Für Hessen besteht noch der besondere Wunsch, daß die Zahl seiner bemerkenswerten Bäume in einem Nachtrage zum Baumbuch vervollständigt werde. Von solchen kämen in der Nähe von Darmstadt in Betracht: die herrliche Scheftheimer Eiche am Brunnersweg, die drei mächtigen alten Eichen im Distrikt Rotsuhl des Hirschparks und die drei Kaiser-Eichen im Vorderwiesenschlag des Stadtwaldes.

Beitrag zur Kenntnis des Lebens der sommergrünen Laubblätter.

Von Prof. Dr. **Hermann Dingler**, Aschaffenburg.

Bekanntlich bleiben zahlreiche Blätter, wenn sie von ihrer Mutterpflanze abgetrennt werden, bei geeigneter Kultur länger am Leben als es den an der Mutterpflanze sitzen gebliebenen beschieden ist. Dies beweist, daß das Blatt von der Mutterpflanze für ihre Zwecke, wenn man so sagen darf, ausgenützt und von ihr bis zu einem gewissen Grade wie erzeugt, so auch selbst wieder aufgezehrt wird. Die Blätter sterben dabei normal — mit seltenen Ausnahmen — in mehr weniger deutlicher Folge nach dem Ort, also auch dem Alter ihrer Entstehung bez. Entwicklung ab. Dies tritt freilich nur an längeren mehrblätterigen Sprossen hervor, wo die untersten Blätter in vorgerückterer Jahreszeit mehr oder weniger vergilbt oder auch schon abgefallen sind, während die oberen, grün und lebenskräftig, oft noch lange funktionieren können.

Zwingt man Holzgewächse durch rechtzeitiges Zurückschneiden bis auf wenige Knospen diesen besonders reichliche Nahrung zuzuführen und damit besonders starke und vielblätterige Lohden zu erzeugen, so wird der Vorgang noch klarer. Führt man die Beschneidung erst nach Laubausbruch aus, oder noch besser, wenn die Sprosse schon ausgewachsen sind, so kann ein größerer Teil der Blätter und zwar wiederum die oberen und jüngeren, je nach ihrer Widerstandsfähigkeit im Spätherbst und bis in den Winter hinein am Leben bleiben, wenn nicht allzu schwere Frühfröste sie vor der Zeit töten oder allzu reichliches Fruchten des Individuums sie schon vorher zu sehr verbraucht haben. So behandelte Holzgewächse bieten im Spätherbst ein überraschendes Bild gegenüber ihren vollkommen kahl stehenden Artgenossen. Bei sehr lebenszähen Arten, wie unsere Hainbuche, gelingt es durch rechtzeitige Schneidelung sogar, jüngere Blätter durch stärkere Frostperioden hindurch lebend bis in den Januar des nächsten Jahres zu bringen, wie ich gezeigt habe.

Aber auch ohne Eingriff sehen wir in der freien Natur ähnliches. Die Johannistriebe pflegen ihre Blätter länger zu erhalten als die Frühjahrstriebe, und an Pyramidenbäumen, wie an der lombardischen Pappel sieht man besonders schön im Spätherbst die grüne Blätterhaube der am längsten weiterwachsenden Gipfeltriebe über den verkahlten Kronen. Auch die jüngeren schlankkegelförmigen Kronen von Taxodium distichum tragen an der Spitze eines jeden ihrer Zweigsysteme und besonders an ihren Gipfeln noch grüne Nadeln bez. lebende Kurztriebe, während die ganze übrige Krone bereits braunrot aussieht. Übrigens hat der Herausgeber unseres Jahrbuches in diesen Blättern schon mehrfach auf die manchmal zu beobachtende individuell verschobene Periodizität, so z. B. bei der Roßkastanie aufmerksam gemacht, die ebenfalls ähnliche, sowohl nach Individuen getrennte Erscheinungen zeitigt, als auch, nach *Lakons* Beobachtung, manchmal partielle Periodenverschiebung an einzelnen Individuen aufweist.

