

Zur Systematik der Tropenböden

Von

P. SCHAUFELBERGER (Chinchiná)

Die neueren Untersuchungen tropischer Böden in verschiedenen Erdteilen haben übereinstimmend ergeben, dass es unmöglich ist, sie als Laterit, Rot-, Gelb- und Schwarzerden zu klassieren. Es müssen andere Merkmale herangezogen werden, um zu einer natürlichen Einteilung zu gelangen.

Über die Eigenschaften und das Bodentypeninventar der tropischen Böden, speziell von Kolumbien, unterrichten folgende Berichte:

- I. P. SCHAUFELBERGER, 1947. La formación y las series de suelos de la zona cafetera de Colombia. Bol. Técnico 1/2 (33—68).
- II. — 1950. Wie verläuft die Gesteinsverwitterung und Bodenbildung in den Tropen, insbesondere in Kolumbien? Schweiz. Min. u. Petr. Mitt. 30/2 (238—257).
- III. — 1951. Die roten und gelben Böden, insbesondere der Tropen. Z. f. Pflanzenern., Düngung, Bodenkunde 54/2 (163—178).
- IV. — 1951. La arcilla de los suelos tropicales. Bol. Técnico 1/5 (29—46).
- V. — 1951. Los suelos de ceniza volcánica del Departamento de Caldas. Rev. Cafetera N° 123 (3794—3805).
- VI. — 1952. Gibt es in den Tropen Tschernosem? Z. f. Pflanzenern., Düngung, Bodenkunde 57/2 (121—134).
- VII. — 1952. Warum wissen wir so wenig über die tropischen Böden? Scientia 46.
- VIII. — 1952. Zur Gliederung des tropischen Klimas. Geogr. Helvetica VII/2 (153—155).
- IX. — 1952. Zur Klassifikation der ariden tropischen Böden. Experientia XIII/9. (361—364).
- X. — 1952. Die praktischen Probleme der tropischen Bodenkunde. Acta Tropica 9/1 (17—51).
- XI. — 1952. Die Klimabodentypen des tropischen Kolumbiens. Vierteljahrsschrift der Naturf. Ges. Zürich 97 (92—114).
- XII. — 1953. Die nicht zonalen Bodentypen des tropischen Kolumbiens. ib. 98 (86—108).
- XIII. — 1953. Was ist Laterit? Geochimica et Cosmochimica Acta 3 (47—52).
- XIV. — 1953. Tropische Verwitterung und Bodenbildung über Andesit und Diorit. Schweiz. Min. u. Petr. Mitt. 33/1 (127—143).

Die in diesen Arbeiten beschriebenen Bodentypen stehen im Widerspruch zu den üblichen Klassifikationen der tropischen Böden, dagegen liessen sie sich nach den Grundsätzen der Bodensystematik PALLMANN's klassieren, sofern am System einige Modifikationen vorgenommen werden.

Ich habe mit Herrn Prof. Dr. H. PALLMANN und besonders mit seinem Mitarbeiter Herrn Dr. R. BACH, Agrikulturchemisches Institut der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich, eingehend über die Grundsätze der Bodensystematik PALLMANN's und über die Einordnung der Tropenböden gesprochen. Es ist mir ein aufrichtiges Bedürfnis, den beiden Herren für das Interesse und die vielen wertvollen Ratschläge zu danken, die sie für mein Anliegen aufgebracht haben.

Hier sei zuerst der Vorschlag PALLMANN's kurz wiedergegeben, und dann sollen die Modifikationen besprochen werden, die ich daran auf Grund der Erfahrung mit Tropenböden für nötig erachte.

Systematik der Böden nach dem Vorschlag PALLMANN's

1. H. PALLMANN, 1947. Pédologie et Phytosociologie. C. R. Congr. Int. Péd.
2. H. PALLMANN, F. RICHARD, R. BACH. Über die Zusammenarbeit von Bodenkunde und Pflanzensoziologie. 10. Kongr. Zürich 1948 des Int. Verb. forstl. Versuchsanstalten.

PALLMANN verwendet zur Klassifikation des Bodentyps folgende Kriterien:

1. Die kennzeichnende Richtung der Perkolation (exo-, amphi-, endo- und periperkolativ).

2. Die kennzeichnende Entstehungsart des Bodengerüsts. Grad der Verwitterung und Humusgehalt (petrogen, minero-chemogen, organogen, organo-petrogen, organo-minerogen).

3. Den kennzeichnenden Chemismus des mineralischen Bodengerüsts (allitisch, siallitisch, terralkitisch, terralkitisch-siallitisch, ferri-siallitisch, heterolitisch).

