Zeitschrift: Berichte der Schweizerischen Botanischen Gesellschaft = Bulletin de la Société Botanique Suisse

Herausgeber: Schweizerische Botanische Gesellschaft

Band: 53A (1943)

Artikel: Der Einfluss eines Düngungsversuches in Nante bei Airolo auf die Bakterienflora des Bodens

Autor: Düggeli, M.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-676342

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: 01.10.2025

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

Der Einfluß eines Düngungsversuches in Nante bei Airolo auf die Bakterienflora des Bodens.

Von *M. Düggeli.*

Aus dem Landwirtschaftlich-bakteriologischen Institut der Eidg. Techn. Hochschule in Zürich.

Eingegangen am 22. September 1942.

In der Bearbeitung, der verschiedenen ökonomischen Benutzung und insbesondere in der Düngung hat der Landwirt erfahrungsgemäß geeignete Mittel zur Verfügung, um die für die Fruchtbarkeit der Böden wichtigen Mikroorganismen beeinflußen zu können. Innerhalb der Düngerarten sind es vornehmlich die Naturdünger: Stallmist, Jauche und Kompost, die als bakterienreiche Materialien dem Boden sehr große Mengen umsetzungstüchtiger niederer Lebewesen zuführen lassen, die teilweise wenigstens, die erforderlichen Existenzbedingungen antreffend, ihre gewünschte Tätigkeit im Boden fortsetzen können und seine Fruchtbarkeit erhöhen. Es ist bekannt, daß die Kultivierbarkeit von Meliorationsböden durch Stallmist- und Kompostgaben stark gefördert werden kann.

Es ist aber auch die Beantwortung der Frage von Interesse, in welchem Maße die ernteföndernde Wirkung mancher einseitig zusammengesetzter Handels- oder Kunstdünger begleitet ist von einer Vermehrung bodenbewohnender Geobionten. Vor Jahren (Verhandlungen der Schweiz. Naturforsch. Gesellschaft in Solothurn 1936) berichtete der Verfasser über die Wirkung einseitig zusammengesetzter Stickstoffdünger (Kalksalpeter und Ammonsulfat), spezifisch Phosphat enthaltender Dünger (Thomasmehl und Superphosphat) und von 30prozentigem Kalisalz bei einem Felddüngungsversuch im schweizerischen Mittelland auf die Mikroflora eines als Gartenerde benutzten mittelschweren, 2,7 % kohlensauren Kalk und 5,6 % Humus enthaltenden Lehmbodens von neutraler Reaktion (pH-Wert 7,2). Die ausgeführten Untersuchungen ergaben, daß die verwendeten Handelsdünger alle nachgewiesenen Bakteriengruppen mehr oder weniger stark zu fördern vermochten, wobei die stark begünstigende Wirkung der Stickstoffdünger (Kalksalpeter und Ammonsulfat) auf die Gruppen der Gelatinewüchsigen, der auf Gußkulturen von Nähragar Gedeihenden, der Harnstoffvergärer, der Denitrifizierenden, der Pektinvergärer, des *Bacillus amylobacter* Bredem., der Nitrifizierenden und der Buttersäurebazillen auffiel, während

die einseitig Phosphat und Kalisalz enthaltenden Handelsdünger (Thomasmehl, Superphosphat und 30prozentiges Kalisalz) die Harnstoff- und Pektinvergärer, den *Azotobacter chroococcum* Beij., den *Bacillus amylobacter* Bredem. und die Nitrifizierenden, verglichen mit dem ungedüngten Boden zu stärkerem Wachstum veranlaßten.

Da unter der Leitung des Inhabers des Lehrstuhles für Pflanzenbau an der Eidg. Technischen Hochschule, Professor Dr. A. Volkart, auf einer einschürigen Magermatte im Val Nante oberhalb Airolo (Kanton Tessin), bei 1430 m über Meer, in den Jahren 1937—1939 ein Felddüngungsversuch angelegt wurde, so benutzte ich die Gelegenheit gerne, um die Wirkung von Mineraldüngern auf die Mikroflora dieses Magermattenbodens in der subalpinen Zone zu untersuchen. Mit dem Dank an unsern Jubilar für verschiedene übermittelte Angaben, gebe ich meiner Freude Ausdruck, daß ich bei einem von ihm durchgeführten Versuch zur Ermittlung des Einflusses der Düngung auf den Ernteertrag, eine Erweiterung der Versuchsergebnisse nach der mikrobiologischen Seite des Edaphons herbeiführen konnte.

