein, dagegen scheint die Hainbuche mit dem neolithischen Menschen eingewandert zu sein und sich infolge der Niederwaldwirtschaft von der Römerzeit an stark ausgebreitet zu haben. Ebenfalls die Förderung der Eiche, der Kiefer und Fichte durch den Menschen kann mit Sicherheit nachgewiesen werden (RADKE 1973). In Begleitung anderer Baumarten, die die Humusform des Waldbodens verändern, zieht auch die spezifische Krautflora ein und kann die Bodenentwicklung in andere Bahnen lenken.

Wesentlich nachhaltiger wird der menschliche Eingriff durch den Viehtrieb im Walde, die Streuentnahme oder gar durch Schaffung von Streuwiesen, Weiden und Fettwiesen, die einen immer stärkeren Eingriff in den Nährstoffhaushalt des Bodens bedeuten. Der **Ackerbau** greift noch tiefer in die Bodenkruone ein und gestaltet an manchen Stellen durch eine verstärkte Erosion und Akkumulation das Relief bzw. das Ausgangsgestein durch das Blosslegen anderer geologischer Formationen bzw. die Auffüllung eines andersartigen Kolluviums, wie es sonst bei der natürlichen Reliefentwicklung geschehen wäre, um. Schliesslich kann man den Siedlungsbau und die meisten städtebaulichen Einwirkungen des Menschen in die Landschaft als Veränderung des natürlichen Reliefs und des Ausgangsgesteins (für eine mögliche Bodenbildung) bezeichnen.

Wenn man die Absicht hat, **möglichst alle Landschaftselemente zu erfassen**, die den Aufbau oder den Charakter einer Landschaft bestimmen, ist es nicht sinnvoll, beliebige Kriterien zugrundezulegen. Denn eine spezielle Fragestellung der Planung könnte immer wieder neue Gesichtspunkte für die Differenzierung eines Landschaftsfaktors (z.B. der geologischen Formation oder der Vegetation) notwendig machen. Hierbei sei nur an die industrielle Nutzung bestimmter Gesteine und Pflanzen erinnert. Die nächstliegende, das Landschaftsgefüge in beliebiger Differenziertheit darstellende, aber gerade deshalb für die Landesplanung sehr nützliche Landschaftsgliederung ist die, welche ganz allgemein die Hierarchie der Landschaftsfaktoren berücksichtigt; denn sie stellt das heutige ökologische Wirkungsgefüge der Landschaft dar. Eine solche Karte entsteht dadurch, dass ein Landschaftsfaktor höheren Ranges (z.B. das Klima oder das Ausgangsgestein) nur in der Differenziertheit dargestellt wird, wie er sich für die Herausbildung der nächst folgenden Faktoren (z.B. des Reliefs, Bodens oder Vegetation) auswirkt. So erscheinen die niederen Faktoren nur als Ausdruck der höheren Faktoren, bzw. als Kriterien für die Unterteilung der nächst höheren Faktoren, und sie werden selber wiederum nur soweit untergliedert, wie ihre Ausbildungen für die Differenzierung der dann nächst niederen Faktoren verantwortlich gemacht werden können.

Bei der Entwicklung der ökologischen Karte ist also die ökologische Fragestellung und Aussage von Anfang an gegeben, und es werden nur die tatsächlich ökologischen Kriterien in der natürlichen hierarchischen Rangfolge festgehalten, d.h. die tatsächlichen Abhängigkeiten der verschiedenen Landschaftsfaktoren voneinander. Wenn am Anfang dieser Ausführungen der Begriff des Landschaftselementes als eine beliebige Ausbildung eines Landschaftsfaktors definiert wurde, so lässt sich jetzt das **ökologische Landschaftselement** als die Ausbildung eines Landschaftsfaktors bezeichnen, die in einer festen Beziehung oder Abhängigkeit einer bestimmten Ausbildung eines anderen Landschaftsfaktors steht. Es ist leicht ersichtlich, dass wir nur solche ökologische Landschaftselemente in einer ökologischen Karte festhalten wollen.

