

## Über die Periodizität des Wurzelwachstums bei *Acer Pseudoplatanus*.

von

J. H ä m m e r l e.

Über Entwicklung und Verhalten der Wurzel beim physiologischen Experiment sind wir ziemlich gut unterrichtet. Ihr Verhalten unter natürlichen Bedingungen im Boden entzieht sich aber noch in vielen Beziehungen unserer genauen Kenntnis. Besonders herrscht auch über eine der wichtigsten der hierhergehörigen Fragen, die nach der Zeit und der Periode des Wurzelwachstums noch sehr viel Unsicherheit. Ziemlich klar liegen die Verhältnisse freilich bei den annuellen Pflanzen sowie bei einem grossen Teil unserer Kulturgewächse in Feld und Garten. Anders ist es aber in Bezug auf die grosse Mehrzahl der perennen Stauden und der Holzgewächse.

Auf die ältere Litteratur wollen wir hier nicht näher eingehen. Sie ist bei Resa,<sup>1</sup> auf den wir weiter unten zu sprechen kommen werden, eingehend erörtert worden.

Von den Stauden sind es die Zwiebelgewächse, die zunächst schon aus der gärtnerischen Praxis in dieser Beziehung am besten bekannt sind. Irmisch<sup>2</sup>) giebt für eine Reihe von Zwiebelgewächsen an, dass sie im Herbst Wurzel bilden. In den letzten Jahren namentlich sind nun eine grössere Anzahl dieser Formen eingehend von A. Rimbach studiert worden. Einer Zusammenstellung seiner Untersuchungen<sup>3</sup>) entnehme ich folgendes.

<sup>1</sup> Resa, Fr., Über die Periode der Wurzelbildung. Bonn 1877. (Diss.).

<sup>2</sup> Irmisch, Zur Morphologie der monocotylichen Knollen- und Zwiebelgewächse. 1850.

<sup>3</sup> Rimbach, A., Ber. d. D. Bot. Ges. 1899, p. 18.

Rimbach unterscheidet Arten mit einmaliger und solche mit zweimaliger jährlicher Wurzelbildung. Die Vertreter der ersten Klasse — zu ihnen gehören z. B. *Arum maculatum* und *Tulipa silvestris* — treiben ihre Wurzeln im Herbst, die der zweiten Klasse — hierhin gehören z. B. *Colchicum autumnale*, *Allium ursinum*, *Fritillaria meleagris* — treiben sowohl im Herbst wie im Frühling neue Wurzeln. Vielfach finden sich nun bei diesen Pflanzen zwei Arten von Wurzeln, Nähr- und Zugwurzeln. *Arum maculatum* lässt beide Arten im Herbst hervorbrechen, *Allium ursinum* dagegen, *Colchicum autumnale* und andere Arten bilden im Herbst die Nähr-, im Frühling die Zugwurzeln.

Sehr gut bekannt ist auch das Verhalten von *Adoxa moschatellina* durch die neuen Untersuchungen von A. Meyer.<sup>1</sup> Hier wird nur eine einzige Wurzel und zwar im August entwickelt, die sich dann später reichlich verzweigt.

Über den grösseren Teil der Stauden unserer Gärten und des freien Landes liegen aber sorgfältige Untersuchungen bisher nicht vor.

Hinsichtlich der Holzgewächse stimmen die vorliegenden Angaben wenig gut mit einander überein. Die ältere Litteratur ist bei Resa zusammengestellt, worauf hier verwiesen werden kann.

Die ersten eingehenderen Beobachtungen machte H. v. Mohl.<sup>2</sup> Er bemerkte bei der Untersuchung des Wurzelholzes der Esche und einiger anderer Laubbäume, dass der Holzring des letzten Jahres im Dezember und Januar noch nicht vollständig ausgebildet war.

Er fand, dass die Entwicklung des Holzringes im Mai oder Juni beginne und in den Monaten Februar bis April des nächsten Jahres ihr Ende erreiche.<sup>3</sup> Bei den Nadelhölzern soll die Ausbildung des Jahresringes in ihrer Wurzel in den Sommer fallen, den ganzen Winter über ein Stillstand im Wachstum ihres Holzes stattfinden.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Meyer, A., Untersuchungen über die Stärkekörner. 1895, p. 249,

<sup>2</sup> v. Mohl, H., Einige anatomische und physiologische Bemerkungen über das Holz der Baumwurzeln. Dritter Artikel: Über die Wurzeln. Bot. Zeit. 1862, p. 312.

<sup>3</sup> p. 318, (l. c.).

<sup>4</sup> ebend., p. 313.

Über die Periodizität des Wurzelwachstums bei *Acer Pseudoplatanus*. 151

Diesen Angaben trat Th. Hartig<sup>1</sup> entgegen, der bei seinen Mitte Januar an einer Reihe von Laubhölzern angestellten Untersuchungen überall den Holzring vollendet gefunden hatte. Nach ihm ist die Fortdauer des Holzzuwachses an den Wurzeln während der Winterszeit kein normaler Vorgang, sondern in den von Mohl und ihm selbst beobachteten Fällen auf aussergewöhnliche Standortsverhältnisse oder krankhafte Zustände der Bäume zurückzuführen.

