

**Zeitschrift:** Berichte der Schweizerischen Botanischen Gesellschaft = Bulletin de la Société Botanique Suisse  
**Herausgeber:** Schweizerische Botanische Gesellschaft  
**Band:** 57 (1947)

**Artikel:** Antibiotica als pflanzliche Plasmagifte II  
**Autor:** Gäumann, Ernst / Arx, Adolf von  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-40553>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 08.02.2025

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

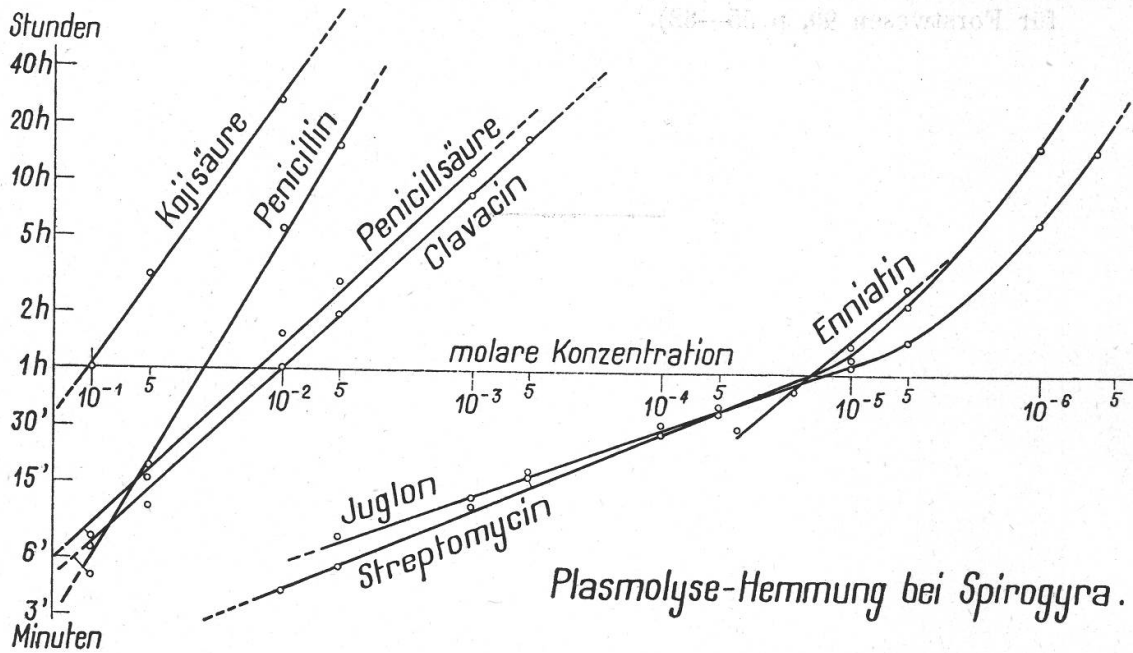
## Antibiotica als pflanzliche Plasmagifte II.

Von Ernst Gäumann und Adolf von Arx.

(Aus dem Institut für spezielle Botanik der Eidg. Technischen Hochschule in Zürich.)

Eingegangen am 28. Mai 1947.

In einer ersten Arbeit (G ä u m a n n , J a a g und B r a u n , 1947) teilten wir einige Versuche mit, die vielleicht einen kleinen Beitrag zur Aufklärung des Wirkungsmechanismus der Antibiotica leisten können; sie befassen sich hauptsächlich mit der Vergiftung des Plasmas und mit der Störung der Semipermeabilität der Plasmagrenzschichten (G ä u -



Figur 1.

Die Hemmung der Plasmolyse bei *Spirogyra* durch verschiedene Antibiotica.

