

**Zeitschrift:** Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Bern  
**Herausgeber:** Naturforschende Gesellschaft in Bern  
**Band:** 3 (1946)

**Artikel:** Zur Physiologie der pathogenen Schimmelpilze Absidia Lichtheimi und Absidia ramosa mit besonderer Berücksichtigung des Wirkstoffbedürfnisses  
**Autor:** Vogt, R.  
**Kapitel:** I: Allgemeine Ernährungsbedingungen  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-319430>

### **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:** 01.05.2026

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

etwa 10 %. Weitere physiologische Untersuchungen über *Absidia Lichtheimi* sind bis dahin nicht unternommen worden.

Aus sehr vielen Arbeiten, namentlich denjenigen von Raulin, Steinberg, Hoagland, Utiger, Lindeberg usw., auf die später eingetreten werden soll, ging die grosse Bedeutung der Spurenelemente für das Wachstum gewisser Pilze hervor.

Auf Grund der bisherigen Untersuchungen ergaben sich folgende Problemstellungen:

1. Feststellung der allgemeinen Ernährungsbedingungen, über die bis dahin noch nichts veröffentlicht wurde.

2. Prüfung des Vitamins B<sub>1</sub>, seiner Komponenten und Derivate, wobei besonders auch das beschränkte Wachstum auf Pyrimidin allein abgeklärt werden sollte.

3. Der Einfluss der Spurenelemente auf das Gedeihen des Pilzes.

## I. Allgemeine Ernährungsbedingungen

### A. Die Nährlösungen

1. Ausgegangen wurde von der nach Schopfer abgeänderten Coonschen Nährlösung:

Glukose purissimum	20 g	
Asparagin	1 g	
MgSO <sub>4</sub> · 7 H <sub>2</sub> O	0,5 g	pH nach Autoklavieren
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	1,5 g	4,4 bis 4,6
Aneurin	120 γ	
Aqua dest.	1000 ccm	

Ausserdem wurden mit Vorteil folgende Nährlösungen verwendet:

2. Nährlösung nach Lindeberg:

Glukose purissimum	20 g	
Ammoniumtartrat	5 g	
MgSO <sub>4</sub> · 7 H <sub>2</sub> O	0,5 g	pH nach Autoklavieren
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	1 g	5,3 bis 5,5
Fe als FeCl <sub>3</sub>	1 mg	
Zn als ZnSO <sub>4</sub>	1 mg	
Mn als MnCl <sub>2</sub>	2,7 mg	
Ca als CaCl <sub>2</sub>	20 mg	
Aneurin	120 γ	
Aqua dest.	1000 ccm	

## 3. Neue Nährlösung :

Glukose purissimum	20 g
KNO <sub>3</sub> purissimum	1,36 g
MgSO <sub>4</sub> · 7 H <sub>2</sub> O	0,5 g
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	1,5 g
Fe als FeCl <sub>3</sub>	200 γ
Zn als ZnSO <sub>4</sub>	140 γ
Mn als MnSO <sub>4</sub>	20 γ
Cu als CuSO <sub>4</sub>	40 γ
Mo als NH <sub>4</sub> -molybdat	10 γ
Aneurin	120 γ
Aqua dest.	1000 ccm

Mit dieser erheblich billigeren Nährlösung werden ungefähr dieselben Trockengewichte wie mit der nach Schopfer veränderten Coonschen Nährlösung erreicht.

Alle Versuche wurden in Erlenmeyerkolben aus Jenaerglas von 150 ccm Inhalt ausgeführt, die ich mit 25 ccm Nährlösung beschickte. Als Pfropfen wurde reinste Spitalwatte verwendet. Die Sterilisation der Nährlösung erfolgte während 15 bis 20 Minuten in einem Dampfautoklaven bei 120 °C.

Wo nichts anderes bemerkt, sind die Versuche bei 28 °C mit der nach Schopfer abgeänderten Coonschen Nährlösung in Dunkelheit durchgeführt worden. Die Trockengewichte entsprechen in der Regel einem Mittelwert aus sechs Messungen. Die Abkürzung T. G. in Abbildungen, Tabellen und Text bedeutet Trockengewicht.

## B. Die Kohlenstoffquellen

### Einfluss der Glukosekonzentration auf das Wachstum.

In der abgeänderten Coonschen Nährlösung wird die Glukosekonzentration unter Konstanthaltung aller übrigen Bedingungen verändert. *Absidia Lichtheimi* entwickelt sich bei Konzentrationen von 2 bis 8 % optimal. Mit höheren Konzentrationen tritt eine zunehmende Hemmung auf, die bei 25 % Glukose rund 40 % erreicht. In einem frühen Entwicklungszustand sind die Verhältnisse ähnlich. Jedoch ist das Optimum leicht nach höheren Konzentrationen verschoben, die Hemmung aber bei weiterem Anstieg verstärkt (bei 25 % Glukose rund 75 %).