Zur *geologisch-meteorologisch-bodenkundlichen Charakterisierung* der Umgebung von Nante, einer kleinen Fraktion der großen Kirchgemeinde Airolo in der obern Leventina, dienen folgende Angaben.

Die *geologischen Verhältnisse* von Nante und seiner Umgebung sind relativ einfache. Die Hauptmasse der anstehenden Gesteine besteht aus Bündnerschiefern der Penninischen Decken, die zufolge ihrer steil aufgerichteten Schichten leicht verwitterbar sind. Diese Bündnerschiefer sind petrographisch recht bunt zusammengesetzt und umfassen kalkfreie und kalkhaltige Tonschiefer, sandige Kalkschiefer und körnige Quarzite mit allen Zwischenformen. Nach Krige sind die vorkommenden Hauptmineralien: Calcit, Sericit, Quarz, Chlorit und Biotit. Neben den Bündnerschiefern stehen schmale Bänder von Gips und Karbonatgesteinen an, aber auch Moränen sind, insbesondere im engern Untersuchungsgebiet, reichlich anzutreffen.

An *meteorologischen Daten* stehen auf Grund der nächstgelegenen Beobachtungsstation Airolo (1140 m ü. M.) folgende Angaben zur Verfügung. Die mittlere *Jahrestemperatur* beträgt 4,2° C, die mittlere Januartemperatur —4,9° C und die mittlere Julitemperatur 14,1° C. Zur Berechnung der Wärmeverhältnisse in Nante ist ein Temperaturgradient von 0,6° C je 100 m Höhendifferenz einzusetzen, wobei zu beachten ist, daß die Werte für Nante infolge seiner Lage am Nordhang eher noch etwas tiefer liegen.

Die *Niederschläge* (Gradient 100 mm auf 100 m Höhendifferenz) betragen im Jahresmittel 1600 mm. Das Maximum betrug in der Zeit, seit der Beobachtungen gemacht wurden, 1988 mm (im Jahre 1876), das

Minimum nur 714 mm (1921). Davon entfallen auf die einzelnen Jahreszeiten vom Hundert der Gesamtniederschläge : im Winter 16,4, im Frühling 24,5, im Sommer 27,0 und im Herbst 32,1. Der Schneeanteil umfaßt durchschnittlich 39 % der Gesamtniederschläge. Von Mitte November bis Mitte Mai überzieht eine geschlossene Schneedecke den Boden. Die relative Luftfeuchtigkeit beträgt 69 %; die Zahl der heiteren Tage umfaßt 107, die der nebligen 10. Zufolge der Lage fehlt in Nante der direkte Sonnenschein während ungefähr sechs Wochen.

In diesem ausgesprochen kühl-humiden Klima mit hohen Niederschlagsmengen ist die Entkalkung des Bodens eine intensive, so daß in den kalkfreien Verwitterungshorizonten die *Podsolierung* zu beobachten ist. Im Gebiete der Kulturböden (Wiesen und Äcker) ist die Podsolierung gehemmt, da der Sättigungsgrad der Bodenteilchen noch zu hoch ist. Dagegen sind in den geschlossenen Nadelwäldern Eisen-, in gelichteten Wäldern und in den azidiphilen Zwergstrauchgesellschaften Humuspodsole an der Tagesordnung.

Der *Düngungsversuch* im Val Nante wurde an schwach nach Norden geneigtem Hang angelegt, dessen Boden als ein leichter, sehr durchlässiger, humoser, toniger Sand von geringer Absorptionskraft und von schwach saurer Reaktion anzusprechen ist, das Verwitterungsprodukt der anstehenden Penninischen Decken, versetzt mit etwas Glazialschutt. Der durchlässige Boden korrigiert das Übermaß an Niederschlägen, so daß keine versumpften Stellen bemerkbar sind. Die ursprüngliche Vegetation, als einschürige Magermatte in den Dienst der landwirtschaftlichen Produktion gestellt, war als ein *Nardetum brachypodietosum* mit reichlich *Deschampsia flexuosa* und *Vaccinien* anzusprechen. Auf dieser Versuchsfläche wurden in drei Wiederholungen je fünf 20 m² messende Parzellen abgesteckt und an drei aufeinanderfolgenden Jahren, erstmals 1937, mit Thomasmehl und Kalisulfat die einen, mit Thomasmehl und Kalksalpeter die zweiten, mit Kalksalpeter und Kalisulfat die dritten und mit Thomasmehl, Kalksalpeter und Kalisulfat die vierten Parzellen gedüngt, während die fünfte Serie ungedüngt blieb. Die Teilflächen wurden in üblicher Weise derart angeordnet, daß keine gleich behandelten Parzellen benachbart waren. Die Mengen der gereichten Handelsdünger betrugen pro Hektar und Jahr berechnet 70 kg Phosphorsäure, 40 kg Stickstoff und 90 kg Kali. Während Thomasmehl und Kalisulfat zufolge genügender Absorbierbarkeit schon im Herbst ausgestreut werden konnten, wurde der Kalksalpeter erst im Frühling des folgenden Jahres gereicht. Seit dem Frühling 1940 ist die Nachwirkung der Handelsdünger studierbar.

