

wanderten Gewebe vom Chlorophyll selbst herrührt, weshalb ich auch im Titel „(scheinbar)“ einfügte; vielleicht handelt es sich hierbei um irgendeine Chromverbindung.

Wien, Botanisches Institut der Universität,
im September 1922.

(6.) Oswald Richter: Konzentrierte Schwefelsäure, konzentrierte Kalilauge als Treibmittel und andere Erfahrungen über Pflanzentreiberei.

(Aus dem Institute für Botanik, Warenkunde, technische Mikroskopie und Mykologie der Deutschen technischen Hochschule in Brünn, Nr. 5, und aus dem pflanzenphysiologischen Institute der Wiener Universität, Nr. 198 der 2. Folge.)

(Vorläufige Mitteilung.)

(Mit 3 Abbildungen im Text.)

Anknüpfend an die in Wien durchgeführten Arbeiten von MOLISCH über Treiben mit Tabakrauch, Rauch, Azetylen¹⁾ u. a. Stoffen, von MOLISCH (2/3, 1912/16) über das Treiben mittels Radium, die in Wien durchgeführten Arbeiten von WEBER über Treiberfolge durch Verletzung (1, 1911), von JESENKO über Treiben mit Hilfe Badens von Knospen in verdünnten Säuren, Einpressens von alkoholischen Lösungen durch die Schnittfläche in Triebe und von PORTHEIM und KÜHN über Treiben durch Entschuppen von Knospen, berichtet der Vortragende über seine eigenen auch noch in Wien durchgeführten Versuche über Pflanzentreiberei, von denen die mit konzentrierter Schwefelsäure die interessantesten Ergebnisse zeitigten.

In frische, in breiten Samengläschen befindliche konzentrierte Schwefelsäure werden die Terminalknospen oder Terminalknospengruppen von Haupt- oder Seitenästchen von in Winterruhe befindlichen Trieben auf einige Sekunden eingetaucht und dann unter der Wasserleitung im starken Wasserstrome derart abgespült,

1) MOLISCH erwähnt schon (p. 155) in seiner Arbeit über die Treibwirkung des Tabakrauches unter den Treibmitteln das Azetylen, dessen Eignung für die Treiberei WEBER (2, 1916) im selben Jahre in Graz eingehend und unabhängig von MOLISCH geschildert hat.



Abb. 1. Frühtreiberfolge mittels konz. H_2SO_4 bei Linde (*Tilia parvifolia*). Das Gefäß zu äußerst rechts enthält Zweige, die genau so lange wie die Versuchszweige mit dem Wasser der Wasserleitung abgespült wurden. Bei den Zweigen in den anderen Gefäßen dauerte, von rechts nach links vorschreitend, das H_2SO_4 -Bad der Terminal- und der 3—4 Subterminalknospen 10", 20", 40" und 70".



Abb. 2. Frühtreiberfolge mittels konz. H_2SO_4 bei Roßkastanie (*Aesculus hippocastanum*). Hier sind die Beschreibungen der Versuchsgefäße so klar in der Photographie herausgekommen, daß ihre Wiederholung unnötig ist.

daß das abfließende Wasser schließlich keine saure Reaktion mehr gibt. Dann werden die so behandelten Triebe neben mit Wasser ohne vorherige Schwefelsäurebehandlung bloß gespülten oder auch noch neben mit Wasser nicht gespülten, mit H_2SO_4 nicht behandelten Kontrolltrieben unter günstige Treibbedingungen gestellt, wobei, die richtige Behandlungszeit mit H_2SO_4 vorausgesetzt, die H_2SO_4 -Triebe den Kontrollobjekten im Treiben um viele Wochen, ja bis 2 Monate vorausseilen können.