Dieser Ansicht schloss sich Russow<sup>2</sup> an, der aber fand, dass die Lebensthätigkeit, wenn auch herabgesetzt, in den Wurzeln im Winter andauert, so dass sie unter besonders günstigen Verhältnissen sich auch wohl bis zur Zellbildung im Cambium steigern könnte. Nach Gulbes<sup>3</sup> Untersuchungen jedoch erlischt die Cambiumthätigkeit der dünnen Wurzeln in der zweiten Hälfte des Oktobers, nur bei *Quercus pedunculata* erst Mitte November. Er erklärt letzteres dadurch, dass die Wurzeln dieser Bäume bis über 4 Fuss tief gehen, während die der übrigen untersuchten Bäume (10—15 Jahre alt) sich in einer Tiefe von 1—3 Fuss verbreiten.

Gelegentlich meiner Untersuchungen über die Organisation von *Acer Pseudoplatanus* konnte ich selber feststellen,<sup>4</sup> dass dort Ende Oktober und bei *Quercus Robur* Ende November die Cambiumthätigkeit noch nicht erloschen war.

Die Zeit und die Periodizität des Wurzelwachstums ist eingehender untersucht worden von Fr. Resa. Er fasste seine Hauptresultate in folgende Sätze zusammen:

„Es besteht bei dem Wachstum der Wurzeln eine von dem Wetter immerhin beeinflusste, bestimmte und spezifische Periode,

<sup>1</sup> Hartig, Th., Über die Zeit des Zuwachses der Baumwurzel. Bot. Zeit. 1863, p. 288.

<sup>2</sup> Aus Strasburger: „Leitungshahnen“ p. 37 zitiert.

Russow: Über den Inhalt der parenchymatischen Elemente der Rinde vor und während des Knospenaustriebes. Sitzber. d. Dorp. Naturf. Ges. 1882, p. 388.

<sup>3</sup> Gulbe, a) Über die periodische Activität in den Wurzeln unserer Bäume (Arbeiten der St. Petersburger Naturf. Gesellsch. Bd. XVIII, p. 45; russisch). Referiert im Bot. Centrbl. Bd. 38, p. 487.

b) Über die periodische Thätigkeit des Cambiums in den Wurzeln unserer Bäume (Jahrber. des St. Petersburger Forstinstituts Bd. III p. 1—47 St. Petersburger 1888; russisch). Referiert im Centralbl. Bd. 40, p. 43.

<sup>4</sup> Hämmerle, J., Zur Organisation von *Acer Pseudoplatanus*. Bibliotheca botanica Heft 50, 1900, p. 12 und 55.

aber dieselbe fällt nicht mit dem Wachstum der oberirdischen Teile zusammen. Im Gegenteil, überall ist zeitliche Arbeitsteilung wahrzunehmen.

Bei den untersuchten Laubhölzern<sup>1</sup> tritt im Herbst nach Abschluss des oberirdischen Triebes ein Wurzelwachstum ein; die Beendigung derselben findet früher oder später statt; der Winter wirkt hier nur verzögernd, nicht wirklich abschliessend.

Die Nadelhölzer stellen sich den Laubhölzern insofern gegenüber, als hier der Herbst- und Frühjahrstrieb durch die Wintermonate getrennt sind.“

Dieser letzte Satz steht mit den oben angeführten Beobachtungen von Mohl nur soweit in Einklang, als angenommen wird, dass im Winter Ruhe herrscht, nicht aber in Betreff des Wachstums in der übrigen Zeit. Denn nach Resa schiebt sich zwischen die beiden Perioden des Wurzelwachstums eine Ruhepause, in der die Entwicklung der oberirdischen Teile vor sich geht, während nach Mohl die Ausbildung des Jahresringes der Wurzel gerade in den Sommer fällt.

Die Richtigkeit der eben angeführten Ergebnisse Resas bestreitet Wieler<sup>2</sup> sowohl aus theoretischen Gründen, wie auf Grund seiner eigenen Untersuchungen. Nach ihm findet in keinem Falle eine herbstliche Wachstumsperiode statt, wie Resa sie annimmt. Er fand zwar auch einige junge Wurzeln an den Weiden am 12. Dezember, 24. Januar und 25. Februar, schreibt dies aber dem Umstande zu, dass die Exemplare lange Zeit im warmen Zimmer gestanden haben, wo voraussichtlich die Wurzeln erst gebildet worden seien.<sup>3</sup>

Weiter schreibt er:<sup>4</sup>

„Die Wurzelbildung fällt nach meinen Angaben mit der Blätterbildung zusammen, sie mag früher beginnen als diese, aber sie dürfte schwerlich auch in einem einzigen Falle länger dauern.“

Wieler bestreitet also, dass die Wurzeln im Herbst und im

<sup>1</sup> Unter anderen *Quercus Robur*, *Alnus glutinosa*, *Acer campestre*.