Die mittleren *Dürrfuttererträge,* mit einem Wassergehalt von 14 vom Hundert des Trockengewichtes berechnet, betrugen in Kilogramm je Are :

		O-Parzellen	PK-Parzellen	PN-Parzellen	NK-Parzellen	PNK-Parzellen
1938	Im 1. Jahr der Düngung .	11,6	16,7	20,6	16,8	23,2
1939	» 2. » » » .	15,7	30,9	33,7	26,4	41,6
1940	» 3. » » » .	14,7	40,7	38,8	28,3	50,2
1941	» 1. » d. Nachwirkung	15,3	24,4	19,1	20,0	28,5

Die stark fördernde Wirkung der angewendeten Handelsdünger auf die Ernteerträge geht aus diesen Zahlenangaben mit aller Deutlichkeit hervor, wobei die günstige Wirkung der Phosphorsäure besonders betont wird. Auf den PK- und den PNK-Parzellen war eine auffallende Förderung des Rotklees in Erscheinung getreten, so daß im zweiten Düngungsjahr folgende Anteile des Rotklees vom Hundert des Gesamtpflanzengewichtes festgestellt wurden :

O-Parzellen	PK-Parzellen	PN-Parzellen	NK-Parzellen	PNK-Parzellen
0,7	28,4	4,2	0,2	16,6

Leider mußte mit dem Einstellen der Düngerzufuhr ein starkes Nachlassen der Ernteerträge beobachtet werden, das sich auch im Jahre 1942 deutlich auswirkte, indem voraussichtlich durch die ungenügende Absorptionskraft des vorhandenen leichten Bodens die von den Pflanzen nicht verwendeten Nährstoffe ungenügend magaziniert und größtenteils durch die reichlichen Niederschläge ausgelaugt wurden.

Um über die physikalisch-chemische und biologische Beschaffenheit der Böden in der Nachbarschaft des Weilers Nante orientiert zu werden, wurden je drei Fettmatten- (A), Haferacker- mit Kleegraseinsaat- (B), Magerweiden- (C) und Magerwiesenböden (D) mehrmals, so auch im Jahre 1938 in verschiedener Hinsicht untersucht und dabei folgende Durchschnittsresultate erzielt (siehe Übersicht 1, Seite 152).

Aus diesen in Tabellenform zusammengestellten Untersuchungsergebnissen geht hervor, daß die wirtschaftlich verschieden benutzten Böden in der Umgebung von Nante sowohl in ihrer physikalischen wie chemischen, insbesondere aber in ihrer bakteriologischen Beschaffenheit bedeutende Unterschiede aufweisen. Bemerkenswert ist das Fehlen des Hauptvertreters der aeroben freilebenden, stickstoffbindenden Bakterien vom Typus des *Azotobacter chroococcum* Beij. in den verschiedenen Bodenproben.

An neun verschiedenen Daten, die Jahre 1939—1942 umfassend, wurden den *Düngungsparzellen* zylindrische bis prismatische Bodenproben von zirka 8 cm Durchmesser und 15 cm Höhe mittels geeignetem

Übersicht 1.

Zusammenstellung der physikalischen, chemischen und biologischen Untersuchungsergebnisse bei Böden aus der Umgebung von Nante vom Jahre 1938. Bakterienmengen je Gramm feuchte Erde in Tausenden. Mittelzahlen der Probeentnahmen vom 11. Juni und 12. Juli 1938.