*Absidia Lichtheimi* ist gegen höhere Glukosekonzentrationen be-

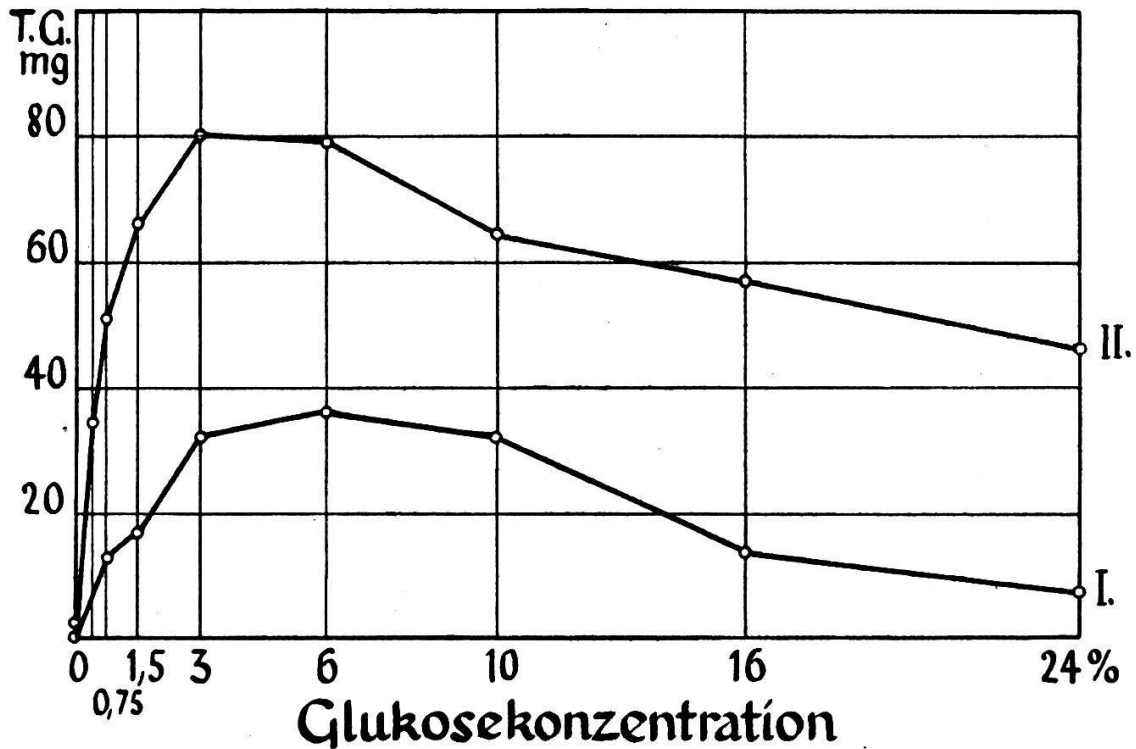


Abbildung 1.

Der Einfluss der Glukosekonzentration auf das Wachstum von *Absidia Lichtheimi*. I: nach 5 Tagen. II: nach 10 Tagen.

deutend weniger empfindlich als *Mucor Ramannianus*, der mit 25 % Glukose überhaupt nicht mehr gedeiht (Müller 1941).

*Absidia Lichtheimi* ist nicht imstande, ihren Bedarf an organischem Kohlenstoff aus dem Asparagin zu decken. Bei sehr niederen Glukosekonzentrationen scheint aber das Glukosedefizit durch Asparagin ersetzt werden zu können, so dass also Asparagin unter diesen Bedingungen spurenweise als Kohlenstoffquelle dient (Tabelle 4). Müller (1941) stellte mit *Mucor Ramannianus* dasselbe fest.

Tabelle 4.

Das Wachstum von *Absidia Lichtheimi* mit niederen Glukosekonzentrationen (Mittelwerte aus 6 Kulturen).

Asparagin in mg pro 25 ccm	25	25	25	25
Glukose in mg pro 25 ccm	20,8	5,2	2,6	0
Trockengewicht (T. G.)	14,0	8,0	6,0	2,5
Notwendige Glukose in mg bei einem ökonomischen Koeffizienten von 0,4	35	20	15	6,25
Glukosedefizit	14,2	14,8	12,4	6,25

## Andere Kohlenstoffquellen.

Die Wirksamkeit verschiedener Kohlenstoffquellen wurde mit Asparagin als Stickstoffquelle geprüft. Zur kohlenstofffreien Nährlösung wurden 3 % Glukose oder eine andere Kohlenstoffquelle mit demselben Kohlenstoffgehalt zugegeben. Alle Kohlenstoffquellen, bei denen durch das gemeinsame Sterilisieren mit der schwach sauren Nährlösung ein Abbau befürchtet werden musste, wurden getrennt sterilisiert und danach steril zugegeben. Die Versuchsdauer betrug acht Tage. Die Ergebnisse sind in Tabelle 5 zusammen gestellt. Das mit Aneurinzusatz und 3 % Glukose erhaltene T. G. wurde als 100 % angenommen und alle übrigen T. G. entsprechend umgerechnet. *Absidia Lichtheimi* kann wie die meisten andern Mucorineen Mono- und Disaccharide, von den Polysacchariden Stärke und Dextrin, sowie mehrwertige Alkohole (Sorbit und Mannit) gut ausnutzen. Die höchsten T. G. wurden mit Glukose, Maltose, Mannose, Fruktose, Stärke und Mannit erreicht. Als Kohlenstoffquelle für Wirkstoffuntersuchungen kommt vor allem die genügend rein erhältliche Glukose in Betracht, die ohne Aneurin kein Wachstum ermöglicht. Glukoside und organische Säuren können nicht oder schlecht als Kohlenstoffquellen verwendet werden. Es ist interessant festzustellen, dass *Absidia Lichtheimi* auf Milchsäure ein schwaches Wachstum zeigt. Milchsäure als Stoffwechselprodukt des Tieres wird teilweise durch die Nieren ausgeschieden. Da *Absidia Lichtheimi* parasitisch mit Vorliebe in den Nieren lebt, ist es möglich, dass die Milchsäure bei der parasitischen Lebensweise eine Rolle als Kohlenstoffquelle spielen könnte. Die verhältnismässig gute Ausnutzungsfähigkeit von Pektin und Lichenin, einer allgemein verbreiteten Reservesubstanz der Zelle, als Kohlenstoffquelle ist vielleicht bei der saprophytischen Lebensweise auf gärendem Heu von einer gewissen Bedeutung.

Zum Schluss sei noch erwähnt, dass *Absidia Lichtheimi* im Laufe der Entwicklung Zucker in Aerobiose nicht vergärt, was schon von Lichtheim (zitiert nach Lindt 1886) festgestellt wurde.<sup>4)</sup>

---

<sup>4)</sup> Fräulein Guilloud, Laborantin, sei für die während eines Zeitversuches mehrfach durchgeführten Prüfungen auf Alkohol bestens gedankt.

Tabelle 5.

Die Ausnützbarkeit der verschiedenen Kohlenstoffquellen in Gegenwart von Asparagin durch Absidia Lichtheimi.