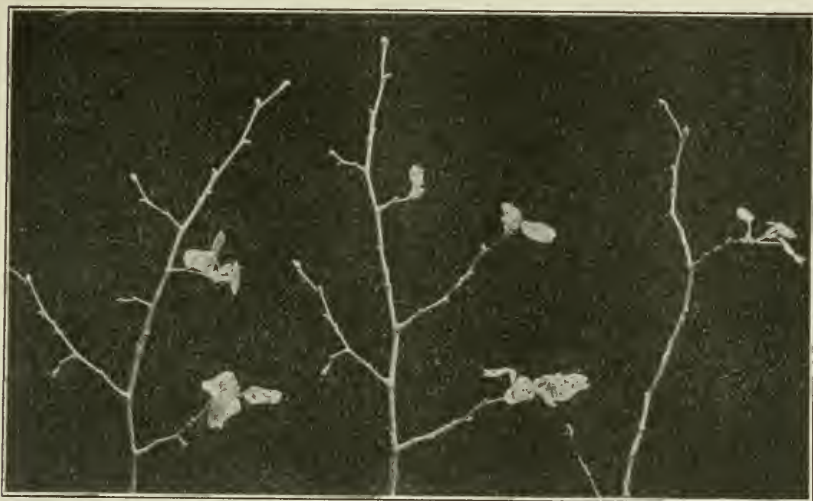


Abb. 3. Frühlreiberfolge bei Linde (*Tilia parvifolia*) nach Durchfunkung der Knospen (rechte Zweigseiten im Bilde).

Selbstredend wurden die schon von anderer Seite aufgezeigten, zuletzt von WEBER (3, 1922) zusammenfassend behandelten Fehlerquellen vermieden. Es kamen also für einen Versuch nur Triebe eines Baumes in Verwendung, die Triebe wurden alle ohne Unterbrechung geschnitten und sofort auf kürzestem Wege und ohne Drücken und Berührung mit der heißen Hand ins Institut gebracht u. a. Weitere Details finden sich in einer demnächst erscheinenden Arbeit mitgeteilt.

Als optimal erwies sich für das Frühreiben von *Aesculus Hippocastanum*- und *Tilia parvifolia*-Trieben, wie dies auch die Abbildungen 1 und 2 zeigen, eine Behandlung mit konz. H_2SO_4 von 20". Eine 10"-Behandlung mit konz. H_2SO_4 brachte noch analoge Erfolge wie

eine 20'' währende hervor. Doch war die Zahl der frühgetriebenen Knospen noch nicht so groß. Bei 40'' dauernder H_2SO_4 -Behandlung zeigte sich, was bei 70''- und 2'-Behandlung die Regel war, daß die gebadeten Terminalknospen getötet wurden und die darunter befindlichen dritten, vierten oder fünften Knospen prächtig ausrieben.

Den Treiberfolg der mit konzentrierter Schwefelsäure gebadeten Knospen bringt der Vortragende mit WEBERS Verletzungsmethode in direkte Beziehung und sieht beide Methoden, die WEBERS und seine als Spezialfälle von Treiben durch Verwundung an. Es bliebe natürlich unbenommen, auch an eine Lockerung der harten epidermalen Bildungen der Knospenschuppen (*Aesculus*), wie man sie bei der Einwirkung von konz. H_2SO_4 auf harte Leguminosensamen beobachten kann, und an die Lösung von verklebenden Mitteln (Harze-*Aesculus*) zu denken, doch ist nach des Vortragenden Meinung auf den Verwundungsreiz als die das Frühtreiben auslösende Ursache das Hauptgewicht zu legen.

Wundreiz rufe einerseits verstärkte Fermentbildung (Oxydasen — IRAKLIONOW) und verstärkte Fermentwirkung verstärkte Atmung (BÖHM, MÜLLER [Thurgau], SCHNEIDER - ORELLI, PALLADIN, ZALESKI, IRAKLIONOW), eine verstärkte Diastasebildung raschere Stärkelösung, eine verstärkte Wirkung proteolytischer Fermente reichlichere Bildung löslicher Verbindungen, wie Asparagine u. dgl., hervor (JOHANNSEN, IRAKLIONOW), d. h. der Wundreiz bedinge die Bildung leicht löslicher bzw. angreifbarer Substanzen, die einerseits wieder fördernd auf die Atmung, andererseits, als stark osmotische Körper, fördernd auf die osmotischen Vorgänge wirken und verstärkten Wassernachschub, Zell-, Gewebedehnung, Gewebestreckung, Neuzellbildung, kurz Wachstum auslösen müssen.

Die durch die Berührung mit der konz. H_2SO_4 erzeugte chemische Revolution, die in der gesteigerten Atmung ihren zunächst experimentell faßbaren Ausdruck finden dürfte, erscheint sonach nach des Vortragenden Meinung als nächste Ursache des Frühtreibens durch konz. H_2SO_4 .

