



Title	Über die vorzeitige Abstossung der jungen Früchte von Malus communis
Author(s)	NAMIKAWA, Isawo
Citation	Journal of the College of Agriculture, Hokkaido Imperial University, Sapporo, Japan, 11(1), 1-21
Issue Date	1922-03-30
Doc URL	<a href="http://hdl.handle.net/2115/12563">http://hdl.handle.net/2115/12563</a>
Type	bulletin (article)
File Information	11(1)_p1-21.pdf



[Instructions for use](#)

# Über die vorzeitige Abstossung der jungen Früchte von *Malus communis*

VON

Isawo Namikawa

## Einleitung.

Die vorzeitige Abstossung der Äpfel, welche selbst unter normalen meteorologischen Bedingungen einige Tage nach dem Verblühen oder kurze Zeit nach dem Fruchtansatz erfolgt, ist ein oft beobachteter Vorgang. Den reichlichsten Abfall bemerkt man bei den in unserer Gegend kultivierten Apfelsorten gegen Beginn des Monats Juli, zu welcher Zeit die Früchte je nach den Sorten ca. 1.5–2.5 cm im Durchmesser oder noch etwas mehr messen. Ähnliche Erscheinungen kommen übrigens bei zahlreichen andern Obstbäumen<sup>1)</sup> und überhaupt bei den Blütenpflanzen vor und sind schon sehr oft beschrieben worden.

Was die Ursache der Abstossung betrifft, so sind die Ansichten je nach den Autoren verschieden. Gärtner<sup>2)</sup> führt bezüglich der Blüten von Kern- und Steinobst als eine der Ursachen die verhinderte Befruchtung an. Auch Mohl<sup>3)</sup> hat bei *Hemerocallis flava* und *fulva* Ähnliches beobachtet. Osterwalder<sup>4)</sup> sucht den Grund des Abwerfens bei den Obstfrüchten in den Ernährungsverhältnissen. Bei *Mirabilis*, *Atropa* und *Begonia* hat Hannig<sup>5)</sup> gefunden, dass der Blütenfall durch eine Behand-

---

1) Beispiele sind: *Pirus communis* und *sinensis*; *Cydonia vulgaris* und *japonica*; *Prunus avium*, *Persica*, *americana*, *domestica*, *communis* und *Mume*; *Ribes Grossularia*, *oxyacanthoides* und *rubrum*; *Corylus heterophylla* und *rostrata*; *Vitis vinifera*, und verschiedene im Gewächshause kultivierte Citrusarten, *Ficus carica*, *Punica Granatum*, *Eriobotrya japonica*, u. a.

2) Gärtner, C. F. Versuche und Beobachtungen über die Befruchtungsorgane der vollkommenen Gewächse. Stuttgart. 1844.

3) Mohl, H. Über den Ablösungsprozess saftiger Pflanzenorgane. Bot. Ztg., Bd. 18, 1860, S. 273 ff.

4) Osterwalder, A. Untersuchungen über das Abwerfen junger Kernobstfrüchte. Landw. Jahrb. Schweiz., Bd. 21, 1907, S. 215 ff.;—Über das Abwerfen der Blüten unserer Kernobstbäume. ebenda, Bd. 23, 1909, S. 339 ff.

5) Hannig, E. Untersuchungen über das Abstossen von Blüten unter dem Einfluss äusserer Bedingungen. Zeitschr. f. Bot., Bd. 5, 1913, S. 417 ff.

[Jour. of the College of Agric., Hokkaido Imp. Univ., Sapporo, Vol. XI. Pt. 1, Feb. 1922].

lung, welche die Bestäubung verhindert, herbeigeführt werden kann. Dieselbe Ansicht vertritt auch Lloyd<sup>1)</sup> in bezug auf *Gossypium*. Für die Äpfel hat Heinicke<sup>2)</sup>, hauptsächlich vom gärtnerischen Standpunkt aus, planmässige Versuche durchgeführt. Diese liessen ihn erkennen, dass der Entwicklungszustand des fruchttragenden Kurztriebs und die Samenzahl der Frucht auf die in Frage stehende Erscheinung von höchster Bedeutung ist. Bei einigen Solanaceen suchte Kendall<sup>3)</sup> in die morphologischen und physiologischen Verhältnisse Aufklärung zu bringen. Am Schluss seiner Arbeit zählt er folgende 6 Ursachen auf, welche die Abstossung der Organe beeinflussen können; nämlich als direkte Faktoren: 1. narkotische Gase, 2. Beschädigung der Blütenorgane, 3. plötzliche Erhöhung der Temperatur, 4. mangelhafte Befruchtung; und als indirekte Faktoren: 5. Veränderung der Bodenbeschaffenheit, und 6. Faktoren, die in der normalen physiologischen Entwicklung liegen. Hierzu bemerkt er, dass die Natur des unter 6 beschriebenen Faktors am schwersten zu verstehen sei; so zum Beispiel besteht der Fall, dass die meisten Blüten einer Infloreszenz, mit Ausnahme von einer oder zweien, die zur fernern Entwicklung gelangen, normal abzufallen pflegen; bei den männlichen Blüten gewisser Pflanzen werden sie nach der Anthese abgestossen. Auf Einzelheiten seiner Arbeit werde ich nachher noch zu sprechen kommen. Molisch<sup>4)</sup> meint, dass bei vielen Obstbäumen wie Quitten, Äpfeln, Birnen, Pflaumen u. a. die Abstossung der jungen Früchte teils infolge schlechter Ernährung, teils infolge von Nichtbefruchtung herbeigeführt wird.

Die Ansicht, dass die Abstossung der Äpfel durch ungünstige äussere Einflüsse, wie übermässige Trockenheit, übermässige Bodenfeuchtigkeit, narkotische Gase, parasitische Organismen usw., sowie durch ungewöhnliche innere Bedingungen wie Nahrungsmangel oder übermässiges Wachstum vegetativer Organe usw. veranlasst werden könne, liegt sehr nahe.

In der vorliegenden Arbeit soll hauptsächlich die normale Abstossung

1) Lloyd, F. Abscission of flower buds and fruits in *Gossypium* and its relation to environmental changes. Trans. Roy. Soc. Canada, Bd. 10, 1916, S. 55. (zit. nach Kendall, 1918.)

2) Heinicke, A. J. Factors influencing the abscission of flowers and partially developed fruits of the apple (*Pyrus Malus* L.) Cornell Univ. Agr. Exp. Sta. Bull. 293, 1917, S. 45 ff.

3) Kendall, J. H. Abscission of flowers and fruits in the Solanaceae, with special reference to *Nicotiana*. Univ. Calif. Publ. Bot., Bd. 5, 1918, S. 347 ff.

4) Molisch, H. Pflanzenphysiologie als Theorie der Gärtnerei. Dritte Aufl. Jena, 1920, S. 196.

untersucht werden, wobei besonders in bezug auf 1. die morphologischen und anatomischen Verhältnisse, 2. die Mechanik der Lostrennung und 3. die physiologischen Ursachen des Abwerfens eine Erklärung versucht werden soll. Bezüglich dieses letztern Punktes habe ich vor allem die Wechselwirkung der Abstossung a. mit den stofflichen und osmotischen Verhältnissen, b. mit der Samenzahl der Frucht und c. mit der Wasserbewegung in der Frucht in Verbindung gebracht.