<sup>2</sup> Wieler, A., Über das Bluten der Pflanzen. Cohn's Beiträge zur Biologie der Pflanzen, 1893, p. 101.

<sup>3</sup> a. a. O., p. 105.

<sup>4</sup> p. 106.

Winter wachsen. Ganz neuerdings vertritt nun Petersen<sup>1</sup> in Bezug auf die Periodizität des Wurzelwachstums den Standpunkt Resas gegen Wieler.

Seine Untersuchungen sind an 2—5jährigen und noch älteren Exemplaren von *Acer Pseudoplatanus*, *Fraxinus excelsior*, *Alnus glutinosa* und einer ganzen Reihe anderer Laub- und Nadelhölzer durchgeführt worden.

Er fand für *Acer Pseudoplatanus* zwei Vegetationsperioden, die erste von Februar bis Juni, die zweite von August bis September oder Oktober reichend. Das Wachstum soll in der letzten Periode erheblich intensiver sein. Im Winter befinden sich die Wurzeln in Ruhe.

Anlässlich meiner oben erwähnten<sup>2</sup> Untersuchungen konnte ich an einer grossen Reihe Exemplare von *Acer Pseudoplatanus* das Verhalten der Wurzeln genau studieren.

Die ein- bis fünfjährigen Exemplare standen auf verschiedenen Beeten im Botanischen Garten zu Göttingen.

Sie waren aus Früchten gezogen und zeigten auf dem gut gedüngten Boden im allgemeinen eine kräftige Entwicklung. Unter den von mir untersuchten Exemplaren hatten

die einjährigen	eine Höhe von	163—600	mm
„ zweijährigen	„ „ „	300—1800	„
„ dreijährigen	„ „ „	500—3000	„
„ vierjährigen	„ „ „	4000—5000	„
„ fünfjährigen	„ „ „	3500—6000	„

Ausserdem wurden noch einige Topfexemplare untersucht, die einige Jahre auf dem Balkon des Instituts gestanden hatten. Diese Topfexemplare waren viel schwächer entwickelt. Ein vierjähriges Exemplar hatte eine Höhe von 950 mm, ein fünfjähriges nur von 750 mm.

Auch einige gelegentliche Beobachtungen an *Fagus silvatica* und *Corylus Avellana* wurden aufgenommen, ebenso einige Angaben, die noch von Herrn Dr. Laubert, meinem Vorgänger in der Assistentenstelle am Pflanzenphysiologischen Institut zu Göttingen herrühren.

<sup>1</sup> Petersen, O. G., Nogle Untersogelser over Træernes Rodliv. (Einige Untersuchungen über das Wurzelleben der Bäume) Oversigt over det Kongelige Danske Videnskabernes Selskabs Farhandlingar 1898.

<sup>2</sup> Siehe p. 151.

## Einjährige Exemplare.

4. IV. 1898.

3 Exemplare. Länge der grössten Knospen 5—7 mm. Mehrzahl der Wurzelspitzen noch im Ruhezustand,<sup>1</sup> das Wachstum beginnt eben. (Dr. Laubert.)

19. IV. 1898.

3 Exemplare. Knospen etwas getrieben; Länge 13 mm. Mehrzahl der Wurzeln noch im Ruhezustand. Einige Spitzen etwas weiter als bei den Exemplaren vom 4. IV. (Dr. Laubert.)

25. V. 1898.

Mehrere Exemplare. Zuwachs der grösseren und kleineren Nebenwurzeln noch sehr gering, seltener 2—3 mm lang. (Dr. Laubert.)

9. VII. 1900.

5 Exemplare, 130—250 mm. Wurzelspitzen im Wachstum begriffen. Auch noch frische bis 40 mm lange Wurzeln vorhanden. (Sehr nasses Wetter!)

19. VII. 1899.

3 Exemplare, 230, 320, 330 mm. Wurzelspitzen meist noch im Wachstum begriffen. Neue Wurzeln noch nicht vorhanden.

7. VIII. 1899.

2 Exemplare, 200, 220 mm. Die längeren kräftigen Wurzeln wachsen noch an ihrer Spitze fort. Die schwächeren sind zur Ruhe gekommen. Neue Wurzeln nicht vorhanden. Neue Blätter noch in Bildung.

23. VIII. 1899.

2 Exemplare 400, 400 mm. Kein Wachstum. Neue Wurzeln nicht vorhanden.

20. X. 1898.

4 Exemplare, 163—250 mm. Wurzelspitzen teilweise im Wachstum begriffen.

<sup>1</sup> Ob eine Wurzel sich in Ruhe befindet oder nicht, lässt sich unter dem Mikroskop im ganzen ohne Schwierigkeit entscheiden. Die wachsende Spitze besitzt die Form eines ziemlich langen zugeschärften Kegels von heller Farbe, an dem die meristematische Natur gut hervortritt, während bei der ruhenden Wurzel die Spitze abgestumpft ist, das Rindengewebe getrennt erscheint, und das Meristem auf die innerste Spitze beschränkt ist. Der Neuzuwachs in der folgenden Periode ist an der Beschaffenheit der Rinde kenntlich und von dem älteren Teil der Wurzel durch eine leichte ringförmige Einschnürung geschieden.

