

<b>Zeitschrift:</b>	Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene = Travaux de chimie alimentaire et d'hygiène
<b>Herausgeber:</b>	Bundesamt für Gesundheit
<b>Band:</b>	45 (1954)
<b>Heft:</b>	3
<b>Artikel:</b>	Über die Lindstoffe fadenziehender Weine
<b>Autor:</b>	Büchi, W. / Deuel, H.
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-984024">https://doi.org/10.5169/seals-984024</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:** 27.01.2026

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

# Über die Lindstoffe fadenziehender Weine

Von *W. Büchi* und *H. Deuel*

(Agrikulturchemisches Institut der Eidg. Techn. Hochschule, Zürich)  
(Mai 1954)

Das Lind-, Schleimig- oder Zähwerden der Weine ist schon lange bekannt<sup>16) 15)</sup>. Diese krankhaft veränderten Weine, die als lind, ölig, fadenziehend usw. bezeichnet werden, fliessen lautlos ins Glas und bilden schleimige Fäden<sup>13) 12)</sup>. Durch Schütteln oder längeres Stehenlassen der kranken Weine geht das Fadenziehvermögen verloren. Dem Lindwerden der Weine sind bereits zahlreiche Studien gewidmet<sup>19) 15) 13) 17) 10) 11) 12)</sup>. Es wird durch Bakterien verursacht<sup>9) 13) 12)</sup>. Erst in jüngster Zeit gelang es<sup>12)</sup>, einen oder den Erreger der Krankheit, *Streptococcus mucilaginosus var. vini Lüthi*, in Reinkultur zu züchten. Es handelt sich dabei um Kokken, die oft von einer dicken Schleimkapsel von mehrfacher Zellgrösse umgeben sind. Nach eingehenden Untersuchungen der Wachstumsbedingungen dieses Bakteriums<sup>8)</sup> wird es neuerdings als *Streptococcus malolacticus var. mucilaginosus* bezeichnet.

Über die chemische Konstitution der Lindstoffe ist nur wenig bekannt. In der älteren Literatur wird diesen Schleimen Eiweissnatur zugeschrieben (vgl. 13). Da sie jedoch durch Erhitzen und Zugabe von Tannin<sup>19)</sup> nicht ausgeflockt werden, dürfte es sich kaum um Eiweise handeln. Wegen eines vermuteten Gehaltes der Lindstoffe an Aminozuckern<sup>17)</sup> hat man sie zu den Mucinen gerechnet. Nach eingehenden Isolier- und Hydrolyseversuchen<sup>13)</sup> handelt es sich um Polysaccharide, die aus Zuckern und Uronsäuren aufgebaut sind.

Im folgenden soll ein Beitrag zur Kenntnis der chemischen Konstitution von Lindstoffen geliefert werden. Die studierten Lindstoffe wurden in Wein bzw. Nährösungen von verschiedenen Mikroorganismen unter verschiedenen Kulturbedingungen gebildet. Die Lindstoffe wurden nach Isolierung, Reinigung und Hydrolyse auf ihre monomeren Bausteine qualitativ untersucht. Das verfügbare Material gestattete, einige Eigenschaften dieser makromolekularen Stoffe zu studieren, es reichte jedoch für eine gründlichere Konstitutionsermittlung nicht aus. Daher liessen sich auch nicht, wie eigentlich beabsichtigt, Beziehungen zwischen dem molekularen Aufbau und dem Fadenziehvermögen der Lindstoffe herausfinden.

## Experimenteller Teil

### 1. Nährsubstrate

#### a) Gesunde Weine

Aus den gesunden Weinen mussten die normalerweise vorkommenden Polysaccharide entfernt werden<sup>1)</sup>. Dazu wurden 100 Liter Wein in einem Hochvakuumdünnschichtenverdampfer (Luwa AG, Zürich) bei 32° C innerhalb 1 Std. auf 13 Liter konzentriert. Das Konzentrat wurde über Nacht bei 4° C stehen

gelassen und der ausgefallene Weinstein abfiltriert. Das Filtrat wurde in 40 Liter 94%igem Äthanol eingegossen. Dabei fielen neben Polysacchariden u. a. auch Eiweisse und Mineralstoffe aus. Nach 2tägigem Stehenlassen wurde die klare überstehende Lösung dekantiert und der zugesetzte Äthanol im Vakuum bei 35° C abdestilliert. Der Destillationsrückstand wurde mit Wasser und Äthanol annähernd auf das Ausgangsvolumen und den ursprünglichen Äthanolgehalt des Weines von ca. 9 Vol.% gebracht.