Obwohl sich meine Beobachtungen auf viele Apfelsorten stützen, so benützte ich für meine Versuche vorzugsweise nur die weit verbreitete Sorte „Jonathan“. Die Abstossungsvorgänge weisen bei den verschiedenen Sorten, abgesehen von unwichtigen Einzelheiten, keine erheblichen Abweichungen auf.

### **1. Ausgestaltung der Trennungsschicht.**

Bei den meisten Apfelsorten in unserer Gegend tritt der Abfall der verblühten Blüten gegen Mitte Juni auf. Bei den befruchteten Blüten bemerkt man zu dieser Zeit, dass sich die Blütenböden zu strecken und die Kelchblätter zu schliessen anfangen, wobei die Blütenstiele sich aufwärts krümmen (Textfig. 1). Im Mesokarp dieses mässig gestreckten Früchtchens sind ziemlich viele Stärkekörner angehäuft. Dabei lässt sich nachweisen, dass der Stärkegehalt um so reichlicher ist, je näher die Stelle an der Peripherie liegt. All diese Merkmale zeigen aber die in Abstossung begriffenen Blüten gar nicht, vielmehr vergilbt allmählich der ganze Blütenboden, sowie der Blütenstiel, worauf noch in frischem Zustande die Blüten abfallen. Dies ist das erstmalige Abwerfen, welchem späterhin der Abfall der weiter gestreckten jungen Früchtchen folgt.

Die Abstossung erfolgt durch die Lostrennung bestimmter Gewebeszonen, die an der Ansatzstelle des Fruchstiels vorher ausgebildet worden sind. Diese Zone steht in ihrer Verdickung von Anfang an den sonstigen Stielteilen nach, und ist als eine Einschnürung bemerkbar. Mitte Mai, zur Zeit, wo die Kronen noch nicht zwischen den Kelchblättern hervortreten, bemerkt man bereits, wie sich an der Insertionsstelle eine seichte Einschnürung bildet. Es bleibt aber dabei das Gewebe einigermaßen kleinzellig und die Zellmembranen sind nur wenig verdickt, die Chloroplasten und Interzellularen treten hier sehr wenig zahlreich auf.

Zur Blütezeit kann man in der Ansatzstelle des Stiels ein stark eingeschnürtes Gelenk, die sogenannte Trennungszone, bemerken. Die

Zellen, die in dieser Einschnürung liegen, sind plasmareicher und kleiner als die des benachbarten Gewebes und zeigen noch etwas meristematische



Fig. 1. Ein Kurztrieb mit gesunden, sowie in Abstossung begriffenen, verblühten Blüten. Etwas verkleinert.

Beschaffenheit; gewöhnlich sind hier keine Stärkekörner vorhanden. In einer Breite von 15–30 Zellen sind die Zellmembranen ziemlich verdickt und stellenweise getüpfelt, wie die Textfigur 2 es zeigt. Dieses kleinzellige Gewebe ist die Trennungsschicht.

Über dieses Gewebe sagt Mohl<sup>1)</sup> in seiner Arbeit, dass die Trennungsschicht verschiedener Pflanzen aus meristematischen, kleinen Zellen gebildet ist, und dass bei den Blüten von *Aesculus*, *Pavia*, *Legenaria*, *Cucumis*, *Ricinus* und *Hemerocallis* die Lostrennung durch das hier neu erzeugte sekundäre Meristem erfolgt.

Bezüglich der Entstehung der Gewebe in der Trennungsschicht versucht Kubart<sup>2)</sup> die vielfach abweichenden Auffassungen anderer Botaniker kritisch zusammenzufassen. Danach dient als Trennungsschicht... entweder *a*) das an der Loslösungsstelle bereits ausgebildete, auf das primäre Meristem zurückzuführende Gewebe (Mohl) oder *b*) die Trennungsschicht wird erst sekundär ausgebildet durch ein Folgermeristem (Mohl), endlich *c*) kann eine Zone von primärem Meristem, die sich an der Loslösungsstelle noch vorfindet, direkt als Trennungsschicht fungieren (Wiesner). Es ist beachtenswert, dass er in seinen Versuchen solche

1) Mohl, H. 1860, a. a. O. Obwohl schon vor Mohl über den Abfall der Organe von verschiedenen Autoren Erklärungsversuche vorlagen (Du Hamel, H. L. 1758; Mustel 1781; Murray, J. 1785; Vrolick, G. 1796; Link, H. 1812; Petit-Thouars 1815; Vaucher, 1821; Schulz, K. 1823; de Candolle 1827; Tréviranus, C. 1835–8), so sind doch erst durch seine mühevollen Untersuchungen die Details dieser Vorgänge genau festgestellt worden.

2) Kubart, B. Die organische Ablösung der Korollen nebst Bemerkung über die Mohlsche Trennungsschicht. S-B. Akad. Wien, Math-nat. Kl., Bd. 115.1, 1900, S. 1491 ff.; vgl. auch Wiesner, J. ebenda, Bd. 64, 1871, S. 456 ff.

Fälle, die Mohl als Bildungsmodus (*b*), also Bildung der Trennungsschicht durch ein Folgemeristem, bezeichnet, dennoch dem Typus (*a*) zuweist.

Hannig<sup>1)</sup> bezeichnet die Mohlsche Trennungsschicht (Folgemeristem) als sekundäre Trennungsschicht, damit unterscheidet er diese von der meristematischen Trennungsschicht. Die letztere betrachtet er als primäre Trennungsschicht. Weiterhin fasst er die Trennungsschicht der Blütenstiele verschiedener Pflanzen in zwei Typen zusammen, nämlich in solche, *a*) die von einem meristematischen Gewebe und *b*) die von einem kleinzelligen Gewebe gebildet sind. Für den letzten Typus stellt er fest, dass bei vollentwickelten Blüten die Zellteilung nie mehr stattfindet. Also entspricht der Typus *a*) von Hannig dem Typus *c*) von Kubart, und der Typus *b*) von Hannig dem Typus *a*) von Kubart.

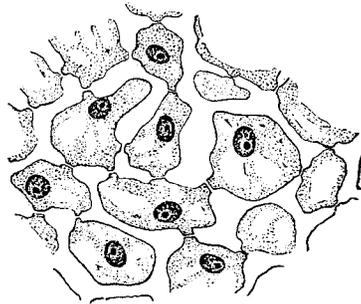


Fig. 2. Teil eines Längsschnittes durch die ruhende Trennungsschicht einer jungen Frucht. 623/1.

Bei den Trennungsschichten von Apfelfrüchten kann man die eben angeführten Typen nicht genau unterscheiden, dies liegt jedenfalls nur daran, dass sie je nach der Entwicklungsstufe der abgestossenen Organe von einem Typus zum anderen übergehen. Mitte Juni kann man oft die langsame Zellteilung in der Trennungsschicht der gesunden, verblühten Blüten bemerken. Zu Beginn des Monats Juli, wo das einigermaßen entwickelte Früchtchen abzufallen pflegt, treten hingegen bei der gesunden Frucht Zellteilungen in der Schicht nie mehr auf. Also kann man wenigstens die zwei Typen der primären Trennungsschicht (nach Hannig) in derselben Pflanze, aber bei verschiedenen Entwicklungsstadien nachweisen. Ausserdem ist es wahrscheinlich, dass diese Übergangstypen auch im gleichnamigen Gewebe verschiedener Pflanzen nachgewiesen werden können. Zum Vergleich muss ich hier das Verhalten einiger Solanaceen anführen. Nach Hannig lässt sich die Trennungsschicht des Blütenstiels von *Solanum* und *Nicotiana* unter dem Typus *b*) einreihen. Kendall verfolgte ebenfalls die Entwicklung der Trennungsschicht von *Nicotiana* und ausserdem noch von *Lycopersicum*

1) 1913, a. a. O.

