

Der Jahrestrieb von *Prunus Mahaleb*.

Von KARL KELLNER (Göttingen).

EINLEITUNG.

In seinen Untersuchungen zur Physiologie der pflanzlichen Organisationen, Teil I und II, 1898 und 1904 hat BERTHOLD in eingehender Weise den Jahrestrieb von *Acer pseudoplatanus* in Bezug auf die anatomische Entwicklung und auf das Verhalten der drei Inhaltsstoffe, Gerbstoff, Stärke und Zucker behandelt. Gelegentliche Beobachtungen im Laufe der Jahre liessen es als wünschenswert erscheinen, auch den Jahrestrieb von *Prunus Mahaleb* in ähnlicher Weise zu untersuchen; das ist im Folgenden versucht.

Das Material entstammte zum grössten Teil einem nach Südosten offenen Gebüsch an der Kaiserallee in den Göttinger Anlagen. Der benutzte Strauch war im Herbst 1914 bis in die Nähe des Bodens gestutzt worden und hatte in den folgenden Jahren sehr kräftig getrieben.

Zur Untersuchung auf Gerbstoff wurden die Objekte in der von BERTHOLD in der Einleitung des zitierten Werkes angegebenen Weise mit Kaliumbichromat injiziert und dann noch 4 - 5 Tage ausgewässert. Die Untersuchungen auf Stärke wurden teils an dem gleichen Material mit Chloraljod vorgenommen, teils wurde an frischen Trieben die SACHSsche Methode angewandt.

I. TEIL: DIE AXE.

1. Anatomische Orientierung.

Literatur.

Über die allgemeine Anatomie der Rosaceen vgl.: SOLEREDER, Systematische Anatomie der Dikt., 1899, S. 341, Ergänzungsband 1908, S. 125. - MÖLLER, Anatomie der Baumrinden 1882, S. 369. - MÖLLER, Beiträge zur vergleichenden Anatomie des Holzes. Denkschr. d. Kaiserl. Akademie Wien 1876, S. 36. - Über Pruneen: SANIO, Vergleichende Untersuchungen über die Elementarorgane des Holzkörpers. Botan. Ztg. 1863. - STRASSBURGER, Histologische Beiträge 3, 1891, S. 277. - BERTHOLD, Untersuchungen II 1904. - PETZOLD, Über die Verteilung des Gerbstoffs in Zweigen und Blättern unserer Holzgewächse. Hallenser Diss. 1876. - LARKUM, Beiträge zur Kenntnis der Jahresperiode unserer Holzgewächse. Göttinger Diss. 1914. - Einige Bemerkungen speziell über *Prunus Mahaleb*: Sitzungsbericht der Kaiserl. Akademie zu Wien 1896, math. naturwiss. Abt., Bd. 105, S. 578. - Verhandlungen der zoologisch-bot. Ges. zu Wien 1896 S. 28. - SCHULZ, Das Markstrahlengewebe, Jhrb. d. Bot. Gartens in Berlin, Bd. II, 1883 S. 227. - BERTHOLD, Untersuchungen II, 1, 1904, S. 75. -

Anatomie eines vorjährigen Triebes vom 16. April 1916
aus dem botanischen Garten.

Durchmesser 2 mm. Mark und Phellogen zeigen keine Besonderheiten. Die hypodermale Kollenchymschicht ist 1 - 2 Zellreihen stark und weist nur schwache Wandverdickungen auf. Die ganze primäre Rinde besteht aus etwa 6 - 8 Zellreihen. Das Gewebe der Mittelrinde ist kleinzelliger und lockerer als das der übrigen Partien. Die aussen- und Mittelrinden sind chlorophyllreicher als die Innenteile. Die Gänge selbst sind von verschiedener Grösse und in der Regel längs gestreckt, doch sind auch einige

und mehr quadratische nicht selten. Idioblasten fehlten dem untersuchten Triebe in der primären Rinde, doch fanden sie sich in den kräftiger entwickelten Trieben des Strauches an der Kaiserallee. Sie liegen sehr zerstreut und gleichen in ihrer Gestalt den für andere Pruneen beschriebenen (MÖLLER, Anatomie der Baumrinden, 1882): sie haben dornige Fortsätze, sind zum Teil verzweigt und vornehmlich tangential gestreckt. Die Fasern sind vor den Leitbündeln in Gruppen angeordnet. Die einzelnen Zellen des Siebteils sind klein, nur bei starker Vergrösserung zu unterscheiden und zeigen keine Besonderheiten. Die Zellen der Rindenstrahlen erscheinen im Querschnitt rund und nehmen von aussen nach innen an Grösse stark ab. Das Holz besteht zum grössten Teil aus dickwandigen Fasern, zwischen denen Fasertracheiden, dünnwandige Tracheiden und weiltumige Tüpfelgefässe eingebettet sind; parenchymatische Elemente treten nur vereinzelt an Markstrahlen und grossen Gefässen auf.

Die primären Holzstrahlen sind meist zweireihig, die sekundären alle einreihig. Die Zellen des Marks sind abgestorben, wenig verdickt, getüpfelt und verholzt. Über das ganze Mark zerstreute gerbstoff-führende Zellen erscheinen schwächer getüpfelt. Die Markkrone besteht aus 1 - 2 Zellreihen, deren zylindrische Zellen starker verdickte Membranen und enge Tüpfelkanäle besitzen.

Gerbstoff: Der Inhalt der Phellogenschicht ist homogen gelb - braun, wesentlich dieselbe Färbung zeigen die 3 - 4 jüngsten Korkschichten, weiter nach aussen ist der Kork heller; die äusseren Schichten haben eine mehr graue Färbung und meist körnigen Inhalt. Die meisten Hypodermiszellen führen Gerbstoff von gleicher Konzentration wie die Phellogenschicht, die gerbstoff-führenden Zellen werden hier und da von einzelnen oder mehreren chlorophyllhaltigen gerbstoff-freien unterbrochen. Etwas konzentrierten und mehr gelben, teils homogenen, teils zusammengeballten Inhalt haben die zerstreuten Gerbstoffzellen der primären Rinde. Sie liegen entweder in $\pm$ langen Reihen untereinander oder einzeln. Die Mittelrinde enthält mehr Gerbstoffzellen als die Innenrinde.

Die Fasern sind gerbstofffrei und haben nur selten homogenen, gelben Niederschlag. Die stärkste Konzentration des Inhalts weisen die von aussen hufeisenförmig um die Faserbündel angeordneten Parenchymzellen auf. (Sie sollen im Folgenden nach ihrer Lage als Radial- und Tangentialzellen bezeichnet werden).

Die nach innen anschliessenden Zellen der Rindenstrahlen führen gleichfalls alle Gerbstoff, dessen Färbung aber etwas heller erscheint, und dessen Konzentration von aussen nach innen mit der Grösse der Zellen abnimmt. Ausser in den Strahlen finden sich im Bast in der Nähe der Fasern auch sonst noch zerstreute kleinere Gerbstoffzellen mit homogenem, gelben Inhalt.

Die Zellen der Markstrahlen führen sämtlich Gerbstoff von mehr grünlich-gelber Farbe, der zuweilen mehr grobkörnig erscheint.

Zerstreute Zellen des Primärholzes sowie $\pm$ alle Zellen der Markkrone enthalten entweder einzelne gelbbraune Tropfen oder eine Menge kleiner gelblicher Kügelchen, die sich von einem schmutziggrauen Grunde abheben. Die Gerbstoffzellen des Marks liegen in mehr oder weniger langen Reihen untereinander und erscheinen auf den Querschnitten zerstreut; ihre Grundfärbung ist schwach graubraun.

Stärke ist im grossen und ganzen nicht vorhanden, nur in einzelnen Markzellen liessen sich ganz wenige Körnchen nachweisen; die Stärkescheide ist stark unterbrochen.

In der primären Rinde fallen die zahlreichen Zellen mit Kristalldrusen und rhomboedrischen Einzelkristallen aus oxalsaurem Kalk auf. Sie finden sich schon, wenn auch spärlich, dicht unter dem Phellogen; sehr stark treten sie im inneren Teil der primären Rinde auf. In der sekundären Rinde liegen (überall, besonders aber in der Nähe der Faserbündel) Kristallschläuche mit kleinen Drusen. Ferner finden sich Zellen mit grossen Drusen einzeln in allen Teilen des Marks.

Chlorophyll findet sich nach Untersuchungen an einem Triebe vom 25. Juli 1918, ausser in der primären Rinde, wenig in den Mark- und Rindenstrahlen, besonders in den Primärstrahlen, jedoch nicht in den jüngeren Teilen, in der sekundären Rinde unter der Anlage der Sekundärfasern und in den Randpartien des Marks; etwas mehr liegt in den Primärstrahlen in der Nähe der Markkrone und im Primärholz.

Anthozyan kann auftreten in der primären Rinde, besonders unter den Lenticellen, in den Rindenstrahlen, in der sekundären Rinde und in der Markkrone.

2. Die Entwicklung der Axe.

Eingehend untersucht wurden Triebe vom 18. Mai, 3. Juni, 9. Juli, 16. August 1918, anhangsweise solche vom 14. September, 15. Oktober, 29. Oktober 1918, sämtlich aus der Kaiserallee.

A) Die Knospe des Maitriebes.

1) Längsschnitt durch die Knospe.

a) Anatomisches: Am Vegetationspunkt deutliches Hervortreten der Meristenkuppe, die aus kleinzelligem Gewebe besteht. Schon in der Höhe der ersten Blattanlagen heben sich Pleromazylinder und Periblem von einander ab. Die Zellen des Marks liegen regelmässig in Längsreihen und sind in der Nähe der Markkrone kleiner als im mittleren Mark. Da wo die Internodien sich zu strecken beginnen, erscheinen sie rechteckig, von oben her zusammengedrückt. Die Breite der Bündelzone beträgt etwa $\frac{1}{3}$ des Markdurchmessers. Die primäre Rinde ist von gleicher Stärke. Die Epidermiszellen sind grösser als die darunterliegenden.

b) Gerbstoff. Am Vegetationspunkt bis in die Höhe der ersten Blattanlagen ist kein Gerbstoff vorhanden. Unter der ersten Blattanlage findet sich im Mark in vielen einzelnen oder zu zweien, übereinander liegenden Zellen homogener, schwach grau-schwarzer Niederschlag. In tieferen Regionen wird er zunächst deutlich konzentrierter und mehr körnelig gelbbraun. Dann werden weiter nach unten, besonders in der Mitte des Marks, die Gerbstoffzellreihen länger; doch kommen auch immer noch kleinere Reihen vor. Neben Zellreihen mit inhomogenem schwärzlichem bis orangebraunem Inhalt treten hier, besonders in der Mitte des Marks, solche mit homogenem, hellgelben Niederschlag auf.

Am Rande, in der Region der Markkrone, liegen die Gerbstoffzellen schon frühzeitig dichter, und die Reihen schieben sich bald eng ineinander; die Konzentration ist stärker als im Innern des Marks.

Da wo die Internodien sich zu strecken beginnen, nimmt die Konzentration in allen Teilen des Marks deutlich zu. Die Zellen einer Reihe besitzen oft weder gleiche Konzentration, noch gleiche Färbung. Ein Unterschied in der Konzentration zwischen den Zellen der Markkrone und der Markmitte besteht an dieser Stelle nicht mehr; die Zellen der Markmitte haben von der Spitze nach unten an Konzentration stärker zugenommen als die der Markkrone.

Etwa ebenso früh wie im Mark tritt der Gerbstoff an der Grenze von Bündelregion und primärer Rinde, aber in schwächerer Konzentration als im Mark auf; er wird nach unten bald homogen, hellgelb und dann braungelb ohne die Konzentration des Gerbstoffs im Mark zu erreichen.

In der primären Rinde sind die Gerbstoffzellreihen, die zuerst beim Beginn der Internodienstreckung deutlich auftreten, ziemlich dicht angeordnet. Der Inhalt ist homogen blassgelb und weniger konzentriert als in den übrigen Gerbstoffzellen. Die Reihen werden in den sich streckenden Internodien länger und länger und liegen dann weniger dicht zwischen den gerbstoff-freien Zellen. In den Zellen der Epi- und Hypodermis tritt der Gerbstoff zuerst unter der ersten Blattanlage auf und zwar zunächst weniger konzentriert als in der Bündelregion, stärker als in der primären Rinde. Die Färbung ist oben hell blassgelb und wird nach unten mehr bräunlich. Die Epidermis hat nur etwas konzentrierteren Inhalt als die Hypodermis.

Epi- und Hypodermiszellen der Blattanlagen zeigen etwas konzentrierteren Inhalt als die anschliessenden Zellen der Axe.

c) Stärke findet sich in grösseren Körnchen in $\pm$ allen Zellen der jüngsten Markregion; in den Gerbstoffzellen ist nichts vorhanden. Da wo die Internodien sich zu strecken beginnen, nimmt die Stärke sehr bald ab; nur wenige Zellen des mittleren Marks haben noch einige Körnchen.

In der Markkronen-Region nimmt die Stärke, nachdem sie wie im Mark das Minimum erreicht hat, wieder etwas zu. Ebenso viel wie im Mark findet sich auch in allen Schichten der primären Rinde. Auch hier nimmt die Stärke zunächst ab, reicht

aber weiter nach unten als im Mark. In den folgenden älteren Partien tritt die Stärkescheide deutlich hervor.

In der Hypodermis tritt in grosser Höhe in gerbstofffreien Zellen etwas Stärke auf.

2) Querschnitte.

a) Die Gewebepartien: Mark, Bündelregion, primäre Rinde, Epi- und Hypodermis heben sich eben deutlich von einander ab. Die Randpartien werden von den Basen dreier Blätter gebildet, von denen die jüngste kaum erst zu erkennen ist.

Die Gerbstoffzellen liegen im mittleren Mark zerstreut, weiter nach aussen, am Rande des Marks sind sie in einer ringförmigen Zone weniger zahlreich, in der Markkrone sind sie dicht angeordnet. Der Niederschlag ist teils inhomogen gelblich, teils schwarzlich.

Um die Bündelzone der Axe herum erscheint bei schwacher Vergrösserung ein gelblicher Ring. Die Gerbstoffzellen liegen hier nicht sehr dicht, meist in tangentialen, seltener in radialen Reihen. Die grossen Blattspurbündel sind ganz von Gerbstoffzellen umhüllt. Der Inhalt ist teils bräunlich, teils grüngelb, teils homogen, teils inhomogen. Die Konzentration ist hier stärker als im Mark.

In der primären Rinde treten nur erst ganz einzelne Gerbstoffzellen auf. Epi- und Hypodermis sind am intensivsten gefärbt an der ältesten Blattbasis; einzelne Zellen der Epidermis scheinen hier ohne Gerbstoff zu sein; in der Hypodermis liegen an dieser Stelle etwa 8 gerbstofffreie Zellen, davon allein 6 gegenüber dem grossen Blattspurbündel. In der zweiten, jüngeren Blattbasis ist die Konzentration, besonders in der Epidermis, bedeutend geringer. Die jüngste Blattbasis hat in der Epidermis nur vereinzelte, in der Hypodermis etwa 8 Gerbstoffzellen, die sich auf 3 Gruppen verteilen; die Konzentration ist sehr gering.

b) In einem etwas tiefer liegenden Querschnitte war allgemein mehr Gerbstoff vorhanden. Bedeutend mehr Gerbstoffzellen liegen um die Markkrone und um die Bündelzone; sie bilden hier geschlossene Ringe. Am äusseren Rande der Bündelzone sind mehr Gerbstoffzellen radial angeordnet.

B) Die Triebe von Mai, Juni, Juli und August. Morphologisches.

Der Trieb vom 18. Mai 1918. Länge 12 cm.

1. Intern.	0,15 cm	Spreite	1,1 cm
2. "	0,2 "	"	1,6 "
3. "	0,6 "	"	3 "
4. "	1 "	"	3,8 "
5. "	1,3 "	"	3,8 "
6. "	2,5 "	"	4,4 "
7. "	2,3 "	"	4 "
8. "	1,5 "	"	3,1 "
9. "	1 "	"	2,6 "
10. "	0,5 "	"	2 "
11. "	0,2 "	"	1,4 "
12. Blatt		"	0,1 "
13. "		"	0,7 "
14. "		"	0,6 "
15. "		"	0,45 "
16. "		"	0,35 "

Vom 17. Blatt ist nur erst ein kleines Spitzchen zu sehen. Das 11. Blatt beginnt sich zu öffnen; das 6. ist ausgewachsen. Nebenblätter sind an allen Blättern, soweit sie aus der Knospe herausgetreten sind, entwickelt.

Der Trieb vom 3. Juni 1918.- Länge 25,5 cm.

	1. Intern.	0,2 cm		Spreite	0,9 cm		Breite	0,7 cm
2.	"	0,25 "	"	"	2,9 "	"	"	2,65 "
3.	"	0,6 "	"	-	-	"	-	-
4.	"	1,4 "	"	"	3,9 "	"	"	3,2 "
5.	"	2,85 "	"	"	4,9 "	"	"	3,75 "
6.	"	3,2 "	"	"	4,5 "	"	"	3,6 "
7.	"	3,4 "	"	"	4,65 "	"	"	3,8 "
8.	"	3,3 "	"	"	4,5 "	"	"	3,25 "
9.	"	2,4 "	"	"	4,1 "	"	"	3,3 "
10.	"	2,4 "	"	"	4 "	"	"	3,15 "
11.	"	2,1 "	"	"	3,2 "	"	"	2,5 "
12.	"	1,8 "	"	"	3 "	"	"	2,15 "
13.	"	1,1 "	"	"	2,5 "	"	"	1,75 "
14.	"	0,6 "	"	"	1,8 "	"	"	1,4 "
15.	"	0,3 "	"	"	1,3 "	"	"	0,9 "
16.	"	- "	"	"	1 "	"	"	0,6 "
17.	"	- "	"	"	0,6 "	"	"	0,4 "
18.	"	- "	"	"	0,5 "	"	"	0,3 "
19.	"	- "	"	"	0,35 "	"	"	0,14 "
20.	"	- "	"	"	0,2 "	"	"	0,1 "

Das 20. Blatt tritt aus der Knospe heraus. das 15. beginnt sich zu öffnen, das 10. ist ausgewachsen. Die Internodien sind von 11 an ausgewachsen.

Der Trieb vom 9. Juli 1918.- Länge 55 cm.

Die ältesten kleineren Blätter fehlen.

	1. Intern.	1,2 cm		Spreite	3,5 cm		Breite	- cm
2.	"	1,6 "	"	"	4 "	"	"	3 "
3.	"	2,3 "	"	"	4,8 "	"	"	3,6 "
4.	"	3,2 "	"	"	4,5 "	"	"	3,9 "
5.	"	2,7 "	"	"	5 "	"	"	3,6 "
6.	"	3 "	"	"	- "	"	"	- "
7.	"	2,2 "	"	"	4,1 "	"	"	3,4 "
8.	"	2,6 "	"	"	4,4 "	"	"	3,2 "
9.	"	2,3 "	"	"	4,2 "	"	"	3,6 "
10.	"	2,3 "	"	"	3,5 "	"	"	2,9 "
11.	"	2,6 "	"	"	3,9 "	"	"	3 "
12.	"	3 "	"	"	3,6 "	"	"	3 "
13.	"	1,8 "	"	"	3,9 "	"	"	2,9 "
14.	"	3,3 "	"	"	4,1 "	"	"	3,7 "
15.	"	2,4 "	"	"	3,5 "	"	"	3,2 "
16.	"	2,3 "	"	"	- "	"	"	- "
17.	"	2,8 "	"	"	4,2 "	"	"	3,4 "
18.	"	2,6 "	"	"	3,9 "	"	"	3,3 "
19.	"	2,7 "	"	"	3,9 "	"	"	3,2 "
20.	"	2,5 "	"	"	3,3 "	"	"	2,9 "
21.	"	1,8 "	"	"	3 "	"	"	2,3 "
22.	"	1 "	"	"	2,45 "	"	"	1,9 "
23.	"	0,7 "	"	"	2 "	"	"	1,4 "
24.	"	0,3 "	"	"	1,5 "	"	"	1 "
25.	"	- "	"	"	1,2 "	"	"	0,7 "
26.	"	- "	"	"	0,8 "	"	"	0,5 "
27.	"	- "	"	"	0,6 "	"	"	0,4 "

Internodium 19 eben ausgewachsen; Beginn der Versteifung. - Blatt 23 beginnt sich zu öffnen.- Blatt 18 ist ausgewachsen.

+) Spitze verletzt.

Der Trieb vom 16. August 1918. - Länge 94 cm

Der Trieb ist ein Seitentrieb eines vorjährigen Zweiges, von dem einige Monate früher bereits ein Seitentrieb genommen war; er ist vormittags bei heissem, sonnigen Wetter abgeschnitten.

	1. Intern.	0,1	cm	Spreite	3,2	cm	Breite	2,4	cm
2.	"	0,6	"	"	4,1	"	"	2,8	"
3.	"	1,5	"	"	4,6	"	"	3,4	"
4.	"	2,2	"	"	4,5	"	"	3,1	"
5.	"	2,2	"	"	4,4	"	"	3,5	"
6.	"	2,4	"	"	5,1	"	"	3,9	"
7.	"	2,5	"	"	4,8	"	"	3,3	"
8.	"	2,4	"	"	4,4	"	"	3,3	"
9.	"	1,9	"	"	-	"	"	3,3	"
10.	"	2	"	"	3,8	"	"	2,2	"
11.	"	1,8	"	"	3,9	"	"	2,7	"
12.	"	2,4	"	"	3,5	"	"	2,1	"
13.	"	2,4	"	"	4	"	"	3,1	"
14.	"	2,1	"	"	3,6	"	"	3	"
15.	"	2,9	"	"	-	"	"	-	"
16.	"	2,1	"	"	3,3	"	"	3,5	"
17.	"	2,4	"	"	3,3	"	"	3,2	"
18.	"	2,5	"	"	4,2	"	"	3,8	"
19.	"	2,2	"	"	4,1	"	"	3,7	"
20.	"	3	"	"	4,5	"	"	3,8	"
21.	"	2,4	"	"	4,7	"	"	4,2	"
22.	"	2,2	"	"	4,4	"	"	3,9	"
23.	"	2,6	"	"	4,4	"	"	3,8	"
24.	"	2,7	"	"	5	"	"	4	"
25.	"	2,3	"	"	4,3	"	"	3,8	"
26.	"	2,8	"	"	4,8	"	"	4	"
27.	"	2,1	"	"	5	"	"	4,2	"
28.	"	2,5	"	"	4,6	"	"	3,8	"
29.	"	2,5	"	"	5	"	"	4,3	"
30.	"	2,5	"	"	4,5	"	"	3,8	"
31.	"	3,2	"	"	-	"	"	-	"
32.	"	2,3	"	"	4,9	"	"	4,1	"
33.	"	2,6	"	"	4,7	"	"	3,6	"
34.	"	2,6	"	"	5	"	"	3,6	"
35.	"	2,5	"	"	4,2	"	"	3,3	"
36.	"	2,3	"	"	4	"	"	3	"
37.	"	2,9	"	"	4,2	"	"	2,9	"
38.	"	2	"	"	3,4	"	"	2,5	"
39.	"	2,3	"	"	2,9	"	"	1,9	"
40.	"	1	"	"	2,1	"	"	1,6	"
41.	"	0,7	"	"	1,8	"	"	1,2	"
42.	"	0,4	"	"	1,2	"	"	1	"
43.	"	0,2	"	"	1,3	"	"	0,8	"
44.	"	0,07	"	"	0,7	"	"	0,5	"
45.	"	-	"	"	0,6	"	"	0,4	"
46.	"	-	"	"	0,5	"	"	0,2	"
47.	"	-	"	"	0,25	"	"	0,15	"

Blatt 47 tritt aus der Knospe heraus. - Blatt 41 und 42 beginnen sich zu öffnen. - Blatt 34 ist ausgewachsen. - Blatt 22, Beginn der Faserversteifung. - Blatt 14, Faserversteifung beendet.

Es sind mehr Fasern versteift als im Juli. Die bündelförmige Anordnung der versteiften Fasern tritt deutlicher hervor.

Mai- und Julitrieb zeigen an der Spitze etwa den gleichen Umfang, der Junitrieb ist etwas dünner, der Augusttrieb etwas dicker.

18. Mai. Im 9. Internodium, dem 4. messbaren, beginnt die Hypodermisverdickung; im Mark treten einige Drusen von oxalsaurem Kalk auf. Vom 10. Internodium an sind die Zellen der Markkrone deutlich kleiner als die Markzellen. Es erfolgt Zunahme des Grössen- Unterschiedes in den folgenden Internodien. Im 10., 9., 8 und 7. Internodium ist das Mark kollenchymatisch verdickt. Im 6. Internodium erscheint der Protoplasmakörper von der Membran losgelöst. Im 5. Internodium beginnt die Faserversteifung; an das Primärholz anstossende Markzellen sind etwas verholzt, einzelne Markzellen noch kollenchymatisch verdickt. 4. Internodium: Die Randpartien des Marks sind stark getüpfelt, die Verholzung ist nach innen vorgeschritten. 2. Internodium: Die Markzellen sind kleiner als in den vorhergehenden Internodien, aber stärker getüpfelt. 1. Internodium: Die Markzellen sind noch lebendig und unverdickt. - Die Internodien 1, 2 und 3 des Mai- und Junitriebes liegen in der Region der Knospenspur.

