Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss foresty journal = Journal forestier suisse

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 88 (1937)

Heft: 6

Artikel: Wie wirkt das öftere Betreten des Waldbodens auf einzelne physikalische und biologische Eigenschaften ein?

Autor: Düggeli, M.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-767800

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 17.08.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

det), ferner die Stöcke (da die Infektion meistens vom Erdboden her durch die Wurzeln emporsteigt), sorgfältig auszugraben und zu entfernen und endlich die Hieblöcher (da der Pilz, soweit bekannt, auf Nadelholz beschränkt ist), mit Buchen oder anderem Laubholz auszupflanzen.

5. Zitierte Literatur.

Gäumann, E., und *Jaag, O.*, 1937. Eine neue Erkrankung der Tanne *(Abies alba* Mill.) und der Fichte *(Picea excelsa* [Lam.] Link.). (Phytopathologische Zeitschrift, **10**, Heft 1, 1—10, 6 Tafeln.)

Münch, E., 1910. Versuche über Baumkrankheiten. (Naturwissenschaftliche Zeitschrift für Forst- und Landwirtschaft, 8, 389—408.)

Pilat, A., 1935. Atlas des champignons de l'Europe. Tome II. *Pleurotus.* Prague. 193 S., 80 Tafeln.

Die Druckstöcke für die Abbildungen wurden uns in freundlicher Weise vom *Verlag Paul Parey,* Berlin SW 11, zur Verfügung gestellt. Die Abbildungen 1 und 2 wurden von Frau Dr. *Doris Gäumann-Wild* aufgenommen, die Abbildungen 3—6 von Professor Dr. *E. Rüst.*

Wie wirkt das öftere Betreten des Waldbodens auf einzelne physikalische und biologische Eigenschaften ein?

Von Prof. Dr. M. Düggeli.

Aus dem landwirtschaftlich-bakteriologischen Institut der Eidg. Technischen Hochschule in Zürich.

Die Ertragsfähigkeit eines Waldbodens ist in weitgehendem Masse von seiner chemischen, physikalischen und biologischen Beschaffenheit abhängig, wobei den beiden letztgenannten Eigenschaften besondere Bedeutung zukommt. Werden einzelne Stellen des Waldbodens, der zufolge seiner lockern Struktur gegen Tritt besonders empfindlich ist, häufig betreten, so verschwindet die Bodenflora allmählich und die natürliche Verjüngung wird verunmöglicht. Die Untersuchungen des Russen *P. K. Talkowsky* haben ergeben, dass durch intensiv betriebene Viehweide im Wald die Luftkapazität und die Durchlässigkeit des Waldbodens für Wasser bedeutend herabgesetzt werden, wodurch das Gedeihen des Waldes stark benachteiligt wird.

Unseres Wissens wurden durch *H. Burger* erstmals die Bodenveränderungen, welche durch den Tritt des Menschen im Wald verursacht werden, zahlenmässig festgestellt (Physikalische Eigenschaften von Wald- und Freilandboden; 4. Mitteilung : Ferienlager und Waldboden. Mitteilungen der Schweizerischen Centralanstalt für das forstliche Versuchswesen, Band 17, 1932). Der genannte Autor fand, dass durch den Tritt und die Lagerung des Menschen im Wald die Luftkapazität der obersten Bodenschicht stark herabgesetzt wird, und dass der häufig betretene Waldboden, wie Sickerversuche bewiesen, für Wasser wesentlich undurchlässiger ist. Die eintretenden Schädigungen sind in der

Lage, die natürliche Verjüngung zu verhindern, vermögen sich aber allmählich auch auf den Altholzzuwachs des Bestandes ungünstig auszuwirken.

Obwohl die Veränderungen, die der Waldboden durch den Tritt des Menschen erfährt, meist nur lokale Bedeutung besitzen, schien es uns doch wünschenswert, einen Beitrag zum Studium der Frage zu liefern, inwiefern durch das häufige Betreten von Waldböden der *Wassergehalt,* die wasserhaltende Kraft oder die *Wasserkapazität,* die *Durchlässigkeit* für Wasser, die *Luftkapazität* und die *Bakterienflora* beeinflusst werden.

Um vergleichende Studien anstellen zu können, wurden an 10 verschiedenen Stellen der *Laub-, Nadel-* und *Mischwaldungen* des Zürichberges benachbart je zwei Bodenproben mittels Stahlzylinders von 1000 cm^3 Inhalt enthoben an Stellen, die durch häufiges Betreten ihrer normalen Bodenflora mehr oder weniger vollständig beraubt waren oder aber nur selten und nur zufällig vom Menschen betreten wurden.

Der *geologische Untergrund* des Gebietes, aus dem das Untersuchungsmaterial stammt, besteht aus Molasse-Sandstein und -Mergel, die schichtweise abwechseln und in ihrer Mächtigkeit recht verschieden sind. An der Zusammensetzung der am Zürichberg vorkommenden Böden beteiligen sich neben den Verwitterungsprodukten der Molassegebilde in ausgiebigem Masse der *Glazialschutt* der Würm-Eiszeit, der, in seiner Mächtigkeit stark wechselnd, stellenweise das Aussehen fluvioglazialer Bildungen aufweist. Diese geologischen Verhältnisse bedingen einen starken Wechsel in der physikalischen und chemischen und damit auch in der biologischen Beschaffenheit von Bodenproben, die nur wenige Meter voneinander entfernt enthoben worden sind. Dieser Umstand, der unsere Untersuchungen wesentlich erschwerte, und den Vergleich der gewonnenen Prüfungsergebnisse in seiner Genauigkeit beeinträchtigt, kommt insbesondere zum Ausdruck beim Untersuchen der Böden auf ihren Gehalt an *Bodenskelett* und *Feinerde,* sowie in den *Korngrössenverhältnissen der Feinerde,* wie sie bei der Durchführung der Schlämmethode von *H. Kopecky* feststellbar sind.

Die *physikalische Untersuchung* der Waldböden erfolgte nach der von *H. Burger* ausgearbeiteten Methodik, die in den Mitteilungen der Schweizerischen Centralanstalt für das forstliche Versuchswesen im Band 13, 1922, veröffentlicht ist. Die *bakteriologische Prüfung* der nämlichen, zur gleichen Zeit enthobenen Bodenproben führten wir nach der von uns oft verwendeten Kombination der *Verdünnungsmethode* mit der *elektiven Kultur* durch; sie erlaubt sowohl die Arten, wie die annähernden Mengen der bekannten, den Boden bewohnenden Spaltpilze festzustellen und ist in der « Schweizerischen Zeitschrift für Forstwesen » 1923 beschrieben.