23. X. 1898.

6 Exemplare, 300—600 mm. Bei den meisten Exemplaren Winterknospen gebildet. Nur bei einem noch nicht vorhanden. Viele Blätter noch grün, einige gelb und tot.

4 Exemplare besaßen grosse neue Wurzeln bis zu 100 mm Länge. Manchmal bilden sie die Verlängerung älterer stärkerer Wurzeln. Meist aber entspringen sie direkt aus den kräftigsten Wurzeln.

Bei 2 Exemplaren neue Wurzeln noch nicht vorhanden. Dort aber viele Wurzelspitzen eben erst zur Ruhe gekommen.

8. 1. 1900.

2 Exemplare, 330, 360 mm. Die im Herbst gebildeten dicken fleischigen Wurzeln an der Spitze nicht mehr weiter wachsend. Desgleichen die feineren Wurzeln in Ruhe. Neue Wurzeln fehlen.

2. III. 1899.

3 Exemplare, 200, 250, 500 mm. Nur an einigen grösseren Wurzeln von 30—40 mm und einigen kleineren Seitenwurzeln von 2—3 mm Länge noch lebende primäre Rinde zu sehen. Dies wahrscheinlich die zuletzt gebildeten Wurzeln. Die Wurzelspitzen wachsen nicht.

#### Zweijährige Exemplare.

7. XI. 1898.

2 Exemplare, 1600, 1700 mm. Die Blätter noch überall grün. Grosse neue Wurzeln im Wachstum. Sie entspringen an den kräftigsten Seitenwurzeln weiter zurück nach der Hauptwurzel zu oder direkt aus dieser.

29. XI. 1898.

5 Exemplare I.—V. 1320, 1200, 750, 430, 400 mm.

I.

5—7 kräftige, neue im Wachstum begriffene Wurzeln von 20—40 mm Länge und 1,25—1,5 mm Dicke. Zwei von diesen entspringen direkt aus der Hauptwurzel, vier an sehr kräftigen Nebenwurzeln, meist nur 20—40 mm von der Hauptwurzel entfernt. Die Spitzen älterer Wurzeln wachsen nur ganz wenig.

II.

Mehrere neue im Wachstum begriffene, kräftige Wurzeln, 40 mm lang, 1,5 mm dick. Die Spitzen der älteren Wurzeln wachsen nicht.

## III. IV. V.

Nur selten grössere neue Wurzeln wie bei I. und II. Die Spitzen der älteren Wurzeln wachsen kräftig.

## 2. III. 1899.

7 Exemplare 500—1800 mm. Kein Wurzelwachstum. Es gilt für diese Exemplare genau dasselbe wie für die einjährigen vom selben Datum (siehe p. 155).

## 6. IV. 1899.

5 Exemplare. 800, 800, 1000, 1100, 1400 mm. Knospen eben angetrieben. Wurzelwachstum beginnend. Neue Wurzeln teils eben aus der Hauptwurzel hervorbrechend, teils schon 4—5 mm lang, 2 mm dick. Die Wurzelspitzen meist noch in Ruhe, nur hier und da einige schon wachsend.

## 17. IV. 1899.

4 Exemplare. 300, 1000, 1000, 1400 mm. Knospen weiter als am 6. IV. 99. Das 300 mm hohe Exemplar ohne neue Wurzeln. Die anderen mit einer Reihe von 1—2 mm dicken, bis 120 mm langen Wurzeln versehen. Spitzen der feinsten Wurzeln in Ruhe. Viele grössere Wurzeln durch Spitzenwachstum verlängert.

## 19. VII. 1899.

5 Exemplare 400, 500, 500, 650, 950 mm. Wurzelspitzen noch im Wachstum, wenigstens in einigen kleinen Systemen. Neue Wurzeln noch nicht vorhanden.

## 7. VIII. 1899.

7 Exemplare 200—1000 mm. Winterknospe noch nicht überall ausgebildet. An kleineren Systemen der Wurzel Spitzen stellenweise noch im Wachstum. Auch längere Wurzeln noch vereinzelt im Wachstum. Neue Wurzeln an einem Exemplar konstatiert, dessen Wurzel aber eine seitliche Verletzung zeigte.

## Dreijährige Exemplare.

## 19. VII. 1899.

4 Exemplare 500, 1600, 1900, 1900 mm. Neue Wurzeln im Wachstum, bis 30 mm lang, aus der Hauptwurzel entspringend. An ihnen schon Nebenwurzeln sich entwickelnd. Das übrige Wurzelsystem in Ruhe. Nur ganz vereinzelt in einem kleineren System eine kräftigere Spitze noch wachsend.