b) *Halbsynthetische Pepton-Nährlösung NL II*<sup>8)</sup>

10 g Glukose	0,02 g MnCl <sub>2</sub>
10 g Pepton	0,02 g FeSO <sub>4</sub>
1 g Apfelsäure	10 cm <sup>3</sup> Vitaminlösung
2 g KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	ad 1000 ml Wasser
1 g MgSO <sub>4</sub>	pH = ca. 4,5

c) *Synthetische Nährlösung NL III*<sup>8)</sup>

10 g Glukose	0,02 g MnCl <sub>2</sub>
2 g NH <sub>4</sub> Cl	ad 1000 ml Wasser
2 g KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	pH = ca. 4,5
1 g MgSO <sub>4</sub>	

## 2. Kulturbedingungen<sup>8)</sup>

Die Nährsubstrate wurden durch zweimaliges Erhitzen auf 85° C sterilisiert. Nach der Impfung wurden die Lösungen bei 23° C stets ca. 4 Wochen bebrütet.

## 3. Isolierung und Reinigung der Lindstoffe

Die Lindstoffe wurden aus den verschiedenen linden Nährlösungen und zum Vergleich auch aus linden Handelsweinen durch Eingießen in die 5fache Menge Äthanol bzw. 3fache Menge Azeton ausgeflockt. Nach 1tägigem Stehenlassen wurde die überstehende Lösung abdekantiert, die restliche Suspension zentrifugiert und der Rückstand in Wasser gelöst. Nachdem die Lösung mit Salzsäure auf ein pH von 3 gebracht worden war, wurde erneut zentrifugiert und der Lindstoff erneut, wie oben beschrieben, ausgefällt.

Zur Abtrennung mitgefällter Eiweisse wurden je 2 g roher Lindstoff in 600 cm<sup>3</sup> Wasser gelöst und mit 25 cm<sup>3</sup> Chloroform und 4,5 cm<sup>3</sup> Isoamylalkohol versetzt<sup>20)</sup>. Dann wurde während 20 Stunden geschüttelt, zentrifugiert und die klare überstehende Lösung von der sedimentierten Eiweiss-Isoamylalkohol-Chloroformschicht abdekantiert. Das Polysaccharid wurde mit Äthanol aus der Lösung ausgefällt. Nach einer zweiten derartigen Behandlung waren die Lindstoffe praktisch stickstofffrei. Ihre wässrigen Lösungen waren noch fadenziehend. (Es zeigte sich jedoch, dass durch weitere Umfällungen der Lindstoffe das Fadenziehvermögen stark herabgesetzt wird, um allmählich völlig zu verschwinden.)

#### 4. Qualitative Bestimmung der monomeren Bausteine der Lindstoffe

30—50 mg gereinigter Lindstoff wurden mit 0,5 cm<sup>3</sup> 2n-Schwefelsäure im zugeschmolzenen Glasrohr im Ölbad bei 110° C während 24 Stunden hydrolysiert. Die Hydrolysate wurden mit Bariumkarbonat neutralisiert und auf Whatman-papier Nr. 1 bzw. Nr. 541 chromatographiert. Als Lösungsmittel wurden wasser-

*Tabelle 1*  
*Monomere Bausteine einiger Lindstoffe*

Impfung mit *Streptococcus mucilaginosus* var. *vini* Lüthi, Stamm 216 bzw. Stamm 224