Fragt man sich nun weiter nach den ersten Wirkungen physiologischer bzw. Veränderungen chemischer Natur, die die konz. H_2SO_4 an und in der Knospe auslösen dürfte, so wäre, wie gesagt, im Sinne der älteren Pflanzenphysiologie an „Wundreiz“ oder „Wundchok“ bzw. im Sinne der neueren, mehr biochemisch orientierten Pflanzenphysiologie an die von HABERLANDT (1921) anlässlich der Bildung von Adventivembryonen beim Fruchtknoten von *Oenothera Lamarckiana* infolge Quetschens als Bildungsursache

angenommenen Wundhormonen¹⁾ zu denken, die bekanntlich WEBER (4/5, 1922, p. 501/148) als Ursache des Fröhrtreibens der Knospen bei einer ganzen Anzahl Fröhrtreibverfahren ansieht. Denn nach WEBER (5, 1922, p. 150) soll „jeder Reiz“ „imstande sein, fröhrtreibend zu wirken, wenn er nur intensiv genug ist, um die Bildung von traumatischen Teilungshormonen zu veranlassen“²⁾.—

Der große Vorsprung in der Entwicklung, den die mit H_2SO_4 behandelten gegenüber den mit H_2SO_4 nicht behandelten Knospen zeigen, liefert zunächst nach des Vortragenden Meinung den Beweis, daß für das Treiben durch konz. H_2SO_4 die generelle ablehnende Beurteilung, die die Methode der chemischen Bäder noch 1922 von WEBER (3, 1922, p. 608) erfuhr, wenigstens in bezug auf das von WEBER gewählte Kriterium nicht mehr zutrifft: Denn nach WEBER verdiene diese Methode „zwar wissenschaftliches Interesse“, doch komme ihr „keine praktische Bedeutung“ zu, da, wenigstens bisher, damit nur relativ geringfügige Vorsprünge im Austreiben³⁾ erzielt worden sind.

Ja, es ließen sich, trotzdem derzeit leider mit gärtnerisch wichtigen Pflanzen keine einschlägigen Erfahrungen vorlägen — solche sollen erst diesen Winter in Brünn gesammelt werden — und trotzdem ein auf Anwendung konz. H_2SO_4 basierendes Verfahren mit dem in der Praxis schon eingeführten Ätherverfahren von JOHANNSEN und mit dem von MOLISCH so eingehend studierten „Warmbad“, dem nach WEBER (5, 1922, p. 151) „idealsten Fröhrtreibverfahren“ nicht konkurrieren könne, zumal das Hantieren mit konz. H_2SO_4 immer mit Gefahren für die Kleidung der Arbeiter verbunden sei, doch der H_2SO_4 -Methode etliche Vorzüge nachrühmen, die immerhin ins Gewicht fallen:

1. Gegenüber der Verletzungsmethode von WEBER müsse sie als ungemein einfach bezeichnet werden. Denn wer das Einstechen in Knospen selbst mit angesehen hat — und der Vortragende habe WEBER seine Versuche selbst durchführen gesehen —, der wisse, welch ruhige Hand, welch großes Geschick dazu gehört,

1) Ich bin Herrn Prof. Dr. B. LEISERING sehr zu Danke verpflichtet, daß er mich am Schlusse meines Vortrags auf die zitierten WEBERSchen Gedankengänge aufmerksam machte, die ich zwar bei ihrem Erscheinen gelesen hatte, die mir aber wieder aus dem Gedächtnis entschwunden waren und erst durch Herrn Prof. Dr. B. LEISERINGS Bemerkung von mir in ihrer ganzen Tragweite für die Erklärung der von mir beobachteten Tatsachen erfaßt wurden.

2) Von mir gesperrt.

eine Knospe regelrecht anzustechen oder nach der Verwundung mit dem Inhalt der PRAVAZschen Spritze zu bedenken. Das Schwefelsäurebad könne aber jeder Laie ohne große Übung durchführen.

2. Selbst gegenüber dem Ätherverfahren und dem Warmbad sowie der Rauchmethode zeichne sich die Methode durch die Kürze der Behandlung der Versuchsobjekte mit dem wirksamen Agens aus.