7. VIII. 1899.

5 Exemplare. Bis 2000 mm. Bei einem Exemplar waren bis auf den oberen Teil des dritten Jahrestriebes sämtliche Knospen entfernt. Die Wurzelspitzen in Ruhe. Neue, dicke, bis 100 mm lange Wurzeln im Wachstum.

Die Haupttriebe entwickelten noch Blätter, während die Seitentriebe schon ihre Winterknospe gebildet hatten.

23. VIII. 1899.

6 Exemplare 2500—3000 mm. Wurzelspitzen in Ruhe. Neue Wurzeln im Wachstum, bis 150 mm lang, 2—3 mm dick.

8. I. 1900.

2 Exemplare 1800, 2300 mm. Nur an einem Exemplar noch eine 20 mm lange dicke Wurzel im Wachstum. Die übrigen alle in Ruhe.

Vierjährige Exemplare.

8. XI. 1899.

2 Exemplare 4000—5000 mm. Blätter abgefallen oder doch verwelkt. Neue Wurzeln im Wachstum begriffen.

Fünfjährige Exemplare.

20. VII. 1899.

3 Exemplare 3500, 5000, 6000 mm. Neue Wurzeln teils eben hervorbrechend, teils schon weiter. Es konnten noch deutlich die alten im Frühling gebildeten Wurzeln unterschieden werden. Alle neuen Wurzeln entspringen aus ziemlich dicken Stellen der Hauptwurzel.

Topfexemplare.

7. XI. 1898.

Fünfjähriges Exemplar, 750 mm. Die meisten Wurzeln in Ruhe. Nur ganz vereinzelt Wurzelspitzen zu finden, die entweder eben ihr Wachstum eingestellt haben, oder eben zu wachsen anfangen.

24. XI. 1898.

Vierjähriges Exemplar, 950 mm. Der letzte Jahrestrieb hatte eine Länge von 260 mm. Blätter längst abgefallen.

Die meisten Wurzeln in Ruhe. Eine Anzahl von Wurzeln vor einiger Zeit zur Ruhe gekommen, hatten ein Wachstum von

4,5 mm in maixmo durchgemacht, andere schickten sich eben an zu wachsen. Nur wenige waren schon seit längerer Zeit in Entwicklung. Diese zeigten ein sehr kräftiges Wachstum.

---

### **Fagus silvatica.**

26. V. 1899.

Vierjähriges Exemplar, 160 mm. Neue wachsende Wurzeln bis 2,5 mm dick, aus der dicken Hauptwurzel entsprungen.

### **Corylus Avellana.**

8. I. 1900.

Vierjähriges Exemplar, 1400 mm. Die meisten im Herbst gebildeten Wurzeln in Ruhe. Einige 10—20 mm lange Wurzeln jedoch im Wachstum.

---

Aus den vorstehenden Angaben ist folgendes ersichtlich. — Anfang März befindet sich das ganze Wurzelsystem bei *Acer Pseudoplatanus* in einem Zustand der Ruhe. In den ersten Tagen des April fangen die Wurzeln an zu wachsen. Der Anfang der Wurzelthätigkeit fällt ziemlich genau mit dem Treiben der Knospen zusammen. Viele der kleineren Wurzeln beginnen langsam weiter zu wachsen. Ausserdem brechen aus der Hauptwurzel und den stärksten Seitenwurzeln neue hervor, die sich sehr kräftig entwickeln und in 14 Tagen bis 120 mm lang werden können. Dasselbe wurde auch an der vierjährigen Buche beobachtet.

Bei den ein- und zweijährigen Exemplaren dauert das Wurzelwachstum bis Mitte Juli oder Anfang August. Im August finden sich aber immer noch einige stärkere Wurzeln im Wachstum.

Bei den drei-, vier- und fünfjährigen Exemplaren sind dagegen die Wurzelspitzen schon Mitte Juli in Ruhe. Um diese Zeit brechen bei ihnen bereits neue hervor. Diese entspringen namentlich aus der Hauptwurzel und an der Basis der stärkeren Nebenwurzeln. Bei den drei- und mehrjährigen Exemplaren tritt also die Periode der Neubildung von Wurzeln schon im Juli auf.

Anders, wie gesagt bei den ein- und zweijährigen Exemplaren, die noch im August Verlängerung der Wurzeln durch Spitzenwachstum zeigen, während neue Wurzeln noch nicht vor-

handen sind. Ende August ist bei ihnen das ganze Wurzelsystem zur Ruhe gekommen. Erst Mitte Oktober beginnt eine neue Wachstumsperiode. Es treten dann die ersten neuen Wurzeln auf, die sich am kräftigsten im November entwickeln. Bei allen Exemplaren aber brechen die neuen Wurzeln immer aus den ältesten hervor.

Im Januar war bei den einjährigen Exemplaren vollständige Ruhe eingetreten. Auch bei den dreijährigen waren beinahe alle Wurzeln im Ruhestande. Bei einem vierjährigen Exemplar von *Corylus Avellana* fanden sich dagegen mehrere kürzlich entstandene neue Wurzeln. Bei *Acer Pseudoplatanus* fällt demnach auf die Monate Januar, Februar, März eine vollständige Ruheperiode.

