

**Zeitschrift:** Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse  
**Herausgeber:** Schweizerischer Forstverein  
**Band:** 82 (1931)  
**Heft:** 4

**Artikel:** Die Bakterienflora eines Buchenwaldbodens in den verschiedenen Jahreszeiten  
**Autor:** Duggeli, M.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-764852>

### **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:** 16.01.2026

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

Die grundsätzliche Errungenschaft von der die Freie Durchforstung lebt, ist

1. Die Einsicht, daß die gegenüber der Massenerzeugung vernachlässigte Werterzeugung heute der wichtigere Faktor des Wirtschaftserfolges ist, und
2. die daraus gezogene Folgerung: erhöhte Werterzeugung kann nur auf dem Wege einer die gute Schaftform frühzeitig erkennenden und fördernden Hochdurchforstung erzielt werden.

Was Heck in seinem Durchforstungsverfahren alles aus diesen Grundgedanken her ausübend erfahren, entwickelt und durch Jahrzehnteforschend erhärtet hat, das hat er zwar in seinem „Handbuch“ recht ungeschickt dargestellt. Dies ändert jedoch nichts an der Tatsache, daß die ausübende Praxis in der Freien Durchforstung endlich ein aus Deutschland stammendes Durchforstungsverfahren hat, das ins Schwarze trifft. Die Lehre von der Durchforstung sodann bekommt damit ihren Küchenvorrat aufgefüllt. Und endlich die strenge Wissenschaft? Sie mag sich sputen auf ihrer unabsehbaren Rutschbahn, daß sie noch in Schweite bleibt. Schädelin.

---

## Die Bakterienflora eines Buchenwaldbodens in den verschiedenen Jahreszeiten.

Von Prof. Dr. M. Duggeli, E. T. S., Zürich.

In Heft 11, Jahrgang 81, dieser Zeitschrift, konnte der Verfasser<sup>1</sup> an Hand seiner Untersuchungen über die Bakterienflora eines Fichtenwaldbodens feststellen, daß die Menge der mittels Gußkulturen von Nährgelatine und Nähragar nachweisbaren Bakterien innert Jahresfrist eine erste Zunahme im Frühling (April) und das maximale Ansteigen im Sommer (Juli) aufwies. Dagegen erfuhr die Zahl der in der Zuckeragar hohen Schicht Kultur wachsenden Spaltpilze ihre bedeutsamste Förderung im Februar und eine zweite, nicht mehr so starke Zunahme im Oktober, während im Juli der Tiefstand erreicht wurde. Die Mengen der Harnstoffvergärer, der Denitrifizierenden, der Pektinvergärer, der anaeroben Buttersäurebazillen, der anaeroben Eiweißzerseher, der anaeroben Zellulosenvergärer, der aeroben und anaeroben stickstoffbindenden Bakterien, sowie der nitrifizierenden Spaltpilze zeigten im Verlaufe des Jahres ebenfalls Schwankungen, die im Juli einen Höchststand, im Winter aber bescheidenste Zahlen zu verzeichnen hatten. Verglichen mit landwirtschaftlich

---

<sup>1</sup> Vgl. Duggeli, M.: Die Bakterienflora eines Fichtenwaldbodens im Laufe des Jahres (S. 357—365).

benutzten Böden, namentlich mit gut bearbeiteten und intensiv gedüngten Garten- und Ackerböden mußte die Bodenmikroflora des untersuchten Fichtenbestandes als eine zahlenmäßig bescheidene, aber im Buntsein ihrer Zusammensetzung immerhin bemerkenswert vielseitige bezeichnet werden.

Im folgenden sei ein weiterer Beitrag an unsere Kenntnisse über die durch Bakterien im Waldboden ausgelösten Vorgänge geliefert, indem kurz über die Ergebnisse berichtet wird, die bei der bakteriologischen Untersuchung eines Buchenwaldbodens während Jahresfrist erhalten wurden. Es ist interessant, die dabei erzielten Befunde mit denen des Nadelwaldbodens zu vergleichen.