Nachstehende Angaben orientieren über die *Oertlichkeit* des Vorkommens und die Beschaffenheit der einzelnen, im September und Oktober 1933 enthobenen Bodenproben. Bei der Probeentnahme fiel auf, dass in den stark gedichteten Böden keine Regenwürmer beobachtet werden konnten, während die meisten lockeren Parallelproben

mehr oder weniger stark von *Lumbricus*- und *Allolobophora*-Arten bewohnt waren.

Boden 1. Junger Bestand von Buchen, Eschen und Birken von 5—20 cm Stammdurchmesser, nordöstlich der Tramhaltestelle Allmend-Fluntern, östlich der dortigen Tennisplätze. 6 m vom Waldrand entfernter, 35 cm breiter, oft benutzter Fusspfad, in dessen Bereich die Bodenflora verschwunden ist.

Boden 2. 2 m von Probe 1 in östlicher Richtung entfernter, nicht betretener Waldboden mit Eschen-Jungwuchs und lückenhaftem Bestand von Waldsegge, Efeu und Brombeere.

Boden 3. Ungefähr 50 m östlich von Boden 1 im Fichtenbestand von 10—15 cm Stammdurchmesser. 30 cm breiter, ziemlich selten begangener Fusspfad ohne Pflanzenbestand.

Boden 4. Nur 1 m von Probe 3 in nordöstlicher Richtung. Nicht betretener Waldboden mit spärlichem Jungwuchs von Eschen und einer lückenhaften Bodenflora von Waldsegge, Efeu und Brombeere.

Boden 5. Ungefähr 100 m nördlich der Bodenprobe 1. Oft betretener Fusspfad von 60 cm Breite, der auf der einen Seite von Fichten-, auf der andern von Laubwald begrenzt ist; die ursprüngliche Vegetation ist vernichtet.

Boden 6. Dicht neben Probe 5 auf der Laubwaldseite enthoben mit gut enwickelter Vegetation von Knaulgras, Timothe, ästiger Trespe, gefiederter Zwenke, Waldzwenke, Engel-Brustwurz, gemeiner Nelkenwurz, Wald-Schachtelhalm und Brombeere.

Boden 7. Südöstlich der Probeentnahmestelle 1 unweit der Tobelhofstrasse. Oft begangener, 80 cm breiter Weg in lichtem Fichtenbestand mit 15—35 cm Stammdurchmesser. Vegetation durch Tritt zerstört.

Boden 8. 2 m östlich von Boden 7, nicht betreten. Dichte Bodenflora von Waldmeister, Waldveilchen, Erdbeere, verschiedenen Seggenarten, Waldzwenke, Epheu und Brombeere.

Boden 9. Unweit der Probeentnahmestelle 7, auf 20 m der Tobelhofstrasse genähert. 1 m breiter, sehr oft begangener Fussweg im lichten Fichtenbestand von 15—25 cm Stammdurchmesser, ohne Pflanzenwuchs.

Boden 10. 2 m östlich von Probe 9 an nicht betretener Stelle entnommen. Die gut entwickelte Bodenflora setzt sich zusammen aus Sauerklee, Roberts Storchschnabel, Hexenkraut, Brombeere und Moosen.

Boden 11. Im Mischwald von Buche, Kiefer und Lärche von 10 bis 20 cm Stammdurchmesser, unweit des Alkoholfreien Kurhauses auf dem Zürichberg. Durch öfteres Begehen ist ein Fusspfad von 25 cm Breite entstanden, in dem die Bodenflora fehlt.

Boden 12. 2 m östlich von Boden 1, nicht betreten, mit einer 20—80 cm hohen, ziemlich dichten Bodenflora von Feldahorn, Spitzahorn, Esche, Schneeball, Beinholz-Geissblatt und Brombeere.

Boden 13. Bergwärts der Batteriestrasse im 20—40 cm Stammdurchmesser aufweisenden Laubwaldbestand von Buche, Bergahorn und Esche. Das häufige Begehen rief zufolge Vernichtung der Bodenflora einem Fusspfad von 25—30 cm Breite.

Boden 14. 2 m nördlich von Probe 13, nicht festgetreten, mit Jungwuchs von Eschen, Bergahorn und Eichen, die mit Waldsegge, Goldnessel, salbeiblätterigem Gamander, Epheu und Waldzwenke eine geschlossene Bodenflora bilden.

Boden 15. Oberhalb des Alkoholfreien Kurhauses, Richtung Escherhöhe. Mischwald von Buche, Esche, Birke und Fichte von 5—15 cm Stammdurchmesser. Der 25 cm breite Fusspfad ist wenig betreten und besitzt noch eine dünne Moosdecke.

Boden 16. 1 m südlich gelegen mit dichtem Jungwuchs von 2—3jährigen Eschen, zwischen denen Laubstreu liegt. Nicht betreten.

Boden 17. Zirka 50 m nördlich von Probe 15 in beinahe reinem Eschenbestand von 7—15 cm Stammdurchmesser. Durch häufiges Betreten ist ein 25 cm breiter Fusspfad entstanden, in dessen Bereich die Bodenflora vernichtet ist.

Boden 18. 1 m südlich von Probe 17, nicht begangen, mit freudig gedeihendem Eschen-Jungwuchs im Alter von 2—3 Jahren und einer dichten Bodenflora von Waldmeister, Waldzwenke und Brombeere.

Boden 19. Im Buchen-Kiefernbestand von 15—35 cm Stammdurchmesser oberhalb des Alkoholfreien Kurhauses. Stark benutzter Fussweg von 30 cm Breite, in dessen Bereich die Bodenflora vernichtet ist.

Boden 20. 1 m östlich des Fusspfades, nicht betretener Waldboden mit lückenhaftem Bestand von Waldsegge und Epheu.

In sämtlichen Böden, die den durch häufiges Betreten des Waldbodens entstandenen Fusswegen entnommen wurden (Proben 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17 und 19), war kein Zufügen von Schotter, Schlacke oder sonstigem passenden Material zum Trockenlegen des Pfades in niederschlagsreicher Zeit feststellbar, sondern das häufige Betreten und das damit verknüpfte Dichten des Bodens ist allein für das gänzliche oder teilweise Verschwinden der ursprünglich vorhandenen Bodenflora verantwortlich zu machen.