3. Juni, 9. Juli, 16. August. Vom August an erscheinen in den oberen Internodien die Zellen der Markmitte bedeutend kleiner als in den Randpartien. Die kollenchymatische Verdickung des Marks in den oberen Internodien ist vom Juni an weniger deutlich als im Mai und immer nur in einzelnen Internodien zu erkennen.

Was die Faserversteifung anbetrifft, so beginnt sie im Juni im 11., dem 5. messbaren, dem 1. ausgewachsenen Internodium, im Juli im 19., dem 6. messbaren, 2. ausgewachsenen, im August im 37., dem 7. messbaren, 3. ausgewachsenen Internodium. Die Verholzung im Mark beginnt mit oder kurz nach der Faserversteifung, und schreitet von den Randpartien nach innen vor.

Idioblasten treten in der primären Rinde zuerst auf im 12. Internodium des Augusttriebes.

Die Sekundärverfaserung +) beginnt im August im 14. Internodium.

GERBSTOFF, Mark.

18. Mai. 12. Internodium: Gerbstoffzellen liegen im inneren Mark zerstreut, nur selten 2 Zellen zusammen. Ihre Zahl beträgt ca. 10 - 15. Der Inhalt ist inhomogen braun bis schwarzlich.

In den folgenden Internodien erfolgt Zunahme der Konzentration:

Das Maximum liegt in 10. Der Gerbstoff ist homogen gelbbraun. 9. Internodium: Nachlassen der Konzentration. Es treten einzelne Drusen von oxalsaurem Kalk auf. 8. Internodium: Stärkeres Nachlassen.

In den folgenden Internodien weitere Abnahme.

Das Minimum liegt in 5, 4 und 3. Die Färbung ist nur noch als graue Tönung sichtbar. 2. Internodium: In den Gerbstoffzellen liegen geringe gelbe feinkörnliche Massen. 1. Internodium: Die Gerbstoffzellen sind sehr viel zahlreicher und mit braunen Kügelchen angefüllt, die sich vom gelbbraunen Grunde abheben.

3. Juni. 15. Internodium. Die Gerbstoffzellen sind zahlreicher, ca. 15 - 20, der Inhalt ist konzentrierter, mehr braun als im Mai. Das Maximum der Konzentration liegt in 14, dem 2. messbaren Internodium. Dann erfolgt Nachlassen, wie im Mai. Starke Abnahme tritt in 11 ein (Beginn der Faserversteifung, das Mark beginnt abzusterben.)

In den älteren Internodien sind weniger Gerbstoffzellen als in den jüngeren. In den unteren Internodien ist der Gerbstoff wie im Mai.

9. Juli. Die Verteilung ist wie im Juni, die Konzentration etwas geringer, der Verlauf $\pm$ wie im Mai und Juni. Starke Abnahme in 20. In den Gerbstoffzellen, mehr nach dem Rande zu, liegen gelbe Kügelchen; der weitere Abfall ist nicht so steil wie im Mai und Juni. Vom 11. Internodium an ist zwischen dem Juni- und Julitrieb kaum ein Unterschied.

16. August. Es sind mehr Gerbstoffzellen als in den früheren Monaten vorhanden (in 42 etwa 35 - 40), Das Nachlassen nach dem Maximum erfolgt weniger steil

+) Als Sekundärfasern sind die innerhalb der Faserbündel in der sekundären Rinde liegenden Faserelemente bezeichnet.

als in den früheren Monaten. Auch in der Markmitte treten die gelben Kügelchen auf. Vom 29. Internodium an sind nur noch schwache Reste von Gerbstoff vorhanden. In den unteren Internodien besteht kein Unterschied gegenüber dem Juli.

Markkrone.

18. Mai. 12. Internodium: Nach dem Holz zu liegen ununterbrochen kleine, nach dem Mark zu $\pm$ zerstreut grössere Gerbstoffzellen. Die Färbung ist orangebraun bis braunschwarz, der Inhalt etwas konzentrierter als im Mark. In den folgenden Internodien erfolgt Zunahme der Konzentration, das Maximum liegt in 9, der Inhalt in den kleinen Zellen ist dunkler als in den grossen. In den folgenden Internodien tritt Abnahme ein. Das Minimum liegt in 5 und 4. Die Färbung ist blassgrau, intensiver als im Mark. 3. Internodium: Geringe und inhomogene gelbliche Massen, besonders in den kleineren Zellen. 2. Internodium: Etwas mehr Gerbstoff als in 3; oft sind in den Zellen kleine, graugelbe Kügelchen. Es ist mehr Gerbstoff als im Mark vorhanden. 1. Internodium: Der Inhalt ist wie im Mark gefärbt.

3. Juni. Die Gerbstoffzellen sind in den jüngsten Internodien zahlreicher, der Inhalt homogen braun, konzentrierter als im Mai. Das Maximum liegt in 14, dem 2. messbaren Internodium; dann erfolgt Nachlassen der Konzentration, steilere Abnahme in 11. Das Minimum liegt in 5 und ist wie im Mai ausgeprägt. Im 4. Internodium sind kleine körnelige Massen vorhanden. 3. Internodium: = 3. Mai-Internodium. 2. Internodium: Die Färbung ist intensiver und mehr braungelb; es ist mehr Gerbstoff als im Mai vorhanden.

9. Juli. Die Gerbstoffzellen in den jüngsten Internodien sind zahlreicher als im Juni, der Unterschied der Konzentration ist gegen den Junitrieb wie im Mark gering. Der Verlauf ist zunächst $\pm$ wie im Juni. Das erste Minimum liegt in 20; der Niederschlag besteht aus gelben Tröpfchen. 19. Internodium: Zunahme in den kleinen nach aussen liegenden Zellen. 18. Internodium: Zunahme in den grösseren, nach innen liegenden Zellen. Der Niederschlag füllt diese Zellen nicht ganz aus. Am stärksten ist die Konzentration in den in das Holz vorspringenden Partien.

Der Inhalt in den folgenden Internodien wechselt. Das Maximum des Niederschlages liegt in 4; schwärzliche inhomogene Massen füllen die Zellen aus, nur an grossen Blattspursträngen ist der Inhalt homogen gelb. 2. Internodium: es ist weniger Gerbstoff vorhanden; in den meisten Zellen sind braune Körnchen.

16. August. Die Verhältnisse liegen wie im Juli, nur im Minimum (36) ist mehr Gerbstoff als im Juli vorhanden; die Tröpfchen sind grösser.

H o l z.

18. Mai. 12. und 11. Internodium: Zuweilen liegen verstreute gelbe Zellen in den Primärstrahlen; oft ragen von der Markkrone her Gerbstoffzellen tiefer in das Holz hinein. 10. Internodium: Auftreten von intensiver gefärbten Zellen in der Cambiumzone an der Anlage der Strahlen; die Färbung ist braungelb.

In den folgenden Internodien werden diese Cambiumgerbstoffzellen zahlreicher; sie sind in den grösseren Bündeln heller als in den kleineren und gliedern nach dem Holz und der sekundären Rinde zu Gerbstoffzellen ab. 6. Internodium: Zunahme der Konzentration in der Nähe der Cambiumzone. 2. Internodium: Inhalt allgemein etwas konzentrierter. Die Färbung hat geringen grünlichen Ton.

3. Juni. Der Verlauf ist im allgemeinen wie im Mai. Merkliches Auftreten von Gerbstoffzellen in der Cambiumzone erfolgt in 12 (noch nicht ganz ausgewachsen). Der Niederschlag ist dunkler und konzentrierter als im Mai. Auch in den älteren Internodien haben die später vom Cambium aus gebildeten Gerbstoffzellen konzentrierteren Inhalt als die zuerst angelegten.

2. Juli. In grossen und ganzen ist kein Unterschied gegen den Juni vorhanden.

16. August. In den jüngeren Internodien sind die Gerbstoffzellen der Cambiumzone etwas mehr schwärzlich. In den älteren Internodien scheinen die im August angelegten Gerbstoffzellen noch etwas konzentrierteren Inhalt, als die im Juli erstanden zu haben.

Sekundäre Rinde.

18. Mai. 12. Internodium. Die Gerbstoffzellen der Primärstrahlen sind alle mit Gerbstoff angefüllt. Es treten kleine blassgraue Zellen zerstreut auf. 11. Internodium. Allgemeine Zunahme der Konzentration. Die zerstreuten Gerbstoffzellen sind zahlreicher.

In den folgenden Internodien erfolgt weitere Zunahme. Das Maximum liegt in 8. und 7. Primäre und sekundäre Strahlen sind mit Gerbstoff angefüllt. Zerstreute Gerbstoffzellen liegen besonders in der Nähe der Faserbündel; später werden nur wenige angelegt. Die Konzentration in den Strahlen ist wie in Markstrahlen, die Färbung orange-gelb. 6. Internodium: In vielen Strahlen und Einzelzellen Nachlassen der Konzentration. 5. Internodium: Weiteres Nachlassen; die meisten Zellen gaben noch homogen gelben Inhalt; in den übrigen Zellen ist nur noch ein geringer grauer Ton vorhanden. 4. Internodium: Die Färbung ist wieder intensiver. 3. Internodium: Die Färbung der Gerbstoffzellen ist allgemein gelb, etwa wie in den inneren Teilen der Holzstrahlen; graue Zellen sind nur wenig vorhanden. 2. Internodium: In vielen Zellen ist der Inhalt blassgrau. 1. Internodium: Die Gerbstoffzellen sind zuweilen blassgrau, in der Regel gelb.

3. Juni. In den jüngsten Internodien ist die Konzentration stärker, die Färbung intensiver als im Mai. Das Nachlassen der Konzentration erfolgt in 11, dem ersten ausgewachsenen und versteiften Internodium. Das Minimum liegt in 8 und ist deutlicher ausgeprägt als im Mai.

Dann erfolgt wieder Zunahme der Konzentration wie in den unteren Internodien des Maitriebes. 1. Internodium: Die Färbung in den Strahlen, mit Ausnahme der ältesten Teile, ist gelb und gelbbraun; in den ältesten Teilen und in den zerstreuten Gerbstoffzellen inhomogen graubraun.

9. Juli. In den jüngsten Internodien sind nicht so viel Gerbstoffzellen wie im Juni vorhanden. Das Maximum ist nur ganz wenig ausgeprägt. Das 2. Maximum der Konzentration liegt in 10.

In den folgenden Internodien ändert sich der Gerbstoff nur insofern, als die später angelegten Strahlenzellen etwas konzentrierteren Inhalt bekommen. Der Inhalt der nach aussen gelegenen Gerbstoffzellen wird inhomogen schwärzlich, was besonders im 4. und 2. Internodium hervortritt. Die Zunahme der Konzentration vom Juni zum Juli ist in den unteren Internodien sehr gering. In der Nähe der Faserbündel erscheinen die Gerbstoffzellen etwas zahlreicher.

16. August. Bei den jüngsten Internodien ist die Konzentration etwas stärker als im Juli, geringer als im Juni; der Verlauf ist wie im Juni. 33. Internodium: Das Minimum ist prägnanter als im Mai und Juli, nicht so stark ausgeprägt wie im Juni. 31. Internodium: Es sind nur noch wenig Zellen mit blassgrauem Inhalt vorhanden. 7.-2. Internodium: Eine breite Zone der Gerbstoffzellen vom Cambium aus erscheint schwärzlich.

In den unteren Internodien ist kein grosser Unterschied an Konzentration gegenüber dem Julitriebe zu bemerken.

Zellen um die Faserbündel.

18. Mai. 12. Internodium: Tangential- und Radialzellen führen braungelben Inhalt, der dunkler als in den eigentlichen Rindenstrahlen ist. 11. Internodium: Auf der Sonnenseite sind die Tangentialzellen allgemein kleiner und zahlreicher als auf der Schattenseite. Die nach innen liegenden kleineren Tangential- und die Radialzellen sind mehr oder weniger rotbraun, bedeutend dunkler als die Rindenstrahlzellen. Die weiter nach aussen, mehr zerstreut liegenden, grösseren Tangentialzellen sind mehr gelb, an den grösseren Blattspursträngen allgemein heller als an den kleineren Bündeln.

Dann erfolgt Zunahme der Konzentration. Das Maximum liegt in 9; der Inhalt ist mehr schwärzlich, auf der Sonnenseite konzentrierter als auf der Schattenseite. Vom 7. Internodium an erfolgt merkliches Nachlassen der Konzentration, zunächst in den Radialschichten. Das Minimum liegt in 4; die Tangentialzellen sind blassgrau mit wandständigen schwarzen oder braunen Resten; in den Radialzellen ist der Inhalt z.T. noch blassgelb bis orange-gelb, meistens jedoch blassgrau.

Dann tritt weitere Zunahme ein. 2. Internodium: Die Tangentialzellen sind schwarzlich, gelb, braungelb oder braun, selten hellgrau. Der Inhalt der Radialzellen ist teils gelb, teils zusammengeballt graubraun, heller als in den Cambiumzellen. 1. Internodium: Es liegen mehr Gerbstoffzellen vor den Faserbündeln; die Färbung ist homogen rotbraun, die Konzentration sehr stark; in den Radialzellen ist sie etwas geringer. 2. Internodium: Die Tangentialzellen sind schwarzlich, gelb, braungelb oder braun, selten hellgrau. Der Inhalt der Radialzellen ist teils gelb, teils zusammengeballt graubraun, heller als in den Cambiumzellen. 1. Internodium: Es liegen mehr Gerbstoffzellen vor den Faserbündeln; die Färbung ist homogen rotbraun, die Konzentration sehr stark; in den Radialzellen ist sie etwas geringer.

3. Juni. In den jüngsten Internodien liegen in den Tangentialreihen besonders mehr Gerbstoffzellen als im Mai. Die Färbung ist mehr grau und im Gegensatz zum Maitriebe dunkler als in der Markkrone. Die Änderung in den jüngsten Internodien erfolgte wie im Mai. Das Maximum liegt in 14, (dem zweiten, messbaren Internodium) zusammen mit dem Maximum in Krone und Mark. Das zweite Minimum liegt in 7, gleich nach dem Minimum in der sekundären Rinde. Die Färbung ist $\pm$ wie im 4. Mai-Internodium.

In den folgenden Internodien erfolgt Zunahme. Gegenüber dem Maitriebe ist in den unteren Internodien eine Zunahme der Konzentration eingetreten.

9. Juli. In den jüngsten Internodien sind die Verhältnisse wie im Juni. Maximum in 22, (dem dritten messbaren Internodium) nach dem Maximum in Mark und Krone. 20. Internodium: Der Gegensatz zwischen den nach innen und den nach aussen gelegenen Tangentialzellen, der schon im Juni vorhanden war, ist deutlicher ausgeprägt. Die inneren Tangentialzellen sind klein, etwas tangential gestreckt; der Inhalt ist dunkelbraun. Die äusseren sind grösser, der Inhalt orange-gelb.

In den folgenden Internodien wechselt der Gerbstoff etwas. Ausser ganz geringer Abnahme in den Tangentialzellen tritt keine wesentliche Änderung ein.

In den unteren Internodien ist eine geringe Zunahme vom Juni zum Juli erfolgt.

16. August. In den jüngsten Internodien liegen deutlich mehr Stoffzellen in den Tangentialreihen. Die Konzentration ist mehr oder weniger wie im Juli, die Färbung mehr braun. Das Maximum liegt in 42, dem zweiten messbaren Internodium und fällt mit dem Maximum in Mark und Krone zusammen wie im Juni.

Dann erfolgt nur geringe Abnahme. Im 37. Internodium, bei Beginn der Faserverdickung, scheint die Konzentration wieder etwas stärker zu sein. Dann tritt wieder Abnahme ein. Das 2. Minimum liegt in 35, nach dem Minimum in der sekundären Rinde; es ist weniger ausgeprägt als im Juni, bedeutend stärker als im Juli.

In den folgenden Internodien ist wieder allgemein mehr Gerbstoff vorhanden.

31. Internodium: Auf der Sonnenseite sind alle Zellen braun bis dunkelgrau, auf der Schattenseite hellgelb bis auf wenige Zellen der Tangentialreihen, die blassgrau erscheinen. 29. Internodium: Geringe Zunahme, Maximum der Konzentration. In den folgenden Internodien ist der Gerbstoffgehalt wechselnd.

Verglichen sind 7. August-Internodium 7. Juli-Internodium und die entsprechenden Internodien 4 - 2 und 2 - 1.

7. August-Internodium. Da wo Tangential- und Radialzellen aneinander stossen, sind im August mehr Gerbstoffzellen.

4. August-Internodium. Allgemein mehr Gerbstoff als im Juli.

2. August-Internodien, Wenig Änderung gegenüber dem Juli.

Primäre Rinde.

18. Mai. 12. Internodium: Abgesehen von der Hypodermis sind etwa 30 - 40 zerstreute hellgelbe Zellen vorhanden. In 11, 10, 9 und 8 zeigt sich wenig Änderung. Die Stoffzellen sind an der Sonnenseite zahlreicher als an der Schattenseite. 7. Internodium; (vor dem Auswachsen): In der mittleren Rinde sind inhomogene schwarzgraue Massen. An der Sonnenseite sind mehr oder weniger alle Zellen damit angefüllt; an der Schattenseite sind keine grauen Zellen vorhanden. Es handelt sich um das Auftreten von Anthozyan. Wo diese grauen Anthozyanzellen dicht liegen, finden sich gelbe Zellen nur in der innern und in der äusseren Rinde. 6. Intern.:

Maximum der Konzentration. An der Sonnenseite ist der Niederschlag mehr schwarz; auch auf der Schattenseite tritt etwas Anthozyan auf. Es sind weniger gelbe Zellen als in 7 vorhanden. In 5 und 4 erfolgt starkes Nachlassen der Anthozyanfärbung. Vor den schwarzen Anthozyanzellen liegen auf der Sonnenseite gelbe Zellen. Auf der Schattenseite ist nur wenig Gerbstoff zu erkennen. 3. Internodium: Nur wenig Änderung. In der Nähe einer Knospe ist starke Anthozyanfärbung in den äusseren Zellschichten vorhanden. In derselben Zone liegen auch gelbe Zellen. 2. Internodium: Die primäre Rinde ist breiter als in den jüngeren Internodien; Zellen der mittleren Schicht sind grösser. An der Sonnenseite liegt Anthozyan nur in einzelnen Schichten unter der Hypodermis. Davor und daneben liegen gelbe Zellen. In der ganzen mittleren Rinde ist kein Anthozyan vorhanden. Gelbe Zellen liegen nur hier und da zerstreut. 1. Internodium: Die ganze Rinde ist in der Nähe der Knospe braun. Die Gerbstoffzellen sind zahlreicher als die gerbstofffreien. An den helleren Stellen des Rindenparenchyms ist weniger Gerbstoff in den einzelnen Zellen vorhanden. Mehr nach der Bündelzone hin sind die Gerbstoffzellen zahlreicher und bilden grössere Gruppen; der Inhalt ist konzentrierter.

3. Juni. Im 15. Internodium liegen nur wenig Gerbstoffzellen mehr als im Mai; die Konzentration ist bedeutend stärker, die Färbung mehr braun.

In den folgenden Internodien erfolgt Zunahme der Gerbstoffzellen und der Konzentration. 13. Internodium: Auf der Sonnenseite sind kaum noch einzelne Zellen gerbstofffrei; auf der Schattenseite sind mehr gerbstofffreie Zellen als Gerbstoffzellen vorhanden. 12. Internodium: Beginn der Anthozyanfärbung. Bedeutend mehr Niederschlag als im Maximum des Maitriebes. 11. Internodium: Maximum der Konzentration. Auf der Sonnenseite sind die meisten Zellen der mittleren Rinde mehr oder weniger intensiv schwarz; dazwischen liegen gelbbraune und braune Zellen; auf der Schattenseite sind nur zerstreut gelbe Zellen vorhanden. Bis zum 3. Internodium erfolgt Abnahme des Niederschlags. Die schwarze Färbung schwindet; die Konzentration des Inhalts lässt auf der Sonnen- und auf der Schattenseite stark nach. 2. Internodium: Zunahme des Gerbstoffs. Auf der Sonnenseite haben mehr oder weniger alle Zellen Gerbstoff. Allgemein sind alle Internodien des Junitriebes mehr Gerbstoffzellen und stärkere Konzentration als im Maitriebe vorhanden.

9. Juli. In den jüngsten Internodien ist die Konzentration etwas geringer als im Juni. Am 18., dem zweiten versteiften Internodium, liegt das Maximum. Auf der Sonnenseite sind etwas weniger, auf der Schattenseite etwas mehr Gerbstoffzellen als im Juni vorhanden.

Dann erfolgt Abnahme wie im Juni. 14. Internodium: Minimum des Gerbstoffs. Die Zellen der Sonnenseite sind mehr oder weniger alle braun und gelb. Auf der Schattenseite sind nur zerstreute helle Gerbstoffzellen vorhanden.

In den folgenden Internodien ist nur wenig Änderung festzustellen; im allgemeinen erfolgt geringe Zunahme. Das 1. und 2. Internodium zeigen gegenüber dem Junitriebe keinen Unterschied. Die höher liegenden Internodien haben an Gerbstoffzellen vom Juni zum Juli zugenommen. Die stärkste Zunahme erfolgte im 4. Internodium.

16. August. In den jüngsten Internodien ist die Konzentration etwas geringer als im Juli. 37. Internodium (erstes versteiftes): Maximum der Konzentration. Weniger Niederschlag als im Juni und Juli; die Färbung ist mehr braun. 36. Internodium: Starkes Auftreten schwärzlicher Zellen.

In den folgenden Internodien Abnahme. 26. Internodium. Minimum. Mehr Gerbstoffzellen auf der Schattenseite als im 14. Juliinternodium, aber der Inhalt ist mehr inhomogen und grau.

In den folgenden Internodien tritt zunächst geringe, vom 18. Internodium an stärkere Zunahme ein. 12. Internodium: = 10. Juliinternodium. Im 7. Internodium sind mehr Gerbstoffzellen als im 7. Juliinternodium vorhanden. 4. Internodium: Der Inhalt auf der Sonnenseite ist mehr gelb und homogen als im 2. Juliinternodium. 2. Internodium: Der Inhalt ist mehr inhomogen und schwärzlich; (im ersten Juliinternodium mehr homogen gelb und braun).

Epidermis und I. Hypodermissschicht.

18. Mai. 12. Internodium. In der Hypodermis sind etwa 2 mal so viel gerbstoff-

freie Zellen als Gerbstoffzellen vorhanden. Letztere liegen einzeln oder in Gruppen bis zu 4 hintereinander. Der Inhalt ist homogen blassgelb, etwas konzentrierter als in der primären Rinde. In der Epidermis liegen nur einige gerbstofffreie Zellen. Der Inhalt der Gerbstoffzellen ist nur wenig konzentrierter als in der Hypodermis. 10. Internodium: Die Epidermis ist auf Sonnen- und Schattenseite verschieden gefärbt. In der Hypodermis hat die relative Häufigkeit der Gerbstoffzellen abgenommen.

In den folgenden Internodien erfolgt Abnahme des Gerbstoffs zunächst in der Hypodermis von 10, in der Epidermis von 8 an. Das Minimum liegt in 5, der Inhalt der Epidermiszellen ist sehr verschieden, in den meisten kaum noch zu erkennen; in vielen anderen grau mit gelblicher Tönung; in der Nähe der Spaltöffnungen braun mit grünlichem Schimmer. In der Hypodermis liegen in der Nähe der Spaltöffnungen nicht immer Gerbstoffzellen; sind aber solche vorhanden, so können auch diese intensiveren Inhalt haben. Auf der Schattenseite ist allgemein sehr wenig Gerbstoff vorhanden. 4. Internodium: Beginn der Korkbildung. In der Epidermis erfolgt auf der Sonnenseite starke Zunahme, noch stärkere in der Hypodermis, nur wenige Zellen sind hier ohne braunen Niederschlag. Zerstreute Gruppen von 3 und 4 Gerbstoffzellen fallen durch ihren intensiven Inhalt auf; auf der Schattenseite liegen diese Gruppen weit auseinander. 3. Internodium: Konzentration in der Epidermis etwas intensiver, die Färbung ist auch auf der Schattenseite allgemein gelb. In der Hypodermis liegen mehr intensiv gefärbte Zellgruppen. 2. Internodium: Noch keine typische Phellogenbildung. Intensiv gefärbte Zellgruppen greifen in der Hypodermis ganz um den Trieb herum; auf der Sonnenseite sind mehr oder weniger alle Zellen der Hypodermis gleichmässig intensiv gefärbt. 1. Internodium: Das Phellogen ist homogen gelbbraun. Darunter liegen einige Zellschichten mit inhomogenem gelbbraunem Inhalte.