Es soll nun der Versuch unternommen werden, eine **ökologische Karte für das Land Bayern** zu entwickeln: Eine Differenzierung des **Grossklimas** für das Gebiet Bayern liegt nicht vor. TROLL & PAFFEN (1964, 1966) weisen ganz Mitteleuropa dem **subozeanischen Waldklimabereich der kühl-gemässigten Zone** zu. Sekundär erfolgt aber eine Veränderung des Grossklimas durch die unterschiedlichen Höhenlagen des Gebietes: mit 100 m zunehmender Höhe geht die Temperatur um 0,5–0,8° C zurück, die Sonnenstrahlung nimmt zu, besonders der Anteil des ultravioletten Lichtes wird grösser. Durch Stauung der durchziehenden Luftmassen sind die Gebirge reicher an Niederschlag (VAN EIMERN 1971). Auf diese Weise kann die

Höhenlage bis zu einem gewissen Grade selbst als Ausdruck des Klimas, des sog. **Mesoklimas** angesehen werden. Eine Differenzierung der geologischen Bildungen durch das Klima lässt sich am deutlichsten anhand der Hochmoore erkennen. Die Hochmoorbildungen in Bayern beschränken sich auf die Mittelgebirgslagen, die dem atlantischen Klima am nächsten kommen. Denn das optimale Hochmoorklima herrscht im atlantischen Küstengebiet um Jever, wo sich in der Nacheiszeit die mächtigsten Torfe gebildet haben (UHDEN 1960). In der bodenkundlichen Übersichtskarte von Bayern M 1:500 000 (BAYER. GEOL. LANDESAMT 1955) wurde eine Differenzierung der Böden infolge unterschiedlicher Höhenlage nur in der alpinen und subalpinen Höhenstufe vorgenommen. Auch die Bodenübersicht von Baden-Württemberg (GEOLOG. LANDESAMT B.-W. 1965) zeigt im Hochschwarzwald nur eine Zäsur an der 900-m-Höhenlinie; die Hochlagen darüber tragen im nördlichen Sandsteinschwarzwald Podsole (Pseudogley- und Nasspodsole) mit Humus-Eisen-Bändchen; diesselben Höhenlagen werden dagegen im südlichen Urgebirgsschwarzwald von flachgründigen Braunerden und Mullrankern, selten von Podsolen (vereinzelt Anmoorgleyen) eingenommen; die Böden der Höhenlagen unter 900 m sind sich in beiden Gebieten ähnlich: flachgründige Braunerden und Ranker, selten Podsole. Nach GANSSSEN (1972, S. 156) ist es in Mitteleuropa wegen des hohen Gesteinswechsel verständlich, dass "die zonale Bodenlehre wegen der zurücktretenden Wirkung grossklimatischer Unterschiede innerhalb Mitteleuropas so gut wie keine Anhänger finden konnte; vielmehr musste sie einer gesteinskundlich interpretierten, sog. "geologischen" Bodenkunde weichen". Darum gilt für Mitteleuropa lediglich (GANSSSEN 1972, S. 30), dass auf silikatisch-quarzitischen Gesteinen unter Laub- und Mischwald, besonders in Hanglagen sog. mitteleuropäische Braunerden, z.T. lesivierte Böden mit schwach bis mässig saurer Reaktion vorkommen, auf Kalkgestein dagegen mehr oder weniger verlehmt Rendzinen, die infolge der stark dränenden Wirkung des Ausgangsgesteins ein trockeneres Bodenklima bilden; in den höheren Lagen der nördlichen Kalkalpen sind diese Böden als Folge des kühlperhumiden Klimas durch eine schnellere Kalkauswaschung oberflächlich stärker verlehmt und tragen auf den mehr windexponierten Lagen oft eine saure Humusauflage, die zu dem mächtigen "Alpenhumus" übergeht.