Die bei der Untersuchung der 20 Waldböden auf ihren *Wassergehalt,* die *Wasserkapazität* und ihre *Durchlässigkeit* für Wasser nach der Methode *Burger* erhaltenen Ergebnisse sind in der *Tabelle 1* vereinigt. (Siehe Tabelle 1.)

Die in der Tabelle 1 enthaltenen Untersuchungsresultate geben zu folgenden Bemerkungen Veranlassung :

1. Der *Wassergehalt,* ausgedrückt in Gewichtsprozenten des feuchten Materials, ist beim normalen Waldboden bald grösser, bald kleiner als beim mehr oder weniger intensiv betretenen. Im Mittel besassen die 10 nicht gedichteten Proben von Waldboden einen Wassergehalt von 23,1 %, bei den mehr oder weniger stark festgetretenen 21,9 %. Der Unterschied im Wassergehalt war bei den benachbarten Böden 9 und

10 am grössten, indem die Differenz 8,7 % betrug, während die Böden 5 und 6 in ihrem Wassergehalt übereinstimmten.

Tabelle 1.

Ergebnisse bei der Prüfung der Waldböden auf Wassergehalt, Wasserkapazität und Durchlässigkeit für Wasser.

Böden Nr.	Wassergehalt in Gewichtsprozenten des feuchten Bodens		Wasserkapazität in Volumprozenten		Einsickerungszeit für 1 l Wasser in 100 cm² Bodenfläche		Menge des in 1 Stunde in 100 cm² Bodenfläche einsickernden Wassers	
	Festgetreten	Nicht festgetreten	Festgetreten	Nicht festgetreten	Festgetreten	Nicht festgetreten	Festgetreten	Nicht festgetreten
1 u. 2	19,9	17,8	48,6	47,6	6 h. 36′	9′ 20″	151 cm³	6.430 cm³
3 u. 4	17,6	21,4	46,3	49,7	55′	16″	1091 cm³	225.000 cm³
5 u. 6	24,4	24,4	48,2	48,4	1 h. 46′	43′	566 cm³	1.395 cm³
7 u. 8	19,5	20,7	45,5	47,0	3 h. 42′	1 h. 10′	270 cm³	857 cm³
9 u. 10	22,6	31,3	46,8	54,5	4 h. 26′	1 h. 15′	226 cm³	800 cm³
11 u. 12	23,4	19,3	44,2	42,3	2 h. 10′	28′	461 cm³	2.143 cm³
13 u. 14	27,4	35,4	42,5	46,2	3 h. 10′	1 h. 5′	316 cm²	923 cm³
15 u. 16	18,7	17,4	45,3	44,8	2 h. 15′	26′	444 cm³	2.308 cm³
17 u. 18	26,5	23,8	47,7	45,2	3 h. 20′	42′	300 cm³	1.429 cm³
19 u. 20	18,8	19,8	44,9	46,2	5 h. 20′	1 h. 10′	188 cm³	857 cm³

Der in der Tabelle 1 nicht angeführte, aber von uns doch ausgerechnete Wassergehalt, gemessen in Gewichtsprozenten des trockenen Materials, war in den einen Fällen bei den gedichteten, in den andern bei den nicht betretenen Bodenproben grösser. Der mittlere Wassergehalt der öfters betretenen Waldböden belief sich auf 31,7 %, bei den nicht festgetretenen auf 32,9 %.

2. Die nicht betretenen Waldböden liessen eine nur unwesentlich grössere *Wasserkapazität,* gemessen in Volumprozenten, feststellen, als die betretenen Böden; die mittlere Wasserkapazität der normalen Böden belief sich auf 47,2 , diejenigen der gedichteten auf 46,0 Volumprozent. Der grösste Unterschied machte sich zwischen den Proben 9 und 10 mit 7,7, der kleinste zwischen den Böden 5 und 6 mit 0,2 Volumprozent bemerkbar.

Aehnliche Befunde wurden hinsichtlich der ebenfalls bestimmten, aber in der Tabelle 1 nicht angeführten Wasserkapazität, gemessen in Gewichtsprozenten des trockenen Bodens, zwischen nicht gedichteten und festgetretenen Böden konstatiert. Da die erhaltenen Ergebnisse nicht auffallende sind, werden sie der Kürze halber weggelassen.

3. Der festgetretene Waldboden lässt das aufgegossene Wasser um so langsamer einsickern, je dichter seine Struktur geworden ist, auf jeden Fall wesentlich langsamer als der nicht betretene. Von den

geprüften Waldböden brauchten die festgetretenen zum *Einsickern* eines Liters Wasser im Durchschnitt 3 Stunden 52 Minuten, die nicht gedichteten dagegen nur 42 Minuten 52 Sekunden, die erstern also rund die 5½fache Zeit. Die extremsten Verhältnisse liessen die Bodenproben 3 und 4 einerseits mit dem grössten Unterschied, die Böden 13 und 14 mit der kleinsten Differenz hinsichtlich der Einsickerungszeit für einen Liter Wasser erkennen (55 Minuten bei Boden 3, 16 Sekunden nur bei Boden 4 und 3 Stunden 10 Minuten bei Boden 13 und 1 Stunde 15 Minuten bei Boden 14). Die kürzeste beobachtete Einsickerungszeit für einen Liter Wasser wies der Boden 4 mit 16 Sekunden, die längste der Boden 1 mit 6 Stunden 36 Minuten auf. Der Boden 10 brauchte von den nicht betretenen Böden die längste Zeit (1 Stunde und 15 Minuten), der Boden 4 die kürzeste Frist (16 Sekunden), um einen Liter Wasser einsickern zu lassen; bei den festgetretenen Böden lauten die diesbezüglichen Angaben 6 Stunden 32 Minuten (Boden 1) und 55 Minuten (Boden 3).

4. Die Menge des in einer Stunde in *100 cm² Bodenoberfläche einsickernden Wassers* ist nach der Beschaffenheit des Bodens recht verschieden gross. Die mittlere Menge des versickernden Wassers beträgt bei den festgetretenen Böden nur 401 cm³, bei den nicht betretenen dagegen 24.214 cm³, also das reichlich Sechzigfache. Die grössten Unterschiede in der Einsickerungsmenge bei benachbarten Böden liessen der gedichtete Boden 3 mit 1091 cm³ und der nicht betretene Boden 4 mit 24,2 Litern versickernden Wassers in der Stunde erkennen, während die Böden 9 mit 226 cm³ und 10 mit 800 cm³ Einsickerungsmenge die kleinsten Unterschiede feststellen liessen. Die absolut kleinste in der Stunde versickernde Wasserquantität zeigte die Bodenprobe 1 mit 151 cm³, die absolut höchste die Probe 4 mit 225.000 cm³.

