

FID Biodiversitätsforschung

Archiv für Naturschutz und Landschaftsforschung

Über bodenmikrobiologische und vegetationskundliche Untersuchungen
im Naturschutzgebiet "Prinzenschneise" bei Weimar

**Rawald, Wolfgang
Niemann, Eberhard**

1967

Digitalisiert durch die *Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt am Main* im Rahmen des DFG-geförderten Projekts *FID Biodiversitätsforschung (BIOfid)*

Weitere Informationen

Nähere Informationen zu diesem Werk finden Sie im:

Suchportal der Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt am Main.

Bitte benutzen Sie beim Zitieren des vorliegenden Digitalisats den folgenden persistenten Identifikator:

[urn:nbn:de:hebis:30:4-280534](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hebis:30:4-280534)

Abteilung Humusforschung des Instituts für Bodenkunde Eberswalde der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin

Zweigstelle Jena des Instituts für Landesforschung und Naturschutz Halle/S. der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin

WOLFGANG RAWALD und EBERHARD NIEMANN

Über bodenmikrobiologische und vegetationskundliche Untersuchungen im Naturschutzgebiet „Prinzenschneise“ bei Weimar

Eingegangen: 22. 3. 1967

1.	Zielstellung der Untersuchungen	192
2.	Kennzeichnung der klimatischen Verhältnisse	193
2.1.	Klimatologische Kurzcharakteristik des Gebiets	193
2.2.	Niederschlagstätigkeit und Temperaturverlauf im Untersuchungszeitraum (1963–66)	194
2.3.	Entwicklung von Bodenfeuchte und Bodentemperatur im Untersuchungszeitraum an den bodenmikrobiologischen Untersuchungsflächen	196
3.	Kennzeichnung der geologisch-bodenkundlichen Verhältnisse	199
3.1.	Geologische Verhältnisse des großen Ettersbergs	199
3.2.	Profilbeschreibungen und bodenkundliche Analyse der bodenmikrobiologischen Untersuchungsflächen	199
3.3.	Humusgehalte und Stickstoffhaushalt der bodenmikrobiologischen Untersuchungsflächen	203
4.	Die Vegetationsverhältnisse des Naturschutzgebiets „Prinzenschneise“	205
4.1.	Die Waldgesellschaften des Naturschutzgebiets „Prinzenschneise“	215
4.2.	Die Vegetationsaufnahmeflächen der bodenmikrobiologischen Untersuchungsflächen	217
4.3.	Bemerkungen zur systematischen und vegetationsgeographischen Einordnung	220
5.	Die bodenmikrobiologischen Verhältnisse der Untersuchungsflächen	221
5.1.	Die Bodenmikroflora der Untersuchungsflächen	221
5.1.1.	Gesamtkeimzahlen	221
5.1.2.	Physiologische und systematische Gruppen	224
5.1.3.	Mykofloren	225
5.1.3.1.	Zusammensetzung der Mykofloren	225
5.1.3.2.	Beziehungen zwischen Mykofloren und Makrovegetation	229
5.2.	Bodenmikrobiologische Aktivitäten in den Böden der Untersuchungsflächen	231
5.2.1.	Bodenatmungsintensität	231
5.2.2.	Bodenenzymatische Aktivitäten	233
5.2.2.1.	Dehydrogenasen	235
5.2.2.2.	Polyphenoloxydase	236
5.2.3.	Substratabbau-Intensitäten	238
6.	Diskussion	241
7.	Zusammenfassung	241
8.	Literatur	243

1. Zielstellung der Untersuchungen

Zu den wissenschaftlichen Aufgabenstellungen des Naturschutzgebietes „Prinzschneise“ gehören biocoenologische Untersuchungen an den verschiedenen, für Mittelthüringen charakteristischen Ausbildungen des Eichen-Hainbuchen-Waldes. Hierzu wurden in bestimmten Waldgesellschaften 5 bodenmikrobiologische Untersuchungsflächen auf der Grundlage einer Vegetationskartierung angelegt (Abb. 1). Diese erfassen zwei der verbreitetsten Standortformen des Gebietes. In jeder dieser beiden Standortformen wird jeweils eine Fläche mit weitgehend naturnaher Bestockung und eine andere mit ausgesprochen forstwirtschaftlicher Monokultur belegt. Die fünfte Untersuchungsfläche liegt in einem künstlichen Lärchenbestand mit starker Rückentwicklungstendenz zur potentiellen natürlichen Vegetation.

Es lag vor allem im Interesse der auf die Praxis orientierten bodenmikrobiologischen Forschungsarbeit, zusätzlich eine bodenkundlich vergleichbare Untersuchungsfläche auf Acker (E_6) in die Untersuchungen einzubeziehen.¹

Es ist sowohl für den auswertenden Bodenmikrobiologen als aber auch für den Vegetationskundler wie nicht zuletzt für den Forstmann von Interesse, zu erfahren, in welchen Vegetationseinheiten die bodenmikrobiologischen und die ergänzenden bodenkundlichen Ergebnisse gewonnen wurden, und welche Zusammenhänge zwischen Standort, Vegetation und Bodenmikroflora bestehen (vgl. auch APINIS 1963, WITKAMP 1966). Die Vegetationsaufnahmen an den bodenmikrobiologischen Untersuchungsflächen werden dabei im Zusammenhang mit einigen weiteren Vegetationsanalysen vergleichbarer mittelthüringischer Standorte ausgewertet, da erst auf diesem Wege eine zutreffende Einschätzung der Vegetationseinheiten an den Untersuchungsflächen E_1-E_5 möglich ist.

Groß ist die Zahl der Arbeiten, die sich mit der Beeinflussung der Bodenmikroflora durch die höhere Pflanze beschäftigen, wobei allerdings soziologische Aspekte in der Mehrzahl der Arbeiten nicht Gegenstand der Untersuchungen waren (z. B. FARB, 1959; JAQUIN und MANGENOT, 1960; JENSEN, 1963; MINA, 1957; MUSTAFOVA, 1959; ORDIN, 1957; RAWALD, 1966; SEWELL, 1959; SILLINGER und PETRU, 1937; STOLP, 1952; SVINHUFVUD, 1937; WAKSMAN, 1952). Andere Arbeiten beschäftigen sich mit der Einflußnahme der höheren Vegetation auf den Stoffhaushalt des Bodens und dessen physikalische Situation (Literatur bei SONN, 1960). Außerordentlich intensive Bearbeitung erfuhr insbesondere das Rhizosphären-Problem, d. h. die Ausbildung spezifischer, in unmittelbarer Wurzelnähe bestehender Mikroflora auf Grund stofflicher Beeinflussung seitens der höheren Pflanze (z. B. ALEXANDER 1961, ALLISON 1961, BOULLARD u. MOREAU 1962, BOULLARD 1967, KOZLOVA 1955, MOSKOWETZ 1957, MÜLLER, G. 1957, NETTE 1955, RUNOV u. ZDANNIKOVA 1960). In enger Beziehung zu dieser Problematik stehen die Fragen nach den symbiontischen und

¹ Herrn Prof. Dr. E. EHWALD, Vizpräsident der DAL und Direktor des Instituts für Bodenkunde Eberswalde der DAL, sind wir für die Ausscheidung dieser Untersuchungsfläche sowie für zahlreiche wertvolle Ratschläge zu großem Dank verpflichtet.

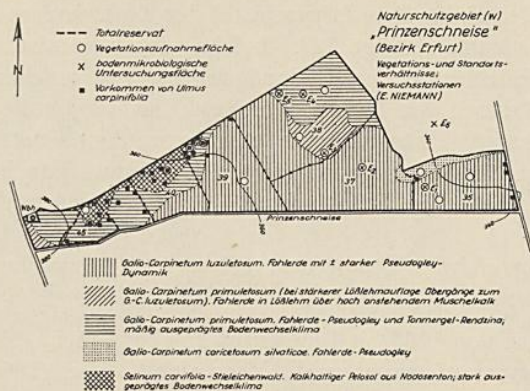


Abb. 1

parasitischen Beziehungen zwischen höherer Pflanze und Bodenmikroorganismen — Fragen, die außerordentlich vielseitige, intensive und umfangreiche Bearbeitung erfahren haben (Lit. in: FEDOROW 1960, LOBANOW 1960, RAWALD 1959, 1966, RAWALD u. LYR 1963, Handb. der Pflanzenphysiologie u. a.).

Im Interesse der bodenmikrobiologischen Fragestellung, die Zusammensetzung und die Leistungen der Bodenmikrofloren unterschiedlicher Pflanzengesellschaften zu untersuchen, war es notwendig, Untersuchungsflächen auszuweisen, die bodenkundlich wenigstens in den oberen Dezimetern möglichst wenig differieren. Die Verhältnisse im Naturschutzgebiet „Prinzenschneise“ gewährleisteten auch in dieser Hinsicht die notwendigen Voraussetzungen.²

2. Kennzeichnung der klimatischen Verhältnisse

2.1. Klimatologische Kurzcharakteristik des Gebiets (E. NIEMANN)

Das Klimadiagramm nach WALTER (1960, S. 126) für die 5 km südlich und 100 m niedriger gelegene Klimastation Weimar ist in Abb. 2 wiedergegeben. Die Verhältnisse dieser Klimastation sind auf die der Versuchsstationen I bis V (Topoklima im Sinne THORNTHWAITES—GEIGER 1961, S. 475ff.) nicht direkt übertragbar. Das Klimadiagramm vermittelt aber einen Einblick in die großklimatische Situation und ermöglicht die überregionale Einordnung. Bei der Beurteilung der klimatologischen Situation eines realen Geländeabschnitts sind die Werte umliegender Netzstationen und die darauf basierenden Aussagen von Klimakarten heranzuziehen:

Der Große Ettersberg liegt an der Grenze zweier Klimagebiete (Mitteldeutsches Berg- und Hügellandklima/Börde- und Mitteldeutsches Binnenlandklima). Die durchschnittliche Jahresniederschlagsmenge beträgt etwa 590 mm, das Nieder-

² Herrn Prof. Dr. R. SCHUBERT, Institut für Spezielle Botanik der Universität Halle-S., haben wir für wertvolle Hinweise herzlich zu danken. Herrn Prof. Dr. O. SCHWARZ, Direktor emer. des Instituts für Spezielle Botanik der Universität Jena, in dessen Abteilung Mykologie die bodenmikrobiologischen Arbeiten begonnen wurden, gebührt herzlicher Dank für Anregung und Unterstützung.

schlagsmaximum fällt in den Juli. Das Jahresmittel der Lufttemperatur liegt bei 8 °C, die Jahresschwankung beträgt 18°. Infolge des klimatischen Einflusses vom umgebenden Thüringer Becken und möglicherweise einer sekundären Lee-Wirkung gegen SW/S durch den Tannrodaer Sattel ist der Große Ettersberg auf seinen ausgedehnten Plateauflächen nicht von den sonst in entsprechender Höhenlage am Beckenrand verbreiteten Buchenwäldern bestockt, sondern — insbesondere im östlichen Teil — von Eichen-Hainbuchen-Wäldern.

2.2. Niederschlagstätigkeit und Temperaturverlauf im Untersuchungszeitraum (E. NIEMANN)

Der Untersuchungszeitraum von 1963 bis 1966 enthält neben einem im Niederschlags- und Temperaturverlauf annähernd „normalen“ Jahr (1965) zwei gegenüber dem langjährigen Mittel zu trockene Jahre (1963, insbesondere 1964) und ein etwas zu feuchtes Jahr (1966).

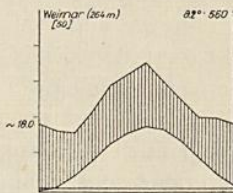


Abb. 2: Klimadiagramm (nach WALTER 1960) für die Station Weimar (statt der mittleren Tageschwankung ist die mittlere Jahresschwankung der Lufttemperatur angegeben) (E. NIEMANN)

Dem Beginn der Untersuchungen ging ein anomal kalter Winter und Nachwinter voraus. Erst im April, dann aber recht plötzlich, erfolgte der Umschwung. Bis zum Mai blieben die Niederschlagssummen unter dem langjährigen Mittel, lediglich im Juni, August und November wurde dieses mehr oder weniger stark überschritten. Die Temperaturmittel oszillierten während der Vegetationsperiode relativ eng um den langjährig-mittleren Verlauf.

1964 wurde — nach wiederum etwas zu kaltem Spätwinter — das Jahresmaximum der Niederschläge bereits im ersten Drittel der Vegetationsperiode erreicht, danach folgte ein sehr niederschlagsarmer Sommer, dessen ökologische Wirkung zusätzlich durch Temperaturen verschärft wurde, die 1,5 bis 2,0 Grad C über dem langjährigen Mittel lagen. Da die Mainiederschläge größtenteils als Starkregen fielen, blieben sie pflanzenphysiologisch und bodenwasserhaushaltsmäßig weitgehend ungenutzt.

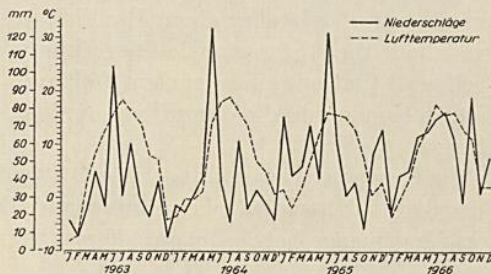


Abb. 3: Niederschlagstätigkeit und Temperaturverlauf (Monatsmittel) der Station Weimar (264 m über NN) während des Untersuchungszeitraumes (1963–1966) (E. NIEMANN)

Nach nicht anormalem Verlauf des Winters begann die Frühjahrserwärmung 1965 bereits in der 2. Märzhälfte. Das Niederschlagsmaximum fiel im Gegensatz zum Vorjahr und in Übereinstimmung mit dem langjährigen Mittel etwa mit dem Temperaturmaximum zusammen, allerdings lag dieser Zeitpunkt bereits im Juni. Der in anderen Teilen Thüringens recht niederschlagsreiche Juli blieb in Weimar mit 89% unter der „normalen“ Summe. Der Temperaturverlauf lag fast während des ganzen Jahres unterhalb des Durchschnitts. Die etwas übernormalen Niederschlagsmengen glichen im Gesamtwasserhaushalt das Defizit des Vorjahres teilweise aus.

Infolge der hohen Spätherbstniederschläge des Vorjahres begann das Jahr 1966 mit positiver Bilanz. Die monatlichen Niederschlagssummen lagen in Weimar von Februar bis August um 12–30% über dem langjährigen Mittel, lediglich der September war extrem niederschlagsarm (50%); die Temperaturen pendelten während der Vegetationsperiode relativ eng um das Mittel der langjährigen Reihe.

Der Verlauf der Monatsmittel von Lufttemperatur und Niederschlägen ist in Abb. 3 dargestellt. Ein Vergleich mit den an den Untersuchungsflächen E_1 , E_4 und E_5 gemessenen Lufttemperaturen (Abb. 4) ergibt eine durchweg niedrigere Lage der Weimarer Stationswerte trotz der höheren Lage der Untersuchungsflächen über NN. Eine Erklärung dafür könnte die Kappung der Temperaturminima unter Waldbestand sein, der in der Kessellage Weimars vielleicht sogar ein relativ stärkeres Inrechnunggehen der durch Kaltluftansammlung bedingten Minima gegenüberstehen mag.

Die Unterschiede im Temperaturverlauf der verschiedenen Untersuchungsflächen (Abb. 4) sind nicht leicht deutbar. E_1 zeigt insgesamt einen etwas ausgeglicheneren Verlauf, der für ein starkes Bestandeseigenklima spricht. Besonders während der Vegetationsperiode 1963 macht diese Temperaturganglinie weder die Minima noch die Maxima der beiden anderen Kurven mit. Den Beständen der beiden anderen Untersuchungsflächen scheint das starke Eigenklima infolge stärkerer anthropogener Strukturstörung (E_4 – Mittelwald; E_5 – Fichtenforst), teils vielleicht auch durch Randstörungen, bereits zu fehlen (vgl. auch GEIGER 1961, S. 323–378).

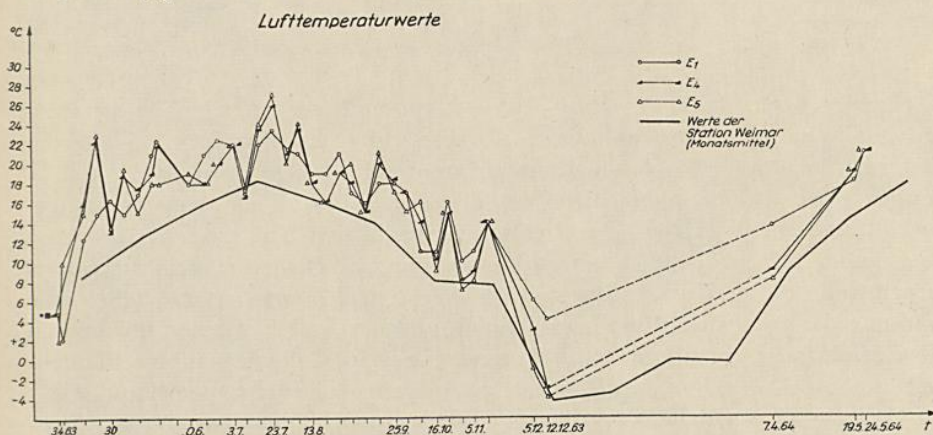


Abb. 4: Die Lufttemperaturwerte der Unters.-Fl. E_1 , E_4 , E_5 und der Meteorologischen Station Weimar (264 m über NN) (April 1963 bis Mai 1964) (W. RAWALD)

2.3. Entwicklung von Bodenfeuchte und Bodentemperatur im Untersuchungszeitraum an den bodenmikrobiologischen Untersuchungsflächen (W. RAWALD, E. NIEMANN)

Die Bodentemperaturwerte wurden in 20 cm Bodentiefe (3–5 Parallelen), die Bodenfeuchtwerte gravimetrisch an Proben ermittelt, die in 15–20 cm Bodentiefe entnommen wurden (5 Parallelen).

Der Bodentemperaturgang 1965/66 (Abb. 5b, s. auch 5a) an den verschiedenen Untersuchungsflächen ist Ausdruck der durch die Vegetationsbedeckung modifizierten Ein- und Ausstrahlungsbilanz: Die Ackerfläche E_6 hat den freien Einstrahlungs-Ausstrahlungs-Effekt und verhält sich mit ihrer ausgeprägten Amplitude stark abweichend von allen anderen Flächen. Diese sind in ihrem Temperaturverlauf von dem \pm starken Bestandesklima geprägt:

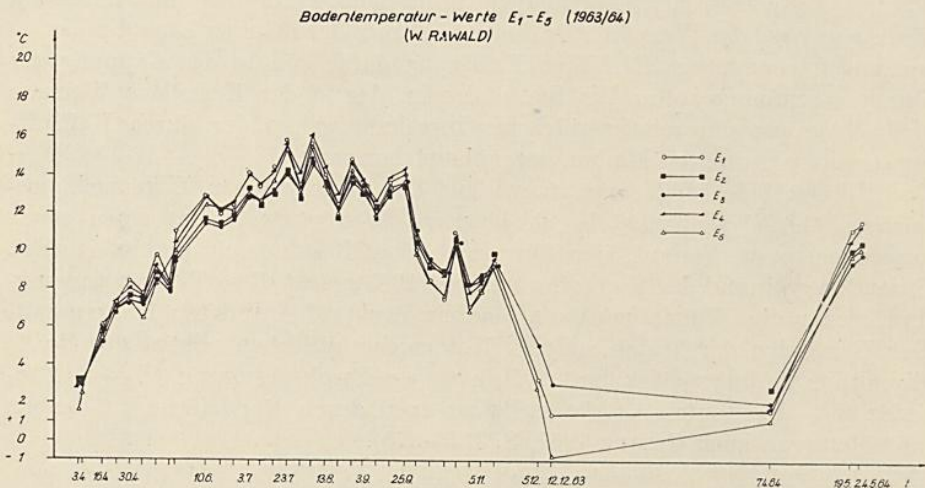


Abb. 5a

E_5 (Fichtenstangenholz) zeigt mit durchweg niedrig verlaufender Temperaturkurve die starke Einstrahlungsabschirmung der ganzjährig geschlossenen Fichtenkronen an. E_4 , deren Temperaturen sich immer etwa im Mittelfeld bewegen, ist ein Laubholz-Mischbestand, dem hinsichtlich der Strahlungsverhältnisse im Vergleich der Untersuchungsflächen Extreme nach beiden Richtungen fehlen. Die Temperaturkurve von E_1 liegt erwartungsgemäß ganz in der Nähe dieser Kurve. Die höhere Lage der E_3 -Kurve ist zweifellos eine Wirkung des aufgelockerten Kronendaches (die Lärche bildet einen nur lichten Kronenschirm!); hinzu kommt die konvexe Lage im Gelände mit der Möglichkeit des Kaltluftabflusses. E_2 zeigt gegenläufige Tendenzen gegenüber E_6 : Im Sommer liegt die Kurve infolge der dichteren Beschirmung des geschlossenen Buchen-Altbestandes im unteren Bereich des Kurvenfeldes, im Frühjahr (vor Laubentfaltung!) erreicht sie dagegen das höchste Niveau von allen Kurven.

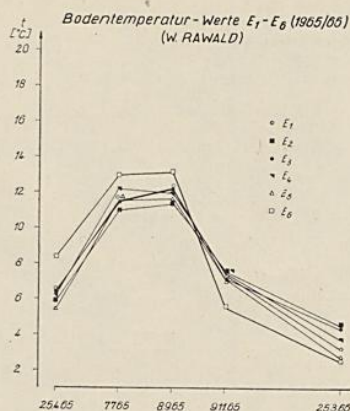


Abb. 5b

Die Bodentemperatur beeinflusst das mikrobielle Bodenleben nachdrücklich. Insofern ist es interessant, festzustellen, daß schon in einer Bodentiefe von 15–20 cm weitgehend ausgeglichene Temperaturverhältnisse in den Böden aller Untersuchungsflächen bestehen, die nur in größeren Zeiträumen erhebliche, biologisch wirksame und dem Jahrestrend folgende Veränderungen erfahren.