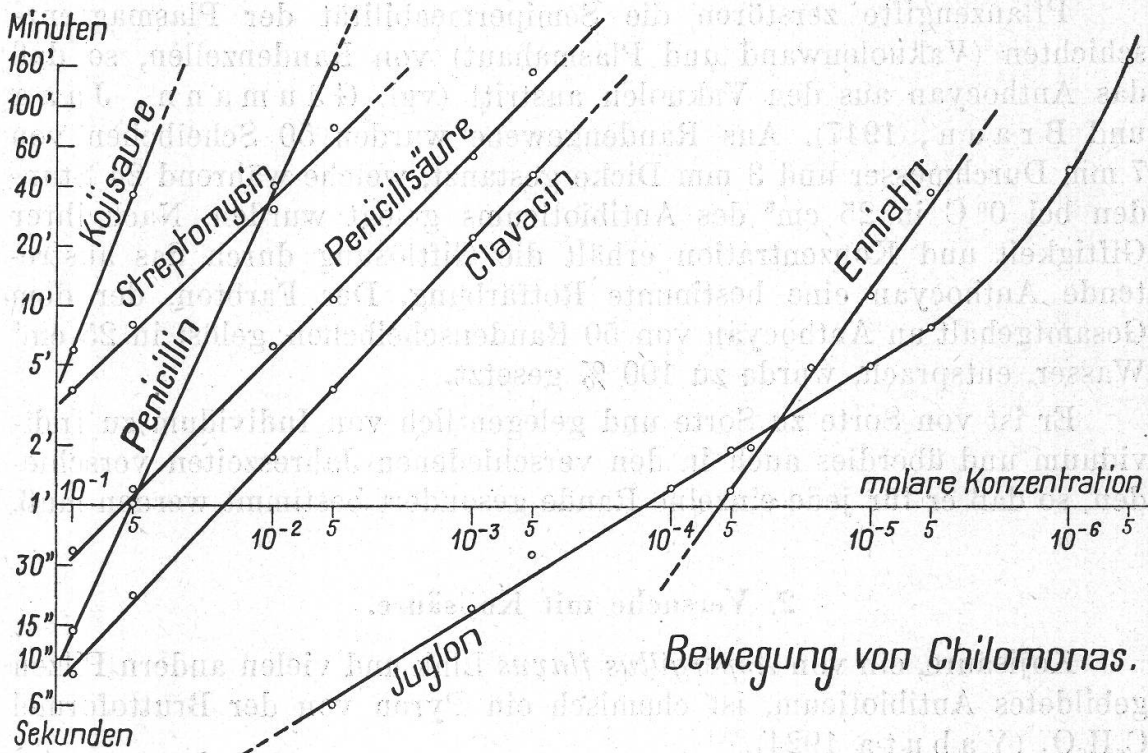
m a n n und J a a g , 1946, 1947). Andere Laboratorien suchen den Wirkungscharakter der Antibiotica zum Beispiel durch das Studium der *Atmungskurven* von sensibeln Bakterienkulturen zu ergründen (z. B. S c h u l e r , 1947; daselbst weitere Literatur).

In der vorliegenden Arbeit haben wir einige weitere Antibiotica hinsichtlich ihrer Einwirkung auf das pflanzliche Plasma geprüft. Eine vergleichende Betrachtung wird erst möglich sein, wenn wir über weit mehr Erfahrungen verfügen.

1. Versuchsmethoden.

a) Hemmung der Plasmolyse bei *Spirogyra*.

Zu diesen Versuchen wurden 130—140  $\mu$  dicke Fäden einer vielbänderigen *Spirogyra* verwendet. Die Algen wurden vor den Versuchen einige Stunden im Dunkeln aufbewahrt. 3—5 cm lange Fadenstücke wurden in die Lösung des Antibioticums gelegt und hierauf periodisch auf ihre Plasmolyse in 0,8 molar Saccharose untersucht. Die normal



Figur 2.

Die Lähmung der Beweglichkeit von *Chilomonas Paramaecium* durch verschiedene Antibiotica.

plasmolysierenden Zellen zeigten, nachdem das Gift eine gewisse Zeit gewirkt hatte, eine verkrampfte Plasmolyse; bald waren aber die Plasmagrenzschichten soweit gestört, daß die Plasmolyse überhaupt ausblieb. Ausführung der Versuche bei einer konstanten Temperatur von 24° C.

b) Wirkung auf die Bewegung von *Chilomonas Paramaecium* Ehrenb.

