Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss foresty journal =

Journal forestier suisse

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 81 (1930)

Heft: 11

Artikel: Die Bakterienflora eines Fichtenwaldbodens im Laufe eines Jahres

Autor: Düggeli, M.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-768414

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: 16.10.2025

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

Die Bakterienflora eines Sichtenwaldbodens im Caufe eines Jahres.

Von Prof. Dr. M. Düggeli, E. T. H., Zürich.

Kür die Entwicklung der Waldbestände spielen der Stickstoffvorrat und das Kohlendioryd-Produktionsvermögen des Waldbodens eine bedeutungsvolle physiologische Rolle. Wie die Untersuchungen von Fehér gezeigt haben, besteht zwischen dem Kohlendiorydgehalt der Waldluft und der Mikroorganismenwelt des Waldbodens eine Relation, indem der überwiegende Teil des durch die Assimilation der Bäume verbrauchten Kohlendioryds durch die Tätigkeit der Lebewelt des Bodens und insbesondere der Bodenbakterien ersett wird. Der genannte Forscher wies nach, daß das Maximum und das Minimum der Bodenatmungskurve mit den entsprechenden Größen der Gesamtbakterienzahl fast vollkommen zusam= menfällt. Im Winter, namentlich in den Monaten Dezember und Januar, erreicht die Produktion an dem für den Assimilationsvorgang unentbehrlichen Kohlendioryd durch den Boden die niedersten Werte und wird dann beinahe stillgelegt, wenn die Bodentemperatur unter 0 Grad sinkt, da einerseits die Tätigkeit der zwar noch ziemlich reichen Bakterienflora infolge der niedrigen Wärmegrade erheblich eingeschränkt, und anderseits das Entweichen des noch gebildeten Kohlendioryds infolge des Gefrierens des Wassers in den Kapillaren des Bodens physi= falisch verunmöglicht wird.

Während zwischen der Bakterienmenge eines Bodens und der von ihm produzierten Kohlendiorydquantität ein kausaler Zusammenhang besteht, so ist dies hinsichtlich des Stickstoffvorrates und der sich am Kreis-lauf des Stickstoffes energisch beteiligenden Bakteriengruppen eines Wald-bodens keineswegs der Fall.² Wohl ist der maximale Wert des Gehaltes eines Waldbodens an Gesamtstickstoff begleitet von höchsten Bakterien-mengen, aber es läßt sich kein ausgeprägter Zusammenhang zwischen den Mengen der nitriszierenden oder salpeterbildenden, den Stickstoff sixie-renden oder Stickstoff sammelnden Bakterien und dem Gehalt des Bodens an Nitrat bzw. an Gesamtstickstoff erkennen.

Da unsere Kenntnisse über die durch Bakterien ausgelösten Vorgänge im Waldboden noch recht spärliche sind, so daß jeder Beitrag willkom= men erscheint, sei im folgenden kurz über die Ergebnisse berichtet, die

¹ Fehér, D.: Untersuchungen über die Kohlenstoffscrnährung des Walsdes. Verhandl. d. internat. Kongresses sorstl. Versuchsanstalten. Stockholm 1929 (S. 546—556).

 $^{^2}$ Vgl. Fehér, D.: Untersuchungen über den N_2 -Stoffwechsel des Waldbodens. Verhandl. d. internat. Kongresses forstl. Versuchsanstalten. Stockholm 1929 (S. 569-576).

bei der bakteriologischen Untersuchung eines Fichtenwaldbodens während Jahresfrist erhalten wurden.

Der aus 2—15 cm Tiefe entnommene Boden stammte aus einem ungefähr 40jährigen, dichten Fichtenbestand von Dreiwiesen auf dem Zürichberg bei Zürich; er durste als gelbbrauner, humushaltiger, tonreicher, kalkfreier Lehm bezeichnet werden, der von zahlreichen Fichtenswurzeln durchsetzt war. Bei der Prüfung mittels der SchlämmsMethode von Pope ch wurden die verschiedenen Korngrößen in folgenden Geswichtsprozenten sestgestellt: Fraktion $1 (< 0_{01} \text{ mm } \emptyset)$ $43_{0}\%$, Fraktion $2 (0_{01}-0_{05} \text{ mm } \emptyset)$ $22_{0}\%$, Fraktion $3 (0_{05}-0_{01} \text{ mm } \emptyset)$ $12_{0}\%$, Fraktion $4 (0_{01}-2 \text{ mm } \emptyset)$ $16_{00}\%$, Fraktion $3 (0_{00}-0_{01} \text{ mm } \emptyset)$ $12_{00}\%$, Fraktion, nach der Hasenbäumerschen Methode bestimmt, erwies sich als stark sauer und ergab bei einer spätern Nachprüfung den pH-Wert $5_{00}\%$. Rohlensauer Kalk ließ sich keiner seststellen, dagegen war ein Humussgehalt von $4_{00}\%$ nachweißbar.