Alles dies, sowie die Resultate meiner Schneidelungsversuche mit in der Trockenzeit laubabwerfenden Hölzern der Tropen in Ceylon, bei denen die kurz vor Eintritt der Trockenzeit erzeugten Blätter sogar die ganze trockenheiße Zeit gesund über-

standen, bewies einen sehr bedeutenden Unterschied zwischen der Lebenskraft junger und alter Blätter. Dazu kam, daß ich bereits 1902 mittelst Versuchen an Pappeln und Weiden den Beweis erbracht hatte, daß zwischen den älteren und jüngeren Blättern eines Sprosses Konkurrenz besteht, die soweit geht, daß den ersteren durch die letzteren die Existenz verkürzt wird. Diese Konkurrenz setzt sich, wie man sehr schön an mannigfach variierten Wasserkulturen mit abgeschnittenen Sprossen sehen kann, fort, bis in die Zeit, in welcher alle Blätter des Sprosses ausgewachsen sind, so daß schließlich nur mehr das oberste, das siegende Spitzenblatt des Sprosses übrig bleibt.

Was war natürlicher, als daß der Altersunterschied der Blätter eines Sprosses, in welchem gleichzeitig das ganze jeweilige Erleben des einzelnen Blattes steckt, wenn ich mich so ausdrücken darf, von mir als höchst wichtig angesehen wurde und in meiner vielfach angegriffenen »Alterungshypothese« zum Ausdruck kam? Die typische Absterbefolge der Blätter war schon den alten französischen Physiologen bekannt. Auch *Wiesner*, der hervorragende Blattbiologe, kannte sie, aber er suchte den Grund für den herbstlichen Abfall in herbstlicher Transpirationshemmung statt in dem physiologischen Absterben infolge der Reihenfolge und Dauer der Aus- und Abnutzung.

Daß die Funktion der Blätter, ihre Arbeit, und damit einhergehend ein Selbstverbrauch, vielleicht auch schädliche nicht entfernbare Abfallstoffe eine Rolle beim Absterben spielen dürften, war ein selbstverständlicher Gedanke. Spezielle mikroskopische Beweise dafür beizubringen war ich seit einer längeren Reihe von Jahren leider selbst nicht mehr in der Lage, aber mit meinem Nachweis (1902), daß die gleichen atmosphärischen Verhältnisse unmöglich Blattfall verursachen und gleichzeitig bei der gleichen Art und auch am gleichen Baum (z. B. Pyramidenpappel) Weiterleben der Blätter gestatten können, war der *Wiesner*schen Ansicht der Boden entzogen. Seine Hypothese war aber bis zu meinen beweisenden Versuchen und Beobachtungen meines Wissens fast allgemein angenommen gewesen oder war wenigstens unwidersprochen geblieben, hat doch ein so hervorragender Forscher wie *Ernst Stahl* wenige Jahre vorher noch nach Gründen für die herbstliche Transpirationshemmung der sommergrünen Laubblätter gesucht.

Mehrfache Gegnerschaft erhob sich, sowohl gegen meine Beobachtungen und Versuchsresultate als gegen meine Schlußfolgerungen. Auch einzelne etwas ältere Angaben eines so guten Beobachters wie *Anton Kerner von Marilaun* standen meinen Erfahrungen über die Absterbefolge der Blätter entgegen, indessen waren es nur Einzelbeobachtungen, welche sich durch besondere von *Kerner* offenbar nicht genügend beachtete Begleitumstände erklären, abgesehen davon, daß sie sich gleichzeitig auf unbewiesene Annahmen stützten, wie z. B. die Angabe, daß in kühlen feuchten Schluchten die Blätter im Herbst länger ausdauern ohne die Begründung durch den Nachweis, daß sie im Frühjahr gleichzeitig mit den Artgenossen der anderen Standorte ausgeschlagen hätten. Die Erklärung für das längere Ausdauern im Herbst liegt — falls nicht besondere physiologische Varietäten oder Rassen in Frage kommen, was nicht unmöglich ist — an dem an solchen kühlen Standorten verspäteten Ausschlagen im Frühjahr, beruht also nur auf lokaler Periodenverschiebung, wie ich durch eigene Beobachtungen vielfach feststellen konnte.