Der Bodenfeuchtegang ist im einzelnen schwer deutbar. Es ist jedoch offensichtlich, daß die Dynamik der Bodenfeuchte im Falle unseres Beispiels von der Bestockungsart stärker abhängig ist als von feinen Standortsunterschieden, wie sie in der Vegetationsgliederung ihren Niederschlag finden (Abb. 6a, 6b).

Die auffallend niedrige Lage der Bodenfeuchtekurve von E_5 , insbesondere 1963 und 1964, hängt sehr wahrscheinlich mit der hohen Interzeption des Fichtenkronenraumes und mit der isolierenden Wirkung der Streuauflage zusammen. Auch E_2 hat über lange Zeiträume recht niedrige Werte (geschlossenes Buchenaltholz). Die E_2 -Kurve für 1965/66 muß wegen ihres völlig abweichenden und mit dem vorliegenden Material nicht klärbaren Verlaufs vorerst aus der weiteren Diskussion ausgeschlossen werden. Die höhere Lage von E_6 ist vermutlich durch den geringeren Wasserverbrauch der Kulturart gegenüber Wald zu erklären.

Abgesehen von diesen Erscheinungen deuten sich aber auch feinere Standortsunterschiede an. Die Unters.-Flächen mit weniger mächtiger Staublehmdecke (E_3 , E_4) haben eine schwache Tendenz zum unteren Teil des Kurvenfeldes, die mit stärkerem Lößeinfluß eine Tendenz zum oberen Teil des Kurvenfeldes. Da der Speicherraum bei den letzteren wesentlich größer ist, kommt es hier in der Entnahmetiefe offensichtlich nicht zu scharfer Austrocknung. Einzelheiten sind jedoch nur mit Hilfe detaillierter, nach Tiefenstufen gestaffelter Bodenfeuchtemessungen zu klären, wobei auch die Pflanzenverfügbarkeit berücksichtigt werden muß.

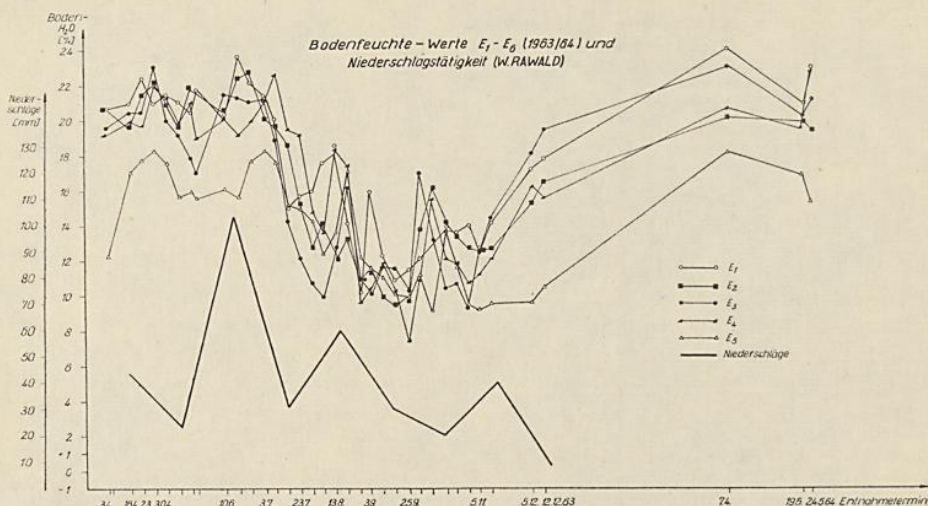


Abb. 6a

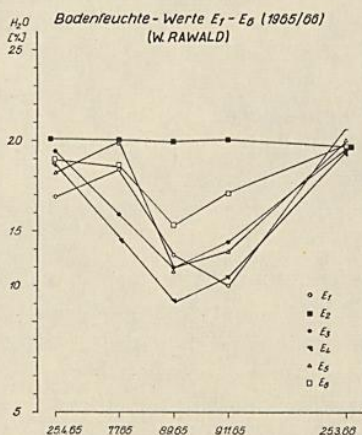


Abb. 6b

Vergleicht man die beiden Untersuchungsflächen mit naturnaher Bestockung, von denen der eine (E_1) einen Lobstandort mit *Galio-Carpinetum luzuletosum*, der andere (E_4) einen stärker vom Muschelkalkuntergrund beeinflussten Standort mit *Galio-Carpinetum primuletosum* repräsentiert, so zeigt sich, daß der Standort des *Galio-Carpinetum luzuletosum* im Trockenjahr frischer, im Najahr aber sogar trockener als der des *Galio-Carpinetum primuletosum* ist! Die Amplituden der kurzfristigen Bodenfeuchteanderungen an den Untersuchungsflächen sind größer als die der Bodentemperaturverhaltnisse. Im übrigen gilt hinsichtlich der Beeinflussung des mikrobiellen Bodenlebens das für die Bodentemperatur Gesagte.

3. Kennzeichnung der geologisch-bodenkundlichen Verhältnisse

3.1. Geologische Verhältnisse des Großen Ettersbergs (E. NIEMANN)

Der Große Ettersberg stellt eine Muschelkalk-Aufwölbung im Thüringer Becken, nahe an dessen SE-Rand, dar, die in ihrem westlichen Teil eine Höhe von 478 m über NN erreicht, überwiegend aber zwischen der 300- und der 400 m-Isohypse liegt. Neben der Fahner-Höhe bei Gotha und den Heilingen'schen sowie den Sömmern'schen Höhen bei Schlotheim—Ebeleben—Bad Tennstedt gehört das Ettersberg-Gebiet zu den am weitesten ins trockene, fast waldfreie Thüringer Becken vorgeschobenen größeren Waldgebieten. In allen drei genannten Höhenzügen kommen neben Lößlehmstandorten Kalktonstandorte mit Bodenwechsellima verschiedenen Ausprägungsgrades und Rendzina-standorte vor; die Waldvegetation umfaßt eine Reihe von Ausbildungsformen des Eichen-Hainbuchen-Waldes und artenreiche Stieleichenwälder.

Das anstehende Gestein ist im gesamten Ettersberg-Höhenzug der Obere Muschelkalk, teils in tonigen, teils in plattig-mergeligen Fazies, örtlich mit Einschaltung von Bruchschillkalken. Große Flächen sind mit Lößlehm in verschiedener Mächtigkeit überlagert. Ein extremes Bodenwechsellima tritt überall dort in Erscheinung, wo der mildernde Einfluß des Lößlehms fehlt oder zurücktritt und das liegende Substrat aus den schweren Tönen der Cera-titenschichten besteht.

Diese wirtschaftlich sehr schwierigen, bodenkundlich und vegetationskundlich hochinteressanten Standorte sind in Mittelthüringen relativ häufig. Sie wurden in mehreren Naturschutzgebieten, u. a. in der „Prinzenschneise“ und im „Großen Horn“, mit naturnaher Waldbestockung erfaßt.

Die bodenbildenden Substrate innerhalb des Naturschutzgebietes gehören drei Gruppen an: Der Staublehm-, der Kalkstein- und der Tonmergel-Gruppe. Im S und E sind Fahlerden aus Lößlehm verbreitet. Im N, teilweise auch im NE und W, sind neben Fahlerde-Pseudogley auch Bodentypen der Rendzinareihe entwickelt. Die Tonschichten des m_0 mit ausgeprägtem Bodenwechsellima im gesamten Profil bilden Bodentypen, deren systematische Einordnung noch nicht ganz geklärt ist (Pelosol, Ton-Ranker — vgl. EHWALD, 1965).

3.2. Profilbeschreibungen und bodenkundliche Analysen der bodenmikrobiologischen Untersuchungsflächen (W. RAWALD)

Untersuchungsflächen:

- E₁: Pseudogley-Fahlerde in tiefgründiger Lößlehmdecke (Webicht-Form);
- E₂: Pseudogley-Fahlerde in tiefgründiger Lößlehmdecke (Webicht-Form);
- E₃: Parabraunerde über hoch anstehendem Kalkstein;
- E₄: Pseudogley-Fahlerde;
- E₅: Pseudogley-Fahlerde, ab 60 cm anstehendes Kalksteinverwitterungsmaterial;
- E₆: Pseudogley-Fahlerde

Die bodenkundlichen Angaben sind in den Tab. 1 und 2 aufgeführt. Die bodensystematische Einordnung und die Ausscheidung der Bodenformen erfolgte nach LIEBEROTH, EHWALD, KOPP, SCHWANECKE u. a. (1967, im Druck).

Tabelle 1

Profilbeschreibung der bodenmikrobiologischen Untersuchungsflächen E₁ und E₆

E ₁	E ₂	E ₃
Bodentyp: Pseudogley-Fahlerde Bodenform: Löß-Staugley.	Bodentyp: Pseudogley-Fahlerde Bodenform: Lehmkerf-Braunstaugley	Bodentyp: Parabraunerde über hoch anstehendem Kalkstein Bodenform: Ton-Fahlerde
Bodenprofil: Ah 0–3 cm, geschlossene Decke locker gelagerter Laubstreu, teils von Myceläden durchzogen, schwärzlich, zahlreiche Wurmgänge und einzelne Wühlmausgänge.	Bodenprofil: Ah 0–4 cm, schwärzlicher Siltlehm, einige Wühlmausgänge.	Bodenprofil: Ah 0–1 cm, schwärzlicher Siltlehm, auffallend geringmächtiger Ah.
gEt 3–38 cm, gelbbrauner Lehm, zahlreiche Wurmgänge, hauptsächlich bis 2 mm Durchmesser; Fe–Mn-Konkretionen, einige matte gelbbraune Flecke, einzelne Humusflecke.	Et 4–40 cm, gelbbraun, einige alte Wurzelröhren, 2 Krotowinen, sehr vereinzelt matte rotbraune Stellen.	Et 1–11 cm, gelbbraun, vereinzelt Wurmgänge, einzelne matte dunkle Humusflecke und einige alte Wurzelröhren.
gBt 1 38–53 cm, graubraun, zahlreiche Wurmgänge u. Fe–Mn-Konkretionen sowie matte rostfarbene Flecke.	Bt 1 40–53 cm, zahlreiche matte rostfarbene und klare weißgraue Stellen, wenige winzige Fe–Mn-Konkretionen.	Bt 11–29 cm, dunkelbraun, einige alte Wurzelröhren und vereinzelt Wurmgänge; sehr vereinzelt winzige schwarze Punkte (Fe–Mn-Konkretionen?).
gBt 2 53–110 cm, braun, einzelne Wurmgänge, zahlreiche größere Fe–Mn-Konkretionen, breite klare senkrechte Streifen.	gBt 2 53–85 cm, dunkelbraun, in Horizontmitte schwarzbraunes Band und an dessen Unterseite oberflächenparalleler Stein, sehr zahlreiche winzige Fe–Mn-Konkretionen.	C (?) 29–53 cm, dunkel- bis rötlichbraun, oberflächenparallele, nicht kantengerundete Kalksteinplatten mit auffallend rotbraunen Einschlüssen, an Seitenwand 20 cm starke Steinbank.
C 125 cm, Kalkgrus-Löß-Gemisch	C 85–115 cm, gelbbraun, gerundete Gruse (Kalkgruse), regellos angeordnet, einige oberflächenparallele gerundete Steine, tiefschwarzer, 3 cm ² großer Humusfleck.	C 53–85 cm, braungelb, Anteil von Steinplatten gering, regellos angeordnet, meist kantengerundet.

Tabelle 1 (Fortsetzung)

E ₄	E ₅	E ₆
<p>Bodentyp: Pseudogley-Fahlerde</p> <p>Bodenform: Lehmkerf</p>	<p>Bodentyp: Pseudogley-Fahlerde</p> <p>Bodenform: Ton-Staubgley</p>	<p>Bodentyp: Pseudogley-Fahlerde</p> <p>Bodenform: Löß-Braunstaugley</p>
<p>Bodenprofil: Ah</p> <p>0-8 cm, schwärzlich, einige Wühlmausgänge.</p>	<p>Bodenprofil: Ah</p> <p>0-2 cm, schwärzlich, auffallend geringmächtig.</p>	<p>Bodenprofil: Ap</p> <p>0-36 cm, dunkelbraun, bis 25 cm gepflügt, einzelne Wurmgänge in unteren 10 cm, in diesem Horizont auch gelblichbraune Grundfarbe.</p>
<p>Et</p> <p>9-39 cm, gelbbraun, einzelne Krotovinen u. Wurmgänge, einige matte dunklere Humusflecke, im unteren Horizontmittel zahlreiche kleine und große Fe-Mn-Konkretionen.</p>	<p>gEt</p> <p>3-18 cm, bräunlich bis dunkelgrau, einige matte dunkle Flecke, nur vereinzelte Fe-Mn-Konkretionen, einige Wurzelröhren.</p>	<p>AhEt</p> <p>37-55 cm, schwarzbraun, einzelne Wurmgänge, vereinzelte Fe-Mn-Konkretionen.</p>
<p>gBt 1</p> <p>40-55 cm, braungrau, sehr zahlreiche kleine Fe-Mn-Konkretionen, einige matte rostfarbene Stellen, einige weißgraue rundliche Flecke aus staubigem Material, einzelne Wurmgänge erkennbar.</p>	<p>Etg</p> <p>19-22 cm, hell- bis dunkelgrau, bis 5 mm große Fe-Mn-Konkretionen, einige braunschwarze und wenige rostfarbene Flecke.</p>	<p>gAhEt/56-77 cm, gelblich- bis schwarzlich-braun, viele Wurmgänge, zahlreiche dunkle Humusflecke, viele winzige Fe-Mn-Konkretionen.</p>
<p>gBt 2</p> <p>56-80 cm, dunkelbraun, zahlreiche, meist größere Fe-Mn-Konkretionen, viele große braunschwarze Flecken, außerdem weißgraue Flecke aus staubigem Material, in der oberen Horizonthälfte einige matte rostfarbene Flecke, einzelne Wurmgänge.</p>	<p>Btg</p> <p>34-61 cm, schwarzbraun bis dunkelbraun, einzelne Wurmgänge, viele rostfarbene Flecken, sehr zahlreiche kleine und einige größere Fe-Mn-Konkretionen; einzelner sandiger, keuperähnlicher Stein.</p>	<p>gBt</p> <p>78-125 cm, gelblichbraun, einige dunkle Humusflecke und viele schwarze Fe-Mn-Konkretionen, einige schmale graue senkrechte Streifen.</p>
<p>C</p> <p>81-110 cm, gelbbraun, Horizont von Kalkgrusen, durchsetzt, Klufflächen meist dunkler gefärbt und dunkelbraun.</p>	<p>(B)</p> <p>62-72 cm, graubraun, auffallend skelettarml, sehr zahlreiche kleine schwarze Konkretionen.</p>	<p>C</p> <p>126-140 cm, gelblich-hellbraun, Skelettkanten gerundete Kalksteine (Hartkalle) ungleichmäßig verteilt; einzelne Klufflächen tragen Tonhäutchen.</p>

Tabelle 2
 Profilanalysen der Standorte E_1 — E_6

	Horizont	Entnahmetiefe cm	CaCO ₃ %	Ton	Körnung %			Sand	Humus %	pH H ₂ O	Gesamtgehalt	
					Fein- schluff	Mittel- schluff	Grob- schluff				N	C/N
E_1	Ah	2-3	0,099	17,33	15,66	27,60	37,98	1,43	6,17	4,4	0,24	15
	gEt	4-38	—	28,51	14,05	17,99	31,51	5,05	—	4,2	—	—
	gBt 1	40-50	0,0496	31,44	19,04	20,29	29,20	2,30	0,67	5,1	—	—
	gBt 2	60-105	0,0496	32,86	14,93	20,30	31,00	0,91	0,39	—	—	—
E_2	C	110-125	10,246	27,73	17,18	25,05	29,28	0,76	0,16	8,5	—	—
	Ah	2-4	0,0497	9,46	27,37	25,14	36,65	1,38	4,74	4,9	0,18	15
	Et	5-40	0,0497	14,53	22,09	24,46	37,07	1,88	0,86	4,5	—	—
	Bt 1	45-53	—	30,36	15,56	18,90	32,97	2,21	0,57	5,1	—	—
E_3	gBt	55-85	0,0492	35,95	13,57	13,99	32,84	3,65	0,57	6,5	—	—
	C	90-115	—	17,62	18,82	25,42	35,90	2,24	1,14	4,3	—	—
	Ah	0-1	0,0989	19,25	23,06	26,70	28,35	2,64	15,86	4,5	0,53	17
	Et	2-10	0,1486	25,39	23,12	20,50	28,62	2,37	2,82	4,3	0,11	15
E_4	Bt	13-29	0,0497	44,50	15,24	12,85	24,01	2,80	2,12	7,0	—	—
	C (?)	35-53	19,0675	48,16	12,54	10,97	18,95	9,88	2,36	7,9	—	—
	C	70-85	66,1625	42,44	16,35	8,88	9,24	23,08	0,40	8,5	—	—
	Ah	2-8	0,0984	16,74	17,40	25,28	38,51	2,07	5,99	5,9	0,25	14
E_5	Et	9-37	0,0492	17,02	20,72	22,17	36,91	3,18	1,05	5,3	—	—
	gBt 1	42-55	0,0492	28,79	17,47	20,27	30,36	3,11	0,81	7,1	—	—
	gBt 2	56-78	0,1486	41,23	14,81	14,72	26,94	2,30	0,81	7,2	—	—
	C	82-110	18,5486	25,39	19,60	17,57	34,66	2,78	0,22	8,0	—	—
E_6	Ah	0-1	—	22,49	13,76	51,10	10,49	2,16	9,12	4,1	0,29	18
	gEt	3-18	0,0492	23,02	28,17	8,65	37,09	3,07	2,72	4,4	0,14	11
	Etg	19-30	—	24,71	18,06	18,78	34,72	3,73	1,43	5,1	—	—
	Btg	35-55	0,0492	41,80	12,19	14,64	27,74	3,63	1,10	6,0	—	—
E_7	(B)	61-70	0,2588	46,06	15,06	11,62	24,11	3,15	0,65	7,1	—	—
	C	75-115	22,4231	57,67	17,25	6,92	11,10	7,06	0,26	7,9	—	—
	Ap	0-35	—	18,3	8,9	28,0	42,5	2,3	—	4,45	—	10
	AhEt	37-55	—	23,0	9,5	32,8	32,3	2,4	—	4,75	—	—
E_8	gAhEt/gBt	56-75	—	27,5	7,9	26,7	34,9	3,0	—	5,0	—	—
	gBt	80-120	—	31,5	9,7	22,7	32,3	3,8	—	6,1	—	—
	C	128-140	—	—	—	—	—	—	—	7,5	—	—

Die Profilansprachen wurden von Mitarbeitern des Forstwirtschaftlichen Instituts, Außenstelle Weimar (Leitung W. SCHWANECHE, A. WÖHNER) durchgeführt; die Laboranalysen fertigte die Abt. Bodenentwicklung/Bodensystematik (Leiter Dr. I. LIEBEROTH) des Instituts für Bodenkunde der DAL in Eberswalde an. Wir haben dafür herzlich zu danken.

3.3 Humusgehalte und Stickstoffhaushalt der bodenmikrobiologischen Untersuchungsflächen (W. RAWALD)³

Zur Untersuchung des Humusgehalts der Böden der bodenmikrobiologischen Untersuchungsflächen wurden einmal die Gesamt-Kohlenstoffgehalte ermittelt und zum anderen die gesamte organische Substanz der Böden fraktioniert. Für beide Bestimmungsarten wurden Mischproben der Untersuchungsböden luftgetrocknet, von Wurzel- und Pflanzenresten befreit, gemörsert und gesiebt (Maschenweite 0,315).

Die untersuchten Proben wurden in einer Bodentiefe von 15–20 cm entnommen (2 Parallelbestimmungen an 1 Mischprobe aus 3 Entnahmestellen je Unters.-Fl.).

Die Bestimmung des Kohlenstoffgehalts wurde mit der Wösthoff-Apparatur vorgenommen, wobei die Substanz im Sauerstoffstrom verbrannt, das gebildete CO₂ in Natronlauge bekannter Leitfähigkeit eingeleitet und die Änderung der Leitfähigkeit, die dem effektiven Kohlenstoffgehalt proportional ist, bestimmt wird. Die Ermittlung der Huminstoff-Fractionen erfolgte durch Anwendung einer kombinierten Humuskomplexanalyse: Nach TJURIN (s. KONONOWA 1958) wurde die Trennung freier und gebundener Huminstoffe vorgenommen; die Fraktionierung in Fulvosäuren, Hymatomelansäuren, Braun- und Grauhuminsäuren erfolgte in den Grundzügen nach einem von FREYTAG (1961) beschriebenen und später von WIESEMÜLLER (1964) erweiterten Verfahren. In dem Bestreben, Fehler der Extraktion I (ohne HCl) nicht auf die Extraktion II (mit HCl) auswirken zu lassen, wurden nach erfolgter I. Extraktion die wieder getrockneten Bodenmengen der Parallelbestimmungen vereinigt, homogenisiert und sodann wieder in aliquote Teile getrennt.

Deutliche Unterschiede zwischen den bodenmikrobiologischen Untersuchungsflächen ergeben sich hinsichtlich des Gesamt-Kohlenstoffgehalts (s. Abb. 7). So enthält der Boden der Fläche E₃ etwa das Doppelte der Menge an bestimm-

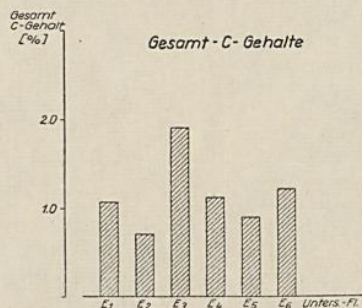


Abb. 7: Gesamt-Kohlenstoff-Gehalte der Unters.-Flächen E₁ bis E₆ (Sept. 65), in % auf Boden bezogen (n. K. DOMKE)

³ Die Ermittlung der Werte erfolgte durch Herrn Dipl.-Chem. K. DOMKE, Abt. Humusforschung d. Inst. f. Bodenkunde der DAL, Eberswalde.

barem Kohlenstoff wie die Unters.-Flächen E_1 , E_4 und E_6 sowie mehr als das Doppelte des Gehalts der Unters.-Flächen E_2 und E_5 .