Eine Bodendecke aus lebenden Pflanzen war nicht vorhanden, nur an den Stämmen befanden sich kümmerliche Anflüge von Algen und am Grunde wenige Moose. Das spärliche Licht und die saure Bodenreaktion dürften das Aufkommen einer geschlossenen Vegetationsdecke verhindert haben.

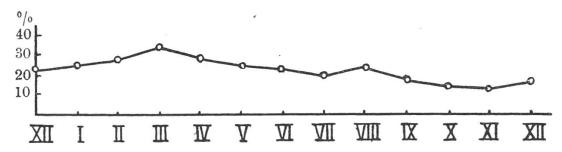
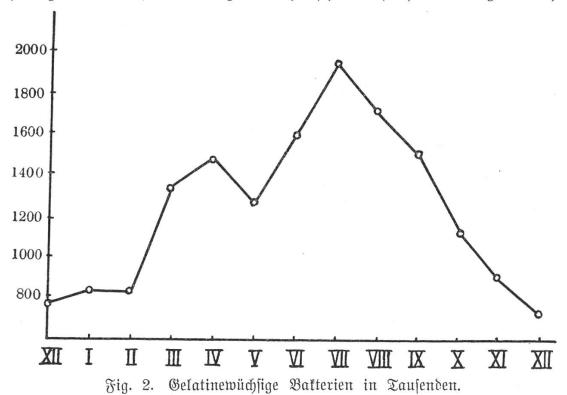


Fig. 1. Graphische Darstellung des Wassergehaltes der untersuchten Bodenproben vom Dezember 1922 bis Dezember 1923.

Die Menge der nachweisbaren Bakterien wurde monatlich einmal bestimmt, entweder am Ende eines Monats oder gleich zu Beginn des solgenden, so daß ungefähr vierwöchentliche Intervalle zwischen den einzelnen Untersuchungsdaten liegen. Um Zufälligkeiten in der bakteriologischen Zusammensetzung des Bodens nach Möglichkeit aus dem Wege zu gehen, wurden 10 g des zu untersuchenden Materials für die Prüfung herangezogen. Die Untersuchungen begannen im Dezember 1922 und wurden im Dezember 1923 beendigt, erstreckten sich also über 13 Monate.

Um die Bakterienflora des Fichtenwaldbodens möglichst weitgehend erfassen zu können, bediente ich mich bei der bakteriologischen Untersuschung der Kombination des Verdünnungsverfahrens mit der elektiven Aultur. Da ich das dabei in Betracht fallende Vorgehen im Jahrgang 1923 dieser Zeitschrift beschrieb, is sei hier zur kurzen Charakterisierung des Vorganges nur auf folgendes hingewiesen.

Beim Verdünnung sverfahren, das in der Bakteriologie zur Bestimmung der Keimmengen in den zu untersuchenden Stoffen oft Verwendung findet, wird ein bestimmtes Quantum der zu prüfenden Subsstanz, in unserem Falle 5—10 g Boden, abgewogen und mit einer bestimmten Menge sterilisierten Wassers durch Schütteln oder Zerreiben solange bearbeitet, bis eine gut durchmische Suspension vorliegt. Durch

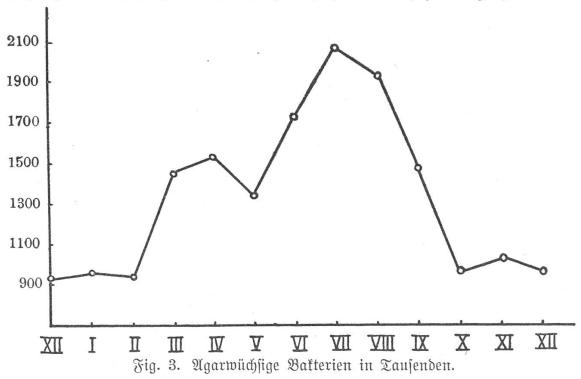


Berdünnung dieser Erdausschwemmung mit bestimmten Mengen steriken Wassers erhält man im Kubikzentimeter Suspension dezimal abgestufte Erdmengen (z. B. 0,01, 0,001, 0,0001 usw. Gramm Boden), die in passende Nährsubstrate gebracht werden können, z. B. in Nährgelatine, Nähragar, Zuckeragar usw. Der einzelne mit der Erdausschwemmung ausgesäte Keim bildet, sosern ihm passende Lebensbedingungen geboten werden, nach einigen Tagen auf oder im Nährsubstrat eine Kolonie. Aus der Zahl und der Art der angegangenen Kolonien können wir Kückschlüsse ziehen auf die Zahl und die Art der Bakterien in der eingesäten Erdmenge. Auf diese Weise werden die später angesührten Keimmengen, die als "auf Gelatineplatten oder Gelatinegustulturen wachsend", "auf Agarplatten