Die bei der Untersuchung der 20 Waldböden auf ihren *Gehalt an Skelett,* Steine und Wurzeln umfassend, und auf *Feinerde,* sowie auf die Grösse ihrer *Luftkapazität,* ausgedrückt in Volumprozenten, gewonnenen Ergebnisse sind in der *Tabelle* 2 enthalten. (Siehe Tabelle 2.)

Anschliessend an die Tabelle 2 dürften folgende Bemerkungen angezeigt sein :

1. Obwohl die betretenen und die nicht betretenen Böden nahe beieinander gelagert waren und die Probeentnahmestellen nur wenige Meter Entfernung aufwiesen, liessen sich in einzelnen Fällen nicht unbedeutende Unterschiede im Gehalt an *Bodenskelett* (Steine und Wurzeln), sowie an *Feinerde* feststellen. So zeigte beispielsweise die festgetretene Bodenprobe 9 einen Bodenskelettgehalt von 12,7 %, der benachbarte, nicht festgetretene Waldboden 10 dagegen nur von 8,2 %. Der Hinweis, dass es sich bei den untersuchten Materialien um *Glazialschuttböden* handelt, die von Natur aus in ihrer Zusammensetzung bedeutenden Schwankungen unterworfen sind, erklärt uns die beobachteten Unterschiede hinlänglich.

2. Die Grösse der *Luftkapazität* der untersuchten Böden, ausgedrückt in Volumprozenten, wird, wie zu erwarten war, durch das häu-

fige Betreten sehr bedeutend reduziert. Während die nicht gedichteten Waldböden eine mittlere Luftkapazität von 14,1 % aufwiesen, wobei die Bodenprobe 14 ein maximales Lufthaltevermögen von 19,7 %, der Boden 4 immer noch ein solches von 7,5 % besass, sank bei den betretenen Waldböden die durchschnittliche Luftkapazität auf 6,4 %; innerhalb der festgetretenen Böden besass die Probe 9 in wassergesättigtem Zustande nur noch 2,4 % Hohlräume, die Luft enthielten, indessen die Probe 15 doch noch ein Luftfassungsvermögen von 9,7 % feststellen liess.

Tabelle 2.

Ergebnisse bei der Prüfung der Waldböden auf Gehalt an Bodenskelett, Feinerde und Grösse der Luftkapazität.

Böden Nr.	Bodenskelett in Prozenten des Trockengewichtes		Gehalt an Feinerde in Prozenten des Trockengewichtes		Grösse der Luftkapazität in Volumprozenten	
	Fest-getreten	Nicht fest-getreten	Fest-getreten	Nicht fest-getreten	Fest-getreten	Nicht fest-getreten
1 und 2	4,9	3,2	85,1	96,8	6,3	16,8
3 und 4	31,2	29,5	68,8	70,5	4,2	7,5
5 und 6	9,7	8,5	90,3	91,5	8,1	12,7
7 und 8	7,3	7,0	92,7	93,0	3,1	9,2
9 und 10	12,7	8,2	87,3	91,8	2,4	10,7
11 und 12	5,7	3,4	94,3	96,6	8,6	12,8
13 und 14	10,8	9,1	89,2	90,9	7,3	19,7
15 und 16	6,4	4,6	93,6	95,4	9,7	17,2
17 und 18	11,7	10,4	88,3	89,6	8,3	16,5
19 und 20	8,6	7,2	91,4	92,8	6,2	17,9

Wir hatten erwartet, dass der eine oder andere festgetretene Boden bei der Prüfung mittels der Methode *Burger* eine *negative Luftkapazität* aufweisen würde, da es nach den gesammelten Erfahrungen nicht möglich ist, alle an den feinen Bodenteilchen haftende Luft durch Kochen und Evakuieren auszutreiben. Aus diesem Grunde ist es auch nicht möglich, das genaue Volumen der festen Bodenbestandteile zu ermitteln, so dass die bei der Bestimmung der Luftkapazität erhaltenen Ergebnisse um einige Prozente zu niedrig sein können. Auf jeden Fall besitzen die mehr oder weniger stark festgetretenen Waldböden im wassergesättigten Zustande, wie er nach starken Regengüssen und zur Zeit der Schneeschmelze vorzukommen pflegt, einen recht bescheidenen Luftgehalt, der die Atmung der bodenbewohnenden Tiere und der Pflanzenwurzeln, sowie die willkommene Tätigkeit der aeroben Mikroorganismen in Frage stellt oder nur unvollkommen durchführen lässt. Auf Grund dieser Ueberlegung verstehen wir, dass in keiner der festgetretenen Bodenproben Regenwürmer beobachtet werden konnten, während dies bei verschiedenen nicht gedichteten Böden der Fall war.

Es schien uns von Interesse, nicht bloss den Gehalt der Wald-

böden an Feinerde zu eruieren, sondern auch die *Korngrössenverhältnisse der Feinerde* festzustellen nach der Schlämmethode von *Kopecky*, wie sie in der Praktischen Bodenkunde von Nowacki-Düggeli, 8. Auflage, Parey, Berlin, 1930, Seiten 120 ff, beschrieben ist. In der *Tabelle 3* sind die hierbei erhaltenen Untersuchungsergebnisse vereinigt. (Siehe Tabelle 3.)

Tabelle 3.

Resultate bei der Untersuchung der Waldböden auf die Korngrössenverhältnisse der Feinerde nach der Schlämmethode von Kopecky.