Nährsubstrat	Impfmaterial usw.	Monomere Bausteine der gebildeten Lindstoffe				
		Glukose	Galaktose	Mannose	Arabinose	Galakturonsäure
a) <i>Gesunde Weine</i> Elbling	Stamm 224 + <i>Acetobacter rancens</i> <i>Beijerinck</i> +	—	+	+	+	+
	Stamm 224 + <i>Penicillium roqueforti</i> <i>Thom</i> +	—	+	+	+	+
b) <i>Halbsynthetische Pepton- Nährlösung NL II</i>	Stamm 216	+	—	—	—	—
	Stamm 224	+	—	—	—	—
	<i>Streptococcus mucilaginosus</i> <i>Kulka, Cosbie et Walker</i> (Bier)	+	—	—	—	—
	Stamm 216 + <i>Penicillium roqueforti</i> <i>Thom</i> *	+	—	+	—	—
	Stamm 216 + <i>Acetobacter rancens</i> <i>Beijerinck</i> +	+	—	+	—	—
	Stamm 216 + <i>Penicillium roqueforti</i> <i>Thom</i> +	+	—	+	—	—
	Stamm 224 + <i>Acetobacter rancens</i> <i>Beijerinck</i> +	—	+	+	+	+
	Stamm 224 + <i>Penicillium roqueforti</i> <i>Thom</i> +	—	+	+	+	+
c) <i>Synthetische Nährlösung NL III</i>	Stamm 216 + <i>Penicillium roqueforti</i> <i>Thom</i> *	+	—	+	—	—
	Stamm 224 + <i>Penicillium roqueforti</i> <i>Thom</i> *	+	—	+	—	—
	Stamm 216 + <i>Penicillium roqueforti</i> <i>Thom</i> +	+	—	+	—	—

+ Zusätzliche Impfung mit lebenden Mikroorganismen

\* Zugabe abgetöteter Trockenpräparate von Mikroorganismen mit noch intakten Enzymen

gesättigte Isobuttersäure, Butanol-Äthanol-Wasser (50:10:40 Vol.-%) und Methyläthylketon-Wasser (20:80 Vol.-%) verwendet. Als Entwickler diente frisch zubereitete Anilinphthalatlösung. Sämtliche Hydrolysate wurden mit Azetylazeton und p-Dimethylaminobenzaldehyd<sup>2)</sup> auf Anwesenheit von Hexosamin geprüft. — Es konnten in keinem der untersuchten Lindstoffe Aminozucker nachgewiesen werden.

In Tabelle 1 sind die monomeren Bausteine einiger Lindstoffe, die durch qualitative Papierchromatographie der Hydrolysate ermittelt wurden, zusammengestellt. — Die Polysaccharide linder Handelsweine (Kalterer Auslese VOLG 1948, Dachsener Beerli VOLG 1946 und Uhwiesener Klevener VOLG 1946) bestanden aus Galaktose, Mannose, Arabinose, Rhamnose und Galakturonsäure. Es handelt sich dabei um Gemische von Lindstoffen mit den natürlichen Traubensaft-Polysacchariden.

### 5. Einige Eigenschaften der Lindstoffe

Die wässrigen Lösungen der schonend isolierten Lindstoffe sind alle stark fadenziehend. Sie zeigen — bestimmt nach der Methode des kapillaren Aufstiegs in Filtrierpapier unter normierten Bedingungen<sup>13)</sup> — starke Schütteleffekte; d.h. durch Schütteln wird die kapillare Steiggeschwindigkeit stark erhöht, und das Fadenziehvermögen geht verloren.

An 0,2%igen wässrigen Lösungen einiger Lindstoffe (Glukane und Glucomannane) wurde der Einfluss verschiedener Oxydationsmittel auf den Schüttelleffekt studiert. Der dabei zuweilen stattfindende oxydative Abbau der Lindstoffe konnte mit der oben erwähnten Filtrierpapiermethode verfolgt werden. Es zeigte sich, dass durch Oxydationsmittel auch ohne Schütteln ein irreversibles Verschwinden des Fadenziehens eintreten kann. In einer inerten Gasatmosphäre ist kein Rückgang des Schüttelleffektes festzustellen, ebenfalls nicht bei Luftzutritt. Ein Zusatz von 0,1 % Ascorbinsäure in Gegenwart von Luft oder von 0,01 % Wasserstoffperoxyd auch schon bei Luftabschluss bewirkt rasch ein fast völliges Verschwinden des Fadenziehvermögens.

Auf eine Wiedergabe der Messresultate wird hier verzichtet.