¹ Bgl. Düggeli, M.: Die Batterien des Waldbodens.

gedeihend", und "in Zuckeragar hoher Schicht Kultur nachweisbar" bezeichnet werden, festgestellt.

Das Prinzip der elektiven Kultur besteht darin, daß in einem bunten Bakteriengemisch, wie es der Erdboden enthält, entweder eine einzige Spezies oder doch nur wenige Bakterienarten von ähnlicher phhsiologischer Tätigkeit nachgewiesen werden. Es gelingt dies durch die Anwendung solcher Züchtungsbedingungen, welche die gewünschte Spezies in dem Maße begünstigen und bevorzugen, wie die andern unerwünschen begleitenden Arten benachteiligt werden. Dadurch wird die eine nachzuweisende Art dominierend und vollführt vielfach charakteristische Umssehungen. Auf solchen Anhäufungsversuchen baut sich ein großer Teil



unserer Kenntnisse über die im Boden vorkommenden und in charakteristischer Weise tätigen Arten von Mikroorganismen auf.

Diese von mir ausgearbeitete und schon oft verwendete bakteriolosgische Untersuchungsmethode gewährt hübsche Einblicke in das vielseitige Bakterienleben unserer Böden. Wir werden uns von vorneherein darüber klar sein, daß die Bakterienslora eines Bodens sehr artenreich ist, da eine Unsumme von Zersehungs= und Umsehungsprozessen ausgelöst werden muß und die Lebensbedingungen innerhalb Jahresfrist starken Beränsberungen unterworfen sind. Durch diese Methode wird der zu unterssuchende Boden geprüft auf das Vorkommen von Gelatine= und Agarsplatten=, sowie in Zuckeragar hoher Schicht Kultur=wüchsiger Keime, auf die Anwesenheit von Harnstoffvergärern, Denitrisizierenden, Pektinver=gärern, Buttersäurebazillen, anaeroben Eiweiß= und Zellulosezersehern,

Stickstoffizierenden und Nitrifizierenden. Durch das Impfen der außlesend wirkenden Nährsubstrate mit geeignet erscheinenden Mengen von Bodensuspension werden Anhaltspunkte über die Menge der vorhandenen, spezifisch arbeitenden Bakterien gewonnen.

Die mit dieser Methode erzielten Resultate sind Minimalzahlen in dem Sinne, als sie angeben: Es ließen sich im Gramm seuchter Erde mindestens so viele Zellen jener spezifisch arbeitenden Bakterienart feststellen, als die angesührte Zahl mitteilt. Wenn beispielsweise in die

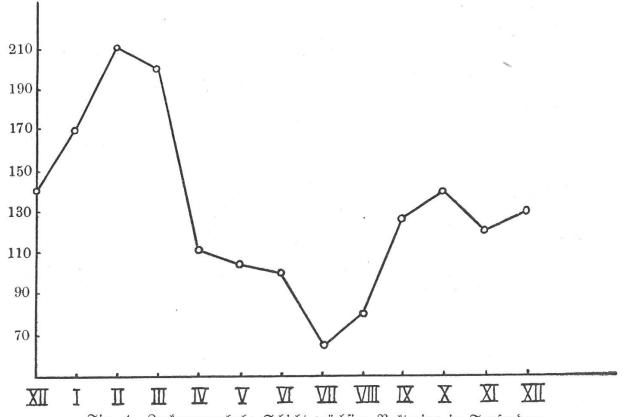


Fig. 4. Zuderagar hohe Schicht wüchsige Bakterien in Tausenden.

Rubrik der Pektinvergärer die Zahl 10.000 eingetragen ist, so soll das heißen: In der Erdausschwemmung, die 0,0001 g seuchte Erde enthielt, ließen sich noch Pektinvergärer nachweisen, nicht aber mehr in der dezismal abgestuft folgenden Menge von 0,00001 g Erde. Wir könnten deshalb auch bemerken: Je Gramm seuchte Erde waren seststellbar 10.000, aber weniger als 100.000 Pektinstoffe zersehende Bakterien.