Physikalisch-chemische Charakterisierung der Böden und nachgewiesene Bakteriengruppen	A	B	C	D
Wassergehalt vom Hundert d. Feuchtgewichtes	42,8	34,5	28,3	40,4
Skelettgehalt vom Hundert des Trokkengewichtes	1,4	7,7	19,4	3,1
Feinerdegehalt vom Hundert des Trockengewichtes	98,6	92,3	80,6	96,9
Korngrößenverhältnisse der Feinerde nach Kopecky vom Hundert des Trockengewichtes:				
Fraktion I (< 0,01 mm Korndurchmesser)	31,1	28,5	16,3	21,1
Fraktion II (0,01—0,05 mm Korndurchmesser)	25,8	22,4	20,2	26,9
Fraktion III (0,05—0,1 mm Korndurchmesser)	15,4	13,9	14,1	18,8
Fraktion IV (0,1—2 mm Korndurchmesser)	27,7	35,2	49,4	33,2
Glühverlust vom Hundert des Trokkengewichtes	21,4	15,7	14,0	25,8
Karbonatgehalt vom Hundert des Trockengewichtes	—	—	—	—
Reaktion als pH-Wert	5,7	5,6	5,5	4,7
Mittels Gußkulturen von Nährgelatine nachweisbare Bakterien	6170	4170	2900	3070
Mittels Gußkulturen von Nähragar feststellbare Spaltpilze	4570	3230	2230	2530
In Zuckeragar hoher Schicht Kultur wachsende Bakterien	930	593	573	960
Harnstoffvergärer	70	10	67	37
Denitrifizierende	7	67	4	4
Pektinvergärer	700	400	700	4000
Anaerobe Zellulosezersetzer	0,001	0,001	0,001	0,001
Buttersäurebazillen	4	0,4	0,37	0,4
Anaerobe Eiweißzersetzer	0,37	0,7	0,04	0,001
Nitrifizierende	0,001	0,001	—	—
Anaerobe Stickstoff Fixierende	0,1	0,1	0,04	0,4
Aerobe Stickstoff Fixierende	—	—	—	—

Spatel enthoben, erst in Pergament- und dann in Zeitungspapier verpackt und im Landwirtschaftlich-bakteriologischen Institut der ETH unter Berücksichtigung der erforderlichen Vorsichtsmaßnahmen tunlichst rasch der mikrobiologischen Untersuchung unterworfen. Gleichzeitig wurde auch der Gehalt an Wasser und an Karbonat wie auch der Glühverlust und die Reaktion, ausgedrückt in pH-Werten, mit dem Ionometer nach Lautenschläger bestimmt. Bei diesen Untersuchungsarbeiten unterstützte mich der Assistent des Instituts, Dr. Otto Richard, wofür ich ihm auch an dieser Stelle bestens danke. Die eingehaltenen Untersuchungsdaten sind : 19. Juli und 30. September 1939, 16. Juli und 22. Oktober 1940, 3. Juni, 14. Juli und 6. Oktober 1941, sowie 14. Mai und 6. Juli 1942.

Die angewandte bakteriologische *Untersuchungsmethodik,* die auf der Kombination der Verdünnungsmethode mit der elektiven Kultur beruht, erlaubt sowohl die annähernden Mengen wie auch, soweit das wünschbar erscheint, die Arten der bekannten, den Boden bewohnenden Spaltpilze festzustellen; sie ist neuerdings in den « Mitteil. d. Schweiz. Anstalt f. d. forstliche Versuchswesen », Bd. 20, Heft 2, 1938, beschrieben. (Vgl. M. D ü g g e l i : Studien über den Einfluß der im Stadtwald Zofingen angewandten Maßnahmen zur Bodenverbesserung auf die Bakterienflora des Waldbodens, S. 307—444). Durch diese Untersuchungsmethodik suchte ich in den Böden der Düngungsparzellen von Nante die Vertreter nachstehender zwölf verschiedener Spaltpilzarten bzw. Bakteriengruppen nachzuweisen.

Gelatinewüchsige Bakterien, die mittels Gußkulturen von Nährgelatine feststellbar sind. In der Regel sind es luftbedürftige, bei Zimmertemperatur gedeihende Arten, die sich energisch am Abbau vieler aus den pflanzlichen und tierischen Resten stammenden organischen Stickstoff- und Kohlenstoffverbindungen beteiligen und deren Arbeitsweise größtenteils gut bekannt ist. Neben einer Reihe von Arten, die in den Böden weit verbreitet vorkommen, traf ich auch Formen an, die nicht ohne weiteres mit bekannten Spezies identifiziert werden konnten. Neben der Gesamtzahl der Gelatinewüchsigen suchte ich auch die Menge der *Peptonisierenden* festzustellen; es sind dies Arten, welche Eiweißstoffe und ihnen nahestehende Verbindungen unter Bildung von Peptonen und Albumosen zersetzen. Die Ergebnisse dieser Prüfungen sind bei den später mitgeteilten Zahlenangaben nicht angeführt, sondern sie sollen nur bei der Besprechung außerordentlicher Differenzen angegeben werden.