Die Untersuchung an einer Anzahl weiterer, hier nicht behandelter Ackerböden zeigt, daß eine so geringe Mineralisierungsquote nur selten erreicht wird.

Die Abstufung der Untersuchungsflächen E_1 bis E_6 hinsichtlich des Gesamt-C-Gehaltes steht zunächst scheinbar in einem gewissen Widerspruch zur Differenzierung der Makrovegetation. Sie läßt sich aber leicht dadurch erklären, daß E_2 und E_5 eine Moder- bzw. Rohhumusdecke tragen, in der die organische Substanz und damit der Kohlenstoff konzentriert ist, während in der Probenentnahmetiefe (15–20 cm) deren Gehalt bereits stark abgefallen ist. Damit steht die starke azidophile Artengruppe bei E_1 und E_5 im Einklang. E_3 dagegen, deren Makrovegetation auf einen sehr „tätigen“ Boden schließen läßt, zeigt einen hohen C-Gehalt in der Entnahmetiefe, der wahrscheinlich mit einer stärkeren Einarbeitung der organischen Substanz durch Bodenorganismen und einer gleichmäßigeren Verteilung im Bodenprofil bewirkt wird. E_1 , E_4 und die Ackerfläche E_6 entsprechen in dieser Hinsicht etwa dem Mittelbereich.

Auch hinsichtlich der qualitativen Zusammensetzung der Humussubstanz differieren die Unters.-Flächen (s. Abb. 8). Insbesondere sind es die Gehalte an Huminsäuren, die sehr unterschiedlich ausfallen. Langfristige, mehrfach vorgenommene Untersuchungen belegen, daß die Dynamik, d. h. die Veränderung der Zusammensetzung der organischen Bodensubstanz während des Jahres, sehr geringe Amplituden aufweist. Die festgestellten qualitativen und quantitativen Unterschiede in der Zusammensetzung der organischen Bodensubstanz in Beziehung zu anderen Standortfaktoren, insbesondere zur Zusammensetzung der höheren Vegetation zu setzen, muß weiteren, sehr viel umfangreicher angelegten und über längere Zeit hinweg durchgeführten Untersuchungen vorbehalten bleiben. Auf jeden Fall aber wirkt sich die landwirtschaftliche Nutzung — das lassen die Vergleiche zwischen der Ackerfläche E_6 einerseits und den Waldflächen E_1 und E_5 andererseits erkennen — im Sinne einer Verschiebung der Zusammensetzung der Humussubstanz des Bodens

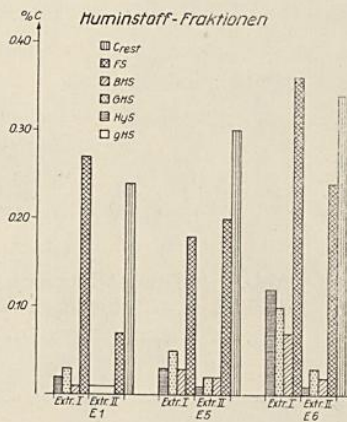


Abb. 8: Anteil einiger Huminstoff-Fractionen (in % C auf Boden bezogen) (n. K. DOMKE)

(FS = Fulvosäuren; BHS = Braunhuminsäuren; GHS = Grauhuminsäuren; HyS = Hymatomelansäuren; gHS = Gesamt-Huminsäuren; Crest = unl. Rückstände); Extr. I = ohne HCl; Extr. II = mit HCl).

zugunsten des Anteils der Huminsäuren (Braunhuminsäuren + Grauhuminsäuren + Hymatomelansäuren) aus. Zu den Fulvosäuren besteht eine gegensätzliche Beziehung; der Anteil der unlöslichen Rest-Substanz (Fraktion „C_{rest}“) läßt — auch bei Einbeziehung weiterer, hier nicht behandelter Ackerböden — solche Beziehungen nicht erkennen.

Die Einbeziehung der Ackerfläche E_6 in die Betrachtungen über die Stickstoffgehalte der Böden erscheint unzweckmäßig, da intensive landwirtschaftliche Nutzung sowie ackerbauliche Maßnahmen (z. B. Düngung) diese Verhältnisse laufend beeinflussen. Vergleicht man jedoch die Untersuchungsflächen im Naturschutzgebiet „Prinzenschneise“ in bezug auf ihren Stickstoffhaushalt, ergeben sich interessante Unterschiede. Wenngleich auch nicht alle Wald-

Tabelle 3

N-Fractionen der Böden der Unters.-Fl. E 1, E 5 und E 6 in mg/100 g Trockenboden.

Angaben in () betr. % vom Gesamt-N. (n. E. BÖTTCHER)

Boden	Gesamt-N	davon NH ₃ -N	Amino-N	Humins-N	Insgesamt
E 1	132	21 (15,8)	12,5 (9,5)	24,5 (18,5)	58 (43,9)
E 5	88	12 (13,6)	15 (17)	17 (19,4)	44 (50,0)
E 6	128	26 (20,3)		18 (14,0)	

flächen in dieser Hinsicht untersucht werden konnten, zeigen aber doch schon die an den Flächen E_1 und E_5 gewonnenen Ergebnisse, daß wir in Abhängigkeit von der unterschiedlich zusammengesetzten Waldgesellschaft auch unterschiedliche Umsetzungsintensitäten zu erwarten haben. Auch hierfür werden weitere, umfangreichere Untersuchungen angestellt werden müssen, um Korrelationen ermitteln zu können. Auf jeden Fall erscheint es bemerkenswert, daß im Vergleich zwischen der Fläche E_1 und dem Fichtenforst E_5 die Anteile des in Huminstoffen festgelegten Stickstoffs sich in etwa gleicher Proportion wie die Gesamtstickstoff-Gehalte vorfinden; nicht verwunderlich freilich ist der geringere Anteil an Gesamtstickstoff im Boden der Unters.-Fläche E_5 , da durch die Festlegung und nur zögernd erfolgende Freisetzung des in der Streuauflage befindlichen Stickstoffs dieser nur schleppend Eingang in die unteren Bodenhorizonte findet (Tab. 3).

4. Die Vegetationsverhältnisse des Naturschutzgebietes „Prinzenschneise“ (E. NIEMANN)

Das Naturschutzgebiet „Prinzenschneise“ auf dem Großen Ettersberg repräsentiert einen wesentlichen Ausschnitt aus dem für den Wuchsbezirk „Ilmsaale-Platten“ charakteristischen Standorts- und Vegetationsmosaik.

Tabelle 4 (Fortsetzung)

Lfd. Nr. der Vegetationsaufnahme:	Galio-Carpinetum									
	luzuletosum					typicum				
	A					B				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5. a <i>Lathyrus niger</i>	+	r	.	l
<i>Carex montana</i>	r	.	.
b <i>Lathyrus vernus</i>	.	r	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Bromus ramosus</i>	+	.	.
<i>Primula elatior</i>
<i>Galeobdolon luteum</i>
<i>Sanicula europaea</i>
<i>Pulmonaria officinalis</i>
6. <i>Ranunculus auricomus</i>
<i>Aegopodium podagraria</i>	l	3	.
<i>Asarum europaeum</i>	+	.	.	.	+	.	.	l	2	.
7. <i>Deschampsia caespitosa</i>	.	+	r	.	r	r	.	.	.	.
<i>Festuca gigantea</i>	r	.	.
<i>Ranunculus repens</i>	r	.	.	.	.
<i>Vicia sepium</i>	+	.	r	.
8. <i>Angelica silvestris</i>
<i>Lychnis flos-cuculi</i>
<i>Selinum carvifolia</i>
<i>Lathyrus pratensis</i>	r	.
<i>Cirsium palustre</i>	+	.	.	.
<i>Lysimachia vulgaris</i>
<i>Geranium palustre</i>
<i>Lysimachia nummularia</i>
<i>Betonica officinalis</i>
<i>Filipendula ulmaria</i>
<i>Cirsium oleraceum</i>
<i>Succisa pratensis</i>
<i>Crepis paludosa</i>
<i>Serratula tinctoria</i>
<i>Senecio helenites</i>
9. a <i>Colchicum autumnale</i>
<i>Filipendula hexapetala</i>
<i>Juncus effusus</i>
<i>Valeriana officinalis</i>
b <i>Holcus lanatus</i>	+	.	.	l
<i>Ranunculus acer</i>	+	.	.	.
10. a <i>Viola silvatica</i>	+	+	+	+	+	l	+	.	+	+
<i>Carex silvatica</i>	+	+	r	.	r	.	l	r	.	.
<i>Anemone nemorosa</i>	l	l	.	l	l	.	+	.	+	+
<i>Epilobium montanum</i>	l	r	+	+	(+)	.	+	.	+	.
<i>Convallaria majalis</i>	.	.	+	.	.	.	l	.	.	l
<i>Geum urbanum</i>	+	.	.	r	.	.	.	.	+	.
<i>Stachys silvatica</i>	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Dryopteris austriaca</i>	(+)
<i>Dryopteris filix-mas</i>	(+)
<i>Polygonatum multiflorum</i>	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.
b <i>Carex pallescens</i>	r	.	.	+	.	.	+	.	.	+
<i>Majanthemum bifolium</i>	.	r	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Melampyrum pratense</i>	l
<i>Hieracium silvaticum</i>
<i>Veronica officinalis</i>	.	r ^p	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Potentilla erecta</i>	+	.	.	.
<i>Hieracium lachenalii</i>	+

Lfd. Nr. der Vegetationsaufnahme:	Galio-Carpinetum						Selinum carvifolia-Stieleichen-Wald										
	primaletosum						Ausbildung von <i>Ulmus carpiniifolia</i>				Ausbildung von <i>Filipendula hexapetala</i>						
	C						D				E						
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
5. a <i>Lathyrus niger</i>	.	+	r	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carex montana</i>	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
b <i>Lathyrus vernus</i>	l	r	+	+	.	r	l	+	+	l	.	+	r	.	.	.	.
<i>Bromus ramosus</i>	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	r	+	.	.	.	.	.
<i>Primula elatior</i>	l	+	+	l	.	r	+	.	l	l	l	+	.	.	.	r	.
<i>Galeobdolon luteum</i>	+	.	.	l	l	+	l	+	.	l	.	.	.	.	.	.	.
<i>Sanicula europaea</i>	l	l	+	+	.	.	.	.	.	l	r	+	.	.	.	.	.
<i>Pulmonaria officinalis</i>	l	.	.	2	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
6. <i>Ranunculus auricomus</i>	.	+	+	r	.	.	.	.	.	l	.	.	+	r	+	+	.
<i>Aegopodium podagraria</i>	2	l	+	l	.	.	.	.	.	2	+	.	l	2	.	.	l
<i>Asarum europaeum</i>	2	l	l	2	.	+	.	.	.	2	l	.	.	+	.	.	+
7. <i>Deschampsia caespitosa</i>	r	.	.	l	+	.	.	.	.	.	3	l	+	3	2	3	3
<i>Festuca gigantea</i>	l	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	l	.	r
<i>Ranunculus repens</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Vicia sepium</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	.	.	+
8. <i>Angelica silvestris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	r	+	+
<i>Lychnis flos-cuculi</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	l	+	l	+
<i>Selinum carvifolia</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	l	+	l	+
<i>Lathyrus pratensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	l	+	l	+
<i>Cirsium palustre</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	l	+	l	l
<i>Lysimachia vulgaris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Geranium palustre</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lysimachia nummularia</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Betonica officinalis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	r
<i>Filipendula ulmaria</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cirsium oleraceum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Succisa pratensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Crepis paludosa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Serratula tinctoria</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Senecio helenites</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
9. a <i>Colchicum autumnale</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Filipendula hexapetala</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Juncus effusus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Valeriana officinalis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
b <i>Holcus lanatus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ranunculus acer</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
10. a <i>Viola silvatica</i>	+	+	+	+	+	l	+	.	+	+	+	.	l	.	.	.	.
<i>Carex silvatica</i>	+	+	r	.	r	.	l	r	.	.	.	.	+	r	+	l	.
<i>Anemone nemorosa</i>	l	l	.	l	l	.	+	.	+	+	.	.	r	+	+	.	.
<i>Epilobium montanum</i>	l	r	+	+	(+)	.	+	.	+	.	.	.	+	+	+	.	.
<i>Convallaria majalis</i>	.	.	+	.	.	.	l	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Geum urbanum</i>	+	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Stachys silvatica</i>	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Dryopteris austriaca</i>	.	.	.	.	(+)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Dryopteris filix-mas</i>	.	.	.	.	(+)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Polygonatum multiflorum</i>	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
b <i>Carex pallescens</i>	r	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Majanthemum bifolium</i>	.	r	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Melampyrum pratense</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hieracium silvaticum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Veronica officinalis</i>	.	r ^p	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Potentilla erecta</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hieracium lachenalii</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Tabelle 4 (Fortsetzung)

Lfd. Nr. der Vegetationsaufnahme:	Galio-Carpinetum									
	luzuletosum						typicum			
	A						B			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
c <i>Lapsana communis</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Geranium robertianum</i>	.	.	.	.	.	(+)	.	.	.	.
<i>Urtica dioica</i>	.	.	.	.	.	(+)	.	.	.	.
<i>Galeopsis speciosa</i>	.	.	.	.	r	+	.	.	.	.
11. <i>Chrysanthemum corymbosum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Vicia silvatica</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hypericum montanum</i>	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.
<i>Campanula persicifolia</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Calamintha vulgaris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
12. <i>Ajuga reptans</i>	r	+	.	r	.	.	.	.	.	.
<i>Heracleum sphondylium</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.
<i>Hypericum perforatum</i>	.	.	.	.	.	.	+	+	.	+
<i>Dactylorhiza maculata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Glechoma hederacea</i>	r	.	.	.	.	(+)	.	.	.	.
<i>Alchemilla vulgaris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Poa trivialis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Moosschicht ⁴										
1. <i>Catharina undulata</i>	2	1	+	+	+	.	+	.	.	.
2. <i>Eurhynchium striatum</i>	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Brachythecium spec.</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.
<i>Mnium undulatum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Eurhynchium swartzii</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Mnium affine</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Thuidium tamariscifolium</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Außerdem je einmal:

in Kolonne A: *Dicranella heteromalla* r (1), *Ranunculus nemorosus* + (2), *Brachythecium starkei* var. *explanatus* + (2), *Moehringia trinervia* 1 (6), *Calamagrostis epigeios* + (6);

in Kolonne B: *Lathyrus montanus* + (7); *Anthoxanthum odoratum* 1 (10);

in Kolonne C: *Myosotis silvatica* + (11), *Lilium martagon* r (12), *Neottia nidus-avis* + (13), *Aconitum lycoctonum* + (14), *Hepatica nobilis* r (14);

in Kolonne D: *Chrysanthemum leucanthemum* + (18), *Centaureum umbellatum* + (18), *Plagiochila asplenoides* + (19), *Carex remota* r (12), *Hypericum maculatum* r (21), *Valeriana dioica* + (22);

in Kolonne E: *Ranunculus polyanthemus* + (23), *Tussilago farfara* + (23), *Prunella vulgaris* r (23), *Carex flacca* + (25), *Galium palustre* + (25), *Inula salicina* + (27), *Cirsium arvense* + (27), *Sonchus arvensis* r (27), *Sonchus oleraceus* r (27).

¹ H = Aufnahmen aus dem „Großen Horn“ b. Bad Tennstedt Zentraler Beckenbereich
 L = Aufnahmen aus dem „Lohholz“ b. Jena
 R = Aufnahmen aus dem „Röblitzholz“ b. Camburg-Naumburg Beckenrandgebiet
 P = Aufnahmen aus der „Prinzenschneise“ b. Weimar

² L = Lößlehmedecke; l = Lößlehmschleier, ± in die Verwitterungsschicht des liegenden Kalkgesteines eingearbeitet; mo₂ = Ceratitenschichten des Oberen Muschelkalkes; k_u = Unterer Keuper.

³ enthält in den Aufnahmen H möglicherweise auch *Rosa arvensis*.

⁴ Pilze wurden nicht berücksichtigt.

[] Vorkommen nachweislich anthropogen.

2. Trennarten des Galio-Carpinetum luzuletosum; \pm azidiphile Arten; (b. zugleich negative Trennarten der lindenreichen Eichen-Hainbuchen-Wälder des zentralen Thüringer Beckens; submont.-mont. Verbreitungsschwerpunkt in Mitteldeutschland)
 3. Mesophile Gräser der mitteleuropäischen Laubwälder, auf oberbodensaure Standorte übergreifend; stark zurücktretend in bodenklimatischen Extremformen des zentralthüringischen Eichen-Hainbuchen-Waldes
 4. Arten verschiedener, aber weiter ökologisch-soziologischer Amplitude, stets an Standorten günstiger, gleichmäßiger Bodenfeuchte- und Bodenluftverhältnisse. Galium scabrum vielleicht durch Forstkultur verschleppt oder begünstigt.
 5. Arten mit Verbreitungsschwerpunkt im Galio-Carpinetum typicum und primuletosum
 - a) thermophile, in Bezug auf den Nährstofffaktor anspruchsvollere Arten
 - b) mit hoher Stetigkeit im Galio-Carpinetum primuletosum und in gemäßigten Ausbildungen des Selinum carvifolium-Stieleichenwaldes (Randgebiete des Thüringer Beckens), zurücktretend oder fehlend in den zentralthüringischen Eichen-Hainbuchen-Wäldern des Beckens und im Galio-Carpinetum luzuletosum. Überwiegend anspruchsvollere Quercus-Fagetalia-Arten.
 6. Anspruchsvollere Laubwaldarten auf Standorten mit tonigen Böden. Negative Trennarten des Galio-Carpinetum luzuletosum. Quercus-Fagetalia- bzw. (Ranunculus auricomus) Carpinion-Arten.
 7. Pflanzen bodenfeuchter Standorte, Stetigkeit deutlich und systematisch auflockernd von den feuchten (wechselfeuchten) Formen des winterlindenreichen Eichen-Hainbuchen-Waldes zu den trockeneren Formen. Nur Deschampsia caespitosa auch übergreifend auf Galio-Carpinetum luzuletosum (auf Lößlehm mit Lessivierung und Pseudogley-Tendenz!) Beachtenswert ist in diesem Zusammenhang das Fehlen im „typischen“ (ökologisch mittleren) Eichen-Hainbuchen-Wald des zentral-thüringischen „Gr. Horn“ auf Lößstandort im Beckenzentrum. (Aufn. 7–10).
 8. Trennarten des Selinum carvifolia-Stieleichenwaldes. Überwiegend Wechselfeuchtezeiger. Molinietalia-Arten oder Arten mit Verbreitungsschwerpunkt in wechselfeuchten Wäldern einerseits und in wechselfeuchten Wiesen andererseits. Vielfach wohl Primärstandorte in den wechselfeuchten Eichen-Hainbuchen-Wäldern der subkontinentalen Gebiete.
 9. Vorläufige Trennarten der Filipendula hexapetala-Ausbildung
 10. Arten europäischer Laubwälder mit größerer ökologisch-soziologischer Amplitude
 - a) Quercus-Fagetalia- und Fagetalia-Arten
 - b) vorwiegend auf oberbodensauren Standorten
 - c) nitrophile Arten
 11. Thermophile Artengruppe
 12. Arten mit Verbreitungsschwerpunkt in Wirtschaftswiesen
- Moosschicht
1. In Eichen-Hainbuchen-Wäldern charakteristisch und meist mit hohen Stetigkeitswerten, aber auch auf Fagion-Gesellschaften der montanen Stufe übergreifend
 2. Moose frischer Standorte in mitteleurop. Laubwäldern

Floristisch-pflanzengeographisch gehört das Gebiet einem Unterbezirk des reichen westhercynischen Hügellandes an, der durch eine deutliche subkontinentale Tendenz und gleichzeitig eine gewisse Häufung südlicher Elemente ausgezeichnet ist. Der östliche Teil des Ettersberg-Rückens ist jahrhundertlang als Mittelwald bewirtschaftet worden, wobei Eiche und Linde die Hauptholzarten waren. Vor 130 Jahren begann die Überführung in Hochwald, wobei vielfach mittels „dunkler Schlagstellung“ (1868) bewußt auf Buchenbestände hingearbeitet wurde (HEINEMANN 1965).

4.1. Die Waldgesellschaften des Naturschutzgebiets „Prinzenschneise“

Das Naturschutzgebiet enthält eine für Mittelthüringen charakteristische Abfolge von Eichenmischwäldern, deren Differenzierung vorrangig durch den Bodenwasser- und -lufthaushalt bedingt ist und ihren Niederschlag in einer Reihe floristisch-soziologischer Abwandlungen findet. Gemeinsam sind allen Ausbildungen (vgl. Tab. 4) an Gehölzen *Quercus petraea*, *Tilia cordata*, *Fraxinus excelsior*, nur bedingt auch *Carpinus betulus* und *Fagus sylvatica*, ferner *Crataegus oxyacantha*, *Rubus fruticosus*, *Rubus idaeus*. Die Bodenvegetation enthält folgende durchlaufende Artengruppen:

- a) in den mitteleuropäischen Eichen-Hainbuchen-Wäldern verbreitete und sie kennzeichnende Arten (*Galium silvaticum*-Gruppe);
- b) Pflanzen mit weit ausgreifender ökologischer und soziologischer Amplitude innerhalb der mitteleuropäischen Laubmischwälder, mit einer gewissen Schwerpunktbildung in den Eichen-Hainbuchen-Waldgesellschaften; darunter auch einige lichtbedürftige Arten (*Poa nemoralis*-Gruppe);
- c) Verbreitete Arten meso- bis eutropher Buchen- und Eichen-Hainbuchenwälder (Gr. 10 der Tabelle: a. Querco-Fagetea- und Fagetalia-Arten, b. Arten oberbodensaurer Standorte, lokale Moderzeiger, c. nitrophile Arten);
- d) Thermophile Artengruppe (*Chrysanthemum corymbosum*-Gruppe, Gr. 11 der Tabelle).