Zwischen kräftigen und schwachen Exemplaren scheint in sofern ein Unterschied zu bestehen, als bei den schwach entwickelten zweijährigen Exemplaren am 29. XI. 1898 nur die Spitzen der Wurzeln wuchsen, während neue Wurzeln sich nur ganz vereinzelt zeigten.

Dies wird auch durch das Verhalten der Topfexemplare bestätigt. Das eine sehr schwach entwickelte fünfjährige Exemplar zeigte überhaupt nur sehr geringe Wurzelthätigkeit. Das etwas kräftigere vierjährige Exemplar liess ein verspätetes Auftreten der neuen Wurzeln bemerken. Auch war das Wachstum hier nicht sehr stark.

Meine Resultate stimmen also weder mit denen Resas noch mit denen Wieler's überein. Während Resa für die Laubbäume im Winter nur eine Verzögerung des Wachstums annimmt, nach Wieler im Winter und Herbst die Neubildung ruht, findet nach meinen Beobachtungen bei *Acer Pseudoplatanus* im Frühling und Herbst Neubildung von Wurzeln statt, deren Wachstum im Januar sicher zur Ruhe kommt.

Dagegen stimme ich mit Resa und Petersen in dem Punkte überein, dass zwei jährliche Wachstumsperioden vorhanden sind. Nur über die Dauer und Intensität weichen meine Befunde ab.

Gegen Petersen muss ich betonen, dass ich gerade die Hauptthätigkeit des Wachstums im Frühjahr gefunden habe, und dass ferner Unterschiede bestehen zwischen ein- und zweijährigen Exemplaren auf der einen und drei- und mehrjährigen auf der anderen Seite. Es ist nicht ausgeschlossen, dass ältere Exemplare von über 6 Jahren sich noch anders verhalten. Das habe ich aber nicht näher untersucht.

Es scheint also nach allen bisher vorliegenden Untersuchungen, dass die Verhältnisse für verschiedene Bäume nicht gleich liegen. Ausserdem dürften jedenfalls Boden- und Witterungsverhältnisse nicht ohne Einfluss sein, ebenso wie ohne Zweifel die klimatischen Bedingungen sehr in Betracht kommen werden.

Hinreichende Klarheit darüber werden nur fortgesetzte sorgfältige Untersuchungen geben können.

Göttingen, Pflanzenphysiologisches Institut, den 25. Juli 1900.

Während des Druckes vorstehender Mitteilung hatte ich Gelegenheit, einige weitere Beobachtungen zu machen, über die ich hier gleich noch berichten will.

#### **Acer Pseudoplatanus.**

17. X. 1900.

Einjähriges Exemplar, 340 mm. Winterknospe eben fertig. Blätter noch rein grün. 5—6 kräftige, neue Wurzeln im Wachstum, bis 20 mm lang, direkt aus der Hauptwurzel entspringend. Die mikroskopische Untersuchung zeigte, dass die kambiale Thätigkeit in der Hauptwurzel noch nicht abgeschlossen war.

1. XI. 1900.

4 dreijährige Exemplare, 2000, 2500, 3000 mm. Winterknospen geschlossen. Blätter noch nicht abgefallen, doch vielfach schon etwas vergilbt. An einigen Exemplaren eine grosse Anzahl kräftiger, neuer Wurzeln im Wachstum, an anderen nur wenige. Länge bis zu 40 mm, Dicke bis zu 1,5 mm.

#### **Salix spec.**

11. VIII. 1900.

4 dreijährige Exemplare, 2000, 2500, 3000, 4000 mm. Knospen noch nicht geschlossen. Aus sehr kleinen Stecklingen erwachsen. Kräftige neue Wurzeln bis mehrere Centimeter lang.

#### **Cōrylus Avellana.**

11. VIII. 1900.

Dreijähriges kräftiges Exemplar. Ein kräftiger Haupttrieb 1800 mm, 2 schwächere Nebentriebe 1800 und 1300 mm. Auch

Über die Periodizität des Wurzelwachstums bei *Acer Pseudoplatanus*. 161

dies Exemplar zeigt (wie dasjenige vom 8. I. 1900) keine gut entwickelte Pfahlwurzel. Die Wurzeln gehen sehr flach im Boden seitlich. Die Sprossspitzen wachsen noch kräftig. Zahlreiche neue Wurzeln an der Wurzelbasis und in ihrer Nachbarschaft, zum Teil viele Centimeter lang.

29. XI. 1900.

1. 4 ein- bis zweijährige Triebe vom Wurzelausschlag eines grösseren Exemplars. Winterknospen geschlossen. Die meisten Blätter abgefallen, einige wenige noch frisch und grün. 2 Exemplare, 800, 1000 mm ohne neue Wurzeln. Kambiumthätigkeit abgeschlossen. 2 Exemplare, 500, 600 mm, mit kräftigen, neuen im Wachstum befindlichen Wurzeln. Sie sind bis 70 mm lang und 2 mm dick und entspringen aus den starken Wurzelstämmen in der Nähe der Bodenoberfläche. Auch die älteren Wurzeln sind durch noch andauerndes Wachstum verlängert.