### Diskussion

Nach den in Tabelle 1 zusammengestellten Ergebnissen handelt es sich bei den isolierten Lindstoffen um stickstoffreie *Polysaccharide*; dies ist bereits früher<sup>13)</sup> gezeigt worden. Ähnlich wie zahlreiche andere Mikroorganismen können also auch die das Lindwerden von Weinen bewirkenden Bakterien Polysaccharide an die Nährlösung abgeben. Es sei jedoch erwähnt, dass in manchen Versuchen eine Bildung von Lindstoffen nicht nachgewiesen werden konnte.

Es gibt nun nicht nur einen bestimmten Lindstoff. Es werden — je nach Bakterienstamm, Symbionten, Zusammensetzung der Nährlösung usw. — Lind-

stoffe verschiedener chemischer Konstitution gebildet. Auffallend ist, dass die Lindstoffe, die von Reinkulturen von *Streptococcus mucilaginosus var. vini Lüthi* in synthetischen Substraten gebildet werden, von denen natürlich linde Weine verschieden sind. So lieferte Stamm 216 in Reinkultur ein Glukan, in Gegenwart lebender Organismen oder von Trockenpräparaten von *Penicillium roqueforti Thom* jedoch Glukomannane. Ähnlich verhielt sich Stamm 224, der in Reinkultur in einer synthetischen Nährösung Glukan bildete, in komplizierter zusammengesetzten Nährösungen jedoch Glukomannane oder Polysaccharide aus Galaktose, Mannose, Arabinose und Galakturonsäure.

Die untersuchten Polysaccharide linder Handelsweine waren aus den gleichen Bausteinen aufgebaut wie die natürlichen Traubensaft-Polysaccharide<sup>1)</sup><sup>22)</sup>, nämlich aus Galaktose, Mannose, Arabinose, Rhamnose und Galakturonsäure. Nur die aus den linden Weinen isolierten Polysaccharide erwiesen sich jedoch als fadenziehend. Es muss aber betont werden, dass bei diesen Untersuchungen die natürlichen Traubensaft-Polysaccharide miterfasst wurden.

Die augenfälligste Eigenschaft linder Weine und wässriger Lösungen von Lindstoffen ist ihr *Fadenziehvermögen*. Fadenziehvermögen oder Spinnbarkeit wird auch bei verdünnten Lösungen verschiedener anderer Stoffe, wie z.B. von Flohsamenschleim, Polysaccharid-Boratkomplexen, Muzinen, Eiklar und Seifen, beobachtet<sup>6)</sup><sup>5)</sup><sup>7)</sup><sup>13)</sup><sup>23)</sup>. Auch die Spinnbarkeit von Glas- und Polyamidschmelzen dürfte durch ähnliche morphologische Verhältnisse der Systeme bedingt sein. Die Voraussetzung für das Fadenziehen ist offenbar ein labiles, dreidimensionales Netzwerk. Vielleicht ist die Fähigkeit zur Ausbildung statistisch anisotroper Raumnetze von besonderer Bedeutung<sup>21)</sup>. Der Aufbau derartiger Lockernetze kann durch lyophile, stark anisodiametrische Makromoleküle oder Mizellen am ehesten zustande kommen<sup>7)</sup>. Bei den Lindstoff-Polysacchariden handelt es sich sicher um stark von der Kugelform abweichende Makromoleküle. Für das Auftreten des Fadenziehens scheinen nun relativ wenig labile Haftpunkte zwischen den Makromolekülen, die leicht gelöst und an anderer Stelle wieder geknüpft werden, notwendig zu sein<sup>6)</sup>. Die Haftpunkte stellen bei fadenziehenden Polysaccharidlösungen wahrscheinlich schwache Nebenvalenzbindungen dar. Damit stimmt überein, dass Flohsamenschleim sein Fadenziehvermögen bei Zusatz von wenig Kupferoxydammoniak verliert, nach dem Ansäuern aber wieder fadenziehend wird.

Die eindeutige Charakterisierung der mechanischen Eigenschaften fadenziehender Systeme ist schwierig. Bestimmte Werte der Viskosität, Elastizität oder Oberflächenspannung genügen nicht für das Zustandekommen des Fadenziehens<sup>23)</sup><sup>24)</sup>. Flüssige Systeme sind wohl nur dann fadenziehend, wenn sie sog. Orientierungsviskosität<sup>14)</sup> besitzen, d.h. wenn die Viskosität mit steigender Schubspannung durch Orientierung anisodiametrischer Teilchen zunimmt. Übliche Viskosimeter eignen sich nicht zur Feststellung der Orientierungsviskosität.