Innerhalb dieses Rahmens läßt sich folgende Gliederung erkennen: Bezogen auf die in der Tabelle zusammengefaßte Abfolge stehen im soziologisch und ökologisch mittleren Bereich (Nr. 7—16) zwei Ausbildungen, in denen *Quercus robur*, *Carpinus betulus*, *Crataegus monogyna*, *Viburnum opulus* und *Daphne mezereum* häufiger vorkommen. Die Artengruppenkombination der Feldschicht ist durch Hinzutreten einiger azidiphiler Gräser (*Calamagrostis arundinacea*-Gruppe, Gr. 3 der Tabelle), einiger thermophiler Arten (*Lathyrus niger*, *Carex montana*) und einer Reihe anspruchsvollerer Arten hinsichtlich des Nährstoff- (Gruppe 6) bzw. des Wasserhaushalts (Gruppe 7) ausgezeichnet. Es handelt sich um löblehmbeeinflusste Standorte mit Kalk- bzw. Tonmergeluntergrund und — bei stärkerem Löblehmeinfluß — beginnender Bodenverdichtung (*Deschampsia caespitosa*!), aber noch ohne extremeres Bodenwechselklima. Deutlich ist eine Zweigliederung erkennbar (Aufnahme 7—10/Aufnahme 11—16): Im Ettersberg-Gebiet treten in der Baumschicht *Sorbus torminalis*, *Acer platanoides*, *Fraxinus excelsior* und *Acer pseudo-platanus*, in der Feldschicht die *Lathyrus vernus*-Gruppe (5b) mit hohen Ansprüchen an die Basenversorgung und einen ausgeglichenen Wasserhaushalt hinzu: *Primula*-Ausbildung (*Galio-Carpinetum primuletosum elatioris*). Demgegenüber fehlen den Aufnahmen aus dem Beckenbereich (Nr. 7—10) *Carpinus betulus*, *Fraxinus excelsior*, *Sorbus torminalis*, die *Lathyrus*-Gruppe und Gr. 4; auch *Catharinea undulata* und Gr. 6 (*Ranunculus auricomus*-Gruppe) scheinen schon etwas zurückzutreten. Regelmäßiger erscheinen *Corylus avellana* und *Cornus sanguinea*: typische Ausbildung (*Galio-Carpinetum typicum*). Die Unterschiede sind zweifellos z. T. (bes. bei Gruppe 5b) auf Unterschiede in der Mächtigkeit der Staublehmdecke zurück-

zuführen. Daß dies aber nicht der einzige Grund für die Unterschiede zwischen Becken- und Beckenrandausbildung sein kann, zeigt der Vergleich mit der *Luzula*-Ausbildung (Aufn. 1—6). Im zentralen Thüringer Becken kommt der typische Eichen-Hainbuchen-Wald bereits auf Lößlehmstandorten zur Entwicklung, die im Ettersberg-Gebiet vom *Luzula*-Eichen-Hainbuchenwald eingenommen werden!

Verfolgt man die Abwandlung der Artengruppenkombination von diesem mittleren Bereich ausgehend in Richtung stärkerer Konzentration azidiphiler Arten, so ergibt sich zwanglos die Abtrennung der Ausbildung von *Luzula luzuloides* (Galio-Carpinetum luzuletosum, z. T. identisch mit dem *Calamagrostis-Querceto-Tilietum* (MEUSEL 1955)). *Fagus sylvatica* und die *Luzula*-Gruppe sind hinzugetreten, während *Sorbus torminalis*, *Acer platanoides*, *Acer campestre*, *Quercus robur* sowie die thermophile, die *Lathyrus vernus*- und die *Ranunculus auricomus*-Gruppe zurücktreten. Die Stetigkeit der Carpinion-Arten und der *Poa nemoralis*-Gruppe bleibt im wesentlichen unverändert, nur *Potentilla sterilis*, *Melampyrum nemorosum* und *Carex umbrosa* fehlen in Kolonne I der Tabelle. Die bereits zum Fagion vermittelnde Vegetationseinheit wird daher noch zum Galio-Carpinion gestellt. Der Standort wird durch die mächtige Lößlehmauflage mit dem charakteristischen B₁-Horizont im Bodenprofil gekennzeichnet. Bodenwasser- und -lufthaushalt sind ausgeglichener, doch sind beginnende bis mäßig ausgeprägte Staunäseeinflüsse zu verzeichnen. Im Vergleich zu entsprechenden Standorten im Beckenbereich tritt die Oberbodenversauerung bereits stärker in Erscheinung.

Wo ein stark abgeschwächter oder fehlender Lößlehmeinfluß das Bodenwechsellima der Tonmergelschichten zur vollen ökologischen Wirkung kommen läßt, ändert sich die Vegetationsstruktur grundlegend. Einige der bezüglich der Wasserversorgung mesophilen Gruppen erfahren in dieser Richtung eine erhebliche Stetigkeitsverminderung; in geringerem Ausmaße trifft das auch auf *Quercus petraea* und *Carpinus betulus* zu. Völlig neu tritt eine artenzahlreiche Gruppe von Molinietales-Arten hinzu und dokumentiert als Ursache für die Herausbildung dieses *Selinum carvifolia*-Stieleichenwaldes (Selino-Quercetum roburis prov.) starke Wechselfeuchtigkeit mit ausgesprochener Zweiphasigkeit im Jahresgang von Bodenwasser und Bodenluft, die leider noch nicht näher untersucht wurde. Nach dem Ausmaß dieser Artengruppenverschiebung kann man wie bei den Einheiten der ökologischen Mitte wiederum zwei Ausbildungen unterscheiden, von denen die gemäßigtere wechselfeuchte — in der „Prinzenschneise“ als *Ulmus carpiniifolia*-Ausb.⁴ — als ökologische Vikariante des Beckenrandbereichs, die ausgeprägt sommertrockene Ausbildung von *Colchicum autumnale* und *Filipendula hexapetala* als ökologische Vikariante des Zentralen Beckenbereichs (Bad Tennstedt ca. 490 mm Jahresniederschlagssumme im langjährigen Mittel) aufgefaßt werden könnte. In beiden Fällen handelt es sich um Tonmergelstandorte des mo₂. Zu wechselfeuchten Ausbildungen kommt es im zentralen

⁴ *Ulmus carpiniifolia* im Steigerwald bei Erfurt, auch in der *Primula*-Ausbildung!

Beckenbereich erst bei schwacher Muldenlage, dann aber auf den Tonböden in starker Ausprägung. In der *Ulmus carpinifolia*-Ausbildung vollzieht sich der Übergang vom Galio-Carpinetum zum *Selinum carvifolia*-Stieleichenwald, ähnlich wie sich in der *Luzula*-Ausbildung (Kolonne 1) der Übergang zum Melampyro-Fagetum abzeichnet.

Standortgeographisch umspannt das Tabellenmaterial sowohl eine klimatische als auch eine edaphische (regionalklimatisch überprägte) Abwandlung, die beide im Bodenwasser- und -lufthaushalt ihren Niederschlag finden und dadurch Ursache der Vegetationsdifferenzierung werden.

4.2. Die Vegetationsaufnahmeflächen der bodenmikrobiologischen Untersuchungsflächen

Untersuchungsfläche E_1

Die hier gewonnene Vegetationsaufnahme entspricht in allen floristisch-soziologischen und strukturellen Merkmalen völlig dem Galio-Carpinetum luzuletosum der Tabelle 4. *Asarum europaeum* kündigt die Nachbarschaft des Galio-Carpinetum caricetosum silvaticae an, das in einer besonders frischen, geophytenreichen Variante (*Ranunculus auricomus* faziesbildend) nördlich anschließend auf frischem Kalkschutt-Standort entwickelt ist. Der Bodentyp ist Pseudogley-Fahlerde.

Untersuchungsfläche E_2

Obwohl es sich hier um einen Buchenforst handelt, ist die potentielle natürliche Vegetation gut rekonstruierbar. Trotz Fehlens einiger in den naturnahen Formen des mittelhüringischen Eichen-Hainbuchen-Waldes höchster Carpinion-Arten (*Stellaria holostea*, *Festuca heterophylla*) gehört die Aufnahmefläche zweifellos wie die der Untersuchungsfläche E_1 potentiell dem Galio-Carpinetum luzuletosum an. Der Bodentyp ist Pseudogley-Fahlerde. Artenzahl und Artengruppenkombination entsprechen trotz wirtschaftsbedingt starker Strukturänderungen in der herrschenden Baumschicht noch dem Typ dieser Waldgesellschaft. Auffallend ist die starke Verjüngung der Winterlinde.

Untersuchungsfläche E_3

Die Vegetationsaufnahme zeigt mit der artenreichen Strauchschicht, dem völligen Fehlen der azidiphilen Gruppe und mit *Lathyrus niger*, *Lathyrus vernus*, *Primula elatior*, *Sanicula europaea*, *Potentilla sterilis* die Zugehörigkeit zum Galio-Carpinetum primuletosum elatioris der Tabelle 5. Der Lößlehmeinfluß ist gegenüber E_1 und E_2 abgeschwächt, obwohl der Oberboden Staublehm-material enthält (Parabraunerde über sehr hoch anstehendem Bruchschillkalk). Die potentielle natürliche Vegetation verleugnet sich unter dem künstlich entstandenen lichten Lärchenschirm nicht. Ihre Regenerierung ist in vollem Gange.

Untersuchungsfläche E_4

Die an dieser Versuchsstation gewonnene Vegetationsaufnahme ist innerhalb des Tabellenmaterials der vollkommenste Repräsentant des Galio-Carpinetum

primuletosum elatioris aus dem Ettersberg-Gebiet. Der Bestand hat von allen Untersuchungsflächen neben E_1 wahrscheinlich den höchsten Grad von Natürlichkeit in räumlicher und floristischer Struktur, obwohl auch hier die Merkmale früherer Mittelwaldbewirtschaftung zumindest im Aufbau der Baum- und Strauchschicht unverkennbar sind. Die Weg- bzw. Feldrandnähe wirkt sich auf die Artenkombination ebenso wenig aus wie die Nachbarschaft zum Fichtenforst. Der Bodentyp ist Pseudogley-Fahlerde.

Untersuchungsfläche E_5

Es handelt sich um einen Fichtenforst (künstliche Reinbestockung im Stangenholzalter mit einzelnen Lücken durch Schneebruch oder Windwurf). Trotzdem ist die Bodenvegetation so entwickelt, daß eine Zuordnung zu einer Vegetationseinheit der Tabelle 4 und ein Vergleich mit der Vegetation benachbarter, naturnah bestockter Flächen gleichartiger Standortverhältnisse versucht werden soll. Obwohl der Standort der Aufnahmefläche sehr wahrscheinlich mit dem der benachbarten Untersuchungsfläche E_4 identisch ist, kann die vorgefundene Vegetation nur mit dem Galio-Carpinetum luzuletosum der Lößlehmstandorte verglichen werden. Es handelt sich jedoch im Falle der Untersuchungsfläche E_5 standortkundlich nur um eine durch den Fichtennadel-Rohhumus bedingte Zustandsstufe, d. h. um einen Ausdruck labiler Standortmerkmale, die an die standortsfremde, geschlossene Fichtenreinbestockung gebunden sind und mit ihr verschwinden werden. Potentiell ist der Standort kaum irreversibel verändert; auch die potentielle natürliche Vegetation nach Wiedereinstellung eines Gleichgewichtszustandes ist nicht das Galio-Carpinetum luzuletosum, sondern sehr wahrscheinlich das Galio-Carpinetum primuletosum. Um diesen Nachweis zu erbringen und die Dynamik der Rückverwandlung zu verfolgen, sollte der Fichtenbestand als langfristige Dauerversuchsfläche sich selbst überlassen bleiben.

Bodentyp: Pseudogley-Fahlerde mit hoch anstehendem Kalk-verwitterungsmaterial.

An lichten Stellen im Fichten-Stangenholz zeigt die Bodenvegetation stärkeren mikrobiellen Stickstoffumsatz an: *Urtica dioica*, *Geranium robertianum*, *Lapsana communis*, *Galeopsis tetrahit*, *Chamaenerion angustifolium*, *Mycelis muralis*. In gleicher Richtung zu deuten ist auch die Tatsache, daß von den in den naturnahen Eichen-Hainbuchen-Wäldern hochsteten Carpinion-Arten nur die nitrophile *Dactylis aschersoniana*, von den Sträuchern nur *Sambucus nigra* als ebenfalls nitrophile Art in der Aufnahmefläche notiert wurden. Als Elemente der natürlichen Vegetation des Standorts können aufgefaßt werden: *Dryopteris filix-mas*, *Dryopteris austriaca*, *Ranunculus repens*, das Fehlen von *Luzula nemorosa* und *L. pilosa*.

Untersuchungsfläche E_6

Zu Vergleichszwecken wurde auf einer den Untersuchungsflächen E_1 und E_2 benachbart gelegenen, aber weniger lößlehmbeeinflussten Ackerfläche eine wei-

tere mikrobiologische Untersuchungsfläche angelegt. Wie sich nach Abschluß der Arbeiten herausstellte, war diese Fläche vorübergehend bewaldet: 1879 noch als reines Ackerland geführt, wurde sie 1890 mit Fichte aufgeforstet. Zwischen 1945 und 1950 erfolgte erneut Rodung⁵. Die unerwartet hohen Säuregrade dieser Fläche in den oberen Bodenhorizonten (vgl. Tab. 2) finden damit ihre Erklärung.

Als vegetationskundliche Vergleichsbasis kann hier am ehesten die Ackerunkrautgesellschaft herangezogen werden, da sie besser als die Kulturarten

Tabelle 5
Fruchtfolge der Unters.-Fl. E₆

1963	April 63—Okt. 63 Kartoffeln
1964	Okt. 63—Aug. 64 Winterweizen
1965	Sept. 64—Mai 65 Futterroggen Mai—Sept. = Mais Winterfurche

auf die kleinklimatischen und — wenigstens im Durchwurzelungsbereich — auf die Bodenverhältnisse eingespielt ist. Die Vegetationseinheit dieser Fläche E₆ ist eine etwas thermophile Ackerunkrautgesellschaft des Caucalion-Verbandes mit sehr hohen Ansprüchen an die Basenversorgung (Galio-Adonidetum SCHUBERT et KÖHLER 1963 / *Euphorbio-Melandrietum* MÜLLER (1964) mit *Euphorbia exigua*, *Lathyrus tuberosus*, *Delphinium consolida*, *Falcaria vulgaris*, *Adonis aestivalis*, *Campanula rapunculoides*⁶). Als charakteristische Kulturarten werden u. a. Weizen, Raps, Zuckerrübe, Braugerste, Luzerne angegeben. Das *Euphorbio-Melandrietum* vertritt nach MÜLLER (1964, S. 138) den „winterlinden- und feldulmenreichen Eichen-Hainbuchenwald des Mitteldeutschen Trockengebiets“; das Galio-Adinidetum ersetzt im Gebiet der Ilm-Saale-Platten vor allem Wälder des Galio-Carpinetum (vgl. auch HILBIG 1966, S. 131).

Zusammenfassende Übersicht:

Mikrobiologische Untersuchungs-Fläche: Vegetationsaufnahme: Potentielle natürliche Vegetation:	E ₁ 1	E ₂ 3	Galio-Carpinetum		
	luzuletosum		primuletosum		
Bestockungszustand:	Eichenalldholz aus Überf.-Mittelwald	Buchenalldholz	Lärchenschirm mit Laubholz-unterstand	Eichen-Linden-Mischwald aus Mittelwald	Fichtenforst m. Rohhumus
Waldentwicklungstyp (n. v. HORNSTEIN):	naturnahe Sekundärtyp	Sekundärtyp	naturnahe Sekundärtyp		Tertiärtyp

⁵ Herrn Oberförster STOFFERS, Ettersburg, danken wir herzlich für die Beschaffung der geschichtlichen Unterlagen.

⁶ eine vollständige Vegetationsaufnahme von E₆ liegt nicht vor.

4.3. Bemerkungen zur systematischen und vegetationsgeographischen Einordnung⁷

Das vorliegende Material ergibt einige Gesichtspunkte zur Frage der strukturellen und räumlichen Abgrenzung der Eichenmischwälder des inneren Thüringer Beckens (Bad Tennstedt 490 mm durchschnittliche Jahresniederschlagsmenge) von denen des Beckenrandbereichs (etwa 590 mm) und damit zur Trennung eines „Galio-Carpinetum“ und eines „Tilio-Carpinetum“ in Mittelthüringen.

Tilia cordata ist zu einer Trennung trotz nicht zu übersehender Vitalitätsunterschiede wenig geeignet. Auch *Potentilla sterilis*, *Festuca heterophylla*, *Potentilla alba*, *Senecio helenites* ergeben kaum signifikante Verbreitungs- oder Häufigkeitsunterschiede für diese Fragestellung. Selbst die Rotbuche wird als Trennart — besonders mit Rücksicht auf die Ergebnisse von neueren vegetationsgeschichtlichen Untersuchungen, z. B. LANGE, 1965 —, kaum brauchbar sein. Die Standorte der heutigen Eichenmischwälder im zentralen Thüringer Becken sind, von edaphischen Sonderformen abgesehen, noch buchenfähig, wenn auch z. B. im „Großen Horn“ bei Bad Tennstedt die heute vorhandenen Buchenbestände aus künstlicher Begründung hervorgegangen sind. Am ehesten erscheint noch *Ulmus carpiniifolia* (und ggf. *Filipendula hexapetala*?) zur floristischen Differenzierung geeignet. Gerade bei der Feldulme treten aber auch starke wirtschaftsbedingte lokale Häufigkeitsunterschiede störend in Erscheinung. Dies und die an sich extreme Waldarmut im Beckeninneren (die wenigen Restwälder stocken meist auf Geländerücken und entsprechen dann nicht ganz der eigentlichen Beckensituation) erschwert eine Abgrenzung regional-typischer Einheiten auf floristischer und damit auch soziologischer Basis sehr. Bemerkenswert ist aber in diesem Zusammenhang das deutliche Zurücktreten von *Carpinus betulus* in den Eichen-Hainbuchen-Wäldern des zentralen Beckenbereichs, besonders auf Lößlehmstandorten, sowie vielfach ein stärkeres Hervortreten von *Populus tremula* und qualitativ wertvollen Exemplaren von *Prunus avium*. Im übrigen sind Verschiebungen im Vegetationsmosaik und vor allem im Standortsverhalten von Einzelpflanzen im Sinne des „Gesetzes der relativen Standortskonstanz“ H. WALTERS (1954, S. 41) zu beobachten. In den Beckenrandlagen sind Lessivierung und Oberbodenversauerung stärker. Darauf deuten z. B. das Zurückbleiben von *Deschampsia caespitosa* und das etwas stärkere Hervortreten lokaler Kalkzeiger in den Aufnahmen von Lößlehmstandorten des zentralen Beckenbereichs gegenüber entsprechenden Standorten der Beckenrandgebiete hin. *Calamagrostis arundinacea* hat im Thüringer Becken eine größere ökologische und soziologische Amplitude und tritt mit höheren Deckungswerten auf. Diese Unterschiede bedürfen jedoch noch weiterer Überprüfung. Das Galio-Carpinetum typicum wird in den wenigen Restwäldern des zentralen Beckenbereichs z. T. bereits auf Lößlehmdecken angetroffen, die in den Beckenrandgebieten vom Galio-Carpinetum luzuletosum oder gar vom Melampyro-Fagetum bestockt sind.

⁷ Unter Hinzuziehung weiteren, noch nicht mitgeteilten Materials.

Der Standort des „*Selinum carvifolia*-Stieleichenwaldes“ hat im zentralen Becken nach Trockenrißbeobachtungen wahrscheinlich eine schärfer ausgeprägte und länger andauernde Phase sommerlicher Austrocknung, was sich auch auf die Vegetation auswirkt. Die Sommerniederschläge fallen dort gewöhnlich sehr konzentriert und werden von den Trockenrissen aufgenommen, ohne daß es zu einer gleichmäßigeren Bodenanfeuchtung von oben her kommt. *Senecio fuchsii* besiedelt im Ettersberggebiet auch lößlehmbedeckte Plateaulagen, im zentralen Beckenbereich scheint die Pflanze auf luftfeuchte Sonderstandorte beschränkt zu sein. Manche derartige Unterschiede können aber auch einfach durch das fehlende Waldinnenklima der Beckenrestwälder bedingt sein. *Colchicum autumnale* tritt im Beckenbereich nahe seiner nordöstlichen Verbreitungsgrenze immer häufiger in lichten Wäldern auf.

Weitere floristische Unterschiede beziehen sich aber überwiegend auf Sonderstandorte, die für einen solchen Vergleich zunächst ausgeklammert werden müssen.

Zusammenfassend ergibt sich, daß sich der zweifellos deutliche und wichtige Unterschied zwischen den Eichen-Hainbuchen-Wäldern des zentralen Beckenbereichs, auf regionaltypische Standorte bezogen, nur auf Subassoziations- oder Rassenebene bewegt und beide Einheiten innerhalb des gleichen Verbandes (Galio-Carpinion OBERD. 57) liegen. Auf Assoziationsebene wird sich aber eine edaphisch bedingte (regionalklimatisch überprägte) Vegetationseinheit abtrennen lassen, die hier provisorisch als *Selinum carvifolia*-Stieleichenwald (Selino-Quercetum roboris) bezeichnet und ebenfalls noch zum Galio-Carpinion gestellt wird.