Was die Angaben über längere Lebensdauer der Blätter mitteleuropäischer Holzgewächse in wärmeren Klimaten angeht, so sind sie, soweit sie mir bekannt geworden sind, sehr hypothetischer Natur. Im für Laubentwicklung äußerst günstigen kühlfeuchten Klima der Gebirge Ceylons beispielsweise, wo ich alle, meinen sachkundigen Gewährsmännern bekannten Anpflanzungen besucht habe und eine größere Zahl von Arten kontrollieren konnte, war von Längerlebigkeit der Blätter nichts zu bemerken. Die Erklärung für die Angaben von »Immergrünwerden« reduzierten sich sämtlich auf zweimaliges, etwas unregelmäßiges Ausschlagen im Jahr, einmal im

Frühling, das zweite Mal im Herbst. Unter anderem bewies das die sehr eingehende Untersuchung der Verhältnisse der in zahlreichen Exemplaren angepflanzten europäischen Stieleiche und Zerreiche (Quercus pedunculata und Q. cerris), welche ich in Hakgala ausführte und welche *Schimpers* Angaben von Tjibodas auf Java bestätigte und erweiterte.

Richtig ist, daß, was die Vergilbungs- und Absterbefolge der sommergrünen Blätter anlangt, ein nicht sehr gründlicher Beobachter an den meisten erwachsenen Bäumen ohne künstliche Eingriffe nichts oder wenig zu sehen bekommt und sich durch gewisse Erscheinungen, namentlich an manchen Arten, wie z. B. unsere Rotbuche, allzuleicht täuschen läßt. Der erwachsene Baum macht normal fast lauter kurze wenigblätterige Sprosse und kein Blatt ist, wie dies auch bei jedem andern Organ und Organismus der Fall ist, dem anderen Blatt vollkommen gleich, sowohl in seiner äußeren Gestalt als in seinem anatomischen Bau; das eine ist in dem oder jenem »zweckmäßiger« als das andere gebaut. Die Blätter, sogar die des gleichen Sprosses, befinden sich in verschiedener Lage zum Licht, zur Sonne, zum Wind usw. und schließlich ist jedes Blatt während seines Lebens den verschiedensten Zufällen, mechanischen Schädlichkeiten, Krankheiten, Parasiten usw. ausgesetzt. Sehr häufig verdeckt die Wirkung solcher verschiedenen Umstände die normale Verbrauchsfolge der wenigen, im Alter nicht allzuweit voneinander entfernten Blätter eines Sprosses.

Außerdem spielt natürlich die Wasser- und Nahrungsversorgung in den einzelnen Teilen jedes Baumes eine große Rolle, mit der Konkurrenz um das Licht, was sich gerade nach Schneidelungen z. B. bei der Feld- und Bergulme nach besonders üppigem Austreiben oft charakteristisch zeigt. Es sterben dann inmitten der wuchernd dicht sich drängenden Sprosse die schwächeren oder aus irgend einem Grund zurückbleibenden unter rascher Vergilbung und Fall ihrer sämtlichen Blätter ab. Dies Laubsterben fällt mit *Wiesners* Sommerlaubfall zusammen. Der Vorgang stellt eine Selbstreinigung des Baumes dar, wie sie der Forstmann in seinen Kulturen vornimmt.

Zu den leicht täuschenden Erscheinungen zählen schließlich noch die hochsommerlichen Vertrocknungsvorgänge an den oberen Blättern exponierter Sprosse, namentlich an Gipfelsprossen sowie auf der Süd- und Südwestseite der Kronen, die in trockenwarmen Jahren besonders häufig auftreten und gerade die oberen Sproßspitzenblätter betreffen, welche sonst am längsten auszudauern pflegen. Es liegt hier eine Wirkung besonders starker Transpiration bei ungenügender Wasserzuführung vor, die sich als »Grünvertrocknung« äußert, und der sich öfter auch schwächeres Vergilben beigesellt. Sie findet ihr Gegenstück in einem manchmal auftretenden frühherbstlichen Vertrocknen infolge von anhaltenden starken, kalten und trocknen Winden, das aber mehr auf der Nord- und Ostseite der Krone freistehender Bäume auftritt.

In einem Punkte hatte der Beobachter *Mogk* recht, welcher bei physiologischen Versuchen mit Ulmen gewisse auffallende Unregelmäßigkeiten in der Absterbefolge der Blätter bemerkte. Es kommen in der Tat solche Fälle bei Ulmen vor. Bei seinen »labilen Zwillingssystemen« bemerkte er gleichzeitigen Beginn des Blattfalles an der Basis des unteren und des oberen Stockwerks des Sproßsystems. Außerdem kommt, wie ich selbst beobachtete, wenn auch sehr selten, längeres Überleben des untersten, nächst der Basis eines einfachen Langsprosses sitzenden Blattes vor, welches normalerweise sonst zuerst abzusterben pflegt. Es wird auf diese Vorkommnisse später zurückzukommen sein, ebenso wie auf den von *Lakon* berichteten Fall von Periodeverschiebung eines einzelnen Sproßsystems bei einer Roßkastanie, der ähnlich auch für andere Holzgewächse berichtet wird.