Kohlenstoffquelle	T. G. mit Aneurin	T. G. ohne Aneurin
<b>Monosaccharide</b>		
<b>Pentosen:</b>		
Arabinose Schuchhardt	69 %	0,7 %
l-Xylose Hoffmann la Roche	0	0
d-Xylose Hoffmann la Roche	79	0,7
<b>Hexosen:</b>		
d-Glukose Siegfried	100	0,7
d-Mannose Hoffmann la Roche	93	4
d-Galaktose	73	5
d-Fruktose Kahlbaum	85	0,7
<b>Disaccharide</b>		
Maltose Kahlbaum	101	38
Laktose Drug House Ltd.	69	0,7
Saccharose	61	1,3
<b>Polysaccharide</b>		
Weizenstärke	86	65
Cellulose	0	0
Inulin Kahlbaum	9	8
Dextrin Merck	55	0,7
Reinpektin H Sandoz	27	1,3
Lichenin Siegfried	37	28
Lignin Schuchhardt	wenig Mycel	0
Xylan Schuchhardt	6	4
<b>Glukoside</b>		
Salicin Schuchhardt	9	Spur
Amygdalin	8	9
Phloridzin	3,7	3,7
<b>Alkohole</b>		
Glycerin	7	0,7
d-Sorbit Hoffmann la Roche	74	0,7
Mannit	87	0,7
<b>Organische Säuren *</b>		
Weinsäure pH 3,2	Spur	Spur
Citronensäure pH 3,8	4,4	Spur
Milchsäure pH 3,8	9	0,7

\* Mit sekundärem Natriumphosphat gepuffert.

### C. Die Stickstoffquellen

Optimale Asparaginkonzentration bei 2 % Glukose.

Die Ergebnisse sind aus Abbildung 2 ersichtlich. Die optimale Ausnützung des Asparagins erfolgt bei einer Konzentration von 1 ‰, wie sie bis dahin in der abgeänderten Coonschen Nährlösung angewendet worden ist. In einem späteren Entwicklungszustand steigen aber die T. G. weiterhin verlangsamt an, und auch bei 8 ‰ ist die Gewichtszunahme noch nicht zum Stillstand gekommen. Mit höheren Asparagindosen, 15 ‰ und mehr, würde wahrscheinlich eine Verminderung des T. G. eingetreten sein.

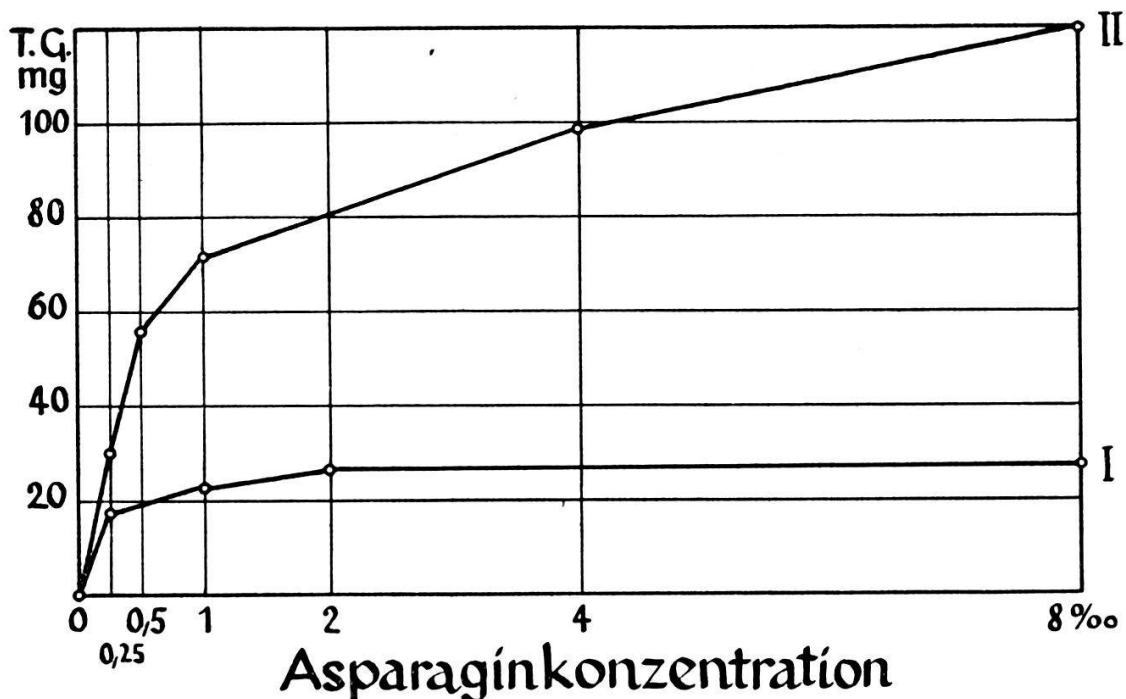


Abbildung 2.

Der Einfluss der Asparaginkonzentration auf das Wachstum von *Absidia Lichtheimi*. I: nach 5 Tagen. II: nach 10 Tagen.

### Optimales C/N-Verhältnis mit Glukose und Asparagin.

Die Versuchsdauer betrug neun Tage. Die Ergebnisse sind in Tabelle 6 zusammengestellt.

Mit niederen Asparagindosen ist die Wirkung steigender Glukosemengen wenig ausgeprägt, da Asparagin als beschränkender Faktor wirkt. Mit hohen Asparagindosen dagegen steigen die T. G. mit zunehmendem Glukosegehalt stark an. Mit der Zunahme der

Tabelle 6.

Das Wachstum von *Absidia Lichtheimi* in Abhängigkeit vom Glukose/Asparagin-Verhältnis (Schachbrettversuch nach Schopfer).

Die eingeklammerten Zahlen geben das C/N-Verhältnis an.

	0 ‰	1/4 ‰	3/4 ‰	2 ‰	6 ‰	16 ‰ Glukose
0 ‰ <sub>00</sub>	Spur	0,7 mg	0,8 mg	0,9 mg	0,7 mg	0,7 mg
1/4 ‰ <sub>00</sub>	0,8	23 (10)	26 (30)	26 (80)	22 (240)	17 (640)
1/2 ‰ <sub>00</sub>	0,8	25 (5)	39 (15)	48 (40)	37 (120)	31 (320)
1 ‰ <sub>00</sub>	1,6	25 (2,5)	46 (7,5)	80 (20)	73 (60)	60 (160)
3 ‰ <sub>00</sub>	2,4	28 (0,8)	55 (2,5)	106 (7)	164 (20)	136 (53,5)
8 ‰ <sub>00</sub> Asparagin	0,6	28 (0,3)	77 (1)	120 (2,5)	173 (7,5)	140 (20)

Glukosekonzentration steigt die optimale Asparaginkonzentration an. Es besteht jedoch keine strenge Proportionalität. Das optimale C/N-Verhältnis schwankt zwischen etwa 40 und 7,5. Das höchste T.G. wird mit 8 ‰<sub>00</sub> Asparagin und 6 ‰ Glukose erhalten. Es ist etwa doppelt so gross wie dasjenige, welches mit der normalen abgeänderten Coonschen Nährlösung erreicht wird.

