

<b>Zeitschrift:</b>	Schweizer Erziehungs-Rundschau : Organ für das öffentliche und private Bildungswesen der Schweiz = Revue suisse d'éducation : organe de l'enseignement et de l'éducation publics et privés en Suisse
<b>Herausgeber:</b>	Verband Schweizerischer Privatschulen
<b>Band:</b>	35 (1962-1963)
<b>Heft:</b>	10
<b>Artikel:</b>	Lebende paläozoische Bakterien
<b>Autor:</b>	Dombrowski, H.J.
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-851594">https://doi.org/10.5169/seals-851594</a>

### 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:** 28.01.2026

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

# Lebende paläozoische Bakterien

Dr. H. J. Dombrowski

Im Hinblick auf die Bedeutung der Naturwissenschaften in der Schule veröffentlichen wir einen Artikel von Dr. H. J. Dombrowski über seine neuesten Forschungen.

Das Thema, das über unserer Kongreßkreuzfahrt steht, «Der Wandel der Infektion im europäischen Raum», gestattet es, einen Bericht zu geben über neueste Forschungsergebnisse aus dem bakteriologisch-naturwissenschaftlichen Grenzbereich. Bei bakteriologischen Untersuchungen der Thermal-CO<sub>2</sub>-Mineralquellen zu Bad Nauheim fand man ein Bakterium, mit dessen Auftreten im Quellwasser eine Anzahl von Besonderheiten eine wissenschaftliche Klärung erforderlich machten (1, 2, 3, 4). Der Frage der Herkunft dieses Keims mußte nachgegangen werden; denn es sprachen viele Gesichtspunkte gegen eine sekundäre Verunreinigung oder eine Einschleppung mittels des Grundwassers:

1. Bei allen Untersuchungen trat stets nur die gleiche Art zutage. Andere Spezies konnten bisher im Quellwasser noch nicht ermittelt werden. Eine von außen kommende Verunreinigung hätte sicher auch einmal andere Keime mitgeführt.

2. Auffallend ist die sehr hohe Zahl der gefundenen Mikroorganismen. Täglich treten etwa 1,5 Milliarden dieses Keimes, das sind ca. 1500 pro Liter, mit dem Quellwasser aus den Tiefbohrungen aus. Entstammten diese Bakterien irgendeiner Verunreinigung, so müßte im Laufe der Zeit einmal der Zustrom dieser Keime nachgelassen haben; denn seit 1906 ist an den Quellfassungen nichts mehr getan worden.

3. Es handelt sich um eine bisher noch nicht beschriebene Art aus der Familie der Pseudomonadaceae, die auf Vorschlag von Ott mit dem Namen *Pseudomonas halocrenaea* (*nova species*) belegt wurde.

Eine sehr nahe verwandte Spezies fand *Elazari-Volkari* (5) im Wasser des Toten Meeres, und zwar, wie er sagt, «an Stellen, an denen der Salzgehalt besonders hoch ist». Dies läßt den Schluß zu, unseren Keim ebenfalls als Meeresbewohner anzusprechen. Einerseits berechtigt sein Auftreten in der 3,5 prozentigen Sole, wie sie die Bad-Nauheimer Quellen darstellen, hierzu, andererseits sind die besonderen geologischen Verhältnisse, denen die Thermal-CO<sub>2</sub>-Solequellen zu Bad Nauheim ihre Entstehung verdanken, einer solchen Auffassung keineswegs hinderlich. Sie seien daher mit wenigen Wörtern umrissen:

Die Salze, die in dem genannten Quellwasser mitgeführt werden, entstammen den großen Zechsteinsalzlagern, die in wechselnder Mächtigkeit unter dem ganzen nord- und mitteldeutschen Raum liegen und vielerorts auch bergmännisch angefahren werden. Sie geben Zeugnis von Abschnitten des Zechsteinmeeres, welche gegen Ende des Erdalters, des sogenannten Paläozoikums, vor rund 180 Millionen Jahren bereits austrockneten. Die Herkunft der in den Nauheimer Quellen zutage tretenden Salze aus diesen Zechsteinlagern konnten wir kürzlich beweisen durch einen Identitätsnachweis von anderen Formelementen, welche in den genannten Quellen und in den Zechsteinsalzen angetroffen werden (6, 7). Im Quellwasser wie in Salzstücken, welche bergmännisch und mittels Bohrung aus rund 500 bis 600 m Tiefe gewonnen wurden, konnten Pollen und Holzfragmente von Nadelhölzern gefunden und im Vergleich als identisch angesprochen werden. Eine Verwechslung mit rezentem Material scheidet aus, da die gefundenen Gymnospermosporen und -holzfragmente fossilisiert sind und morphologisch nur von Nadelhölzern stammen können, die im ausgehenden Paläozoikum — zur Zechsteinzeit — auf dem Festlande lebten, und von denen es heute keine Vertreter mehr gibt.

Es lag daher der Gedanke nahe, in den Salzlagern der genannten Herkunft auch nach den Bakterien der Nauheimer Quellen zu suchen. Tatsächlich gelang — so unwahrscheinlich es klingen mag — die Isolierung einer ganzen Anzahl lebender und keimfähiger Arten von Bakterien, unter denen auch ein morphologisch und physiologisch identischer Keim wie die in der Quelle gefundene *Pseudomonas halocrenaea* auftrat (Abb. 1). Von den etwa 40 verschiedenen Arten, die aus unterschiedlichen Zechsteinformationen isoliert werden konnten, demonstriert Abb. 2 eine weitere.

Ob die gefundenen Spezies rezenten Vertretern entsprechen, ist schwer zu entscheiden. Bei einer Art jedoch möchte ich dies annehmen. Es gelang die Züchtung des unter dem Namen *Bacillus circulans* seit 1890 im Schrifttum bekannten seltenen Mikroorganismus (Abb. 3). Dieser Keim zeigt auf festen Nährböden ein eigenartiges Wandern und Drehen der ganzen Kolonie. Ein derartiges Verhalten ist bei keinem anderen der bisher bekannten Bakterien beschrieben, so daß dieses Phänomen zum Identitätsnachweis mit Recht herangezogen werden kann. In ihren biochemischen Leistungen allerdings weichen

die paläozoischen Vertreter des *Bacillus circulans* von den rezenten erheblich ab. Hieraus ergeben sich interessante biogenetische Schlußfolgerungen, auf die hier nur hingewiesen werden soll.

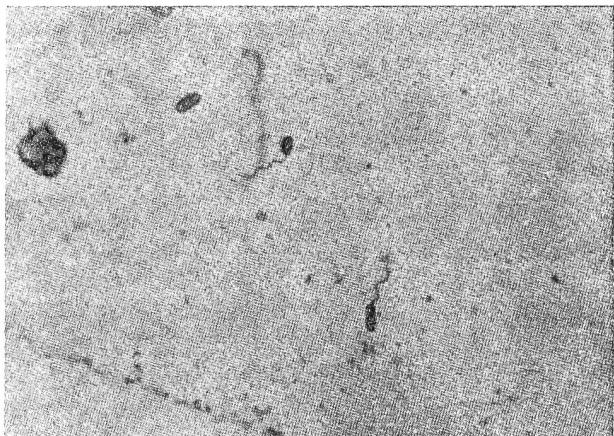


Abb. 1: *Pseudomonas halocrenaea* (n. sp.). Färbung: Silberimprägnation nach Zettnow; Vergrößerungsmaßstab: 1200 : 1; Herkunft: Steinsalz aus deutschem Zechstein ( $\text{Na}_1 \beta$ ) mittels Bohrung aus etwa 600 m Tiefe gewonnen; Alter: etwa 180 Mill. Jahre.

Die paläozoischen Vertreter haben seit dem Erdaltertum, d. h. seit ca. 180 Millionen Jahren, in einer Art «latenten Lebens» verharrt, bis sie in unserem Laboratorium zu neuem Leben erwachten. Die rezenten Vertreter dagegen sind vermutlich durch eine unübersehbar große Zahl von Generationen gelaufen, bis sie zum Gegenstand bakteriologischer Forschung wurden. Haben diese nun durch die (vermuteten) Milliarden von Generationen die Stabilität ihrer genetisch verankerten Anlagen bewahrt? Diese Frage soll in einer demnächst erfolgenden eigenen Veröffentlichung näher untersucht werden.