Ein großer Teil, wenn nicht die erdrückende Mehrzahl der mittels der elektiven Kultur nachweisbaren spezisisch arbeitenden Bakteriengrups pen des Bodens gedeihen in den ebenfalls angelegten Gußkulturen von Nährgelatine und Nähragar, sowie in den hohen Schichtkulturen von Zuckeragar nicht und müßten zum Feststellen der Gesamtkeimzahl des Bodens zu jenen Resultaten zugezählt werden. Eine Ausnahme hiervon machen, da sie auf den erwähnten Kulturarten auch gedeihen, einige

Bakkeriengehalt im Gramm feuchter Fichtenwalderde vom Dezember 1922 bis Juni 1923. Albersicht 1.

Bassergehalt — Bakteriengruppen
Wassergehalt in Prozenten der feuchten Erde
920.000

Aakteriengehalt im Gramm feuchter Fichtenwalderde vom Juli bis Dezember 1923.

				AND DESCRIPTION OF THE PROPERTY OF THE PROPERT			
Wassergehalt — Bakteriengruppen	Suli 1923	Auguft 1923	September 1923	Oftober 1923	November 1923	Dezember 1923	Monatliches Mittel des Iahres 1923
Wassergehalt in Prozenten der							
feuchten Erde	20,2	23,4	19,7	16.3	14.8	17.9	9.66
Auf Gelatine-Gußkulturen wachsende				2	2/1	61.7	21
Bakterien	1.930.000	1.720.000	1.930.000 1.720.000 1.510.000 1.130.000	1.130.000	910.000	740.000	740.000 1.276.700
Auf Agar-Gußkulturen gedeihende			983				
Spaltpilze	2.080.000	2.080.000 1.930.000 1.480.000	1.480.000	970,000	970.000 1.030.000	970 000	970 000 1 871 000
In Buckeragar hoher Schicht wach-	r						00001001
sende Reime	65.000	79.000	125.000	140.000	120.000	130.000	124.500
Harnstoffbergärer	100.000	100.000	10.000	100.000	10.000	10.000	55.000
Denitrifizierende Bakterien	1.000	1.000	1.000	100	100	10	377
Beklinbergärer	1.000.000	1.000.000	100.000	1.000	100	100	284.350
Anaerobe Buttersäurebazillen.	1.000	10.000	10.000	100.000	10.000	10.000	13.675
Anaerobe Eiweißzerseher	100	100	1.000	10.000	10.000	100	1.975
Anaerobe Zellulofenvergärer	10	10	10	6			, rc
Aerobe stickstoffbindende Bakterien .	0,2	0,2	1	۱ —	10		0,0
Anaerobe stickfossbindende Bakterien	10.000	10.000	1 000	1 000	100	100	0,170
Witniffinionansa Euchthiles			200	7.000	700	100	001.6
	100	27	2	1		1	25,7
	_						

Harnstoffvergärer, Denitrifizierende, Pektinvergärer, Buttersäurebakterien und anaerobe Eiweißzerseher. Es ist oft für den eingearbeiteten Unterssuchenden nicht leicht, zu entscheiden, welche unter den mittels elektiver Kultur nachgewiesenen Arten schon auf den Plattens und in den hohen Schicht Kulturen festgestellt worden sind und welche Spezies für die elektive Kultur als neu bezeichnet werden müssen.

Es ist auch darauf aufmerksam zu machen, daß ein und dieselbe Spezies bei der Prüfung auf verschiedene Gruppen von Bodenbakterien mit Hilse der elektiven Kultur in mehreren der verwendeten Nährsubsstanzen zur Entwicklung kommen kann, ein Umstand, der bei der Beursteilung der Resultate berücksichtigt werden muß. So vermag beispielsweise der Bacillus amylodacter Bredemann in anaerob verschlossener Milch, in der Nährlösung für anaerobe, stickstoffizierende Bakterien und in manchen Fällen auch im Nährsubstrat für die Pektinvergärer Wachstum und Zersetung zu entsalten.

Die Kombination der Verdünnungsmethode mit der elektiven Kulstur erlaubt, in einem Boden sowohl die Arten wie die annähernden Mengen der bekannten, ihn bewohnenden Spaltpilze festzustellen. Die Resultate werden um so zuverlässigere sein, eine je größere Zahl elektiv wirkender Nährsubstrate wir anwenden und dabei bestrebt sind, durch mehrere parallele Kontrolluntersuchungen Zufälligkeiten möglichst auszusschalten. Durch die chemische Untersuchung der angegangenen Kulturen lassen sich außerdem Anhaltspunkte über die Leistungsfähigkeit der Bodenbewohner gewinnen. Dieser Umstand ist für die Wirksamkeit der im Boden vorhandenen Mikroorganismen bedeutungsvoll, da ersahrungssemäß diese Leistungsfähigkeit ganz bedeutenden Schwankungen untersworfen ist.