Bei den *Agarwüchsigen* handelt es sich um Bakterien, die bei Luftzutritt und 30° auf dem Substrat Nähragar sich zu Kolonien zu entwickeln vermögen. Obwohl auch sie sich vorwiegend aus Arten zusammensetzen, die sich am Abbau vieler Pflanzen- und Tierreste beteiligen, so sind sie doch nur zum Teil mit den Gelatinewüchsigen identisch, da

Übersicht 2.

Zusammenstellung der Untersuchungsergebnisse des Jahres 1939. Bakterienmengen je Gramm feuchte Erde in Tausenden. Mittelzahlen der Probeentnahmen vom 19. Juli und 30. September 1939.

Charakterisierung des Bodens und nachgewiesene Bakteriengruppen	Ungedüngte Parzellen	PK-Parzellen	PN-Parzellen	NK-Parzellen	PNK-Parzellen
Reaktion als pH-Wert angegeben .	6,3	6,2	6,2	6,2	6,3
Gehalt an Karbonat	—	—	—	—	—
Glühverlust vom Hundert des Trockengewichtes	18,7	17,2	18,9	18,4	18,2
Wassergehalt vom Hundert des Frischgewichtes	39,7	32,9	32,1	39,0	37,0
Gelatinewüchsige Bakterien . . .	1460	1810	1820	1860	2740
Agarwüchsige Spaltpilze	1470	2030	1810	1790	3550
In Zuckeragar hoher Schicht Kultur gedeihende Bakterien	210	290	250	310	530
Harnstoffvergärer	90	110	120	100	1200
Denitrifizierende	2	0,1	5	4	5
Pektinvergärer	8	120	12	100	170
Anaerobe Zellulosezersetzer . . .	—	0,001	0,001	—	—
Buttersäurebazillen	0,01	0,1	0,01	0,01	0,01
Anaerobe Eiweißzersetzer	—	—	—	—	—
Nitrifizierende	—	—	—	—	—
Anaerobe Stickstoff Fixierende . .	0,1	15	0,1	0,1	12
Aerobe Stickstoff Fixierende . . .	—	—	—	—	—

ihnen ein anderer Nährboden, begleitet von 30° Züchtungstemperatur, zur Verfügung gestellt wird.

Bei den in *Zuckeragar hoher Schicht Kultur* gedeihenden Bakterien handelt es sich um Arten, die die Zersetzung bestimmter Stoffe entweder nur oder doch besser bei Sauerstoffabschluß als beim Zutritt dieses für die erdrückende Mehrzahl der Lebewesen unbedingt notwendigen Gases durchzuführen vermögen; es betrifft vorwiegend die obligat anaeroben oder fakultativ aeroben Bodenbewohner, während die den Sauerstoffzutritt stark bevorzugenden Mikroorganismen im Innern des Zuckeragars kaum zur Koloniebildung zu schreiten vermögen.

Die Gruppe der *Harnstoffvergärer* führt den Harnstoff unter Anlagerung von Wasser in kohlensaures Ammon über, ist aber in der Regel befähigt, noch andere organische Verbindungen umzusetzen.

Die *Denitrifizierenden* oder *Salpeterzerstörer* haben als ausgesprochen sauerstoffbedürftige Mikroorganismen, im Gegensatz zu andern Aeroben, die Fähigkeit, bei Mangel an Luftsauerstoff, der in dicht gelagerten oder bei krustentragenden Böden gelegentlich vorkommt, den

Übersicht 3.

Zusammenstellung der Untersuchungsergebnisse des Jahres 1940. Bakterienmengen je Gramm feuchte Erde in Tausenden. Mittelzahlen der Probeentnahmen vom 16. Juli und 22. Oktober 1940.