3. Juni. 15. Internodium: Die Konzentration ist bedeutend stärker als im Mai und wechselt in einzelnen Stellen stark; oft sind grosse Kontraste in nebeneinanderliegenden Zellen vorhanden. Gerbstofffreie Zellen der Epidermis kommen nur ganz vereinzelt vor. Die Gerbstoffzellen der Hypodermis sind bedeutend zahlreicher als im Mai. Gerbstofffreie Zellen der Hypodermis liegen auf der Sonnenseite nur einzeln; auf der Schattenseite sind sie zahlreicher. In der Nähe einer Blattanlage sind Epidermis- und Hypodermiszellen auffallend braun. Das Nachlassen der Färbung erfolgt wie im Mai. Das Minimum liegt im 1. und 2. versteiften Internodium (11 und 10) und ist in der Hypodermis weniger stark ausgeprägt als im Mai. 8. Internodium: Typische Korkbildung. In der Epidermis der Sonnenseite hat der Gerbstoff stark zugenommen, mehr als im Mai, die Färbung ist gelb bis rotbraun; auf der Schattenseite ist kein Gerbstoff vorhanden. Keine Hypodermiszelle ist ohne Gerbstoff. Es treten verschieden intensiv gefärbte Gruppen wie im Mai auf. 5. Internodium: es erfolgt Zunahme in der Epidermis und im Phellogen. Die Epidermis der Schattenseite ist ungefärbt, das Phellogen gleichmässig braunrot.

In den folgenden Internodien zeigt sich nur geringe Änderung. 2. Internodium: Allgemein etwas mehr Gerbstoff. In verschiedenen Epidermiszellen auf Sonnen- und Schattenseite sind einzelne gelbe kleine Tröpfchen vorhanden. 1. Internodium: Maximum im Phellogen. Die Epidermis ist auch auf der Schattenseite gefärbt.

9. Juli. In den jüngsten Internodien sind etwas weniger stofffreie Zellen in der Hypodermis; die Konzentration ist allgemein etwas geringer als im Juni. Der Verlauf ist mehr oder weniger wie im Juni, nur die Färbung im Phellogen setzt weniger intensiv ein. Die Basiszellen der Haare haben sehr oft intensiveren Inhalt als die übrigen Epidermiszellen. Maximum der Epidermisfärbung in 16. Die Färbung ist weniger braun als im Juni.

16. August. In den jüngsten Internodien ist der Unterschied gegenüber dem Juni sehr gering; nur die Hypodermis scheint etwas weniger intensiv gefärbt. Im Minimum in 36, dem 2. versteiften Internodium, ist etwas weniger, im Maximum, in 33, etwas mehr Gerbstoff als im Juni und Juli. Die Epidermis ist von 28 an kaum noch zu erkennen.

II. Hypodermissschicht (II).

18. Mai. Die Gerbstoffzellen liegen mehr zerstreut wie in der I. Hypodermissschicht (I). Der Verlauf der Färbung in den jüngsten Internodien ist - wie in I.

Der Verlauf der Färbung in den jüngsten Internodien ist $\pm$ wie in I. Nach Überschreiten des Minimums in 4 ist kein Gerbstoff mehr zu erkennen.

3. Juni. 14. Internodium: Es sind mehr Gerbstoffzellen als im Mai vorhanden. Nach Überschreiten des Minimums ist die Färbung intensiver. Lange Zellenreihen mit braunem Inhalt treten auf.

In den folgenden Internodien ist die Zahl der Gerbstoffzellen und die Konzentration wechselnd. 4. Internodium: Die Gerbstoffzellen der Sonnenseite sind $\pm$ alle gelb. Die Konzentration ist geringer als im Phellogen, stärker als in der primären Rinde. Auf der Schattenseite liegen weniger Gerbstoffzellen. 3. Internodium: $\pm$ alle Hypodermiszellen führen Gerbstoff.

9. Juli. In den jüngsten Internodien liegen die Verhältnisse wie im Juni. Das Minimum liegt in 18, und ist deutlicher ausgeprägt als im Juni; nur wenig gefärbte Zellen sind zu erkennen. In den unteren Internodien ist kein Unterschied gegenüber dem Junitriebe vorhanden.

16. August. In den jüngsten Internodien liegen mehr Gerbstoffzellen als im Juli. Der Verlauf ist mehr oder weniger wie im Juli; in den ältesten Internodien ist die Konzentration etwas stärker.

K o r k.

18. Mai. Keine typische Korkbildung.

3. Juni. 8. Internodium. Die angegliederten Zellen sind teils heller, teils von gleicher Färbung wie die Phellogenschicht.

In den folgenden Internodien zeigt sich nur wenig Änderung. Die älteren Korkzellen werden mehr lederfarbig. Alle zuletzt abgegliederten Zellen sind bedeutend heller als die rotbraunen Mutterzellen. Der Inhalt ist meistens homogen. Zuweilen, besonders in der Nähe der Lenticellen, erscheinen in den Zellen geringe körnelige Massen. In den unteren Internodien 1 und 2 enthalten mehr oder weniger alle Korkzellen diese Körnchen. Die ganze Schattenseite erscheint $\pm$ grau.

9. Juli. In den ersten Entwicklungsstadien ist das Verhalten wie im Juni. Schon im 15. und 14. Internodium erscheint die Schattenseite grau, in den jüngeren Schichten tritt Körnelung auf. Im 11. Internodium reicht die Körnelung bis zum Rande; auch die Sonnenseite wird mehr grau; in den jüngsten Schichten fehlt die Körnelung. In den unteren Internodien ist die allgemeine Färbung schmutzig grau-gelb.

16. August. In den unteren Internodien (etwa 1 - 23), treten besonders in den jüngeren Schichten einzelne braune Tröpfchen auf.

A n h a n g .

Der Trieb vom 14. September. - Länge 112 cm.

Die Zahl der Internodien ist nicht festgestellt. Nicht versteifte Zone 4,5 cm. Beginn der Markkronenverdickung und der Verholzung in Mark im 3. versteiften Internodium. Die Sekundärfaserverdickung erfolgt noch über dem 25. Internodium. Erstes Auftreten von Idioblasten in 20.

Gerbstoff.

In den oberen Internodien sind gegenüber dem Augusttriebe keine bemerkenswerten Unterschiede festgestellt. In der Zone der Versteifung: In der Markkrone sind nur einzelne grosse Tropfen, nicht so viele kleine Tröpfchen wie im August. In der primären Rinde ist bedeutend mehr Gerbstoff als im August, weniger als im Juni. Der Kork erscheint mehr grau. Im versteiften Internodium: In den Tangential-, den Radialzel- Faserbündeln hat der Gerbstoff etwas nachgelassen; er erscheint in den höheren Internodien mehr körnelig, in den unteren mehr grau. In der primären Rinde ist keine Änderung eingetreten. In der 2. Hypodermissschicht ist die Färbung wie in der primären Rinde, im Phellogen ist der Gerbstoff zuweilen zusammengeballt, gelblich grau. Am wenigsten Gerbstoff findet sich im 5. Internodium. In den meisten Tangential- und Radialzellen, den Gerbstoffzellen der sekundären Rinde und in den

Rindenstrahlen ist der Inhalt nur noch körnelig schwachgrau. 2. Internodium: Der Gerbstoff in den breitangelegten Tangentialreihen ist zuweilen noch homogen, in den übrigen Tangential- Radialzellen und Zellen der sekundären Rinde ist weniger als im August vorhanden. In den unteren Internodien sind im Kork Gerbstofftropfen in den jüngeren Zellen zahlreicher, in den älteren Zellen erscheinen sie mehr weissgrau.

Trieb vom 15. Oktober.- Länge 1,05 cm.

Der Trieb ist ausgewachsen; nicht versteifte Zone 0,7 cm. Beginn der Verholzung in Mark im 2., der Markkronenverdickung im 3. versteiften Internodium.

Gerbstoff.

In den oberen Internodien in Mark, Markkrone und in den Gerbstoffzellen an der Cambiumzone ist die Konzentration etwas stärker. Um die Blattspurbündel der jüngsten Internodien liegen mehr Gerbstoffzellen als in den früheren Monaten. Im Mark liegen im 2. und 3. messbaren Internodium in allen Gerbstoffzellen kleine Tröpfchen; in den folgenden Internodien ist der Inhalt blassgelb, mehr gelb als in den früheren Monaten. Die Markkrone verhält sich mehr oder weniger wie im August und September. Um die Faserbündel sind im 1. versteiften sowie in den folgenden Internodien die Tangentialzellen mehr oder weniger hellgrau. In der primären Rinde setzt die Schwarzfärbung früher ein als im September; es ist im allgemeinen mehr Niederschlag als im September vorhanden. In der 2. Hypodermissschicht sind im 1. messbaren Internodium auf der Schattenseite mehr oder weniger alle Zellen gefärbt. In den unteren Internodien ist die Färbung des Gerbstoffes in der sekundären Rinde, in den Radial- und Tangential- Zellen weniger intensiv als im September.

Trieb vom 29. Oktober. - Länge 120 cm.

Der Trieb ist ausgewachsen und ganz versteift, die Zahl der Internodien beträgt 56. Beginn der Verholzung im Mark in 55, die Fasern sind noch nicht versteift; Markkronenverdickung in 54. In 50 hat die Faserversteifung bereits begonnen. Erstes Auftreten von Idioblasten in den Internodien 26 - 30, der Sekundärfaserverdickung in 30 - 40. In den oberen Internodien 56 und z. T. auch noch in 55 ist die Färbung der Gerbstoffzellen blassgrau und zwar im Mark, in der Krone, um die Faserbündel, im Phellogen und Kork und in der Epidermis. Im Mark hat die Zahl der Gerbstoffzellen weiter zugenommen; es sind ca. 60 auf den Querschnitten vorhanden. Die Tangentialzellen erscheinen im ganzen Triebe grau. In der Markkrone und im Holz treten keine prägnanten Änderungen auf. In den unteren Internodien zeigt sich in den jüngsten Korkzellen, im Phellogen, in der 2. Hypodermissschicht, in der primären Rinde, um die Faserbündel und in der sekundären Rinde schwächere Färbung als am 15. Oktober.

Zusammenfassung.

M a r k.

Der Gerbstoff tritt zuerst auf unter der Meristemkuppe in der Höhe der ersten Blattanlagen, in zerstreuten Zellen und Zellgruppen. Die Zellen liegen einzeln oder zu zweien übereinander. Weiterhin nimmt die Konzentration zu; die Gerbstoffzellen bilden längere Zellreihen; daneben kommen auch einzelne Zellen und kürzere Reihen vor. Färbung und Konzentration ist in den einzelnen Zellen sehr verschieden. Das Maximum der Konzentration wird im Mai und Juni im 2., in allen folgenden Monaten im 1. messbaren Internodium erreicht.

In den folgenden Internodien lässt die Konzentration zunächst kaum merklich nach. Erst mit dem Beginn des Absterbens in Mark tritt ein stärkeres Nachlassen ein. Der Gerbstoff schwindet mehr und mehr und ist schliesslich, nachdem die Verholzung im Mark schon begonnen hat, nur als graue Tönung sichtbar.

Die Entwicklung der Gerbstoffzellen geht allgemein langsamer vor sich als die

der übrigen Markzellen; sie bleiben länger unverholzt als die holzfreien. In der Region der Knospenspur sind die Gerbstoffzellen bedeutend zahlreicher als in den höheren Internodien. Das ganze Mark erscheint bei schwacher Vergrösserung mehr oder weniger braun.

Unterschiede in den einzelnen Monaten. Die Zahl der Gerbstoffzellen im ersten messbaren Internodium ist im Juni grösser als im Mai, im Juli $\pm$ wie im Juni, im August grösser als im Juli, in den folgenden Monaten $\pm$ wie im August, Ende Oktober grösser als Mitte Oktober. Die Konzentration steigt allgemein von Monat zu Monat an, nur der Junitrieb hat eine auffallend starke Konzentration. Am 29. Oktober fand sich bedeutend weniger als in den früheren Monaten. Die Färbung war blassgrau. (Die Knospe stirbt ab).

Im Verlauf der Entwicklung zeigen Mai- und Julitrieb keine Unterschiede. Im Juli ist der Abfall des Stoffes nicht mehr so steil wie in den Monaten vorher; ausserdem treten bei der Abnahme im Gegensatz zu den früheren Monaten in den Gerbstoffzellen am Rande des Marks gelbe und braune Tröpfchen auf. Im August, September und Oktober zeigen sich diese Tropfen in mehr oder weniger allen Gerbstoffzellen des Marks. Die Entwicklung in diesen Monaten ist $\pm$ gleich. Abweichungen zeigt der Trieb vom 29. Oktober. In den beiden obersten Internodien sind die Gerbstoffzellen blassgrau, in den folgenden Internodien homogen gelb, und in noch älteren Internodien finden sich nur noch schwachgraue Reste.

Markkrone.

Der Gerbstoff tritt zugleich mit dem Gerbstoff im Mark auf. Die Gerbstoffzellen sind länger und liegen dichter als im Mark. Die Konzentration ist allgemein etwas stärker und nimmt wie im Mark zunächst zu. Das Maximum wird mit dem Maximum im Mark erreicht. In der Zone der Internodienstreckung und in den eben ausgewachsenen Internodien erfolgt Abnahme, nach der Versteifung mit dem Beginn der Verholzung wieder Zunahme. Diese Zunahme wird erst im Julitriebe deutlich und ist in den einzelnen Internodien sehr verschieden. Es treten zunächst körnelige und dann mehr homogene Massen auf. In den untersten Internodien 1 - 3 ist der Anstieg gering, im 4. und 5. Internodium sehr viel stärker, in den höheren Internodien wieder etwas geringer. In der Knospenspur verhält sich der Gerbstoff wie im Mark.

Unterschiede in den einzelnen Monaten. Die Änderung der Zahlen der Gerbstoffzellen und der Konzentration des Inhaltes in den aufeinander folgenden Monaten erfolgt wie im Mark; nur ist der Anstieg in der Konzentration in den ersten messbaren Internodien vom Juli zum August nicht so deutlich ausgeprägt.

H o l z .

In den jüngsten Markzahlen treten nur zerstreute Gerbstoffzellen auf; sie nehmen an Zahl in den ersten messbaren Internodien nur etwas zu; wenig stärker ist die Zunahme in den an die Markkrone anstossenden Teilen der Primärstrahlen.

In den ersten messbaren Internodien treten ausserdem in der Cambiumzone, da wo die Markstrahlen anstossen, Gerbstoffzellen auf; ihre Konzentration nimmt in den ersten messbaren Internodien etwas zu. Diese Zellen gliedern nach Holz und sekundärer Rinde Gerbstoffzellen ab, sodass schliesslich die ganzen Markstrahlen bis auf ihre ältesten Teile aus Gerbstoffzellen bestehen. Die später angelegten Stoffzellen der Holzstrahlen haben bis zum August immer konzentrierteren Inhalt, als die früher entstandenen. Vom August an ändert sich der Gerbstoff wenig.

Sekundäre Rinde.

In den jüngsten Internodien sind die Zellen der Primärstrahlen intensiv gelb; nur wenige Zellen sind ohne Gerbstoff. In der sekundären Rinde selbst liegen zerstreut kleine blassgraue Zellen. In den folgenden Internodien erfolgt Zunahme der Zahl und der Konzentration der Gerbstoffzellen; auch in den Sekundärstrahlen ordnen sich die Gerbstoffzellen zu Reihen an, und von der Cambiumzone werden Gerb-

zellen wie in Holz abgeschnürt. Vor Beginn der Faserversteifung erfolgt Abnahme, besonders auf der Schattenseite. - (Diese Abnahme hängt mit dem Auftreten von Anthocyan zusammen). - Der Inhalt der Sekundärstrahlen und einzelnen Zellen der Primärstrahlen wird blassgrau. In den unteren Internodien des Maitriebes tritt bereits wieder Zunahme ein. Der Gerbstoff erscheint in den meisten Fällen wieder homogen gelb oder braun; nur wenige graue Zellen sind noch vorhanden, besonders in der Nähe der Anlage der Sekundärfasern. Im August nimmt die Konzentration in den mittleren Internodien noch weiter zu; in den unteren Internodien erscheint eine breite Zone - vom Cambium aus nach aussen reichend, - schwärzlich. Im September ändert sich der Gerbstoff in den mittleren Internodien weniger, in den unteren hat er bedeutend abgenommen und ist nur noch bald zerrissen grau, bald inhomogen schwärzlich. Von Mitte September bis Mitte Oktober erfolgt in den meisten Internodien weitere, wenn auch geringe Abnahme.

Unterschiede in den einzelnen Monaten. Im Juli ist das Minimum nur schwach angedeutet, wahrscheinlich hat der Julitrieb an dieser Stelle wenig Anthocyan. Der Trieb vom 29. Oktober ist soweit ausgewachsen, dass das erste Minimum nicht mehr auftritt.

Zellen um die Faserbündel.

Der Gerbstoff tritt ebenso früh auf wie im Mark und zwar zunächst in den tangential-, dann auch in den radial gelegenen Schichten. Im ersten messbaren Internodium erscheint die Konzentration etwas geringer als im Mark, aber stärker als in den primären Rindenstrahlen. Sie nimmt zunächst zu und erreicht im Mai im 4., im Juni und Juli im 2., in den übrigen Monaten in dem ersten messbaren Internodium ihr Maximum. Dann erfolgt sofort Abnahme zugleich mit dem Auftreten von Anthocyan und zwar in den Tangentialzellen stärker als in den Radialzellen. Das Minimum wird nach der Faserversteifung erreicht. Dann nimmt der Gerbstoff wieder zu und zwar zunächst in den Radial- und dann auch in den Tangentialzellen. Diese Zunahme zeigt sich bereits im Maitriebe und ist allgemein in den ältesten Internodien am stärksten ausgeprägt. In den unteren Internodien findet dann noch eine Zunahme des Gerbstoffs vom Mai zum Juni und vom Juni zum Juli statt. Im August scheint der Gerbstoff auch noch etwas zugenommen zu haben, ist aber etwa mit dem Beginn der Sekundärfaserverdickung mehr inhomogen geworden. Im September ist der Inhalt zerrissen, graugelb; am 14. und 29. Oktober ist weitere Abnahme erfolgt.

Unterschiede in den einzelnen Monaten. In den jüngsten Internodien ist eine Zunahme der Stoffzellen vom Mai zum Juni und vom Juli zum August zu erkennen. Deutliche Zunahme der Konzentration zeigt sich vom Mai zum Juni und vom September zum Oktober. Am 29. Oktober war der Inhalt blassgrau. Wie in der sekundären Rinde so ist auch hier das 2. Maximum im Juli nur wenig ausgeprägt. Am 29. Oktober kommt es wegen der allgemeinen Gerbstoffabnahme auch in den oberen Internodien kaum zu einer deutlichen Zunahme. Die Tangentialzellen haben niemals, die Radialzellen nur in wenig Internodien homogenen Inhalt.

Primäre Rinde.

In der Knospe tritt der Gerbstoff zuerst in den sich etwas streckenden Internodien auf. Die Gerbstoffzellen liegen in Reihen untereinander. Die Reihen selbst liegen dicht. Die Konzentration ist geringer als in allen anderen Gewebepartien. In den folgenden Internodien der Knospe schieben sich die Gerbstoffzellreihen mehr und mehr auseinander. Im ersten messbaren Internodium liegen auf dem Querschnitte die Gerbstoffzellen zerstreut. In den folgenden Internodien erfolgt zunächst wenig Änderung; dann nimmt die Zahl und Konzentration der Gerbstoffzellen stark zu, auf der Sonnenseite bedeutend stärker als auf der Schattenseite; es treten, und zwar auch zunächst auch auf der Sonnenseite, schwärzlich gefärbte Zellen auf (diese schwärzliche Färbung wird durch Anthocyan hervorgerufen). Das Maximum des Niederschlags wird kurz vor der Faserversteifung erreicht. Die ganze Sonnenseite erscheint mehr oder weniger schwarz; über die Hälfte der Zellen ist mit Gerbstoff erfüllt. Auf der Schattenseite besitzt etwa ein Drittel der Zellen Gerbstoff; die Färbung ist bedeutend geringer und mehr gelb. Nach der Faserver-

versteifung tritt ein starkes Nachlassen ein; die schwärzliche Färbung der Zellen verschwindet, der Inhalt wird mehr oder weniger blassgelb. In den unteren Internodien des Junitriebes erfolgt wieder eine Zunahme; der Niederschlag wird mehr oder weniger homogen gelb oder braun. Auch die Zahl der Gerbstoffzellen scheint etwas zuzunehmen. Die Zunahme der Konzentration erstreckt sich bis in den Juli. Das allgemeine Maximum wird in den unteren 5 Internodien erreicht; hier wird die Färbung bedeutend mehr braun als in den höheren Internodien.

Im September zeigt sich bereits wieder Abnahme der Konzentration. Am 29. Oktober ist in den unteren Internodien der Gerbstoff etwas mehr grau.

Unterschiede in den einzelnen Monaten. In den jüngsten Internodien nehmen Zahl und Konzentration der Gerbstoffzellen vom Mai zum Juni stark zu; im Juli ist die Konzentration etwas geringer als im Juni; im August, im Gegensatz zu den anderen Gewebepartien etwas geringer als im Juli; im September und Mitte Oktober liegen die Verhältnisse $\pm$ wie im August. Am 29. Oktober liegt das Maximum im ersten messbaren Internodium; es ist mehr Niederschlag als in den früheren Monaten vorhanden; das folgende Minimum ist nicht mehr ausgeprägt.

Epidermis, I. Hypodermis und Phellogen.

In der Epi- und der ersten Hypodermis tritt der Gerbstoff in der Knospe sofort unter der ersten Blattanlage auf. In der Epidermis führen $\pm$ alle Zellen Gerbstoff; nur einzelne Reihen untereinander liegender Zellen sind gerbstofffrei. In der Hypodermis sind allgemein mehr Zellreihen ohne Gerbstoff als mit solchem vorhanden. Zunächst erfolgt Zunahme der Konzentration. Das Maximum liegt im ersten deutlich messbaren Internodium. Die Konzentration der Epidermis ist etwas stärker als in der primären Rinde, jedoch schwächer als in den übrigen Gewebepartien. Das Nachlassen des Gerbstoffs erfolgt zunächst in der Hypodermis, dann auch sofort in der Epidermis. Die Konzentration auf der Sonnenseite ist stets grösser als auf der Schattenseite. Im Minimum sind nur schwachgraue Reste vorhanden.

Die Korkbildung setzt bald nach Beginn der Faserversteifung durch Teilung der I. Hypodermis ein. Mit dem Beginn der Korkbildung steigt in der Epidermis der Sonnenseite der Gerbstoffgehalt stark an und ändert sich dann nur wenig. Auf der Schattenseite erfolgt keine Zunahme. In der ersten Hypodermis tritt bei Beginn der Teilung zunächst auf der Sonnenseite, später auch auf der Schattenseite, in einzelnen Zellen und Zellgruppen intensiver gefärbter Inhalt auf. Schließlich nimmt der Gerbstoff in allen Zellen zu und erscheint im Junitriebe in der ganzen Phellogenschicht braun bis rotbraun.

In den folgenden Monaten zeigt sich zunächst wenig Änderung. Im September wird in den unteren Internodien auf der Schattenseite in verschiedenen Zellen der Inhalt zusammengeballt gelblichgrau. Am 29. Oktober ist er in mehr oder weniger allen Internodien inhomogen gelblich, grau oder grauschwarz.

Unterschiede in den einzelnen Monaten. In den jüngsten Internodien ist im Juni die Konzentration bedeutend stärker als im Mai, in den folgenden Monaten geringer als im Juni, am 29. Oktober ist die Färbung nur blassgrau. (Es sind schon 2 Korschichten im ersten messbaren Internodium gebildet).

Die Zahl der gerbstofffreien Zellen nimmt vom Mai zum Juni ab und ändert sich im Juli, August und September wenig. Im Oktober sind $\pm$ alle Zellen der ersten Hypodermis auf der Sonnenseite gefärbt.

Das Minimum des Gerbstoffs vor der Korkbildung ist am deutlichsten im Mai ausgeprägt.

II. Hypodermis.

Die Gerbstoffzellen liegen mehr zerstreut als in der ersten Hypodermis; der Verlauf der Färbung ist $\pm$ wie in I. Das Minimum wird kurz nach Beginn der Korkbildung erreicht. Dann nimmt im Junitriebe der Gerbstoff wieder zu; er wird zunächst gelb und dann in den unteren Internodien des Junitriebes inhomogen braun. Die Konzentration ist stets schwächer als im Phellogen, aber stärker als in der primären Rinde.

In den folgenden Monaten erfolgt wenig Änderung. Im Augusttriebe scheint in den unteren Internodien die Konzentration etwas höher. Am 29. Oktober ist die Färbung weniger intensiv.

Ergebnis.