#### A n d e r e S t i c k s t o f f q u e l l e n .

Die Versuchsdauer betrug elf Tage. In einer ersten Reihe wurden die zu prüfenden Substanzen in der molekularen Konzentration einer 2 ‰<sub>00</sub>igen Asparaginlösung verwendet. In einer zweiten, gleichzeitig angesetzten Reihe erhielt jeder Erlenmeyerkolben eine einer 2 ‰<sub>00</sub>igen Asparaginlösung entsprechende Stickstoffmenge. Die Ergebnisse sind in Tabelle 7 zusammengestellt.

Das mit einer 2 ‰<sub>00</sub>igen Asparaginkonzentration erhaltene T.G. von 101 mg wurde als 100 ‰ angenommen und die übrigen T.G. entsprechend umgerechnet. *Absidia Lichtheimi* vermag sowohl organische als auch anorganische Stickstoffverbindungen (einschliesslich Nitrate) zu verwerten. Sie verhält sich hierbei ähnlich wie

Tabelle 7.

Wachstum von Absidia Lichtheimi auf verschiedenen Stickstoffquellen in Gegenwart von Glukose.

Substanz	Gleiche N-Menge wie 2‰ Asparagin T. G. in ‰	Gleiche molekulare Konz. wie 2‰ As- paragin. T. G. in ‰
Nitrate		
Calciumnitrat	63 ‰	63 ‰
Kaliumnitrat	53	50
Ammoniumverbindungen		
Ammoniumhydroxyd	49	53
Ammoniumchlorid	34	35
Ammoniumsulfat	37	37
Ammoniumkarbonat	66	66
Ammoniumnitrat	48	48
Ammoniumoxalat	67	67
Ammoniumcitrat	87	87
Ammoniumacetat	50	64
Ammoniumtartrat	77	77
Amide		
Harnstoff	56	56
Asparagin	100	100
Amine		
Trymethylaminchlorhydrat	1	1
Hydroxylaminhydrochlorid	0	0
Diphenylamin	0	0
Aminosäuren		
Glykokoll	68	74
Peptone und Eiweisse		
Pepton (Rhone-Poulenc)	98	—
Fibrin	*	—
Volleipulver	62	—
Organische N-haltige Säuren		
Harnsäure	58	77

\* Auf Fibrin ist ein gutes Wachstum festzustellen. Das Mycel kann aber nicht vom Fibrin getrennt und somit nicht gewogen werden.

*Mucor Ramannianus* (Müller 1941) und *Mucor racemosus* (Ritter 1909 und 1911) und bildet gegenüber andern Mucorineen wie z. B. *Phycomyces Blakesleeanus* (Schopfer 1934), *Rhizopus nigricans*, *Mucor Mucedo* und *Thamnidium elegans* (Ritter 1909), die anorganische Stickstoffverbindungen in Nitratform nur schwer oder nicht assimilieren können, eine Ausnahme. Auch die Aspergillen *Aspergillus niger* und *glaucus* und *Penicilliumarten* verhalten sich wie *Absidia Lichtheimi*. Eine gute Ausnutzung von anorganischen Stickstoffquellen durch *Absidia Lichtheimi* war nicht ohne weiteres zu erwarten, da es sich um einen Pilz handelt, der auch parasitisch leben kann. Harnstoff und Harnsäure erweisen sich als verhältnismässig gute Stickstoffquellen und könnten bei der parasitischen Lebensweise in den Nieren eine Rolle spielen.

#### D. Der Einfluss der $MgSO_4$ - und der $KH_2PO_4$ -Konzentration

Die Ergebnisse sind aus den Abbildungen 3 und 4 ersichtlich.

Die in der abgeänderten Coonschen Nährlösung angewandten  $MgSO_4$ - und  $KH_2PO_4$ -Konzentrationen wirken optimal. Nur in frü-

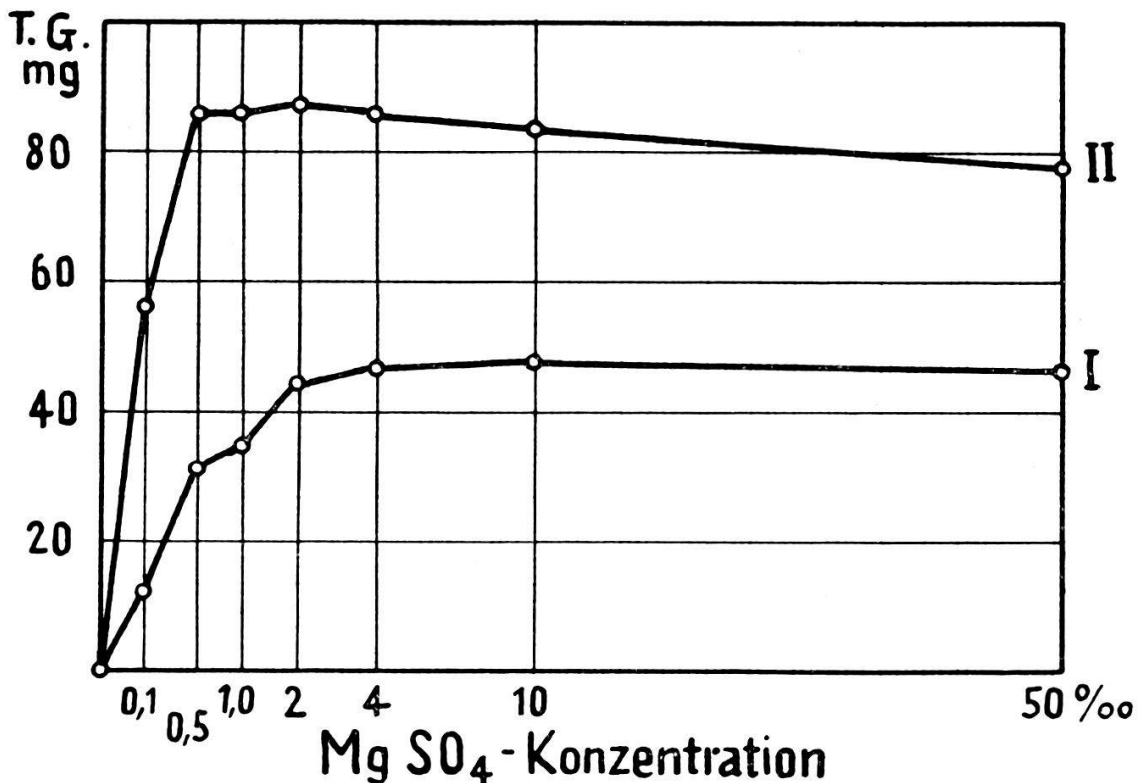


Abbildung 3.