Die einzelnen Salzproben, welche auf Mikroorganismen untersucht werden, müssen unter streng sterilen Kautelen zersägt werden, um innerstes Material zu erhalten. Die so gewonnenen Stücke werden anschließend für mehrere Minuten in 10prozentige Formalinlösung oder in gesättigte Sublimatlösung gebracht. Vor Überführung in Nährbouillon müssen die Proben noch zweimal je 2 Minuten in sterilisiertem Aqua dest. von anhaftenden Sublimat- bzw. Formalinspuren befreit werden. In einer anderen Serie wurden die herausgesägten Salzproben zuerst abgeflammt, bevor sie in Nährbouillon gebracht wurden. Unter allen Bedingungen gehen in etwa 20 bis 30 % die Proben an. Die gefundenen Keime wurden schließlich mit gezüchteten Luftkeimen aus dem Laboratorium verglichen. Es bestand zwischen ihnen und den letzteren keine Identität. Nach all dem Gesagten kann man trotz der gebotenen Vorsicht die Überzeugung aussprechen, daß es sich bei

den aus den Salzen isolierten Bakterien um Organismen handeln müsse, die uns aus dem Paläozoikum lebend erhalten geblieben sind, daß es sich um Mikroorganismen handeln müsse, welche Bewohner des vor 180 Millionen Jahren ausgetrockneten Zechsteinmeeres waren.

Es ist nun die Frage zu untersuchen, wie und ob es möglich ist, daß aus hunderten von Millionen Jahre alten Mineralsalzen lebende Organismen in Freiheit gesetzt werden können.

Daß das Zechsteinmeer Lebensraum für eine große Anzahl der verschiedensten Arten war, steht außer Zweifel. Ich möchte hier Protozoen erwähnen, die sich ohne Mühe und in großer Zahl aus den gleichen Zechsteinsalzen herauslösen lassen, die aber im Gegensatz zu den gefundenen Bakterien nicht leben. Die genannten Gebilde sind außerordentlich fragil. Bei der leisesten Berührung zum Zwecke ihrer Präparation, zerfallen sie. Ihre Anwesenheit in einem so vorzüglichen Erhaltungszustand deutet darauf hin, daß die Salze seit ihrer Entstehung keinen mechanischen Schädigungen ausgesetzt gewesen sein können, und daß die Mikroorganismen vorzügliche Bedingungen zur Erhaltung im Salz angetroffen haben müssen. Wie die Geologie uns beweist, war auch das ganze Mesozoikum und Neozoikum des norddeutschen Raumes — von kleinen lokalen Ereignissen abgesehen — eine Zeit tektonischer Ruhe. Eine mechanische Schädigung kann also ausgeschlossen werden. Im Salzkristall eingeschlossen oder in interkristallinen Räumen oder

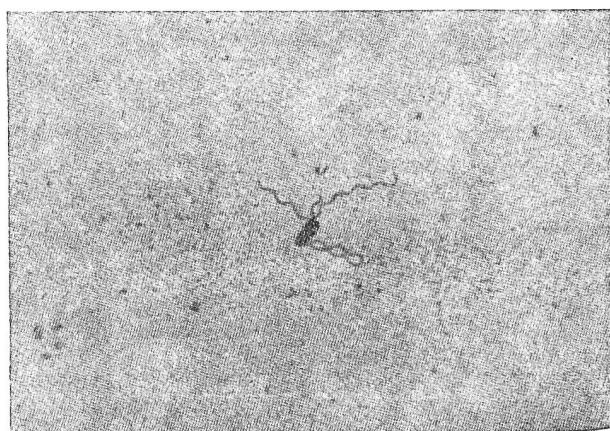


Abb. 2: N. N., Stamm 35/II. Färbung: Silberimprägnation nach Zettnow; Vergrößerungsmaßstab: 1500 : 1; Herkunft: Kalisalz aus deutschem Zechstein, Flöz «Hessen» (K1H), bergmännisch aus 550 m Tiefe gewonnen; Alter: etwa 180 Mill. Jahre.