Gerbstoff tritt zuerst auf in der Knospe, gleich unter der Meristenkuppe und zwar im Mark, in der Markkrone, um die Bündel herum, in der primären Rinde, in der Epi- und Hypodermis und etwas später auch in den Rindenstrahlen; er nimmt zunächst etwas zu und erreicht überall in der Knospe bzw. in den ersten messbaren Internodien sein erstes Maximum; am höchsten liegt dieses Maximum in der primären Rinde. Dann nimmt der Gerbstoff allgemein ab und erreicht in dem sich streckenden bzw. den eben ausgewachsenen Internodien sein erstes Minimum. Auch hier liegt das Minimum am höchsten in der primären Rinde, gleich in den ersten messbaren Internodien; am spätesten erfolgt seine Abnahme in den Zellen um die Faserbündel, und zwar erst mit Beginn der Faserversteifung. Nachdem die Internodien versteift sind, in der primären Rinde schon während der Streckung, nimmt der Gerbstoff wieder zu und steigt zu einem zweiten Maximum an und zwar in der Markkrone (noch ehe die vollständige Verdickung eingetreten ist), in der primären Rinde, in der Epi- und Hypodermis.

In der primären Rinde ist das 2. Maximum in der Regel zugleich das Anthocyan-Maximum. Die intensive Färbung der Zellen wird durch Anthocyan hervorgerufen. Die Zunahme in der Markkrone erfolgt nicht im Mai und Juni, sondern wird zuerst im Juli deutlich. Nachdem die Faserversteifung fast beendet ist, steigt auch der Gerbstoff in den Zellen um die Faserbündel wieder an und erreicht sein zweites Maximum. In der Markkrone ändert sich der Gerbstoff dann wenig; in der primären Rinde nimmt er nach Erreichen des zweiten Maximums wieder ab. Später (deutlich schon im Junitriebe) tritt in der primären Rinde wieder eine Zunahme ein, am stärksten in den untersten, gering in den oberen Internodien.

Ausserdem tritt noch Gerbstoff auf im Holz und in der sekundären Rinde, und zwar im Holz nur in den Strahlen und in zerstreuten Parenchymzellen, besonders in der Nähe der Sekundärfaser. Der Gerbstoff setzt hier, abgesehen von wenigen zerstreuten Zellen, deutlich ein, wenn das sekundäre Dickenwachstum beginnt. Im Holz zeigt sich im Laufe der Entwicklung wenig Änderung. In der sekundären Rinde haben wir zunächst eine Zunahme. In der Region der Faserversteifung erfolgt Abnahme und dann wieder Zunahme der Konzentration.-

In der primären Rinde, um die Faserbündel und in der sekundären Rinde erfolgt dann im September wieder Abnahme.

Wir haben also im allgemeinen 3 Maxima: I. in der Knospe, II. nach Beginn der Faserversteifung, III. bei der Speicherung in den unteren Internodien. Im Mark tritt I auf, in der Markkrone I und II, in der primären Rinde I, II und III, in der Epi- und Hypodermis I und II.

Was die Unterschiede in den einzelnen Monaten anbetrifft, so haben wir in den jüngsten Internodien von Monat zu Monat eine Zunahme des Gerbstoffs; besonders stark ist die Zunahme vom Mai zum Juni. Sie erfolgt nicht in allen Gewebepartien gleichmässig, sondern tritt in diesem Monat in diesen, im anderen Monat in jenen Gewebeteilen deutlicher hervor. Dass die Konzentration im Junitriebe an der Spitze etwas stärker ist als in den folgenden Monaten, mag damit zusammenhängen, dass der Junitrieb etwas schwächer war, an der Spitze geringeren Umfang zeigte und wahrscheinlich das Wachstum früher eingestellt hätte. Die abweichende eigentümliche Färbung in den oberen Internodien vom 29. Oktober hängt wohl mit dem Absterben der endständigen Knospe zusammen.

Anthocyan.

In den eben messbaren Internodien zeigt sich auf der Sonnenseite ein ganz schwacher roter Streifen. Die Rotfärbung nimmt in den folgenden Internodien zu und greift auch etwas nach der Schattenseite über. Die Spaltöffnungen sind intensiv rot umrandet und zwar in den stark wachsenden und stark ausgewachsenen Inter-

nodien auch in der Regel auf der Schattenseite.

Das Maximum der Färbung liegt in den einzelnen Internodien in einem Streifen über der Blattansatzstelle. Unter der Blattansatzstelle zeigt sich ein dreieckiger Streifen ohne Anthocyan. Rechts und links der Ansatzstelle laufen intensiver gefärbte Streifen nach unten. Das Maximum der Anthocyanbildung wird im II., seltener im I. versteiften Internodium erreicht. Dann lässt die Rotfärbung stark nach und ist bald nur noch um Spaltöffnungen zu erkennen. In den unteren Internodien der Triebe ist kein Anthocyan zu finden.

Im Sommer zeigten kürzere Triebe mehr Anthocyan als die kräftig wachsenden. In ausgewachsenen Trieben war mikroskopisch kein Anthocyan zu erkennen.

S t ä r k e.

M a r k.

18. Mai. Stärke findet sich in größeren Körnchen in den meisten Zellen der Markkuppe; in den Gerbstoffzellen ist keine Stärke vorhanden. Da wo die Internodien sich strecken, nimmt die Stärke sehr bald ab. In 10, dem dritten messbaren Internodium (0,5 cm) ist sie kaum noch zu finden.

3. Juni. Im ersten messbaren Internodium (15) ist wie im Mai nur noch wenig vorhanden; im zweiten (0,6) ist keine mehr.

9. Juli. Im zweiten messbaren Internodium findet sich viel, besonders in den mittleren und in den Randpartien des Marks. In den folgenden Internodien erfolgt im Gegensatz zum Mai nur geringe Abnahme. Merkliche Abnahme tritt in 20, dem ersten ausgewachsenen Internodium, nach dem starken Nachlassen des Gerbstoffs ein (Mark beginnt abzusterben). Im 19. Internodium, dem ersten versteiften, ist keine Stärke mehr vorhanden.

16. August. In den jüngsten Internodien tritt sehr viel weniger als im Juli, bedeutend mehr als im Mai und Juni, auf. In den ersten messbaren Internodien zeigt sich kein Nachlassen. Mit beginnender Faserversteifung (37), nach dem starken Nachlassen des Gerbstoffs, lässt die Stärke bedeutend nach; im folgenden Internodium ist keine mehr vorhanden.

Markkrone.

18. Mai. Unter der Markkuppe erfolgt zunächst Abnahme. In den sich streckenden Internodien ist nur wenig vorhanden. Deutliche Abnahme tritt in 6, bei Beginn der Verholzung nach der Abnahme des Gerbstoffs ein. In 4 ist keine Stärke mehr.

3. Juni. Im ersten messbaren Internodium ist mehr als im Mai, im zweiten, im Gegensatz zum Mai, keine mehr. Im achten Internodium (nach der Verholzung) tritt plötzlich viel Stärke in größeren Körnchen auf. In 6 und 5 ist weniger, in 4, 3, 2 und 1 wieder mehr. In 2 (0,25 cm) ist die ganze Markkrone schwarz, in 1 ist wieder etwas weniger.

9. Juli. In den jüngsten Internodien ist bedeutend mehr als im Juni; in den sich streckenden Internodien erfolgt geringe Abnahme. Starke Abnahme setzt bei Beginn der Verholzung (19 und 18) ein. In 17 ist keine Stärke mehr. In 9, nach dem Ansteigen des Gerbstoffs, tritt sie wieder auf, jedoch nicht mit derselben Intensität wie im Juni. In den folgenden älteren Internodien zeigt sich zunächst geringe, im 4. Internodium stärkere Zunahme. Das Maximum liegt in 1 und 2.

16. August. In den jüngsten Internodien ist etwas weniger als im Juli, mehr als im Mai und Juni. Bis zum ersten ausgewachsenen Internodium zeigt sich wenig Änderung, im ersten versteiften Internodium (37), kurz vor Beginn der Verholzung, tritt starke Abnahme ein. In 37 ist keine Stärke mehr. Das Wiederauftreten erfolgt in 16: es ist, wie im Juli, wenig Stärke vorhanden. Maximum in 4 = Maximum im Juli.

Primärholz.

18. Mai. Im Mai sind nur hier und da einige Körnchen vorhanden.

3. Juni. Im ersten messbaren Internodium ist etwas feinkörnige Stärke, im zweiten nur noch wenig, im dritten keine mehr. Im fünften Internodium, in der

Zone der Speicherung tritt in einzelnen Bündeln etwas Stärke in größeren Körnchen auf. In 4 ist in einzelnen Bündeln ziemlich viel, in anderen Bündeln keine Stärke. In 3 erfolgt weitere Zunahme in einzelnen Bündeln (Maximum). In 2 ist etwas weniger, in 1 keine Stärke vorhanden.

9. Juli. Im zweiten messbaren Internodium ist mehr oder weniger in allen Bündeln bedeutend mehr als im Juni. Im dritten (22) erfolgt starke Abnahme. In 21 wenig Änderung, in 20 Zunahme, besonders auf der einen Seite des Triebes. In 19 (dem zweiten ausgewachsenen Internodium) findet sich sehr viel in größeren Körnchen in allen Bündeln. 18. Internodium: Die Randpartien des Primärholzes sind mit Stärke gefüllt. 16. Internodium: Stärke ist nur noch in einigen Zellen der Markstrahlen, in der Zone des Primärholzes nachzuweisen. In der Region der Speicherung, im vierten Internodium, ist etwas Stärke im Primärholz, im zweiten Internodium in den Randpartien ziemlich viel.

16. August. Im zweiten messbaren Internodium ist bedeutend weniger als im Juli vorhanden. Wie in Mark und Krone erfolgt bis zum ersten versteiften Internodium nur geringe Änderung, im 2. versteiften Internodium tritt starke Abnahme ein; im dritten versteiften Internodium (35) ist keine Stärke mehr. In 33 findet sich Stärke in den Markstrahlpartien am Primärholz. In 4 und 2 zeigt sich eine starke Anhäufung in einzelnen Bündeln. Gegenüber dem Juni- und Julitriebe ist hier bedeutende Zunahme eingetreten.

H o l z.

18. Mai. Im Mai ist noch keine Stärke vorhanden.

3. Juni. Im achten Internodium, nach dem Auftreten von Gerbstoff, beginnt wie in der Krone die Speicherung und zwar zunächst in den an die Krone anstossenden Teilen der primären Markstrahlen, dann aber auch in zerstreuten Zellen der Sekundärstrahlen und in Parenchymzellen. Die Stärkezellen der sekundären Strahlen liegen in den älteren Teilen des Holzes.

In den älteren Internodien erfolgt allgemeine Zunahme der Stärkezellen. Das Maximum liegt in 2. Die primären Strahlen haben bis in die jüngeren Teile des Holzes hinein Stärke, die sekundären enthalten weniger; die Stärkezellen sind immer noch durch stärkefreie unterbrochen. Zuweilen ist in den Sekundärstrahlen keine Stärke. In 1 (0,2 cm) ist etwas weniger als in 2.

9. Juli. In den unteren Internodien ist die Speicherung gegen den Junitrieb fortgeschritten. Es sind auch hier hauptsächlich die Primärstrahlen, die Stärke führen.

16. August. Bemerkenswerte Unterschiede gegenüber dem Junitriebe treten nicht auf.

Sekundäre Rinde.

18. Mai. In 4, dem zweiten versteiften Internodium, liegen zerstreut neben den Gerbstoffzellen in der Nähe der Cambiumzone einige Zellen mit Stärke in größeren Körnchen. Die Zahl dieser Zellen und die Menge der Stärke in den einzelnen Zellen nimmt in den älteren Internodien etwas zu; die Stärke liegt hier in den älteren Teilen der Rinde.

3. Juni. Das erste Auftreten erfolgt im vierten versteiften Internodium. In den älteren Internodien tritt geringe Zunahme der Stärkezellen und der Stärkemengen ein. Im zweiten Internodium wird ein deutliches Maximum erreicht. Stärke liegt auch in Gerbstoffzellen, die Hauptmasse in den Strahlenzellen.

9. Juli. Das erste Auftreten erfolgt in 20, also schon vor der Faserversteifung. In 15 und dann noch einmal in 10 tritt stärkere Zunahme ein. In den unteren Internodien ist gegenüber dem Juni keine intensivere Speicherung festzustellen.

16. August. Erstes Auftreten im ersten versteiften Internodium. Allgemeine Zunahme der Stärke in den älteren Internodien. Im Durchschnitt ist etwas weniger als im Julitriebe vorhanden.

Die Zellen um die Faserbündel.

18. Mai. In dem ersten sich streckenden Internodium ist in der Scheide schon

ziemlich viel in gröberen Körnchen vorhanden. Die stärkeführenden Zellen sind von stärkefreien unterbrochen. Zerstreute gerbstofffreie Zellen mit Stärke liegen in den Radialreihen. In den folgenden Internodien tritt geringe Zunahme ein. Das Maximum liegt in 7. In 6 (dem ersten ausgewachsenen Internodium) ist etwas weniger vorhanden. Die Änderung in den unteren Internodien ist sehr gering. Von 5 an führen auch einzelne Gerbstoffzellen der Tangentialreihen und später auch einzelne der Radialreihen Stärke. Im zweiten Internodium ist etwas mehr als in den vorhergehenden, auf der Sonnenseite mehr als auf der Schattenseite vorhanden.

3. Juni. In der Scheide ist in den eben messbaren Internodien mehr als im Mai. Während das deutliche Hervortreten der Scheide im Mai erst in den untersten Internodien dadurch verwischt wird, dass auch Nachbarzellen Stärke führen, tritt dies im Juni schon in 8 ein. Die Gerbstoffzellen der Tangential- und Radialreihen haben einige Körnchen. In 4 und 2 ist in mehr Gerbstoffzellen der Tangentialreihen Stärke vorhanden. In der Scheide selbst ist die Änderung sehr gering.

9. Juli. In der Entwicklung der Scheide zeigt sich kein auffallender Unterschied gegenüber dem Junitriebe. Die zerstreuten Stärkezellen der Radialreihen sind etwas zahlreicher. In 19, dem ersten versteiften Internodium, wird ein gewisses Maximum erreicht. Dann beginnt die Scheide wieder weniger deutlich hervorzutreten. In 8 haben die meisten Gerbstoffzellen der Tangentialreihen Stärke mit Ausnahme der Umgebung weniger Faserbündel. Die Stärke in den Scheidenzellen lässt etwas nach. In den unteren Internodien ist etwas weniger als im Juni vorhanden.

16. August. Die Scheide hat in den oberen Internodien nur ganz wenig Stärke, bedeutend weniger als im Mai; erst in 39, dem ersten ausgewachsenen Internodium, tritt sie deutlicher hervor. In den folgenden Internodien nimmt die Stärke etwas zu. Das Maximum liegt in 33.

In den unteren Internodien hebt sich die Scheide weniger deutlich ab und führt weniger Stärke als im Juni und Juli.

Primäre Rinde.

18. Mai. In der Knospe liegen die Verhältnisse etwa wie im Mark. Mit der Stärkemenge nimmt auch die Körnchengröße ab. In den beiden ersten messbaren Internodien zeigt sich nur noch wenig feinkörnige Stärke in verschiedenen Teilen der primären Rinde. In 4 (2. Internodium nach Beginn der Faserversteifung; Beginn der Korkbildung) tritt neben den Gerbstoff- und Anthocyanzellen auf der einen Seite in den kleineren Zellen der mittleren Rinde Stärke auf. In 3 und 2 erfolgt starke Zunahme. Stärkeführende Zellen liegen in der ganzen Rinde. Die Hauptmenge ist auch hier in den kleinen Zellen der mittleren Rinde, die mit wenigen Ausnahmen alle Stärke führen, zu finden; aber auch sehr viele Zellen der Innenrinde - besonders an der Sonnenseite - enthalten Stärke.

3. Juni. Im ersten messbaren Internodium (15) ist in der Innenrinde sehr viel feinkörnige Stärke vorhanden. Im zweiten messbaren Internodium nimmt sie besonders an der Sonnenseite stark zu und tritt auch in den mittleren Teilen der Rinde auf; auf der Sonnenseite liegt Stärke in grösseren Körnchen. In 13 erfolgt starkes Abfallen. Es ist nur noch ganz wenig auf einer Seite des Triebes in einzelnen Zellen der inneren Rinde vorhanden. In 10 (dem zweiten ausgewachsenen und versteiften Internodium, vor der Korkbildung) zeigt sich wieder in der inneren Rinde auf der Sonnenseite etwas Stärke, in 8, in mehr mittleren Schichten rechts und links der Sonnenseite ziemlich viel Stärke. Stärke in gröberen Körnchen findet sich in 6, wo an einer Stelle der Schattenseite eine starke Zunahme eingetreten ist. In 5 erfolgt starke Zunahme in allen Teilen bei etwa gleicher Verteilung wie in 6. An der einen Seite des Triebes, da wo das Maximum liegt, ist auch in inneren und äusseren Teilen der Rinde Stärke vorhanden. In den folgenden Internodien tritt weitere Speicherung ein. Die Sonnenseite hat viel mehr als die Schattenseite, nur wenige Zellen sind ohne Stärke. Die meiste Stärke liegt in gerbstofffreien Zellen.

9. Juli. Im ersten messbaren Internodium ist auf der Sonnenseite etwa gleichviel wie im Juni, auf der Schattenseite weniger als im Juni vorhanden. Im folgenden Internodium (22) fällt im Gegensatz zum Juni und in Übereinstimmung mit dem Maitriebe die Stärke steil ab. Nur hier und da sind noch einzelne Körnchen vor-

handen. In 20 (dem ersten ausgewachsenen Internodium) vor Beginn der Versteifung und Korkbildung ist auf der Sonnenseite ziemlich viel großkörnige Stärke. In den folgenden Internodien erfolgt Zunahme. Die Stärke tritt in größeren Körnchen am stärksten zwischen der Sonnen- und Schattenseite auf. In 16 ist nur sehr wenig vorhanden. Die Speicherung beginnt etwa in 10 und zwar auf der Schattenseite in inneren Teilen der Rinde. Die Zunahme in den älteren Internodien erfolgt viel langsamer als im Juni bei gleicher Verteilung. Erst in 2 ist intensivere Zunahme eingetreten. In 1 ist bedeutend weniger als in 2.

Im Gegensatz zum Juni erscheint in der Versteifungszone noch ein Maximum eingeschoben.

16. August. In den eben messbaren Internodien ist im Gegensatz zu allen anderen Trieben keine Stärke. Im 3, versteiften Internodium, in der Zone der ersten Korkbildung liegt in den kleinen Zellen der Mittelrinde und in den anliegenden größeren Zellen rechts und links der Sonnenseite, auf der einen Seite hineinreichend, etwas Stärke. Aber schon in zwei folgenden Internodien tritt an derselben Stelle wie in 35 etwas Stärke auf, aber weniger als in 35. In 29 zeigt sich nur ganz wenig in inneren Teilen der Rinde. In 26 beginnt die Speicherung. Die Zunahme in den folgenden Internodien erfolgt zunächst allmählig, erst in 14 deutlich. Das Maximum liegt in 2; bei etwa gleicher Verteilung sind gleiche Mengen wie im Juli vorhanden.

II. Hypodermissschicht.

Im Mai, Juni und Juli keine Stärke.

16. August. 14. Internodium: In einzelnen ganz wenigen Zellen einzelne Körnchen. 12. Internodium: In den meisten Zellen etwas. 7. Internodium: Nur einzelne Zellen mit Stärke. 4. Internodium: Mehr Stärkezellen als stärkefreie. 1. Internodium: Wenig Stärke in allen Zellen.

Phellogen.

Im Mai, Juni und Juli keine Stärke.

16. August. 10. Internodium: In einigen Phellogenzellen einige Körnchen.

A n h a n g.

M a r k.

14. September. Erstes messbares Internodium: Nur ganz wenig über das ganze Mark zerstreut; in Gerbstoffzellen nichts. Zweites messbares Internodium: Deutliche Zunahme in der Mitte des Marks. Die Körnchen erscheinen größer. Auch in Gerbstoffzellen scheint hier und da etwas zu liegen. Drittes messbares Internodium: Noch mehr Stärke. Das ganze Mark erscheint bei schwacher Vergrößerung grau. Die Hauptmenge liegt in der Mitte. Die meisten Zellen führen Stärke. - Im zweiten versteiften Internodium ist keine Stärke mehr.

Markkrone.

Erstes messbares Internodium: Mehr Stärke als im Mark, in Gerbstoffzellen nichts. Zweites messbares Internodium: Zunahme gering. Drittes messbares Internodium: Mehr Stärke, etwa ebenso viel wie im Mark. An einzelnen Bündeln in sehr vielen Gerbstoffzellen einzelne Körnchen, an anderen Bündeln keine Gerbstoffzelle mit Stärke. Im ersten versteiften Internodium ist keine Stärke mehr vorhanden.

In den unteren Internodien ist in der Markkrone, im Primärholz und im Holz mehr Stärke als im August.

Sekundäre Rinde.

In den unteren Internodien liegen die Stärkezellen mehr in Radialreihen angeordnet. Auch Gerbstoffzellen führen Stärke.

Radial-, Tangentialzellen und Scheide.

14. September. In den unteren Internodien sind die Verhältnisse mehr oder weniger wie im August.

Primäre Rinde.

In den oberen Internodien ist wie im August keine Stärke vorhanden. In den unteren Internodien ist kein Unterschied gegen den August festzustellen.

II, Hypodermissschicht.

Erstes Auftreten im 10. versteiften Internodium. Die Verhältnisse liegen $\pm$ wie im August.

M a r k.

15. Oktober. Erstes messbares Internodium: Stärke in allen Zellen der Markmitte; in den Randpartien sind nur in den Gerbstoffzellen mit homogenem, braunem Inhalt größere Körnchen. Gerbstoffzellen der Randpartie mit inhomogenem grauem Inhalt haben keine Stärke. Das Maximum liegt im zweiten messbaren Internodium; es ist bedeutend mehr als im 1. Internodium vorhanden, auch in vielen gerbstofffreien Zellen der Randpartien kommt Stärke vor; in der Markmitte treten grosse gerbstofffreie Zellen ohne Stärke auf. - Drittes messbares Internodium: Bedeutend weniger Stärke. Die meiste Stärke liegt in den kleinen gerbstofffreien Zellen der Markmitte

Markkrone.

Erstes und zweites messbares Internodium: Nur wenig feinkörnige Stärke, auch in den Gerbstoffzellen. Viertes messbares Internodium: Beginn der Speicherung. In den unteren Internodien liegen die Verhältnisse $\pm$ wie im September.

Primärholz, Holz, sekundäre Rinde.

In diesen und in den Zellen um die Faserbündel der unteren Internodien ist mehr Stärke als im September vorhanden.

Primäre Rinde.

Erstes messbares Internodium: Zerstreut deutlich feinkörnige Stärke. Drittes messbares Internodium: Starke Zunahme, besonders an der Sonnenseite. Die Stärke tritt in größeren Körnchen auf. Das Maximum liegt in 10. In den unteren Internodien 1 - 15 ist mehr als im September vorhanden. Die meiste Stärke liegt auch hier in den gerbstofffreien Zellen.

II. Hypodermissschicht.

Bedeutend mehr Stärke als im September. Schon im 10. messbaren Internodium liegt sie in $\pm$ allen Zellen. In den unteren Internodien 5 und 2 ist etwa die Hälfte der Zellen schwarz von Stärke, die andere Hälfte führt nur einzelne Körnchen. Im ersten Internodium ist in $\pm$ allen Zellen Stärke, die die Zellen aber nicht ausfüllt; es ist mehr Stärke als im September vorhanden.

Phellogen:

Vom 7. messbaren Internodium an zuweilen etwas Stärke; hier und da kommen einzelne Körnchen in der ersten Korkschicht vor. In den unteren Internodien 1 und 5 sind deutliche Mengen im Phellogen und Kork vorhanden, im zweiten Internodium ist keine Stärke zu erkennen.

M a r k.

29. Oktober. Im ersten messbaren Internodium (56) in den meisten Gerbstoffzellen, vereinzelt auch in gerbstofffreien, einzelne gröbere Körnchen. In 55 keine Änderung, in 50 keine Stärke mehr.

Markkrone, Primärholz, Sekundärholz.

In diesen und sekundärer Rinde beginnt die Speicherung im ersten bzw. zweiten messbaren Internodium. In den unteren Internodien ist in der Markkrone, im Holz und in der sekundären Rinde keine Änderung eingetreten; im Primärholz scheint etwas mehr Stärke zu sein als am 15. Oktober.

Radial- und Tangentialzellen.

Hier hat in den 15 unteren Internodien die Stärke abgenommen. In den Internodien 15 und 10 ist kaum noch eine Gerbstoffzelle mit Stärke vorhanden; in 5 ist etwas Stärke in einzelnen Tangentialzellen; in 1 sind in sehr vielen Tangentialzellen einzelne Körnchen.

Primäre Rinde.

Es ist allgemein weniger Stärke als am 15. Oktober vorhanden, etwas weniger in den oberen, bedeutend weniger in den unteren Internodien. In 15 - 5 heben sich die inneren Rindenschichten nicht mehr so schwarz ab. Die meisten Zellen haben nichts oder nur wenig Stärke; einzelne mit Stärke gefüllte Zellen treten in allen Teilen der Rinde hervor. In 1 ist wieder etwas mehr Stärke.

II. Hypodermissschicht.

In den oberen Internodien - abgesehen von den jüngsten - mehr, in den unteren Internodien bedeutend weniger als am 15. Oktober. 15. und 5. Internodium: Einzelne Zellen sind schwarz von Stärke, in den übrigen Zellen ist keine Stärke zu finden. 10. Internodium: In den meisten Zellen tritt etwas Stärke auf. Erstes Internodium: Es ist in sehr wenig Zellen Stärke vorhanden.