Der Einfluss der  $MgSO_4$ -Konzentration auf das Wachstum von *Absidia Lichtheimi*. I: nach 5 Tagen. II: nach 12 Tagen.

hen Entwicklungszuständen liegt das Optimum etwas höher. Eine 100fach optimale Dosis von  $MgSO_4$  wirkt nur schwach, von  $KH_2PO_4$  stärker hemmend.

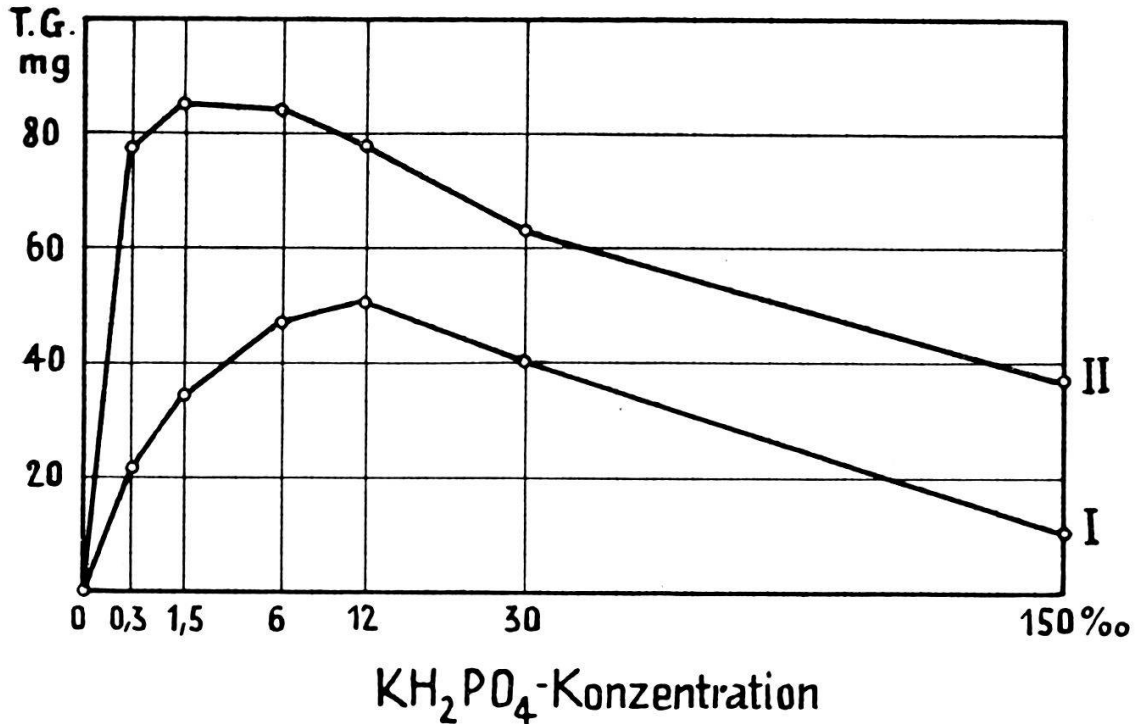


Abbildung 4.

Der Einfluss der  $KH_2PO_4$ -Konzentration auf das Wachstum von *Absidia Lichtheimi*. I: nach 5 Tagen. II: nach 11 Tagen.

### E. Der Einfluss der Temperatur

Abbildung 5 zeigt, dass es sich bei *Absidia Lichtheimi* um einen ausgesprochen thermophilen Pilz handelt. Die obere Temperaturgrenze liegt bei etwa  $46^{\circ}C$ . Bei  $42^{\circ}C$  ist noch keine Hemmung festzustellen. Bei  $45^{\circ}$  entwickelt sich wenig, knöllchenförmig zerfallendes Mycel. Wird die Temperatur auf  $40^{\circ}$  erniedrigt, so setzt ein normales Wachstum ein. Die Lebensfähigkeit des Pilzes ist also durch die vorübergehende Temperaturerhöhung nicht beeinträchtigt worden. Unterhalb  $20^{\circ}$  hört das Wachstum praktisch auf. Das Temperaturoptimum entspricht der Körpertemperatur der Warmblüter und scheint darauf hinzuweisen, dass *Absidia Lichtheimi* als tier- und menschenpathogener Pilz eine gewisse Bedeutung haben könnte.



Abbildung 5.

*Absidia Lichtheimi*: Abhängigkeit des Wachstums von der Temperatur.  
I: 17° C. II: 28° C. III: 40° C.