Böden Nr.	Fraktion I (Bodenteilchen unter 0,01 mm Aequivalentdurchmesser) in Gewichtsprozenten der trockenen Feinerde		Fraktion II (Bodenteilchen mit 0,05—0,01 mm Aequivalentdurchmesser) in Gewichtsprozenten der trockenen Feinerde		Fraktion III (Bodenteilchen mit 0,1—0,05 mm Aequivalentdurchmesser) in Gewichtsprozenten der trockenen Feinerde		Fraktion IV (Bodenteilchen mit 2—0,1 mm Aequivalentdurchmesser) in Gewichtsprozenten der trockenen Feinerde	
	Fest-getreten	Nicht fest-getreten	Fest-getreten	Nicht fest-getreten	Fest-getreten	Nicht fest-getreten	Fest-getreten	Nicht fest-getreten
1 u. 2	45,0	44,3	27,2	27,7	12,2	12,6	15,6	15,4
3 u. 4	52,6	50,7	23,0	21,7	10,8	11,6	13,6	16,0
5 u. 6	45,9	45,5	24,9	25,6	12,6	12,9	16,6	16,0
7 u. 8	51,4	52,1	22,7	24,7	10,6	10,0	15,3	13,2
9 u. 10	48,0	47,8	25,6	27,1	11,4	11,2	15,0	13,9
11 u. 12	41,5	38,5	21,1	20,9	13,4	22,1	24,0	18,5
13 u. 14	52,1	48,0	22,0	18,9	12,9	11,5	13,0	21,6
15 u. 16	42,6	43,9	22,5	22,1	13,0	12,4	21,9	21,6
17 u. 18	40,1	39,2	24,6	25,0	13,7	13,7	21,6	22,1
19 u. 20	38,7	37,3	23,9	25,0	13,3	13,6	24,1	24,1

Zu den in der Tabelle 3 enthaltenen Prüfungsergebnissen bemerken wir:

Die Untersuchung der Feinerde gedichteter und entsprechender aber nicht festgetretener Waldböden auf die *Korngrössenverhältnisse der Feinerde* nach der Schlämmethode von *Kopecky* ergab, dass keine tiefgreifenden Unterschiede im durchschnittlichen Anteil der einzelnen Fraktionen am Gesamtboden festzustellen sind. So betragen die prozentualen Anteile der festgetretenen und der nicht festgetretenen Böden an den einzelnen Korngrössen im Durchschnitt bei der Fraktion I 45,8 % und 44,7 %, bei der Fraktion II 23,7 % und 23,9 %, bei der Fraktion III 12,4 % und 13,2 % und bei der Fraktion IV 18,1 % und 18,2 %. Immerhin weisen einzelne Bodenproben benachbarter Herkunft beachtenswerte Unterschiede auf, so. die Proben 13 und 14 bei der Fraktion I 52,1 % und 48,0 %, die Proben 13 und 14 bei der Fraktion II 22,0 % und 18,9 %, die Proben 11 und 12 bei der Fraktion III mit 13,4 % und 22,1 % und die Proben 13 und 14 bei der Fraktion IV mit 13,0 % und 21,6 %. Diese Untersuchungsergebnisse beweisen erneut, dass im Gebiete von ehemaligem Glazialschutt auf

engem Raum die Zusammensetzung der Böden starken Schwankungen unterworfen ist.

Bei der Untersuchung der festgetretenen und der entsprechenden nicht gedichteten Waldböden auf ihren Gehalt an *gelatine- und agarwüchsigen Bakterien,* sowie an Spaltpilzen, die mittels *Zuckeragar hohen Schichtkulturen* zum Nachweis gebracht werden können, wurden die in der *Tabelle 4* zusammengestellten Resultate erzielt. (Siehe Tabelle 4.)

Tabelle 4.

Resultate bei der Untersuchung der Waldböden auf die Menge der mittels Gusskulturen von Nährgelatine und Nähragar, sowie durch Zuckeragar hohe Schichtkulturen im Gramm feuchten Bodens nachweisbaren Bakterien.

Böden Nr.	Wassergehalt in Prozenten des Feuchtgewichtes		Gelatinewüchsige Bakterien in Millionen		Agarwüchsige Bakterien in Millionen		In Zuckeragar hoher Schichtkultur gedeihende Bakterien in Millionen	
	Fest-getreten	Nicht fest-getreten	Fest-getreten	Nicht fest-getreten	Fest-getreten	Nicht fest-getreten	Fest-getreten	Nicht fest-getreten
1 u. 2	20,2	18,1	5,3	40,0	4,0	13,5	12,0	6,0
3 u. 4	17,5	21,3	1,7	2,6	1,2	1,5	13,0	4,8
5 u. 6	24,6	24,5	0,8	2,0	0,7	1,6	30,0	16,0
7 u. 8	20,1	20,9	1,5	2,2	1,3	1,9	15,2	3,7
9 u. 10	21,7	30,7	1,1	3,4	0,7	3,0	8,4	4,2
11 u. 12	22,8	18,9	35,0	40,0	5,0	5,1	10,0	5,0
13 u. 14	26,3	34,2	11,5	28,0	5,1	6,0	2,8	2,0
15 u. 16	18,8	17,6	7,4	8,8	4,9	5,3	3,8	1,2
17 u. 18	25,3	22,7	6,0	10,0	5,1	6,7	2,3	1,7
19 u. 20	20,2	20,7	5,5	12,0	4,2	11,2	24,0	3,5

Aus den in der Tabelle 4 enthaltenen Angaben ziehen wir nachstehende Schlussfolgerungen :

1. Die anlässlich der bakteriologischen Untersuchung der Bodenproben eingeleitete Bestimmung des *Wassergehaltes, in Gewichtsprozenten des feuchten Materiales* ausgedrückt, stimmt in ihren Ergebnissen mit denen, die mittels der *Burgerschen* Methode gewonnen worden sind, recht gut überein; die bescheidenen gefundenen Differenzen sind aus kleinen Unterschieden in der Beschaffenheit der Böden erklärbar. Die anlässlich der bakteriologischen Untersuchung gefundenen mittleren Gehaltszahlen an Wasser betragen 21,8 % bei den festgetretenen und 23,0 % bei den nicht betretenen Waldböden, denen, durch die *Burgersche* Methode eruiert, die Werte 21,9 % und 23,1 % gegenüberstehen.