Gegenüber 48^h (Ätherrausch. JOHANNSEN), 24—48^h (Rauchluft. MOLISCH 3), 3, 6, 9—12^h (Warmbad, MOLISCH 1, 1909), bedeute eine H₂SO₄-Behandlung von 10—20'' eine große Zeitersparnis und Zeit sei heute Geld.

Neben „WEBERS Quetschmethode“, die (5, 1922, p. 149) eine „Quetschungsdauer von Teilen einer Minute für die Behandlung einer einzelnen Knospe“ beansprucht, sei die H₂SO₄-Behandlung der kürzeste Weckruf¹⁾ an die schlafende Pflanze, der bei künstlichen Treibverfahren in Anwendung kam, ein Weckruf¹⁾ kaum 2—4 Hahnenschreie lang, aber jedenfalls von einer Eindringlichkeit, daß auch eine ganz verschlafene Knospe aufgerüttelt wird und — allerdings erzwungenermaßen — auf eine weitere freiwillige Ruhe verzichtet.

3. Auch gegenüber dem zweitkürzesten Treibverfahren der WEBERSchen Quetschmethode (5, 1922, p. 148) lasse sich noch hervorheben, daß man bei der H₂SO₄-Behandlung, zumal bei für die Praxis in Betracht kommenden $\frac{1}{2}$ —1 l-Gläsern, gleich mehrere, ja viele Knospen auf einmal der H₂SO₄-Einwirkung auszusetzen vermöge, während wenigstens in der derzeitigen Ausbildung der Quetschmethode nach WEBER jede einzelne Knospe „senkrecht zur Schmalseite“ in den Quetschhahn eingespannt werden muß. Die Massenbehandlung der Knospen bedeute aber natürlich einen ganz bedeutenden Zeitgewinn auch gegenüber der WEBERSchen Quetschmethode.

Schließlich könne 4. betont werden, daß die H₂SO₄-Treiberei gegenüber der WEBERSchen Quetschmethode das voraus habe, daß nach WEBER (5, 1922, p. 150) bei seinen Versuchsobjekten „die sich entfaltenden Blätter Spaltungen, Risse und andere Spuren“ der beim Quetschen beigebrachten „Wunden“ zeigen, wovon bei der H₂SO₄-Behandlung nicht das geringste zu bemerken sei. Eine mit H₂SO₄ 10'' oder 20'' behandelte Knospe treibe mit einer Schönheit

1) *ουκίω* = wecken (durch Wund- oder Nekrohormone).

und Anmut der Blattentfaltung aus, wie man das auch nicht anders im Freien bei Frühlingsanfang wahrnehmen könne.

Die Erklärung, daß Wundhormone zur Auslösung des Treibeffektes führen, möchte der Vortragende nun auch auf seine Frühreiberfolge mit konz. KOH, 1% CuSO₄, 10% MgSO₄, die er nach dem 2'—3' langen Eintauchen der Knospen in diese Flüssigkeiten auf ihnen eintrocknen lassen mußte und nicht abwaschen durfte, ausdehnen. Desgleichen scheint ihm diese Deutung auch am zutreffendsten zur Erklärung seiner zahlreichen Frühreiberfolge an Knospen, deren äußerste Knospenspitzen in der schon von JESENKO, KLEBS und WISNIEWSKI geübten Manier abgeschnitten worden waren¹⁾, und zur Deutung seiner überaus zahlreichen Frühreibergebnisse bei subterminalen Knospen an Trieben, deren Terminalknospen durch konz. H₂SO₄ (Einwirkungsdauer 1—2'), konz. HCl, Anbrennen in der Bunsenflamme, Abbrühen in siedendem Wasser getötet, oder in der von GOEBEL, JOST, SIMON u. a. geübten Manier durch scharfen Schnitt entfernt worden waren. Auch eine Anzahl bisher noch nicht in Anwendung gebrachter Narkotika, wie der Duft frischer Zeitungen u. a., führten entweder allein — bei Terminalknospen — oder in Verbindung mit Stützungsversuchen zum Frühtreiben, dann insbesondere zu dem der Beiknospen und zu übermäßigen Kallusbildungen und ringförmiger Knospenentwicklung auf der Kambialzone (*Aesculus Hippocastanum*).