Auf der Grundlage der bodenkundlichen Übersichtskarte von Bayern M 1:500 000 entwickelte SEIBERT (1965/66) die Übersichtskarte der natürlichen Vegetationsgebiete von Bayern im selben Massstab. Mit ihrer Hilfe lässt sich das Gebiet Bayern mesoklimatisch, d.h. nach den Höhenlagen, wesentlich feiner gliedern als nach der Bodenkarte. Übereinstimmend mit Oberdorfer (1957, 70) lassen sich deutlich 4 Landschaftsstufen herauslesen: eine kolline Eichenmischwaldzone bis rund 500 m Höhe (Hügelland), eine montane Buchen-Tannenwaldzone (Bergstufe) zwischen 500 und 900 m Höhe, eine subalpine Fichten-Latschenzone (Gebirgslagen zwischen 900 m Höhe und der Wald- und Knieholzgrenze bei rund 1800 m Höhe) und eine alpine Rasenzone (Gebirgslagen über der Wald- und Baumgrenze bis zur Schneegrenze bei rund 2400 m). Diese Landschaftszonen lassen sich durch die geologischen Verhältnisse weiter untergliedern. Eine solche Gliederung finden wir in der bodenkundlichen Übersichtskarte von Bayern, die das Ausgangsgestein hinsichtlich seiner Qualität für die Bodenbildung zusammenfasst. Die Böden selbst sind in Hinsicht auf ihre Fruchtbarkeit geordnet. Auch wenn hier in erster Linie an den Anbau von Kulturpflanzen gedacht wurde, können die Merkmale der Bodenfruchtbarkeit dieser Standorte auch als die natürliche Vegetation differenzierend angenommen

werden, bis eine genauere Beziehung zwischen Boden und natürlicher Vegetation erkannt wird. Aufgrund dieser Annahme hat SEIBERT aus der bodenkundlichen Übersicht die vegetationskundliche Übersichtskarte entwickeln können. Beide Karten berücksichtigen bis zu einem gewissen Grad die Hierarchie der Landschaftsfaktoren: Klima, Geologie, (aus der Anordnung der Böden kann oft nur zum Teil auf die Art des Reliefs geschlossen werden) Böden. Eine weitere Unterteilung erlaubt der Massstab nicht. Durch die feinere Gliederung der Vegetationskarte mit Hilfe der Vegetationsstufen, kann diese Karte als die feinste ökologische Karte dieses Massstabes für Bayern angesehen werden. Damit die Hierarchie und damit die Wertigkeit der einzelnen Landschaftsfaktoren zum Ausdruck kommt, sollten die Einheiten der Landschaft in folgender Weise zusammengefasst werden: Siehe Anhang! Bei einer noch feineren ökologischen Gliederung dieses Gebietes, die sich mit Hilfe der geologischen und bodenkundlichen Karten Bayerns M 1:25 000 sehr gut durchführen lässt, müssen die Einheiten der Vegetationsgebiete des M 1:500 000 zugrundegelegt werden. Denn die geologischen und bodenkundlichen Karten im M 1:25 000, die auf der Grundlage der Messtischblätter basieren, zeigen deutlich die geologischen und Boden-Einheiten in enger Beziehung zum Relief. Als die grosse Aufgabe der Landschaftsökologen ergibt sich nunmehr für das Gebiet Bayern, auf der Basis der Vegetationsgebiete der SEIBERT'schen Karte die Gesetzmässigkeit der natürlichen Vegetation in Beziehung zu den Bodentypen der Bodenkarten M 1:25 000 festzustellen, auf die die menschlich bedingten Ersatzgesellschaften bezogen werden können. Dies zusammen stellt die ökologische Landschaftsgliederung dar, auf die die Ökologie der freilebenden Tierwelt und die Planung einer zukünftigen Flächennutzung durch den Menschen bezogen werden muss.