### F. Der Einfluss der Wasserstoffionenkonzentration und Veränderung derselben im Laufe der Entwicklung

Die Abhängigkeit des Wachstums von der Wasserstoffionenkonzentration wurde mit dem Puffer nach Mac Ilvaine, bestehend aus Zitronensäure und sekundärem Natriumphosphat, untersucht. Pufferlösungen und abgeänderte Coonsche Nährlösung wurden doppelt konzentriert hergestellt und in Mengen von 12,5 ccm in Erlenmeyerkolben abgefüllt und sterilisiert. Danach wurden die Lösungen über der Flamme zusammenschüttet und geimpft. Die Bestimmung des pH erfolgte kolorimetrisch. Das optimale pH liegt in frühen Entwicklungszuständen zwischen 5 und 7, in späten zwischen 3,8 und 8,25 (Abb. 6). Abbildung 7 zeigt, dass die Pufferung der Nährlösung nur einige Tage stabil bleibt. Danach erfahren die alkalischen Medien eine leichte Ansäuerung, die sauren eine beträchtliche Alkalisierung. Diese könnte entweder auf der Hydrolyse eines Salzes der Nährlösung und der ungleichen Aufnahme der entstandenen Ionen oder auf der Bildung von alkalischen Substanzen durch den Pilz, z. B. Ammoniak, beruhen. Am Ende des

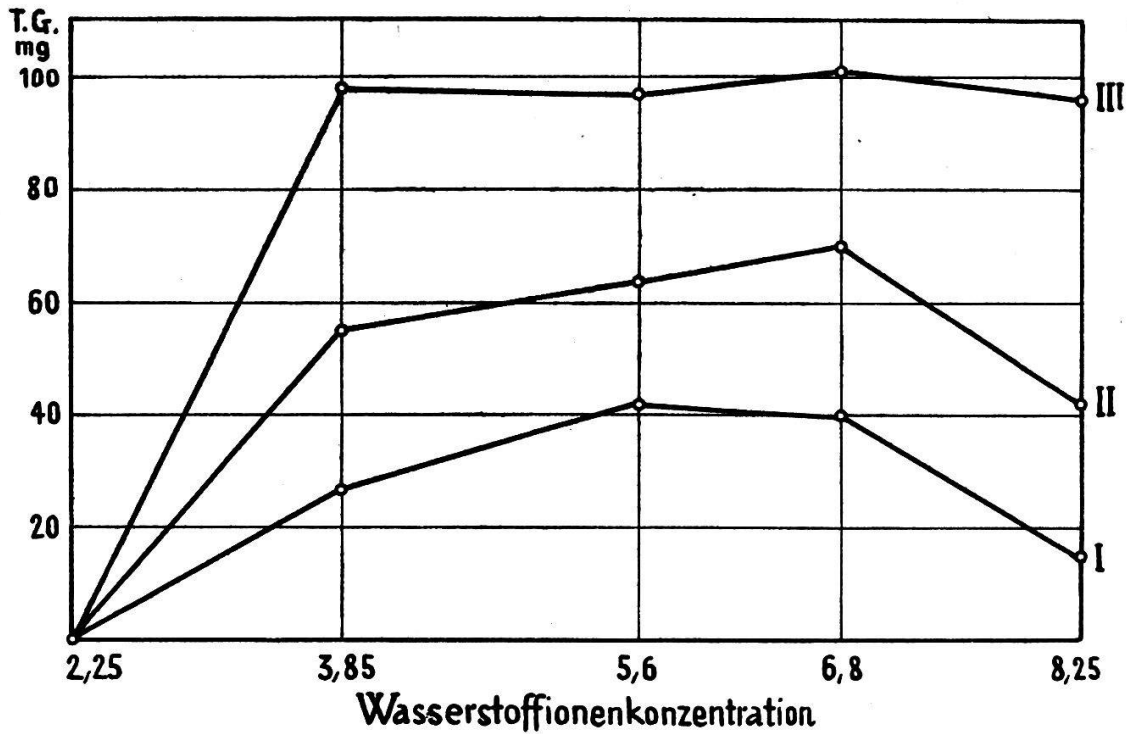


Abbildung 6.

*Absidia Lichtheimi*: Abhängigkeit des Wachstums von der Wasserstoffionenkonzentration. I: nach 3 Tagen. II: nach 5 Tagen. III. nach 16 Tagen.

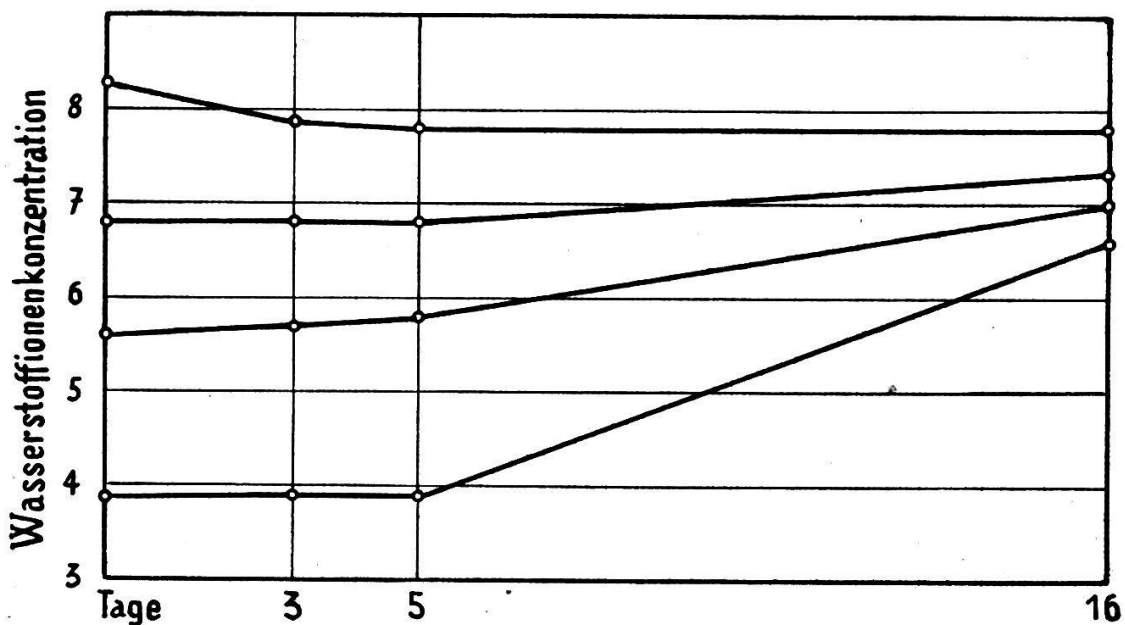


Abbildung 7.

Veränderung des pH von Pufferlösungen durch *Absidia Lichtheimi* im Laufe der Entwicklung.