*Chilomonas Paramaecium* ist ein zu den Cryptomonaden gehörender Flagellat von 25—35  $\mu$  Länge, den man häufig in stehenden Gewässern mit viel verwesenden Substanzen findet. Die Versuchsobjekte wurden mit einer Pipette in einem kleinen Tropfen Wasser auf einen ausgehöhlten Objektträger gebracht. Dazu wurden einige Normaltropfen des Antibioticums gegeben. Beobachtung der Bewegung der Chilomonaden unter dem Mikroskop in einem Raum mit konstanter Temperatur von 24° C.



c) *Wirkung auf die Plasmaströmung von Elodea canadensis.*

Elodea-Pflanzen wurden in einem Glasgefäß mit Wasser, das mit einem Kupferspan versehen war, unter einer starken Lampe bei konstanter Temperatur von 24° C gehalten. Einzelne Blättchen wurden weggeschnitten, abgetrocknet, auf einem hohlgeschliffenen Objektträger in die Versuchslösung gebracht und mikroskopiert.

d) *Randentest.*

Pflanzengifte zerstören die Semipermeabilität der Plasmagrenzschichten (Vakuolenwand und Plasmahaut) von Randenzellen, so daß das Anthocyan aus den Vakuolen austritt (vgl. G ä u m a n n, J a a g und B r a u n, 1947). Aus Randengewebe wurden 50 Scheibchen von 7 mm Durchmesser und 3 mm Dicke gestanzt, welche während 24 Stunden bei 0° C in 25 cm<sup>3</sup> des Antibioticums gelegt wurden. Nach ihrer Giftigkeit und Konzentration erhält die Giftlösung durch das austretende Anthocyan eine bestimmte Rotfärbung. Der Farbton, der dem Gesamtgehalt an Anthocyan von 50 Randenscheibchen, gelöst in 25 cm<sup>3</sup> Wasser, entsprach, wurde zu 100 % gesetzt.

Er ist von Sorte zu Sorte und gelegentlich von Individuum zu Individuum und überdies auch in den verschiedenen Jahreszeiten verschieden, so daß er für jede einzelne Rande gesondert bestimmt werden muß.

2. Versuche mit Kojisäure.

Kojisäure, ein von *Aspergillus flavus* Link und vielen andern Pilzen gebildetes Antibioticum, ist chemisch ein Pyron von der Bruttoformel C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>O<sub>4</sub> (Y a b u t a 1924).

a) *Hemmung der Plasmolyse bei Spirogyra.*

Spirogyra plasmolysiert nicht mehr nach:		Mittel
Kojisäure	10 <sup>-1</sup> molar	60', 70', 60', 55' 61'
	5.10 <sup>-2</sup> molar	3 h. 20', 3 h., 3 h. 30' 3 h. 17'
	10 <sup>-2</sup> molar	22 h., 25 h., 30 h. 26 h.
	5.10 <sup>-3</sup> molar	40 h., 34 h., 36 h. 37 h.
	10 <sup>-3</sup> molar	keine Wirkung mehr, nach 45 h. noch normale Plasmolyse.

b) *Wirkung auf die Bewegung von Chilomonas.*

Die Bewegung hört auf nach:

Kojisäure	10 <sup>-1</sup> molar	5', 8', 6', 6' 6'
	5.10 <sup>-2</sup> molar	37', 40', 32', 35' 36'
	10 <sup>-2</sup> molar	4 h., 3 h. 30', 8 h. 5 h. 10'
	5.10 <sup>-3</sup> molar	leben noch nach 24 h.

c) *Wirkung auf die Plasmaströmung von Elodea.*

		<i>Mittel</i>
Die Plasmaströmung hört auf nach:		
<i>Kojisäure</i>	$10^{-1}$ molar	30', 25', 40', 30', 34' <span style="float: right;">32'</span>
	$5 \cdot 10^{-2}$ molar	70', 55', 60', 105' <span style="float: right;">72'</span>
	$10^{-2}$ molar	Plasmaströmung hält nach 10 h. noch an.

3. Versuche mit Clavacin.

Clavacin (Patulin, Expansin) wird von *Aspergillus clavatus* Desm. *Penicillium patulum* Bainier, *Penicillium expansum* Link usw. gebildet. Es ist ein Lacton mit der Bruttoformel  $C_7H_6O_4$  (Birkinshaw, Bracker, Michael und Raistrick 1943) und dem Molekulargewicht 154,1; in Wasser ist es leicht löslich und ziemlich stabil.

a) *Hemmung der Plasmolyse bei Spirogyra.*

Die Zellen der Spirogyra plasmolysieren nicht mehr nach:

		<i>Mittel</i>
<i>Clavacin</i>	$10^{-1}$ molar	4' 30", 5', 4' 30", 4', 4' 20" <span style="float: right;">4' 28"</span>
	$5 \cdot 10^{-2}$ molar	12', 10' 30", 10', 12' <span style="float: right;">11' 8"</span>
	$10^{-2}$ molar	55', 60', 60', 60' <span style="float: right;">59'</span>
	$5 \cdot 10^{-3}$ molar	120', 115', 110', 130' <span style="float: right;">119'</span>
	$10^{-3}$ molar	8 h. 40', 8 h., 8 h. 15' <span style="float: right;">8 h. 18'</span>
	$5 \cdot 10^{-4}$ molar	16 h., 15 h., 16 h. <span style="float: right;">15 h. 40'</span>
	$10^{-4}$ molar	Nach 24 h. tritt immer noch Plasmolyse ein, die oft verkrampft, meist aber noch normal ist.

b) *Wirkung auf die Bewegung von Chilomonas.*

Die Bewegung hört auf nach:

		<i>Mittel</i>
<i>Clavacin</i>	$10^{-1}$ molar	sofort (nach 5—10") <span style="float: right;">8"</span>
	$5 \cdot 10^{-2}$ molar	18", 26", 20", 15", 30" <span style="float: right;">22"</span>
	$10^{-2}$ molar	1' 30", 1' 50", 2', 1' 20" <span style="float: right;">1' 40"</span>
	$5 \cdot 10^{-3}$ molar	3' 50", 4', 3' 50", 3' 30" <span style="float: right;">3' 48"</span>
	$10^{-3}$ molar	22', 24', 22', 20' <span style="float: right;">22'</span>
	$5 \cdot 10^{-4}$ molar	40', 45', 45' <span style="float: right;">43'</span>
	$10^{-4}$ molar	leben noch nach 5 h., 6 h.

c) *Plasmaströmung bei Elodea* } siehe G ä u m a n n, J a a g und  
 d) *Randentest* } B r a u n 1947.

4. Versuche mit Penicillsäure.

Dieses Antibioticum wird vor allem aus dem Mycel von *Penicillium cyclopium* Westl. und *P. puberulum* Bain. gewonnen. Chemisch ist es eine dem Clavacin ähnliche Verbindung mit der Bruttoformel  $C_8H_{10}O_4$ .



und dem Molekulargewicht 170 (Birkinshaw, Oxford und Raistrick, 1936). In Wasser ist es zu 2 % löslich.

a) *Plasmolyse-Hemmung bei Spirogyra.*

Spirogyra plasmolysiert nicht mehr nach:			Mittel
<i>Penicillsäure</i>	$10^{-1}$ molar	6', 6', 5', 8', 5'	6'
	$5 \cdot 10^{-2}$ molar	13', 16', 16', 15'	15'
	$10^{-2}$ molar	105', 90', 90', 100'	96'
	$5 \cdot 10^{-3}$ molar	160', 150', 160', 180'	162'
	$10^{-3}$ molar	10—12 (—13) h.	12 h.
	$5 \cdot 10^{-4}$ molar	meist nach 24 h.	24 h.
	$10^{-4}$ molar	nach 32 h. noch normale Plasmolyse.	

b) *Wirkung auf die Bewegung von Chilomonas.*

Die Bewegung hört auf nach:			Mittel
<i>Penicillsäure</i>	$10^{-1}$ molar	35'', 28'', 30'', 40''	33''
	$5 \cdot 10^{-2}$ molar	1' 50'', 50'', 1' 20'', 45''	1' 11''
	$10^{-2}$ molar	5' 20'', 7', 6' 40'', 6' 10''	6' 18''
	$5 \cdot 10^{-3}$ molar	11' 30'', 11' 10'', 9' 40'', 11'	10' 50''
	$10^{-3}$ molar	62', 50', 60', 56'	57'
	$5 \cdot 10^{-4}$ molar	2' 30"—3 h.	160'
	$10^{-4}$ molar	leben noch nach 16 h.	

c) *Wirkung auf die Plasmaströmung von Elodea canadensis.*

Die Plasmaströmung hört auf nach:			Mittel
<i>Penicillsäure</i>	$10^{-1}$ molar	2' 30'', 3' 20'', 3'	2' 57''
	$10^{-2}$ molar	6', 7' 50'', 8'	7' 17''
	$10^{-3}$ molar	14', 18', 10' 30''	14' 10''
	$10^{-4}$ molar	Strömung hält nach 2 h. noch an.	

d) *Randentest.*

Innerhalb 24 Stunden wird an Anthocyan herausgelöst:

<i>Penicillsäure</i>	$10^{-1}$ molar	26 %
	$5 \cdot 10^{-2}$ molar	17 %
	$10^{-2}$ molar	6 %
	$10^{-3}$ molar	1,1 %
	$10^{-4}$ molar	nicht meßbar, fast farblos
(Wasser)		0 % farblos

5. Versuche mit Juglon.

Dieses Antibioticum kommt in den Blättern, vor allem aber in den Wurzeln, der Rinde und im Exocarp der Früchte von *Juglans regia* und *nigra* vor. Chemisch ist es ein Naphtochinon von der Bruttoformel

$C_{10}H_8O_3$  und dem Molekulargewicht 176. G r i e s (1944) hat es auf seine fungizide Wirkung untersucht. Für unsere Versuche verwendeten wir nach der Methode von B e r n t h s e n und S e m p e r (1887) synthetisch hergestelltes Juglon.

a) *Plasmolyse-Hemmung bei Spirogyra.*

Spirogyra plasmolysiert nicht mehr nach:

	<i>Mittel</i>
<i>Juglon</i> $5 \cdot 10^{-3}$ molar	7', 8', 6' 30'', 9' <span style="float: right;">7' 38''</span>
$10^{-3}$ molar	11', 10', 14', 12' <span style="float: right;">11' 45''</span>
$5 \cdot 10^{-4}$ molar	18', 16', 16', 20' <span style="float: right;">17' 30''</span>
$10^{-4}$ molar	35', 38', 23', 32' <span style="float: right;">32'</span>
$5 \cdot 10^{-5}$ molar	42', 40', 37', 41' <span style="float: right;">40'</span>
$10^{-5}$ molar	60', 65', 55', 60—65' <span style="float: right;">63'</span>
$5 \cdot 10^{-6}$ molar	90', 85', 90—95' <span style="float: right;">90'</span>
$10^{-6}$ molar	6 h, 6 h. 30'—7 h. <span style="float: right;">6 h. 30'</span>
$5 \cdot 10^{-7}$ molar	nach 15 h. waren die meisten Zellen zerstört, nach 18 h. waren alle zerstört <span style="float: right;">15 h.</span>
$10^{-7}$ molar	keine Einwirkung mehr, nach 24 h. tritt noch normale Plasmolyse ein.

b) *Wirkung auf die Bewegung von Chilomonas.*

Die Bewegung hört auf nach:

	<i>Mittel</i>
<i>Juglon</i> $5 \cdot 10^{-3}$ molar	sofort (5—8'') <span style="float: right;">6''</span>
$10^{-3}$ molar	20'', 12'', 19'', 16'', 24'' <span style="float: right;">18''</span>
$5 \cdot 10^{-4}$ molar	34'', 42'', 30'', 33'' <span style="float: right;">35''</span>
$10^{-4}$ molar	60'', 75'', 80'', 85'', 62'' <span style="float: right;">72''</span>
$5 \cdot 10^{-5}$ molar	120'', 105'', 100'', 130'' <span style="float: right;">114''</span>
$10^{-5}$ molar	4' 50'', 5' 30'', 5' 10'', 4' 30'' <span style="float: right;">5' 00''</span>
$5 \cdot 10^{-6}$ molar	8' 25'', 7' 30'', 8' 00'', 11' <span style="float: right;">8' 44''</span>
$10^{-6}$ molar	40', 45', 57', 50'—60' <span style="float: right;">50'</span>
$5 \cdot 10^{-7}$ molar	150', 210', 170' <span style="float: right;">zirka 3 h.</span>
$10^{-7}$ molar	leben noch nach 24 h.

d) *Randentest.*

Innerhalb 24 Stunden wird an Anthocyan herausgelöst:

<i>Juglon</i> $10^{-3}$ molar	{	Versuch nicht ausführbar, da Juglon in diesen Konzentrationen das Anthocyan entfärbt.	
$5 \cdot 10^{-4}$ molar			
$10^{-4}$ molar		14 ‰	rot
$10^{-5}$ molar		4,2 ‰	rosa
$10^{-6}$ molar		0,7 ‰	schwach rötlich
$10^{-7}$ molar		0,0 ‰	farblos
(Wasser)		0,0 ‰	farblos

### 6. Versuche mit Streptomycin.

Streptomycin (Schatz, Bugie und Waksman, 1944, Schatz 1945) wird durch den Strahlenpilz *Streptomyces griseus* gebildet. Chemisch ist es eine komplizierte Verbindung mit der Bruttoformel  $C_{21}H_{39}O_{12}N_7$ . Für unsere Versuche verwendeten wir Streptomycin (Sulphate) nach Pfizer.