ANHANG

Landschaftsökologische Gliederung des Landes Bayern nach der Hierarchie der Landschaftsfaktoren Klima, Geologie, (Relief,) Boden auf der Grundlage der Übersichtskarte der Vegetationsgebiete von Bayern M 1:500 000 n. SEIBERT 1968*

1. Alpine Stufe; über rund 1800 m; Zwergstrauch-Rasen-Zone.
 - 1.1. Kalk und Dolomit.
 - 1.1.1. Kalkfesspalten; Syrosem; Kalkfesspaltengesellschaften, 1500–2900 m(1).
 - 1.1.2. Kalksteinschutt; Protorendzina; Kalksteinschuttfluren, 1500–2900 m(1).
 - 1.1.3. Plateaulagen; Rendzina; Kalksteinrasen, 1500–2900 m (1).
 - 1.1.4. Geschützte Lagen; Protorendzina bis Tangelrendzina; Alpenrosen-Latschenbusch, 1400–2200 m (3).
 - 1.2. Schiefer und Mergel.
 - 1.2.1. Wind- und strahlungsexponierte Lagen; Ranker, Podsol; subalpine Borstgrasmatten, 1500–2200 (2).
 - 1.2.2. geschützte Lagen; Braunerde, Parabraunerde mit mittlerem bis geringem Basengehalt, Pseudogley; Zwergstrauchheiden, 1500–2200 m (2).
 - 1.2.3. in Mulden und Rinnen; Braunerde und Parabraunerde mit mittlerem bis geringem Basengehalt, Pseudogley; Grünerlenbusch, 1400–2000 m (4).
2. Subalpine Stufe; zwischen 900 und 1800 m; Fichtenwald-Zone.
 - 2.1. Gesteine der alpinen Trias, des Jura und der Kreide.
 - 2.1.1. Tangelrendzina, Ranker, Braunerde und Parabraunerde mit mittlerem bis geringem Basengehalt, Podsol, Pseudogley; subalpiner Fichtenwald, 1400–1750 m (5).
 - 2.1.2. Rendzina, Pararendzina, Braunerde und Parabraunerde mit mittlerem bis geringem Basengehalt, Kalksteinbraunlehm; Hainlattich-Tannen-Buchenwald mit Orchideen-Buchenwald und Ahorn-Buchenwald, 700–1500 m (34).