Versuchs schwankt das pH überall zwischen etwa 6,5 und 7,5. Der weite optimale pH-Bereich in späten Entwicklungsstadien ist also nur scheinbar. Jedoch ist auch bei kurzer und mittlerer Versuchsdauer, wo die Stabilität der Pufferlösung erhalten bleibt, der pH-Bereich, der ein gutes Wachstum ermöglicht, ziemlich gross (zwischen pH 3,8 und 7). Das im Vergleich zu andern Mucorineen ziemlich hohe pH-Optimum und die Fähigkeit des Gedeihens auf schwach alkalischen Nährlösungen scheint mit der fakultativen parasitischen Lebensweise in Einklang zu stehen. Der pH-Bereich des menschlichen Harns (pH 5—7) entspricht dem Optimum. Auch das pH des Blutes schliesst ein Wachstum nicht aus.

Die Veränderung des pH der ungepufferten abgeänderten Coonschen Nährlösung ist aus Abbildung 8 ersichtlich. Im Gegensatz zu der gepufferten Nährlösung ist vor allem in der Hauptwachstumsperiode ein ziemlich starkes Absinken des pH bis auf 3,6 festzustellen. Versuche, die bei 40°C durchgeführt wurden, verliefen ähnlich. Das pH sank jedoch nur auf etwa 3,8 ab.

Auch die Titrationsazidität der ungepufferten Nährlösung wurde geprüft. Die Ergebnisse waren aber nicht eindeutig. Je nach dem verwendeten Indikator schien *Absidia Lichtheimi* bald etwas Lauge, bald etwas Säure zu bilden. Auf jeden Fall steht fest, dass es sich bei *Absidia Lichtheimi* nicht um einen Säurebildner handelt.

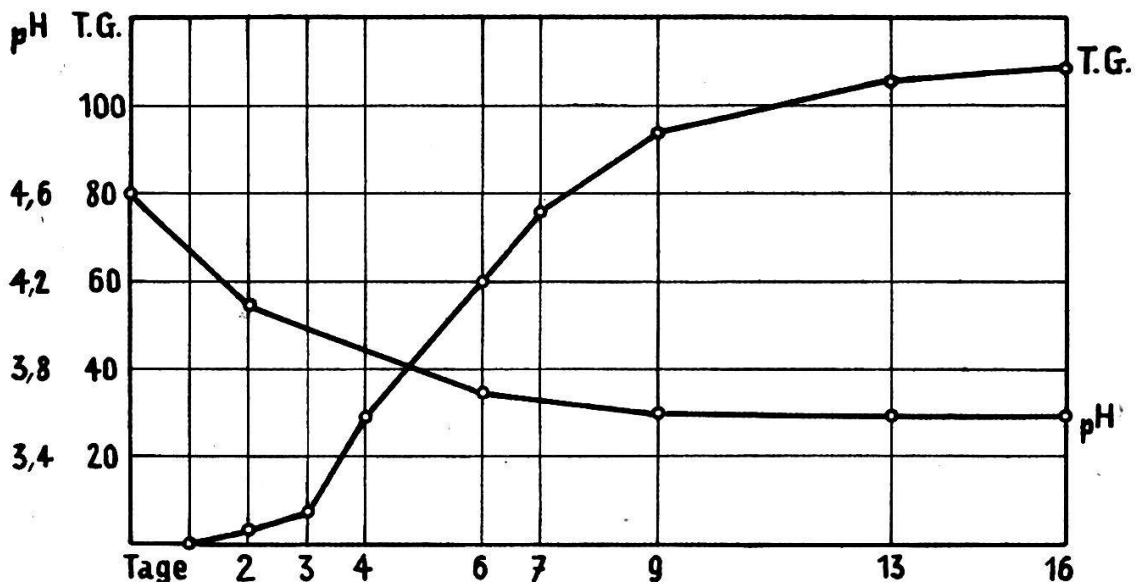


Abbildung 8.

*Absidia Lichtheimi*: Veränderung des pH der ungepufferten Coonschen Nährlösung im Laufe der Zeit.

### G. Der Einfluss der Impfstärke

Zur Bereitung der Sporensuspension verwendete ich Reagensglaskulturen. Mit einer Platinnadel wurde etwas Luftmycel herausgenommen, in etwa 30 ccm sterilem, destilliertem Wasser gespült und danach wieder entfernt. Von dieser Sporensuspension wurden normalerweise 1 bis 2 Tropfen geimpft. Für den Impfstärkeversuch stellte ich noch eine zweite Sporensuspension her, bei der das gesamte Luft- und Substratmycel in 30 ccm sterilem, destilliertem Wasser gespült wurden. Der Gehalt an Sporen wurde mit einer Zählkammer, wie sie auch zur Bestimmung der roten Blutkörperchen dient, ermittelt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 8 zusammengestellt. Bei der Nährlösung mit Aneurin wird das T. G. nur sehr wenig von der Impfstärke beeinflusst. In frühen Entwicklungszeiten ist der Ertrag mit einer geringen Sporenzahl etwas kleiner; in spätern erfolgt ein Ausgleich, weil nicht mehr die Sporenzahl, sondern der vorhandene Raum und der Energieinhalt der Nährlösung den beschränkenden Faktor bilden.

Tabelle 8.  
Einfluss der Impfstärke.

Anzahl Sporen pro Erlenmeyer	mit Aneurin		Kontrollen ohne Aneurin	
	5 Tage	12 Tage	5 Tage	12 Tage
32 000 *	23 mg T. G.	85 mg T. G.	2,8 mg T. G.	2,9 mg T. G.
192 000 *	40	84	2,6	3,1
408 000 **	35	93	3,1	3,3
2 448 000 **	34	91	4,9	4,8

\* Normale Sporensuspension. \*\* Zweite Sporensuspension.

Die Kontrollen ohne Wirkstoff fallen mit einer höheren Sporenzahl wenig grösser aus, weil die Sporen selber etwas Wirkstoff enthalten und ausserdem, besonders nach der zweiten Zubereitungsart der Sporensuspension, kleine Mengen Wirkstoff vom Nährboden der Stammkultur in die Impfflüssigkeit gelangen.

### H. Die Widerstandsfähigkeit der Sporen gegenüber Desinfektionsmitteln

Tabelle 9 zeigt die Wirksamkeit von Desinfektionsmitteln. In der Regel wurden diese nach der Sterilisation der Nährlösung un-

sterilisiert (von einem Desinfektionsmittel ist Sterilität vorauszusetzen!) in steigenden Konzentrationen zugegeben.

Tabelle 9.