4. Das kennzeichnende Perkolat. (Alk, Terralk, Sesqui-Hum, Sesqui-Sil, Acid-Hum.)

Der Bodentyp ist also durch eine bestimmte Perkolationsrichtung, eine bestimmte Entstehungsart, einen bestimmten Chemismus des mineralischen Bodengerüsts und ein bestimmtes Perkolat definiert.

Je nach dem Entwicklungsgrad der einzelnen Merkmale werden die Bodentypen in Untertypen eingeteilt und diese nach beliebigen Kennzeichen in Bodenvarietäten.

Modifiziertes System der Böden

Zur Klassifikation der Bodentypen (IX, XI, XII) werden als Kriterien die Perkolationsrichtung, der Humusgehalt, der Gehalt an austauschbaren Basen und die Perkolate verwendet.

1. Perkolationsrichtung.

a) Endoperkolative Böden. Normaldrainierte Böden mit ungehinderter Basenwegfuhr.

b) Peri-endoperkolative Böden. Gehemmt drainierte, zeitweise nasse Böden. Eine wenig durchlässige Schicht oder ein ebensolcher Horizont (Ortstein) im Unterboden verzögert den Wasserabfluss, ohne ihn aber gänzlich zu unterbinden und die Basenwegfuhr zu verhindern. Diese Böden sind baumfeindlich und als Steppen- und Savanneböden längst bekannt (VIII).

c) Amphiperkolative Böden. Diese Böden bilden sich im ariden Klima und wenn Grundwasser nahe an der Erdoberfläche durchfließt. Zur Trockenzeit steigt das Wasser kapillar bis in den Boden und führt ihm Basen zu. Diese Böden sind nie vernässt. Bei Regen versickert das Wasser in die Tiefe, löst allfällige Salze und führt sie dem Grundwasser zu, das sie weiter verfrachtet. Amphiperkolative Böden versalzen deshalb nie (IX).

Bei den endoperkolativen, peri-endoperkolativen und amphiperkolativen Böden können die Basen weggeführt werden. In abflusslosen Wannengebieten mit undurchlässigem Untergrund, in die wohl Wasser zu-, aber keines wegfließt, sondern darin verdunstet, müssen sich die Salze dagegen mit der Zeit anreichern. Eine Ausnahme bilden Wannen mit sehr basenarmem Muttergestein, in die nur Regenwasser gelangt. Zur Trockenzeit steigt das Wasser kapillar in den Boden und führt demselben Salze zu.

d) **Exoperkolative Böden.** Diese Böden liegen so hoch über dem Grundwasser der Wanne, dass sie in der Regenzeit nicht vernässt, sondern ausgewaschen werden (IX, XII).

e) **Peri-exoperkolative Böden.** Diese Böden liegen nur wenig über dem Grundwasser der Wanne. In der Regenzeit werden sie vernässt oder gar überschwemmt.

f) **Periperkolative Böden.** Diese Böden sind vollständig vernässt, versumpft. Sie sind in den Tropen sehr selten; denn in den feuchten Klimaten sind die Wannen meist überschwemmt und in den wechselfeuchten trocken sind sie periodisch aus, und die Böden gehören dann in die Klasse der peri-exoperkolativen Böden.

2. **Humusgehalt.** Bei den verschiedenen Bodentypen hat sich ein Gleichgewicht zwischen Humusbildung und Humusabbau eingestellt. Dieses Gleichgewicht bedingt bei endoperkolativen Böden der ariden Klimate (VI, IX, XI, XII) im allgemeinen Humusgehalte unter 3 %, bei Böden der humiden Klimate Humusgehalte zwischen 3 und 20 %. Diese Werte sind Richtzahlen und nicht starre Grenzen. Sie eignen sich auch für nicht endoperkolative Böden. Wir unterscheiden daher:

- a) **Humusarme Böden.** In der Regel mit weniger als 3 % Humus.
- b) **Humusreiche Böden.** Humusgehalt im allgemeinen zwischen 3 und 20 %.
- c) **Sehr humusreiche Böden** mit höherem Humusgehalt.

3. **Basengehalt.** Als Kennzeichen des Chemismus des mineralischen Gerüsts eines Bodens wird sehr häufig die Bodenreaktion verwendet, sie genügt aber nicht immer. Auch Kalkkonkretionen sind oft zur Bodenklassifikation herangezogen worden (Pedocals); sie finden sich aber in den Tropen nur selten. Das Kieselsäure/Sesquioxidverhältnis des mineralischen Anteils taugt nicht für die Klassifikation der Böden (II), da in allen Böden mit Humus die Kieselsäure im Rückstande angereichert wird; Material ohne Humus aber bezeichnen wir nicht als Boden, sondern als Gestein (z. B. Laterit). Freie Sesquioxide sind ebenfalls nicht als Kriterium zu gebrauchen, da sie in den verschiedensten Bodentypen auftreten können. Dagegen hat sich der Gehalt an austauschbaren Basen als Einteilungsmerkmal bewährt (VI, XII). Wir unterscheiden daher nach Erfahrungswerten, die auch nur Richtzahlen sind:

- a) **Basenarme Böden.** Weniger als 10 MAe/100 g austauschbare Basen.
- b) **Basenreiche Böden.** Mehr als 10 MAe/100 g austauschbare Basen.

c) Basenüberreiche Böden $S > T$. (Da in den Tropen Kalkkonkretionen in den Böden sehr selten sind, so entspricht bei Säureauszügen S im allgemeinen der Menge der austauschbaren Basen plus wasserlöslichen Salze im Boden. Bei Böden mit karbonathaltigen Muttergesteinen muss man zur Bestimmung der umtauschbaren Basen mit Lösungsmitteln arbeiten, die die Erdalkal karbonate nicht angreifen.)

4. Perkolate. Die Perkolatbestimmung stösst auf manche Schwierigkeiten, weil von den häufigeren gesteinsbildenden Elementen alle verlagert werden können.

Bei den endoperkolativen Böden hat sich gezeigt, dass bei entwickelten Böden die Auswaschungsfaktoren (Vergleich der NIGGLIwerte von Boden und Muttergestein) mit den Regenfaktoren wechseln und dass bei Böden, die noch den Einfluss basenreichen Muttergesteins zeigen, die Auswaschungsfaktoren vom Klima unabhängig sind (II, VI, XII, XIV). Sind die Quotienten q_{si} , q_{al} , q_{fm} , q_c und q_{alk} grösser als 1, so hat mindestens eine relative Anreicherung (+) der betreffenden Molekeln stattgefunden, sind sie dagegen kleiner als 1, so fand eine Auswaschung (—) statt.

Es wurden folgende Auswaschungsfaktoren beobachtet, die nach der Literatur auch für die Böden der gemässigten Zone charakteristisch sind.

Klima	Regenfaktoren	Bodentyp	Auswaschungsfaktoren
Klimasole:			
arid	unter 40	Kaktusboden	+ si — c — alk
semiarid	40—60	Bambusboden	+ si + c — alk
semihumid	60—100	Humusboden	+ si + c + alk
humid	100—160	Waldboden	+ si — c + alk
perhumid	über 160	Urwaldboden	+ si — c — alk ¹⁾
Lithosole:			
arid + semiarid	unter 60	Caliboden ²⁾	+ si — c + alk ³⁾
semihumid	60—100	Quindfoboden	+ si — c + alk ³⁾
humid + perhumid	über 100	Quipileboden	+ si — c + alk ³⁾

1) Beim Urwaldboden werden ausserdem die Sesquioxide im Unterboden angereichert, eine Tatsache, die man schon längst bei den Podsolen des perhumiden Klimas beobachtet hat. Dadurch unterscheiden sich die Urwaldböden von den Kaktusböden, bei denen die Sesquioxide im Boden angereichert werden. Da aber beide Böden sich auch im Humusgehalt unterscheiden, gehören sie systematisch nicht zusammen.

2) Bezeichnung Caliboden nach der Stadt Cali in Kolumbien.

3) Diese Lithosole auf basenreichen Muttergesteinen zeigen dieselben Perkolate wie die Waldböden des humiden Klimas. Diese sind aber basenarm, jene basenreich, so dass diese Bodentypen ebenfalls leicht ausinandergelassen werden können. Im System PALLMANN ist der Quipileboden eine Varietät des Quindfobodens.

PALLMANN bezeichnet als Perkolat, was tatsächlich verlagert worden ist, so dass bei den endoperkolativen Böden nur q_c und q_{alk} seinen Perkolaten entsprechen, während die Kieselsäure nur relativ angereichert ist und daher nicht als Perkolat bezeichnet werden darf. Bei jungen endoperkolativen Böden ist eine absolute Basenanreicherung durch Zufuhr aus der Pflanzenstreu möglich (Nährstoffpumpe Vegetation).

Bei den amphiperkolativen und Wannengebieten können die Auswaschungsfaktoren kaum bestimmt werden, weil in der Regel das frische Muttergestein im Bodenprofil fehlt. Das Perkolat muss dann anders bestimmt werden, z. B. an Hand der Basenverteilung im Profil.

Der Bodentyp ist also durch eine bestimmte Perkulationsrichtung, einen gewissen Humus- und Basengehalt sowie ein bestimmtes Perkolat gekennzeichnet, also durch vier Merkmale charakterisiert.