Eine besondere Versuchsreihe des Vortragenden war auch der Einwirkung des elektrischen Funkens und der Spitzenelektrizität auf das Treiben von Knospen gewidmet.

Bekanntlich hat H. BOS 1907 die Frage nach der Verkürzung der Ruheperiode von Knospen durch den galvanischen Strom verfolgt und dabei den „Messing(!)draht, der als positive Elektrode diente“, „derart befestigt, daß er je das oberste Zweigglied kurz unter den beiden Apikalknospen, durchbohrte“²⁾. Dabei bemerkte BOS beim Ausschalten der Zweige aus der Leitung, „daß die Messingdrähte überall da, wo sie die Zweige perforierten, derart chemisch angegriffen waren, daß sie zerrissen“(!)²⁾.

Aus diesem Zitate geht bereits deutlich hervor, daß die BOSSche Methodik an zwei Fehlern krankte: 1. an der Unklarheit, die durch die durch den galvanischen Strom bedingte Bildung von Cu- bzw. bei der späteren Verwendung von eisernen Nägelchen und

1) Bei diesen Versuchen darf nicht mehr als höchstens das apikale Drittel der Knospe abgestutzt werden, weil sonst ihr Vegetationspunkt verrottnet. Auch muß für genügende Feuchtigkeit im Treibraum gesorgt sein.

2) Von mir gesperrt.

Stahlnähdeln als Elektroden von Fe-Salzen hervorgerufen wurde, und die im Hinblick auf des Vortragenden Treiberfolge mit 1% CuSO₄ nicht ersehen läßt, was nun die Treibursache war: der elektrische Strom oder die von ihm erzeugten Metallsalze; 2. aber an der Unklarheit, die die Verletzungen knapp unterhalb der Apikalknospen hervorriefen, die nach WEBERS und JESENKOS Befunden, besonders wenn beim Einstich die Knospen selbst getroffen wurden (WEBER 3, 1922, p. 618), an sich bereits Frühreiben auszulösen befähigt erscheinen. Auch WEBER findet (l. c., p. 618), daß die die frühreibende Wirkung galvanischer Ströme auf ruhende Pflanzen „betreffende Untersuchung von BOS“ „mit so dürftigem Material durchgeführt ist, daß das Resultat nicht als gesichert bezeichnet werden kann“.

Die hervorgehobenen Bedenken gegen die BOSSsche Methodik einerseits, die Schwierigkeit andererseits, die BOSSschen Fehler (Einstechen zur Anbringung der Elektroden) bei eventueller Wiederholung mit modernerer Versuchstechnik vermeiden zu können, veranlaßte den Vortragenden nun, den Einfluß der Elektrizität auf das Treiben in ganz anderer Weise zu untersuchen — mit der Influenzmaschine.

Die Methodik war hiermit naturgemäß zweifach:

1. War der Einfluß der Spitzenelektrizität auf das Treiben und
2. die Wirkung durch Knospen durchschlagender Funken auf das Frühreiben zu überprüfen.

Für die erste Reihe von Versuchen wurden 20 Lindentriebe in einen auf isolierendem Glassturz stehenden Topf mit Sand gesteckt, in den die Elektrizität vom positiven bzw. negativen Pole eingeleitet wurde. Dabei war das Phänomen des St. Elmsfeuers, wie es MOLISCH beim Blitzen der Blüten, TUBEUF bei Koniferenbäumchen imitierte, an den Trieben schön zu sehen. Die Kontrolltriebe standen gleich lang im Sand in derselben Dunkelkammer, in der es schließlich stark nach Ozon roch, an das als Treibfaktor zu denken war, ohne daß bei irgendeinem der Versuchs- oder Kontrolltriebe nach längerem Aufenthalte nach dieser Vorbehandlung im Glashause auch nur ein einziger Fall von Frühreiben hätte vermerkt werden können.

Ganz anders bei der zweiten Versuchsserie.

Hierbei ließ der Vortragende rund 20'' bis 1' lang Funken durch die Knospen schlagen. Damit jede Beirung durch individuelle Variationen ausgeschlossen war, wurden die Funken stets durch alle Seitenzweiglein einer Seite desselben Zweigsystems

durchschlagen gelassen. Um eine Verwechslung der so behandelten und der nicht behandelten Knospen hintanzuhalten, waren alle Zweige vor der Behandlung bei Beleuchtung auf dem Dunkelkammertisch parallel niedergelegt worden und wurden nach dem Durchschlagenlassen der Funken durch die Knospen im Dunkeln wieder parallel niedergelegt, worauf wieder bei Beleuchtung die endgültige Markierung der durchfunkten Knospen durch Anbinden von Bast an die zugehörigen Seitentriebe erfolgte.