In der Diskussion über alle diese Vorgänge und meine Auffassung derselben wurde mir neben der Leugnung der Altersfolge beim Absterben der Blätter auch der Vorhalt gemacht, daß ich nicht gleichzeitig junge und alte Blätter auf einem und demselben Individuum beobachtet hätte. Ich hatte es zwar längst getan, oder

vielmehr richtiger bei Schneidelungen mehr zufällig einzelne Sproßsysteme stehen lassen, aber es nur kurz berührt, da ich es nach dem übrigen Vorgebrachten für nicht wichtig genug gehalten hatte, besonders darauf einzugehen. Nachdem aber verschiedene weitere Fragen sich ergeben hatten, welche auf dem Weg bezüglicher Versuche ihrer Lösung zugeführt werden konnten, beschloß ich das von *Lakon* speziell erhobene Verlangen durch im großen durchgeführte Versuche zu erfüllen. Ich hatte schon länger beabsichtigt, die Wirkungen des Schneidelns auf bereits vorhandene Blätter des gleichen Individuums genauer zu verfolgen und etwaige Nachwirkungen auf die Perioden der folgenden Jahre zu kontrollieren. Auch die Hochsommervertrocknungen der Blätter exponierter Sproßspitzen, wie ich sie besonders an Linden, Ulmen, Ahornen beobachtet hatte, verlangten nochmalige Versuche gerade mit einer oder der anderen dieser Arten. Seit 1915 habe ich daher eine große Zahl solcher Versuche und Beobachtungen gemacht. Den eingehendst studierten, mit einer schon seit Jahren beobachteten großblätterigen Linde meines Hausgartens werde ich nun im folgenden etwas ausführlicher schildern.

Partieller Schneidelungsversuch mit Tilia platyphyllos Scop.

Den 1918 etwa 36 Jahre alten Baum hatte ich selbst in meinem Hausgarten gepflanzt. Er steht frei auf einer kleinen Wiesfläche und war bis zum Versuchsjahr, abgesehen davon, daß einzelne Sprosse gelegentlich abgeschnitten worden waren, unberührt geblieben. Er war im Frühjahr 1918 9 m hoch, wovon auf den in Brusthöhe 60 cm Umfang messenden Stamm ca. 3 m fielen. Er war vollkommen gesund, stand in bestem Wuchs und hatte eine weit ausladende Krone. Er zeigte öfter die erwähnten hochsommerlichen Grünvertrocknungserscheinungen an exponierten Sproßspitzenblättern in sehr mäßigem Grade.

Am 27. März 1918 waren die ersten Knospen in Öffnung begriffen, am 9. April fast alle Knospen geöffnet. Die große Mehrzahl der kurzen Sprosse besaß noch gefaltete, und nur wenige etwas mehr gestreckte besaßen bereits 1 bis 3 vollkommen flach ausgebreitete Blätter.

13. Juni: Die große Mehrzahl der Sprosse war ausgewachsen. Infolgedessen wurde die Schneidelung, welche ich selbst ausführte, vorgenommen. Sie beanspruchte 2 Tage. Zunächst wurde der ganze Gipfel 2 m lang weggenommen, weil er nicht leicht zugänglich und daher nicht gut kontrollierbar war. Von den 29 Hauptästen der entgipfelten Krone wurden zwei, ein nunmehriger Gipfelast und ein Basalast — beide auf der Südwestseite der Krone — geschont. Der letztere war sehr stark, reich verzweigt und reich beblättert. Der erstere, entsprechend seiner Stellung natürlich bedeutend schwächer aber auch mehrfach verzweigt und sehr gut belaubt. An den 27 übrigen Hauptästen wurden die oberen Enden in einer Länge von zwischen 1 bis 2 m entfernt und auch die Enden ihrer zwischen 2 und 7 schwankenden Seitenäste entsprechend verkürzt. Stärkere Zweige und Zweigsysteme wurden auf die Hälfte bis zu $^1/_3$ zurückgeschnitten und die stärkeren diesjährigen Sprosse bis auf Stümpfe von 10 bis 20 cm mit meist 3, seltener 4 (untersten) Blättern zurückgeschnitten. Schwache, 1- bis 3-, seltener 4blätterige Sprosse wurden zum kleineren Teil geschont, die übrigen an ihrer Basis vollständig weggeschnitten.