in Mikroklüften müssen die Bakterien auch vor druckmechanischen Schäden weitgehend bewahrt gewesen sein. Fragen wir nach den mesozoischen



# Les meilleurs vœux pour la nouvelle année:

BOULANGERIE – PATISSERIE

**V. CHATTON**

Av. Collonge 14 – Tél. 021 6 27 81  
TERRITET

QUINCAILLERIE

**MAX NEYROUD**  
TERRITET

BOULANGERIE – PATISSERIE — TEA ROOM

**H. Nobs**

TERRITET  
Téléphone 6 26 58

**S. FROCHAUX**

Maîtrises fédérales  
Diplômé de Paris

**COIFFEUR**

Pour dames  
et messieurs

**Coiffure – Parfumerie**

Spécialiste en teintures  
Permanentes  
Coiffure moderne  
Territet – R. de Chillon 6 – Tél. 6 26 79

PHOTO-CINÉ

**CH. HOSENNEN**

TERRITET  
14, rue de Chillon – Téléphone 6 24 56  
Papeterie

**LAITERIE TERRITET**

E. Rothacher-Dufaux – Tél. 6 24 98  
Beurre – Oeufs – Fromage – Joghurt

BOUCHERIE – CHARCUTERIE

**PFEIFFER SA**

Rue de Lausanne 7,  
VEVEY

arrangement pour  
pensions et hôtels

LA BOUCHERIE-CHARCUTERIE

**V. Gibel-Gex**

TERRITET, Rue de Chillon 12  
Tél. 6 27 29

Se recommande à tous par  
la qualité, la fraîcheur, la finesse  
de tous ses produits et spécialités

**IMPRIMERIE CORBAZ S.A.**

Montreux

Les spécialistes des travaux couleurs,  
prospectus et catalogues, vous  
fournissent sans engagement tous  
renseignements et offres de prix désirés  
Tél. 021 6 27 98



Pour vos yeux fatigués...

**NOBELLA**

**Les meilleurs vœux pour la nouvelle année**

Rédaction  
Imprimerie et édition  
Publicité

Überlagerungen, so müssen wir im Maximum für den Buntsandstein 600 m, für den Muschelkalk 120 m, für den Keuper 100 m und für Jura und Kreide zusammen 300—500 m veranschlagen. Hinzu käme noch der Lagerhorizont von ca. 120 m. Das sind zu-

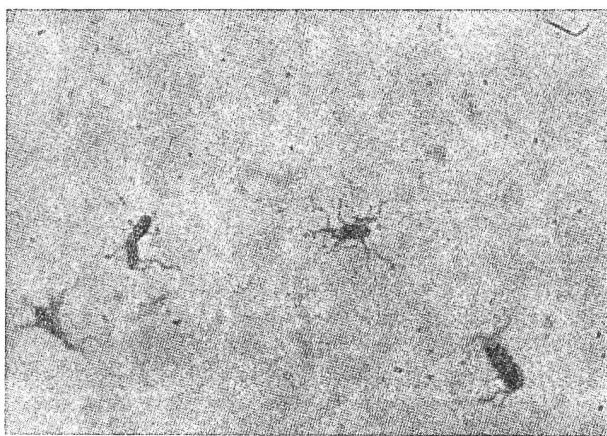


Abb. 3: *Bacillus circulans*. Färbung: Silberimprägnation nach Zetnow; Vergrößerungsmaßstab: 1500 : 1; Herkunft: Kalisalz aus deutschem Zechstein, Flöz «Hessen» (K1H), bergmännisch aus 550 m Tiefe gewonnen; Alter: etwa 180 Mill. Jahre.

sammen etwa 1400 m maximaler Überlagerung. Umgerechnet auf die durch die geotherme Tiefenstufe bedingte Temperatur ergibt dies eine Wärme von  $+ 42^{\circ}$  C, denen unsere Keime im Verlauf ihres langen latenten Lebens im Höchstfalle ausgesetzt waren. Dies ist eine Temperatur, die keineswegs der Erhaltung von Leben hinderlich ist.