- 2.2. Gesteine des Jura, der Kreide, des Helvetikum, Flysch und Tertiär; Braunerde und Parabraunerde mit mittlerem Basengehalt bis Podsol-Braunerde und Podsol-Parabraunerde, Pseudogley; Peitschenmoos-Fichtenwald, 900–1500 m (6).
- 2.3. Granit und Gneis.
- 2.3.1. Rohboden, schwach verwitterte Braunerde, Podsol; (800) 1150–1450 m, Soldanella-Fichtenwald (7).
- 2.3.2. Braunerde mit mittlerem bis geringem Basengehalt; Zahnwurz-Tannen-Buchenwald, Hochlagenform mit *Polygonatum verticillatum*, 900–1200 m (34).
- 2-3. 500–1350 m; Kalk- und Dolomitgestein; Tangelrendzina, Rendzina; nordalpiner Schneeheide-Kiefernwald (15).
3. Montane Stufe; zwischen 500 und 900 m; Tannen-Buchenwald-Zone.
- 3.1. Dolomite und Kalkgesteine; Rendzina bis Braunerde mit hohem Basengehalt, Kalksteinbraunlehm; Reiner Platterbsen-Buchenwald mit Orchideen-Buchenwald, Mittelgebirgsrasse, 450–650 m (27).
- 3.2. Molassesand (Flinz), Löss, Altmoräne, würmeiszeitliche Moräne, fluvioglaziale Schotter und Sande.
- 3.2.1. Rendzina, Pararendzina, Braunerde und Parabraunerde mit hohem bis mittlerem Basengehalt, Pseudogley-Braunerde und Pseudogley-Parabraunerde bis Pseudogley; Waldmeister-Tannen-Buchenwald Berglandform des Alpenvorlandes mit *Polygonatum verticillatum*, 800–1000 m (31).
- 3.2.2. Rendzina, Pararendzina, Braunerde und Parabraunerde mit hohem bis mittlerem Basengehalt, Pseudogley-Braunerde und Pseudogley-Parabraunerde bis Pseudogley; Waldmeister-Tannen-Buchenwald Hügellandform Alpenvorland-Rasse, 450–800 m (30a).
- 3.2.3. Pararendzina, Braunerde und Parabraunerde mit hohem bis mittlerem Basengehalt, Pseudogley-Braunerde und Pseudogley-Parabraunerde bis Pseudogley; Waldmeister-Tannen-Buchenwald Hügellandform Tertiärhügelland-Rasse, 450–750 m (30t).
- 3.3-6 Basische Silikatgesteine.
- 3.3. Verwitterungsprodukt aus Basalt, Buntsandstein, Muschelkalk, Löss über Muschelkalk und Keuper.
- 3.3.1. Braunerde mit hohem bis mittlerem Basengehalt; Zahnwurz-Buchenwald, 650–950 m (29).
- 3.3.2. Braunerde mit hohem bis geringem Basengehalt, Parabraunerde; Zahnwurz-Tannen-Buchenwald Berglandform, 500–1000 m (32).
- 3.3.3. Braunerde mit hohem bis geringem Basengehalt, Parabraunerde; Perlgras-Buchenwald Franken-Rasse mit Labkraut-Buchenwald Franken-Rasse, 350–800 m (28w).
- 3.3.4. Braunerde mit mittlerem Basengehalt bis Podsol-Braunerde, Parabraunerde; Perlgras-Buchenwald Franken-Rasse, 300–700 m (28f).
- 3.4. Lehmige Albüberdeckung; Braunerde mit mittlerem bis geringem Basengehalt, Pseudogley-Braunerde; Wachtelweizen-Platterbsen-Buchenwald, 450–650 m (26).
- 3.5. Gestein des Helvetikum, Flysch und Tertiär; Braunerde und Parabraunerde mit hohem Basengehalt bis Podsol-Braunerde und Podsol-Parabraunerde, Pseudogley; Labkraut-Buchen-Tannenwald Flyschgebiet-Rasse mit Ahorn-Buchenwald, 700–1000 m (35).
- 3.6. Molassesand (Flinz), Altmoräne, würmeiszeitliche Moräne, fluvioglaziale Schotter und Sande; Braunerde mit mittlerem Basengehalt bis Podsol-Braunerde, Parabraunerde bis Podsol-Parabraunerde, z.T. Pseudogley-Braunerde und Pseudogley-Parabraunerde bis Pseudogley; Hainsimsen-Buchenwald Hügellandform Südbayern-Rasse, 300–800 m (24s).
- 3.7. Kristalline Gesteine, paläozoische Tonschiefer und Grauwacken.
- 3.7.1. Braunerde mit geringem Basengehalt, selten Podsol; Hainsimsen-Buchenwald Berglandform des Bayerischen Waldes mit *Prenanthes purpurea*, 700–1100 m (25).
- 3.7.2. Braunerde mit geringem Basengehalt, selten Podsol; Fichten-Tannenwald, (550) 700–1000 m (8).
- 3.7.3. Braunerde mit geringem Basengehalt bis Podsol-Braunerde; Hainsimsen-Buchenwald Hügellandform Ostbayern-Rasse, 300–700 m (24o).
- 3.7.4. Braunerde mit geringem Basengehalt, selten Podsol; Eichen-Tannenwald, 400–700 m (9).
- 3.8. Inneralpine und alpenrandnahe Moränen und Schwemmkegel, diluviale Seetone, glaziale bis alluviale Talsedimente; Kalkpaternia, Rendzina, Pararendzina und Para- bzw.