Der aus 2–15 cm Tiefe entnommene Boden stammte aus einem ungefähr vierzigjährigen lichten Buchenbestand von Dreiwiesen auf dem Zürichberg bei Zürich; er durfte als gelber, humushaltiger, kalkfreier Tonboden bezeichnet werden, der von zahlreichen Pflanzenwurzeln durchsetzt war. Vereinzelte Exemplare von Bergahorn und Hainbuche mischten sich bei. Bei der Untersuchung mittels der Schlämmethode von R o p e c k y wurden die verschiedenen Korngrößen mit folgenden Gewichtsprozenten festgestellt: Fraktion 1 ( $< 0,01$  mm  $\phi$ ) 50,9 %, Fraktion 2 ( $0,01$ – $0,05$  mm  $\phi$ ) 23,4 %, Fraktion 3 ( $0,05$ – $0,1$  mm  $\phi$ ) 9,5 %, Fraktion 4 ( $0,1$ – $2$  mm  $\phi$ ) 11,9 % und Steine ( $> 2$  mm  $\phi$ ) 4,3 %. Die Reaktion, nach der S a s s e n b ä u m e r s c h e n Methode bestimmt, erwies sich als schwach sauer und ergab bei einer späteren Nachprüfung den pH-Wert 6,7. Kohlensäurer Kalk war keiner feststellbar; dagegen war ein Humusgehalt von 7,1 % nachzuweisen.

Die Stämme waren im Buchenwalde so licht gestellt, daß sich eine dichte lebende Bodendecke aus Seggen, Waldmeister, Buschwinde und Brombeeren bestehend, zu entwickeln vermochte.

Die Menge der durch die Kultur nachweisbaren Bakterien wurde monatlich einmal bestimmt, entweder am Ende oder gleich zu Beginn des folgenden Monats, so daß ungefähr vierwöchentliche Intervalle zwischen den einzelnen Untersuchungsdaten liegen. Um durch lokal angehäuften Pflanzen- und Tierreste oder sonstige Zufälligkeiten bedingten großen Unterschieden in der bakteriologischen Zusammensetzung des Bodens nach Möglichkeit aus dem Wege zu gehen, wurden 10 g des zu untersuchenden Bodens jeweils für die Prüfung herangezogen. Die Untersuchungen begannen, parallel mit denen des Fichtenwaldbodens, im Dezember 1922 und wurden im Dezember 1923 beendet, erstreckten sich also über 13 Monate.

Auch in diesem Falle wurde, wie bei der Fichtenwalderde, um die Bakterienflora des Buchenwaldbodens möglichst weitgehend erfassen zu können, die Kombination des Verdünnungsverfahrens mit der elektiven Kultur, über die im frühern Aufsatz das wichtigste mitgeteilt wurde, für die bakteriologische Untersuchung heran-

gezogen. Das Verdünnungsverfahren lieferte die später angeführten Keimzählungen, die als „auf Gelatine-Gußkulturen wachsend“, „auf Agar-Gußkulturen gedeihend“ und „in Zuckeragar hoher Schicht Kultur nachweisbar“ bezeichnet werden, während die elektive Kultur auf die Anwesenheit von Harnstoffvergärrern, Denitrifizierenden, Pektinvergärrern, Buttersäurebazillen, anaeroben Eiweiß- und Zellulosenzyme, Stickstofffixierenden und Nitrifizierenden prüfen ließ. Die mit dieser Methode erzielten Resultate sind Minimalzahlen in dem Sinne, als sie angeben: Es ließen sich im Gramm feuchter Erde mindestens so viele Zellen jener spezifisch arbeitenden Bakterienart feststellen, als die angeführte Zahl mitteilt. Wenn beispielsweise in die Rubrik der anaeroben Buttersäurebazillen die Zahl 1000 eingetragen ist, so heißt das: In der Erdaufschwemmung, die 0,001 g feuchte Erde enthielt, ließen sich noch Buttersäurebazillen nachweisen, nicht aber mehr in der dezimal abgestuft folgenden Menge von 0,0001 g Erde. Wir könnten deshalb auch bemerken: Im Gramm feuchter Erde waren feststellbar 1000, aber weniger als 10.000 Buttersäure produzierende Spaltpilze.