An dieser Stelle sei noch auf eine weitere Besonderheit hingewiesen. Das Temperaturoptimum von *Pseudomonas halocrenaea* liegt erstaunlich hoch bei  $+ 45$  bis  $+ 55^{\circ}$  C. Dies entspricht genau jener Temperatur, die nach geologischen Angaben im Zechsteinmeer während seiner langsamen Eintrocknung herrschte. Ich glaube, diese erstaunliche Übereinstimmung beider Daten ist nicht zufällig.

Es wurde bereits mehrfach erwähnt, daß unsere Keime bei Eintrocknung des Zechsteinmeeres in den sich ausfällenden Salzen eingeschlossen wurden. Wenn diese Auffassung der Wirklichkeit entspricht, so müßte sich im Experiment dieser Vorgang reproduzieren lassen. Die Versuche wurden mit *Pseudomonas halocrenaea* durchgeführt. Dieses Bakterium ist kein Sporenbildner. Trocknet man Nährbouillon, in der er gut angegangen war, langsam ein, so ist er nicht mehr zum Leben zu erwecken. Anders ist dies, wenn die Kulturlösung langsam unter wöchentlicher Zugabe von einem Gramm sterilisierter Salze soweit angereichert wird, bis eine übersättigte Lösung entstanden ist. Wird dieses Substrat jetzt einer langsamen Eintrocknung ausgesetzt, bis die enthal-

tenen Salze vollkommen ausgetrocknet und auskristallisiert sind, so sind nach beliebig langer Belassung in diesem völlig trockenen Zustand nach Wiedereinbringung der Salzkristalle in frische Nährlösung die gleichen Bakterien wieder lebens- und keimfähig nachweisbar.

Diese Versuche erinnern an die Ergebnisse der Gefriertrocknung. Dieses heute vielerorts geübte Verfahren der Trocknung von Bakterien zum Zwecke ihrer Konservierung entzieht den Eiweißen der Mikroorganismen vollständig das Wasser. In diesem Zustand ist es möglich, Bakterien ohne jeglichen Stoffwechsel jahrelang am Leben zu erhalten, ohne daß dieselben irgendeine ihrer Eigenschaften dadurch einbüßen müßten. Man kennt heute schon Keime, die bereits über 30 Jahre bei völligem Sistieren ihres Stoffwechsels am Leben erhalten werden konnten. *Starke* und *Harrington* (8) halten getrocknete Bakterien für «unbegrenzt lebensfähig». Wenn das stimmt, dann könnte diese Hypothese mit dem Auffinden von lebensfähigen Organismen aus dem Paläozoikum keine bessere Unterstützung erfahren haben, und dann wäre umgekehrt eine

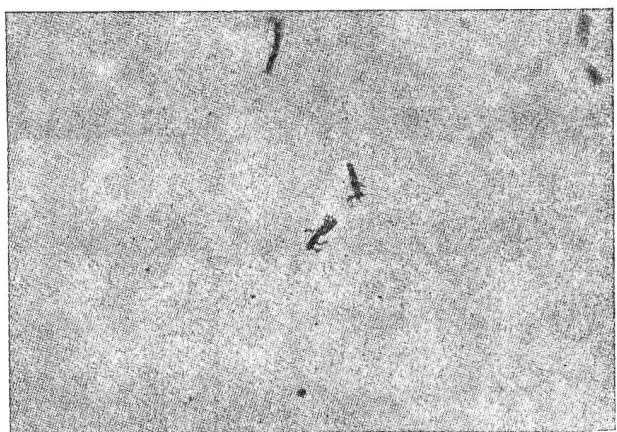


Abb. 4: N. N., Stamm 33/VIII. Färbung Silberimprägnation nach Zetnow; Vergrößerungsmaßstab: 1000 : 1; Herkunft: Steinsalz aus dem Mitteldevon von Kanada mittels Bohrung aus 1000 m Tiefe gewonnen; Alter: etwa 320 Mill. Jahre.