Die Bodenuntertypen sind durch den Ausprägungsgrad der einzelnen Kennzeichen der Bodentypen charakterisiert. In den Tropen hat sich nun gezeigt, dass sich bei allen endoperkolativen Böden im Laufe der Entwicklung besonders die Farbe des mineralischen Bodengerüsts ändert (III). Die Farbe wird hier zur Klassierung der Untertypen benützt. (PALLMANN benützt sie zur Kennzeichnung einiger Verbände, z. B. ferri-siallitisch.)

Bodenart. Die Bodentypen, bzw. Untertypen der endoperkolativen Böden können auf Grund der Körnung weiter unterteilt werden. Sie gibt bis zu einem gewissen Grade Auskunft über den Grad der physikalischen und chemischen Verwitterung. Wir unterscheiden z. B.:

- a) Sandböden,
- b) Lehm Böden,
- c) Tonböden.

Bodenvarietäten. Die Bodenarten können nach beliebigen Merkmalen in Bodenvarietäten unterteilt werden. Die Tschernoseme werden oft nach Tiefe, Humusgehalt usw. aufgeteilt. Bei den Salzböden spielt die einseitige Absättigung der Umtauschkomplexe durch K-, Na-, Ca- oder Mg-Ionen eine wichtige Rolle bei der Klassierung, ebenso die Zusammensetzung der freien Salze in der Bodenlösung.

Systematik der Bodentypen

Wir erhalten demnach folgende Systematik der tropischen Bodentypen.

1 Endoperkolative Böden

11 Humusarme Böden

111 Basenarme Böden

1111 Perkolat: + si — c — alk

Kaktusböden

1112 Perkolat: + si + c — alk

Bambusböden

112 Basenreiche Böden

1121 Perkolat: + si — c + alk

Caliböden

12 Humusreiche Böden

121 Basenarme Böden

1211 Perkolat: + si + c + alk

Humusböden

1212 Perkolat: + si — c + alk

Waldböden

1213 Perkolat: + si — c — alk

Urwaldböden

122 Basenreiche Böden

1221 Perkolat: + si — c + alk

Quindíoböden (einschliesslich
Quipileböden)

2 Peri-endoperkolative Böden**21 Humusarme Böden**211 *Basenarme Böden*

2111 Perkolat: + si — c — alk

Kaktussavanneböden

2112 Perkolat: + si + c — alk

*Bambussavanneböden*212 *Basenreiche Böden*

2121 Perkolat: + si — c + alk

*Calisavanneböden***22 Humusreiche Böden**221 *Basenarme Böden*

2211 Perkolat: + si + c + alk

Humussavanneböden

2212 Perkolat: + si — c + alk

Waldsavanneböden

2213 Perkolat: + si — c — alk

*Urwaldsavanneböden, Eisen- und Humusortsteinböden*222 *Basenreiche Böden*

2221 Perkolat: + si — c + alk

*Quindiosavanneböden***3 Amphiperkolative Böden****31 Humusarme Böden**311 *Basenreiche Böden*

3111 Perkolat: Erdalkali- und Alkali-Ionen

*Alkaliböden***32 Humusreiche Böden**321 *Basenreiche Böden*

3211 Perkolat: Abnahme der Erdalkali- und Zunahme der Alkali-Ionen

*Regur***4 Exoperkolative Böden****41 Humusarme Böden**411 *Basenüberreiche Böden*

4111 Perkolat: Alkali- und Erdalkali-Ionen

*Salzböden***5 Peri-exoperkolative Böden****51 Humusarme Böden**511 *Basenüberreiche Böden*

5111 Perkolat: Alkali- und Erdalkali-Ionen

*Salznassböden*512 *Basenreiche Böden*

5121 Perkolat: Alkali- und Erdalkali-Ionen

*Wannennassböden***52 Humusreiche Böden**521 *Basenreiche Böden*

5211 Perkolat: Zunahme der Alkali- und Abnahme der Erdalkali-Ionen

*Wannentschernosem***6 Periperkolative Böden****61 Humusarme Böden**611 *Basenarme Böden*