- Braunerde mit hohem Basengehalt, Pseudogley, Gley; Ahorn-Eschenwald, 500–900 m (36).
- 3.9. Junge und jüngste Talablagerungen, junge Schotterdecken.
- 3.9.1. Borowina, Kalkpaternia, Rendzina; präalpinen Schneeheide-Kiefernwald, 500–900 m (14).
- 2-3.9.2. Borowina, Rambla, Paternia, Gley; Grauerlenwald, 400–1200 m (40).
- 4-3.9.3. Gley bis Anmoor; Erlen-Eschen-Auwald mit Fichten-Erlen-Auwald, 240–800 m (38).
- 3.9.4. Moorböden im Bereich würmeiszeitlicher Moräne und fluvioglazialer Schotter; Anmoor, Niedermoor; Kalkflachmoorgesellschaften, entwässert in Entwicklung zum Pruno-Fraxinetum und Querceto-Ulmetum, im Wechsel mit Schwarzerlenbruch und Niedermoor, 350–800 m (42).
- 3.9.5. Hochmoor; Torfmoorgesellschaften z.T. mit Kiefern, Bulten-, Schlenken- und Zwischenmoorgesellschaften, 400–800 m (43).
4. Kolline Stufe; bis rund 500 m Höhe; Eichenwald-Zone.
- 4.1. Dolomite und Kalkgesteine des Jura und Muschelkalk, Tone und Mergel des Keuper; Rendzina, Kalksteinbraunlehm, Pelosol; Steppenanemonen-Kiefernwald, 350–550 m (17); Steppenwaldreben-Eichenwald, mit Geissklee-Kiefernwald, 250–550 m (18).
- 4.2. Tone und Mergel des Zechstein, Röt, Keuper, Lias und Dogger, Kalkgesteine und Mergel des Muschelkalk, Löss, fluvioglaziale Schotter und Sande; Pararendzina bis Braunerde und Parabraunerde mit hohem bis mittlerem Basengehalt, Braunlehm, Pelosol bis Pseudogley; Reiner Labkraut-Eichen-Hainbuchenwald Nordbayern-Rasse, 150–550 m (21n); Labkraut-Eichen-Hainbuchenwald kontinentale Rassen ohne Buche, 200–550 m (22); Reiner Labkraut-Eichen-Hainbuchenwald Südbayern-Rasse, 300–600 m (21s).
- 4.3-6. Basenreiche Lockersedimente und Sandsteine.
- 4.3. Fluvioglaziale Schotter, Flug- und Talsande; Rendzina, Braunerde mit mittlerem Basengehalt bis Podsol-Braunerde, Parabraunerde, Braunerde-Pseudogley; Fingerkraut-Kiefern-Eichenwald, 200–550 m (16).
- 4.4. Flug- und Talsande; Braunerde mit mittlerem Basengehalt bis Podsol-Braunerde, Braunerde-Gley; Sternmieren-Eichen-Hainbuchenwald, 120–400 m (19).
- 4.5. Molassesand (Flinz), fluvioglaziale Schotter und Sande, Löss; Braunerde mit mittlerem Basengehalt bis Podsol-Braunerde, Parabraunerde bis Podsol-Parabraunerde, z.T. Pseudogley-Braunerde und Pseudogley-Parabraunerde; Hainsimsen-Labkraut-Eichen-Hainbuchenwald Südbayern-Rasse, 300–600 m (20s).
- 4.6. Keuper- und Doggersandsteine, tertiäre Sande, Löss; Ranker-Braunerde, Braunerde, Braunerde mit mittlerem Basengehalt bis Podsol-Braunerde, Parabraunerde, Pseudogley-Braunerde, Pseudogley-Parabraunerde; Hainsimsen-Labkraut-Eichen-Hainbuchenwald Nordbayern-Rasse, 150–550 m (20n).
- 4.7-8. Basenarme Gesteine und Lockersedimente.
- 4.7. Gneis, Glimmerschiefer, Buntsandstein; Braunerde mit geringem Basengehalt bis Podsol-Braunerde; Hainsimsen-Labkraut-Eichen-Hainbuchenwald Spessart-Rhön-Rasse, 200–450 m (20r).
- 4.8. Sandsteine und Sande.
- 4.8.1. Braunerde mit geringem Basengehalt bis Podsol-Braunerde und Podsol-Parabraunerde; Winterlinden-Traubeneichenwald (Luzulo-Quercetum subkontinentale Rasse, 220–350 m (10).
- 4.8.2. Podsol-Braunerde, Podsol; Moos-Kiefernwald und Preiselbeer-Kiefernwald, 250–600 m (12).
- 4.8.3. Braunerde mit geringem Basengehalt, Podsol-Braunerde bis Podsol, Pseudogley-Podsol bis Podsol-Pseudogley; Hainsimsen-Buchenwald Hügellandform Rasse der Sandsteingebiete, 200–600 m (24f).
- 4.8.4. Braunerde mit geringem Basengehalt, Podsol-Braunerde bis Podsol; Buchen-Traubeneichenwald, 240–400 m (11).
- 4.9. Junge und jüngste Talablagerungen.
- 4.9.1. Jungdiluviale und postglaziale Flusssedimente; Braunerde mit hohem bis mittlerem Basengehalt; Ulmen-Eichen-Hainbuchenwald, 300–400 m (23).
- 4.9.2. Kalkpaternia; Pfeifengras-Kiefernwald, 300–500 m (13).
- 4.9.3. Borowina, Rambla, Paternia, Braune Vega, Gley; Eschen-Ulmen-Auenwald, 100–500 m (37).