Deutungsmöglichkeit gegeben für die Art und Weise des lebensfähigen Überdauerns von solch unermeßlich großen Zeiträumen.

Ist aber die unbegrenzte Lebensfähigkeit von Bakterien im wasserfreien Zustand ihrer Eiweiße prinzipiell möglich, so müßte es auch gelingen, lebende Keime aus noch älteren Salzen als den bisher untersuchten 180 Millionen Jahre alten Zechsteinsalzen zu züchten, sofern die geologischen Voraussetzungen hierfür gegeben sind. So ist es mir bisher gelungen, aus Steinsalz des Mitteldevon von Kanada, welches aus 1000 m Tiefe durch Bohrung gewonnen wurde, lebende Keime zu züchten

(Abb. 4, 5). Diese Bakterien sind die ältesten Lebewesen, die wir kennen, deren Lebensraum vor rund 320 Millionen Jahren eintrocknete. Diese Bakterien sind so alt wie beispielsweise unsere europäischen Mittelgebirge.

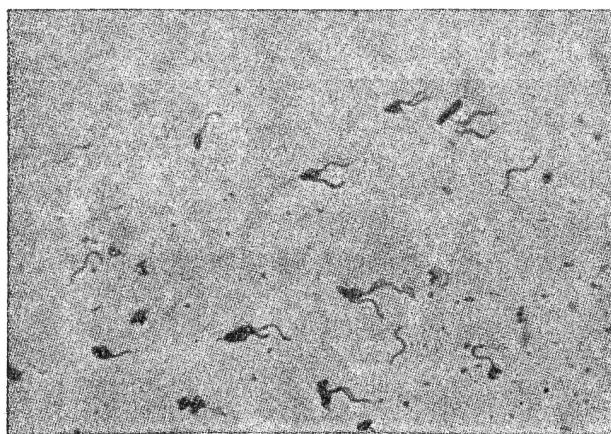


Abb. 5: N. N., Stamm D/VIII. Färbung: Silberimprägnation nach Zettnow; Vergrößerungsmaßstab: 1200:1; Herkunft: Steinsalz aus dem Mitteldevon von Kanada mittels Bohrung aus 1000 m Tiefe gewonnen; Alter: etwa 320 Mill. Jahre.

### Zusammenfassung

Wenn ich noch einmal die Punkte zusammenfassen darf, die mich zu der Überzeugung führten, daß die gefundenen Organismen Bewohner paläoziischer Meere waren, so möchte ich anführen:

1. *Bakteriologisch*. Bei wirklich aseptischer Präparation und anschließenden desinfizierenden Maßnahmen gelingt aus dem Innersten von Mineral-salzen die Isolierung lebender Keime.

2. *Geologisch-paläontologisch*. Die geologischen Tatsachen stehen nicht im Widerspruch. Die Salz-lagerstätten, aus denen die Proben stammen, waren in einem Gebiet tektonischer Ruhe. Die eingeschlos-senen Mikroorganismen wurden in ihnen weitge-hend von allen schädlichen Noxen ferngehalten. Bestens erhaltene fossile Protozoen liefern einen zu-sätzlichen Beweis hierfür. Hinsichtlich des thermi-schen Verhaltens des Bakteriums besteht eine auf-fallende Übereinstimmung seines Wachstumsopti-mums mit der Temperatur, welche im Zechstein-meer herrschte. Die mittels der geothermen Tiefen-stufe zu errechnenden Temperaturen haben auch zum Zeitpunkt der maximalen Überlagerung keine Grade angenommen, unter denen die Erhaltung von Leben nicht mehr möglich gewesen wäre.

3. *Biochemisch*. Von biochemischer Seite wird, ge-stützt auf Experimente, die Behauptung aufgestellt, daß sich Bakterien im wasserfreien Zustand ihrer Eiweiße unbegrenzt ihre Lebensfähigkeit erhalten können. Man muß annnehmen, daß die Bakterien

in einem solchen wasserfreien Zustand bis auf un-sere Tage uns überkommen sind. Der Ausgang eige-ner Versuche stützt diese Annahme.