Die mittels der Kombination der Verdünnungsmethode mit der elektiven Kultur in der Buchenwalderde erhaltenen Prüfungsergebnisse sind in den Uebersichten 1 und 2 zusammengefaßt, während der Wassergehalt der Erdproben, sowie die Mengen der gelatinewüchsigen, der agarwüchsigen und der in Zuckeragar hoher Schicht Kultur gedeihenden Bakterien in den Figuren 1, 2, 3 und 4 graphisch dargestellt sind.

(Siehe die Uebersichten 1 und 2, sowie die Figuren 1—4.)

Aus den Untersuchungsbefunden geht hervor, daß die Menge der gelatinewüchsigen Keime innert Jahresfrist im Frühling (April) ein erstes Maximum aufwies, um nach unbedeutendem Zurückgehen im Juli die absolute Maximalzahl zu erreichen, obwohl auch noch im August nur eine schwache Abnahme festgestellt werden konnte. Ein erneutes Ansteigen der mittels Gußkulturen von Gelatine nachweisbaren Spaltpilze war im November konstatierbar, indem offenbar die durch den Laubfall der Erde zugeführte mehr oder weniger leicht zersehbare organische Substanz, trotz niedrigen Temperaturgraden, bessere Lebensbedingungen für die Mikroflora herbeiführte. Ähnliche Wachstumskurven bieten die agarwüchsigen Bakterien der Laubwalderde, die aber in ihrer durchschnittlichen Menge hinter den gelatinewüchsigen Keimen zurückblieben, obwohl ihre Zahl in mehreren Erdproben eine größere war. Dagegen zeigten die durch Gußkulturen von Nähragar feststellbaren Bakterien kein ausgesprochenes Frühlingmaximum, sondern ein mehr oder weniger ausgeglichenes Ansteigen der Keimmenge vom Februar bis zum Juli, während das Novembermaximum auch hier gut erkennbar ist. Die Menge der in Zuckeragar hoher Schicht Kultur sich entwickelnden Spaltpilze weist ein Minimum des Vorkommens im August und ein Maximum im

November auf. Die Mengen der Harnstoffvergärer, der Denitrifizierenden, der Pektinvergärer, der anaeroben Butter säurebazillen, der anaeroben Eiweißzerseher, der anaeroben Zellulosenvergärer, der aeroben und der anaeroben stickstoffbindenden Bakterien, sowie der nitrifizierenden Spaltpilze, zeigten in der Buchenwalderde im Verlaufe des Jahres ebenfalls Schwankungen, die im Sommer einen Höchststand, im Winter aber bescheidenste Zahlen zu verzeichnen hatten.

Vergleichen wir die bei der bakteriologischen Untersuchung der Laubwalderde erhaltenen Ergebnisse mit den bei der Prüfung des Fichtenwaldbodens gewonnenen Erkenntnissen, so seien folgende Momente hervorgehoben :

Der Buchenwaldboden ließ beinahe doppelt so viele gelatinewüchfige Spaltpilze nachweisen. Dem ausgesprochenen Maximum dieser Keimgruppe im Sommer (Juli) folgte ein nochmaliges Ansteigen im November, eine Erscheinung, die in der Nadelwalderde nicht beobachtet werden konnte. Während im Fichtenwaldboden die durchschnittliche mittelft Gußkulturen von Nähragar nachweisbare Keimmenge größer war als die der gelatinewüchfigen, ließ die Buchenwalderde das Umgekehrte erkennen. Ein Frühlingsmaximum an agarwüchfigen Keimen konnte in der Laubwalderde nicht beobachtet werden, doch wies der November ein starkes Ansteigen dieser Keimgruppe auf. Die Menge der in den hohen Schichtkulturen von Zuckeragar gedeihenden Spaltpilze war im Buchenwaldboden bescheidener und wies kein Maximum im Februar und Minimum im Juli, sondern vielmehr ein Maximum im November und das Minimum im August auf. Die spezifisch arbeitenden Spaltpilzgruppen der Harnstoffvergärer, Denitrifizierenden, Pektinvergärer, anaeroben Butter säurebazillen, Eiweißzerseher und Zellulosenvergärer, der aeroben Stickstofffixierenden und Nitrifizierenden, waren im Buchenwaldboden reichlicher vertreten als in der Fichtenwalderde, während die anaeroben Stickstofffixierenden ein umgekehrtes Verhalten aufwiesen.