- 4.9.4. Im Einzugsbereich der Silikatgebirge; Rambla, Paternia, Gley; Schwarzerlen-Ufer-Auenwald, 200–700 m (39).
- 4.9.5. Im Einzugsbereich der kristallinen Gesteine, paläozoischer Schiefer und des Sandsteinkupfers; Anmoor, Niedermoor, 300–600 m (41).

* die Einheiten nach Seibert sind in Klammern angegeben.

LITERATUR

- BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT (1955): Bodenkundliche Übersichtskarte von Bayern M 1:500 000. München.
- CHARDIN, T. DE (1965): Der Mensch in Kosmos. München.
- EIMERN, J. VAN (1971): Wetter und Klimakunde für Landwirtschaft, Garten- und Weinbau. Stuttgart.
- GANSSEN, R. (1972): Bodengeographie. Stuttgart.
- GEOLOGISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG (1966): Bodenübersichtskarte M 1:600 000. Freiburg 1965, Stuttgart.
- KÖPPEN, W. (1936): Das geographische System der Klimate (In Köppen-Geiger, Handbuch der Klimatologie. 1, Teil C. Berlin.
- MACHATSCHKE, F. (1968): Geomorphologie. 9. Aufl. Stuttgart.
- OBERDORFER, E. (1957): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Pflanzensoziologie 10, Jena.
- OBERDORFER, E. (1970): Exkursionsflora. 3. Auflage Stuttgart 1970.
- RADKE, G. (1973): Landschaftsgeschichte und Ökologie des Nordschwarzwaldes. Stuttgart Ulmer Verlag.
- SCHEFFER, F. & SCHACHTSCHABEL, P. (1970): Lehrbuch der Bodenkunde. Stuttgart.
- SCHWICKERATH, M. (1954): Die Landschaft und ihre Wandlung. Aachen.
- SCHWICKERATH, M., GALLHOFF, E. & RADKE, G. (1969): Die Florengeographi- und Vegetationskundliche Gliederung des Naturschutzgebietes "Wollerscheider Venn" Kreis Monschau. *Schrr.d.Ldst.f.Naturschutz u.Ldschpfl.i.Nrb.Wf.* 6: 37–80.
- SEIBERT, P. (1968): Übersichtskarte der natürlichen Vegetationsgebiete von Bayern 1:500 000 mit Erläuterungen. *Schrr.f.Vegetationskunde*, Bad Godesberg.
- TROLL, C. & K.H. PAFFEN (1964): Karte der Jahreszeiten-Klimate der Erde. *Erdkunde* 18.
- TROLL, C. (1966): Jahreszeiten-Klimate der Erde. Weltkarte zur Klimakunde. Heidelberg Ak.d. Wiss.
- UHDEN, O. (1960): Das Grosse Moor bei Ostenholz. *Schrr.d.Kurat.f.Kulturbauwesen*, 9.
- WAHLERT, G. (1973): Phylogenie als ökologischer Prozess. *Naturw.Rdsch.* 26, Jg. 6.
- WALTER, H. (1970): Vegetationszonen und Klima. UTB Stuttgart.
- WEGENER, A. (1936): Die Entstehung der Kontinente und Ozeane. Vieweg, Braunschweig. 5. Auflage.

Anschrift des Verfassers:

Dr. GERT J. RADKE, Institut für Landschaftsökologie, Technische Universität München, 8050 Freising-Weihenstephan.