4. Es wurden außerdem interessante *genetische Gesichtspunkte*, die sich aus dem Vergleich der pa-läozoischen Bakterien mit rezenten Vertretern er-gaben, angedeutet.

Es sind demzufolge bakteriologische, geologische, pa-läontologische und biochemische Argumente, die mich die Überzeugung aussprechen lassen, daß die gefundenen lebenden Organismen ein ehrwürdiges Alter haben. Mit dem Auffinden lebender pa-läozoi-scher Bakterien eröffnet sich ein neues Feld der Lebensforschung, das vielleicht geeignet ist, neues Licht auf fossiles und gegenwärtiges Leben zu wer-fen.

*Literaturverzeichnis*: Dombrowski H. J.: Zbl. f. Bakteriol. 178, 83 (1960). — Dombrowski H. J.: Münch. med. Wschr. 102, 526 (1960). — Dombrowski H. J.: Balneol. Beibl.: Ärztl. Mitt. Nr. 4 (1960). — Dombrowski H. J.: Arch. phys. Therap. (z. Z. im Druck). — Elazari-Volkani: Studies of the microflora of the Dead Sea. Thesis, Hebrew University, Jerusalem 1940. — Ott V. R. und H. J. Dombrowski: Fundamenta balneo-bio-clim. 1, 319 (1960). — Ott V. R. und H. J. Dombrowski: Notiz-bl. d. Hess. L.-Amtes f. Bodenforschg. 87, 415 (1959). — Starke C. N. und B. L. Harrington: J. Bacteriol. 21, 13 (1931).

\*

### SCHULFUNKSENDUNGEN

1. Datum: Jeweils Morgensendung (10.20–10.50 Uhr)
2. Datum: Wiederholung am Nachmittag (14.30–15.00 Uhr)
15. Jan./23. Jan.: *Die Kindersymphonie von Leopold Mozart*. Albert Althaus, Bern, erläutert das reizvolle, lustige Werk, in dem sieben Kinderspielzeug-Instrumente, zwei Geigen-stimmen und ein Streichbaß vorkommen. Ziel der Sendung ist, die Kinder auf das Charakteristische der verschiedenen Instrumente aufmerksam zu machen und sie zu genauem Hören anzuhalten. Vom 5. Schuljahr an.
15. Jan. (17.30–18.00 Uhr): *«Leben im Staat»: Wer in der Demokratie befiehlt*. Erwin Heimann, Bern, bietet in seinem Spiel um das Werden einer Idee ein Thema, das unsere sportbegeisterte Jugend anspricht: den Bau einer Kun-steibahn. Er stellt die Wechselwirkung der Kräfte dar, die nach demokratischen Regeln einer Idee zum Durchbruch verhelfen. So lernt der Heranwachsende das Wesen der Demokratie erkennen. Für Fortbildungs- und Berufs-schulen.
16. Jan./25. Jan.: *Sizilien – Insel der Gegensätze*. Dr. Jakob Job, Zürich, gibt ein eindrückliches Bild der vielbesuchten Mittelmeerinsel. Er spricht über den Aufbau und die Ge-stalt des Landes, schildert die landwirtschaftlichen und industriellen sowie die Bevölkerungs-Verhältnisse und wid-met den mannigfachen Zeugen der Vergangenheit seine besondere Aufmerksamkeit. Im Mittelpunkt der Hör-folge stehen die Gegensätze von Natur und Kultur, Ver-gangenheit und Gegenwart. Vom 7. Schuljahr an.
17. Jan./21. Jan.: *Mit Lenin zum Kommunismus*. Dr. Josef Schürmann, Sursee, gestaltet die zweite Hörfolge über die Russische Revolution 1917–1921. Zur Darstellung gelangen die Ereignisse von der Rückkehr Lenins bis zur Machter-greifung durch die Bolschewisten. Die Erlebnisse eines russischen Bauern geben einen deutlichen Eindruck vom Verlauf der politischen Geschehnisse, deren Folgen für die Zukunft unabsehbar waren. Vom 8. Schuljahr an.