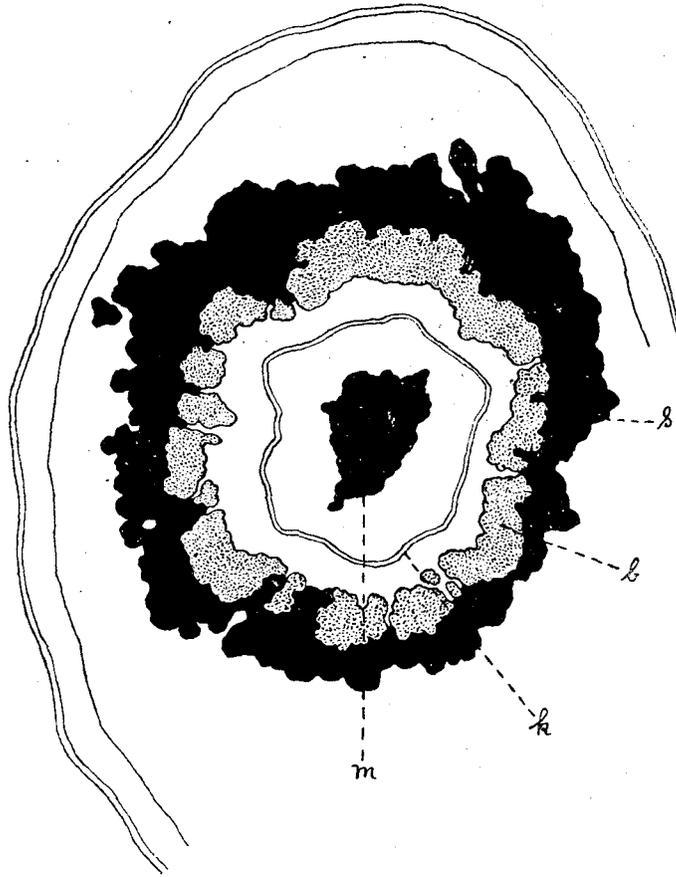
und *Datura* und fand, dass bei diesen Pflanzen die Gewebe zum Typus *a*) nach Kubart gehören. Die Annahmen beider Forscher stimmen also gut überein. Bei *Lycopersicum* bemerkte ich aber auch, wie bei *Malus*, Übergangsformen von einem Typus zum andern. Bei dieser Pflanze fallen, wenn sie im Winter im Treibhause kultiviert wird, oft die meisten der jungen, winzigen Blütenknospen ab. Die Trennungsschicht ist dabei meristematisch, aber noch nicht völlig ausgeprägt, sie gehört daher zum Typus *c*) nach Kubart. Fortwährend erfolgt der Abfall der jungen oder vollentwickelten Blüten, auch manchmal der bis 40–60 gr schweren Früchte. Diese Abstossung lässt sich vielleicht auf schlechten Gaswechsel oder auf abnormen Temperatur- oder Feuchtigkeitszustand im Treibhause zurückführen. Die Beschaffenheit der Trennungsschicht zeigt das Bild des Überganges vom meristematischen zum fertigen Zustande. Die Einteilung der Trennungsschicht in verschiedene Typen ohne Beachtung des Entwicklungsverlaufes des Gewebes beruht demnach nur auf einer willkürlichen Unterscheidung.

Wenden wir uns jetzt der Besprechuug der mechanischen Elemente im Fruchtsiel sowie seiner Trennungsschicht zu.

Die Entwicklung der mechanischen Elemente tritt zuerst gegen Ende der Blütezeit in den Blütenstielen auf. In dem Stiele der abgefallenen Blüten bemerkt man eine schwache Membranverdickung der Sklerenchymfasern im Perizykel. Durch Behandlung mit Phlorogluzin und konz. Salzsäure oder mittelst Anilinsulfat kann man nachweisen, dass die verdickten Membranen etwas verholzt sind. Die Streckung des Blütenstiels der gesunden Blüten übertrifft in der Regel diejenige der in Abstossung begriffenen Blüten, dementsprechend tritt auch die Membranverdickung der Sklerenchymfasern ziemlich stark auf. Ausserdem fängt dicht ausserhalb der Sklerenchymgruppen die Steinzellbildung an. Die Bastfasergruppen sind in einem teilweise unterbrochenen Ringe nebeneinander angeordnet, den die einige Zellreihen dicke Steinzellschicht in einem vollständigen Ringe dicht umschliesst (Textfig 3). Allmählich schreitet das Membranwachstum in den Steinzellen fort, indem die Membranen sich verdicken, vertüpfeln und verholzen. Gleichzeitig treten in allen Zellen des Markes ähnliche Membranveränderungen auf. Diese Steinzellbildung ist aber bei den abgestossenen Blüten durchaus nicht anzutreffen.

Bis Ende Juni oder Anfang Juli sind die mechanischen Elemente, d. h. Steinzellen und Bastfasern, in den Fruchtsielen vollständig entwickelt. Im Mark sind die Zellmembranen aller Zellen verdickt,

verholzt und getüpfelt, doch ist die Membrandicke im allgemeinen nicht beträchtlich. Stellenweise treten in diesem Gewebe stark entwickelte



**Fig. 3.** Querschnitt durch den Stiel einer einigermaßen gestreckten Frucht. b. Sklerenchymfasern, k. Kambium, m. Mark, s. Steinzellgruppe.

Steinzellen zerstreut auf. Die Verdickung der Membranen der Markzellen ist um so stärker, je mehr sie sich der Basis des Fruchtstiels nähern.

Diese mechanischen Elemente verschwinden an der Trennungsschicht ganz plötzlich. Die Sklerenchymfasern zeigen in der Nähe der Trennungsschicht sehr geringes Längenwachstum. Bisweilen wenden sich ihre Spitzen in verschiedene Richtungen. Nur ausnahmsweise bemerkt man einige Fasern, die die Trennungsschicht durchziehen.