Charakteristisch für linde Weine und wässrige Lösungen von Lindstoffen ist noch der sog. *Schüttleffekt*<sup>13)</sup>, d.h. diese Lösungen verlieren durch blosses

Schütteln ihr Fadenziehvermögen. Ähnlich verhalten sich auch andere fadenziehende Systeme. Bei stark verdünnten Lösungen der Lindstoffe ist der Verlust des Fadenziehens meist ein irreversibler. Zuweilen kann jedoch in Stickstoff- oder Kohlensäureatmosphäre<sup>8)</sup> auch Thixotropie (isotherme, reversible Sol-Gel-Transformation) beobachtet werden. Durch das Schütteln wird sicher die lockere Netzstruktur zerstört, eventuell tritt dabei eine Aggregierung (mechanische Koagulation) ein. Bei linden Weinen, die nur sehr wenig Lindstoff (ca. 0,01 %) enthalten, ist eine Rückbildung der Netzstruktur in der ruhenden Lösung zweifellos schwierig. Nach elektronenmikroskopischen Untersuchungen an Lösungen von Flohsamenschleim erfolgt durch Schütteln eine Zusammenlagerung der Makromoleküle zu Aggregaten<sup>5)</sup>. Nach Aufkochen (Dispergierung) und anschliessender Abkühlung werden diese geschüttelten Lösungen wieder fadenziehend.

Für das Verschwinden des Fadenziehens linder Lösungen sind jedoch nicht allein mechanische Effekte verantwortlich. So ist z.B. bekannt, dass linde Weine bei blossem Stehenlassen ihr Fadenziehvermögen irreversibel verlieren können<sup>13)8)</sup>. Dabei handelt es sich wohl um einen Abbau der Lindstoff-Makromoleküle durch Enzyme oder besonders durch Oxydationsmittel. Allgemein erfolgt ein oxydativer Abbau von Polysacchariden leicht durch Oxydationsmittel wie Ascorbinsäure + Sauerstoff, Wasserstoffperoxyd, Wasserstoffperoxyd + Ferrosalze usw.<sup>18)3)4)</sup>. Dies gilt nun auch für die Lindstoffe, wie Angaben der Literatur<sup>17)8)</sup> und eigene Untersuchungen zeigen. Wenn in der Lösung noch andere oxydierbare Stoffe, wie Alkohol oder Zucker, sind, dürfte der oxydative Abbau der Lindstoffe vermindert sein.

Zum besseren Verständnis der Lindstoffe und ihrer merkwürdigen mechanischen Eigenschaften sind noch eingehende Studien notwendig. Zunächst ist noch weiter zu untersuchen, von welchen Kulturbedingungen die Art und Menge der gebildeten Lindstoffe abhängen. Auch die genaue chemische Konstitution der Lindstoffe ist noch weitgehend unbekannt. Es wäre genau zu prüfen, ob es sich bei den isolierten Polysacchariden um Gemische handelt oder nicht. Für eine Erklärung des Fadenziehvermögens aus der chemischen Konstitution muss die Anordnung der Bausteine in der Makromolekel bekannt sein. Es sollte z.B. nach Verzweigungsstellen in der Makromolekel und nach den Gruppen, die für die Nebenvalenzbindungen zwischen den Makromolekülen verantwortlich sind, gefahndet werden.

Wir sind den Herren Dr. H. Lüthi und Dr. R. Hochstrasser von der Eidg. Versuchsanstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau in Wädenswil für die Überlassung der Mikroorganismenkulturen und für die Bereitstellung und Impfung der Nährösungen zu grossem Dank verpflichtet. — Die vorliegende Arbeit wurde durch Mittel des *Weinbaufonds des Eidg. Volkswirtschaftsdepartementes* ermöglicht. Wir danken den zuständigen Bundesbehörden für die gewährte finanzielle Unterstützung bestens.

## Zusammenfassung

Aus linden Handelsweinen und künstlich lind gemachten Weinen und Nährösungen (Impfung mit *Streptococcus mucilaginosus* var. *vini Lüthi*) werden die Lindstoffe isoliert.