6111 Perkolat: 0

*Saurer Sumpf*612 *Basenreiche Böden*

6121 Perkolat: Alkali- und Erdalkali-Ionen

*mineralisches Niedermoor*613 *Basenüberreiche Böden*

6131 Perkolat: Alkali- und Erdalkali-Ionen

Salzmoor

62 Humusreiche Böden

621 Basenarme Böden

6211 Perkolat: 0

saures Moor

622 Basenreiche Böden

6221 Perkolat: Alkali- und Erdalkali-Ionen

organo-mineralisches Niedermoor

63 Sehr humusreiche Böden

631 Basenarme Böden

6311 Perkolat: 0

Hochmoor

632 Basenreiche Böden

6321 Perkolat: Alkali- und Erdalkali-Ionen

organisches Niedermoor

D i s k u s s i o n

PALLMANN hat seine Bodenklassifikation nicht speziell für die tropischen Böden aufgestellt, sondern es handelt sich um eine allgemeine Bodensystematik für alle Böden. Dass aber die tropischen Böden Kolumbiens nach diesen Grundsätzen klassiert werden können, wurde bereits gezeigt. Als Klimabodentypen wurden die Kaktus-, Bambus-, Humus-, Wald- und Urwaldböden erkannt, die mit den Regenfaktoren den Humusgehalt, die Krumentiefe, die Bodenreaktion, den Gehalt an austauschbaren Basen und die Auswaschungsfaktoren wechseln. Auch wurde bereits erwähnt, dass aus der Literatur deutlich hervorgeht, dass bei gleichen Regenfaktoren die Klimabodentypen des gemässigten Klimas dieselben Auswaschungsfaktoren zeigen, wie diejenigen der Tropen. Zeigen nun aber die «Klimabodentypen» der offiziellen Bodenklassifikation ebenfalls dieselben Auswaschungsfaktoren?

Zu den Vertretern der Klimabodentypenlehre gehört u. a. auch RAMANN¹⁾, der sich selber dazu folgendermassen äussert: «Den ersten Versuch, die europäischen Bodenzonen auf bestimmte vorherrschend wirkende Faktoren des Klimas zurückzuführen und unter einheitliche Gesichtspunkte zu ordnen, machte wohl der Verfasser.»

RAMANN erwähnt dann u. a. folgende «Klimabodentypen»:

L a t e r i t

Man kennt heute Oberflächen- und Tiefenlaterite (II, III, XIII, XIV). Die Oberflächenlaterite können wir folgendermassen klassieren:

Oberflächenlaterit

endoperkolativ

humusfrei

basenarm

— si — c — alk

Bei der Lateritbildung wird neben den Basen auch die Kieselsäure ausgewaschen, die bei allen reifen endoperkolativen Böden angereichert ist. Die Lateritbildung zeitigt also einen wesentlich andern Chemismus als die Boden-

¹⁾ E. RAMANN, *Bodenkunde*. Berlin 1911.

bildung. Es handelt sich offenbar um z w e i verschiedene Verwitterungen, worauf schon andere Autoren hingewiesen haben.

Verwitterung		
ohne Humus	mit Humus	MEIGEN (II), LANG (II)
durch Hydrolyse	in Anwesenheit von Kohlensäure	MEIGEN (II)
mit Hydrargillitbildung	mit Kaolinbildung	BAUER (II)
chemisch	biogen	JAKOB ²⁾
allitisch	siallitisch	NIGGLI (XIV)
Lateritbildung	Bodenbildung	

Definiert man den Boden als Produkt der Verwitterung in Anwesenheit von Humus oder organischer Substanz, dann ist der Laterit kein Boden, sondern ein Gestein. Als solches kann er natürlich zum Muttergestein eines Bodens werden. Definiert man dagegen den Boden als Pflanzenstandort, dann kann Laterit als Boden aufgefasst werden, genau wie Sand- und Kieshaufen, Kohlendepots usw., auf denen Samen zur Keimung und Entwicklung gelangt sind. Wo liegt dann aber der Unterschied zwischen Boden und Muttergestein?

Da uns aus den Tropen kein reifer Boden bekannt ist, aus dem die Kieselsäure ausgewaschen ist, haben wir den Laterit nicht in das Inventar der tropischen Böden aufgenommen.

R o t e r d e n

Wir haben schon früher gezeigt, dass man in den Tropen rote und gelbe Unterböden in allen Klimaten und über allen Muttergesteinen trifft (III, XI, XII), so dass wir uns darauf beschränken können, hier einige Profile von «Roterden» nach den Grundsätzen von PALLMANN zu klassieren:

<p>roter Urwaldboden Nr. 1081 (XI, S. 104) endoperkolativ humusreich basenarm + si — c — alk</p>	<p>roter Waldboden Nr. 1242 (XI, S. 106) endoperkolativ humusreich basenarm + si — c + alk</p>
<p>roter Humusboden Nr. 1217 endoperkolativ humusreich basenarm + si + c + alk</p>	<p>roter Kaktusboden Nr. 1239 endoperkolativ humusarm basenarm + si — c — alk</p>
<p>roter Caliboden Nr. 1246 (XII, S. 87) endoperkolativ humusarm basenreich + si — c + alk</p>	<p>roter Quindióboden (Quipileb.) Nr. 1098 (XII, S. 92) endoperkolativ humusreich basenreich + si — c + alk</p>

²⁾ J. JAKOB. Der chemische Aufbau unseres Planeten. Zürich 1945

Die «Roterden» der Tropen erstrecken sich auf alle Klimabodentypen, oder, besser gesagt, sind Untertypen der Klimasole. Der rote Cali- und Quindíoboden gehört demselben Bodentyp an, wie die Terra rossa auf Kalk oder kalkhaltigen Sedimenten. Da aber die Böden Nr. 1246 und 1098 sich auf basenreichen Silikaten gebildet haben, darf man sie nach der Definition nicht als Terra rossa bezeichnen.