Trotz seiner mikrobiologischen Ueberlegenheit gegenüber der Fichtenwalderde ist der untersuchte Buchenwaldboden, verglichen mit gut bearbeiteten und intensiv gedüngten landwirtschaftlich benutzten Böden, in seiner Mikroflora als zahlenmäßig stark zurücktretend, aber im Buntsein ihrer Zusammensetzung als bemerkenswert vielseitig zu bezeichnen.

---

Übersicht 1.  
Bakteriengehalt im Gramm feuchter Buchenwalderde vom Dezember 1922 bis Juni 1923.

Bakteriengruppen	Dezember 1922	Januar 1923	Februar 1923	März 1923	April 1923	Mai 1923	Juni 1923
Bakteriengehalt in Prozenten der feuchten Erde . . . . .	27,6	29,3	31,4	30,8	28,5	23,1	20,2
Auf Gelatine-Gußkulturen wachsende Bakterien . . . . .	1.740.000	1.930.000	1.820.000	2.360.000	2.750.000	2.610.000	2.980.000
Auf Agar-Gußkulturen gedeihende Spaltpilze . . . . .	1.530.000	1.980.000	1.730.000	2.070.000	2.420.000	2.560.000	3.090.000
In Zuckeragar hoher Schicht wachsende Keime . . . . .	83.000	65.000	69.000	54.000	46.000	59.000	52.000
Harnstoffvergärer . . . . .	10.000	10.000	10.000	10.000	100.000	100.000	1.000.000
Denitrifizierende Bakterien . . . . .	10	100	100	10	1.000	1.000	1.000
Bettinvergärer . . . . .	10.000	10.000	100.000	100.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000
Anaerobe Butteräurebazillen . . . . .	10.000	10.000	100.000	100.000	10.000	10.000	10.000
Anaerobe Eiweißzerseher . . . . .	100	100	1.000	1.000	10.000	10.000	10.000
Anaerobe Zellsulfofermenter . . . . .	10	10	10	100	100	1.000	1.000
Aerobe stickstoffbindende Bakterien . . . . .	100	100	10	100	100	100	100
Anaerobe stickstofffixierende Bakterien . . . . .	100	1.000	100	100	1.000	1.000	1.000
Nitrifizierende Spaltpilze . . . . .	2	10	10	100	100	100	100



Überzicht 2.  
Bakteriengehalt im Gramme feuchter Buchenwalderde vom Juli bis Dezember 1923.

Bakteriengruppen	Juli 1923	August 1923	September 1923	Oktober 1923	November 1923	Dezember 1923	Monatliches Mittel des Jahres 1923
Bakteriengehalt in Prozenten der feuchten Erde . . . . .	18,4	20,1	16,5	15,3	14,2	19,7	22,3
Auf Gelatine-Gußkulturen wachsende Bakterien . . . . .	3.570.000	3.410.000	1.960.000	1.890.000	2.030.000	1.820.000	2.427.500
Auf Agar-Gußkulturen gedeihende Spaltpilze . . . . .	3.440.000	3.280.000	2.130.000	1.600.000	2.340.000	1.510.000	2.345.800
In Zuckeragar hoher Schicht wach= sende Keime . . . . .	34.000	26.000	32.000	54.000	110.000	86.000	57.250
Harnstoffvergärer . . . . .	1.000.000	1.000.000	100.000	100.000	10.000	10.000	287.500
Denitrifizierende Bakterien . . . . .	1.000	1.000	100	100	100	100	467
Bettinvergärer . . . . .	1.000.000	1.000.000	1.000.000	100.000	1.000.000	100.000	617.500
Anaerobe Butter säurebazillen . . . . .	10.000	10.000	100.000	100.000	100.000	100.000	55.000
Anaerobe Eiweißzerseher . . . . .	10.000	1.000	1.000	1.000	10.000	100	4.600
Anaerobe Zellulosevergärer . . . . .	100	100	100	1.000	1.000	100	385
Aerobe stickstoffbindende Bakterien . . . . .	1.000	100	100	1.000	1.000	100	317
Anaerobe stickstofffixierende Bakterien . . . . .	10.000	100	100	1.000	10.000	1.000	2.200
Nitrifizierende Spaltpilze . . . . .	100	10	100	10	100	10	62,5