2. 3 aus Samen gewachsene Exemplare.

a) 2 einjährige 170, 220 mm. Winterknospen geschlossen. Die meisten Blätter abgefallen. Neue Wurzeln fehlen. Nur einige Spitzen im Wachstum. Kambiumthätigkeit in der Hauptwurzel erloschen.

b) Ein zweijähriges Exemplar, 400 mm. Winterknospe geschlossen, Blätter abgefallen. An mehreren Wurzeln Verlängerung durch sehr kräftiges Wachstum (Länge bis 100 mm, Dicke 2 mm). Auch in den älteren Teilen bis zu 10 mm lange neue Wurzeln. An der Hauptwurzel selbst keine neuen Wurzeln.

**Fraxinus spec.**

29. XI. 1900.

2 zweijährige Exemplare aus dem Botanischen Garten, 250, 300 mm. Winterknospen geschlossen, Blätter abgefallen. Im Herbst neue Wurzeln gebildet, die jetzt zur Ruhe gekommen. Kambiumthätigkeit eingestellt. In der Wurzel enthält besonders die Rinde sehr viel Stärke.

**Fraxinus excelsior.**

1. XII. 1900.

8 zwei- bis vierjährige Exemplare, 320—1050 mm, unter Kiefern im Walde gewachsen. Keine frischen Wurzeln. Auch

war nicht zu entscheiden, ob im Herbst neue Wurzeln getrieben. Die Exemplare befanden sich indessen unter so ungünstigen Bedingungen, dass aus ihrem Verhalten keine Schlüsse zu ziehen sind.

### **Quercus Robur.**

11. VIII. 1960.

4 zweijährige Exemplare, 330, 360, 600, 625 mm. Zweiter Trieb fertig. An einem Exemplar ein dritter Trieb noch nicht ganz ausgewachsen. Kräftige neue Wurzeln im Wachstum, in maximo nur wenige Centimeter lang.

26. XI. 1900.

4 zweijährige Exemplare, 290, 300, 370, 450 mm. Winterknospen geschlossen, Blätter tot. Bei drei Exemplaren lange Wurzeln, zum Teil Fortsetzungen älterer, zum Teil aus der Hauptwurzel im Herbst hervorgebrochen. Letztere namentlich in der Nähe des Wurzelhalses. Wachstum seit einiger Zeit beendet.

Die Eiche besitzt im Gegensatz zur Haselnuss eine ausgezeichnet gut entwickelte Pfahlwurzel, die im 2. Jahr durchaus keine irgendwie stärkere Verzweigung zeigt. Sehr schön fällt hier auch die bedeutend kräftigere Ausbildung des Wurzelsystems in die Augen. Die herausgebrachten Wurzelstücke<sup>1)</sup> massen 500, 550, 620 mm, gegenüber 290, 450, 370 mm Triebhöhe. Auch die Dicke der Wurzeln war viel bedeutender.

Ein Exemplar zeigte im Herbst keine Wurzelthätigkeit. Es verhalten sich die einzelnen Individuen demnach verschieden.

### **Fagus silvatica.**

11. VIII. 1900.

4 vierjährige Exemplare, 180, 500, 950, 1000 mm. Winterknospen geschlossen. Neue Wurzeln fehlen vollständig.

17. X. 1900.

3 vierjährige Exemplare, 350, 500, 600 mm. Neue Wurzeln fehlen. Wurzeln bis zu 500 mm aus dem Boden herausgebracht. Wurzelhals 13—14 mm, unteres Ende 2—3 mm dick. Bei der Buche finden wir schon früh eine stärkere Verzweigung der Pfahl-

<sup>1)</sup> Am abgerissenen Ende besaßen einige Wurzeln noch eine Dicke von 5 mm. Die Maximaldicke betrug 12 mm.

wurzel. Die mikroskopische Untersuchung ergab, dass das kambiale Wachstum in den Wurzeln vollständig abgeschlossen war.

14. XI. 1900.

Zwei ca. 12—15jährige Exemplare, 2500, 4000 mm, aus einem grösseren Bestande im Botanischen Garten. Winterknospen geschlossen, Blätter verwelkt. Neue Wurzeln fehlen gänzlich. Die mikroskopische Untersuchung zeigte, dass die kambiale Thätigkeit vollständig erloschen war.

26. XI. 1900.

7 Exemplare von 6—10 Jahren aus dem Walde geholt, 200, 220, 240, 250, 270, 310, 430 mm. Knospen geschlossen, Blätter abgefallen. Neue Wurzeln fehlen. Sehr auffallend ist die im Vergleich zu den oberirdischen Teilen ausserordentlich mächtige Ausbildung des Wurzelsystems. Die mikroskopische Untersuchung erwies, dass die Kambiumthätigkeit erloschen war. In der Wurzel grosse Mengen von Stärke.