#### a) Hemmung der Plasmolyse bei Spirogyra.

Spirogyra plasmolysiert nicht mehr nach:		Mittel
Streptomycin	$10^{-2}$ molar	3', 6', 4', 4'      4' 15"
	$5 \cdot 10^{-3}$ molar	9', 5', 4', 5'      5' 45"
	$10^{-3}$ molar	10', 9', 17', 12'      12' 00"
	$5 \cdot 10^{-4}$ molar	17', 14', 21', 16'      17' 00"
	$10^{-4}$ molar	26', 28', 31'      28' 20"
	$5 \cdot 10^{-5}$ molar	40', 45', 30'      38' 20"
	$10^{-5}$ molar	70', 90', 80—90'      82'
	$5 \cdot 10^{-6}$ molar	160', 140', 130—140'      142'
	$10^{-6}$ molar	14 h., 15 h., 16 h.      15 h.
	$5 \cdot 10^{-7}$ molar	nach 24 h. noch gute Plasmolyse.

#### b) Wirkung auf die Bewegung von Chilomonas.

Die Bewegung hört auf nach:

Streptomycin	$10^{-1}$ molar	3' 10", 4', 3' 40", 4' 20", 3' 20"      3' 42"
	$5 \cdot 10^{-2}$ molar	7', 6', 11', 9'      8' 15"
	$10^{-2}$ molar	30', 25', 38'      31' 00"
	$5 \cdot 10^{-3}$ molar	70', 84', 88'      80' 40"
	$10^{-3}$ molar	bewegen sich noch nach 6 h.

### 7. Versuche mit Enniatin.

Enniatin wurde aus aktivem Mycel von *Fusarium orthoceras* var. *enniatinum* isoliert (G ä u m a n n, Roth, E t t l i n g e r, P l a t t n e r, N a g e r, 1947). Es besitzt die Bruttoformel  $C_{24}H_{42}O_6N_2$  und ist in Wasser praktisch unlöslich. Verwendet wurde eine Standardlösung in Aceton von  $0.49 \text{ mg/cm}^3 = \text{zirka } 10^{-3}$  molar. Diese Lösung muß auf  $5 \cdot 10^{-5}$  molar verdünnt werden, da eine mehr als 5 % -Acetonlösung die Versuchsobjekte schädigt.

#### a) Hemmung der Plasmolyse bei Spirogyra.

Spirogyra plasmolysiert nicht mehr nach:		Mittel
Enniatin	$4 \cdot 10^{-5}$ molar	30', 25', 28', 40'      30' 45"
	$2 \cdot 10^{-5}$ molar	45', 45', 60', 40'      47' 30"
	$10^{-5}$ molar	80', 90', 80'      83' 20"
	$5 \cdot 10^{-6}$ molar	180', 140', 155'      158'
	$10^{-6}$ molar	nach 18 h. noch normale Plasmolyse.



b) Wirkung auf die Bewegung von *Chilomonas*.

Die Bewegung hört auf nach:		Mittel
<i>Enniatin</i>	$5 \cdot 10^{-5}$ molar	1' 10", 1' 0", 1' 30"      1' 13"
	$4 \cdot 10^{-5}$ molar	3', 1' 45", 2' 0", 2' 10", 1' 40"      2' 07"
	$2 \cdot 10^{-5}$ molar	4' 30", 5' 40", 5' 10"      5' 07"
	$10^{-5}$ molar	15', 10' 30", 9', 9' 40", 11' 50"      11' 12"
	$5 \cdot 10^{-6}$ molar	35', 40', 38', 40'      38' 15"
	$10^{-6}$ molar	6—7 h.      6' 30"
	$5 \cdot 10^{-7}$ molar	leben noch nach 20 h.

d) Randentest.