Charakterisierung des Bodens und nachgewiesene Bakteriengruppen	Ungedüngte Parzellen	PK-Parzellen	PN-Parzellen	NK-Parzellen	PNK-Parzellen
Reaktion als pH-Wert angegeben .	6,2	6,3	6,3	6,2	6,2
Gehalt an Karbonat	—	—	—	—	—
Glühverlust vom Hundert des Trockengewichtes	17,2	17,7	18,4	18,0	18,3
Wassergehalt vom Hundert des Frischgewichtes	35,6	34,3	33,2	32,4	33,2
Gelatinewüchsige Bakterien . . .	1512	2022	1980	1752	2370
Agarwüchsige Spaltpilze	1282	1722	1620	1682	1892
In Zuckeragar hoher Schicht Kultur gedeihende Bakterien	207	215	352	225	382
Harnstoffvergärer	80	97	100	528	262
Denitrifizierende	5	5	5	5,05	12,4
Pektinvergärer	7,8	10	78	78	226
Anaerobe Zellulosezersetzer . . .	0,001	0,001	0,001	0,001	0,005
Buttersäurebazillen	0,03	0,28	0,04	0,54	0,046
Anaerobe Eiweißzersetzer	—	0,002	—	0,002	—
Nitrifizierende	—	—	—	—	—
Anaerobe Stickstoff Fixierende . .	0,06	0,08	0,052	0,052	0,046
Aerobe Stickstoff Fixierende . . .	—	—	—	—	—

vorhandenen Salpeter als Sauerstoffquelle heranzuziehen. Bei diesem Angriff tritt ein Zerfall des wertvollen Pflanzennährstoffes ein, und der Stickstoff entweicht in elementarer Form oder als Stickoxyd oder Stickoxydul.

Eine besondere Bedeutung beim Abbau pflanzlicher Reste kommt der Gruppe der Pektinstoffe und Hemizellulosen zersetzenden Bakterienarten zu, die in den Übersichten kurz als *Pektinvergärer* bezeichnet sind. Sie zersetzen die genannten, im Pflanzenreich als Gerüstsubstanz wie als Reservematerialien weit verbreitet vorkommenden Stoffe unter Bildung organischer Säuren und von Gas. Ihre Tätigkeit ruft einem Zerfall der pflanzlichen Substanz, einem Verrottungsprozeß und dadurch vermehrten Angriffsmöglichkeiten für andere Spaltpilzgruppen.

Im Vergleich mit den bisher angeführten Bakteriengruppen ist die Menge der nachweisbaren *anaeroben Zellulosevergärer* nur eine recht bescheidene. Der Zerfall der gebotenen Papierstreifen zu Buttersäure, Essigsäure, Kohlendioxyd, Wasserstoff und Methan gibt Kunde von der Tätigkeit dieser Zellulosezerstörer.

Übersicht 4.

Zusammenstellung der Untersuchungsergebnisse des Jahres 1941. Bakterienmengen je Gramm feuchte Erde in Tausenden. Mittelzahlen der Probeentnahmen vom 3. Juni, 14. Juli und 6. Oktober 1941.

Charakterisierung des Bodens und nachgewiesene Bakteriengruppen	Ungedüngte Parzellen	PK-Parzellen	PN-Parzellen	NK-Parzellen	PNK-Parzellen
Reaktion als pH-Wert angegeben .	6,3	6,3	6,2	6,3	6,2
Gehalt an Karbonat	—	—	—	—	—
Glühverlust vom Hundert des Trockengewichtes	17,4	18,1	18,3	17,9	18,4
Wassergehalt vom Hundert des Frischgewichtes	32,3	28,6	29,8	28,5	29,8
Gelatinewüchsige Bakterien . . .	2550	3445	4023	3530	6120
Agarwüchsige Spaltpilze	2100	3110	3517	3000	4993
In Zuckeragar hoher Schicht Kultur gedeihende Bakterien	478	540	614	727	930
Harnstoffvergärer	60	215	2050	518	2217
Denitrifizierende	1,87	3,37	3,37	3,5	3,37
Pektinvergärer	53,5	240	70	220	602
Anaerobe Zellulosezersetzer . . .	—	—	—	0,002	0,002
Buttersäurebazillen	0,043	0,068	0,355	1,7	1,88
Anaerobe Eiweißzersetzer	—	—	—	0,002	0,01
Nitrifizierende	—	—	—	—	—
Anaerobe Stickstoff Fixierende . .	0,1	0,383	0,205	0,055	0,563
Aerobe Stickstoff Fixierende . . .	—	—	—	—	—

Gar nicht nachweisbar waren in den Böden der Düngungsparzellen *nitrifizierende* oder *salpeterbildende Bakterien*, welche passende Ammonverbindungen erst in Nitrite und dann in Nitrate überzuführen vermögen.