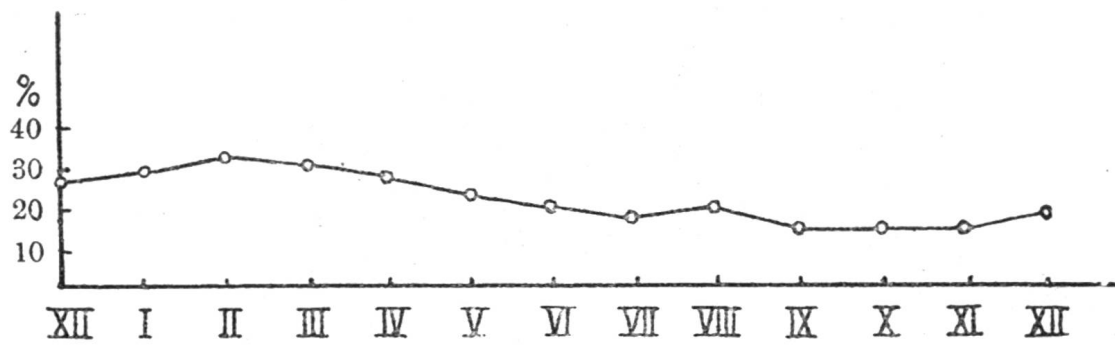


Fig. 1. Graphische Darstellung des Wassergehaltes der untersuchten Erdproben vom Dezember 1922 bis Dezember 1923.