Nach Schätzung war durch die Schneidelung etwa $^{11}/_{12}$ des Blattbestandes der Krone weggenommen worden und etwa $^1/_{12}$ erhalten geblieben.

Für die Schilderung des weiteren Verhaltens des operierten Baumes wird von jetzt an Unterscheidung nötig zwischen »Altsprossen« (d. h. Frühlingssprossen) mit »Altblättern«, und »Neusprossen« mit »Neublättern«.

20. VII. Zahlreiche Neusprosse entwickelt, bis zu 25 cm lang mit bis 5 flachoffenen Neublattspreiten.

Die 1 bis 4 Altblätter der Altsproßstümpfe und der geschonten schwachen 1 bis 4blätterigen Altsprosse in mehr oder weniger starker »Grünvertrocknung«. An

den ersteren waren die Blätter sehr stark und zwar alle gleichstark vertrocknet. An letzteren erfolgte Trocknis und Vergilbung langsamer und nach Alter.

Die Altblätter der geschonten beiden Äste waren gesund bis auf einzelne basale, welche Spuren von Vergilbung aber keine Trocknisspuren zeigten.

17. VIII. Ähnlich wie vorher aber fortgeschrittener. Die Krone erscheint dicht belaubt, abgesehen von den jetzt dunkelgrün gewordenen 2 geschonten Ästen hellgrün.

Photogr. H. Dingler.

Großblätterige Linde (Versuchsbaum).

13. Juni 1918 geschneidelt; 28. Okt. 1918 aufgenommen. Links oben die Spitze des verkahlten geschonten Gipfelastes sichtbar. Links unten der geschonte Basalast der noch einige Altblätter an den Sproßspitzen der sichtbaren beiden verlängerten Zweige trägt. Die ganze übrige Krone trägt noch ihre sämtlichen hellgrünen Neublätter. Weiteres im Text.

An den Altsprossen der 2 geschonten Äste sind einzelne untere Altblätter vergilbt gefallen. Ihre obersten Altblätter zeigen zum Teil etwas Grünvertrocknung wie sie fast alljährlich an exponierten Blättern beobachtet wurde. An den Altsproßstümpfen und geschonten schwachen Altsprossen sind ziemlich zahlreiche Altblätter gefallen, an den ersteren grünvertrocknet, an den letzteren zum Teil (obere) grünvertrocknet, zum Teil (untere) ± vergilbt und vertrocknet.

Die schwächeren Neusprosse fast sämtlich ausgewachsen. Die starken noch im Wachsen. Stärkster gemessener 76 cm lang, basal 0,6 cm dick, mit 10 Blättern, von denen 7 ausgewachsen sind.

3. IX. An den 2 geschonten Ästen ähnlicher Zustand wie vorher, etwas vorgeschrittener, zum Teil mit weiteren Spuren von Vergilbung. An den Altsproßstümpfen und geschonten schwachen Altsprossen fallen noch fortgesetzt Blätter.

Alle Neublätter hellgrün, gesund.

30. IX. u. 1. X. Stürmischer Südwest. Altblätter fallen, aber nur wenige von den 2 geschonten Ästen.

Alle Neublätter hellgrün, gesund.

10. X. Von den 2 geschonten Ästen wird der Gipfelast lichter, ca. $^1/_3$ seiner Altblätter (meist untere vergilbte), sind gefallen. Am Basalast sind weniger und zwar nur untere vergilbte Altblätter gefallen. Die typische Vergilbungsfolge tritt deutlich hervor. Fast alle Neublätter sind hellgrün und gesund, nur ganz vereinzelte Neusprosse zeigen basal 1—2 Neublätter in beginnender Vergilbung.

18. X. Der geschonte Gipfelast fast kahl. Der Basalast noch sparsam im obersten Teil seiner Sprosse beblättert.

Die Altblätter der Altsproßstümpfe und der geschonten, schwachen Altsprosse sind bis auf vereinzelte vertrocknete an den letzteren gefallen.