Die Tropenroterden bilden also keinen einheitlichen Bodentyp, sondern sind Untertypen der Klimasole. Dasselbe trifft auch auf die tropischen Gelberden zu (V), wie auch auf die Braunerden der gemässigten Zone.

Braunerden

Über die Braunerden schreibt RAMANN³⁾:

«Die gemässigt klimatischen Bedingungen der Braunerdegebiete führen dazu, dass der Einfluss des Grundgesteins hervortritt, so dass trotz Wahrung des Charakters als Braunerde aus verschiedenen Gesteinen abweichende Böden hervorgehen, die dazu geführt haben, die Böden nach dem Grundgestein (Basalt-, Granit-, Buntsandstein- usw. Boden) zu unterscheiden.»

Es kann sich dabei um Bodenvarietäten oder verschiedene Bodentypen handeln. So findet man im humiden Tropenklima folgende zwei braunen Bodentypen:

brauner Waldboden Nr. 1178

(XI, S. 105)
endoperkolativ
humusreich
basenarm
+ si — c + alk

brauner Quindío-(Quipile-)boden Nr. 1092

(XII, S. 93)
endoperkolativ
humusreich
basenreich
+ si — c + alk

Da diese Braunerden, trotz ähnlicher Profile, sich im Gehalt an austauschbaren Basen unterscheiden, gehören sie zwei verschiedenen Bodentypen an. RAMANN's Braunerde des humiden Klimas ist also nicht eindeutig definiert, es kann sich sowohl um den Klimasol (Waldboden) wie um den Lithosol (Quindíoboden) auf basenreichem Muttergestein handeln.

Podsol

Der endoperkolative Podsol des perhumiden gemässigten Klimas zeigt die gleichen Kennzeichen wie der tropische Urwaldboden; er ist also ein Klimabodentyp. Dagegen sind die Humus- und Eisenpodsole peri-endoperkolativ und gehören einem andern systematischen Bodentyp an. Genetisch dürften sie sich in Ebenen aus Podsolen entwickeln.

³⁾ E. RAMANN. Bodenkunde. Berlin 1911.

Steppenböden

Die tropischen Savanneböden werden vielfach mit dem wechselfeuchten Klima in Verbindung gebracht (VII, VIII). Baumfeindliche Savanneböden aber finden wir in allen Klimaten; es handelt sich immer um flachgründige Böden in Ebenen, die meist mindestens zeitweise vernässt sind. Oft wird in den Ebenen die gehemmte Drainage durch eine Ortsteinbildung verursacht. Charakteristisch für einen solchen Steppen- oder Savanneboden ist seine Baumfeindlichkeit. Die Baumlosigkeit kann aber auch durch die Kälte, beispielsweise im Hochgebirge, oder durch menschliche Kulturmassnahmen bedingt sein, so dass man dann auch auf endoperkolativen Böden baumfreie Vegetationen oder Kulturen findet. Deren Böden aber dürfen nicht als Savanne- oder Steppenböden bezeichnet werden, da sie normal drainiert sind.

Zu den bekanntesten Steppenböden der gemässigten Zone gehören der braune, kastanienbraune und schwarze Steppenboden (Tschernosem) sowie der Prärieboden. Kenner dieser Böden bestätigen, dass die typischen Vertreter zeitweise nass sind, und auch in der Literatur findet man bestätigende Angaben. Wir klassieren diese Böden folgendermassen:

brauner Steppenboden

peri-endoperkolativ
humusarm
basenarm
+ si + c — alk

Bambussavanneboden

kastanienbrauner Steppenboden

peri-endoperkolativ
humusarm
basenreich
+ si — c + alk

Calisavanneboden

Prärieboden

peri-endoperkolativ
humusreich
basenarm
+ si + c + alk

Humussavanneboden

schwarzer Steppenboden (Tschernosem)

peri-endoperkolativ
humusreich
basenreich
+ si — c + alk

Quindíosavanneboden

Das will aber nicht heissen, dass z. B. alle als Prärieboden oder Tschernosem beschriebenen Böden Humus- und Quindíosavanneböden seien. Beide Böden werden auch unter Wald beschrieben; bei diesen handelt es sich um endoperkolative, d. h. normal drainierte Humus- und Quipileböden. Auch wenn der Wald aus irgendeinem Grunde fehlt, der Boden aber normal drainiert ist, so darf der Boden nicht als Savanneboden bezeichnet werden. Ferner findet man bei Tschernosembeschreibungen gelegentlich auch Hinweise auf Salzanreicherung oder Montmorillonitbildung. Diese sind aber an Wannen gebunden. Es handelt sich also um peri-exoperkolative Wannentschernoseme.