Phellogen:

Schon in 56 und 55 Stärke in einzelnen Zellen. In den folgenden Internodien liegen die Verhältnisse mehr oder weniger wie am 15. Oktober. 5. Internodium: Nur hier und da einzelne Körnchen, bedeutend weniger als am 15. Oktober. Erstes Internodium: In den meisten Zellen keine Stärke.

21. Dezember. (Länge des Triebes 87 cm). Es wurden untersucht:

- a) = 2. Internodium an der Basis (0,6 cm)
- b) = ein Internodium in 40 cm Höhe (2 cm)
- c) = ein Internodium 6,5 cm unter der Spitze (1,6 cm).

Zu a) Markkrone, Holz und Primärholz sind noch schwarz von Stärke; es ist aber bedeutend weniger als am 29. Oktober vorhanden. In den anderen Gewebepartien ist die Stärke vollständig geschwunden.

Zu b) 1 = a)

Zu c) Ganz bedeutend weniger Stärke. Nur wenige Körnchen liegen in den einzelnen Zellen der Markkrone und des Holzes. Sehr viele Zellen und Strahlen im Holz sind ohne Stärke. Im Primärholz sind nur hier und da einzelne Körnchen vorhanden.

Ein zweiter Trieb vom 21. Dezember (Länge 136 cm) zeigte im grossen und ganzen dasselbe Verhalten.

Zusammenfassung.

M a r k.

Im Mai und Juni ist nur ein Maximum vorhanden. In den jüngsten Teilen findet sich in $\pm$ allen Zellen ausser den Gerbstoffzellen Stärke in gröberen Körnchen; dann nimmt die Stärke sofort ab. Im dritten bzw. zweiten messbaren Internodium ist keine Stärke mehr. Im September und Oktober tritt noch ein zweites Maximum auf und zwar kurz vor Beginn der Verholzung. Die Stärke liegt hier grösstenteils in den mittleren Schichten.

In den folgenden Internodien schwindet die Stärke sehr schnell. Das Minimum zwischen den beiden Maxima liegt in den ersten messbaren Internodien. Es ist stets etwas Stärke vorhanden. Im Juli und August zeigen sich typische Übergänge zwischen den beiden extremen Fällen.

Zu bemerken ist noch, dass im Mai, Juni und Juli Stärke nur in gerbstofffreien Zellen auftritt; im August zeigt sich in den ältesten stärkeführenden Internodien auch hier und da etwas in Gerbstoffzellen; im September haben im zweiten Maximum gerbstoffführende und gerbstofffreie Zellen gleichviel Stärke. Im Oktober ist in den Randpartien über dem zweiten Maximum $\pm$ nur noch in den Gerbstoffzellen Stärke. Am 29. Oktober ist das zweite Maximum nicht mehr ausgeprägt; im ersten und zweiten messbaren Internodium findet sich Stärke in den meisten Gerbstoffzellen und in einzelnen gerbstofffreien.

Allgemein ist im Mai und Juni wenig, in den folgenden Monaten mehr Stärke vorhanden.

Markkrone.

Die Rhythmik des Stärkeverlaufs in der Spitze der Triebe ist $\pm$ wie im Mark; die starke Abnahme erfolgt jedoch (mit Ausnahme des Junitriebes, wo sie sehr früh einsetzt), erst kurz vor Beginn der Kronenverholzung. Nach der Verholzung erfolgt die Speicherung. Sie ist im Mai noch nicht vorhanden, setzt im 8. Juni-Internodium noch etwas zu und ändert sich dann wenig. Das allgemeine Maximum liegt in den untersten Internodien. Die höheren Internodien speichern nicht so stark. Im Dezember hat die Stärke in den unteren und mittleren Internodien etwas, in den oberen Internodien sehr stark abgenommen. In den jüngsten Internodien ist im Mai und Juni wenig, in den folgenden Monaten mehr Stärke.

Primärholz.

Es sind 3 Maxima vorhanden; das erste liegt in der Knospe, das zweite in den eben messbaren Internodien. Die Speicherung setzt nach der Speicherung in der Krone ein. Die Stärke tritt hier zunächst in den Zellen an der Markkrone auf, und zwar liegt in den einzelnen Bündeln sehr verschieden viel. Im September sind in den unteren Internodien mehr oder weniger alle Bündel mit Stärke angefüllt; im Dezember ist in den unteren und mittleren Internodien etwas weniger vorhanden; in den oberen Internodien hat die Stärke stark abgenommen.

Unterschiede in den einzelnen Monaten. Im Mai ist nur ganz wenig Stärke zu finden, im Juni fehlt das zweite Maximum.

H o l z.

Die Speicherung setzt etwa mit der Speicherung in der Markkrone ein, im Mai ist keine Stärke vorhanden. Im Juni tritt sie zunächst in den Primärstrahlen auf, dann auch in zerstreuten Zellen der Sekundärstrahlen und in Parenchymzellen; in folgenden Monaten erfolgt Zunahme: Im Oktober sind alle Strahlen mit Stärke angefüllt. Das Maximum wird am 29. Oktober erreicht. Im Dezember ist geringe Abnahme in den unteren und mittleren, starke Abnahme in den höheren Internodien erfolgt.

Sekundäre Rinde.

Die Speicherung beginnt gleich nach Beginn der Faserversteifung, im allgemei-

nen vor der Speicherung im Holz und in der Krone; nur im Junitriebe setzt die Speicherung in allen drei Gewebepartien zu gleicher Zeit ein. Die Stärke zeigt sich zunächst in zerstreuten Zellen, besonders in der Nähe der Anlagen der Sekundärfasern. In den unteren Internodien des Junitriebes wird das Maximum erreicht. Die Stärke liegt hier besonders in Strahlencellen. Auch in Gerbstoffzellen finden sich größere Körnchen; in den später ausgebildeten Teilen der sekundären Rinde tritt Stärke in gleicher Menge auf. In den unteren Internodien des Augusttriebes und dann noch deutlicher im September und Oktober erscheinen Stärkezellen in Reihen neben den Gerbstoffzellreihen. Am 21. Dezember ist keine Stärke mehr vorhanden.

Die Zellen um die Faserbündel.

Gleich in dem ersten messbaren Internodium tritt die Scheide deutlich hervor; Scheidenzellen liegen zerstreut. Mit dem Alter der Internodien tritt Zunahme der Stärke ein. Das Maximum liegt in der Region der Faserversteifung. In den folgenden Internodien erfolgt zunächst wenig Änderung.

Schon in den jüngsten Internodien des Maitriebes zeigen sich auch gerbstofffreie Stärkezellen in den Radialreihen. In den unteren Internodien des Maitriebes tritt auch in verschiedenen Gerbstoffzellen der Tangential- und Radialreihen etwas Stärke auf. Die Körnchen sind kleiner als in der Scheide. Im Juni ist im allgemeinen wenig Änderung zu erkennen. Im Juli lässt in den unteren Internodien die Stärke in den Scheidenzellen etwas nach; zugleich tritt in mehr Gerbstoffzellen Stärke auf. Diese Entwicklung zeigt sich im August und September auch in höheren Internodien. Am 29. Oktober ist in den unteren Internodien in mehr oder weniger allen Zellen weniger Stärke, (Nachlassen der Stärke nach dem Nachlassen des Gerbstoffs), und am 21. Dezember ist keine Stärke mehr vorhanden.

Primäre Rinde.

In der Knospe ist das Verhalten der Stärke wie im Mark. Bei der Abnahme hält sie sich etwas länger als im Mark. Die Speicherung beginnt in den unteren Internodien des Maitriebes und setzt etwa zu gleicher Zeit mit der Speicherung in der sekundären Rinde und in den Gerbstoffzellen um die Faserbündel ein. Das Maximum wird Mitte Oktober erreicht; die Rinde ist schwarz von Stärke, gerbstofffreie Zellen enthalten mehr als gerbstoffhaltige. Am 29. Oktober ist in den unteren Internodien starke Abnahme erfolgt. Im Dezember ist keine Stärke mehr vorhanden.

Unterschiede in den einzelnen Monaten. Im Juni ist in den jüngsten Internodien bedeutend mehr als im Mai. In der Zone der Streckung steigt d. Stärkemenge noch einmal an und erreicht vor dem Anthocyan und Gerbstoffmaximum ein zweites Maximum. Im Juli ist dieses Maximum auch vorhanden, liegt aber etwas tiefer und fällt mit dem Anthocyanmaximum zusammen. (Wahrscheinlich handelt es sich in beiden Fällen um Assimilationsstärke). Im August ist in den oberen Internodien keine Stärke; nur zugleich mit dem Auftreten von Anthocyan zeigt sich in einem Internodium etwas. Im September ist in den oberen Internodien wie im August keine Stärke; im dritten versteiften Internodium beginnt die Speicherung. Am 15. Oktober ist im ersten messbaren Internodium wenig, im zweiten beginnt die Speicherung. Ende Oktober ist in den oberen Internodien etwas weniger, in den unteren Internodien bedeutend weniger; im Dezember ist keine Stärke vorhanden.

II. Hypodermissschicht.

Stärke tritt zuerst in einzelnen Körnchen in zerstreuten Zellen in den unteren Internodien des Augusttriebes auf, dann erfolgt Zunahme. Am 15. Oktober erscheint in den unteren Internodien bei schwacher Vergrößerung die ganze Schicht schwärzlich. Am 29. Oktober ist in den oberen Internodien mehr, in den unteren bedeutend weniger, im Dezember ist keine Stärke vorhanden.

Phellogen und I. Korkschicht.

Im Mai, Juni und Juli keine Stärke, im August in einem Internodium in einigen

Zellen etwas, im September keine Stärke; am 15. Oktober ist in den meisten Internodien in vielen Phellogenzellen und in den angrenzenden jüngsten Korkzellen etwas Stärke; am 29. Oktober ist in allen Internodien etwas Stärke, jedoch in den unteren Internodien deutlich weniger als am 15. Oktober. Im Dezember ist keine Stärke vorhanden.

Ergebnis.

Die Stärke tritt in der Knospe auf im Mark, in der Markkrone, in der primären Rinde und in der Hypodermis, vom Juni an auch im Primärholz. Das erste Maximum liegt im allgemeinen höher als das erste Maximum des Gerbstoffs. Dann nimmt die Stärke sofort ab. Das erste Minimum wird in den sich stark streckenden Teilen erreicht. Sobald die Internodien ausgewachsen sind, erfolgt wieder Zunahme und Ansteigen zu einem zweiten Maximum und zwar deutlich im Mark (nicht im Mai und Juni, schwach im Juli, deutlich in den folgenden Monaten) etwas weniger deutlich in der Krone (deutlich nur im September), im Primärholz (nicht im Mai und Juni), in der Scheide und in der primären Rinde (nur im Juli deutlich und mit dem Maximum des Anthocyans zusammenfallend).

Dann lässt im Mark die Stärke sofort nach, das Mark stirbt ab. Mit dem Beginn der Faserversteifung und der Verholzung der Krone fällt die Stärke in der Markkrone steil ab und lässt dann auch im Primärholz und in der primären Rinde stark nach. (Zweites Minimum).

Nach dem Beginn der Faserversteifung und nach der Verholzung der Krone beginnt die Stärkespeicherung in der Markkrone und im Primärholz im September, im Holz im Oktober, in der sekundären Rinde im Juni, in der primären Rinde im Oktober. Zuletzt wird Stärke gespeichert: im August in der II. Hypodermissschicht, Mitte Oktober im Phellogen und in der I. Korkschicht. Eine Abnahme erfolgt im Juli in der Scheide. Ende Oktober scheint in den unteren Internodien in der primären Rinde, um die Faserbündel, in der II. Hypodermissschicht und im Phellogen etwas weniger zu sein. Im Dezember ist in der sekundären Rinde und in allen weiter nach aussen liegenden Schichten alle Stärke verschwunden. In der Markkrone, im Primär- und Sekundärholz hat in den oberen Internodien die Stärke stark, in den mittleren und unteren Internodien nur schwach abgenommen.

II. TEIL. DIE BLÄTTER.

1. Anatomische Orientierung.

LITERATUR.

Über die Rosaceen usw. cf. p. 387. - Einige Bemerkungen von Pruneen finden sich bei: WYNEKEN: Zur Kenntnis der Wundheilung an Blättern. (Göttinger Diss. 1908.) SCHULTE: Über die Wirkung der Ringelung an Blättern. (Göttinger Diss. 1912.) GLATZEL: Über das Verhalten der Stärke in sich entwickelnden Blättern. (Göttinger Diss. 1912.)

Fertiges Blatt vom September 1917. Länge 4 cm, Breite 2,7 cm, Stiel 1 cm. Färbung grau-grün mit gelblichem Ton, Spitzen der Zähne dunkelbraun.

Der Hauptnerv in der Mitte der Spreite.

Anatomie: Die untere Epidermis ist starkwandig; über der Epidermis liegt eine Kollenchymschicht. Unter der oberen Epidermis sind etwa 3 Reihen Kollenchym vorhanden. Das untere Nervenparenchym ist locker; mehr nach innen sind die Zellen grösser und liegen dichter als am äusseren Rande. Das Leitbündel wird nach unten und nach den Seiten hin abgegrenzt von den Faserbündeln, deren Anordnung ganz dem Verhalten in der Sprossaxe entspricht. Die Fasern selbst sind, wenigstens soweit sie nach aussen liegen, dickwandig, mit geringem Lumen, jedoch nicht so stark verdickt wie in der Axe. Die Grenze zwischen den einzelnen Bündeln ist nicht immer deutlich ausgeprägt. Im Holz sind verdickte Fasern nicht vorhanden. Zwischen dem

Sekundärholz und der Markkrone liegt das Primärholz sichelförmig eingeschoben. Die Markkronenzellen sind nicht so stark verdickt wie in der Axe und liegen bald in einer, bald in zwei Reihen angeordnet. In der Rille des Leitbündels, über der Markkrone liegen grosse Parenchymzellen, die kleine Interzellularen frei lassen, und an die sich sofort die Kollenchymzellen der Oberseite anschliessen.

Gerbstoff enthalten die Zellen der Epidermis mit ganz vereinzelter Unterbrechungen, Zellen der hypodermalen Kollenchymschicht, die einzeln oder in grösseren Gruppen vereinzelt zwischen den gerbstofffreien Kollenchymzellen liegen, ferner Zellen und Zellgruppen des unteren Parenchyms, besonders in der Nähe des Bündels, die Radial- und Tangentialzellen, die Rinden und Markstrahlen und die Markkrone sowie einzelne Zellen des oberen Parenchyms.

Die Epidermiszellen der Unterseite sind gelbbraun, die der Oberseite heller. Der Inhalt der gerbstoffhaltigen Kollenchymzellen ist auf der Unterseite gelb und heller als in der Epidermis, auf der Oberseite mehr oder weniger wie in der Epidermis. Der Gerbstoff der Parenchym-, der Radial- und Tangentialzellen ist mehr blassgelb, bedeutend weniger konzentriert als in der Sprossaxe. In den Rindenstrahlen haben die mehr runden, nach aussen liegenden Zellen ebenso wie zerstreute Parenchymzellen der sekundären Rinde inhomogenen, blassgrau-gelben, die langgestreckten mehr nach innen liegenden Zellen rötlich-gelben homogenen Inhalt. In den Holzstrahlen liegen nach der Cambiumzone zu die Gerbstoffzellen kontinuierlich, mehr nach dem Primärholz zu nur zerstreut. Die Färbung ist im allgemeinen dunkelbraun, bedeutend dunkler als in der Axe. Sie nimmt von aussen nach innen an Intensität ab und ist in inneren Teilen mehr gelblich. Die Markkrone erscheint braun; die Konzentration ist in einzelnen Zellen verschieden.

Die Stärkescheide ist unter dem Bündel unterbrochen und hat an den Rändern der Bündelrille nur wenig Zellen. Es findet sich ausserdem etwas Stärke in den Basiszellen der Haare, in den Zellen der Mark- und Rindenstrahlen, im Bastparenchym, im Primärholz, im Parenchym über der Markkrone und zuweilen etwas in der ersten Kollenchymreihe unter der oberen Epidermis.

Oxalsaurer Kalk findet sich zerstreut in grossen Drusen und Einzelkristallen am Bündel im Nervenparenchym, weniger zahlreich unter dem Bündel, zahlreicher auf den Rändern und im Innern der Rille. Kleinere Drusen sind seltener und finden sich sowohl im Parenchym als auch in der sekundären Rinde. Die Basiszellen der Haare sind verholzt. Im Stiel ist nur ein Bündel vorhanden.

Anthocyan tritt nur in der primären Rinde des Stiels auf und findet sich besonders über den Höckern der Bündelrille.

Die übrigen Teile der Spreite.

Das Blatt besteht aus 8 Schichten, davon sind in der Regel 2, seltener 3 Zellreihen Palisadengewebe. Gerbstoff zeigen, wenn man von dem Nervengewebe absieht, Parenchymzellen nur da, wo die Nebennerven von den Hauptherven abzweigen und gewisse Epidermiszellen. Die Gerbstoffzellen der Epidermis liegen in Reihen über und unter, und in Fleckenarealen zwischen den Nerven. Die Flecken sind regellos zerstreut; auf der Blattunterseite liegen sie besonders um die Spaltöffnungen herum; sie umgeben die Spaltöffnung entweder ganz oder lassen Stellen der Umgebung - in der Regel nur eine einzige Zelle - frei. Die Schliesszellen selbst sind meistens gerbstofffrei oder auch in einzelnen Fällen blass-gelblich. Am intensivsten ist die Färbung der Epidermis über den grossen Bündeln.

Stärke tritt im assimilierenden Gewebe, besonders aber im Schwammparenchym auf. Nach der Spitze und den Blatträndern zu liegt weniger. Stärke in grösseren Körnchen ist auch in den Schliesszellen der Unterseite vertreten und in sehr charakteristischer Weise angeordnet. Aber auch sonst findet sich feinkörnige Stärke in einigen Epidermiszellen der Unterseite.

Schnitt durch ein Zähnchen eines ausgewachsenen
Blattes vom September 1918.

Die Epidermiszellen des Zähnchens sind lang nach aussen gestreckt. Darunter

liegt parenchymatisches Gewebe. Der Inhalt der Epidermiszellen ist homogen, gelb; das parenchymatische Gewebe ist teils homogen rotbraun, teils inhomogen schwärzlich. Die Epidermiszellen der Blattunterseite zeigen in der Nähe des Zähnchens eine intensivere Färbung; die Epidermiszellen des Blattrandes sind in der Nähe der Zähnchen rotbraun.

2. Die Entwicklung der Blätter.

Einzeluntersuchungen.

Untersucht wurden auf Gerbstoff und Stärke die Triebe vom 18. Mai, 3. Juni, 9. Juli, 16. August, 14. September, 15. Oktober 1918.

An anderen Trieben vom 9. Juli, 16. August, 30. September und 15. Oktober 1918 wurde die SACHSsche Methode angewandt.

Der Verlauf der Anthocyanfärbung wurde an einem Triebe vom 1. September 1919 festgestellt.

Sämtliches Material stammte aus der Kaiserallee. Morphologisches vergl. S. 390.

18. Mai. Zur Entwicklung: In der Knospe sind etwa 4 - 5 Blätter vorhanden; die jüngsten sind im Hauptnerv zusammengefaltet. Haben sie etwa die halbe Grösse erreicht, so beginnen sie, sich von der Spitze her zu öffnen. Etwa bis zu Dreiviertel ausgewachsene Blätter sind vollständig ausgebreitet.

19. Blatt. Die Epidermis hebt sich im ganzen Blatte von dem übrigen Gewebe ab. Das untere Nervenparenchym besteht aus 2, die Spreite aus 6 Zellreihen.

18. Blatt. Die Spreite besteht aus 8 Schichten. Es treten deutlich Interzellularen im Nervenparenchym und über der untersten Mesenchymschicht der Spreite auf.

16. Blatt. Die Nebenblättchen sind vollständig ausgebildet. Im Nerv liegen zwei fertige Gefässe hintereinander.

15. Blatt. Es treten deutlich Nebennerven zweiter und dritter Ordnung auf.

12. Blatt. Epi- und Hypodermis der Nervunterseite sind mehr verdickt und zwar am stärksten unterhalb des Bündels.

11. Blatt. Die obere Palisadenschicht beginnt sich zu strecken.

6. Blatt ausgewachsen.

5. Blatt. Allgemein etwas derber, Die Fasern sind noch nicht verdickt.

Gerbstoff: Lupe. Allgemeine Färbung der Blätter 17 - 9 weiss-gelb, 8 - 1 grün-gelb mit Übergängen. Die Nerven der Blätter 17 - 12 sind ± braun. Die Bräunung nimmt von den jüngeren Blättern nach den älteren hin ab. In den unteren Blättern haben sich nur die Hauptnerven auf der Oberseite schwach grau-gelb ab. Zwei Nektarien von schwach brauner Färbung sind am ersten, ein intensiv dunkelbraunes am siebenten Blatte vorhanden. Die Zähnchen der Haupt- und Nebenblätter sind dunkelbraun.

Bei schwacher Vergrößerung erscheinen die jüngsten, eben messbaren Blätter grau mit braunem Hauptnerven und dunkelbrauner Spitze. In etwas älteren Blättern treten auch braune Zellreihen über und unter den Nebennerven und zerstreute braune Epidermiszellen zwischen den Nerven auf. Die Zähnchenfärbung beginnt von der Spitze der Blätter her und setzt gleich nach dem ersten Auftreten von Gerbstoffzellen in der Spreite ein. Die Zähnchen sind zunächst gefärbt wie die Gerbstoffzellen der Epidermis, aber schon in den nächstfolgenden Blättern sind sie bedeutend dunkler und intensiver braun. Das Maximum der Zähnchenfärbung liegt in den sich stark streckenden Blättern. Die Zähnchen der im Mai angelegten Blätter sind weniger intensiv gefärbt als die der später entstandenen.

Der Hauptnerv. 19. Blatt. Gerbstoff tritt auf in der unteren Epidermis und zwar nur unter, nicht neben der Bündelanlage, ferner in den Markkronenzellen. In der unteren Epidermis liegen im Querschnitt immer 2 - 3 Gerbstoffzellen nebeneinander und dann etwa ebenso viele gerbstofffreie dazwischen.

18. Blatt. Einige Hypodermiszellen der Nervunterseite sowie die Radial- und Tangentialzellen zeigen ebenfalls Gerbstoff. Die Gerbstoffzellen der unteren Epidermis reichen weiter um den Nerv herum. Der Gerbstoff in der Hypodermis zeigt gleiche Färbung wie in der Epidermis. Die Konzentration in den Parenchymzellen ist geringer, in den Markkronenzellen stärker als in der Epi- und Hypodermis. Allgemein

hat die Konzentration von 19 gegen 18 bedeutend zugenommen.

In den folgenden Blättern erfolgt weitere Zunahme. Das Maximum in Epidermis, Hypodermis und Markkronenzellen wird in 17, in den Parenchym-, Radial- und Tangentialzellen in 16 erreicht. Dann tritt ein Nachlassen des Gerbstoffs ein. Die Färbung wird allgemein mehr gelblich. Nur in der Markkrone nimmt der Gerbstoff eine mehr rotbraune Färbung an und erreicht in 13 noch einmal ein Maximum. Es liegen hier grössere, dunkle Gerbstoffaggregate in d. Zellen. Die Gerbstoffzellen der Hypodermis nehmen an Zahl nicht mehr zu, liegen stets einzeln oder zu zweit nebeneinander und werden durch gerbstofffreie Zellen immer weiter auseinandergetrennt. In der Epidermis liegen die Verhältnisse umgekehrt; hier werden die gerbstofffreien Zellen immer mehr auseinandergeschoben. Bei den Spaltöffnungen sind die Schliesszellen gerbstofffrei; die anschliessenden Epidermiszellen haben oft konzentrierteren Inhalt als die Epidermiszellen der weiteren Umgebung. In der Regel sind auch an den Atemhöhlen in der Hypodermis Gerbstoffzellen vorhanden.

In 12 tritt ein starkes Nachlassen des Gerbstoffs ein. Die Zellen der Epidermis und Hypodermis werden heller und heller und erreichen in 7 das Minimum ihrer Konzentration. In den ersten ausgewachsenen Blättern 6 und 5 nimmt der Gerbstoff noch einmal deutlich zu und wird mehr gelbbraun. Am deutlichsten ist die Abnahme in 12 in den Radial- und Tangentialzellen; der Inhalt wird körnelig und mehr oder weniger grau; in den folgenden Blättern ist hier keine Färbung mehr zu erkennen.

In den Markkronenzellen lässt der Gerbstoff etwas später nach und schwindet auch hier bis auf geringe, grau-gelbe Reste.