Neusprosse in ähnlichem Zustand wie vorher. Die Vergilbung ihrer basalen Blätter macht langsame Fortschritte. Die ganze Krone sieht abgesehen von den 2 verkahlten geschonten Ästen hellgrün aus. Noch kein Neublatt ist gefallen.

Bisher herrschte mildes Wetter. Am 28. X. setzten leichte Fröste ein bis zum 2. XI. Am 28. X. machte ich beifolgende Aufnahme.

1. XI. Der geschonte Gipfelast blattlos, der Basalast fast blattlos. Der geschneidelte Teil der Krone wie vorher. Noch kein Neublatt gefallen.

3. XI. Deutliche Frostschäden. Einzelne exponierte Neublätter zeigen dunkle Flecken und beginnende Vertrocknungen. Untere Neublätter stärkerer Neusprosse in typischer Vergilbung, die untersten 1 bis 3 sind gefallen und schwacher Blattfall solcher Blätter dauert an.

8. XI. Dauernder schwacher Blattfall. 330 Neublätter sind bis jetzt gefallen. Die wie gewöhnlich nach stärkeren Schneidelungen zum Teil abnorm großen dicklichen Neublätter sind gegen den Frost genau ebenso empfindlich wie die dünnen und kleinen. Mitte November trat wieder schwacher Frost ein. Trotz dauernden Blattfalles erscheint die Krone, abgesehen von den 2 kahlen geschonten Ästen immer noch dicht beblättert, aber von gelbgrüner bis grüngelber mit bräunlich und braun untermischter Farbe. Im einzelnen aber ist immer noch fast die Hälfte der Neublätter hellgrün. Sie sitzen noch fest im mittlern und oberen Teil der Sprosse.

16. XI. Bei kräftigem Ostwind starker Blattfall. Die Krone wird licht.

Vom 17. XI. bis 22. XI. neue Frostperiode mit bis —2° C.

22. XI. Die ganze Krone ist über Nacht kahl geworden, nur eine Anzahl oberster Sproßspitzenblätter sitzt vertrocknet noch fest. —

Wiederholung der gleichen Schneidelung an dem Versuchsbaum. 1919.

Die Entwicklung war 1919 infolge der Witterungsverhältnisse um ca. 1 Monat zurückgeblieben. 20. IV. waren am 1918 geschonten Gipfelast erst einige wenige oberste Sproßknospen geöffnet. Am geschonten Basalast hatten einige oberste Sproßknospen deutlich gelockerte Hüllen und waren dicht am Aufbrechen. Der geschneidelt gewesene Kronenteil besaß nur festgeschlossene Knospen, deren vorgerückteste erst 11 Tage später den geschilderten Zustand der vorgerücktesten Zustände vom 20. IV. erreichten.

10. V. Die beiden 1918 geschont gewesenen Äste gleichweit entwickelt. Ihre fortgeschrittensten herausgetretenen Sprosse (Altsprosse) besitzen 1 bis 3 flachoffene wagrecht gestellte Blattspreiten.

Der geschneidelt gewesene Kronenteil zeigt an den Spitzen seiner vorjährigen Neusprosse zahlreiche offene Knospen, aber die Sprosse (diesjährige Altsprosse) sind noch nicht hervorgetreten, ihre entwickeltsten Blätter sind noch sehr klein, gefaltet und noch nicht auseinandergetreten.

Die Knospen der 1918 geschonten Altsproßstümpfe sind ± verkümmert, viele vertrocknet; die der 1918 geschonten schwachen wenigblätterigen Altsprosse sind etwas besser entwickelt aber schwach, manche sehr klein und kaum entwicklungsfähig.

Nachdem Mitte Juli der gleiche Entwicklungszustand erreicht war wie am 13. Juni 1918, führte ich in den Tagen vom 17. VII. bis 23. VII. die neue Schneidelung in der Weise aus, daß möglichst wieder der gleiche Zustand hergestellt wurde wie 1918. Die Aststümpfe blieben dabei unberührt. Die 1918 geschonten beiden Äste wurden auch 1919 geschont. Die kräftigeren der 1918er Neusprosse wurden wieder bis auf 10—20 cm lange, 1 bis 4blätterige Stümpfe zurückgeschnitten, die schwachen wieder in kleinerer Zahl geschont.