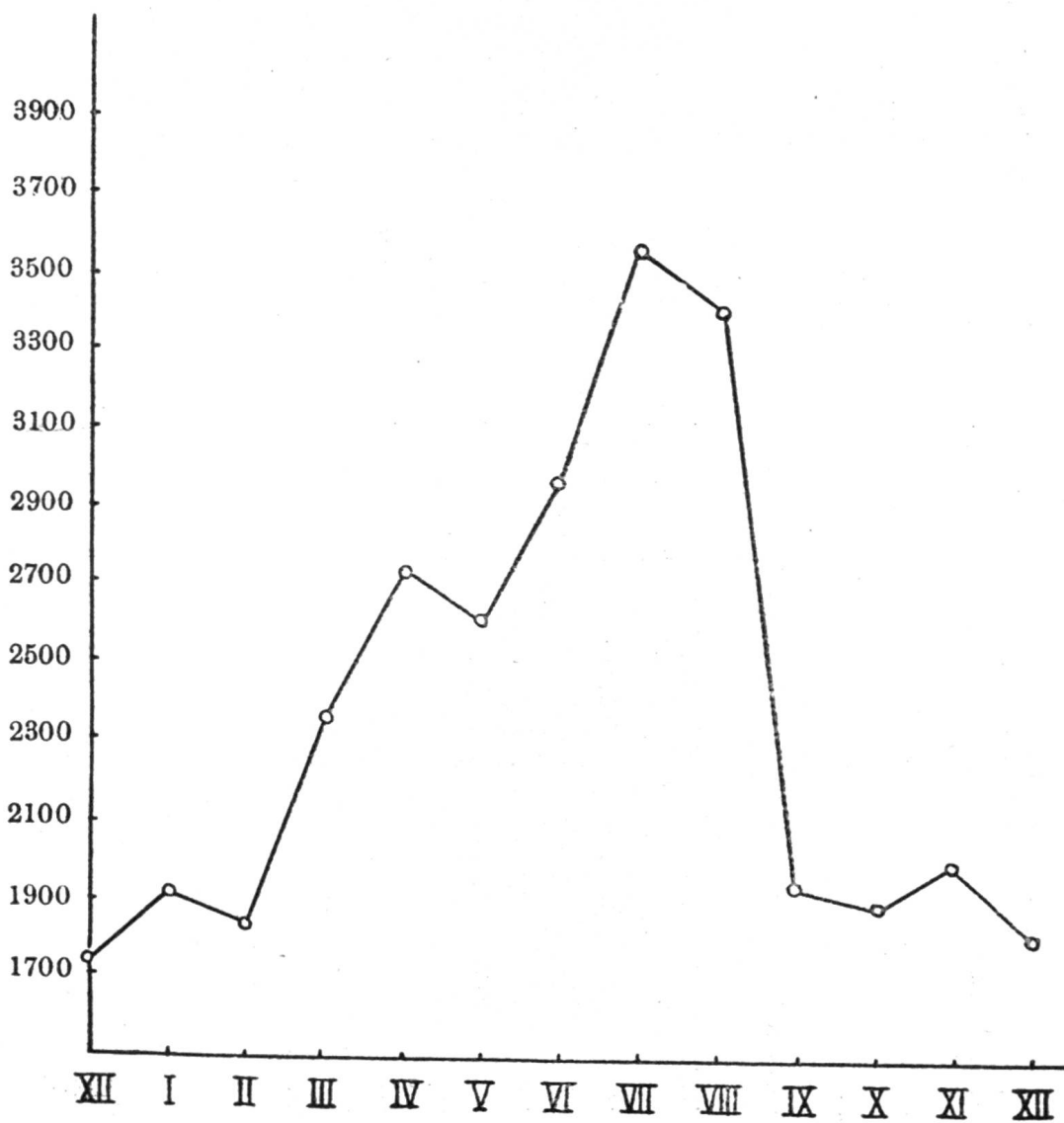


Fig. 2. Gelatinewüchsige Bakterien in Tausenden.