Innerhalb 24 Stunden wird an Anthocyan herausgelöst:

<i>Enniatin</i>	$\frac{1}{2} \cdot 10^{-4}$ molar	18 %
	$10^{-5}$ molar	5,2 %
	$10^{-6}$ molar	1,2 %
	$10^{-7}$ molar	0,3 %
	(Wasser	0,4 %)

8. Versuche mit Penicillin.

Penicillin (Fleming, 1929, Abraham, Chain, Fletcher, Florey, Gardner, Heatley und Jennings, 1941) wird von *Penicillium notatum* Westl., *P. chrysogenum* Thom. und einigen andern *Penicillium*- und *Aspergillus*arten gebildet. Bisher wurden 4 verschiedene Penicilline kristallin gewonnen, die chemisch durch die Zusammensetzung einer Seitenkette und biologisch durch verschieden hohe antibakterielle Aktivität voneinander abweichen. Für unsere Versuche verwendeten wir Penicillin G mit der Bruttoformel  $C_{16}H_{16}O_4N_2S$  und dem Molekulargewicht 334,4, und zwar das kristalline Natriumsalz.

a) Hemmung der Plasmolyse bei *Spirogyra*.

Spirogyra plasmolysiert nicht mehr nach:		Mittel
<i>Penicillin</i>	$10^{-1}$ molar	8', 5', 7', 8'      7'
	$5 \cdot 10^{-2}$ molar	15', 18', 15', 20'      17'
	$10^{-2}$ molar	5 h., 6 h.      5 h. 30'
	$5 \cdot 10^{-3}$ molar	14—16 h.      15 h.
	$10^{-3}$ molar	nach 30 h. noch normale Plasmolyse.

b) Wirkung auf die Bewegung von *Chilomonas*.

Die Bewegung hört auf nach:		Mittel
<i>Penicillin</i>	$10^{-1}$ molar	12", 15", 20", 10"      14"
	$5 \cdot 10^{-2}$ molar	80", 50", 50", 60"      60"
	$10^{-2}$ molar	50', 40', 34', 40'      41'
	$5 \cdot 10^{-3}$ molar	145', 150', 180'      158'
	$10^{-3}$ molar	leben noch nach 16 h.



Zitierte Literatur.

- Abraham E.P., Chain E., Fletcher C.U., Florey H.W., Gardner A.D., Heatley N.G., Jennigs M.A., 1941. Further observations on Penicillin. (Lancet **241**, 177.)
- Bernthsen A. und Semper A., 1887. Über die Constitution des Juglons und seine Synthese aus Naphtalin. (Ber. deut. chem. Ges. **20**, 934—941.)
- Birkinshaw J.H., Bracken A., Michael S.E. und Raistrick H., 1943. Patulin in the common cold. Collaborative research on a derivate of Penicillium patulum Bainier. (Lancet, **2**, 625—630.)
- Birkinshaw J.H., Oxford A.E. und Raistrick H., 1936. Studies in the biochemistry of microorganismen; penicillic acid, a metabolic product of Penicillium puberulum Bain. and Pen. cyclopium West. (Biochem. J., **30**, 394 bis 441.)
- Fleming A., 1929. On the antibacterial action of cultures of a Penicillium. (Brit. J. Exper. Path., **10**, 226.)
- Gries G.A., 1944. Juglone — the active agent in walnut toxicity. (Ann. Rpt. Northern Nut Growers Assoc., **34**, 52—55.)
- Gäumann E. und Jaag O., 1946. Über das Problem der Welkekrankheiten bei Pflanzen. (Experientia **2**, 215—220.)
- — 1947. Die physiologischen Grundlagen des parasitogenen Welkens I. (Ber. schweiz. bot. Ges. **57**, 3—34.)
- — und Braun R., 1947. Antibiotica als pflanzliche Plasmagifte. (Experientia **3**, 70—71.)
- Roth S., Ettliger L., Plattner A. und Nager U., 1947. Enniatin, eine neues, gegen Mykobakterien wirksames Antibioticum. (Experientia **3**, 202—203.)
- Schatz A., 1945. Streptomycin, an antibiotic agent produced by Actinomyces griseus. (Thesis, Rutgers University.)
- Bugie E. und Waksman S.A., 1944. Streptomycin, a substance exhibiting antibiotic activity against gram-positive and gram-negative bacteria. (Proc. Soc. Exp. Biol. Med., **55**, 66—69.)
- Schuler W., 1947. Über den Wirkungscharakter verschiedener Antibiotica in vitro. (Experientia **3**, 110—111.)
- Yabuta T., 1924. The constitution of Kojic acid, a  $\gamma$ -Pyrone derivate, formed by Aspergillus oryzae from carbohydrates. (J. Chem. Soc. **125**, 575—587.)
-