Für die Gesellschaft eines Tilio-Carpinion müssen wohl eindeutige geographische Trennarten mit stärkerer kontinentaler oder borealer Komponente gefordert werden (vgl. auch TRACZYK 1962). Das teilweise Ausfallen von Galio-Carpinion-Arten mit subozeanisch getönter Verbreitung (*Stellaria holostea*, *Festuca heterophylla*) ist zudem auch nur edaphisch bedingt.

5. Die bodenmikrobiologischen Verhältnisse der Untersuchungsflächen (W. RAWALD)

5.1. Die Bodenmikroflora der Untersuchungsflächen⁸

5.1.1. Gesamtkeimzahlen

Sämtliche mikrobiologisch und biochemisch untersuchten Bodenproben wurden in 15–20 cm Bodentiefe entnommen. Die Bodenproben wurden mit dem Bodenbohrer nach UNGER (1957) entnommen; der Inhalt der Bohrhülse (ca. 25–30 g) wurde in 250 ml sterilem aqua dest. 15 Minuten maschinell geschüttelt. Sodann wurde eine Verdünnungsreihe angesetzt, aus der geeigneten Verdünnungsstufe 1 ml in eine Petrischale pipettiert und mit ca. 10 ml flüssigen Nährbodens (40–45 °C) vermischt. Nach dieser Methode erfolgten sämtliche Keimzahl-Bestimmungen (3 Bohrungen je Unters.-Fl., 3 Parallel-Schalen je Hülse = insges. 9 Schalen).

⁸ Die Ermittlung zahlreicher Werte sowie die Bestimmungen erfolgten durch Herrn Dr. G. STORH, Abt. Humusforschung des Instituts für Bodenkunde der DAL, Eberswalde.

Die pH-Werte wurden mit Phosphatpuffer eingestellt. Die Werte wurden in der Mehrzahl der Fälle auf 1 g org. Kohlenstoff bezogen, da hierdurch die Korrelationen des Mikrobenbesatzes und der mikrobiellen Stoffwechsellätigkeit zum Mengenanteil und der Qualität der organischen Stoffe im Boden stärkere Berücksichtigung finden. Veränderungen in der Tendenz der jahreszeitlich bedingten dynamischen Veränderungen im Mikrobenbesatz der Böden ergeben sich nicht. Die auf 1 g organischen Kohlenstoff bezogenen Werte liegen größenordnungsmäßig etwa um das 100fache höher als die auf 1 g Boden bezogenen Werte. Dem unterschiedlichen Humusgehalt der Böden entsprechend ergeben sich aber selbstverständlich Verschiebungen in den Proportionen der Böden zueinander.

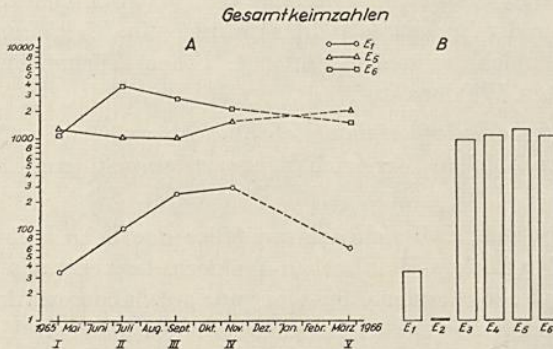


Abb. 9: Gesamtkeimzahlen: A = dynamische Entwicklung an den Unters.-Flächen E_1 , E_5 und E_6 ; B = vergleichende Untersuchung der Standorte E_1 bis E_5 (1 Termin) April 1965. (Angaben in Tsd., bezogen auf g Boden) (n. G. STOHR)

Die Gesamtkeimzahlen der Böden an den Untersuchungsflächen sind auf 1 g Boden bezogen und geben somit weniger Auskunft über die Beziehungen des Mikrobenbesatzes zur organischen Bodensubstanz, als vielmehr über charakteristische, standortspezifische Verhältnisse. Die Fläche E_1 ist offensichtlich während des ganzen Jahres ärmer an Bodenmikroorganismen als die beiden anderen dynamisch geprüften Flächen E_5 und E_6 . Es ist jedoch zu erwarten,

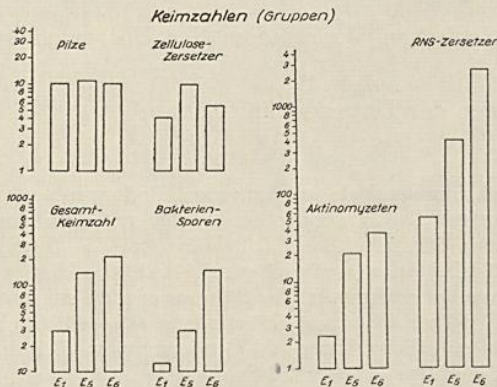


Abb. 10: Jahresmittelwerte der Keimzahlen an den Unters.-Flächen E_1 , E_5 und E_6 , bezogen auf 1 g org. C. Angaben in Mio. (n. G. STOHR)

daß Gesamtkeimzahlen kaum jemals umfassende repräsentative Auskunft über den Mikrobenbesatz eines Bodens geben; vielmehr ist anzunehmen, daß bei Anwendung eines bestimmten Nährbodens im Rahmen des Kochschen Plattentests und unter Einwirkung der besonderen im Laborversuch herrschenden Umweltverhältnisse bestimmte Gruppen von Bodenmikroorganismen gefördert, andere in der Entwicklung gehemmt werden. Tatsächlich also beziehen sich diese „Gesamtkeimzahlen“ auf bestimmte, in der Petrischale unter bestimmten Kulturbedingungen auflaufende Organismenarten, nicht aber auf die gesamte Bodenmikroflora. Demnach können Vergleiche anhand solcher „Gesamtkeimzahlen“ nur bei strenger Einhaltung einer methodischen Konvention bestimmte Aussagen ermöglichen.

Der Vergleich aller Untersuchungsflächen anhand der Gesamtkeimzahlermittlung eines Termins läßt eine deutliche Differenzierung zwischen den schwach besetzten Flächen E_1 und E_2 einerseits, sowie E_3 – E_6 andererseits erkennen (s. Abb. 9).

Die Differenzierung der Makrovegetation zeigt hierzu sehr gute Parallelen. E_1 und E_2 liegen im Galio-Carpinetum luzuletosum, E_3 und E_4 (potentiell auch E_5) im Galio-Carpinetum primuletosum. E_5 ist zwar als Zustandsform in der Bodenvegetation dem Galio-Carpinetum luzuletosum vergleichbar, potentiell aber dem Galio-Carpinetum primuletosum zuzuordnen (vgl. 4.2). E_2 mit der niedrigsten Gesamtkeimzahl hat als Buchenreinbestand im potentiellen Galio-Carpinetum luzuletosum eine einseitig verschobene Vegetationsstruktur. Den Flächen E_1 und E_2 ist eine starke azidophile Artengruppe in der Bodenvegetation gemeinsam. Die künstliche Abwandlung in der Vegetationsstruktur von E_2 wirkt in der gleichen Richtung wie der Bodeneinfluß auf die Gesamtkeimzahlen, verstärkt also den Unterschied gegenüber E_3 bis E_5 . Bei E_5 wirken Bodeneinfluß und Abwandlung der Vegetationsstruktur einander entgegen.

Die pH-Verhältnisse allein sind es gewiß nicht, auf die die Unterschiede der Gesamtkeimzahlen zurückzuführen sind; vielmehr sollte man die Ursachen in den mikrobiocoenotischen Verhältnissen insgesamt suchen, die ihrerseits wieder durch Einflüsse der höheren Vegetation verursacht werden. Interessant hierbei ist der Umstand, daß die Ackerfläche E_6 — zumindest in dieser Beziehung — den Wald-Untersuchungsflächen E_3 , E_4 und E_5 vergleichbar ist. Auch diese Feststellung steht völlig im Einklang mit den Verhältnissen der Makrovegetation.

Der Jahresverlauf der Keimzahlentwicklung vermag wenig über Untersuchungsflächen-Spezifitäten auszusagen, zumal die verschiedenen Komponenten der natürlichen Populationsgemische im Verlauf des Jahres unterschiedliche Vermehrungsintensitäten aufweisen und somit ständig wechselnde Zusammensetzungen verursachen. Berücksichtigt man die überaus vielfältigen Wechselbeziehungen, wie sie zwischen Bodenmikroorganismen aufzutreten pflegen, begreift man die in einer bestimmten Situation vorhandene Bodenmikroflora als einen Integralindex, der ein kompliziertes System zahlreicher Faktoren repräsentiert, und der den unterschiedlichen Standortbedingungen entsprechend

auch einen unterschiedlichen Verlauf der biologischen Jahresdynamik in den Böden induzieren kann.

5.1.2. Physiologische und systematische Gruppen

In dem Bestreben, die Zusammensetzung der Bodenmikroflora der Untersuchungsflächen zu kennzeichnen, wurden einige physiologische und systematische Gruppen nachgewiesen.

Für Pilze kam ein Malzextrakt-Agar zur Anwendung, dem zum Zwecke der Unterdrückung des Bakterienwachstums Streptomycin und Bengalrosa zugesetzt waren. Aktuelle Sporenbildner wurden auf Glycerin-Asparagin-Agar nach CONN nachgewiesen, nachdem die zur Anwendung kommenden Suspensions-Verdünnungsstufen auf 79 °C erhitzt wurden. Die Gruppe der Mikroorganismen, die organische Phosphorverbindungen als C- und N-Quelle verwerten können, wurde auf einem Ribonucleinsäure-Agar kultiviert; diesem setzten wir Triphenyltetrazoliumchlorid zu, das unter Einfluß lebender Kolonien Wasserstoff anlagert und somit zu gefärbtem Formacan umgebildet wird, wodurch die Kolonien sichtbar werden. Zellulose-Zersetzer wurden auf zellulosehaltigem Kieselgel-Nährboden (im wesentlichen nach FEHER 1933) kultiviert.

Das Vorkommen der im Rahmen dieser Arbeiten bestimmten Gruppen, insbesondere das der RNS-Zersetzer, ist starkem jahresperiodisch abhängigen Unterschieden in der Intensität des Vorkommens unterworfen. Diese Jahresdynamik

Tabelle 7

Häufigkeitsverteilung des Auftretens dominierender Pilzgattungen in den Böden der Untersuchungsflächen E₁—E₆. 1. Termin (April 1965) (nach Angaben v. G. STOHR). Die Zahlenangaben der Häufigkeitsverteilung beziehen sich auf die Häufigkeitsstufen des Vorkommens in vitro (je + = 2 von insgesamt 9 möglichen Schalen); die Angaben in () beziehen sich auf die Anzahl Gattungen, die je Unters.-Fläche nachgewiesen wurden (W. RAWALD)

	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	E ₆
Penicillium	++	+++	+++	+++	++++	++++
Mortierella	++++	+++	+	—	++++	+++
Sporotrichum	+	—	+	+	+	+
Hormodendrum	+	—	—	—	+	+
Absidia	—	—	+++	++	+	+
Hyalopus	—	—	+	++	+	+++
Trichoderma	—	—	+	++	+++	++++
Pachybasium	—	—	+	+++	+++	+
Memnoniella	—	—	++	+++	++++	—
Bisporomyces	—	—	+	—	—	—
Monilia	—	—	+	—	—	—
Trichocladium	—	—	—	+	+	—
Zygorhynchus	—	—	—	+	—	+++
Monostachys	—	—	—	—	—	+
Gliocladium	—	—	—	—	—	+
Torula	—	+	+++	++	—	—
Humicola	—	+	++++	—	—	—
Aspergillus	—	+	—	—	—	—
Häufigkeits- Verteilung	8 (4)	9 (5)	22 (12)	20 (10)	23 (10)	23 (11)

mische Entwicklung läßt — mit Ausnahme der Sporenbildner — eine Kurven-depression im Sommer (etwa Juli) sowie ein optimales Vorkommen im Herbst (etwa September) deutlich erkennen.

Die Verrechnung aller während eines Jahres für eine bestimmte Bodenmikro-organismengruppe an einer bestimmten Versuchsfläche gewonnenen Werte zu einem Repräsentativwert bestätigen im wesentlichen die im Zusammenhang mit den Gesamtkeimzahlen gewonnenen Vorstellungen (s. Abb. 10). Zwar erweisen sich bei dieser Untersuchung (1965) die drei hierfür untersuchten Flächen E_1 , E_5 und E_6 hinsichtlich des Pilzbestandes weitgehend gleichwertig, doch vermitteln die an den anderen Gruppen gewonnenen Ergebnisse den Eindruck, daß die Untersuchungsfläche E_4 (Fichtenforst) in dieser Hinsicht wesentlich stärker der Fläche E_6 (Acker) ähnelt als der Fläche E_1 , die sich auch bei diesen Untersuchungen im Falle aller physiologischer und systematischer Bodenmikroorganismengruppen als die organismenärmste erweist. Dieser Umstand wird, wie aus dem Abschnitt 5.1.3. zu entnehmen ist, durch umfangreichere Ermittlungen des Pilzbesatzes der Untersuchungsflächen aus dem Jahre 1963 auch von dieser Seite nachdrücklich bestätigt.

Wenn man aus der Ähnlichkeit in den Keimzahlabstufungen von $E_1-E_5-E_6$ bei den einzelnen Keimgruppen (Abb. 10) zur Gesamtkeimzahl auf ähnliche Abstufungen auch in der Abfolge aller Untersuchungsflächen schließen darf, spricht dies wiederum für eine starke gesamtbiocoenologische Verschiedenartigkeit der beiden verwandten Einheiten der natürlichen Makrovegetation (Galio-Carpinetum luzuletosum/primuletosum).

5.1.3. Mykofloren

5.1.3.1. Zusammensetzung der Mykofloren (W. RAWALD)

Die Erfassung der Bodenmykoflora auf dem Wege über Isolation und Identifikation ist gewiß nicht unproblematisch; denn in der Schalenkultur laufen die verschiedenen Pilzgruppen nicht gleichmäßig auf — man denke nur an die unterschiedlichen Vermehrungsraten sporulierender und nicht sporulierender Pilze *in vitro*. Hinzu kommt, daß zahlreiche Formen überhaupt schwer in Kultur zu bringen sind, so daß Proportionsverschiebungen — an den natürlichen Verhältnissen gemessen — garnicht ausbleiben können. Es ist — soll der Aufwand erträglich bleiben — überdies nicht zu vermeiden, daß von den aufgelaufenen Kulturen eine mehr oder weniger große Anzahl nicht bestimmt werden kann.

Man kann somit keine absoluten Auskünfte über die Zusammensetzung der Boden-Mykoflora erwarten; wohl aber sind Indizes, Vergleichswerte zu erhalten, die bei strenger Einhaltung einer methodischen Konvention sehr wohl die vergleichende Beurteilung der mikrobiologischen (mykologischen) Situation der Böden verschiedener Untersuchungsflächen gewährleisten.

Die in Tab. 6 zusammengestellten Werte wurden 1963 wie folgt gewonnen. Je Untersuchungsfläche und Termin kamen 24 Koch'sche Platten zur stereomikroskopischen Auswertung, die mit entsprechenden Isolationsarbeiten verbunden war. Auf diese Weise konnten Streuungen weitgehend ausgeglichen, wenn natürlich auch nicht egalisiert werden. Für die Aktinomyzeten kam ein Glycerin-Glycocoll-agar (pH über 7,0),

Tabelle 6

Ergebnis der dynamischen Untersuchung (3 Unters.-Termin) der Zusammensetzung der Mykoflora unter summargaben in 10 Tsd./g Boden (W. RAWALD)

S = Summe des Vorkommens einer Gruppe (Gattung o. ä.) während des Jahres (<1 wurde bei der S-Ermittlung = 1
1-6 = Aspergillen, 7-18 = Penicillien, 19-20 = Paehylasium (1 = A. dunkelgrün; 2 = A. gelbgrün; 3 = A. 7 = P. braun-grau-grün; 8 = P. grau-braun; 9 = P. dunkelgrau-weiß; 10 P. mittelbraun; 11 = P. dunkelolivgrün; grau; 17 = P. hellolivgrün; 18 = P. Einzelkulturen; 19 = Pa. grün; 20 = Pa. weiß)

Untersuchungs-Fläche	Untersuchungs-Termin	Actino-mycetes		Mykoflora																
		Myocelia sterilia	Phycomy-cetes	Fungi imperfecti																
				Spirogyrales	Phoma-les	Moniliales														
						Mucoraceae	Phoma-ctae	Moniliaceae												
Mortierella	Triefmella	Phomaopsis	Aspergillus						Penicillium											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
E ₁	III/63	2	3	<1	-	-	22	-	-	-	-	<1	-	-	-	-	-	-	-	5
	VII/63	88	27	4	-	-	100	2	3	5	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-
	XI/63	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	S	93	32	5	-	-	122	2	3	5	-	4	-	-	-	-	-	-	-	5
	S	93	32	5	-	-	132	-	-	-	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-
E ₂	III/63	1	3	<1	-	-	-	-	-	-	-	<1	<1	-	-	-	-	-	-	1
	VII/63	4	10	1	-	-	337	4	2	11	-	1	-	35	-	-	-	-	-	-
	XI/63	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
	S	5	15	2	-	-	337	4	2	11	-	2	-	37	-	-	-	-	-	1
	S	5	15	2	-	-	377	-	-	-	-	40	-	-	-	-	-	-	-	-
E ₃	III/63	7	2	-	-	-	2	-	-	-	9	5	5	-	35	-	-	5	<1	5
	VII/63	263	93	1	53	2	59	41	12	8	1	7	8	2	2	-	2	1	-	18
	XI/63	42	1	2	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-
	S	312	96	3	53	2	61	41	12	8	1	17	13	7	2	35	2	2	-	18
	S	312	96	3	53	2	140	-	-	-	-	97	-	-	-	-	-	-	-	4
E ₄	III/63	4	1	-	-	-	-	<1	-	-	-	1	<1	<1	2	-	<1	-	-	<1
	VII/63	164	31	1	-	-	158	3	3	-	1	11	5	1	1	4	2	-	1	1
	XI/63	134	18	-	-	-	-	1	1	-	-	3	4	-	-	6	1	-	1	-
	S	302	50	1	-	-	158	5	4	-	1	15	10	2	3	10	3	1	1	2
	S	302	50	1	-	-	168	-	-	-	-	52	-	-	-	-	-	-	-	5
E ₅	III/63	7	6	<1	-	-	2	16	-	-	-	14	-	1	<1	-	<1	6	-	25
	VII/63	54	38	3	-	-	97	380	50	65	7	15	-	4	2	1	-	1	-	12
	XI/63	16	4	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	1	-	6
	S	77	48	4	-	-	99	396	50	65	7	34	-	4	3	2	-	1	8	43
	S	77	48	4	-	-	669	-	-	-	-	104	-	-	-	-	-	-	-	9

rischer Einbeziehung der Actinomyces an den bodenmikrobiologischen Untersuchungsflächen E₁-E₅ (1963). An-
gesetzt). \bar{x} = Mittelwert des Mikroben-Gesamtaufkommens auf einer Fläche, bezogen auf 3 Termine. Gruppen:
dunkelbraun mit schwarz verfarbtem Substrat; 4 = A. braun; 5 = A. mit braunen Sporen; 6 = A. Einzelkulturen
12 = P. dunkelbraun-braun; 13 = P. hellbraun; 14 = P. dunkelgrün-grün; 15 = P. hellgrün-grün; 16 = P. hell-

Untersuchungs-Fläche	Untersuchungs-Termin	Actino-mycetes		Mykoflora																
		Myocelia sterilia	Phycomy-cetes	Fungi imperfecti																
				Spirogyrales	Phoma-les	Moniliales														
						Mucoraceae	Phoma-ctae	Moniliaceae												
Mortierella	Triefmella	Phomaopsis	Aspergillus						Penicillium											
			19	20	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18				
E ₁	III/63	2	3	<1	-	-	22	-	-	-	-	<1	-	-	-	-	-	-	-	5
	VII/63	88	27	4	-	-	100	2	3	5	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-
	XI/63	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	S	93	32	5	-	-	122	2	3	5	-	4	-	-	-	-	-	-	-	5
	S	93	32	5	-	-	132	-	-	-	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-
E ₂	III/63	1	3	<1	-	-	-	-	-	-	-	<1	<1	-	-	-	-	-	-	1
	VII/63	4	10	1	-	-	337	4	2	11	-	1	-	35	-	-	-	-	-	-
	XI/63	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
	S	5	15	2	-	-	337	4	2	11	-	2	-	37	-	-	-	-	-	1
	S	5	15	2	-	-	377	-	-	-	-	40	-	-	-	-	-	-	-	-
E ₃	III/63	7	2	-	-	-	2	-	-	-	9	5	5	-	35	-	-	5	<1	5
	VII/63	263	93	1	53	2	59	41	12	8	1	7	8	2	2	-	2	1	-	18
	XI/63	42	1	2	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-
	S	312	96	3	53	2	61	41	12	8	1	17	13	7	2	35	2	2	-	18
	S	312	96	3	53	2	140	-	-	-	-	97	-	-	-	-	-	-	-	4
E ₄	III/63	4	1	-	-	-	-	<1	-	-	-	1	<1	<1	2	-	<1	-	-	<1
	VII/63	164	31	1	-	-	158	3	3	-	1	11	5	1	1	4	2	-	1	1
	XI/63	134	18	-	-	-	-	1	1	-	-	3	4	-	-	6	1	-	1	-
	S	302	50	1	-	-	158	5	4	-	1	15	10	2	3	10	3	1	1	2
	S	302	50	1	-	-	168	-	-	-	-	52	-	-	-	-	-	-	-	5
E ₅	III/63	7	6	<1	-	-	2	16	-	-	-	14	-	1	<1	-	<1	6	-	25
	VII/63	54	38	3	-	-	97	380	50	65	7	15	-	4	2	1	-	1	-	12
	XI/63	16	4	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	1	-	6
	S	77	48	4	-	-	99	396	50	65	7	34	-	4	3	2	-	1	8	43
	S	77	48	4	-	-	669	-	-	-	-	104	-	-	-	-	-	-	-	9

für Pilze ein Malzextrakt-agar (pH etwa 5,0) zur Anwendung. Zu den Auswertungsterminen III/63 und XI/63 wurde mit einer Verdünnung von 1:10000, zum Termin VII/63 mit einer Verdünnung von 1:100000 gearbeitet. Die Schalen wurden nach 1 und 3 Wochen ausgewertet.