25. VIII. Die Neusprosse in allen Größen bis zu 25 cm Länge entwickelt. Die weitere Entwicklung war der vom Jahr 1918 so ähnlich, daß ich darauf verzichten kann, nochmals auf Einzelheiten einzugehen. Ich beschränke mich daher von jetzt an auf kurzen Auszug aus meinen Herbstaufschreibungen.

Bis zum 27. IX. waren erst spärliche Altblätter von Altsproßstümpfen und den geschonten schwachen Altsprossen gefallen. Nun setzte zunehmend stärkerer Fall von Altblättern ein. Vergilbte Altblätter der Sproßbasen der geschonten Äste und vertrocknete und etwas vergilbte Altblätter der geschonten schwachen Altsprosse fielen.

5. X. Die geschonten Äste sind kahl außer ihren obersten Altsproßspitzen. Der Fallverlauf war fast typisch von unten nach oben fortgeschritten. Alle Neublätter sind hellgrün und gesund.

Zwischen 11. X. und 25. X. traten mehrere leichte Fröste ein, welche exponiertere Neublätter schädigten und Frostflecken verursachten.

23. X. Noch kein Neublatt ist gefallen.

26. X. Fall des ersten, etwas vergilbten basalen Neublattes.

1. XI. Geschonte Äste blattlos außer einigen abgestorbenen Sproßspitzenblättern. Einzeine vergilbte und frostgeschädigte Neublätter der Sproßbasen fallen.

15. XI. bis 19. XI. Stärkere Frostperiode mit Schnee und Minima bis —5,3 ° C.

19. XI. Sturm und heftige Regengüsse.

20. XI. Etwa $^3/_4$ der gesamten Neublätter war mit dem verschwindenden Schnee gefallen, der Gipfel war verhältnismäßig noch am besten beblättert. Alle oder fast alle Spitzenblätter der Gipfelsprosse sitzen mehr weniger grün noch fest.

5. XII. Nach Sturm und heftigen Regengüssen sitzen am Gipfel noch (gezählte) 40 Spitzenblätter von Neusprossen fest, meist tot, einige aber erst im Absterben. Die ganze übrige Krone ist kahl außer einzelnen noch haftenden toten Spitzenblättern an Neusprossen.

Ich muß nun noch auf die Tatsache des relativen Überlebens eines einzelnen untersten Sproßblattes bei Ulmen und auf *Mogks* früher erwähnte Beobachtungen an labilen Zwillingssystemen zurückkommen. Im ersten Fall handelt es sich wohl nach *Stahls* Entdeckung um Verhinderung des Abflusses der Eiweißstoffe aus dem betreffenden Blatt bei gleichzeitig möglicher genügender Wasserversorgung. Das Blatt ist durch zufällige Umstände aus dem allgemeinen Konkurrenzkampf ausgeschaltet.

Größere Schwierigkeit macht die Erklärung der gleichzeitigen von unten nach oben fortschreitenden Entblätterung der beiden übereinander befindlichen Stock-

werke eines »labilen Zwillingssystems« *Mogks*. Soviel ich zu erkennen glaube, ist das eigentlich ein nicht abgesetzter Johannistrieb, welcher mittelst einer Zwischenzone von sehr verkürzten Internodien mit reduzierten, halb verkümmerten Blättern mit dem Frühjahrstrieb zusammenhängt, bezw. dessen Fortsetzung bildet. Man sieht solche Bildungen nicht allzu selten. Nach eigener Erfahrung sind die oberen Blätter des oberen Stockwerks aber doch überlebend über alle anderen Blätter des Gesamtsprosses. Die unteren Blätter sind, soviel ich gesehen habe, überhaupt verkümmert und fallen daher leicht.

Das auch von *Mogk* angeführte gleichzeitige aufsteigende Absterben an allen Gliedern zusammengesetzter Sproßsysteme bei Ulmen hängt wohl damit zusammen, daß die seitlichen Sproßglieder verhältnismäßig sehr schwach entwickelt sind. Der Altersunterschied ist bei diesen Ulmenzweigsystemen nicht groß und der Haupt- und Muttersproß macht zu große Ansprüche. Indessen bedürfen diese Verhältnisse weiterer Klärung.