## 2. Lostrennung der Trennungsschicht.

Vor der Lostrennung tritt in der Trennungsschicht eine augenfällige Anhäufung von Stärkekörnern und Öltröpfchen auf, was vorher nie oder nur selten bemerkt werden kann. Dadurch zeigt der Zellinhalt ein feinkörniges Aussehen. Ausserdem lässt sich durch Behandlung mit Fehlingschen Reagentien eine Zunahme des Zuckergehaltes nachweisen. Gleichzeitig tritt in der Mitte der Trennungsschicht lebhaftere Zellteilung ein. Hierauf strecken sich die Gewebszellen in der Längsrichtung. Die

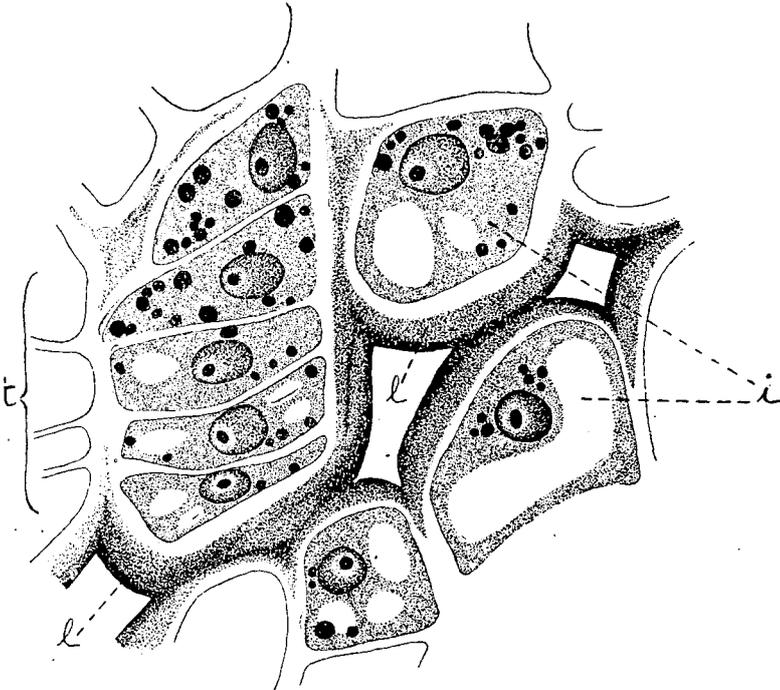


Fig. 4. Teil eines Längsschnittes durch die Trennungsschicht, die die Loslösung soeben beginnt. i. halb isolierte Zellen, l. verquollene Lamellen, t. neu geteilte Zellen 1500/1.

an den Zellecken verdickten Membranen dieses Gewebes werden dadurch gedehnt und dünnwandiger als vorher. Zellteilungen kommen grösstenteils nur in der Querrichtung und selten in anderen Richtungen vor. Die Dimensionen der Zellkerne in der Teilungszone sind im Vergleich mit denen anderer Gewebe meist klein; dies beruht vermutlich auf der ununterbrochen andauernden Kernteilung (Textfig. 4.)

Die eigentliche Lostrennung des Gewebes tritt immer in den 3-10 Zellreihen auf, die an der oberen Grenze der Teilungszone liegen. Ein Teil der Loslösungsschicht gehört also zu der durch Zellteilung neu hervorgegangenen Schicht und der andere zum Nachbargewebe.

Zahlreiche Autoren<sup>1)</sup> beobachteten bei verschiedenen Pflanzen die Tatsache, dass die Lostrennung in der Meristemzone erfolgt. In meinem Falle geschieht aber die Ablösung des Gewebes nicht nur in der Teilungsschicht, sondern auch in ihrem oberen Teile, wo sonst die Zellteilung bei mässig entwickelten Früchten nicht stattzufinden pflegt. Ähnliche Verhältnisse erwähnt Lloyd bei anderen Pflanzen. Auch ist es, wie er meinte, wahrscheinlich, dass der histologische Bau der Trennungsschicht auf die nachfolgenden Trennungerscheinungen hindeutet. Wir werden nicht fehlgehen, wenn wir mit ihm annehmen, dass das plötzliche Auftreten der Stärkekörner und der Öltröpfchen, ebenso wie die lebhafte Zellteilung als ein Zeichen der sich auf die nachfolgende Zellstreckung des Gewebes vorbereitende Verjüngung aufzufassen ist.

Als noch weitere histologische Merkmale der Lostrennung müssen wir die Isolierung der Zellen durch die Zellstreckung und die Auflösung mittlerer und sekundärer Lamellen der Zellmembranen betrachten.

Während diesen Membranveränderungen kann man noch die folgenden Tatsachen nachweisen. Die gequollenen oder verschleimten Lamellen speichern das Rutheniumrot sehr intensiv auf. Ferner bleibt bei den Präparaten, die mit Hämatoxylinlösung gefärbt sind, die intensiv dunkelblaue Färbung an den verquollenen Lamellen selbst nach der mässigen Entfärbung durch Eisenalaunlösung bestehen (Textfig. 4, 1.). Auch bei denjenigen, die durch Flemmingsche Dreifachfärbung hergestellt worden sind, behalten die durch Safranin gefärbten verschleimten Lamellen die tiefe Färbung bei. Nach Ablösung der Gewebe bleiben manchmal noch zwischen den isolierten Zellen die in unregelmässiger Form geronnenen oder mit der Zellhaut verklebten Reste des aufgelösten Membranstoffs

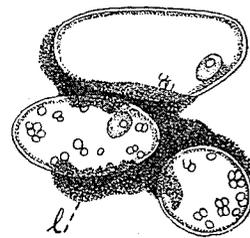


Fig. 3. Isolierte Zellen aus der Trennungsfläche 1. verschleimter Membranrest. 625/1.

1) Mohl, 1860; Hoemel, F. R. Über den Ablösungsvorgang der Zweige einiger Holzgewächse und seine anatomischen Ursachen. Mitteil. forstl. Versuch. Oester., 1878; Becquerel, W. 1907, zit nach Kendall, 1918; Lee, E. Morphology of leaf-fall. Ann. Bot., Vol. 23, 1911; Hannig, E. 1913, a. a. O.; Lloyd, F. Abscission in *Mirabilis jalapa*. Bot. Gaz., Vol. 61, 1916; Kendall, 1918, a. a. O.; Molisch, H. Pflanzenphysiologie als Theorie der Gärtnerei. 3. Aufl. 1920; u. a.

bestehen (Textfig. 5, 1.). Diese Reste speichern ebenfalls das Rutheniumrot sehr stark auf.

Nach der Ablösung der Frucht zeigen sich an beiden Trennungsf lächen völlig sowie bis halb isolierte oder stark vorgewölbte dünnwandige Zellen. Die Durchmesser der isolierten Zellen sind, im Vergleich mit den vorigen, etwa 3-7 mal grösser. Die dünnen Wände der halb oder völlig isolierten Zellen färben sich durch Chlorzinkjod dunkelviolet und durch Kongorot rot, speichern dagegen das Rutheniumrot nur sehr spärlich oder gar nicht auf. Stärkekörner lassen sich in den isolierten Zellen nachweisen.

Die isolierten Zellen können im feuchten Raum einen Tag lang, ja in seltenen Fällen selbst 2-3 Tage ganz turgeszent bleiben, worauf sie erst, vermutlich durch gänzlichen Verbrauch der Nährstoffe, degenerieren. Weil diese Zellen im normalen Zustand sehr schlecht gegen das Vertrocknen geschützt sind, schrumpfen sie kurz nach der Lostrennung zusammen und sterben ab.

Die Loslösung des Gewebes schreitet durch den ganzen parenchymatischen Abschnitt der Trennungsschicht fort; die tracheidalen Elemente hingegen werden ganz mechanisch zerrissen.