Die neunte Bakteriengruppe, deren Nachweis in den verschiedenen Düngungsparzellen angestrebt wurde, betrifft die luftscheuen *Buttersäurebazillen*, die passende Kohlenstoffverbindungen, insbesondere die Zuckerarten, unter Abspaltung von Buttersäure, Kohlendioxyd und Wasserstoff zersetzen.

Bescheiden in der Zahl, aber doch in einer Reihe der untersuchten Bodenproben vertreten waren die *anaeroben Eiweißzersetzer* aus der Verwandtschaft des *Bacillus putrificus* Bienstock. Sie zerlegen Eiweißstoffe bei Luftabschluß unter Bildung von Indol, Skatol, Merkaptanen, Schwefelwasserstoff und anderer Substanzen, die einen ausgesprochenen Fäulnisgeruch bedingen. Es ist bemerkenswert, daß bei der direkten Untersuchung des Bodens mittels hoher Schicht Kulturen von Zuckeragar viel bescheidenere Mengen anaerober Eiweißzersetzer nachweisbar

Übersicht 5.

Zusammenstellung der Untersuchungsergebnisse des Jahres 1942. Bakterienmengen je Gramm feuchte Erde in Tausenden. Mittelzahlen der Probeentnahmen vom 14. Mai und 6. Juli 1942.

Charakterisierung des Bodens und nachgewiesene Bakteriengruppen	Ungedüngte Parzellen	PK-Parzellen	PN-Parzellen	NK-Parzellen	PNK-Parzellen
Reaktion als pH-Wert angegeben .	6,2	6,3	6,3	6,2	6,3
Gehalt an Karbonat	—	—	—	—	—
Glühverlust vom Hundert des Trockengewichtes	17,6	18,4	18,2	18,1	18,6
Wassergehalt vom Hundert des Frischgewichtes	30,6	26,6	29,0	28,1	28,2
Gelatinewüchsige Bakterien . . .	2400	2825	2475	3055	4375
Agarwüchsige Spaltpilze	2000	2325	2050	2315	4325
In Zuckeragar hoher Schicht Kultur gedeihende Bakterien	436	630	500	580	695
Harnstoffvergärer	30	77	55	55	703
Denitrifizierende	1	5	3	8	31
Pektinvergärer	77	350	310	325	2600
Anaerobe Zellulosezersetzer . . .	—	—	—	—	0,003
Buttersäurebazillen	0,055	0,325	0,078	2,528	0,475
Anaerobe Eiweißzersetzer	—	—	—	—	—
Nitrifizierende	—	—	—	—	—
Anaerobe Stickstoff Fixierende . .	0,008	0,055	0,031	0,033	0,305
Aerobe Stickstoff Fixierende . . .	—	—	—	—	—

sind, als dies beim vorausgehenden Heranziehen der Elektivkultur der Fall ist.

Die Bedeutung der *anaeroben Stickstoff fixierenden Bakterien* vom Typus des *Bacillus amylobacter* Bredem. liegt im Umstand begründet, daß sie das Vermögen besitzen, den elementaren Stickstoff der Atmosphäre bei Sauerstoffabschluß zum Aufbau ihres Körpers zu benutzen, dadurch zu binden und später andern Organismen, die nicht über diese Fähigkeit verfügen, zugänglich zu machen.

Dagegen ließen sich in den Nanteser Böden keine Vertreter der *aeroben Gruppe der freilebenden Stickstoff fixierenden Bakterien* vom Typus des *Azotobacter chroococcum* Beij. feststellen, trotzdem durch das Anlegen von Gußkulturen mittels Mannitagar und gleichzeitig durch das Impfen von Mannitnährlösung in weit ausladenden Erlenmeyerkolben der Nachweis versucht wurde. Dieses gänzliche Fehlen der sehr erwünscht arbeitenden Spaltpilzart dürfte in erster Linie auf den Mangel an passenden, leicht zersetzlichen organischen Kohlenstoffverbindungen in den untersuchten Böden zurückzuführen sein, während auch

die ungünstige Reaktion mit die Schuld am *Azotobacter*-Mangel tragen kann.

Diese angeführte Untersuchungsmethodik wurde in den Dienst der Erforschung der Bakterienflora der fünf verschiedenen Düngungsparzellen mit dreifacher Wiederholung gestellt, so daß 135 Bodenproben vom Düngungsversuch im Laufe der vier Jahre geprüft worden sind. Um eine übersichtliche Darstellung der Untersuchungsergebnisse zu ermöglichen, wählte ich den Weg der tabellarischen Darstellung der Prüfungsbefunde, die in den einzelnen Jahren erzielt worden sind. Beim Durchgehen der Einzelresultate zeigte sich, daß die in den gleich gedüngten Parzellen an verschiedenen Daten des nämlichen Jahres erhaltenen Ergebnisse nicht bedeutende Unterschiede aufwiesen, so daß ich mich aus Gründen der Raumeinsparung entschloß, nur die Mittelzahlen der in einem Jahr erzielten Untersuchungsbefunde anzugeben.