Bei den Lindstoffen handelt es sich um stickstoffreie Polysaccharide. Ihre monomeren Bausteine werden papierchromatographisch bestimmt. Je nach Bakterienstamm, Symbionten, Zusammensetzung des Nährsubstrates usw. werden Lindstoffe verschiedener chemischer Konstitution gebildet. U.a. wurden Glukane, Glukomannane und Polysaccharide, die sich aus Galaktose, Mannose, Arabinose und Galakturonsäure aufbauen, gefunden.

Das Fadenziehvermögen von wässrigen Lösungen der Lindstoffe wird untersucht und diskutiert.

## Résumé

Des matières visqueuses des vins graisseux du commerce, des vins et des solutions nutritives rendues artificiellement graisseuses (inoculation de *Streptococcus mucilaginosus* var. *vini Lüthi*) ont été extraites.

Ces substances sont des polysaccharides dépourvus d'azote. Leurs composants monomères ont été déterminés par la chromatographie sur papier. Des matières visqueuses de différente constitution chimique sont formées suivant la variation des solutions nutritives, des bactéries, des symbiontes, etc. Entre autres ont été trouvés des glucanes, des glucosmannanes et des polysaccharides constitués par de la galactose, mannose, arabinose et de l'acide galacturonique.

La propriété des solutions aqueuses de ces matières de former des filaments est analysée et discutée.

## Summary

The mucilages of ropy wines and of solutions in which ropiness was induced by inoculation with *Streptococcus mucilaginosus* var. *vini Lüthi* were isolated.

These mucilages are nitrogen-free polysaccharides. Their chemical constitution depends on the varieties of the bacteria, the composition of the culture medium, etc. The polysaccharides examined were found to be among other substances: glucans, glucosmannans, and polymers consisting of galactose, mannose, arabinose, and galacturonic acid.

The ropiness of aqueous solutions of these bacterial polysaccharides is studied and discussed.

## Literatur

- 1) *W. Büchi*, Diss. ETH, Zürich 1954.
- 2) *F. Cramer*, Papierchromatographie. Weinheim 1951.
- 3) *H. Deuel*, diese Mitt. **34**, 333 (1943).
- 4) *H. Deuel*, Helv. Chim. Acta **26**, 2002 (1943).
- 5) *H. Deuel, G. Huber und J. Solms*, Experientia **6**, 138 (1950).
- 6) *H. Deuel und H. Neukom*, Makromol. Chem. **3**, 13 (1949).
- 7) *H. Erbring*, Kolloid-Z. **77**, 213 (1936).
- 8) *R. Hochstrasser*, Diss. ETH, Zürich 1954.
- 9) *E. Kayser und E. Manceau*, Les fermentes de la graisse des vins. Epernay 1909.
- 10) *H. Lüthi*, Schweiz. Z. Obst- und Weinbau **1949**, 266.
- 11) *H. Lüthi*, Schweiz. Z. Obst- und Weinbau **1950**, 149, 165.
- 12) *H. Lüthi*, diese Mitt. **44**, 30 (1953).
- 13) *L. Martin*, Diss. ETH, Zürich 1948.
- 14) *H. Nitschmann und J. Schrade*, Helv. Chim. Acta **31**, 297 (1948).
- 15) *A. Osterwalder*, Schweiz. Z. Obst- und Weinbau **1919**, 20.
- 16) *L. Pasteur*, Etude sur le vin. Paris 1866.
- 17) *H. Rentschler*, Schweiz. Z. Obst- und Weinbau **1948**, 7.
- 18) *W. B. van Robertson, M. W. Ropes und W. Bauer*, Biochem. J. **35**, 903 (1941).
- 19) *L. Séminchon*, Traité des maladies des vins. Montpellier et Paris 1905.
- 20) *M. S. Sevag*, Biochem. Z. **273**, 419 (1934).
- 21) *A. Smekal*, Nov. Acta Leop. N. F. **13**, 487 (1944).
- 22) *J. Solms, W. Büchi und H. Deuel*, diese Mitt. **43**, 303 (1952).
- 23) *H. Thiele und H. Lamp*, Kolloid-Z. **129**, 25 (1952).
- 24) *A. Widmer und A. Geiger*, Landw. Jahrb. Schweiz **58**, 930 (1944).