Nach der Lostrennung tritt immer die Verholzung der Narbe ein. Nachdem die isolierten Zellen zusammengeschrumpft sind, strecken sich die unter ihnen liegenden 7-15 Zellreihen ein wenig und beginnen an ihren Membranen zu verholzen und zu verdicken. Etwa eine Woche nach der Lostrennung wird dann ein neues Korkkambium unter der verholzten Zone erzeugt. In dem Korkkambium bemerkt man, dass die Kerne während der Bildung der neuen Membran zu beiden Seiten der Scheidewand dicht nebeneinander liegen und so ein Bild bieten, das oft an die Amitose erinnert<sup>1)</sup>, wie die Textfigur 6 es darstellt. Gleichzeitig sind aber viele normale mitotische Figuren in diesem Gewebe nachweisbar.

### 3. Stoffliche und osmotische Veränderungen in den Früchten.

Von Sachs<sup>2)</sup> wurde auf mikroskopischem Wege zuerst der Stärkeverlust der in Ablösung begriffenen Blätter nachgewiesen. Er bemerkte

1) Vergl. Nathansohn, A. Physiologische Untersuchungen über amitotische Kernteilung, *Jahrb. f. wiss. Bot.* Bd. 35, 1900, S. 48 ff.; Schürhoff, P., Das Verhalten des Kernes im Wundgewebe, *Beih. bot. Zentralbl.*, Abt. 1. Bd. 16, 1906, S. 359 ff.; Němec, B. Das Problem der Befruchtungsvorgänge und andere zytologische Fragen. 1910. Berlin, S. 233.

2) Sachs, J. Beiträge zur Physiologie des Chlorophylls. *Flora*, 1863. S. 200 ff.

diesen Verlust schon vor dem Abfallen in den vergilbten Blättern. Später stellten zahlreiche Forscher<sup>1)</sup> bei verschiedenen Pflanzen auch den mineraler Nährelemente, wie Phosphor, Kalium u. a. und ausserdem den der gesamten Stickstoffverbindungen und Kohlenhydrate in den Blättern fest. Auch der Befund von Dixon und Atkins,<sup>2)</sup> dass bei *Syringa vulgaris* der osmotische Druck der Blätter vor dem Abfallen erheblich abnimmt, dürfte mit den obigen Beobachtungen in direkter Beziehung stehen.

Bei den Äpfeln kann man auch vor der Abstossung durch mikroskopische Versuche das plötzliche Verschwinden der Stärkekörner im vergilbten Fruchtfleische nachweisen; ferner lässt sich durch mikroskopische Versuche mittelst Fehlingschen Reagentien eine beträchtliche Zuckerabnahme konstatieren.

Es ist interessant zu beobachten, dass gleichzeitig mit dem Abnehmen der in Betracht fallenden

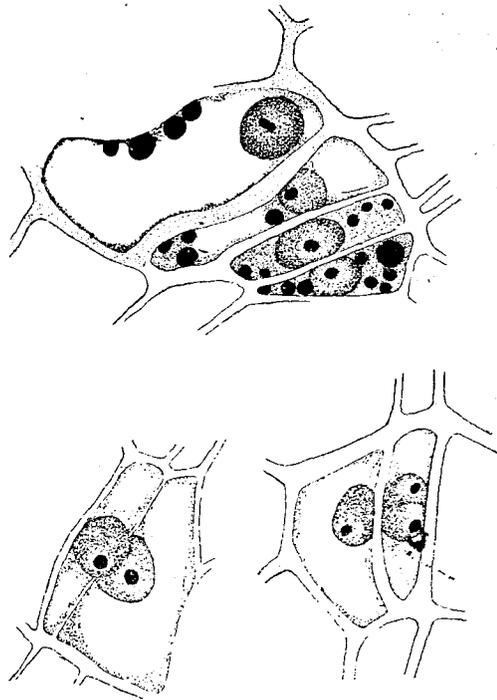


Fig. 6. Einige Zellen vom Korkkambium an der Narbe. 1500/1.

1) Zöller, Ph., Landw. Versuchsstat., 1864, S. 231 ff.; Rissmüller, L., ebenda, 1874, S. 17 ff.; Dulk, L. ebenda, 1875, S. 188 ff., -, ebenda, S. 309 ff.; Kraus, G., Bot. Ztg., 1875, S. 401 ff.; Hornberger, R. und Raumer, E. v. Landw. Jahrb., 1882, S. 395 ff.; Wehmer, C. ebenda, 1892, S. 152 ff.; Fruwirth, C. und Zielstoff, W. Landw. Versuchsstat., 1901, S. 9 ff.; Saposchnikoff, W. Ber. d. d. bot. Ges., 1903, S. 233 ff.; Tswett, M. ebenda, 1908, S. 88 ff.; Rywosch, S. Bot. Ztg., 1908, S. 125 ff.; Schultz, R. und Schütz, S. Landw. Versuchsstat., 1909, S. 299 ff.; Otto, R. und Kooper, W. D. ebenda, 1910, S. 167 ff.; Ramann, E. ebenda, 1912, S. 157 ff. u. a.

2) Dixon, H. H. and Atkins, W. R. G. Changes in the osmotic pressure of the sap of the developing leaves of *Syringa vulgaris*, Proc. Roy. Dublin Soc. n. ser., 1912, S. 219 ff.; noch vergl. Dixon, H. H. Transpiration and ascent of sap in plants, London, 1914; Dixon, H. H. and Atkins, W. R. G., On osmotic pressure in plants, Proc. Roy. Dublin Soc. n. ser., 1910, S. 275 ff.

Stoffe im Fruchtfleische deren Zunahme in der Trennungsschicht Hand in Hand geht. Diese Stoffumwanderung lässt eine Verknüpfung mit dem osmotischen Drucke erkennen.

Zur Bestimmung des osmotischen Druckes habe ich die plasmolytische Methode benützt. Die gefundenen Werte sind die prozentischen Konzentrationen der Normallösung von Salpeterkali.

Zuerst untersuchte ich solche Blüten, die einige Tage nach dem Verblühen abgestossen worden waren. Die vorgewölbten Zellen an der frischen Trennungsfläche verschiedener Blüten zeigen eine Grenzkonzentration von 63–72%.<sup>1)</sup> Andere Gewebszellen im Blütenboden, ferner die Rinden- und Markzellen des Blütenstiels der abgestossenen Blüten und die Zellen der Trennungsschicht des gesunden Fruchtstiels, plasmolisieren leicht in einer 60%-igen Lösung.

Im weiteren Entwicklungsverlaufe, wenn die Früchte 1–1.5 cm im Durchmesser erreicht haben, ist den neu isolierten Zellen der Trennungsschicht ein osmotischer Druck von 58–69% eigen; beim Fruchtstiel (Rinde) und dem Fruchtfleische war der Druck noch viel tiefer. Ferner ist es interessant, das osmotische Verhalten der abgestossenen Früchte mit dem anderer, gesunder zu vergleichen. Die erlangten Werte sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt. Alle Zahlen sind die Mittelwerte von 10 Proben.

TABELLE I.