Es darf in diesem Zusammenhang vielleicht daran erinnert werden, dass in den meisten Bodenklassifikationen Tschernosem und Prärieboden als zonal Klimabodentypen des semihumiden gemässigten Klimas angeführt sind. Nun muss man aber von einem zonalen Boden fordern, dass

er normal drainiert sei. Solche Böden kennt man natürlich aus dem semi-humiden gemässigten Klima, z. B. als braune, graue Waldböden, Roterden usw., aber manchmal sind sie auch als Tschernosem oder Prärieboden beschrieben. Nach der nordamerikanischen Klassifikation unterscheiden sich diese beiden Böden dadurch, dass der Tschernosem im Unterboden Kalkkonkretionen aufweist, der Prärieboden dagegen nicht. Die Perkolationsrichtung ist bei dieser Klassifikation nicht berücksichtigt. Klassiert man aber auch nach dieser, so kann es nicht überraschen, dass Tschernosem und Prärieboden, bald als peri-endoperkolative Quindío- und Humussavanneböden, bald als endoperkolative Quindío- und Humusböden oder als peri-exoperkolative Wannengeböden zu klassieren sind.

Savanne- und Steppenböden haben als gemeinsames Kennzeichen die Baumfeindlichkeit, zeigen aber sonst verschiedene Kennzeichen und gehören zu verschiedenen peri-endoperkolativen Böden.

Black cotton soils

Auch die tropischen black cotton soils bilden keinen einheitlichen Bodentyp. In der Literatur finden wir unter dieser Bezeichnung u. a. folgende Bodentypen beschrieben:

amphiperkolativ	peri-exoperkolativ	peri-exoperkolativ
humusreich	humusarm	humusreich
basenreich	basenreich	basenreich
Zunahme der Alkali- und	Alkali- und Erdalkali-	Zunahme der Alkali- und
Abnahme der Erdalkali-Ionen	Ionen	Abnahme der Erdalkali-Ionen
Regur	Wannennassboden	Wannentschernosem

Schwarzerden

Wie wir bereits gesehen haben, finden wir unter diesem Namen die verschiedensten Bodentypen zusammengefasst, wie den amphiperkolativen Regur, Wannengeb- und teilweise auch zeitweise nasse Steppenböden (Tschernosem). Dazu gesellen sich noch die schwarzen endoperkolativen Lithosole auf basenreichem Muttergestein, z. B.:

schwarzer Quindíoboden Nr. 1216

(XII, S. 88)

endoperkolativ
 humusreich
 basenreich
 + si — c + alk

Wie aus diesen Ausführungen hervorgeht, sind RAMANN's «Klimabodentypen», mit Ausnahme des endoperkolativen Podsol, meist Sammelnamen und umfassen in der Regel verschiedene Bodentypen mit irgendeinem gemein-

samen Kennzeichen, Farbe, Baumfeindlichkeit usw. Es ist daher nicht zu verwundern, dass die tropischen Böden nicht eindeutig in dieses System eingereiht werden konnten. Dagegen lassen sie sich nach den Grundsätzen PALLMANN's auseinanderhalten.

Die Namen der Bodentypen

Die in Kolumbien gefundenen Bodentypen wurden nur provisorisch benannt. Dabei mussten Namen gewählt werden, die Verwechslungen und Missverständnisse nach Möglichkeit vermeiden. PALLMANN hat den Bodentypen keine Namen gegeben, so dass wir die kolumbianischen provisorisch beibehalten haben. Wichtig ist allerdings nicht der Name, sondern die zugehörigen Kennzeichen, die den Bodentyp definieren. Als **Alkaliboden** bezeichnen wir beispielsweise einen amphiperkolativen, humusarmen, basenreichen Boden mit Anreicherung der Alkalien und Erdalkalien. Er weist neutrale bis basische Reaktion auf und bildet sich in trockenem Klima; aber diese beiden Merkmale allein genügen nicht zu seiner Identifizierung, denn beide finden wir im ariden Klima auch bei nachstehenden Bodentypen:

junger Kaktusboden

endoperkolativ
humusarm
basenreich
+ si — c — alk

junger Caliboden

endoperkolativ
humusarm
basenreich
+ si — c + alk

Alkaliboden

amphiperkolativ
humusarm
basenreich
Alkali- und Erdalkali-Ionen

Regur

amphiperkolativ
humusreich
basenreich
Zunahme der Alkali- und
Abnahme der Erdalkali-Ionen

Salzboden

exoperkolativ
humusarm
basenüberreich
Alkali- und Erdalkali-Ionen

Wannennassboden

peri-exoperkolativ
humusarm
basenreich
Alkali- und Erdalkali-Ionen

Wannenschernosem

peri-endoperkolativ
humusreich
basenreich
Zunahme der Alkali- und Ab-
nahme der Erdalkali-Ionen

Salznassboden

peri-endoperkolativ
humusarm
basenüberreich
Alkali- und Erdalkali-Ionen

Alle diese Bodentypen findet man oft als Alkali- und Salzböden beschrieben, und die Angaben genügen nicht immer, um den Boden eindeutig klassieren zu können.