Das allgemeine Minimum liegt in 7. Der Gerbstoff in der unteren Epidermis ist hellgelb, in der Nähe der Spaltöffnungen nur wenig dunkler. In den Parenchym-, Radial- und Tangentialzellen ist er fast ganz geschwunden. Nur in den Markstrahlen in der Cambiumzone - und zwar in den Seitenteilen des Bündels - sind einzelne Zellen mit schwach gefärbtem grau-grünem Inhalt neu aufgetreten. In 5 liegen in allen Strahlen bald mehr im Holz, bald mehr in der sekundären Rinde 1 - 2 solcher Zellen, die durch gerbstofffreie Zwischenzellen von einander getrennt sein können; der Inhalt ist grau bis orangegelb, seltener schwärzlich. In abzweigenden Nebenerven können diese Gerbstoffzellen zahlreicher sein und konzentrierteren Inhalt haben. Ausserdem treten im Hauptnerv in der sekundären Rinde vereinzelte, schwachgefärbte, gelbliche Zellen auf.

Mit der Öffnung des Blattes tritt in die sich streckenden Epidermiszellen der Nervoerseite Gerbstoff auf; er ist in 9 hellgelb, in 8 etwas konzentrierter (hier haben auch zwei kleinere Zellen der obersten Hypodermissschicht den gleichen Inhalt). Zu bemerken ist, dass der Gerbstoff in der oberen Epidermis nur in Zellen auftritt, die von vornherein über den Nerven liegen, nicht in solchen, die ihren Ursprung von Spreitensellen genommen haben.

Die Konzentration in der oberen Epidermis nimmt zunächst etwas zu und erreicht in 7 die Konzentration der unteren Epidermis.

Die Oberfläche der Blätter.

a) Blattunterseite.

Im Hauptnerv liegen in den jüngsten Blättern die meisten Gerbstoffzellen an der Basis des Blattes; nach der Spitze zu erfolgt relative Abnahme der Zahl und der Konzentration. Es sind etwa ebensoviel gerbstofffreie wie Gerbstoffzellen vorhanden. Die Gerbstoffzellen bilden zunächst zusammenhängende Areale, meistens Zellreihen in der Längsrichtung des Blattes; die Reihen treffen sich und gehen wieder auseinander; zwei Zellreihen mit Gerbstoff können nebeneinander verlaufen. Zuweilen bilden die Gerbstoffzellen mehr oder weniger elliptische Areale, in denen dann später die Spaltöffnungen auftreten. In den älteren Blättern erfolgt relative Zunahme der Gerbstoffzellen. Das Maximum der Konzentration wird in 17 erreicht.

An den Nebenerven (NN) zeigt sich in 19 und 18 noch kein Gerbstoff. In den folgenden Blättern treten nur unter den NN vom Hauptnerv bis etwa zur Mitte der Spreite zerstreute Gerbstoffzellen auf, die teils einzeln, teils in Gruppen zu

2 und 3 nebeneinander liegen. Die Färbung ist gelb mit grünlichem Ton. In den älteren Blättern reichen die Gerbstoffzellen immer näher an den Blattrand heran und lassen durch ihre Lage auch die Abzweigungen der Nebennerven zweiter Ordnung erkennen. Unter den NN erster Ordnung liegt hier ein breiter Streifen von Gerbstoffzellen. Der Inhalt ist braun geworden. Die Konzentration nimmt vom Hauptnerv nach den Nervenenden zu ab. Ganz nach der Spitze zu, nahe am Hauptnerv liegt eine Anzahl von Gerbstoffzellgruppen, die sich an Spaltöffnungen anlehnen und diese mehr oder weniger umschliessen. Die Konzentration in solchen Gerbstoffzellen ist etwas stärker als in den Gerbstoffzellen der Umgebung.

Dann erfolgt weitere Verzweigung der Gerbstoffzellreihen. Die Gerbstoffzellen über den Hauptnerven liegen dichter. Die Konzentration nimmt zu.

Von 16 an treten zerstreute Flecken mit wechselnder Zellenzahl zwischen den Nerven auf; die Konzentration ist hier meistens geringer als in den übrigen Gerbstoffzellen. Nach der Spitze zu, im oberen Viertel der Blätter nimmt mit dem Wachs-tum nicht nur die Zahl der Spaltöffnungen zu, sondern auch die Zellenzahl der sie begleitenden Flecken.

Das Maximum des Gerbstoffs wird für die Nerven in 12 und 13, für die Flecken in 10 erreicht. In den folgenden Blättern nimmt nicht nur die Konzentration sofort ab, sondern es sind auch relativ weniger Gerbstoffzellen vorhanden.

8. Blatt. Starkes Nachlassen der Konzentration, am deutlichsten in der Spitzenregion; die Zahl der Gerbstoffzellen unter den Nebennerven ist bedeutend geringer als in 9.

In 7 sind an den NN kaum noch Gerbstoffzellen zu erkennen; auch an den Spaltöffnungen ist der Gerbstoff geschwunden; nur in den Basispartien sind noch einzelne Flecken vorhanden, in 6 fehlen auch diese.

b) Blattoberseite.

Der Gerbstoff tritt über und unter den Nerven zugleich auf.

15. Blatt. Im Vergleich zur Blattunterseite sind über den Nebennerven erster Ordnung weniger Gerbstoffzellen vorhanden; sie sind nicht in so breiter Bahn angelegt, liegen mehr in Reihen und haben etwas dunkleren Inhalt. Die Flecken sind zahlreicher und umfassen mehr Zellen. Auch hier ist der Gerbstoff über den Nerven konzentrierter als in den Flecken. In den folgenden älteren Blättern können grössere Flecken direkt neben den Nerven liegen, ohne dass über den Nerven sich Gerbstoffzellen befinden— die Stoffzellen über den kleineren Nerven sind gleich in grösseren Zellkomplexen als auf der Unterseite angelegt; es ist durchaus nicht immer aus der Lage der Zellen die Richtung des Nerv zu erkennen. Bei der weiteren Entwicklung wird dann die Färbung deutlich dunkler, die Zwischenflecken allgemein zahlreicher als auf der Unterseite. Das Maximum liegt in 13; die Zahl der Gerbstoffzellen ist über den Nebennerven geringer als unter ihnen, die Konzentration ist jedoch oben stärker. Die Konzentration in den Flecken nimmt auf der Oberseite früher ab als auf der Unterseite.

8. Blatt. Nur noch ganz wenig hellgelbe Zellzüge sind auf den Nerven vorhanden. Die Fleckenfärbung ist nur schwachgrau.

6. Blatt. Nur hier und da auf grösseren Nerven kleine Flecken.

S t ä r k e.

17. Blatt. Ziemlich viel Stärke in grösseren Körnchen in allen Schichten des Parenchyms der Nervunterseite. Die Gerbstoffzellen sind ohne Stärke. Die äusseren Schichten haben die meiste Stärke. Nach innen zu nimmt sie etwas ab. Der Stärkegehalt der unteren Epi- und Hypodermis lässt beim Übergang in die Spreite allmählich nach. Im Mesophyl der Spreite ist überall feinkörnige Stärke vorhanden. Ein dunkler Streifen zeigt sich in der Palisadenanlage; in den darunter liegenden Zellschichten ist deutlich weniger, in den unteren Mesophyllschichten wieder etwas mehr als in der Mitte vorhanden. Die Epidermis ist ohne Stärke. Das Maximum liegt im Nerv in 17, in der Spreite in 13.

13. Blatt. In der unteren Nervenhypodermis sind nur wenige Körnchen in einzelnen Zellen, deutlich nur an den Übergangsstellen in die Spreite. Im Nervenparen-

chym hat die Stärke gegen 17 nur erst wenig abgenommen. Die Stärke in größeren Körnchen bricht im Parenchym da, wo die Spreite ansetzt, ziemlich unvermittelt ab. Im oberen Nervenparenchym, besonders in der Hypodermis, tritt deutlich kleinkörnige Stärke auf. Einzelne grössere Körnchen liegen im Primärholz direkt unter der Markkrone. Die Spreite erscheint bei schwacher Vergrößerung gelb mit einem schwarzen Streifen in den Palisadenschichten und grauer Tönung im unteren Schwammparenchym. Es liegt grobkörnige Stärke in den Palisaden und etwas feinkörnige in den beiden untersten Mesophyllschichten; in den mittleren Schichten ist am wenigsten vorhanden.

12. Blatt. Starkes Nachlassen. Auf der Nervunterseite sind nur in Schliesszellen und einigen Hypodermiszellen am Übergang von Nerv in Spreite einige Körnchen vorhanden. Im unteren Nervenparenchym ist nur in wenigen Scheidenzellen Stärke in größeren Körnchen. Im übrigen ist im Nerv keine Stärke. In der Spreite ist nur in den Palisaden die Stärke deutlich, in den übrigen Mesophyllschichten liegt nur ganz wenig.

In den folgenden Blättern lässt die Stärke auch in den Palisaden nach. Im Schwammparenchym ist nichts, im Nerv nur in einzelnen Zellen der Schneide etwas.

8. Blatt. Minimum. Mit Sicherheit ist nirgends Stärke nachzuweisen.

7. Blatt. Es erfolgt starkes Ansteigen im Nerv. Deutliche Mengen liegen in Scheidenzellen, mehr oder weniger etwas in allen Parenchymzellen der Unterseite mit Ausnahme der Gerbstoffzellen. In der Spreite ist nur in Schliesszellen etwas Stärke.

6. Blatt. Zunahme. Größere Körnchen treten im Parenchym der Nervoberseite, im Primärholz und in den inneren Partien der Holzstrahlen auf. Die meiste Stärke liegt in der Scheide der Unterseite. - im Schwammparenchym ist in der Nähe des Hauptnervs etwas, weiter vom Hauptnerv weg mehr Stärke.

5. Blatt. Starke Zunahme. Unterhalb des Bündels ist ausserhalb der Stärkescheide nichts vorhanden; an den Seiten tritt Stärke in den Nervenparenchymzellen auf, und füllt mehr nach der Spreite zu schliesslich alle Zellen zwischen der Hypodermis - und der Stärkescheide aus. An den Übergangsstellen in die Spreite ist auch in den unteren Hypodermiszellen etwas vorhanden. Ferner findet sich Stärke in den Rindenstrahlen, in Parenchymzellen der sekundären Rinde und in den Markstrahlen; die seitlichen Markstrahlen haben weniger als die unteren. Alle Zellen der Nervoberseite mit Ausnahme der Epi- und Hypodermiszellen sind mit Stärke angefüllt.

In der Spreite findet sich sehr viel in den unteren Mesophyllschichten; im Palisadengewebe ist im allgemeinen bedeutend weniger als im Schwammparenchym; nur am Hauptnerv findet sich in allen Mesophyllschichten gleich viel.

Übersicht: In den jüngsten Blättern im Nerv Stärke, besonders im Parenchym, in der Spreite, besonders in den Palisaden. Maximum der Stärke im Nerv in 17 (Maximum des Gerbstoffs in 17 und 16) Maximum der Stärke in Spreite in 13 (Maximum des Gerbstoffs in 13). Maximum der Stärke in 8 (Minimum des Gerbstoffs im Nerv in 7, in Spreite 6). Der Gerbstoff nimmt nur in der Epidermis und in den Strahlen zu (in 7 und 6). Die Stärke steigt im Nerv an in 7, aber in der Spreite in 6.

Morphologisches vergl. S. 390.

3. Juni. Zur Entwicklung: Etwa vom 11. Blatt an sind die Blätter weiter entwickelt als im Mai.

11. Blatt. Epi- und Hypodermis der Nervunterseite sind stark verdickt.

7. Blatt. Die endgültige Verdickung der Markkrone und der nach aussen liegenden Bastzellen ist eingetreten.

2. Blatt. Ist nicht zur normalen Grösse entwickelt.

Gerbstoff. Die noch nicht ausgewachsenen Blätter sind im Juni mehr braun als im Mai, die ausgewachsenen bedeutend dunkler, mehr braungelb als im Mai.

a) Nervenfärbung und Fleckung der Blattunterseite.

In den jüngsten Blättern liegen die Verhältnisse wie im Mai; nur ist die Färbung im Juni bedeutend intensiver und mehr braun. Der Abfall der Nervenfärbung ist nicht so steil. Im 13. Blatt sind die Nebennerven noch ganz gelbbraun; im entsprechenden Maiblatt war sowohl die Zahl der Gerbstoffzellen als auch ihre Konzentra-

tion bedeutend geringer. Mit zunehmendem Alter nimmt die Nervenfärbung ab. Mit der Lupe betrachtet erscheinen die Nerven der jüngeren Blätter bräunlich, die der Älteren mehr weissgrau. Die Verzweigungsstellen der Unterseite bleiben länger intensiv gefärbt. Bei genauer Untersuchung erscheinen die Nebennerven erster Ordnung stets braun, während im Mai in den Blättern 1 - 10 die Färbung geschwunden war. - Die Färbung der Nebennerven höherer Ordnung schwindet in 7. - Ein so starkes Schwinden der Färbung wie im 6. Mai-Blatte tritt im Juni nicht ein.

Im 11. Blatt sind die Flecken klein, intensiv gelb; langgestreckte Flecken liegen zuweilen quer über den Nerven. In den folgenden Älteren Blättern liegen die Flecken weniger dicht, die Konzentration lässt nach. Nur in 9 erfolgt noch einmal ein Ansteigen der Konzentration. In 5 sind sehr viel weniger Flecken vorhanden; die Färbung ist bei schwacher Vergrösserung kaum zu erkennen. Die meisten Spaltöffnungen sind ohne Gerbstoffzellen. In zweien fehlen die Flecken ganz; hier und da sieht man kleine Tröpfchen, die im Schwammparenchym liegen.

b) Nervenfärbung und Fleckung der Blattoberseite.

In den jüngsten Blättern sind zwischen dem Mai- und Junitriebe dieselben Gegensätze vorhanden wie auf der Blattunterseite. Über den Nerven erfolgt zunächst die Abnahme der Färbung wie im Mai. Das Minimum liegt in 12 (fast ausgewachsen), die Färbung ist intensiver als im Minimum des Maitriebes. Die Nebennerven erster Ordnung erscheinen bei stärkerer Vergrösserung braungelb, die Nebennerven höherer Ordnung sind sehr viel heller und haben mehr gerbstofffreie Zellen.

In den folgenden Älteren Blättern erfolgt eine Zunahme der Konzentration, die im Mai noch nicht eingetreten war. Es sind in der Regel die grösseren Nerven braun, die kleineren zeigen nur bei stärkerer Vergrösserung gelbe bis gelbbraune Flecken, die besonders an den Verzweigungspunkten intensiv gefärbt sind. Das Maximum liegt in 7, 6 und 5. - Schon bei Lupenvergrösserung erscheinen die grösseren Nerven braun bis dunkelrotbraun. In den Ältesten Blättern, die nicht die normale Grösse erreicht haben, ist weniger Gerbstoff.

Auch für die Flecken liegt das Minimum in 12. Im Gegensatz zu dem Minimum im Mai, wo die Fleckung gänzlich fehlt, sind hier schwache Flecken über das ganze Blatt zerstreut. In den folgenden Älteren Blättern treten intensivere Flecken auf; sie sind schon bei schwacher Vergrösserung deutlich zu erkennen und liegen bald über das ganze Blatt verstreut, bald nur auf einer Blatthälfte, bald nur in einem Streifen am Hauptnerv. - Das Maximum liegt in 8 und 10.

9. Blatt. Die Flecken liegen über das ganze Blatt zerstreut; am Hauptnerv liegen sie dichter und sind intensiver gefärbt als nach dem Blattrande zu.

8. Blatt. An der Basis liegen grössere Flecken. Von der Mitte nach der Spitze zu erfolgt starke Abnahme der Fleckenzahl. In den Älteren Blättern ist die Fleckung geringer. Das Minimum liegt in den Ältesten normalen Blättern 5 und 4; es sind hier keine Flecken zu erkennen. In 2 sind einzelne grössere Flecken vorhanden. Ausserdem erkennt man bei stärkerer Vergrösserung über das ganze Blatt verstreut gelbe Tröpfchen. Es sind dies die Gerbstoffzellen der Palisadenschicht.

c) Der Hauptnerv.

In den jüngsten Blättern ist die Verteilung des Gerbstoffs $\pm$ wie im Mai, nur treten im Juni in der unteren Hypodermis mehr Gerbstoffzellen auf. Die Konzentration ist im Juni bedeutend stärker als im Mai. Die Abnahme erfolgt wie im Mai in der Zone des starken Wachstums, erstreckt sich jedoch über mehr Blätter als im Mai. Im Gegensatz zum Mai tritt schon in noch geschlossenen Blättern in der oberen Epidermis Gerbstoff auf. Er zeigt sich hier zuerst in 18 (0,5 cm). Die Färbung ist gelb mit grünlichem Ton, am wenigsten intensiv in der Mitte der Nervenrinne, nach den Seiten zu etwas intensiver. Es schliessen sich Gerbstoffzellen der Spreite mit weniger konzentriertem Inhalt sofort an. Mit dem Alter der Blätter nimmt die Konzentration zu. Das Maximum wird vor der vollständigen Öffnung in 15 erreicht. In 13 ist der Inhalt nur noch wenig konzentriert und steigt dann in den folgenden Blättern wie im Mai wieder an. Im Mai traten vom 11. Blatt an die Gerbstoffzellen

der unteren Hypodermis in ihrer Färbung mehr zurück. Im Juni bleibt der Inhalt von derselben Konzentration wie in der Epidermis. Während im Mai der Gerbstoff an den Zellen des Parenchyms, der Radial- und Tangentialzellen gänzlich schwindet, enthalten diese Zellen im Juni in der Zone des Minimums (11. Blatt) noch immer geringe inhomogene Gerbstoffmassen. Von 10 an nimmt der Gerbstoff in den Parenchym-, Radial- und Tangentialzellen etwas, in den Rinden- und Markstrahlen, der Markkrone und den anstossenden, langgestreckten Parenchymzellen stark zu. Der Inhalt der unteren Epi- und Hypodermis erscheint in 10 etwas intensiver als in 11 und ändert sich in den folgenden Blättern nur wenig.

Die Gerbstoffzellen in den Mark- und Rindenstrahlen nehmen vom Cambium aus zu, treten aber später auch in älteren Partien des Holzes und Bastes auf. Die Konzentration in den einzelnen Zellen nimmt in den älteren Blättern stark zu, die ältesten kleinen Blätter zeigen etwas abweichende Färbung.

7. und 5. Blatt. Der Inhalt der Parenchym-, Radial- und Tangentialzellen besteht in der Regel nur aus inhomogenen, grauen oder gelben Massen, nur zuweilen sind Radialzellen ganz von Gerbstoff ausgefüllt.

In der sekundären Rinde liegen zerstreute Parenchymzellen mit gelbem oder graugelbem Inhalt. In den Holz- und Rindenstrahlen ist die Färbung allgemein rot- bis schwarzbraun, im älteren Holz mehr gelblich. Sehr viele gerbstofffreie Zellen liegen zerstreut zwischen den Gerbstoffhaltigen. Der Inhalt der Markkronenzellen erscheint homogen gelb bis gelbbraun.

2. Blatt. In der unteren Epi- und Hypodermis ist etwas weniger, in den Parenchym-, Radial- und Tangentialzellen nur eine schwachgraue Tönung vorhanden. In der sekundären Rinde liegen weniger Gerbstoffzellen. Der Inhalt der Rindenstrahlen ist gelb, der der Markstrahlen rotbraun. In den älteren Teilen der Markstrahlen herrscht stärkere Konzentration als in 7.- In allen Markkronenzellen ist der Inhalt hell blassgelb. In der Epidermis der Blattrille ist eine einzelne Zelle mit rotbraunem Inhalt etwas über die anderen Epidermiszellen vorgewölbt.

S t ä r k e.

In den jüngsten Blättern ist die Verteilung $\pm$ wie im Mai; im unteren Mesophyll etwas mehr als im Mai. Nach Überschreiten der ersten Maxima (Nerv 20, Spreite 18) erfolgt die Abnahme steiler als im Mai. Im Minimum (13) ist etwas Stärke in der Scheide, während im Mai nichts vorhanden war. In den älteren Blättern zeigt die Stärke im Nerv gegenüber dem Mai keinen Unterschied. In der Spreite sind die ersten ausgewachsenen Blätter schwarz von Stärke. In den folgenden Blättern schwindet sie langsam in den verschiedenen Blattregionen und zwar besonders in den Palisaden; nahe am Nerv ist stets viel vorhanden. In 2 ist mehr Stärke im Schwammparenchym als in 4.

Morphologisches vergl. S. 390:

9. Juli. Zur Entwicklung:

10. Blatt. Beginn der Faserversteifung. Rechts und links vom Bündel an der Stärkescheide sind einige Fasern wenig, aber deutlich verdickt.

8. Blatt. Dieselben Fasern sind stärker verdickt; verdickte Fasern treten auch mehr unterhalb des Bündels auf.

4. Blatt. Verdickte Fasern reichen ganz um das Bündel herum und sind meistens einreihig, seltener bündelförmig angeordnet. Die Verdickung der einzelnen Fasern ist sehr verschieden. Zum Teil ist nur noch ein ganz geringes Lumen vorhanden.

Gerbstoff.

Die noch nicht ausgewachsenen Blätter sind etwas heller, die ausgewachsenen mehr braun als im Juni.

a) Nervenfärbung und Fleckung der Blattunterseite.

In den jüngsten Blättern liegen unter den Nebennerven höherer Ordnung mehr Gerbstoffzellen. Die Zwischenflecken sind zahlreicher und grösser als im Juni. Dagegen erscheint die Konzentration der Nerven und Flecken geringer. In 24, 23

und 22 ist im allgemeinen die Färbung der Nebennerven weniger intensiv als im Juni, aber die Flecken traten sehr viel deutlicher hervor.

In den ausgewachsenen Blättern ist der Verlauf der Nervenfärbung im grossen und ganzen wie im Juni. Haupt- und Nebennerven sind in 19 gelbbraun, in 2 und 3 graugelb. Die dazwischen liegenden Blätter bilden mit geringen Schwankungen die Übergänge. Nur in 17 - 14 sind die Nebennerven, besonders diejenigen erster Ordnung intensiver gefärbt als in den jüngeren und älteren Blättern. Die Zahl der Gerbstoffzellen ist unter den Nebennerven in älteren Blättern geringer als in jüngeren. Es sind in den jüngeren Blättern von vorneherein mehr Gerbstoffzellen angelegt. Ein Vergleich von Blättern in gleicher Entwicklungsstufe des Juni- und des Julitriebes zeigt, dass die Juniblätter zwar intensivere Färbung unter den Nebennerven erster Ordnung haben, aber weniger und weniger zusammenhängende Flecken unter den Nebennerven höherer Ordnung. In den älteren Blättern hat auch die intensivere Färbung an den Verzweigungsstellen der Nerven nachgelassen.

Die Flecken der Unterseite in den ausgewachsenen Blättern sind wie im Juni mit der Lupe kaum zu erkennen. In ihrer Entwicklung zeigt sich gegenüber dem Junitriebe ein deutlicher Unterschied. Schon in 19 (fast ausgewachsen) werden die Flecken etwas dunkler. In 17 ist die Färbung noch intensiver, und die Flecken sind zahlreicher. In den folgenden Blättern schwankt die Fleckung etwas. In der Regel ist die ganze Fläche dicht mit kleinen Flecken besetzt. Die Färbung ist nach dem Blattrande zu intensiver als in der Zone des Hauptnervs. Das Maximum der Fleckung liegt in 15. In 7 heben sich die Flecken nicht mehr so deutlich ab; in 4 sind bei schwacher Vergrösserung nur vereinzelt zu erkennen. Bei stärkerer Vergrösserung erscheinen sie in der Nähe der Hauptnerven nicht selten, sind aber von ganz geringer Konzentration. Nach dem Blattrande zu sind sie auch hier intensiver gelb. In 2 treten die Flecken nur hier und da vereinzelt auf; zuweilen zeigen sich kleine Areale von Gerbstofftropfen im Schwammparenchym.

b) Nervenfärbung und Fleckung der Blattoberseite.

In den jüngsten Blättern ist wie auf der Unterseite die Konzentration geringer als im Juni; die Flecken sind bedeutend zahlreicher und sehr viel grösser. Die Gerbstoffzellen auf dem Nebennerv sind weniger in Reihen angeordnet, sondern liegen mehr in breiten, unregelmässigen Arealen.

Das Minimum der Nervenfärbung liegt im eben ausgewachsenen Blatte. Dann erfolgt wie im Juni Zunahme. Allgemein ist die Nervenfärbung etwas geringer als im Juni. Das Maximum liegt in 4. In den älteren Blättern ist die Braunfärbung etwas geringer.

Das Minimum der Fleckung liegt in jüngeren Blättern als im Juni bereits in 22. Es ist viel weniger deutlich ausgeprägt als im Juni. Das Maximum liegt in 9 - 15; die Verhältnisse liegen wie im Maximum des Junitriebes. Im Juni sind in den ältesten Blättern keine Flecken, im Juli stets Flecken am Hauptnerv. In 2 treten in grösseren Arealen Gerbstoffzellen zwischen dem Palissadengewebe auf.

c) Der Hauptnerv.

In den jüngsten Blättern ist die allgemeine Färbung etwas weniger intensiv als im Juni. Die Gerbstoffzellen der unteren Hypodermis sind zahlreicher; es sind hier mehr Gerbstoffzellen als gerbstofffrei vorhanden, während im Juni das Verhältnis umgekehrt lag.