Im Gegensatz zu den weniger umfangreichen Untersuchungen der Myko-Flora 1965 (Abb. 10), die nach einer veränderten Methodik und zu anderen Terminen durchgeführt wurden, stellte sich die Gruppierung der Standorte, wie sie sich bei den Gesamt-Keimzahlen ergeben hat, (s. 5.1.1.) auch hier wieder ein: Die Böden der Unters.-Flächen E_1 und E_2 erwiesen sich als mikrobiell erheblich schwächer besetzt und zudem deutlich formenärmer als die anderen, unter denen wiederum E_4 und E_5 gegen E_3 differieren. Mit entgegengesetzter Tendenz verläuft die Entwicklung des Myxomyzeten-Anteils (in der Tabelle nicht ausgewiesen), der bei E_1 und E_2 hoch, bei E_3 und E_5 verh. gering ist. Die Aktinomyzeten-Flora der Fläche E_5 unterlag bei der III/63er Untersuchung (Tab. 6) in vitro offensichtlich Depressionen, die möglicherweise auf das sehr starke Schimmelpilzwachstum in den Schalen zurückzuführen waren.

Die pH-Verhältnisse sind — pilzphysiologisch betrachtet — in den Böden aller untersuchten Flächen identisch, so daß von dort keine bemerkenswerten Einflüsse auf Pilz-Organismenzahl und Gattungsspektrum zu erwarten sind; dies gilt übrigens für die Bodenverhältnisse allgemein, die bewußt möglichst wenig unterschiedlich gehalten wurden. Auch klimatische Unterschiede kommen nicht in Betracht. Um so mehr Veranlassung besteht, anzunehmen, daß die erfaßten Unterschiede in der Zusammensetzung der Boden-Mykofloren auf Einflüsse seitens der Makrovegetation zurückzuführen sind, die ja ohne Zweifel gewichtige stoffliche Wirkungen auf jegliches Leben im Boden nimmt. Die Makrovegetation ist in zwei Ebenen differenziert: einerseits als natürliche bzw. naturnahe Vegetation nach feineren Unterschieden im Bodenaufbau, andererseits durch die Bewirtschaftung (vgl. Abschn. 4).

Die Einflüsse, denen das Vorkommen und die Verbreitung, die Vermehrungsrate und die physiologische Leistungsfähigkeit der Mikroorganismen unterliegen, sind am natürlichen Standort so außerordentlich zahlreich, vielgestaltig und wechselseitig miteinander verzahnt, daß anhand eines so begrenzten wie des vorliegenden Materials keine grundsätzlichen Rückschlüsse auf Standort- oder Flächenspezifitäten gezogen werden können. Hierfür bedürfte es schon wesentlich umfangreicher angelegter, aufwendiger Untersuchungen, die nicht nur in der methodischen Breite und der Terminfrequenz, sondern vor allem auch in bezug auf die Anzahl der Untersuchungsflächen (unter denen auch vergleichbare Flächenpaare enthalten sein müßten) auf vielfach breiteres Fundament zu stellen wären. Dies konnte von vornherein das Anliegen dieser Untersuchungen nicht sein; vielmehr galt es, festzustellen, ob unter weitgehend vergleichbaren Bodenverhältnissen überhaupt Unterschiede im mikrobiellen Besatz der Böden der Untersuchungsflächen in Abhängigkeit von der höheren Vegetation zu verzeichnen sind. Diese Frage ist ohne Zweifel positiv zu beantworten.

5.1.3.2. Beziehungen zwischen Mykofloren und Makrovegetation (E. NIEMANN)

Von allen hier vorliegenden bodenmikrobiologischen Untersuchungsergebnissen zeigt die Zusammensetzung der Bodenmykoflora wohl die straffsten Korrelationen zur Makrovegetation. Dabei geht ein Teil der Merkmale mit den Abwandlungen in der natürlichen (oder naturnahen) bzw. potentiellen natürlichen Vegetation (als Ausdruck gleichartiger Standortverhältnisse) parallel, ein anderer dagegen mit den anthropogenen Abwandlungen innerhalb derselben!

	Potentielle natürliche Vegetation	Zustandsform	Mykoflorenbesatz 1963 insgesamt	Aktinomyzeten 1963	Aspergillus 1963	Penicillium 1963	dominierende Pilzgattungen 1965
E 1	Galio-Carpinetum luzuletosum	naturnah	95	93	132	9	8
E 2	Galio-Carpinetum luzuletosum	Buchenforst	147	5	377	40	9
E 3	Galio-Carpinetum primuletosum	naturnah mit Lärche	244	312	140	97	22
E 4	Galio-Carpinetum primuletosum	naturnah	261	302	168	52	20
E 5	Galio-Carpinetum primuletosum	Fichtenforst*	319	77	669	104	23
E 6	Galio-Carpinetum	Acker (Caucalion)					23

(vgl. Tab. 6 und Erläuterungen)

* Die aktuelle Bodenvegetation tendiert als Zustandsform deutlich zum Galio-Carpinetum luzuletosum, vgl. Tab. 4.

Die potentiell mit Galio-Carpinetum luzuletosum bestockten Flächen E_1 und E_2 haben gegenüber den potentiellen Galio-Carpinetum primuletosum-Flächen eine signifikant niedrigere mikrobielle Besetzung. Dieser Unterschied ist also sowohl den Flächen mit naturnaher Vegetation als auch den forstwirtschaftlich stark abgewandelten Flächen des gleichen Standorts (die zur potentiell gleichen Vegetationseinheit gehören) eigen. E_3 vermittelt zwischen beiden natürlichen Vegetationseinheiten, tendiert aber (wie in der Makrovegetation) mehr zu E_4 und E_5 . Das entspricht auch der pedologischen Abfolge, denn obwohl im Oberboden und in der bodentypologischen Einstufung zwischen den 5 Untersuchungsflächen kein so großer Unterschied besteht, so sind doch die Ausbildung und Mächtigkeit einer Lößlehmauflage für die Makrovegetation wie für die Mykoflora von entscheidender Bedeutung: E_1 und E_2 sind durch eine stärkere Lößlehmauflage ausgezeichnet („Webicht-Form“); bei E_3 steht der Muschelkalk bereits sehr hoch an; auch bei E_4 und besonders E_5 ist die Mächtigkeit der Staublehmdecke deutlich geringer als bei E_1 und E_2 !

Die Aktinomyzetenbesetzung reagiert dagegen ganz offensichtlich stärker auf die Bewirtschaftung, d. h. auf den durch sie bedingten Humuszustand. Innerhalb der Untersuchungsflächen unter Waldbestockung läßt sich sehr deutlich

erkennen, daß der Aktinomyzetenbesatz a) beim Vergleich der naturnah bestockten Flächen beider Vegetationseinheiten der oben bereits erläuterten allgemeinen Tendenz folgt, b) im Vergleich der naturnah bestockten mit den anthropogen stark abgewandelten Flächen die letzteren stets wesentlich niedrigere Besatzzahlen aufweisen, ohne Rücksicht darauf, zu welcher potentiellen natürlichen Vegetationseinheit sie gehören! E_5 ist hier — ebenso wie in der Makrovegetation, vgl. Tab. 4 — eindeutig mit E_1 und E_2 zusammenzufassen, obwohl der Standort potentiell zweifellos zu E_3 und E_4 engere Beziehungen hat (vgl. Gesamtpilzbesatz).

Die sehr hohe Aktinomyzetenzahl von E_6 (Ackerfläche, Caucalio) entspricht wiederum den ökologischen Beziehungen zwischen Galio-Carpinetum primuletosum und den hier auf Acker ausgebildeten Caucalio-Gesellschaften. Die viel intensivere Bodenbearbeitung und Düngung schaffen jedoch bei E_6 Verhältnisse, die kaum mit einzelnen Waldgesellschaften vergleichbar sind, sondern zunächst einen Vergleich „Wald/Feld“ unter sonst weitgehend gleichen Bedingungen verlangen. Leider liegen von 1963 keine analogen Ergebnisse für E_6 vor.

Tieghemella und *Phomopsis* sind auf die mit Lärche künstlich komplettierte Fläche E_3 beschränkt. Es bleibt zu prüfen, ob hier vielleicht engere (direkte oder indirekte) Bindungen an die Baumart in Betracht kommen.

Der *Aspergillus*-Besatz erscheint geradezu als Gradmesser für den gehemmten Streuabbau und damit für die Wirkung bestimmter wirtschaftsbedingter Abwandlungen: Den stärksten Besatz zeigt E_5 , die Fläche mit Fichten-Monokultur auf potentiell Galio-Carpinetum primuletosum-Standort, den zweitstärksten E_2 mit Buchen-Reinbestockung auf potentiell Galio-Carpinetum luzuletosum — Standort. Weitere Aussagen quantitativer Art werden erst bei Bereitstellung eines breiteren, biometrisch verarbeitbaren Grundlagematerials möglich.

Der *Penicillium*-Besatz folgt in bezug auf die potentielle natürliche Vegetation wieder der allgemeinen Tendenz (deutliche Zäsur zwischen Galio-Carpinetum luzuletosum und primuletosum) und zeigt darüber hinaus, wenn auch nicht so deutlich wie *Aspergillus*, die Wirkung der Bewirtschaftung.

Bei den übrigen Moniliales kommt vor allem erneut die Koinzidenz mit der Differenzierung der Makrovegetation zum Ausdruck. Diese Tendenz ist auch in den Zahlenergebnissen einer Terminuntersuchung von 1966 gut erkennbar.

Zusammenfassend ist zu sagen, daß die Unterschiede in der Bodenmykoflora deutlich mit der Gliederung der Makrovegetation parallel gehen. Bezogen auf die hier untersuchten Flächen reagieren dabei einige Gruppen mehr auf die Unterschiede in der potentiellen natürlichen Vegetation (als Ausdruck ähnlicher Standortverhältnisse), andere mehr auf die Zustandsform, insbesondere die Humusverhältnisse, und damit auf die aktuelle Vegetation einschließlich ihrer anthropogenen Komponente. Die tieferen Bodenhorizonte und -schichten wirken über die Makrovegetation und die Humusverhältnisse auch auf den Aktinomyzetenbesatz und die gesamte Mykoflora.

Insgesamt erweist sich die Makrovegetation als recht günstige Basis für die Erschließung der gesamten Biogeocoenose.

5.2. Bodenmikrobiologische Aktivitäten in den Böden der Untersuchungsflächen (W. RAWALD)

Angesichts der methodischen Schwierigkeiten und Unzulänglichkeiten, die die zuverlässige Erfassung selbst eines bestimmten Teils der Bodenmikroflora sehr erschweren, oftmals unmöglich machen, erscheinen Indices von besonderem Wert, die sich auf die Stoffwechselleistungen der Bodenmikroorganismen als Ausdruck ihrer Leistungsfähigkeit — unabhängig vom Mengenvorkommen — stützen. Diese Stoffwechselleistungen, diese bodenbiologischen Aktivitäten geben Auskunft über die Intensität ablaufender biochemischer Prozesse, aber auch über die dem Boden innewohnenden Leistungspotenzen, die einerseits durch die höhere Vegetation maßgeblich beeinflusst, oftmals induziert sind, die andererseits aber wieder entscheidenden Einfluß auf die Leistungsfähigkeit des Bodens, auf seinen Fruchtbarkeitszustand, d. h. auch auf die in ihm wurzelnde höhere Pflanze nehmen.

Bodenmikroorganismen stehen — symbiontisch und asymbiontisch — in unmittelbarer Wechselbeziehung zur höheren Pflanze; sie besorgen den Abbau organischer Detriten, sind maßgeblich am Aufbau neuartiger organischer Verbindungen, der Huminstoffe, im Boden beteiligt, deren Abbau sie wiederum auch durchführen; sie produzieren Wirkstoffe unterschiedlicher Art, die das gesamte Bodenleben einschließlich das der Wurzeln entscheidend beeinflussen; Bodenmikroorganismen binden den Luftstickstoff, beeinflussen den Stoffwechsel der Mineralien, desaktivieren Toxine und sind alles in allem maßgeblich in die natürlichen Kreisläufe der Elemente eingeschaltet.

Es unterliegt also keinem Zweifel, daß die bodenbiologische Aktivität von der Gesamtheit der im Boden ablaufenden biologischen Vorgänge geprägt wird, wobei freilich die einzelnen Stoffwechselvorgänge in quantitativer oder qualitativer Hinsicht sehr unterschiedlichen Wertes sein können. Die bodenbiologische Aktivität trägt somit echten Komplexcharakter und sollte umfassend auch nur durch die Bestimmung sämtlicher Teilvorgänge exakt ermittelt werden können. Dies ist natürlich nicht zu verwirklichen; es sollte aber möglich sein, unter den zahlreichen in Frage kommenden Stoffwechselleistungen einige zu einem Methodenspektrum zusammenzustellen, dessen integrierendes Gesamtergebnis man als Index für die Intensität der bodenbiologischen Aktivitäten und damit als Ausdruck für die biologisch-biochemischen Zustandsstufen der Böden werten könnte.

5.2.1. Bodenatmungsintensität

Ohne Zweifel ist die Bodenatmungsintensität jene physiologische Leistung der Mikroorganismen, die es gestattet, eine Einschätzung der bodenbiologischen Aktivität in einer gegebenen Situation, wenn auch nicht absolut und ohne Vorbehalt, so doch aber am ehesten zuzulassen. Diese Auffassung wird von zahlreichen Autoren vertreten: (SEEGERER 1953; KOEPF 1954; SCHEFFER und SCHACHTSCHABEL 1956; SCHEFFER und ULRICH 1960; DOMSCH 1963; MÜLLER 1965). Bilaterale Beziehungen zwischen Gesamtkeimzahlen und Boden-

atmungsintensitäten sind erwartungsgemäß nicht zu verzeichnen, da die Atmungsrate keinesfalls Ausweis für die Anzahl der im Boden vorhandenen Mikroorganismen, sondern vielmehr für die in der gegebenen Situation vorhandene biochemische Stoffwechsellätigkeit der Mikroflora im Boden ist.

Unter den zahlreichen methodischen Möglichkeiten zur Bestimmung der Atmungsrate durch Erfassung des CO_2 -Aufkommens wandten wir eine CO_2 -Bestimmungsmethode an, die in den letzten Jahren zunehmend Eingang in die bodenbiochemische Forschung gefunden hat. Dieses Verfahren beruht auf der Bestimmung der durch unterschiedliche Anteile eines bestimmten Gases in einem Gasgemisch hervorgerufenen Spektrenverschiebungen, die in Proportion zur Konzentration der zu messenden Gaskomponente stehen. Wir führten diese Bestimmungen mit dem Zeiss-Interferometer aus, das eine zuverlässige, wenig aufwendige und einfache Handhabung gewährleistet.

Wir bestimmen zunächst einmal die „Aktuelle Atmung“, die Ausdruck für den Umfang der ablaufenden Mineralisation unter mikrobiellem Einfluß ist. Weiterhin bestimmen wir die „Potentielle Atmungsfähigkeit“, indem wir identischen Proben optimale Nährstoffmengen (vor allem an Glucose und Pepton) zusetzen; hierdurch werden die in der Probe vorhandenen Mikroorganismen in die Lage versetzt, optimale physiologische Leistungen zu vollbringen, die insgesamt Ausdruck der potentiellen Mineralisationsfähigkeit der entsprechenden Bodenmikroflora sind. Durch Division „Potentielle Atmungsfähigkeit“ : „Aktuelle Atmung“ wird die Intensität der „Relativen Atmungsfähigkeit“ ermittelt, die zu der am Standort vorliegenden aktuellen und potentiellen bodenbiologischen Aktivität, insbesondere aber zu dem Zustand, der Qualität der organischen Bodensubstanz in Beziehung steht (je 5 Parallelbestimmungen an 3 Entnahmestellen je Unters.-Fl. NOVAK 1962, 1963).

Die im Naturschutzgebiet „Prinzenschneise“ gelegenen Untersuchungsfächen E_1 – E_5 sind hinsichtlich der Atmungsraten vergleichbar und liegen im Gegensatz zu anderen im Vergleich untersuchten Böden – insbesondere Sandböden, von denen sie um etwa das 6fache übertroffen werden – auf verhältnismäßig tiefem Intensitätsniveau (s. Abb. 11). Der Vergleich zu dem Ackerstandort E_6 bestä-

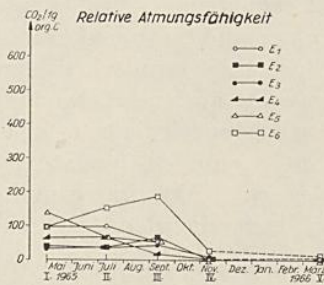


Abb. 11: Relative Atmungsfähigkeit von 6 Unters.-Fl. (5 Termine) während eines Jahres. Angaben in CO_2 , bezogen auf 1 g org. Kohlenstoff (W. RAWALD)

tigt die auch an anderen vergleichsweise untersuchten Ackerflächen gemachte Erfahrung, daß die landwirtschaftliche Nutzung den Böden höhere bodenbiologische Aktivitäten, auf jeden Fall aber höhere Atmungsintensitäten vermittelt. Hinzu kommt, daß die Waldflächen eine wesentlich ausgeglichene Dynamik, d. h. Jahreskurven mit geringeren Amplitudenunterschieden aufweisen, als dies bei der Ackerfläche E_6 oder der Mehrzahl der anderen Ackerflächen der Fall ist. Bei allen untersuchten Flächen jedoch lagen die Jahresmaxima erwartungsgemäß im Zeitraum zwischen Juli und September.

Die während eines Jahres auftretenden Unterschiede in der Bodenatmungsintensität sind ohne Zweifel komplex verursacht. Nicht nur Unterschiede im Humuszustand kommen zum Ausdruck; zu wesentlichen Teilen sind diese Veränderungen auf den Einfluß ökologischer Faktoren, insbesondere aber auch auf die Entwicklung und die Stoffwechselfähigkeit der Bodenmikroflora zurückzuführen. Somit liegt es auf der Hand, daß jede ökologische Komponente, die die physiologische Leistung der Bodenmikroorganismen in irgendeiner Form beeinflußt, ihren Niederschlag auch in der Bodenatmungsintensität finden muß. Insbesondere ist dies bei der Bodentemperatur der Fall, deren Jahresdynamik mit der der Relativen Atmungsfähigkeit weitgehend konform geht.

Diese ökologischen Beeinflussungen lassen sich aber eliminieren, indem möglichst zahlreiche, während des ganzen Jahres ermittelte Werte zur mittleren relativen Atmungsfähigkeit verrechnet werden. Dabei geht allerdings die dynamische Betrachtungsweise verloren.

Im Jahresmittel der Bodenatmungsintensität liegen die untersuchten Flächen im Naturschutzgebiet „Prinzenschneise“ auf verh. niederem Niveau. Wohl wurden an der Unters.-Fläche E_1 und — bedingt — an der Fläche E_5 höhere Werte als bei E_2 , E_3 und E_4 gemessen. Aber nur die Ackerfläche E_6 hebt sich durch ein wesentlich höheres Jahresmittel ab — ein Umstand, der auf die landwirtschaftliche Nutzung zurückgeführt werden muß; denn andere, parallel untersuchte Ackerflächen weisen vielfach noch wesentlich höheres Intensitätsniveau auf (Abb. 14).

5.2.2. Bodenenzymatische Aktivitäten

Die Intensität der mikrobiologischen Lebenstätigkeit im Boden kommt nicht zuletzt auch in den enzymatischen Aktivitäten zum Ausdruck. Enzyme sind Mittelpunkt des biologischen Stoffwechselfgeschehens im Boden; denn einerseits katalysieren sie die im Boden vornehmlich an der organischen Substanz ablaufenden Stoffwechselfvorgänge, zum anderen sind sie ein Produkt gerade dieses Stoffwechsels, ein Produkt von Bodenorganismen. Somit sind sie Ausdruck der stoffwechselphysiologischen Aktivität der im Boden vorhandenen Bodenorganismen, vor allem der Bodenmikroorganismen, und stellen zweifels-ohne einen die Bodenfruchtbarkeit nachhaltig beeinflussenden Faktor dar.

Dieser fruchtbarkeitsbestimmende Faktor kann aber nicht von einem einzelnen Enzym oder von wenigen Enzymen repräsentiert werden. Die Wirkung eines einzelnen Enzyms ist wohl ein Index für einen bestimmten, begrenzten Teil der gesamten Enzymaktivität eines Bodens; diese aber ist nicht nur die Summe der Aktivitäten einzelner, vieler oder sämtlicher anwesender Enzyme, sondern stellt einen komplizierten Gesamt-Index dar, in den alle das System beeinflussende Prozesse integrieren.

Die meisten der im Boden vorkommenden Enzyme sind „adaptive Enzyme“, die im Gegensatz zu „konstitutiven Enzymen“ nur dann gebildet werden, wenn entsprechende substantielle Notwendigkeiten vorliegen, d. h. wenn der für die Tätigkeit eines bestimmten Enzyms notwendige Ausgangsstoff, der umgesetzt

werden soll, im Boden vorliegt. Aus der Existenz solcher adaptiver Enzyme kann erstens auf die Anwesenheit einer entsprechend leistungsfähigen Mikroflora, zweitens auf das potentielle biochemische Leistungsvermögen des Bodens und drittens auf das Vorkommen von Stoffen bestimmter chemischer Verbindungsart geschlossen werden. Man kann also aus dem Nachweis der Existenz solcher Enzyme Hinweise für die Richtung im Boden ablaufender biochemischer Prozesse sowie über den Stoffzustand des Bodens bekommen (KOZLOV 1964; GALSTJAN 1958).