2. Der Gehalt an solchen *Bakterien,* die mittelst *Gusskulturen von Nährgelatine* nachweisbar sind, ist in den untersuchten Waldböden ein stattlicher und betrug im Mittel 11,24 Millionen im Gramm feuchten Bodens. Die Unterschiede im Keimgehalt zwischen nicht betretenen und betretenen Böden machen sich stets zugunsten der erstern bemerk-

bar. So beträgt der mittlere Gehalt an gelatinewüchsigen Bakterien bei den nicht gedichteten Böden 14,9, bei den festgetretenen aber nur 7,58 Millionen. Obwohl die Bodenproben an benachbarten Oertlichkeiten entnommen wurden, so machte sich doch nicht selten, bedingt durch die infolge der dichtern Lagerung des Bodens oder den verschiedenen Pflanzenbestand veränderten Lebensverhältnisse, bedeutende Differenzen im Keimgehalt bemerkbar. So betrug der Gehalt an gelatinewüchsigen Spaltpilzen bei der festgetretenen Bodenprobe 1 5,3 Millionen, bei der nebenan gelagerten, nicht betretenen Probe 2 aber 40 Millionen. In andern Fällen war die Differenz nur eine bescheidene, so bei den Proben 7 mit 1,5 Millionen und 8 mit 2,2 Millionen Bakterien. Auffallen muss auch der Befund, dass die aus Laub- und Mischwald stammenden Bodenproben unvergleichlich mehr Spaltpilze nachweisen liessen als die dem Fichtenwald entnommenen; es betrifft dies die Böden 1 und 2, 11 und 12, 13 und 14, 15 und 16, 17 und 18, sowie 19 und 20, im Vergleich zu den Böden 3 und 4, 7 und 8, sowie 9 und 10.

3. Beim Nachweis der auf *Gusskulturen von Nähragar* wachsenden *Spaltpilze* musste auffallen, dass ihre Menge stets kleiner war als die mittelst Gusskulturen von Nährgelatine feststellbaren Keimmengen; die mittlere nachweisbare Quantität betrug 4,4 gegenüber 11,24 Millionen gelatinewüchsiger Spaltpilze. Die Menge der mittels Nähragar nachweisbaren Bakterien war in den nicht betretenen Bodenproben wesentlich grösser als in den festgetretenen und betrug im Mittel 5,58 gegen 3,22 Millionen im Gramm feuchten Bodens. Die Unterschiede im Gehalt an agarwüchsigen Mikroorganismen zwischen gedichteten und normalen Böden waren teilweise auffallend grosse, so wiesen die festgetretenen Böden 1 und 19 4,0 und 4,2 Millionen, die nicht betretenen Böden 2 und 20 dagegen 13,5 und 11,2 Millionen Spaltpilze auf. Auch im Gehalt an agarwüchsigen Bakterien erwiesen sich die Laub- und Mischwaldböden den Fichtenwaldböden gegenüber bedeutend überlegen.

4. Im Gegensatz zu den mittels Gusskulturen von Nährgelatine und Nähragar nachweisbaren Spaltpilzarten erwiesen sich die festgetretenen Waldböden als wesentlich reicher an *Bakterienspezies*, die in *Zuckeragar hoher Schichtkultur* zum Nachweis gelangen und die entweder bei Luftabschluss gedeihen können, oder aber wachsen müssen. Die gedichteten Bodenproben mit ihrem reduzierten Luftgehalt enthielten durchschnittlich 11,15 Millionen, die nicht betretenen Böden nur 4,81 Millionen luftscheue Mikroorganismen; in einem Falle (Böden 19 und 20) betrug die Differenz das rund Siebenfache. Eine Begünstigung der anaeroben Arten durch die Lebensbedingungen in den betretenen Böden war unverkennbar.

5. Unter Berücksichtigung des quantitativen Vorkommens einiger leicht erkennbarer Bakterienarten wie *Bacillus mycoides* Flügge, *Bacillus megatherium* De Bary, *Bacillus mesentericus* Flügge, *Bacillus tumescens* Zopf, *Bacillus putrificus verrucosus* Zeissler, *Bacterium*

fluorescens Flügge, *Bacterium punctatum* Zimm. und andern liess sich leicht feststellen, dass das Betreten oder Nichtbetreten der Böden nicht nur einen Einfluss auf die Menge, sondern ebensosehr auf die Art der vorkommenden Spaltpilze auszuüben vermochte. Ich darf insbesondere auf eine Begünstigung der *peptonisierenden Bakterienarten* durch das Nichtbetreten des Bodens hinweisen.

Die Prüfung der Waldböden auf das Vorkommen von *harnstoffzersetzenden, denitrifizierenden, pektinstoffzerstörenden und nitrifizierenden Bakterien* führte zu den in der *Tabelle 5* enthaltenen Angaben. (Siehe Tabelle 5.)

Tabelle 5.

Resultate bei der Untersuchung der Waldböden auf die Menge der im Gramm feuchten Bodens nachweisbaren Harnstoffzersetzer, denitrifizierenden, Pektinvergärer und nitrifizierenden Bakterien.

Böden Nr.	Harnstoffzersetzende Bakterien in Tausenden		Denitrifizierende Bakterien in Tausenden		Pektinvergärer in Tausenden		Nitrifizierende Bakterien	
	Festgetreten	Nicht festgetreten	Festgetreten	Nicht festgetreten	Festgetreten	Nicht festgetreten	Festgetreten	Nicht festgetreten
1 u. 2	1	10	10	1	100	10	1	10
3 u. 4	1	1	1	1	10	100	1	10
5 u. 6	0,1	0,1	10	1	1000	1000	1	1
7 u. 8	0,1	1	1	0,1	100	1000	1	10
9 u. 10	1	10	10	1	1000	100	1	10
11 u. 12	100	100	1	1	10	100	1	1
13 u. 14	10	100	10	1	100	10	1	1
15 u. 16	100	10	10	1	10	10	1	10
17 u. 18	1	1	10	10	10	10	1	1
19 u. 20	10	1	10	10	100	100	1	10

Von den in der Tabelle 5 angeführten Untersuchungsergebnissen wollen wir folgende hervorheben :

1. Bei den untersuchten Waldböden scheint das Zusammenpressen, wie es durch das öftere Betreten zustande kommt und die damit verbundenen Veränderungen der physikalischen Bodeneigenschaften, keinen nennenswerten Einfluss auf das Vorkommen der *harnstoffvergärenden* und der *pektinstoffzersetzenden Spaltpilze* auszuüben, indem bald die betretenen, bald die nicht gedichteten Böden eine grössere Zahl von Vertretern der genannten Spaltpilzgruppen nachweisen liessen.

2. Das Betreten des Bodens und die damit verknüpfte Dichtung liess eine entschiedene Begünstigung der *denitrifizierenden* oder *salpeterzersetzenden Spaltpilze* beobachten, indem in den nicht betretenen Bodenproben im Mittel 2700, in den festgetretenen dagegen durchschnittlich 7300 denitrifizierende Keime festgestellt werden konnten.