Die Wirksamkeit verschiedener Desinfektionsmittel auf Absidia Lichtheimi.

Desinfektionsmittel	Menge in mg pro 25 ccm Nährlösung	
	Hemmung mindestens 25 %	vollständige Unter- drückung des Wachstums
Formalin	2,0 mg	10 mg
Alkohol 95 %	1200	2500
Sansilla-Gurgelwasser konzentriert	—	600
Borsäure	30	250
Tanninsäure	—	25
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> wasserfrei	100	600
KClO <sub>3</sub>	—	250 *
KMnO <sub>4</sub>	0,25	8
HgCl <sub>2</sub>	—	0,25
NiCl <sub>2</sub> · 6 H <sub>2</sub> O	0,14	1,4
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	2,5	10
Jod	0,1	0,5

\* 95 % Hemmung.

Es zeigt sich, dass vor allem Schwermetallionen (Ni und Hg), starke Oxydationsmittel (Jod, KMnO<sub>4</sub> und H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), sowie Tanninsäure und der in jeder Hinsicht aktive Formaldehyd eine hohe Wirksamkeit aufweisen. Schwächere Oxydationsmittel (KClO<sub>3</sub>), sowie Borsäure, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> und Alkohol unterbinden das Wachstum erst in grösseren Dosen vollständig. Die Wirksamkeit eines Desinfektionsmittels hängt primär vom Permeierungsvermögen und der Adsorptionsfähigkeit und erst sekundär von der Art des verwendeten Stoffes ab. Permeierungsvermögen und Adsorptionskraft können stark durch den Zustand der Sporen bedingt sein. Es ist z. B. bekannt, dass der Hydratationsgrad der Sporen bestimmend auf das Eindringen von Alkohol wirkt. Völlig trockene Sporen werden durch absoluten Alkohol nicht oder langsamer abgetötet. In unseren Versuchen wurden alle Desinfektionsmittel in wässriger Lösung mit wässrigen Sporensuspensionen, also bei erhöhter Permeabilitätsfähigkeit geprüft. Untersuchungen über die Einwirkung von Desinfektionsmitteln auf trockene Sporen erfolgten nicht. Es muss

angenommen werden, dass die Desinfektionsmittel entweder auf den kolloidalen Zustand der Zelle einwirken (Ausflockung, z. B. Schwermetallionen, Säuren), Fermente vergiften oder durch Oxydation der organischen Substanz schädigen (Jod,  $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$ ).

## II. Das Wirkstoffbedürfnis

### A. Vitamine

#### 1. Aneurin.

Auf das Aneurinbedürfnis von *Absidia Lichtheimi* ist schon hingewiesen worden. Abbildung 9 zeigt uns, dass Aneurin als beschränkender Faktor wirkt. Ein Teil der Kulturen erhielt von An-

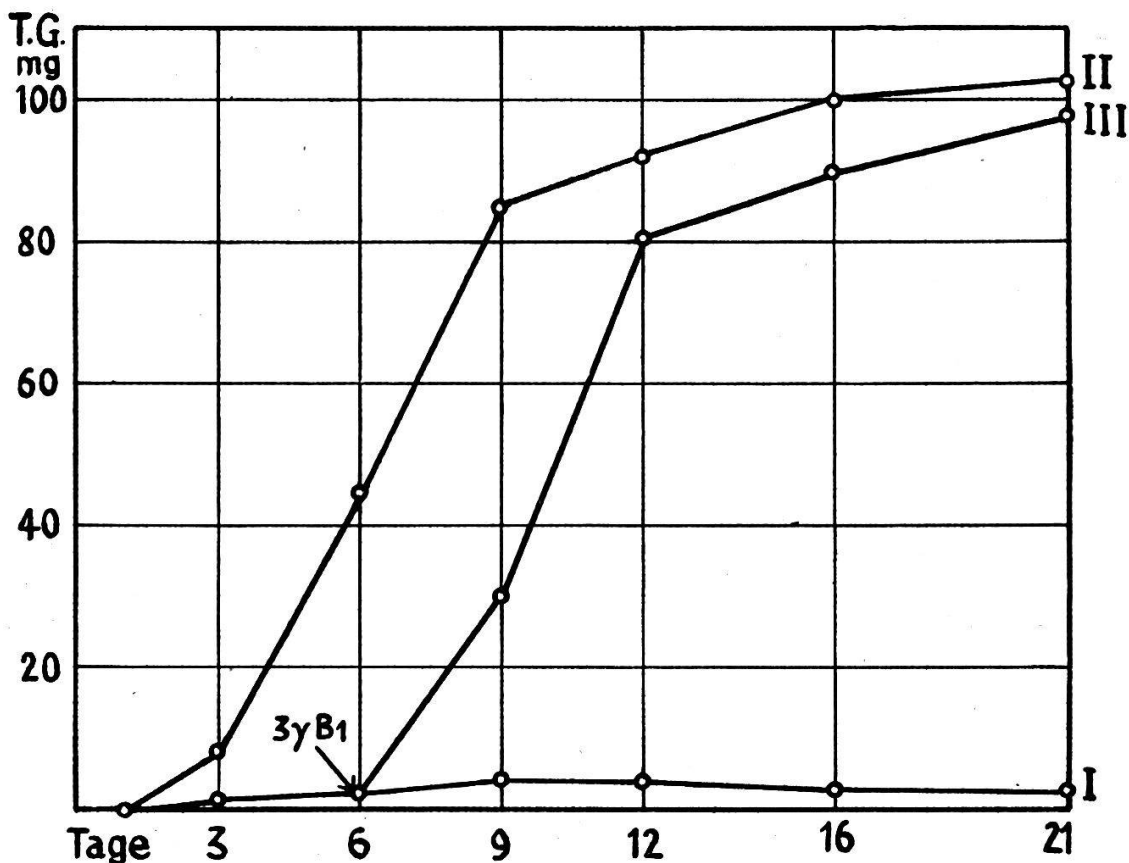


Abbildung 9.

Aneurin als beschränkender Faktor bei *Absidia Lichtheimi*. I: Kontrolle ohne Aneurin. II: 3γ Aneurin pro 25 ccm von Anfang an. III: Aneurinabgabe von 3γ pro 25 ccm am 6. Tag nach der Impfung.