Die mit dieser Untersuchungsmethodik in der Fichtenwalderde erhalstenen Prüfungsergebnisse sind in den Uebersichten 1 und 2 zusammensgefaßt und der Wassergehalt der Erdproben, sowie die Mengen der gelatinewüchsigen, der agarwüchsigen und der in Zuckeragar hoher Schicht Kultur wachsenden Bakterien in den Figuren 1, 2, 3 und 4 graphisch dargestellt.

(Siehe die Uebersichten 1 und 2 und die Figuren 1-4.)

Aus den Untersuchungsbefunden geht in Uebereinstimmung mit den Beobachtungen von Feher hervor, daß die Menge der gelatine= und agarwüchsigen Keime innert Jahresfrist eine erste Zunahme im Frühling (April) und das maximale Ansteigen im Sommer (Juli) ausweist. Dasgegen ersuhr die Zahl der in der Zuckeragar hohen Schicht Kultur wachssenden Spaltpilze ihre bedeutendste Förderung im Februar und eine zweite, nicht mehr so starte Zunahme im Oktober, während im Juli der Tiefstand erreicht wurde. Die Mengen der Harnstofsvergärer, der Denistriszierenden, der Pektinvergärer, der anaeroben Buttersäurebazillen,

der anaeroben Eiweißzersetzer, der anaeroben Zellulosenvergärer, der aeroben und der anaeroben stickstoffbindenden Bakterien, sowie der nitrissierenden Spaltpilze zeigen im Verlaufe des Jahres ebenfalls Schwanstungen, die im Juli einen Höchststand, im Winter aber bescheidenste Zahslen zu verzeichnen haben.

Verglichen mit landwirtschaftlich benutten Böden, namentlich mit gut bearbeiteten und intensiv gedüngten Garten= und Ackerböden, ist die Bodenmikroslora des untersuchten Fichtenbestandes als eine zahlenmäßig bescheidene, aber im Buntsein ihrer Zusammensetzung immerhin bemer= kenswert vielseitige zu bezeichnen.

Einiges über die für die Verbreitung der Rotbuche maßgebenden Standortsfaktoren.

(Auf Grund von Untersuchungen über die Berbreitung in Desterreich.) Von Prof. Dr. L. Tschermak.

In der "Schweizerischen Zeitschrift für Forstwesen", 1930, S. 152 bis 155, hat Prof. Schädelin meine Beröffentlichung "Die Bersbreitung der Kotbuche in Desterreich", 41. Heft der "Mitteilungen aus dem forstlichen Bersuchswesen Desterreichs", Wien, 1929, einer freundslichen Besprechung unterzogen. Einigen Anregungen und Bemerkungen, die in dieser Besprechung geäußert wurden, verdankt die folgende kleine Abhandlung ihre Entstehung.

In der Prazis und Wissenschaft war bis nun die Meinung verbreitet, daß die Buche als kalkholde Pflanze in den Zentralalpen hauptsächlich nur dort vorkomme, wo das Grundgestein größeren Kalkgehalt ausweise. In Wirklichkeit verhält es sich so, daß die Buche nur in Lagen kühleren Klimas, im Grenzgebiete ihres Vorkommens, die steinigen, gut dränierten, warmen Vöden, also auch Kalkböden, aussucht; im Ineren ihres Verbreitungsgebietes aber genügt für ihr Vorkommen, und zwar auch für sehr gute Vonitäten, auch ein mäßiger oder selbst ein geeringer Kalkgehalt bei sonst gutem Voden, auch wenn dieser aus kalkarmen silikatischen Gesteinen hervorgegangen ist.

Ein zweiter Zusammenhang des Buchenvorkommens mit dem Kalksgehalt kann sich insofern ergeben, als auf Böden, die wegen zu geringen Nährstoffgehaltes der Buche nicht zusagen, Kalkmangel als Weiser für Nährstoffarmut mit dem Fehlen der Buche parallel gehen kann. Beispiele hierfür bieten u. a. die Forste des Weilhardt im welligen Alpensvorland Oberösterreichs (südwestlich von Braunau am Inn): Die zumeist quarzreichen kalkarmen Schotter im Gebiete der Endmoräne des Salzachs