Zusammenfassung

PALLMANN schlägt vor, die Bodentypen auf Grund der Perkolationsrichtung, des Humusgehaltes und Grades der Verwitterung, des Chemismus des mineralischen Bodengerüsts und des Perkolates zu klassieren. Die Böden

des gleichen Typs müssen in diesen Kennzeichen übereinstimmen. Die Untertypen besitzen die gleichen Kennzeichen, unterscheiden sich aber im Grad der Entwicklung; sie können weiter nach beliebigen Kennzeichen in Bodenvarietäten aufgeteilt werden.

Dieser Vorschlag wurde weiter ausgebaut und etwas modifiziert. Zur Klassifikation der in Kolumbien gefundenen Bodentypen werden verwendet: Perkolationsrichtung, Humusgehalt, Basengehalt und Perkolat (bzw. Auswaschungsfaktoren für die endoperkolativen Böden). Die endoperkolativen Böden werden auf Grund der Farbe des mineralischen Bodengerüsts in graue, gelbliche, gelbe, braune und rote Untertypen eingeteilt. Eine weitere Unterteilung der Typen, bzw. Untertypen erfolgt nach der Körnung in sandige, lehmige und tonige Bodenarten. Nach Bedarf können die Bodenarten auf Grund beliebiger Merkmale weiter in Bodenvarietäten gegliedert werden.

Naturschutz

XIII. Jahresbericht

der Naturschutzkommission der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich für das Jahr 1954

Landschaftsschutz im Kleinen

Das Bestreben grosser Bevölkerungskreise und Organisationen, die Natur vor einer rücksichtslosen Zerstörung zu schützen, führt immer wieder zu neuen und meist auch zu schwierigeren Aufgaben. Der immer stärker fühlbar werdende «Landhunger» fällt mehr und mehr als drückendes Gewicht auf den Naturschutz. Die in den letzten Jahren enorm sich entwickelnden Siedelungen verlangen Raum. Die Landwirtschaft selber, bezüglich des Bodens in der Defensive, drängt auf ein möglichst konsequentes Fördern der Urbarisierung oder der Melioration noch nicht modern bewirtschafteter Gebiete. Die Waldwirtschaft, die es sich auch nicht mehr leisten kann, Gehölze mit geringen Erträgen weiter zu führen, hat ebenfalls längst begonnen, intensive Bewirtschaftungsmethoden so weit auszudehnen als nur möglich, und manche Waldungen, welche bis in die Gegenwart hinein eine relative Ursprünglichkeit bewahren konnten, verschwinden heute samt ihrem wertvollen Lebendbestand an Pflanzen und Tieren. Industrie, Kraftwerkbauten, Verkehrsansprüche nehmen vielfach für die anderen Wirtschafts-

belange uninteressante Gebiete der Natur ihrerseits in Beschlag. Und wenn durch Jahrzehnte hindurch ein kleines Reservat mit Hilfe der Opferfreudigkeit ungenannter Naturliebhaber hat durchgehalten werden können, dann droht unvermittelt ein Bahn- oder Strassenbau, ein Flugplatz oder aber auch nur eine Ablagerungsstelle oder Kiesgrube, und wenn an solchem Ort bei der allgemeinen Verarmung noch ein letzter Standort einer seltenen Pflanze geblieben ist — wer glaubt, dass dieser letzte Zeuge etwa gegen ein grosses Flugplatzprojekt ins Feld geführt werden könnte! Natürlich war die Erhaltung einer seltenen Art prinzipiell schon bedroht, als sie bis auf den besagten einzelnen Standort ausgerottet war. Einmal mehr steht der Mensch, dem die Natur mehr bedeutet als nur Objekt und Tummelplatz, vor der bitteren Situation, das Erlöschen eines arteigenen Lebensfadens wehrlos mitanzusehen zu müssen.

Seit gut 50 Jahren besteht diese Misere, und was heute zur Verteidigung der Natur geschrieben wird, findet sich oft fast wörtlich in Naturschutzartikeln der Jahrhundertwende. Schon damals finden wir sozusagen