3. Die *nitrifizierenden* oder *salpeterbildenden Bakterien* erfuhren in 6 von 10 Fällen durch das Betreten eine Reduktion ihrer Menge, die eine Folge der schlechten Durchlüftung der gedichteten Böden darstellen dürfte.

4. Die *anaeroben zellulosezersetzenden Bakterien* waren in beiden Bodentypen, den betretenen wie den nicht betretenen, in der gleichen Zahl zu 1 oder 10 nachweisbar, so dass auf das Beifügen der Untersuchungsergebnisse zur Tabelle 5 verzichtet werden konnte.

Endlich prüften wir die Waldböden noch auf das Vorkommen der bei Luftabschluss gedeihenden *Buttersäurebazillen* und *Eiweisszersetzer,* sowie auf *aerobe* und *anaerobe stickstoffbindende Spaltpilze.* Die Ergebnisse dieser Bemühungen sind in der *Tabelle 6* zusammengefasst. (Siehe Tabelle 6).

Tabelle 6.

Resultate bei der Untersuchung der Waldböden auf die Menge der im Gramm feuchten Bodens nachweisbaren anaeroben Buttersäurebazillen, der anaeroben Eiweisszersetzer, sowie der aeroben und der anaeroben stickstoffixierenden Bakterien.

Böden Nr.	Anaerobe Buttersäure-bazillen in Tausenden		Anaerobe Eiweisszersetzer in Hunderten		Aerobe stickstoff-fixierende Bakterien vom Typus des Azotobacter chroococcum Beij.		Anaerobe stickstoff-fixierende Bakterien vom Typus des Bacillus amylobacter Bred. in Tausenden	
	Fest-getreten	Nicht fest-getreten	Fest-getreten	Nicht fest-getreten	Fest-getreten	Nicht fest-getreten	Fest-getreten	Nicht fest-getreten
1 u. 2	10	0,1	1	1	1	10	1	1
3 u. 4	1	1	1	0,1	<1	1	1	0,1
5 u. 6	100	10	1	0,1	<1	1	0,1	0,1
7 u. 8	1	0,1	1	0,1	<1	1	0,1	0,1
9 u. 10	100	10	10	1	<1	<1	1	0,1
11 u. 12	1	1	1	1	10	100	1	1
13 u. 14	1	0,1	1	0,1	1	10	10	1
15 u. 16	0,1	0,1	1	0,1	1	10	0,1	0,1
17 u. 18	1	0,1	1	0,1	<1	1	1	1
19 u. 20	0,1	0,1	0,1	0,1	1	10	1	0,1

Die in der Tabelle 6 enthaltenen Prüfungsergebnisse können wir folgendermassen zusammenfassen:

1. Die durch das Festtreten bedingten Veränderungen der physikalischen Eigenschaften der Böden bewirkten eine Förderung der darin enthaltenen, mittels anaerob verschlossener Milch kultivierbarer *Buttersäurebazillen,* so dass die Durchschnittszahl im Gramm feuchten Bodens von 2260 in den unveränderten Bodenproben auf 21.520 in den festgetretenen Böden anstieg.

2. Auch die anaeroben, zur Gruppe des *Bacillus putrificus verrucosus* Zeissler gehörenden Eiweisszersetzer erfuhren durch das Dichten

eine bedeutende Förderung, indem in den nicht betretenen Böden im Durchschnitt 400, in den betretenen dagegen 2300 Keime im Gramm feuchten Bodens festgestellt werden konnten.

3. Eine entsprechende Beobachtung wie bei den anaeroben Buttersäurebazillen konnte hinsichtlich des Vorkommens des *luftscheuen, stickstoffixierenden Bacillus amylobacter* Bred. gemacht werden. Während in den nicht beeinflussten Böden im Gramm feuchten Materiales durchschnittlich 460 Zellen von Bacillus amylobacter mit Hilfe der angewendeten Methodik nachgewiesen werden konnten, stieg die Zahl in den festgetretenen Böden auf 1630.

4. Eine gegenteilige Wirkung übte das Dichten des Bodens auf das Vorkommen des luftliebenden *Azotobacter chroococcum* Beij. aus. In 5 von den 10 untersuchten festgetretenen Böden konnte in 1 g Material kein Azotobacter nachgewiesen werden und in den andern 5 Proben betrug der durchschnittliche Gehalt bloss 3 Zellen; bei den locker gebliebenen Böden liess nur einer in 1 g feuchten Materials keinen Azotobacter feststellen, während der mittlere Gehalt der übrigen 9 Proben 16 Zellen ausmachte.

Die *Hauptergebnisse* der vorstehend angeführten Untersuchungen an 10 festgetretenen und 10 nicht gedichteten Waldböden benachbarter Herkunft auf verschiedene physikalische Eigenschaften und auf ihre Bakterienflora können in folgende *Schlußsätze* zusammengefasst werden:

1. Wir waren bestrebt, im Glazialschuttgebiet des Zürichberges die in ihrer physikalischen und biologischen Beschaffenheit zu vergleichenden Bodenproben, von denen die einen in festgetretenem, die andern in nicht gedichtetem Zustand herangezogen wurden, nur wenige Meter voneinander entfernt zu entheben. Trotzdem zeigten diese Waldböden, wie bei der Prüfung auf Gehalt an *Bodenskelett* und *Feinerde,* wie auch in den *Korngrössenverhältnissen der Feinerde* deutlich zum Ausdruck kam, keineswegs genau übereinstimmende Beschaffenheit. So betrug in einem Fall das Bodenskelett 12,7 Gewichtsprozent des Gesamtbodens, in der benachbarten Probe aber nur 8,2 vom Hundert. Einen weitern Beweis dafür, dass zwischen den Bodenproben benachbarter Herkunft von Natur aus beachtenswerte Unterschiede bestehen können, lieferten die Untersuchungen der Feinerde auf ihre Korngrössenverhältnisse.

2. Durch das häufige Betreten der Waldböden wird ihr *Wassergehalt,* ausgedrückt in Gewichtsprozenten des feuchten Materials, von Probe zu Probe verschieden beeinflusst, im Durchschnitt etwas verkleinert; die einschlägigen Mittelzahlen betragen 23,1 gegen 21,9 vom Hundert.

3. Auf entsprechende Weise wirkt die durch das Betreten hervorgerufene Dichtung der Struktur etwas auf die *Wasserkapazität* der Waldböden ein; sie sank im Durchschnitt von 47,2 auf 46,0 vom Hundert des Volumens.