In der Zone der Blattstreckung fällt im Juli der Gerbstoff in den Parenchym-, Radial- und Tangentialzellen steiler ab, in den Markkronenzellen hält er sich konzentrierter als im Juni.

Die Periode des Minimums erstreckt sich im Juli über mehr Blätter als im Juni; in der Markkrone wird ein so starkes Minimum garnicht erreicht. Dann erfolgt Zunahme wie im Juni. 17 entspricht etwa dem 11. Juniblatte. Im Juli ist etwas weniger in den Parenchym-, Radial- und Tangentialzellen, etwas mehr in der Markkrone. Von 17 - 15 erfolgt eine solche Zunahme der Konzentration in den Parenchym-, Tangential- und Radialzellen, Rinden- und Markstrahlen und in der Markkrone, wie sie

im Juni selbst im Maximum nicht erreicht wird. In den folgenden älteren Blättern tritt dann weitere Zunahme der Konzentration ein. Das Maximum liegt in 4. Das allgemeine Bild ist wie im Juni, nur ist die Färbung intensiver. In 2 ist die Färbung heller und gelber als in 4.

S t ä r k e.

In den noch nicht ausgewachsenen Blättern liegen die Verhältnisse mehr oder weniger wie im Juni. Im Minimum (22) ist auffallenderweise etwas Stärke in der oberen Epidermis der Spreite. Bei schwacher Vergrößerung erscheint hier ein deutlich schwarzer Streifen.

In den ausgewachsenen Blättern ist im allgemeinen im Nerv die Scheide deutlicher ausgeprägt und hat mehr Stärke als im Juni. Vom Maximum im Nerv nach den älteren Blättern erfolgt im Juli weniger steiler Abfall als im Juni. 8. Juliblatt etwa = 5. Juniblatt. In den älteren Blättern tritt weitere starke Abnahme ein.

2. Blatt. In der sekundären Rinde ist keine Stärke zu erkennen, im Holz und in den Holzstrahlen finden sich nur einzelne Körnchen. Wenige Körnchen liegen auch in einzelnen Parenchymzellen unter der Markkronen. In der Spreite lassen sich gegenüber dem Junitriebe keine auffallenden Unterschiede aus den Querschnitten erkennen. Das zweite Maximum liegt in 7 (im Juni in 5); 4 und 2 enthalten etwas mehr Stärke als in 7. Es tritt gegenüber dem Junitriebe etwas mehr Stärke in der zweiten Palissadenschicht auf.

Makroskopische Untersuchung auf Stärke am 9. Juli.

Der Trieb ist vormittags bei hellem Wetter abgeschnitten und nach der Methode von SACHS behandelt. Länge 50 cm, Zahl der sichtbaren Blätter 29.

Das 23. Blatt beginnt sich zu öffnen, das 18. ist ausgewachsen. Das 18. Internodium beginnt sich zu versteifen. Die untersten Blätter 1, 2 und 3 haben die normale Grösse nicht erreicht.

In den jüngsten Blättern ist die Oberseite intensiv schwarzblau. Auf der Unterseite überwiegt ein gelbbrauner Ton, der besonders an den Nerven auftritt. Zwischen den Nerven herrscht eine mehr bläuliche Färbung. Das erste Maximum der Blaufärbung liegt in 25 (1,1 cm), bevor die Blätter sich öffnen. 24 (1,6 cm) ist auf der Oberseite an der Spitze schon etwas braun. In 23 nimmt auf der Unterseite die Blaufärbung etwas ab, auf der Oberseite überwiegt der blaue Ton nur noch an der Basis; nach der Spitze zu ist das Blatt mehr weisslich gelb. In 22 (2,5 cm) wird auf der Ober- und Unterseite das Minimum erreicht. Die allgemeine Färbung ist auch auf der Oberseite braungelb mit blauem Ton; zwischen den Nerven liegen blaue Streifen. Die Oberseite ist etwas mehr blau als die Unterseite. - In den folgenden älteren Blättern nimmt die Stärke zu. 19, 18 und 17 sind auf der Ober- und Unterseite intensiv schwarzblau. Das Maximum liegt in 18 und 17, die ausgewachsen, aber noch nicht versteift sind, die Hauptnerven der Unterschiede sind blaugrün, die Nebennerven blau.

16 und 15 haben auf der Unterseite die gleiche Färbung wie 17, aber die Oberseite ist heller und hat einen mehr grünlichen Ton.

14. Blatt. Gelbgrüner Ton auf der Unterseite in der Basisregion am Hauptnerv. Die Oberseite ist etwas heller als die Unterseite, ein braungelber Streifen zieht sich am Hauptnerv hin.

11. Blatt. Deutliches Hervortreten eines braunen Tons auf Ober- und Unterseite.

8. Blatt. Auf der Unterseite ist die Grundfärbung braungelb mit blauem Ton, auf der Oberseite ist die bläuliche Tönung sehr gering.

In 7, 6 und 5 zeigt sich auf der Unterseite wenig Änderung; auf der Oberseite nimmt der blaue Ton etwas zu, bleibt aber geringer als auf der Unterseite.

4. Blatt. Unterseite schwarzblau, Oberseite blau. Es treten auf der Oberseite intensive blaue Flecken auf, die in den Randpartien dichter liegen. Die Blätter 1, 2 und 3 sind auf der Ober- und Unterseite intensiv blau mit dunkleren Flecken auf der Oberseite.

16. August. Morphologisches vergl. S. 391.

Gerbstoff.

Der untersuchte Augusttrieb zeigte in seinen Blättern gegenüber dem Juni- und Julitriebe bedeutende Abweichungen. Die allgemeine Färbung ist in den jüngsten Blättern bedeutend heller, in den Älteren mehr grau. Die Fleckung ist auffallend matt. Da eine solche oder ähnliche Änderung im Verhalten des Gerbstoffs bei der Nachkontrolle 1919 nicht festgestellt werden konnte, und der Trieb ganz aus der Entwicklungsreihe der übrigen Triebe in bezug auf den Gerbstoff herausfiel, soll hier nicht näher auf die Blätter eingegangen werden. Erwähnt sei nur, dass in den ältesten Blättern 1 - 3 (3,2; 4,1; 4,6 cm) sich in bedeutend mehr Palissaden- und Schwammparenchymzellen Gerbstoff fand als im Juli.

S t ä r k e.

In den jüngsten Blättern ist im Nerv nur auffallend wenig Stärke; in den Älteren Blättern liegen die Verhältnisse mehr oder weniger wie im Juli. In den Ältesten Blättern 1 - 4 ist im allgemeinen etwas mehr als im Juli, besonders in der sekundären Rinde, in der Markkrone und im Primärholz.

In der Spreite verhält sich die Stärke mehr oder weniger wie im Juli. Im Juli ist in den jüngeren Blättern allgemein etwas mehr. Im August hat in den Ältesten Blättern die Stärke etwas zugenommen. In der zweiten Palissadenschicht tritt sie im August schon in 14, im Juli erst in 7 auf.

Makroskopische Untersuchung auf Stärke am 16. August 1918.

Der Trieb ist vormittags bei heissem sonnigem Wetter abgeschnitten. Länge 79 cm, Zahl der Blätter 44. Die Ältesten kleineren Blätter fehlen.

In den noch nicht ausgewachsenen Blättern ist der Stärkeverlauf wie im Juli; nur im August ist allgemein weniger Stärke vorhanden. Das zweite Maximum liegt wieder in den eben ausgewachsenen, aber nicht versteiften Blättern. Der Abfall nach Überschreiten des Maximums ist im August viel steiler als im Juli; das Maximum ist deutlicher ausgeprägt und liegt im 4. Blatte (im Juli im 10.) unter dem Maximum. In den Älteren Blättern ist auf der Ober- und Unterseite eine stärkere Blaufärbung vorhanden als im Juli. Die intensiv blauen Flecken auf der Oberseite treten schon in 18 auf und sind in den Ältesten Blättern zahlreicher als im Juli.

Anthocyan.

1. September 1919. Anthocyan tritt nur an Blattstielen auf und zwar zuerst an den Blättern, die an den ersten messbaren Internodien sitzen. Es zeigen sich schwache rote Streifen auf den Höckern der Rille. Die Trennungszone hat kein Anthocyan und hebt sich besonders in etwas Älteren Blättern durch intensiv grüne Färbung scharf ab. Mit dem Wachstum der Blätter tritt Zunahme des Anthocyans ein. Die Färbung greift auch etwas nach der Unterseite des Stieles herum. Das Maximum liegt in stark wachsenden Blättern, etwas über dem Maximum des Anthocyans im Stengel. Dann erfolgt starke Abnahme; in den ausgewachsenen versteiften Blättern ist entweder kein, oder nur wenig Anthocyan vorhanden. - Morphologisches vgl. S. 391.

Gerbstoff.

14. September 1918. Die Knospenregion erscheint etwas dunkler und mehr Braun; die Blätter der Streckungszone heller und gelber, die ausgewachsenen versteiften Blätter wieder etwas dunkler und brauner als im Juli und August. Die Ältesten Blätter sind wie in den früheren Monaten blassgelb.

a) Nervenfärbung und Fleckung.

Der allgemeine Verlauf ist wie in den früheren Monaten. Das erste Minimum liegt in den noch nicht ganz ausgewachsenen Blättern. In den jüngeren Blättern sind

allgemein mehr Gerbstoffzellen an den Nerven (besonders an den Nebenerven höherer Ordnung) und mehr Flecken vorhanden als im Juli; die Konzentration ist stärker als im Juli, etwa wie im Juni. Der Abfall der Konzentration von den grösseren nach den kleineren Nebenerven ist nicht so steil.

In den ausgewachsenen Blättern haben wir allgemein stärkere Fleckung und auf der oberen Seite auch stärkere Nebenfärbung. In den ältesten Blättern ist über den Nerven mehr, unter den Nerven weniger Braunfärbung vorhanden als in den früheren Monaten; die Fleckenzahl und die Konzentration ist auf Ober- und Unterseite stärker. In der unteren Epidermis ist der Niederschlag in den älteren Blättern oft körnelig. In den ältesten Blättern ist im Schwammparenchym mit Sicherheit kein Gerbstoff festzustellen. Gerbstoffhaltige Palissadenzellen finden sich nur wenig.

b) Der Hauptnerv.

a) jüngste Blätter. In der Hypodermis sind einige Gerbstoffzellen mehr als in den früheren Monaten. Die Konzentration in der Epi- und Hypodermis ist etwas stärker. In den übrigen Gewebepartien ist allgemein weniger als im Juni, jedoch mehr als im Juli vorhanden.

b) in den übrigen Blättern ist der Verlauf mehr oder weniger wie im Juli und August; der homogene, intensivere Gerbstoff tritt etwa in gleicher Höhe wie im Juli und August auf. In den ältesten Blättern (3 in der Höhe von 4 cm) ist in den Tangentialzellen etwas weniger als im Juli.

S t ä r k e.

In den eben aus der Knospe getretenen Blättern ist weniger als im Juni und Juli, etwas mehr als im August vorhanden. Stärke findet sich im ganzen unteren Nervenparenchym und zwar weniger unter als neben dem Bündel; im Parenchym über der Markkronen sind nur ganz wenige Körnchen. In den eben ausgewachsenen Blättern ist im Nerv, besonders in der sekundären Rinde und im Primärholz, weniger als in den früheren Monaten, in der Scheide etwas weniger als im August.

In der Spreite ist in den ausgewachsenen Blättern in der unteren Palissadenschicht etwas Stärke vorhanden. Das ganze Schwammparenchym erscheint bei schwacher Vergrößerung dunkelgrau.

Makroskopische Stärkeuntersuchung am 14. Sept. 1918.

Der Trieb ist vormittags nach vorausgegangenem Regenwetter abgeschnitten. Länge 84 cm, nicht versteifte Zone 10 cm. Zahl der Blätter 47.

Allgemeiner Eindruck: Die noch nicht ausgewachsenen Blätter sind mehr blau, die ausgewachsenen mehr braun als im Juli und August. Im zweiten Maximum ist die Färbung weniger intensiv als im August. Das zweite Maximum liegt im 6. Blatte nach dem zweiten Maximum. Das Blatt ist gelbbraun mit geringem grünlichen Ton. In den folgenden älteren Blättern haben wir geringes Ansteigen und dann Schwanken der Färbung. Die Blätter sind allgemein mehr braun, die Nerven erscheinen mehr gelb als im Juli und August. In den ältesten Blättern finden sich wieder auf der Oberseite intensiv blaue Flecken.

In der Höhe von 14 cm steht am Triebe ein kleines nicht zur vollen Grösse entwickeltes Blatt; es ist intensiv gelbbraun gefärbt und enthält nur wenig Stärke, am wenigsten in den Randpartien der einen Blatthälfte und an der Spitze.

Mikroskopische Stärkeuntersuchung am 30. Sept. 1918.

Der Trieb ist bei hellem Wetter nachmittags abgeschnitten. Länge 108 cm, ausgewachsen; noch nicht versteifte Zone 1,4 cm.

Allgemeiner Eindruck: Die noch nicht ausgewachsenen Blätter sind blauschwarz, die ausgewachsenen und versteiften Blätter blaugrün. Es ist mehr Stärke als in allen anderen untersuchten Trieben vorhanden.

Genauerer Vergleich mit den schon untersuchten Trieben: Die Ober- und Unterseite der eben aus der Knospe tretenden Blätter sind blau; der braune Ton auf der Unterseite ist sehr gering. Auch die Nerven sind weniger braun als in den anderen Trieben, sondern mehr gelblich mit schwachem grünlichem Ton. In den folgenden älteren Blättern erfolgt Zunahme der Stärke. Ober- und Unterseite sind blauschwarz, die Nerven grünlich. Das Maximum liegt im Gegensatz zu den früheren Monaten in noch nicht ganz ausgewachsenen Blättern. In den eben ausgewachsenen Blättern erfolgt geringes Nachlassen. Die allgemeine Färbung ist etwas mehr grünlich als in den entsprechenden Blättern des Augusttriebes.

In den älteren Blättern erfolgt auf der Unterseite geringes Nachlassen der Blaufärbung; es tritt ein schwachbrauner Ton auf; die allgemeine Färbung bleibt blaugrün, und es zeigen sich zuweilen kleine intensiv-blaue Flecken. Das 3. Blatt, (normal ausgebildet) hat braune Färbung mit schwachem grünlichem Ton. In 1 ist der grüne Ton noch etwas stärker als in 3.

Die Blattoberseite ist nach Überschreiten des Maximums mehr grün als die Unterseite. Der allgemeine Farbton ist ein kleinwenig mehr braun. In 10, 8, 7 und 6 steigt die Blaufärbung noch einmal ein wenig an und ist etwas dunkler als auf der Unterseite, etwa wie in den ältesten Blättern vom 14. September. Blaue Flecken treten nur vereinzelt deutlich hervor.

15. Oktober: Morphologisches vergl. S. 400.

Gerbstoff.

Die allgemeine Färbung ist merklich brauner als in den übrigen Monaten. Die Blätter sind bis zu ihrer vollständigen Öffnung intensiv braun, die fast ausgewachsenen bedeutend heller als die jüngsten, aber gelber als die entsprechenden Septemberblätter. Die ältesten Blätter sind allgemein graugelb. Die Gelbfärbung ist auch hier intensiver als im September.

a) Nervenfärbung. (Lapemuntersuchung).

Unterseite: Die Nerven sind allgemein etwas mehr braun als im September. Das erste Minimum liegt in den eben ausgewachsenen, (im September in noch nicht vollständig ausgewachsenen) Blättern; dann erfolgt steiles Ansteigen und schliesslich wieder allmähliges Abfallen der Bräunung.

Oberseite: In dem ersten sich öffnenden Blatte liegt ein Minimum der Nebenverfärbung, das in früheren Monaten nicht vorhanden war. In der Zone des starken Wachstums sind die Nerven, besonders die Nebenerven höherer Ordnung dunkler als im September. Wie auf der Unterseite so liegt auch auf der Oberseite das zweite Minimum im Gegensatz zum September in den eben ausgewachsenen Blättern. Das Minimum ist deutlich aber schwächer ausgeprägt als im September. Der Hauptnerv ist schwärzlich, die Nebenerven erster Ordnung bräunlich.

b) Fleckung. (Mikroskopische Untersuchung).

Unterseite: Erstes Blatt (0,6 cm). Die Konzentration ist 2 wie im September. Zwischen den Nerven sind bedeutend mehr Flecken. Das zweite Blatt (1,4 cm) erscheint bei schwacher Vergrößerung intensiv gelbbraun. Der Rand ist etwas dunkler. Die Flecken sind bedeutend zahlreicher als im September; es sind nicht viel weniger Gerbstoffzellen als gerbstofffrei in der Epidermis vorhanden. Ausserdem erscheint das ganze Blatt bald mehr, bald weniger dicht mit kleinen braunen Flecken bedeckt, die vom Gerbstoffniederschlag im Mesophyll herrühren. Drittes Blatt: (1,5 cm) beginnt sich zu öffnen. Die Dichte der Flecken hat noch zugenommen. Viertes Blatt: (2,3 cm). Die Konzentration und Dichte der Flecken ist etwas, die Fleckung im Schwammparenchym bedeutend geringer.

Oberseite: Erstes Blatt: Die Flecken sind zahlreicher, die Färbung intensiver als auf der Unterseite. Zweites Blatt: Bei schwacher Vergrößerung erscheint die

Fläche gleichmässig braun. Gerbstoffhaltige und gerbstofffreie Zellen sind gleich zahlreich. Die Fleckung im Mesophyll ist wie auf der Unterseite sichtbar. Drittes Blatt: Die Flecken liegen etwas weniger dicht; die Konzentration über den Nebenerven ist etwas schwächer als auf der Unterseite. Im 6. Blatt (3,3 cm) treten zuerst die grossen Flecken am Hauptnerv auf.

In den älteren Blättern ist die Fleckung auf der Ober- und Unterseite im allgemeinen etwas weniger intensiv als im September. In der unteren Epidermis ist wie im September der Inhalt oft körnelig.

In den ältesten Blättern finden sich im Schwammparenchym zerstreute Fleckenareale in der Nähe verletzter Stellen; in den Palissadenschichten sind diese Areale grösser.

c) Blattquerschnitte.

In den jüngsten Blättern ist der Nerv etwas weiter entwickelt als in gleichgrossen Blättern der übrigen Monate. Die Konzentration hat zugenommen; die Gerbstoffzellen in der unteren Epidermis sind zahlreicher. Unter dem Bündel liegen sie ebenso dicht wie in der Epidermis. Zu beiden Seiten des Bündels sind etwas weniger Gerbstoffzellen vorhanden. 2. Blatt: Starker körneliger Niederschlag in den mittleren Schichten des Mesophylls; weniger und mehr zerstreute Gerbstoffzellen liegen in dem untersten Schwammparenchym und in der obersten Palissadenschicht. 4. Blatt: Bedeutend weniger Gerbstoffzellen als in 2. Im eben ausgewachsenen Blatte (4,3 cm) sind nur hier und da zerstreute Gerbstoffzellen im Mesophyll vorhanden.

Stärke im Hauptnerv.

In den jüngsten Blättern ist keine Stärke. Blatt (3,3 cm): Etwas im unteren Parenchym. Blatt (4,3 cm) eben ausgewachsen. Ziemlich viel in allen Teilen des Parenchyms, im Primärholz und in der sekundären Rinde; mehr Stärke als im Maximum vom 14. September.

In den älteren Blättern zeigt sich wechselnde Abnahme, im zweiten Blatt ist nur noch ganz wenig in der Scheide vorhanden. Alle übrige Stärke ist verschwunden.

Makroskopische Stärkeuntersuchung am 14. Oktober 1918.

Der Trieb ist vormittags bei nebeligem Wetter geschnitten; er ist ausgewachsen und bis zur Spitze versteift. Länge 94 cm.

Die Färbung der mit Jod behandelten Blätter ist im allgemeinen braun, in der Zone des Maximums blaugrün. Jüngstes Blatt (1,7 cm) von verküppeltem Aussehen, gelbbraun; die Randpartien in der Spitzenregion sind grünlich, auf der Oberseite intensiver gefärbt als auf der Unterseite. Das folgende Blatt (3 cm) ist blaugrün mit schwachem braunen Ton; auch die Hauptnerven der Unterseite sind intensiv grün. Im folgenden Blatte (3,5 cm) ist der braune Ton auf der Ober- und Unterseite etwas stärker. Das Maximum liegt im ersten ausgewachsenen Blatt.

Unterseite: Die allgemeine Färbung ist grünlich; nach der Spitze zu sind Nerv und Spreite blaugrün. Nach der Basis zu wird der Nerv etwas mehr bräunlich, in der Basisregion sind Nerv und Spreite mehr oder weniger braun.

Oberseite: Die allgemeine Färbung ist blaugrün; an der Basis ist die Bräunung nur in einem Streifen am Hauptnerv vorhanden und tritt weniger stark als auf der Unterseite hervor.

In den folgenden Blättern wird der Grundton mehr rostbraun und zwar auf der Unterseite intensiver braun als auf der Oberseite. Die Grünfärbung tritt mehr in Flecken auf, der grüne Ton in den Nerven lässt nach. Dann werden auch die grünen Flecken kleiner. In der Höhe von etwa 50 cm am Triebe erfolgt wieder Zunahme des grünen Tones, besonders nach dem Rande der Blätter zu und in der Mitte zwischen den Nebenerven erster Ordnung.

Das Maximum der Grünfärbung liegt in 25; die Oberseite ist intensiv grün mit braunen Streifen am Hauptnerv. Auf der Unterseite ist die Färbung am Rande grünlich mit kleinen intensiv blauen Tupfen. Am Hauptnerv ist ein breiter brauner

Streifen vorhanden. In den unteren Blättern ist die allgemeine Färbung wieder mehr rostbraun, die Oberseite brauner als die Unterseite.

Zusammenfassung.

Gerbstoff.

Die jüngsten Blätter am Vegetationspunkt haben keinen Gerbstoff. In etwas älteren der Knospe tritt der Gerbstoff zunächst im Nerv und an der Spitze auf und zwar im Nerv in der unteren Epidermis und in der Markkrone, dann in der unteren Hypodermis, im Parenchym, besonders um die Faserbündel herum, und in der oberen Epidermis. Mit oder kurz vor dem Austritt aus der Knospe tritt auch Gerbstoff in der Spreite auf und zwar zunächst in der Epidermis über und unter dem Nebennerv, dann auch in zerstreuten Epidermiszellen zwischen den Nerven, besonders um die Spaltöffnung herum. Die Konzentration in den grösseren Nerven ist höher als an den kleineren, in den Flecken geringer als in den Nerven. Zugleich mit dem Auftreten des Gerbstoffs in der Spreite beginnt auch die Färbung der Blättzähne, die von der Spitze nach der Basis hin fortschreitet.

Weiterhin erfolgt zunächst eine Zunahme des Gerbstoffs in allen Schichten. In der unteren Epidermis des Hauptnervs teilen sich besonders die gerbstoffhaltigen, in der unteren Hypodermis die gerbstofffreien Zellen. Abgesehen von der oberen Epidermis liegt das Maximum im Hauptnerv in den eben aus der Knospe getretenen Blättern; dann erfolgt bis zum Auswachsen des Blattes Abnahme im Parenchym, den Radial- und Tangentialzellen und in der unteren Epi- und Hypodermis. In der Markkrone nimmt der Gerbstoff zunächst ein wenig ab, steigt in der Region der starken Blattstreckung noch zu einem schwach ausgeprägten zweiten Maximum an und fällt dann steil ab. In der oberen Epidermis des Hauptnervs erfolgt Zunahme des Gerbstoffs bis zur vollständigen Entfaltung des Blattes. Mit der Entfaltung tritt steile Abnahme der Konzentration ein und dann wieder langsames Ansteigen noch vor dem Auswachsen.

Zugleich mit dem zweiten Maximum in der Markkrone wird auch das Maximum in der Nebennerven-Färbung der Ober- und Unterseite und die der Fleckung der Oberseite erreicht. Auf der Oberseite sind mehr Gerbstoffzellen und stärkere Konzentration als auf der Unterseite. Das Maximum in der Fleckung der Unterseite liegt in einem etwas älteren aber noch stark wachsendem Blatte. Nach dem Überschreiten des Maximums tritt auch in der Spreite Nachlassen des Gerbstoffs in allen Schichten ein. Das Minimum liegt in den fast ausgewachsenen Blättern und ist in den einzelnen Trieben verschieden stark ausgeprägt. Erst in diesen, fast ausgewachsenen Blättern tritt der Gerbstoff in der Cambiumzone in den Strahlen auf.

Nach dem Auswachsen der Blätter erfolgt ein allgemeines Ansteigen des Gerbstoffs. Im Nerv ist die Zunahme stark in den Holz- und Rindenstrahlen und in der Markkrone; schwach, aber auch sehr deutlich, in den Radial-, Tangential- und den anstossenden Parenchymzellen. Auch in der sekundären Rinde treten einige Gerbstoffzellen auf. In der unteren Epi- und Hypodermis steigt die Konzentration nach dem Anwachsen der Blätter noch einmal etwas an, um dann langsam und nur wenig nachzulassen.