Versuchszeit: 11–15. Juli

Organe	Gesunde Früchte, deren Durchmesser 2.0–2.3 cm beträgt	Abgestossene Früchte, deren Durchmesser 1.5–2.1 cm beträgt*
Fruchtfleisch	69 %	31 %
Fruchtstiel (Rinde)	61 %	32 %
Trennungsschicht	41 %	63 %

Wie die Ergebnisse zeigen, sinkt der osmotische Druck des Fruchtfleisches bei den abgestossenen Früchten erheblich tiefer als bei

1) Ob die Zellen der Trennungsfläche dabei mehr oder weniger permeabel geworden sind oder nicht, bleibt hier dahingestellt.

\*) Bei den abgestossenen Früchten ist die Streckung im Vergleich mit den gesunden immer schwach. Im Mark der Fruchtstiele war im allgemeinen der osmotische Druck sehr nieder, und es ist wahrscheinlich, dass ihr osmotisches Verhalten demnach auf die Trennung keinen wichtigen Einfluss ausübt.

den gesunden Früchten. Gleichzeitig hebt sich der Druck an der Trennungsschicht. Das osmotische Verhalten zeigt demnach beim Abwerfen ein ganz umgekehrtes Bild. Die stofflichen und osmotischen Veränderungen kann man schon vor der Abstossung nachweisen. Selbst Früchte, in deren Trennungsschicht die Stärkekörner sich ziemlich angehäuft haben und die noch kein krankes Aussehen besitzen, zeigen in ihrem Fleische sehr geringen Stärkegehalt und auch niederen osmotischen Druck.

#### 4. Mechanik der Lostrennung der Trennungsschicht.

Dass die isolierten Zellen der Trennungsfläche einen hohen osmotischen Druck besitzen, ist wichtig, weil diese Eigenschaft auf den Trennungsmodus einen grossen Einfluss ausübt. Über die Isolierung der Zellen, welche in der Trennungsschicht anderer Pflanzen vorkommt, schreibt Fitting<sup>1)</sup>, dass die Turgorsteigerung der Zellen als verantwortlicher Prozess der Trennung aufzufassen ist. Ferner meinten Hannig, Lee, Sampson, Strasburger u. a.<sup>2)</sup>, dass die Isolierung hauptsächlich durch die Auflösung der Mittellamellen vollzogen werde. Loewi und Lloyd<sup>3)</sup> schreiben ausserdem der Zellstreckung in der Trennungsschicht eine wichtige Rolle zu. Wiesner, Kubart und Kendall<sup>4)</sup> betrachten die Turgorsteigerung und die Auflösung der Mittellamellen als mitwirkende wichtige Prozesse. In den vorliegenden Versuchen war die beträchtliche Turgorsteigerung der Loslösungszellen sehr deutlich ausgeprägt. Auch geht, wie im anatomischen Teile beschrieben worden ist, mit diesem die Streckung der Zellen und die Auflösung der Mittellamellen Hand in Hand.

---

1) Fitting, H. Untersuchungen über die vorzeitige Entblätterung von Blüten. Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 49, 1911, S. 187 ff.

2) Hannig, E. Untersuchungen über das Abstossen von Blüten usw. Zeitschr. f. Bot., Bd. 5, 1913, S. 417 ff.; Lee, E. Morphology of leaf-fall. Ann. B., Vol. 25, 1911, S. 51 ff.; Sampson, H. C. Chemical changes accompanying abscission in *Coleus Blumei*. Bot. Gaz., Vol. 66, 1918, S. 32 ff.; Strasburger, E. Das botanische Praktikum, 1913, S. 349.

3) Loewi, E. Blattablösung und verwandte Erscheinungen. Proc. Akad. Wien, Math-nat. Kl., Bd. 166, S. 983 ff.; Lloyd, F. Abscission in *Mirabilis jalapa*. Bot. Gaz., Bd. 61, 1916, S. 213 ff.

4) Wiesner, J. Untersuchungen über die herbstliche Entblätterung der Holzgewächse. S.-B. Akad. Wien, Math-nat. Kl., Bd. 64, 1871, S. 456 ff.;—Ueber Frostlaubfall. Ber. d. d. bot. Ges., Bd. 23, 1905, S. 49 ff.; Kubart, B. Die organische Ablösung der Korollen nebst Bemerkung über die Mohlsche Trennungsschichte. S.-B. Akad. Wien, Math-nat. Kl., Bd. 115.1, 1906, S. 1491 ff.; Kendall, J. N. Abscission in the Solanaceae, with special reference to *Nicotiana*. Univ. Calif. Publ. Bot., Vol. 5, 1918, S. 347 ff.

Reiche<sup>1)</sup> und Kubart erwähnen, dass an der Trennungsfläche des abgestossenen Organs manchmal freie Säure mittelst Kurkumapapier nachweisbar ist, und dass die Zersetzung der Mittellamellen dieser Säurewirkung zur Last gelegt werden könne. Wiesner ist auch derselben Meinung. Lloyd, Sampson und auch Kendall hingegen haben die Auflösungsprozesse der Mittellamellen auf hydrolytische Wirkung zurückgeführt. Auch hier habe ich versucht, durch leise Berührung der Trennungsfläche mit Kurkumapapier die Farbveränderung nachzuweisen, doch ist das Resultat fraglich, da die Trennungsfläche nicht genügend feucht war. Wahrscheinlich geht die hydrolytische Spaltung mit der Säurebildung Hand in Hand, darüber habe ich aber keine näheren Untersuchungen gemacht.

### 5. Samenzahl der Frucht.

So weit die osmotischen Verhältnisse! Im Folgenden möchte ich noch die Beziehungen zwischen der Samenzahl und der Fruchtentwicklung auseinandersetzen. Müller-Thurgau<sup>2)</sup> hat die Verknüpfung dieser beiden Faktoren bei den Traubenbeeren, sowie auch bei den Äpfeln und Birnen studiert und festgestellt, dass je höher die Samenzahl ist, desto schwerer und grösser die Frucht wird. Versuche von Ewert<sup>3)</sup> beweisen, dass das kernlose Obst, um diesen extremen Fall herbeizuziehen, allgemein sehr geringes Entwicklungsvermögen zeigt, und dass ohne besondere Behandlung, wie Ringelung u. a. nur wenige Früchte am Zweige bleiben und zur Reife gelangen. Bei Heinicke<sup>4)</sup> finden wir die Mitteilung, dass die Samenzahl der abgestossenen Apfelfrüchte allgemein weniger beträgt als die der am Zweig bleibenden. Noch eine weitere bekannte Tatsache ist, dass bei dem asymmetrischen Apfel die dickere Hälfte der Frucht grössere und zahlreichere Samen zu besitzen pflegt

1) Reiche, C. Über anatomische Veränderungen, welche in den Perianthkreisen der Blüten während der Entwicklung der Frucht vor sich gehen. Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 16, 1885, S. 630 ff.

2) Müller-Thurgau, H. Abhängigkeit der Ausbildung der Traubenbeeren und einiger anderer Früchte von der Entwicklung der Samen. Landw. Jahrb. Schweiz. Bd. 12, 1898, S. 135 ff.

3) Ewert, R. Blütenbiologie und Tragbarkeit unserer Obstbäume. Landw. Jahrb., Bd. 35, 1906, S. 259 ff.; Die Partenokarpie oder Jungferufrüchtigkeit der Obstbäume. ebenda, Bd. 36, 1907, S. 1 ff.; Neuere Untersuchungen über Partenokarpie bei Obstbäumen und einigen anderen fruchttragenden Gewächsen. ebenda, Bd. 38, 1909, S. 767 ff.