*Fagus silvatica* zeigt demnach im Herbst keine Wurzelthätigkeit.

---

Meine vorstehenden Ergebnisse werden durch diese Ergänzungen insofern bestätigt und erweitert, als auch für *Quercus*, *Salix*, *Corylus* im Herbst Wurzelthätigkeit, und zwar Bildung kräftiger neuer Triebwurzeln nachgewiesen werden konnte. Abweichend verhält sich nur *Fagus silvatica*, bei der ich kein Wachstum fand im Gegensatz zu Resa und Petersen, aus deren Angaben indessen auch nicht auf Neubildung kräftiger Wurzeln geschlossen werden kann.

Im Verhalten der Bäume zeigen sich also weitgehende Differenzen, wie dies auch für Stauden wesentlich von Rimbach nachgewiesen wurde. Im allgemeinen wird man aber trotz der Ergebnisse Wielers den Standpunkt von Resa für den zutreffenderen halten müssen. Eine weitere Klärung dieser Verhältnisse ist zu wünschen.

---

## Litteraturverzeichnis.

- Büsgen, M., Bau und Leben unserer Waldbäume. Jena 1897.
- Daniel, Lucien, Sur les Racines Napiformes Transitoires des Monocotylédones. Revue Générale de Botanique 1891, Tome troisième p. 451.
- Gulbe, Über die periodische Activität in den Wurzeln unserer Bäume. (Arbeiten der St. Petersburger Naturf. Gesellsch. Bd. XIII; russisch). Referiert im Bot. Centralbl., Bd. 38, p. 487.
- Über die periodische Thätigkeit des Cambiums in den Wurzeln unserer Bäume. (Jahresber. des St. Petersburger Forstinstituts. Bd. III; russisch). Referiert im Bot. Centralbl. Bd. 40., p. 43.
- Hämmerle, J., Zur Organisation von *Acer Pseudoplatanus*. Bibliotheca botanica, Heft 50. Stuttgart 1900.
- Hartig, Th., Über die Zeit des Zuwachses der Baumwurzel. Bot. Zeit. 1863, p. 288.
- Irmisch, Th., Zur Morphologie der monocotylichen Knollen- und Zwiebelgewächse. Berlin 1850.
- Meyer, A., Untersuchungen über die Stärkekörner. Jena 1895, p. 250 f.
- v. Mohl, H., Einige anatomische und physiologische Bemerkungen über das Holz der Baumwurzeln. Bot. Zeit. 1862.
- Petersen, O. G., Nogle Untersogelser over Træernes Rodliv. (Einige Untersuchungen über das Wurzelleben der Bäume) Oversigt over det Kongelige Danske Videnskabernes Selskabs Forhandlingar 1898. Avec un résumé français.
- Resa, Fr., Über die Periode der Wurzelbildung. Bonner Dissertation 1877.
- Rimbach, A., Über die Ursache der Zellhautwellung in der Endodermis der Wurzeln. Ber. d. D. Bot. Gesel. 1893, p. 94.
- Über die Ursache der Zellhautwellung in der Exodermis der Wurzel. Ebend. 1893, p. 467.
- Über die Jahresperiode tropisch-andiner Zwiebelpflanzen. Ebend. 1895, p. 88.

- Rimbach, A., Zur Biologie der Pflanzen mit unterirdischem Spross. Ebd. 1895, p. 141.
- Über die Tieflage unterirdisch ausdauernder Pflanzen. Ebd. 1896, p. 164.
- Zur Kenntnis von *Stenomesson aurantiacum*. Ebd. 1896, p. 372.
- Über die Lebensverhältnisse der geophilen Pflanzen. Ebd. 1897, p. 92.
- Über die Lebensweise von *Arum maculatum*. Ebd. 1897, p. 178.
- Über die Lebensweise des *Allium ursinum*. Ebd. 1897, p. 248.
- Biologische Beobachtungen an *Colchicum autumnale*. Ebd. 1897, p. 298.
- Über *Lilium Martagon*. Ebd. 1898, p. 104.
- Beiträge zur Physiologie der Wurzeln. Ebd. 1899, p. 18.
- Die kontraktile Wurzeln und ihre Thätigkeit. Fünfstücks Beiträge zur Wissenschaftl. Botanik. Bd. II., Abt. 1., p. 1, 1897.
- Das Tiefenwachstum der Rhizome. Ebd. Bd. III., Abt. 2, p. 177, 1898.
- Strasburger, E., Bau und Verrichtung der Leitungsbahnen. Jena 1891.
- Wieler, A., Über das Bluten der Pflanzen. Cohns Beiträge zur Biologie der Pflanzen 1893, Bd. 6.
-

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Beiträge zur Wissenschaftlichen Botanik](#)

Jahr/Year: 1901

Band/Volume: [4](#)

Autor(en)/Author(s): Hämmerle J.

Artikel/Article: [Über die Periodizität des Wurzelwachstums bei Acer Pseudoplatanus 149-165](#)