Der Erfolg nach dem Treiben im Glashaus ist durch die Abb. 3 veranschaulicht.

Nur die von Funken durchschlagenen Knospen haben getrieben, alle anderen nicht, auch wenn sie unbehandelte Terminalknospen waren.

Der Vortragende vertritt nun auch bei diesen Frühtreibergebnissen die Ansicht, daß durch die rasch durchschlagenden Funken erzeugte mikroskopisch kleine Risse, Verletzungen oder Brandwunden und die von ihnen ausgehenden Hormone Ursache des Frühtreibens durchfunkter ruhender Knospen seien. Die mikroskopisch-anatomische Untersuchung solcher von elektrischen Funken durchschlagenen Knospen steht noch aus und soll in Brünn durchgeführt werden.

Ist die Deutung des Vortragenden die richtige, so würde auch das Frühtreiben von Knospen infolge Durchschlagens elektrischer Funken nur eine weitere Illustration darstellen für die zahlreichen Fälle des Frühtreibens durch Verletzung.

Bezüglich des erschöpfenden Literaturverzeichnisses wird auf die demnächst erscheinende ausführliche Arbeit verwiesen. Hier seien nur genannt:

- BOS, H. (Wageningen), Wirkung galvanischer Ströme auf Pflanzen in der Ruheperiode. *Biolog. Zentrabl.*, 27. Bd., 1907, p. 677.
- IRAKLIONOW, P. P., Über den Einfluß des Warmbads auf die Atmung und Keimung der ruhenden Pflanzen. *Jahrb. f. wiss. Bot.*, 51. Bd., 1912, p. 515.
- JOHANNSEN, W., Das Ätherverfahren beim Frühtreiben mit besonderer Berücksichtigung der Fliedertreiberei. Jena, Verl. v. G. FISCHER. 1900, II. Aufl. 1906.
- MOLISCH, H., 1) Über ein einfaches Verfahren, Pflanzen zu treiben (Warmbadmethode), I. u II. *Sitzb. d. Kais. Akad. d. Wiss., Wien. Mat.-naturw. Kl.* Bd. CXVII/XVIII, Abt. 1, Jänner 1908, p. [87] 1/Juni 1909, p. [637] 1.
- —, 2) Über das Treiben von Pflanzen mittels Radium. *Ebenda*, Bd. 121, Abt. 1, März 1912, p. [121] 1.
- —, 3) Über das Treiben ruhender Pflanzen mit Rauch. *Ebenda*, 125. Bd., 1916 3. u. 4. Heft, p. [141] 1 bes p. 155.

(52)

OSWALD RICHTER: Konzentrierte Schwefelsäure usw.

- WEBER, FR., 1) Über die Abkürzung der Ruheperiode der Holzgewächse durch Verletzung der Knospen bzw. Injektion derselben mit Wasser (Verletzungsmethode). Ebenda, Bd. CXX, Abt. I, März 1911, p. [179] 1.
- , 2) Über ein neues Verfahren, Pflanzen zu treiben (Acetylenmethode). Ebenda, 125. Bd., 1916, 3. u. 4 Heft, p. [189] 1.
- , 3) Methoden des Fröhrtreibens von Pflanzen. Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden. Verl. v. URBAN & SCHWARZENBERG, Berlin-Wien. 1922, p. 591.
- , 4) Fröhrtreiben ruhender Pflanzen durch Röntgenstrahlen. Biochem. Zeitschr., 128. Bd., Heft 4/6, 1922, p. 495.
- , 5) Fröhrtreiben durch Quetschen. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. Bd. 40 Jg. 1922, Heft 4, p. 148.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1922

Band/Volume: [40](#)

Autor(en)/Author(s): Richter Oswald

Artikel/Article: [Konzentrierte Schwefelsäure, konzentrierte Kalilauge als Treibmittel und andere Erfahrungen über Pflanzentreiberei. 1043-1052](#)