4) Heinicke, A. J. Factors influencing the abscission of flowers and partially developed fruits of the Apple (*Pirus Malus* L.). Cornell Agr. Exp. Sta. Bul. 393.

als die andere Hälfte<sup>1)</sup>. Osterwalder<sup>2)</sup> vertritt die Ansicht, dass die Abstossung der Äpfel und Birnen durch die Befruchtungsverhältnisse indirekt beeinflusst wird, und dass die nachfolgende Samenentwicklung auf die Lebensenergie der Frucht einen gewissen Einfluss ausüben kann. Noch müssen wir hier die Versuche von Chandler<sup>3)</sup> anführen, dessen Resultate sehr gut mit den meinen übereinstimmen. Er untersuchte den osmotischen Druck des Fruchtsaftes der Äpfel von bekannter Samenzahl. Dabei zeigte der Saft von Früchten mit grösserer Samenzahl immer den höheren osmotischen Druck.

Bei einigen einheimischen Kulturrassen von Äpfeln stellte ich auch Anfang Juli die Samenzahl der abgestossenen Früchte fest und verglich die Werte mit denen der reifen Früchte nach der Ernte. Das Ergebnis ist das folgende.

TABELLE II.

Rassen	Bei gesunden Früchten (nach der Ernte)				Bei abgestossenen Früchten	
	Zahl der geprüften Früchte	Durchschnitt der gesamten Samenzahl	Durchschnittszahl der gesunden Samen	Durchschnittszahl der schlecht entwickelten Samen	Zahl der geprüften Früchte	Durchschnittszahl der gesunden Samen
Mc Intosh Red	73	9.16	6.38	2.78	22	1.83
Ralls Janet	66	11.73	9.46	2.27	21	6.76
Tompkin King	46	10.23	5.58	4.65	61	7.03

Wie das letzte Beispiel (Tompkin King) der Tabelle zeigt, ist die Durchschnittszahl der gesunden Samen von gesunden Früchten kleiner als der gesamte Durchschnitt bei den abgestossenen Früchten. Wahrscheinlich ist aber, dass nicht alle Samen der jungen Früchte sich völlig entwickeln; wenige mögen sich wohl einigermassen entwickeln, aber dann schrumpfen sie ein. In der fünften Kolonne sind diese als „schlecht entwickelte Samen“ angeführt. In bezug auf die Beziehung

1) Vergl. Heinicke, a. a. O. und auch Molisch, H. Pflanzenphysiologie als Theorie der Gärtnerei. 3. Aufl. 1920, S. 262.

2) Osterwalder, A. Untersuchungen über das Abwerfen junger Kernobstfrucht. Landw. Jahrb. Schweiz. Bd. 21, 1907, S. 219 ff.

3) Chandler, W. H. Osmotic relationships and incipient drying with apples. Soc. Hort. Sci. Proc., Vol. 11, 1915, S. 112 ff.

zwischen der Fruchtentwicklung und der Embryogrösse ist von Heinicke die Beobachtung gemacht worden, dass gewöhnlich diejenigen Früchte die längeren Embryonen besitzen, die bei gleicher Samenzahl einen grössern Umfang besitzen. Deshalb können selbst bei Früchten, welche gleichviele Samen umschliessen und auf gleichgestalteten Kurztrieben gewachsen sind, noch Abweichungen in der Fruchtgrösse auftreten. Dies wird auch für unsern Fall eine mögliche Erklärung abgeben. Ob aber diese Abweichungen in der Embryoentwicklung durch den verschiedenen Entwicklungszustand der Samenanlage, oder durch die verschiedene Beschaffenheit des Pollenschlauches, oder durch die mehr oder weniger starke Affinität zwischen den Vater- und Mutterpflanzen verursacht werden können, lässt sich heute noch nicht genau sagen. Jedenfalls zeigen die abgestossenen Früchte im allgemeinen die schwächere Samenentwicklung als die auf dem Zweige bleibenden.

### 6. Verstümmelungsversuche.

Dass bei Verstümmelung der Blüten oder Blattspreiten die noch anhaftenden Stiele früher oder später abgeworfen werden, ist wohl bekannt. Interessant ist ferner die Beantwortung der Frage, ob man durch irgend eine Behandlung die Abstossung der Stiele verzögern kann oder nicht. Das Abschneiden der Frucht hat eine Abnahme der Osmose und eine Verkleinerung der Transpirationsfläche zur Folge. Um diese Prozesse zu ersetzen, habe ich dem Vorgehen Küsters<sup>1)</sup> folgend, der Narbe Gipsklumpen aufgesetzt, in der Annahme, dass diese Masse durch den Fruchtsiel das Wasser aufsaugen und so einen Teil der Funktionstätigkeit der Frucht ersetzen könne.

Als Versuchsmaterial verwendete ich einen mit Kurztrieben versehenen Zweig, der ins Wasser gesteckt wurde, wobei jedem Kurztrieb nur ein Fruchtsiel belassen wurde. In der folgenden Tabelle sind die Ergebnisse dieser Versuche zusammengestellt.

---

1) Küster, E. Beiträge zur Kenntnis des Laubfalles. Ber. d. d. bot. Ges., 1916, S. 184 ff.

TABELLE III.

Versuchsbeginn: 1. Juli, 10 Uhr. Versuchsstelle: Gewächshaus.  
Rasse: Jonathan.

Exemplare	Nr	Beobachtungszeiten und Bemerkungen	
nicht verstümmelt	1	Bis Mittag: den 10. Juli ganz unverändert.	
	2	ebenso	
	3	ebenso	
verstümmelt ohne Umgipsung	4	Am 4. Juli, 8 Uhr tritt an der Trennungsschicht eine weisse Querlinie auf, die von den isolierten Zellen gebildet wird.	Am 5. Juli, 8 Uhr fällt der Stiel ab.
	5	ebenso	ebenso
	6	ebenso	ebenso
	7	Am 3. Juli, 18 Uhr tritt eine weisse Linie auf.	Am 4. Juli, 18 Uhr fällt der Stiel ab.
	8	Am 4. Juli, 8 Uhr „ „ „	Am 5. Juli, 8 Uhr „ „ „ „
	9	Am 6. Juli, 8 Uhr tritt eine weisse Linie auf.	Am 7. Juli, 8 Uhr fällt der Stiel ab.
	10	Am 5. Juli, 18 Uhr „ „ „	ebenso
	11	Am 6. Juli, 8 Uhr „ „ „	ebenso
verstümmelt mit Umgipsung	12	ebenso	ebenso
	13	ebenso	ebenso
	14	Am 10. Juli, 8 Uhr ist der Stiel trotz beginnender Fäule noch nicht abgefallen.	
verstümmelt und ins Wasser getaucht	15	ebenso	
	16	ebenso	
	17	ebenso	
	18	ebenso	

TABELLE IV.

Versuchsbeginn: 24. Juli, 10 Uhr. Versuchsstelle: Laboratorium.  
Rasse: Jonathan.