In den Übersichten 2—5 sind obenstehend die Prüfungsergebnisse zusammengestellt. (Siehe Übersichten 2—5, S. 154—157.)

Aus den in den Übersichten 2—5 enthaltenen Untersuchungsbefunden leite ich nachstehende *Schlußfolgerungen* ab :

1. Der die Versuchsflächen zusammensetzende Boden zeigt zufriedenstellende, gleichförmige Beschaffenheit, wie bei den Beobachtungen anläßlich des Enthebens der Proben und aus den Versuchsergebnissen hinsichtlich Reaktion und Größe des Glühverlustes geschlossen werden darf.

2. Der Wassergehalt der Böden zeigt bei der Probeentnahme nur bescheidene Unterschiede, obwohl die verschiedenen Parzellen teils oben, andere aber unten am flachen Hang gelagert sind.

3. Durch die Düngung der Böden mit Thomasmehl, Kalisulfat und Kalksalpeter konnte in allen Fällen eine wesentliche Förderung der Bakterienflora erzielt werden, die sich ungefähr parallel zu der beobachteten Steigerung der Ernteerträge bewegte. Die Erhöhung der Keimmengen durch die Volldüngung betraf folgende Bakteriengruppen : Gelatine- und agarwüchsige Bakterien, in Zuckeragar hoher Schicht Kultur gedeihende Spaltpilze, Harnstoffvergärer, Denitrifizierende, Pektinvergärer und anaerobe Stickstoff Fixierende.

4. Wurde bei der Düngerzufuhr einer der Pflanzennährstoffe Phosphorsäure, Kali oder Stickstoff weggelassen, so machte sich gegenüber den Volldüngungsparzellen ein mehr oder weniger ausgesprochenes Keimmanko bemerkbar, doch wurden die ungedüngten Parzellen von den einseitig gedüngten in den Keimmengen wesentlich bis stark übertroffen.

5. Werden die mittleren Jahresergebnisse von 1939—1942 der im Gramm feuchten Bodens in größern Mengen nachgewiesenen Spaltpilzgruppen, in Tausenden ausgedrückt, zusammengestellt, so ergibt sich folgende Übersicht :

	O-Parzellen	PK-Parzellen	PN-Parzellen	NK-Parzellen	PNK-Parzellen
Gelatinewüchsige Bakterien	1981	2526	2575	2549	3901
Agarwüchsige Spaltpilze	1713	2297	2249	2147	3690
In Zuckeragar hoher Schicht Kultur gedeihende Bakterien	333	419	429	461	634
Harnstoffvergärer	65	125	581	300	820
Denitrifizierende	2,47	3,37	4,09	5,14	12,94
Pektinvergärer	37	180	118	181	899

6. Die Bakterienflora der ungedüngten Parzellen im Val Nante ist, obwohl der Nachweis der Nitrifizierenden und der aeroben Stickstoff Fixierenden stets negativ ausfiel, als eine vielseitige zu bezeichnen, indem doch der Nachweis von 10 der in Betracht gezogenen 12 Bakteriengruppen gelang. Allerdings konnten die anaeroben Zellulosevergärer und die luftscheuen Eiweißzersetzer bei weitem nicht in allen Bodenproben nachgewiesen werden und, sofern ihre Anwesenheit festgestellt wurde, waren ihre Mengen recht bescheiden.

7. Beachtenswert ist die starke Förderung, welche die anaeroben Stickstoff Fixierenden durch die beiden Dünger Thomasmehl und Kalisulfat unter Weglassen des Kalksalpeters erfuhren; in der Reihenfolge der oben angeführten Übersicht mitgeteilt, ergibt sich die Zahlenreihe

0,067 3,88 0,097 0,06 und 3,228.

8. Im Gegensatz zum raschen Zurückgehen der Ernteerträge beim Weglassen der Handelsdünger zeigten manche Mikroorganismengruppen eine nur schwache Abnahme ihrer Keimzahlen, ja sie verzeichneten in einer Reihe von Fällen in den Jahren 1941 und 1942 noch eine stattliche Zunahme der Individuenzahl.