Für die biochemischen Reaktionen im Rahmen des Abbaus organischer Detriten im Boden sind die Hydrolasen von besonderer Bedeutung, da sie die Spaltung von C-O-Bindungen und C-C-Bindungen ohne erheblichen Energieaufwand betreiben und somit verantwortlich dafür sind, daß die in den Boden gelangenden pflanzlichen und tierischen Reste in einfachere chemische Form überführt werden. Die Hydrolasen sind nach dem Substrat benannt, das sie aufzuspalten vermögen: Gelatinase, Asparaginase, Zellulase, Pektinase usw. Von größtem bodenkundlichem Interesse sind aber auch Oxydoreduktasen (Reduktasen), die oxydierende bzw. reduzierende Reaktionsabläufe verursachen und damit eine Fülle von Reaktionen katalysieren, die entweder den energieliefernden Abbau organischer Stoffe oder aber (unter anderen Redoxverhältnissen) die Synthese neuartiger organischer, häufig hochmolekularer Verbindungen bewirken. Diesen Enzymklassen sind weitere, für unsere Fragestellung weniger interessante Klassen zur Seite zu stellen; sie alle werden größtenteils von der lebenden Mikrobienzelle in den Boden ausgeschieden und kommen somit als Ektoenzyme zur Wirkung.

Wichtig ist es, zu wissen, daß Enzyme sorptiven Bindungen im Boden unterliegen, die — als Funktion der Oberflächengröße der Bodenteilchen — um so größer ist, je kleiner die Körnung ist. Auf Grund dessen sind Enzyme im Boden praktisch nicht beweglich, können auch nicht ausgewaschen werden und sind infolgedessen mit zunehmender Bodentiefe in immer geringerem Umfang nachweisbar (KOEPEL 1954 I, II; MASCHTAKOW, KULAKOWSKAJA, GOLDINA 1954; Forschungserg. a. Ern., Landw. u. Forsten 1965).

Enzyme wirken in sehr großer Verdünnung (Katalase z. B. mit 1:25 Mio.), so daß sie nicht unmittelbar, sondern nur anhand ihrer biokatalytischen Wirkungen nachgewiesen werden können. Der Enzymgehalt der Böden wird im wesentlichen von folgenden Faktoren bestimmt: 1. von der Bodenart, 2. vom Gehalt an organischer Substanz, 3. vom pH-Wert, 4. von der Vegetation, 5. von der Bodenbearbeitung, 6. von der Nährstoffversorgung (Düngung) (HOFMANN u. HOFFMANN 1955).

Höhere Pflanzen geben Enzyme vermutlich nur über die Lysis der Wurzelzellen an den Boden ab. Die bodenenzymatische Aktivität ist somit ein echter Ausweis für die physiologische Funktion der Bodenmikroorganismen, die aber wieder nach Organismenzahl und Artenspektrum von der höheren Vegetation maßgeblich beeinflußt werden.

Die enzymatische Aktivität des Bodens ist somit ein kompliziert zusammengesetzter Komplex, in den zahlreiche Einzelwirkungen integrieren, und der nicht komplett zu erfassen ist.

Dies tut jedoch dem Aussagewert der Bestimmung der Aktivität einzelner Enzyme keinen Abbruch, mit deren Hilfe man Einblick in das Stoffwechselfgeschehen des Bodens gewinnen kann — so lange man diese Einzelaktivitäten nicht mit „der bodenenzymatischen Aktivität“ gleichsetzt oder sie gar als umfassendes Kriterium für die „bodenbiologische Aktivität“ aufgefaßt haben will (DROBNIK 1955; DROBNIK und SEIFERT 1955; MÜLLER 1965; KISS 1957).

5.2.2.1. Dehydrogenasen

Die Bestimmung der Dehydrogenase-Aktivität von Böden ist geeignet, zur Kennzeichnung der biologischen Aktivität herangezogen zu werden. Hierbei wird die Wirkung von Enzymen bestimmt, die in der Lage sind, den bei der Atmung abgespaltenen Wasserstoff anzulagern und auf andere Verbindungen zu übertragen. Somit lassen diese Aktivitäten eine gewisse Generalisierung bei der Deutung zu, da sie an den biochemischen Reaktionsabläufen der Atmung — einem der grundlegendsten und alle lebenden Zellen betreffenden Stoffwechselfvorgang — entscheidend beteiligt sind. Die Wirkung anderer Enzyme ist spezifischer, ihre Bedeutung für die Kennzeichnung der biologischen Aktivität somit begrenzter.

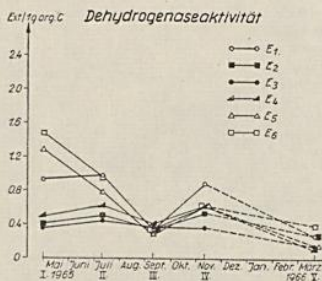


Abb. 12: Dehydrogenaseaktivität von 6 Unters.-Fl. (5 Termine) während eines Jahres. Angaben in Extinktion, bezogen auf 1 g org. Kohlenstoff (W. RAWALD)

Wir verwendeten im Brutversuch Triphenyltetrazoliumchlorid (TTC), das Wasserstoff unter Bildung gefärbten Formazans aufnimmt. Die Intensität der Färbung, d. h. der Extinktionsfaktor des Eluats, wird als Maß für die Aktivität dieser Enzymgruppe genommen (LENHARD 1956, 1962; FLAIG 1956; HIRTE 1963; CASIDA, KLEIN und SANTORA 1964; KOZLOV und MICHAILOVA 1965; MÜLLER 1965) (5 Parallelbestimmungen an Mischproben von 3 Entnahmestellen je Unters.-Fl.).

Die Ergebnisse lassen erkennen, daß — über größere Zeiträume, über Monate hinweg gemessen — offensichtlich kein gleichbleibender Enzymspiegel im Boden vorliegt, wie ihn HOFMANN und HOFFMANN (1955) annehmen (s. Abb. 12). Offensichtlich unterliegt die Aktivität der Dehydrogenasen im Boden jahresperiodischen Veränderungen, die insbesondere in Beziehung zur Lebensaktivität der Bodenmikroorganismen als Produzenten der extrazellulären Enzyme, aber auch zur Jahresdynamik der Bodentemperatur stehen dürften, die mit der

Dehydrogenase-Dynamik vielfach konform geht. Diese Ergebnisse bestätigen somit die Auffassung von KONONOWA (1958), wonach Enzyme im Boden rasch inaktiviert, d. h. in den Stoffwechsel des Bodens einbezogen werden.

Gute Korrelationen ergeben sich zwischen den Jahresmittelwerten der Dehydrogenase-Aktivitäten und den Jahresmittelwerten der Intensität der Relativen Atmungsfähigkeit, wie sie an den Untersuchungsflächen ermittelt wurden (Abb. 14). Wenn auch quantitativ nicht in jedem Fall gleichermaßen deutlich, zeichnet sich die gleiche Gruppierung wie dort ab: E_1 und E_5 liegen auf hohem, E_2 , E_3 und E_4 auf wesentlich tieferem Niveau. Die Überlegenheit der Ackerfläche E_6 — wie auch der anderen im Vergleich geprüften Ackerflächen — findet sich bestätigt, ist aber weitaus geringer ausgeprägt als bei der Atmung (Sandböden verfügen über 3- bis 5fache Dehydrogenase-Aktivität).

5.2.2.2. Polyphenoloxydase

Die Polyphenoloxydase gehört zur Enzymklasse der Oxydoreduktasen (Redoxasen). Diese können, wie erwähnt, oxydierend wie reduzierend im Boden in Erscheinung treten und dürften für die Synthese und den Abbau hochmolekularer organischer Aggregate, der Huminstoffe, im Boden und somit für die Bodenfruchtbarkeit von gewichtiger Bedeutung sein.

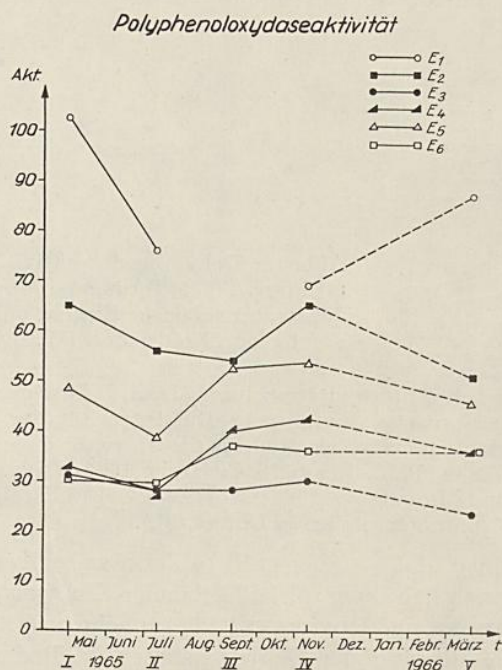


Abb. 13: Polyphenoloxydase-Aktivitäten von 6 Unters.-Fl. (5 Termine) während eines Jahres. Angaben in Aktivitäten, bezogen auf 1 g org. Kohlenstoff (W. RAWALD)

Wir bestimmten die Polyphenoloxidasen durch Titration des Filtrats mit Jodlösung, nachdem im Ansatz Ascorbinsäure, Brenzkatechin und Stärkelösung zugefügt wurden (Kozlov 1964).

Die Ergebnisse belegen, daß auch der Polyphenoloxydase-Gehalt der Böden jahresdynamischen Unterschieden unterworfen ist (Abb. 13). Im Trend der Kurvenverläufe sind die untersuchten Flächen E_1 – E_6 vergleichbar; jedoch ergeben sich Unterschiede im Niveau der Kurvenlage.

Interessante Erkenntnisse ergeben sich aus den Jahresmittelwerten der Atmungsintensität, der Dehydrogenaseaktivität und der Polyphenoloxydaseaktivität in den Böden der bodenmikrobiologischen Untersuchungsflächen: E_1 weist unter den Waldflächen in jedem Fall die größten Werte auf; zwischen Atmungsintensität und Dehydrogenaseaktivität ergeben sich auch hinsichtlich der anderen Flächen Übereinstimmungen. Im Falle der Dehydrogenaseaktivität jedoch

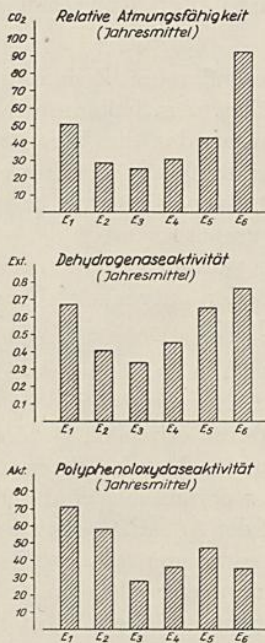


Abb. 14: Jahresmittelwerte der Relat. Atmungs-fähigkeit, der Dehydrogenase-Aktivität und der Polyphenoloxydase-Aktivität an den Unters.-Flächen E_1 bis E_6 (1965/66), bezogen auf 1 g org. C (W. RAWALD)

liegen die Proportionen zwischen den Flächen anders. Dort ergeben sich überaus interessante und reizvolle Parallelen zu den Gesamtkeimzahlen, dem Besatz an physiologischen und systematischen Gruppen sowie der qualitativen und quantitativen Zusammensetzung der Mykoflora der Böden der Untersuchungsflächen; denn die bodenmikrobiologisch „schwachen“ Flächen E_1 und E_2 weisen deutlich höhere Polyphenoloxydaseaktivitäten auf als die bodenmikrobiologisch stark besetzten Flächen E_3 – E_6 (Abb. 14).

Bezogen auf die Makro-Vegetation können bei der Bodenatmung und den bodenenzymatischen Aktivitäten zwei Koinzidenzgruppen unterschieden wer-

den: bei der Relativen Atmungsfähigkeit und der dieser parallel gehenden Dehydrogenaseaktivität läßt sich das höhere Niveau bei E_1 , E_5 und E_6 gegenüber E_2 , E_3 und E_4 mit der Differenzierung der Vegetationseinheiten nicht ohne weiteres in Beziehung bringen. Dagegen ist die erhöhte Polyphenoloxydaseaktivität eindeutig auf die Flächen des Galio-Carpinetum luzuletosum beschränkt. Die Caucalion-Fläche E_6 und die Galio-Carpinetum primuletosum-Flächen E_3 und E_4 verhalten sich ähnlich. Es ist jedoch kaum möglich, daraus schon weitere Schlußfolgerungen abzuleiten.

5.2.3. Substratabbau-Intensitäten

Die biochemische Leistungsfähigkeit einer Bodenmikroflora kommt nicht zuletzt in ihrem Vermögen zum Ausdruck, organische Substanzen, die in den Boden gelangen, umzusetzen; somit ist in der Potenz eines Bodens, organische oder schwer lösliche Substanz abzubauen, eines der Kriterien zu sehen, die insgesamt die bodenbiologische Aktivität indizieren.

Im Rahmen dessen wurden Abbauprobversuche insbesondere mit Zellulose, in geringem Umfang auch mit Eiweißstoffen durchgeführt. Am bekanntesten ist das Reißtestverfahren nach RICHARD (1945) geworden, das die Vergrabung von Zelluloseschnüren im Boden und die Messung der Reißfestigkeit dieser Schnüre nach Ablauf einer bestimmten Zeit vorsieht. EHWALD, KUNDLER und HÜBNER (1956) wiesen nach, daß diese Methode nur begrenzt einsetzbar ist, da die erhaltenen Werte stark streuen. In der Folge wurden einige Verfahren zur Erfassung des Zellulose-Abbauvermögens der Böden entwickelt (UNGER 1960, 1962; POKORNA-KOZOWA 1965; v. TÖRNE 1965, 1966).

Ausdruck der biologischen Aktivität der Böden kann das Zellulose-Abbauvermögen aber nur in Verbindung mit anderen Leistungsgrößen sein, und die Aussagekraft des Substratabbau-Tests kann dadurch erheblich gesteigert werden, daß nicht allein Zellulose zum Einsatz kommt. Durch Anwendung eines breiten, sinnvoll zusammengestellten Spektrums organischer und schwer löslicher anorganischer Stoffe können Hinweise auf die Abbaufähigkeit der Böden und somit auf deren bodenbiologische Aktivität gewonnen werden. In Verbindung mit biochemischen Bodenaktivitätsbestimmungen und mikrobiologischen Bodenuntersuchungen kann die Erfassung der potentiellen Substanzabbau-Fähigkeiten der Böden wesentliches zur Kennzeichnung der bodenbiologischen Aktivität beitragen. Der „Zellulose-Test“ nach UNGER (1960, 1962) wurde

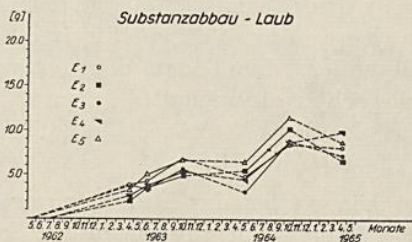


Abb. 15: Substanzabbau von Laub (1962/65) im Boden von 5 Unters.-Fl. (W. RAWALD)

dahingehend modifiziert, daß Beutel aus Perlondrahtgewebe verwendet und mit folgenden Materialien gefüllt wurden: Zellulosewatte (12 g), gehäckseltem Haferstroh (15 g), entfetteten Schweineborsten (20 g), entfettetem Haar (20 g), schwer löslichem Phosphat (Kola-Phosphat, 250 g), Buchenlaub (15 g). Das Füllmaterial war zum Zeitpunkt der Einwaage bis zur Gewichtskonstanz getrocknet; die Beutel wurden mit Perlon-Faden vernäht und mit nicht korro-

Tabelle 8

Abbauquoten einiger organischer und schwerlöslicher Substanzen
Angaben in g (Einwaagen s. Text) (W. RAWALD)

Substanz	Wochen	Unters.-Fläche				
		E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅
Watte	42	8,22	0,05	4,76	5,64	1,08
	53	10,38	0,14	8,90	8,49	7,43
	66	10,20	1,76	10,73	9,07	7,38
	96	10,92	6,28	10,57	10,39	10,07
	115	11,23	9,80	10,47	10,70	8,67
	141	11,37	6,98	11,40	3,19	8,46
Borsten	34	10,26	6,28	8,71	7,02	8,82
	45	7,57	6,81	8,75	8,78	8,04
	58	10,93	10,44	9,32	10,29	6,69
	88	12,81	10,10	12,56	11,34	11,44
	107	12,70	11,50	15,26	10,25	12,74
	133	14,97	7,98	11,94	11,04	15,74
Haare	42	4,81	2,41	2,74	2,26	3,37
	53	5,69	3,49	5,38	3,64	2,52
	66	6,59	7,78	8,23	9,33	8,05
	96	11,47	1,58	9,51	4,10	9,19
	115	10,47	10,68	11,35	10,81	10,96
	141	8,93	12,44	12,52	10,54	9,36
Stroh	34	5,65	4,33	7,08	4,86	8,41
	45	7,99	4,93	9,96	4,98	5,50
	58	9,16	6,00	8,07	8,87	7,36
	88	6,83	7,59	10,24	7,51	9,08
	107	10,92	7,67	9,97	11,88	12,42
	133	9,94	10,43	8,77	8,96	10,02
Phosphor	40	2,52	2,29	2,99	1,47	3,55
	51	3,14	2,95	3,19	1,33	3,33
	64	15,30	13,51	19,83	28,52	9,54
	94	11,07	7,58	14,12	10,25	11,14
	113	9,13	8,97	11,52	11,10	9,36
	139	3,33	4,32	4,23	6,09	6,17
Laub	40	3,91	2,01	3,89	2,64	3,39
	51	4,35	3,95	3,47	3,85	5,08
	64	6,89	4,98	5,69	5,40	6,77
	94	5,89	5,57	3,10	4,59	6,48
	113	8,53	10,22	8,89	8,75	11,51
	139	8,15	6,65	7,30	9,96	8,73

Tabelle 8 (Fortsetzung)

Substanz	Wochen	Unters.- Fläche E ₆
Watte	4	0,00
	12	3,18
	20	4,12
Borsten	4	4,01
	12	9,33
	20	10,71
Haare	4	3,39
	12	1,04
	20	5,10
Stroh	4	0,00
	12	2,73
	20	4,22
Phosphor	4	6,96
	12	3,71
	20	5,78

dierenden numerierten Marken gekennzeichnet. Die Eingrabung erfolgte in 15 cm Tiefe.

Die Entnahme der Beutel erfolgte zu verschiedenen Terminen; sie wurden von eingedrungenen Wurzeln befreit und bis zur Gewichtskonstanz getrocknet. Die Bestimmung erfolgte bei den einzelnen Substraten unterschiedlich; im Falle des Phosphats wurde die reine Gewichts-differenz ermittelt, im Falle der organischen Materialien führte die Bestimmung über die Veraschung.

Der jahresdynamische Verlauf des Abbaus der angewendeten Substrate an den verschiedenen Untersuchungsflächen verlief weitgehend im gleichen Trend und wenig unterschiedlich (s. Abb. 15, Tab. 8). Nach spontanem Abbau während des 1. Monats nach dem Eingraben wurden die Abbauquoten kleiner; schließlich verlaufen die Jahreskurven weitgehend linear und setzen sich — unterbrochen durch die Ruheperiode im Winter — im 2. Jahr wiederum linear mit etwa gleichem Anstiegswinkel wie im Vorjahr fort. Der Abbau von Stroh und Zellulosewatte differiert, da die Watte an nahezu allen Untersuchungsflächen schon im ersten Jahr mit ca. 80—85% etwa die volle Abbaurate erreicht, Stroh aber in der beschriebenen, über Jahre hinweg verlaufenden Weise abgebaut wird. In jedem Fall sind noch dunkel gefärbte Restsubstanzen vorhanden, von denen angenommen werden darf, daß sie synthetisierte Huminstoffe biogenen Ursprungs sind.

Wie aus der angefügten Tab. 8 zu entnehmen ist, unterliegen die Werte starken Streuungen. Dies ist auf die zu kleine Anzahl von Parallel-Beuteln (3) zurückzuführen, mit der es nicht möglich war, die in den Böden der Untersuchungsfläche ohne Zweifel vorhandenen biocoenotischen Unterschiede statistisch auszugleichen.

Ungeachtet dessen lassen die mit der beschriebenen Methodik erarbeiteten Ergebnisse den Rückschluß zu, daß die untersuchten Untersuchungsflächen E_1 – E_6 sich hinsichtlich ihres Abbauvermögens schwer löslicher und organischer Substanzen weitgehend gleichen; lediglich im Falle des Abbaus von Watte – reiner Zellulose also – war eine bemerkbar höhere Abbaupotenz bei den Untersuchungsflächen E_1 und E_6 festzustellen.

Auf die Differenzierung der Makro-Vegetation bezogen ergeben sich keine signifikanten Tendenzen oder Unterschiede.

Diskussion

Die Ergebnisse bodenmikrobiologischer Untersuchungen können der Vertiefung unserer Kenntnisse über Biogeocoenosen besonders dann dienen, wenn die Untersuchungsflächen in definierte Vegetationseinheiten gelegt werden.

Es ergeben sich auch im Falle nahe miteinander verwandter Einheiten (Galio-Carpinetum luzuletosum/primuletosum unter gleichen Klima- und relativ angenäherten Bestockungs- und Bodenverhältnissen) noch signifikante Unterschiede. In genügender Breite vorgenommen, erscheinen sie zum Teil geeignet, Eigenständigkeit, Verwandtschaftsgrad und Abgrenzung von Biogeocoenosen klarer herauszuarbeiten, als dies mit Hilfe der Makrovegetation allein möglich wäre. Dabei zeigen sich jedoch auch die Gefahren jeglichen einseitigen, auf nur wenige Methoden gestützten Herangehens, da die einzelnen Indikatoren oder biologischen Parameter im bodenmikrobiologischen Methodenbereich meist nur auf einen Teil des Biogeocoenosekomplexes feiner ansprechen. So zeigen die Gesamtkeimzahlen, die Keimzahlen der physiologischen und systematischen Gruppen der Bodenmikroorganismen sowie die Zusammensetzung der Boden-Mykoflora deutliche Parallelen zur Differenzierung der potentiellen natürlichen Vegetation, unabhängig davon, ob es sich gegenwärtig um eine naturnahe Vegetations- und Bestockungsform handelt oder nicht. Die Polyphenoloxydaseaktivität scheint dagegen mehr auf die Zustandsformen anzusprechen. Relative Atmungsfähigkeit und Dehydrogenaseaktivität lassen noch keine logischen Beziehungen zur Gliederung der Makrovegetation erkennen, d. h. die Ursachen des Verhaltens der mit den 6 Untersuchungsflächen erfaßten Biogeocoenoseteilen zu diesen Faktoren liegen auf einer in der vorliegenden Studie noch nicht geklärten Ebene des Biocoenosegefüges.