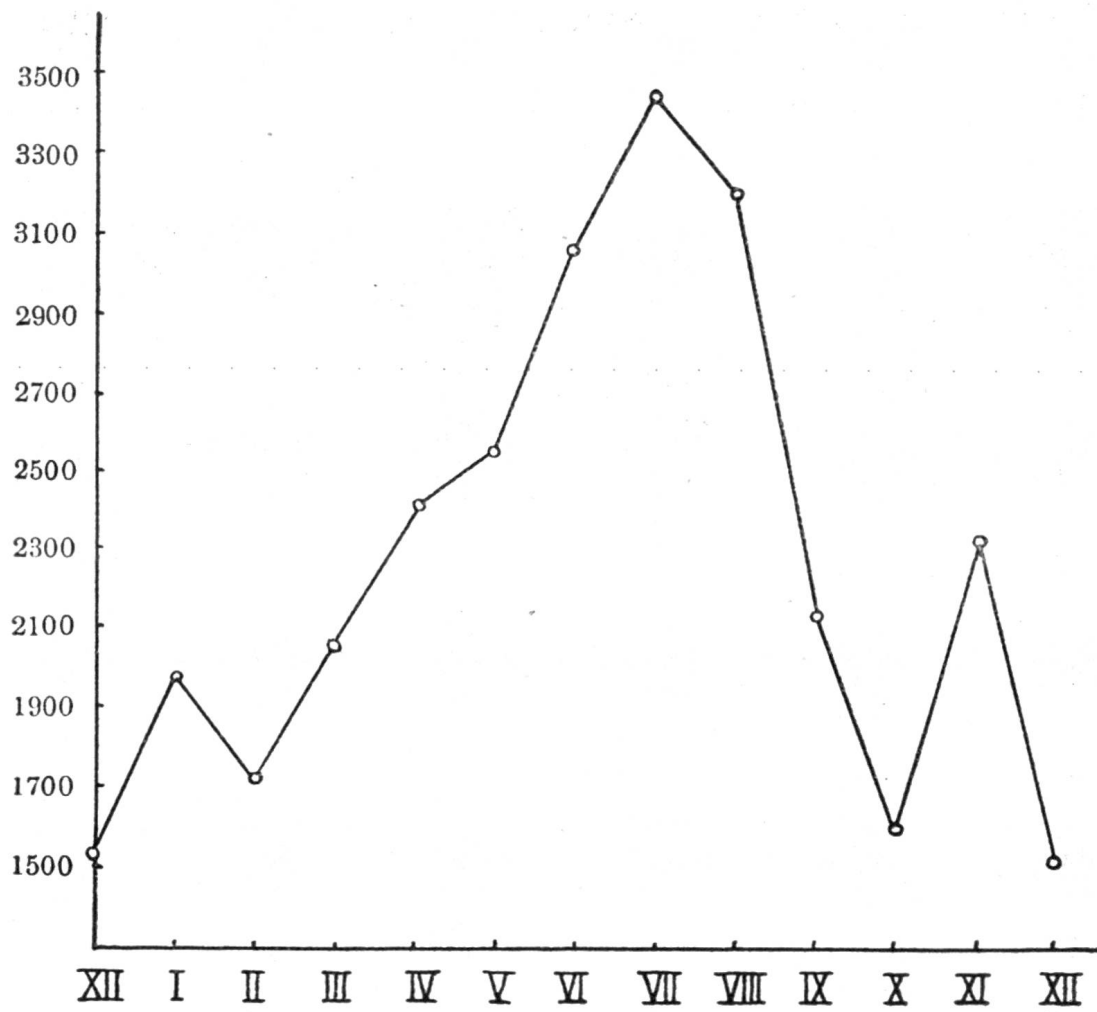


Fig. 3. Agarwüchfige Bakterien in Tausenden.

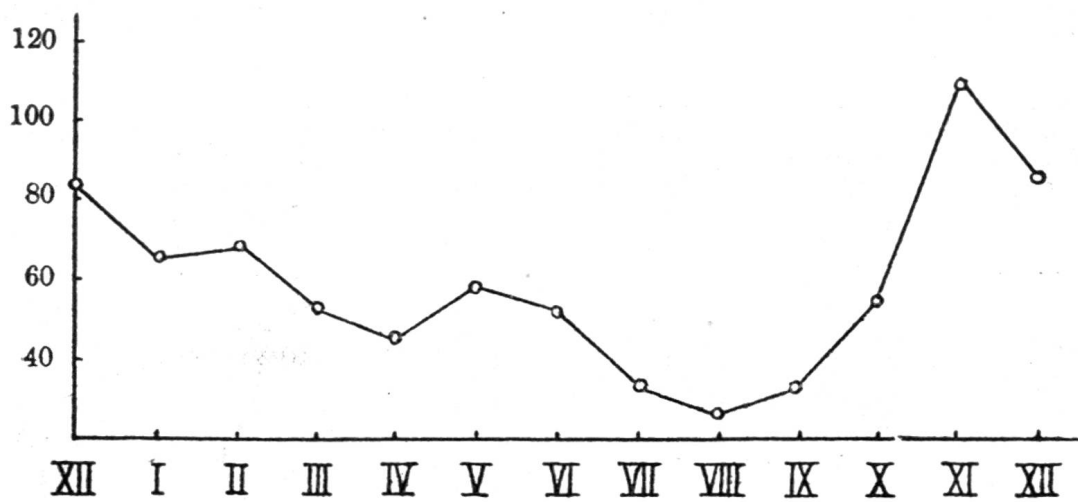


Fig. 4. Zuckeragar hohe Schicht wüchfige Bakterien in Tausenden.