4. Ebenso wird das *Einsickern des Wassers* in den gedichteten Waldböden bedeutend erschwert, so dass durchschnittlich die 5½fache Zeit zum Einsickern von einem Liter Wasser benötigt wird und umgekehrt die Menge des in einer Stunde in 100 cm^2 nicht betretener Bodenfläche einsickernden Wassers durchschnittlich das reichlich 60-fache ausmacht.

5. Die Grösse der *Luftkapazität* der untersuchten Waldböden, ausgedrückt in Volumprozenten, wird durch das häufige Betreten bedeutend vermindert. Während die nicht gedichteten Waldböden eine mittlere Luftkapazität von 14,1 % aufwiesen, sank sie bei den betretenen Böden auf 6,4 %. Wie aus den bakteriologischen Untersuchungsergebnissen hervorgeht, genügt diese Reduktion schon, um eine unverkennbare Begünstigung der luftscheuen Arten herbeizuführen.

Das Dichten des Waldbodens, wie es durch das öftere Betreten zustande kommt und die damit verknüpften Veränderungen der physikalischen Bodeneigenschaften, wirken sich auf die einzelnen zur Prüfung herangezogenen Gruppen von *Bodenbakterien* in recht verschiedener Weise aus.

6. Der Gehalt an *Bakterien,* die mittels *Gusskulturen von Nährgelatine* nachgewiesen werden können und der im Mittel sämtlicher 20 Waldböden 11,24 Millionen im Gramm feuchten Materiales betrug, zeigte stets Unterschiede zugunsten der nicht betretenen Böden; so betrug der mittlere Gehalt der nicht gedichteten Bodenproben 14,9, der gedichteten 7,58 Millionen gelatinewüchsige Spaltpilze.

7. Beim Nachweis der auf *Gusskulturen von Nähragar* wachsenden *Bakterien* fiel auf, dass ihre Menge stets bescheidener war als die der gelatinewüchsigen; die Durchschnittsmenge betrug 4,40 Millionen. Doch fanden sich ebenfalls in den nicht betretenen Böden wesentlich grössere Mengen vor; im Durchschnitt 5,58 Millionen gegen 3,22 Millionen im Gramm festgetretenen, feuchten Materiales.

8. Im Gegensatz hierzu erwiesen sich die festgetretenen Waldböden als wesentlich reicher an *Bakterienarten,* die in *Zuckeragar hoher Schichtkultur* zur Entwicklung gelangen und die entweder bei Luftabschluss gedeihen können oder aber nur bei Sauerstoffabschluss wachsen. Die gedichteten Bodenproben enthielten durchschnittlich 11,15 Millionen, die nicht betretenen Böden nur 4,81 Millionen luftscheue Mikroorganismen im Gramm feuchten Materiales.

9. Bei Berücksichtigung des quantitativen Vorkommens einiger leicht erkennbarer *Bakterienarten* liess sich feststellen, dass durch das Betreten oder Nichtbetreten der Waldböden nicht nur ein Einfluss auf die *Menge,* sondern ebensosehr auf die *Art* der vorkommenden Spaltpilze ausgeübt werden kann. Wir konnten ein ausgesprochenes Begünstigen der peptonisierenden Bakterienarten durch das Nichtbetreten feststellen.

10. Folgende *Bakteriengruppen* wurden durch das Dichten des Waldbodens gefördert :

a) *Die denitrifizierenden* oder *salpeterzerstörenden Spaltpilze,* deren mittlerer Gehalt von 2700 auf 7300 im Gramm feuchten Bodens anstieg.

b) Die *anaeroben Buttersäurebazillen* mit Erhöhung des Durchschnittsgehaltes von 2260 auf 21.520.

c) Die *luftscheuen Eiweisszersetzer* vom Typus des *Bacillus putrificus verrucosus* Zeissler, deren Mittelzahl von 400 auf 2300 anwuchs.

d) Der *Bacillus amylobacter* Bred., als anaerobe stickstoffixierende Spaltpilzspezies, deren Vertreterzahl sich von 460 auf 1630 hob.

11. Die luftbedürftigen *nitrifizierenden* oder *salpeterbildenden Bakterien* und die aeroben stickstoffixierenden Spaltpilze der Gruppe des *Azotobacter chroococcum* Beij. dagegen erfuhren in ihrem Vorkommen durch das Betreten der Waldböden eine Beeinträchtigung. So konnte bei den Nitrifizierenden in 6 von 10 Fällen eine Reduktion ihrer Menge durch das Dichten festgestellt werden, während beim Azotobacter chroococcum bei den nicht betretenen Böden von 10 Proben 9 eine Durchschnittsmenge von 16 Zellen, die gedichteten dagegen von 10 Proben nur 5 die durchschnittliche Zahl von 3 Zellen im Gramm feuchten Materials nachweisen liessen.

12. Das Betreten scheint keinen Einfluss auszuüben auf das Gedeihen der *harnstoffvergärenden,* der *pektinstoffzersetzenden* und der bei Luftabschluss *zellulosezerstörenden Bakterienarten* ausüben zu können.

MITTEILUNGEN

† Forstmeister Conrad Tuchschmid.

Im « Haus auf dem Albis » starb am 29. April an einem Herzschlag der frühere Stadtforstmeister von Zürich — Conrad Tuchschmid-Escher — in seinem 61. Lebensjahr. Er wurde am 22. Juni 1876 in Eisenach als einziges Kind seiner Eltern geboren, wo sein Vater Chemieprofessor war. Wenige Jahre nachher siedelte die Familie in die Schweiz über.

Nach Absolvierung seiner Fachstudien — in Zürich und München — machte er seine Lehrpraxis in Bulle bei Kreisoberförster Barras und kam dann zu weiterer praktischer Ausbildung in den Sihlwald zu Stadtforstmeister Ulrich Meister.

Im Jahre 1904 rückte er dort zum Adjunkten vor und nach dem Rücktritt seines Lehrherrn und Vorgesetzten — im Jahre 1914 — zu dessen Nachfolger für die gesamten stadtzürcherischen Waldungen im Sihlwald, am Uetliberg, Adlisberg, Zürichberg, Käferberg und der « Wildgartenstiftung Langenberg » mit einer Gesamtwaldfläche von 1761 Hektaren.

In den letztverflossenen fünf Jahrzehnten wurden die Waldungen