Gerade diese verschiedenartige Anzeigempfindlichkeit der Methoden kann aber mit Vorteil dazu verwendet werden, bei mehrseitigem Herangehen die Wirkung anthropogener Abwandlungen (Kulturarten, Waldbau) auf Standort und Biocoenosegefüge schärfer zu fassen.

Zusammenfassung

In typischen Beständen zweier für Mittelthüringen repräsentativer Waldgesellschaften – dem Galio-Carpinetum luzuletosum und dem Galio-Carpinetum primuletosum – wurden unter klimatisch gleichen Bedingungen 5 bodenmikrobiologische Untersuchungsflächen angelegt, wobei neben naturnahen For-

men der betreffenden Vegetationseinheiten jeweils eine anthropogen stark abgewandelte Form (Buchenforst, Fichtenforst) erfaßt worden ist. Ergänzend wurde ein Ackerstandort (Caucalion) hinzugezogen. An allen 6 Untersuchungsflächen wurden neben allgemeinen ökologischen Daten (Bodenaufbau, insbesondere Bodentextur; Dynamik der Bodenfeuchte und -temperatur; Humusgehalt, Humusqualität; Stickstoffhaushalt; Lufttemperaturen; Niederschläge) die bodenmikrobiologischen Verhältnisse über mehrere Untersuchungsjahre erfaßt: Gesamtkeimzahlen, Keimzahlen physiologischer und systematischer Gruppen von Bodenmikroorganismen, qualitative und quantitative Zusammensetzung der Mykofloren, bodenbiologische Aktivitäten (Atmungsintensität und enzymatische Aktivitäten) sowie der Abbau schwer löslicher und vor allem organischer Substanzen in den Böden. Im Ergebnis zeigen sich vielfach positive Beziehungen zur Differenzierung der Makrovegetation und zu verschiedenen Ebenen der Gesamt-Biogeocoenosen, deren schärfere Fassung und Interpretation durch derartige Untersuchungen ermöglicht wird.

Выводы

В типичных древостоях двух в Средней Тюрингии характерных растительных сообществ — *Galio-Carpinetum luzuletosum*, *Galio-Carpinetum primuletosum* — создались 5 почвенно-микробиологических участков под равными климатическими условиями. При этом выбирали рядом с почти природными формами указанных единиц растительного покрова и по одну форму, антропогенно сильно изменённую (буковый лес, еловый лес). Дополнительно исследовался опытный участок пахотной земли (Caucalion). Во всех 6 опытных участках исследовались общие экологические признаки (строение почвы, особенно текстура; динамика почвенной влажности и температуры; содержание гумуса, качество гумуса; азотный режим; температура воздуха; осадки) а также почвенно-микробиологические условия в течение нескольких лет: общее число проростков, число проростков физиологических и систематических групп микроорганизмов почвы, качественный и количественный состав микрофлоры, почвенно-биологические активности (интенсивность дыхания и энзиматические активности) а также разложение трудно растворимых и прежде всего органических веществ в почвах. В результате часто показываются положительные отношения к дифференциации макро-растительности и к различным областям биогеоценозов. Такие исследования дают возможность, яснее понимать и интерпретировать биогеоценозы.

Summary

In typical stands of two forest communities representative of Central Thuringia, namely *Galio-Carpinetum luzuletosum* and *Galio-Carpinetum primuletosum*, 5 soil-microbiological testing plots were laid out under similar climatic conditions. This test covered naturally growing types of the vegetative units concerned and one anthropogenously considerably varying type (beech forest, spruce forest) on each testing plot. In addition, the test covered a cultivated field site (Caucalion). On all 6 testing plots the authors recorded general ecological data (structure of the soil, above all, soil texture; dynamics of soil

moisture and soil temperature; humus content, humus quality; nitrogen balance and reservoir; air temperatures; rainfalls), as well as the microbiological conditions of the soil for a period of several years of examination. The studies of the microbiological conditions of the soil referred to the total numbers of germs, numbers of germs of physiological and systematic groups of microorganisms of the soil, the qualitative and quantitative composition of mycoflorae, biological activities of the soil (respiratory intensity and enzymatic activities), as well as the catabolism of slightly soluble and, above all, of organic substances in the soils. As a result, frequently positive correlations to the differentiation of macrovegetation, as well as to various levels of the overall biogeocoenoses become evident. The more precise recording, interpretation and evaluation of the latter is enabled by such examinations.

Literatur

- ALEXANDER, M.: Introduction to soil microbiology (New York/London, 1961)
- ALLISON, E. A.: 25 Years soil microbiology and view in future (Soil Science Proceedings, Band 25, 1961)
- APINIS, A. E.: Der Wert der Vegetationskarte für die grundlegenden bodenmikrobiologischen Untersuchungen. Bericht über das Internat. Symposium über Vegetationskartierung v. 23.—26. 3. 59 in Stolzenau/Weser (Herausgeg. v. R. TÜXEN). Weinheim 1963, S. 185—194.
- BOULLARD, B.; MOREAU, R.: Soil, microflore et végétation (Paris, 1962).
- BOULLARD, B.: Vie intense et cachée du sol, Paris, 1967
- CASIDA, L. E. Jr.; KLEIN, D. A.; SANTORA, TH.: Soil dehydrogenaseactivity. Soil Sci., 98 (371) (1964)
- DOMSCH, K.: Bodenatmung, Sammelbericht über Methoden und Ergebnisse. Zbl. Bakteriöl. II 116 (1963) S. 33—78
- DROBNIK, J.; SEIFERT, J.: Bezeichnungen der enzymatischen Inversion im Boden zu einigen mikrobiologischen Testen. Folia Biol. 1 (1955) S. 41—47
- DROBNIK, J.: Spaltung der Stärke durch den enzymatischen Komplex der Böden (russ.). Folia Biol. 1 (1955) S. 29—40
- EHWALD, E.: Zur Systematik der schweren Böden. Wiss. Z. Univ. Jena 14 (1965), 3, S. 9—36
- EHWALD, E.; KUNDLER, P.; HÜBNER, E.: Erfahrungen mit der Reißtestmethode von F. RICHARD zur Bestimmung der biologischen Bodenaktivität. VI. Congr. Inst. Sci. Soil Paris C (1956)
- FARB, P.: Living earth (New York, 1959)
- FEDOROW, M. W.: Biologische Bindung des atmosphärischen Stickstoffs (Übers.: B. FECHNER; wiss. Redakt.: H. G. SCHLEGEL, H. TAUBERT, R. TRÖGER, D. WAGENBRETH) (Berlin, 1960)
- FEHER, D.: Untersuchungen über die Mikrobiologie des Waldbodens. Berlin (1933)
- FLAIG, W.: Beziehungen zwischen Dehydrasewirkung von Modellsubstanzen von Huminsäurevorstufen und dem Wurzelwachstum. Landwirtschaft. Forsch., Sonderh. 4 (1956) S. 72—76
- Forschungsergebnisse aus Ern., Landw. und Forsten, 1965
- FREYTAG, H. E.: Ein Beitrag zur Kenntnis der Huminsäuresynthese. Albrecht-Thaer-Archiv 729 (1961)
- GALSTJAN, A. S.: Fermentative Aktivität einiger Bodentypen Armeniens. IV. Mitteilung. Über die Aktivität der Urease im Boden. Ber. Aka. Wiss. Armenische SSR, H. 1 (1958) S. 29—32
- GEIGER, R.: Das Klima der bodennahen Luftschicht. 4. Aufl. Braunschweig 1961.

- HEINEMANN, W.: Waldschutzgebiet „Prinzenschneise“. Manusk. Bad Berka 1965
- HILBIG, W.: Die Bedeutung der Ackerunkrautgesellschaften für die pflanzengeographische Gliederung Thüringens. Feddes Repertorium 73 (1966), 2. S. 108–140
- HIRTE, W.: Der Einfluß von Mikroorganismen auf die Phosphatmobilisierung in Niedermoorböden. Zbl. Bakteriologie II 116 (1963) S. 485–501
- HOFMANN, E.; HOFFMANN, G.: Über Herkunft, Bestimmung und Bedeutung der Enzyme im Boden. Z. Pflanzenern., Düng., Bodenkd. 70 (1955) S. 9
- V. HORNSTEIN, F.: Vom Sinn der Waldgeschichte. Ein Grundriß. Angew. Pflanzensoziologie (Wien), Festschrift Aichinger, Bd. II (1954)
- JAQUIN, F.; MANGENOT, F.: Populations microbiennes des bois. IV. Humification de repeaus dans la nature Plant a. Soil, 12 (1960) S. 276–284
- JENSEN, V.: Studies on the microflora of Danish beech forest soils. I. The dilution plate count technique for the enumeration of bacteria and fungi in soil. II. Numbers of microorganisms, as determined by plate counts. Zbl. f. Bakt. II, S. 116; I: S. 13–32; II: (1963) S. 348–371
- KISS, S.: Untersuchungen über die Produktion von Saccharase im Boden. Z. Pflanzenern., Düng. Bodenkd. 81 (1957) S. 117.
- Klima-Atlas für das Gebiet der Deutschen Demokratischen Republik. Berlin 1953 und Nachträge bis 1966.
- KOEPF, H.: Experimenteller Beitrag zur Bodenbeurteilung mittels biochemischer Methoden. II. Enzymreaktion und CO₂-Ausscheidung des Bodens bei einem statischen Düngungsversuch und den 3 Hauptkulturarten. Z. Pflanzenernähr., Düng., Bodenkd. 67 (1954) S. 271
- KOEPF, H.: Untersuchungen über die biologische Aktivität des Bodens (Teil I) Atmungskurven des Bodens und Fermentaktivität unter dem Einfluß von Düngung und Pflanzenwachstum. Z. Acker- und Pflanzenbau 98 (1954) S. 289–313
- KONONOWA, M. M.: Die Humusstoffe des Bodens. Berlin 1958
- KOZLOV, K. A., MICHAILOVA, E. N.: Dehydrogenase Activity of some East Siberian Soils (russ.). Pochwowedenie Moskau (1965)
- KOZLOV, K. A.: Über die Rolle der Bodenfauna bei der Anreicherung von Fermenten im Boden. Pedobiologia, Jena, 5, 1/2 (1965) S. 140–145
- KOZLOV, K. A.: Enzymatic Activity of the Rhizosphere and Soils in the East Sibiria area. Folia Microbiol. 9 (1964) S. 145–149
- KOSLOVA, J. I.: Isutschenije rodowo i widowo sostawa mikroflory risosfery duba. (Untersuchungen der Gattungs- und Artenbestandes der Mikroflora in der Eichenrhizosphäre). Mikrobiologija 24 (1955) S. 558–564
- LANGE, E.: Zur Vegetationsgeschichte des zentralen Thüringer Beckens. Drudea 5 (1965), 1, S. 3–58. Jena
- LEHNHARD, G.: Die Dehydrogenaseaktivität des Bodens als Maß für die Mikroorganismen-tätigkeit im Boden. Z. Pflanzenernähr., Düng., Bodenkd. 73 (118,) H. 1 (1956)
- Bestimmung der verfügbaren Pflanzennährstoffe durch Ermittlung der Dehydrogenaseaktivität des Bodens. Z. Pflanzenernähr., Düng., Bodenkd. 99 (1962) S. 183–190
- LIEBEROTH, I., EHWARD, E., KOPP, D., SCHWANECKE, W. und andere: Bildung, Kennzeichnung und Benennung der Hauptbodenformen (Hauptbodenformliste) (1967)
- LOBANOW, N. W.: Mykotrophie der Holzpflanzen. (Übers.: I. RAWALD, wiss. Redakt.: W. RAWALD) (Berlin 1960)
- MAŠTAROV, S. D., KULAKOVSKAJA, T. N., GOLDINA, S. M.: Die Aktivität der Fermente und die Atmungsintensität als Kennwerte für die biologische Aktivität des Bodens (russ.). Dokl. Akad. Nauk SSSR 98 (1954) S. 141–144
- MEUSEL, H.: Vergleichende Arealkunde, Berlin 1943
- MEUSEL, H.: Die Laubwaldgesellschaften des Harzgebietes. Wiss. Z. Univ. Halle 4 (1955). Math.-nat. Reihe, H. 5, S. 901–908, Halle/S.

- MEUSEL, H., JÄGER, E., WEINERT, E.: Vergleichende Chorologie der Zentraleuropäischen Flora, Bd. 1, Jena 1965
- MINA, B. N.: Die biologische Aktivität der Waldböden und ihre Abhängigkeit von den physikalisch-geographischen Verhältnissen und von der Zusammensetzung der Anpflanzungen. *Bodenkunde*, Nr. 10 (1957) S. 73—79
- MOSKOWETZ, W. S.: Die Pilzmikroflora in der Rhizosphäre der Luzerne im Süden der Ukrainischen SSR. II. Mitt.: Quantitative und qualitative Zusammensetzung der Pilzmikroflora in der Rhizosphäre der Luzerne. *J. Mikrobiologie der Ak. d. Wiss. d. Ukrain. SSR* 19 (1957) S. 44—50
- MÜLLER, GEORG: *Bodenbiologie*, Jena (1965)
- MÜLLER, GEORG: Zur Frage des Humusproblems. *Dt. Landwirtsch.* (1965) S. 496—504
- MÜLLER, GEORG: Bodenbiologische Untersuchungen in der engeren und weiteren Rhizosphäre bei lebenden und abgestorbenen Wurzeln von Futterpflanzen. *Z. Acker- u. Pflanzenbau* 104 (1957) S. 289—306
- MÜLLER, GERD: Die Bedeutung der Ackerunkrautgesellschaften für die pflanzengeographische Gliederung West- und Mittelsachsens. *Hercynia* 1 (1964) 2, S. 113—166
- MUSTAFOVA, N. N.: Mikrobiologische Untersuchungen über Pedsolböden in Oxalis- und Myrtillus-Fichtenbeständen. *Vestn. Leningrad Univs.* Nr. 15, Ser. Biol. H 3 (1959) S. 19—25
- NETTE, J. T.: Denitrifizirujutschije bakterii rizošfery duba. (Denitrifizierende Bakterien der Rhizosphäre der Eiche). *Mikrobiologija* 24 (1955) S. 429—434
- NIEMANN, E.: Das Waldschutzgebiet „Großer Horn“ bei Bruchstedt. *Mskr. Jena* 1958
- NIEMANN, E.: Eichen-Hainbuchen-Wälder des Naturschutzgebietes „Prinzenschneise“ auf dem Großen Ettersberg bei Weimar und einige Bemerkungen zu den Eichen-Hainbuchen-Wäldern Zentral-Thüringens allgemein. *Mskr. Jena* 1963
- NOVAK, B.: Beurteilung der Humifikation mit Hilfe der Atmungsfähigkeitsmethode. *1 rag* 1962
- NOVAK, B.: Beitrag zur Methodik des Studiums mikrobieller Umwandlung organischer Stoffe im Boden. *Albr. Thaer-Arch.* 7 (1963)
- OBENDORFER, E.: *Süddeutsche Pflanzengesellschaften*. Jena 1957
- ORDIN, A. P.: Der Einfluß der Vegetation auf die Zusammensetzung der Bodenmikroflora. *Nachr. Akd. d. Wiss. UdSSR, biol. Ser.* (1957) S. 495—502
- POKORNA-KOZOWA, J.: Zur Methodik der Verfolgung der Zersetzung von Zellulose. *Rostlíná výroba* 10, Prag 1965
- RAWALD, W.: *Bodenmikrobiologische Probleme der Bodenfruchtbarkeit*, Berlin 1966
- RAWALD, W.: Die physiologische und ökologische Bedeutung der Mykorrhiza. (*Zeitschr. f. Pilzkunde, Heilbrunn: Obb., Band 24, Heft 1, 1958*)
- RAWALD, W.: Untersuchungen zur Methodik der biologischen und chemischen Beurteilung der Humusqualität (unter Mitarb. von DOMKE, K. u. STOHR, G.). *Forschungsbericht*, 1966
- RAWALD, W., DOMKE, K. u. STOHR, G.: Studies on the Relations between Humus Quality and Mikroflora of the Soil. *Pedobiologia*, im Druck.
- RAWALD, W., LYR, H.: Mykorrhiza. (*Internationales Mykorrhizasymposium*) Jena 1963
- RICHARD, F.: Der biologische Abbau von Zellulose- und Eiweißtestschnüren im Boden von Wald- und Rasengesellschaften. I. Mitt. *Schweiz. Anst. f. forstl. Versuchswesen* 24 (1945)
- RUBNER, K.: *Die pflanzengeographischen Grundlagen des Waldbaus*, Radebeul und Berlin 1953
- RUNOV, E. V., ZDANNIKOVA, E. N.: Mikroflora rizošfery berezy i eli na razlincnykh povchakh srednej tajgi Vologodskoj oblasti. (Mikroflora der Rhizosphäre von Birke und Fichte auf verschiedenen Böden der Mitteltaiga im Gebiet Wologda). *Soob. Lab. Lesored. Mosk. Lief. 2* (1960) S. 69—79

- SCHAEFFER, F., ULRICH, B.: Humus und Humusdüngung. Stuttgart 1960
- SCHAEFFER, F., SCHACHTSCHABEL, P.: Lehrbuch der Agrikulturchemie und Bodenkunde. I. Bodenkunde. Stuttgart 1956
- STOLP, H.: Beiträge zur Frage der Beziehungen zwischen Mikroorganismen und höheren Pflanzen. Arch. Mikrobiol. 17 (1952) S. 1
- SCAMONI, A.: Waldgesellschaften und Waldstandorte. Akad.-Verl., Berlin 1954
- SEEGERER, A.: Der Saccharasegehalt des Bodens als Maßstab seiner biologischen Aktivität. Z. Pflanzenernähr., Düng., Bodenkde. 61 (1953) S. 251
- SEWELL, G.: The ecology of fungi in Calluna-heathland soils. New Phytol. 58 (1959) S. 5–15
- SILLINGER, P., PETRÜ, F.: Untersuchungen über die Mikrobiologie und Biochemie des Bodens einiger Waldgesellschaften im Slowakischen Erzgebirge. Beih. Bot. Zbl. 57A, S. 173–232, Berlin 1937
- SONN, S. W.: Der Einfluß des Waldes auf die Böden (wiss. Redaktion d. Übers.: P. KUNDLER) Jena 1960
- SVINHUFVUD, V. E., Untersuchungen über die bodenmikrobiologischen Unterschiede der Cajanderschen Waldtypen. Acta forest fenn. 44 (1937) S. 1–67
- v. TÖRNE, E.: Über den Einfluß der Lebenstätigkeit von Mikroorganismen und Bodentieren auf den Abbau von Cellulose (I). Pedobiologia 5 (1965), S. 211–227
- v. TÖRNE, E.: Über den Verlauf der Celluloserotte unter biotisch verschiedenen Versuchsbedingungen. Pedobiologia 6 (1966), S. 226–237
- TRACZYK, T.: Materiały do geograficznego zróznicowania gradów Polsce. Acta societatis botanicorum Poloniae. XXXI (1962), 2, S. 275–304
- TÜXEN, R.: Die heutige potentielle natürliche Vegetation als Gegenstand der Vegetationskartierung. Angewandte Pflanzensoziologie, Nr. 13, S. 5–42, Stolzenau/Weser
- UNGER, H.: Ein Bohrer zur Entnahme von Bodenproben für mikrobiologische Untersuchungen. Arch. Mikrobiol. 27 (1957) S. 429–432
- UNGER, H.: 2,3,5-Triphenyl-Tetrazoliumsals als Hilfsmittel bei der Keimzählung nach dem Kochschen Gußplatten-Verfahren. Arch. Mikrobiol. 32 (1958) S. 20
- UNGER, H.: Der Zellulosestest, eine Methode zur Ermittlung der zellulolytischen Aktivität des Bodens in Feldversuchen. Z. Pflanzenernähr., Düng., Bodenkde. 91 (136), (1960) S. 44–52
- UNGER, H.: Über einige in Feldversuchen mit Zellulosestestbeuteln erzielte Ergebnisse. Albrecht-Thaer-Archiv 6 (1962) S. 145–150
- WAKSMAN, S. A.: Soil microbiology. New York/London, 1952
- WALTER, H.: Grundlagen der Pflanzenverbreitung. I. Teil. Standortslehre. 2. Aufl. (S. 126) Stuttgart 1960. II. Teil. Arealkunde. (S. 41) Stuttgart 1954
- WIESEMÜLLER: Untersuchungen über den Einfluß der Minereraldüngung auf den Humushaushalt in Ackerböden. Dissertation, Rostock 1964
- WITKAMP, M.: Decomposition of leaf litter in relation to environment, microflora and microbial respiration. Ecology 47, 1966, 2, S. 194–201, Durham
- WITKAMP, M.: Macroflora, mycoflora and soil relationships in a pine plantation. Ecology 47 (1966) 2, S. 238–244, Durham
- Witterungsübersicht für die Bezirke Erfurt, Gera und Suhl. Herausgegeben vom Meteorologischen Dienst der Deutschen Demokratischen Republik, Amt für Meteorologie Weimar, 18.–21. Jahrg., 1963–1966, Weimar

Dr. WOLFGANG RAWALD
13 Eberswalde
Hausberg 14

Dr. EBERHARD NIEMANN
69 Jena
Schleidenstr. 19