In den Flecken der Blattunterseite nimmt in den eben ausgewachsenen Blättern die Konzentration zu. Das Maximum wird in eben derber gewordenen Blättern erreicht; dann folgt geringe Abnahme. Nach dem Blattrande hin ist die Fleckung intensiver als am Hauptnerv. In der oberen Epidermis des Hauptnervs erfolgt nach vollständiger Ausbreitung des Blattes starke Zunahme der Konzentration, bis die Blätter ausgewachsen und versteift sind. In der oberen Epidermis der Nebennerven erfolgt das Ansteigen in den eben ausgewachsenen Blättern. Das Maximum wird etwas später erreicht als im Hauptnerv, dann tritt sowohl im Hauptnerv wie auch in den Nebennerven nur geringe Änderung ein.

Die Flecken der Oberseite nehmen in den eben ausgewachsenen Blättern an Grösse und Konzentration zu und zwar zunächst am Hauptnerv, dann über das ganze Blatt hin. Die Flecken an den Randpartien sind stets schwächer gefärbt als am Hauptnerv. Die Flecken sind bedeutend grösser und haben konzentrierteren Inhalt als auf der

Unterseite. Die Zahl und die Verteilung der Flecken ist in den einzelnen Blättern sehr verschieden. Das Maximum wird etwas später als auf der Unterseite erreicht.

Unterschiede in den einzelnen Monaten.

a) Noch nicht ausgewachsene Blätter.

Die allgemeine Färbung ist im Mai weissgelb; in den folgenden Monaten wird sie ansteigend mehr braun. Auffallend braun ist sie im Junitriebe. In der Epidermis steigt die Konzentration der Flecken von Monat zu Monat an. Auch hier fällt der Junitrieb und seine starke Konzentration aus der stetigen Entwicklungsreihe heraus. Der Verlauf der Fleckung ist in allen Monaten f'gleich, nur im Juni fand sich das Minimum höher als in den übrigen Monaten in den eben geöffneten Blättern. Die Fleckung nahm in den fast ausgewachsenen Blättern bereits wieder zu.

Im Hauptnerv ist die Verteilung in allen Monaten mehr oder weniger gleich; nur im Maitriebe fehlte der Gerbstoff in der oberen Epidermis in den noch geschlossenen Blättern. Im September und Oktober erfolgt eine deutliche Zunahme der Gerbstoffzellen in der unteren Epidermis. Die Konzentration steigt wie in der Epidermis so auch im Nerv von Monat zu Monat an. Die in ihrem Wachstum gehemmten jüngsten Blätter des Oktobertriebes zeigen gelben Niederschlag in sehr vielen Zellen der mittleren Mesophyllschichten. Mehr zerstreut liegen Gerbstoffzellen in der oberen Palissaden und der unteren Schwammparenchymaschicht. Ausserdem zeigte das erste sich öffnende Blatt auf der Oberseite eine auffallend geringe Nervenfärbung.

b) ausgewachsene Blätter.

Die allgemeine Färbung ist im Mai graugelb. Im Juni tritt ein mehr brauner Ton auf, der im allgemeinen in den folgenden Monaten zunimmt. Die bereits im Mai ausgewachsenen unteren 4 - 5 Blätter ("Maiblätter") sind stets weniger braun und mehr gelblich als die später ausgewachsenen.

1) Nervenfärbung und Fleckung.

a) Maiblätter.

Im Maitriebe zeigen im Gegensatz zu den übrigen Trieben die eben ausgewachsenen Blätter weniger Stoff als die fast ausgewachsenen. Diese Abweichung kommt dadurch zustande, dass in den aufeinander folgenden jüngeren Blättern im Mai bedeutend mehr Gerbstoff als in den Älteren angelegt wird. Ausser dem Streifen über und unter dem Hauptnerv und einigen Flecken über den Nebennerven ist in der Spreite der ausgewachsenen Maiblätter kein Gerbstoff zu erkennen. Die Nervenfärbung steigt Anfang Juni im Hauptnerv der Oberseite und in den Nebennerven der Ober- und Unterseite stark an. Flecken zeigten sich nur vereinzelt.

Im Juni tritt im zweitältesten Blatte Gerbstoff in zerstreuten Palissaden und in wenigen Schwammparenchymzellen auf. Im Juli nehmen diese Zellen an Zahl zu und zeigten sich auch im vierten Blatte; im August erfolgt weitere Zunahme der Gerbstoffzellen. Im Septembertriebe war im Schwammparenchym nichts mit Sicherheit festzustellen, in den Palissaden nur wenig. Im Oktobertriebe fanden sich grosse Areale mit Gerbstoff in den Palissaden, nur wenig Gerbstoffzellen im Schwammparenchym. Dieses Auftreten von Gerbstoff im Mesophyll der Ältesten Blätter konnte bei der Nachkontrolle 1919 nicht festgestellt werden.

b) Die übrigen Blätter.

Blattunterseite: Je höher die Blätter am Triebe stehen, desto mehr Gerbstoffzellen sind nach der Versteifung vorhanden, und desto intensiver ist die Nervenfärbung und Fleckung. Diese Steigerung erreicht aber schon in der Nervenfärbung Anfang Juni, in der Fleckung etwas später, ihr Ende.

Blattoberseite. Das absolute Maximum liegt in den Trieben von Juni, Juli und Oktober in den Ende Mai ausgewachsenen Blättern und zwar in der Nervenfärbung in 5 - 7, in der Fleckung in 8 - 9. In den übrigen Monaten ist ein solches Maximum nicht ausgeprägt.

2). Der Gerbstoff im Hauptnerv.

Im Mai schwindet der Gerbstoff in den eben ausgewachsenen Blättern in den Zellen des Parenchyms, der Radial- und Tangentialstrahlen sowie in der Markkrone bis auf ganz geringe Reste. In den folgenden Monaten liegt das Minimum höher in fast ausgewachsenen Blättern, und es bleiben diesen Gewebepartien grössere Mengen von Gerbstoff erhalten. - Schon im Juni ist in den ältesten Blättern das Maximum des Gerbstoffs erreicht; in den jüngeren Blättern tritt es entsprechend später ein und ist in allen Blättern mehr oder weniger gleich. Nur die Ende Mai und Anfang Juni ausgewachsenen Blätter (5 - 15) erreichen im Maximum in den Radial- und Tangentialzellen mehr Gerbstoff als alle Älteren und jüngeren.

Ergebnis.

Das erste Maximum des Gerbstoffs liegt im Nerv in dem eben aus der Knospe getretenen, in der Spreite in etwas Älteren Blättern: das erste Minimum in fast ausgewachsenen Blättern. Die Zunahme beginnt in der oberen Epidermis des Hauptnervs, sobald die Blätter vollständig ausgebreitet, in allen anderen Gewebepartien, sobald sie vollständig entwickelt sind. Das zweite Maximum wird in den ersten derben Blättern erreicht und zwar in der Fleckung der Unterseite etwas früher als in der der Oberseite. Nachdem das zweite Maximum erreicht ist, nimmt in der Blattunterseite in den Flecken und in der Nervenfärbung die Konzentration etwas ab. In der Blattoberseite tritt nach Erreichen des zweiten Maximums keine deutliche Änderung mehr ein.

S t ä r k e.

In den Blättern der Knospe liegt Stärke im Nerv, im Parenchym, in der Spreite, besonders in der Anlage der Palissaden, weniger im Schwammparenchym. Es erfolgt sofort Ansteigen zu dem ersten Maximum. Dieses liegt im Nerv in den eben aus der Knospe tretenden, in der Spreite in etwas Älteren Blättern noch vor der Blattöffnung; die nach der SACHSschen Methode behandelten Blätter erscheinen auf der Oberseite intensiv blau, auf der Unterseite herrscht in der Regel ein brauner Ton vor. Dann tritt - in der Spreite besonders bei der Öffnung - eine allgemeine Abnahme ein. Das Minimum liegt in fast ausgewachsenen Blättern. Der Stärkegehalt ist im Nerv und in der Spreite gering. In den folgenden Blättern erfolgt steiles Ansteigen. Das Maximum liegt in eben ausgewachsenen, aber noch nicht versteiften Blättern. Die mit Jod gefärbten Blätter sind auf der Ober- und Unterseite intensiv blauschwarz. Das ganze Mesophyll ist mit Stärke angefüllt. Im Nerv liegt die Stärke im oberen und unteren Parenchym, in der Scheide, in der sekundären Rinde, in den Älteren Holzstrahlen, im Primärholz und in der Krone. Dann erfolgt steiles oder allmähliges Abfallen, und zwar in der Spreite zunächst in den Palissaden, dann im Schwammparenchym, im Nerv besonders im Nervparenchym und in der sekundären Rinde, wenig im Holz. Im Minimum der Stärke erscheinen die nach der SACHSschen Methode behandelten Blätter allgemein mehr braun; nur am Hauptnerv liegen grössere Stärkemengen. Im Nerv ist im unteren und oberen Parenchym, in der sekundären Rinde, in den Rindenstrahlen und der Markkrone nur sehr wenig Stärke vorhanden. Mit dem weiteren Altern der Blätter findet dann wieder eine Zunahme der Stärke statt, besonders im Schwammparenchym und in der zweiten Palissadenschicht. Im Nerv erfolgt bald geringe Zunahme, bald geringe Abnahme.

Verhalten der Stärke in den einzelnen Monaten.

Das erste Maximum im Nerv und in der Spreite fällt im Mai mit dem Gerbstoffmaximum zusammen, geht aber in den übrigen Monaten diesem voraus. Im August fehlt

das erste Maximum im Nerv. Im September ist an dieser Stelle nur wenig, Ende September mehr als in allen früheren Monaten vorhanden. Mitte Oktober fehlt das erste Maximum in der Spreite.

Das erste Minimum tritt allgemein früher ein als das Minimum des Gerbstoffs; nur im Juli zeigt sich das Minimum der Spreite später als das Minimum der Oberseitenfleckung.

Das zweite Maximum tritt vor dem Gerbstoffmaximum auf und erstreckt sich in der Regel über 2 - 3 Blätter. Im Mai ist im zweiten Maximum im Schwammparenchym mehr als in den Palissaden. Im Juni ist das ganze Mesophyll von Stärke gefüllt. In den folgenden Monaten liegen die Verhältnisse $\pm$ wie im Juni. Ende September liegt das zweite Maximum in noch nicht ganz ausgewachsenen Blättern, und es ist mehr vorhanden als in allen früheren Monaten. Mitte Oktober zeigt sich ausserordentlich wenig Stärke. Im Juni erfolgt in den Ältesten, nicht zur vollen Grösse entwickelten Blättern Zunahme im Schwammparenchym und in der unteren Palissadenschicht. Im Juli und August setzt sich diese Zunahme fort und tritt auch in höherstehenden Blättern auf. Mitte September ist allgemein etwas weniger als im August vorhanden. Ende September wird ein Maximum erreicht; nur die untersten Blätter enthalten wenig Stärke, alle übrigen Blätter erscheinen $\pm$ blau. Es ist sehr viel Stärke in allen Schichten, in den Palissaden mehr als im Schwammparenchym, vorhanden. Mitte Oktober erfolgt das Nachlassen nach dem Überschreiten des Maximums im Gegensatz zu allen früheren Monaten im Schwammparenchym schneller als in den Palissaden. Der Trieb enthält verhältnismässig wenig Stärke.

Ergebnis.

Es sind im Nerv zwei, in der Spalte drei Maxima vorhanden. Für Nerv und Spreite liegt das erste Maximum in den noch geschlossenen, das erste Minimum in fast ausgewachsenen, das zweite Maximum in eben ausgewachsenen, aber noch nicht versteiften Blättern. Das dritte Maximum zeigt sich nur in der Spreite und tritt mit dem Altern der Blätter auf.

III. TEIL. VERGLEICH VON AXE UND BLATT.

Das Blatt eilt in seiner ersten Entwicklung der Axe voraus. Die Faserversteifung tritt aber in der Axe bedeutend früher ein als im Blatt.

Gerbstoff.

Die Gerbstoffmengen in den Knospenpartien nehmen in Axe und Blatt von Monat zu. Im Laufe der Entwicklung sind zwei deutliche Maximalzonen, die erste beim Austritt aus der Knospe, die zweite nach der vollständigen Ausbildung in Axe und Blatt vorhanden. Ein Nachlassen des Gerbstoffs im Spätherbst, wie wir es in der Rinde der Axe fanden, ist in den Blättern nicht zu erkennen; dagegen zeigten die unteren Blätter der Triebe beim Altern ein Neuauftreten von Gerbstoff im Mesophyll.

Markkrone.

Nach dem Überschreiten des ersten Maximums ist der Abfall in der Axe steiler als im Blatt. In der Zone der starken Streckung ist im Blatt ein schwach ausgeprägtes zweites Maximum vorhanden, das mit dem Maximum der Spreitenepidermis zusammenfällt und der Axe ganz fehlt. In dem Maximum, in den vollständig ausgebildeten Teilen, ist im Blatte bedeutend mehr Gerbstoff als in der Axe vorhanden.

Die Zellen um die Faserbündel.

Der Abfall ist nach dem ersten Maximum im Blatte steiler als in der Axe. Das erste Minimum liegt im Blatte in jüngeren Teilen als in der Axe. Das zweite Maximum ist in der Axe sehr deutlich, im Blatt nur schwach ausgeprägt.

Holzstrahlen.

In denselben ist im Blatte der Gerbstoff konzentrierter als in der Axe.

Anthocyan.

In Axe und Blatt ist nur ein Maximum vorhanden. Das Maximum der Axe fällt mit dem zweiten Gerbstoffmaximum der primären Rinde zusammen; das Maximum in dem Blättern liegt etwas höher am Triebe.

S t ä r k e.

In Axe und Blatt sind 3 Maxima vorhanden:

- I in bzw. unter der Knospe,
- II in eben ausgewachsenen aber noch versteiften Teilen,
- III in vollständig ausgebildeten Gewebepartien.

In der Axe sind I und besonders III stark, II nur schwach ausgeprägt. Im Blatt treten I und besonders II stark, III schwächer hervor.

SCHLUSS.

Bei *Acer pseudoplatanus* fand BERTHOLD ¹⁾ im Mark nur das erste Gerbstoff- Maximum, später vor und nach der Verdickung keine Zunahme wieder. Markkronen, Holz und sekundäre Rinde wurden von ihm nicht näher beachtet. In der primären Rinde fand er das Maximum I und das Maximum III. Bei der Stärke fanden sich in der Axe die 3 Maxima, die auch *Prunus Mahaleb* zeigt. Das Blatt von *Acer* wurde von BERTHOLD nicht eingehender untersucht, doch konnten von ihm ²⁾ sowie auch von GLATZEL ³⁾ an sich entwickelnden Blättern anderer Formen die auch hier gefundenen zwei Stärkemaxima (I und II) gut nachgewiesen werden.

Die bei *Prunus Mahaleb* gefundene Vermehrung von Gerbstoff und Stärke in den älteren unteren Blättern der Triebe vom Juni an, die sich Ende September für die Stärke über den ganzen Trieb erstreckt, hängt wohl schon mit den Vorbereitungen zum Absterben zusammen also mit der starken Speicherung organischer Substanzen, die BERTHOLD ⁴⁾ an einer Reihe von Formen und TH. SCHMIDT ⁵⁾ für eine grössere Anzahl nachgewiesen haben.

Es mag nur noch bemerkt werden, dass bei gelegentlichen Untersuchungen im Herbst in den absterbenden Blättern von *Prunus Mahaleb* eine erhebliche Vermehrung von Gerbstoff nicht nachgewiesen werden konnte.

ANHANG.

Gerbstoff und Stärke in verletzten Blättern.

I. Von Miniermotten angefressenes Blatt des Junitriebes.

Auf beiden Blatthälften sind an der Basis Stücke vom Blattrande herausgeschnitten. Ein Sförmig gekrümmter Miniergang findet sich in der Spitzenregion und lehnt sich an einen grösseren Nebennerv an.

Mit blossen Auge: Der Rand der ausgeschnittenen Blattsellen ist nach der Konservierung braun. Der Miniergang ist schwarzbraun, mit braunem Hefe umgeben, der

-
- 1) Untersuchungen, Teil II, 1 S. 112, 128, 156.
 - 2) Untersuchungen, Teil I, S. 168.
 - 3) Über das Verhalten der Stärke in sich entwickelnden Blättern. Götting. Diss. 1912.
 - 4) Untersuchungen, Teil I, S. 222.
 - 5) Beiträge zur Kenntnis der Vorgänge in absterbenden Blättern. Göttinger Dissertation 1912.

bald schmaler, bald breiter ist.

Lupe: Nebennerven höherer Ordnung in der Nähe der Frasstellen erscheinen intensiver gefärbt als in den übrigen Blattstellen.

1) Der ausgefressene Blattrand.

Mikroskop: Oberseite: An den weniger intensiv gefärbten Stellen der Ränder ist kein Gerbstoff zu erkennen, an den intensiv gefärbten finden sich dichte gelbbraune Flecken in der Epidermis, dunkelbraune im Palissadengewebe. Noch in der Entfernung von 3 mm vom Rande ist in zerstreuten Palissaden Gerbstoff zu erkennen.

Unterseite: Der gefärbte Streifen erscheint brauner als auf der Oberseite. Auch an weniger intensiv gefärbten Stellen haben noch zerstreute Epidermiszellen intensiv braunen Inhalt.

Querschnitt: Vom Rande gerechnet sind etwa 6 Zellreihen abgestorben, dann folgen nach dem Blatte zu etwa 2 Zellreihen graues Parenchym, das einzelne ganz kleine Gerbstofftropfen enthält. Die Epidermisstellen der Oberseite zeigen inhomogenen, die der Unterseite keinen Gerbstoff. Dann folgt eine intensiv schwarzbraune Zone, in der das Gewebe Differenzierung zeigt; die Mesophyllzellen sind kleiner als die Epidermiszellen. Weiter von der Wundstelle weg ist die Färbung weniger intensiv. Die Epidermis der Blattoberseite ist hellgelb, die Hypodermis rotbraun; dann folgen nach unten abwechselnd gerbstofffreie und gerbstoffhaltige Schichten. Es sind mehr Gerbstoffzellen als gerbstofffreie vorhanden. Die Epi- und Hypodermis der Blattunterseite ist rotbraun. Die kleinen Nerven sind ganz von Gerbstoffzellen umgeben. - Noch weiter von der Wundstelle weg erscheinen zunächst die oberen und dann auch die unteren Palissadenzellen in normaler Ausbildung. Die gerbstofffreien Zellen nehmen immer mehr zu; nur die obere Epidermis ist gleichmässig intensiv gelb. Die Verteilung des Gerbstoffs in der oberen Palissaden- und der unteren Parenchym-schicht ist auffallend gleich. Das Maximum liegt in den mittleren Mesophyll-schichten.

2) Der Miniergang.

Das Blatt ist von der Unterseite her angefressen, die obere Epidermis ist erhalten geblieben.

Querschnitte. Schwache Vergrößerung: An der Verletzungsstelle sind alle Zellen braunschwarz; nur die obere Epidermis hebt sich orangefarben ab. In einiger Entfernung von der verletzten Stelle nimmt der Gerbstoff stark ab; in der oberen Palissadenschicht erscheint er noch in grösserer Entfernung hellgelb, während sich im Schwammparenchym noch einige zerstreute Gerbstoffzellen finden.

Stärkere Vergrößerung: Die obere Epidermis ist orangefarben und zeigt einige gerbstofffreie Zellen. In grösserer Entfernung von der Wundstelle bricht die Epidermisfärbung ziemlich unvermittelt ab, nachdem einige Zellen mit hellerem Inhalt aufgetreten sind. Die erste Palissadenschicht ist an der Wundstelle intensiv rotbraun. In einiger Entfernung ist die Färbung in den einzelnen Zellen sehr verschieden; erst in grösserer Entfernung treten gerbstofffreie Zellen auf. Die zweite Palissadenschicht ist heller als die erste, der Inhalt mehr inhomogen, in der Nähe der Wunde schwärzlich, dann mehr graubraun. An der Frasstelle selbst ist in der zweiten Schicht mehr als an der ersten. Die Gerbstoffzellen reichen jedoch nicht so weit in das Blatt hinein, wie in der ersten Schicht. Im Schwammparenchym ist der Inhalt bald inhomogen grau. In grösserer Entfernung erfolgt Nachlassen; schliesslich führen nur noch vereinzelte Zellen graugelben Inhalt. In der unteren Epidermis sind in der Nähe der Frasstelle alle Zellen mit Gerbstoff gefüllt. In grösserer Entfernung treten gerbstofffreie Zellen auf, und schliesslich sind keine Gerbstoffzellen mehr vorhanden.

II. Kreisrunder rostbrauner Fleck.

Ein solcher auf einem Juniblätte rührt von einem Insektenstich her. Der Durchmesser beträgt 2 mm. Der meiste Gerbstoff liegt im Mesophyll. Die Unterseite erscheint schwächer gefärbt als die Oberseite.

III. Verletztes Blatt vom 14. August.

Das Blatt ist von einer Miniermotte so zerfressen, dass die Abwanderung der Assimilate gehemmt war.

Blattoberseite: Mit blossen Auge: Die rechte Blatthälfte ist schwarz mit braunem Ton; nach der Basis zu ist die Färbung heller und ganz in der Basis etwas grünlich. Auf der linken Blatthälfte läuft quer über die Mitte des Blattes ein Miniergang. Oberhalb des Minierganges ist die Färbung wie auf der rechten Hälfte; unterhalb desselben fällt die Bräunung stark ab und geht in eine Grünfärbung über. Die Blattunterseite ist nicht so intensiv gefärbt wie die Oberseite. Der allgemeine Farbton ist mehr grau.

Mikroskop: Die braunen Stellen zeigen eine intensiv gefleckte obere Epidermis; die Färbung der Flecken ist gelb. Die intensiv braune Färbung des Blattes wird durch die Gerbstoffzellen der Palissaden hervorgerufen. Diese liegen sehr dicht, doch kann man hier und da kleine gerbstofffreie Areale erkennen. In den mehr grünen Teilen des Blattes liegen die Gerbstoffzellen der Palissaden mehr zerstreut und haben helleren Inhalt. Auf der Blattunterseite ist die Epidermis dunkler als auf der Oberseite, aber die Gerbstoffzellen des Parenchyms liegen weniger dicht als die der Palissaden.

Querschnitt: Die obere Epidermis ist intensiv hellgelb. In der ersten Palissadenschicht sind etwas mehr Gerbstoffzellen als gerbstofffreie vorhanden. Sie liegen einzeln oder bis zu dreien nebeneinander. Die Färbung ist braungelb. In der zweiten Palissadenschicht sind etwas weniger Gerbstoffzellen; die Färbung ist etwas heller. Im Schwammparenchym liegen die Gerbstoffzellen mehr zerstreut; die Färbung ist wie in der zweiten Palissadenschicht. In der unteren Epidermis sind ebensoviel Gerbstoffzellen als gerbstofffreie vorhanden; die Färbung ist gelb mit grünlichem Ton.

Im Hauptnerv des verletzten Blattes ist bei normaler Verteilung des Gerbstoffs die Färbung sehr viel intensiver als in gesunden Blättern, besonders in der sekundären Rinde, den Radial-, Tangential- und Parenchymzellen.

Stärke: Das ganze Mesophyll ist blau von Stärke, das Maximum liegt in der oberen Palissadenschicht, das Minimum im Schwammparenchym. Auch im Hauptnerv ist mehr Stärke als in normalen Blättern vorhanden.

IV. Die Stärke in einem verletzten Blatte.

Das Blatt ist ausgewachsen und versteift. Es zieht sich eine Frasstelle auf der Blattoberseite in der Mitte des Blattes am Hauptnerv in Schlangenlinie hin und biegt schliesslich mehr nach der Spitze zu an einem Nebennerv ab. Unterhalb dieses Nebennervs ist das Blatt bis auf eine etwas mehr braune Stelle an der Blattbasis intensiv blau; der übrige Teil des Blattes ist mehr braun.

Querschnitte: Ganz in der Nähe der verletzten Stellen ist keine Stärke. In einiger Entfernung tritt zunächst im mittleren Schwammparenchym etwas auf; weiter von der Wunde weg nimmt sie stark zu. Das Parenchym erscheint intensiv blau; die Palissaden haben einen mehr graublauen Ton. An normalen Stellen ist die Verteilung die gleiche, nur ist ganz bedeutend weniger vorhanden.

Diese Befunde entsprechen dem, was BERTHOLD ¹⁾ und W. SCHULTE ²⁾ an geringelten Blättern, WYNEKEN ³⁾ an verletzten Blättern gefunden haben.

1) Untersuchungen, Teil 1, S. 240 - 242.

2) Über die Wirkungen der Ringelung an Blättern. Göttinger Diss. 1912.

3) Zur Kenntnis der Wundheilung an Blättern. Göttinger Diss. 1908.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Botanisches Archiv. Zeitschrift für die gesamte Botanik](#)

Jahr/Year: 1925

Band/Volume: [10](#)

Autor(en)/Author(s): Kellner Karl

Artikel/Article: [Der Jahrestrieb von Prunus Mahaleb 387-433](#)