Exemplare	Nr	Beobachtungszeiten und Bemerkungen	
nicht verstümmelt	1	Bis zum Morgen des 5. August ganz unverändert.	
	2	ebenso	
	3	ebenso	
verstümmelt ohne Umgipsung	4	Am 29. Juli, 18 Uhr tritt die weisse Linie auf.	Am 31. Juli, 8 Uhr fällt der Stiel ab.
	5	ebenso	ebenso
	6	ebenso	ebenso
	7	ebenso	ebenso
	8	Am 30. Juli, 8 Uhr tritt die weisse Linie auf.	Am 31. Juli, 8 Uhr fällt der Stiel durch leise Berührung ab.
verstümmelt mit Umgipsung	9	Am 30. Juli, 18 Uhr tritt die weisse Linie auf.	Am 1. August, 8 Uhr fällt der Stiel ab.
	10	ebenso	Am 1. Aug., 8 Uhr fällt der Stiel durch leise Berührung ab.
	11	Am 1. August, 8 Uhr tritt die weisse Linie auf.	Am 3. Aug., 8 Uhr „ „ „
	12	Am 31. Juli, 8 Uhr „ „ „	Am 2. Aug., 8. Uhr fällt der Stiel ab.
	13	Am 31. Juli, 18 Uhr „ „ „	ebenso.

Aus den vorstehenden Ergebnissen lässt sich erkennen, dass die verstümmelten und umgipsten Stiele immer etwas länger am Zweige haften bleiben als die nicht umgipsten. Eine beträchtliche Abweichung ist offenbar kaum zu erwarten, da durch eine solch einfache Behandlung nur ein ganz kleiner Teil der Funktion des abgeschnittenen Organs ersetzt werden kann. Doch darf hervorgehoben werden, dass meine Resultate, im Vergleich mit denen von Küster bei den Blättern von Coleusarten eine deutlichere Verlängerung aufweisen. Dieser Autor sagt,

TABELLE V.

Versuchsbeginn ; 3. August, 10 Uhr. Versuchsstelle : Laboratorium.  
Rasse : Jonathan.

Exemplare	Nr	Beobachtungszeiten und Bemerkungen
nicht verstümmelt	1	Bis zum Morgen des 16. August ganz unverändert.
	2	ebenso
	3	ebenso
	4	ebenso
verstümmelt ohne Umgipsung	5	Am 12. August, 18 Uhr fällt der Stiel durch leise Berührung ab.
	6	ebenso
	7	Am 12. August, 8 Uhr fällt der Stiel ab.
	8	ebenso
	9	ebenso
	10	Am 12. August, 8 Uhr fällt der Stiel durch leise Berührung ab.
verstümmelt mit Umgipsung	11	Am 13. Aug., 8 Uhr fällt der Stiel ab.
	12	Am 13. Aug., 8 Uhr fällt der Stiel durch leise Berührung ab.
	13	Am 14. Aug., 8 Uhr „ „ „ „ „ „ „
	14	Am 14. Aug., 18 Uhr „ „ „ „ „ „ „
	15	Am 14. Aug., 8 Uhr „ „ „ „ „ „ „
	16	Am 14. Aug., 8 Uhr „ „ „ „ „ „ „

dass die Ablösung an den behandelten Blattstielen ebenso schnell und ebenso langsam eintrete wie an den gipsfrei gebliebenen. Ob der Unterschied in den beiden Ergebnissen entweder auf die Behandlungsweise oder auf die Materialien zurückzuführen ist, kann erst durch weitere Versuche aufgeklärt werden.

Heinicke<sup>1)</sup> fand, dass die von Blattläusen besiedelten Äpfel, selbst wenn sie nur wenige oder keine Samenentwicklung zeigten und auf sehr schwachen Kurztrieben sassen, dennoch nicht abgeschüttelt werden. Ferner beobachtete er, dass diese Früchte sich in manchen Fällen in

1) 1917, a. a. O.

sehr wasserreichem Zustand befanden und sogenannte "watercores" ausgebildet hatten. Dies ist eine Erscheinung, die wohl geeignet ist, in der Frage über die Beziehung zwischen der Wasseraufnahme der Frucht und deren Festsitzen am Zweige vermehrte Aufklärung zu verschaffen.

Wie in Tabelle III dargestellt ist, haften die verstümmelten und in Wasser getauchten Fruchtsiele länger als die in der Luft befindlichen. Dies beruht vermutlich auf dem Sauerstoffmangel, der auf die Funktionen der Trennungsschicht einen hemmenden Einfluss ausübt. Zum Beweis dieser Annahme sind aber noch weitere Untersuchungen notwendig.

### ***Zusammenfassung.***

1. An der Insertionsstelle des Blütenstiels vom Apfel tritt schon bei der jungen Blütenknospe ein stark eingeschnürtes Gelenk auf, dies ist die Trennungszone. Bei vollentwickelten Blüten liegt in dieser Zone eine charakteristische Trennungsschicht, welche aus kleinen, getüpfelten und mehr oder minder dickwandigen Zellen gebildet ist. Die mechanischen Elemente sind hier sehr schwach entwickelt.

2. Während des Entwicklungsverlaufs zeigt die Beschaffenheit der Trennungsschicht gewisse Unterschiede. Zur Zeit des erstmaligen Abfalls der Blüten bemerkt man in der Schicht eine primär-meristematische Zellteilung, die langsam auftritt. Im weiteren Entwicklungsverlauf findet eine solche Zellteilung nicht mehr statt.

3. Die Abstossung tritt schon einige Tage nach beendigter Blütezeit ein und dauert einige Monate. Vor der Lostrennung tritt in der Trennungsschicht eine lebhafte folgemeristemartige Zellteilung, sowie eine plötzliche Anhäufung von Stärkekörnern, Öltröpfchen und Zucker auf. Gleichzeitig ist eine beträchtliche Abnahme dieser Stoffe im Fruchtfleische nachweisbar.

4. Bei der gesunden Frucht ist der osmotische Druck im Fruchtfleisch am höchsten. Während der Fruchtsiel nur etwas niedrigere Werte ergibt, zeigt sich in der Trennungsschicht eine beträchtliche Abnahme. Bei der Lostrennung sind die osmotischen Verhältnisse ganz umgekehrt.

5. Die Loslösung der Trennungsschicht erfolgt durch die Isolierung der parenchymatischen Zellen. Die Loslösung tritt nicht nur in der teilenden Schicht, sondern auch vorübergehend im darüber gelegenen Gewebe auf. Die tracheidalen Elemente der Leitbündel werden durch die Schwere des Organs ganz mechanisch zerrissen.

6. Die Isolierung der Gewebe wird durch die Streckung der Zellen, die Erhöhung des osmotischen Druckes und die Auflösung der mittleren und sekundären Lamellen der Zellmembranen herbeigeführt.

7. Der der Frucht beraubte Stiel pflegt nach einigen Tagen abzufallen. Die Frist wird durch Umgipsen der Narbe etwas verzögert.

8. Die durchschnittliche Samenzahl der abgestossenen Früchte ist kleiner als die Durchschnittsamenzahl der gesunden Früchte.

---

Zum Schluss sei es mir gestattet, Herrn Prof. Dr. K. Koriba für gütige Belehrung meinen verbindlichsten Dank auszusprechen. Auch den Herren Prof. Dr. K. Miyabe, Prof. Dr. Y. Hoshino und Prof. Dr. S. Ito bin ich für nützliche Ratschläge sehr verbunden.

---