Neben verschiedenen anderen Versuchen, die ich übergehe, wurden aus mehreren Gründen 1917 und 1918 auch Versuche mit Wasserkulturen gemacht. Es drehte sich hauptsächlich darum, auch Alt- und Neusprosse unter absolut gleichen Verhältnissen nebeneinander zu prüfen, wie es am Baum niemals möglich ist, wo immer noch eine gewisse Konkurrenz nie sicher auszuschließen ist. Außerdem sollte speziell auf die Lebensfähigkeit des Spitzenblattes geachtet werden.

Am 3. September 1918 wurden je 5 gesunde schlanke Alt- und Neusprosse an der Versuchslinde ausgesucht. Sie wurden unter Wasser so abgeschnitten, daß sich unter den 4—5 obersten Blättern noch ein genügend langes, mindestens 6 bis 8 cm langes Sproßstück befand, welches entblättert wurde. Diese Sproßenden — ich nenne sie der Kürze halber »Sprosse« — wurden in der Weise in Kulturgläsern in Wasser gestellt, daß die Wasseroberfläche bis zur Mitte des Internodiums zwischen dem 1. und 2. Blatt reichte und das 1. (unterste) Blatt völlig vom Wasser bedeckt war. Die übrigen 3—4 Blätter befanden sich in der Luft. Die Gläser wurden in einem hellen Zimmer mit Süd- und Westfenster in diffuser Beleuchtung aufgestellt. Das Kulturwasser wurde täglich erneuert und alle paar Tage wurden unter Wasser neue Schnittflächen hergestellt. Die Blätter wurden von unten nach oben, nach dem Alter, mit 1—4 und 1—5 bezeichnet.

Die beiderlei Sprosse verhielten sich voneinander sehr verschieden, aber untereinander sehr ähnlich. Die Lebensdauer der Altsproßblätter war in der Wasserkultur überraschend kurz. Sie umfaßte zwischen 11—15 Tage bis zu völliger Vertrocknung ihrer in der Luft befindlichen Blätter und zum Zersetzungsbeginn des untergetauchten Blattes. Die Vertrocknung schritt dabei genau nach der Altersfolge der Blätter von unten nach oben fort. Sie begann an den Blattspitzen und Rändern und breitete sich allmählich über die ganze Blattfläche aus. Weiteres besondere boten diese Versuche nicht, ich verzichte daher darauf, auch nur einen in seinem Verlauf zu schildern, gehe dagegen sofort zur Schilderung eines der Versuche mit Neusprossen über.

Einer der 5 Neusprosse, welcher 4 Blätter trug und mit zwei weiteren sich ganz überraschend ähnlich verhielt, während die 2 übrigen zwar etwas mehr abwichen, im Prinzip aber doch übereinstimmten, ergab folgendes Resultat:

3. IX. Alle 4 Blätter hellgrün, gesund.
14. IX. Alle 4 Blätter hellgrün, gesund.
18. IX. Blatt 2 deutlich heller, mehr gelblichgrün.
8. X. Wie vorher.
16. X. Blatt 1 (untergetaucht) mit schwachen Vergilbungsspuren am Rand, sonst unverändert. Blatt 2 stark vergilbt, besonders eine Hälfte. Blatt 3 und 4 hellgrün und gesund.

22. X. Blatt 1 wie vorher; die Vergilbungsspuren kaum fortgeschritten. Blatt 2 an einer Hälfte vollkommen vergilbt, an der anderen zum Teil noch gelbgrün. Blatt 3 zeigt Spitze und Ränder etwas vergilbt, sonst hellgrün. Blatt 4 hellgrün und gesund.

28. X. Blatt 1 zu $^5/_6$ noch grün, Ränder etwas vergilbt und am äußersten Rand stellenweise etwas bräunlich werdend. Blatt 2 fast vollkommen vergilbt, nur mit Restspuren von gelbgrün an einer Hälfte. Blatt 3 Längsrippe und Hauptnerven grün, im übrigen vergilbt. Blatt 4 (Spitzenblatt) hellgrün und gesund. Alle 4 Blätter sitzen fest am Stamm.

19. XI. Blatt 1 zeigt $^2/_3$ seiner Fläche noch rein grün, auch die Spitze. Die Ränder sind vergilbt und stellenweise bräunlich bis braun. Es saß noch ziemlich fest, löste sich aber bei etwas stärkerem Zuge los. Blatt 2 und 3 vollkommen vergilbt; beide lösen sich bei leichter Berührung vom Stamm. Blatt 4 hellgrün und gesund, zeigt aber einseitig an einer Randstelle Spuren von Vergilbung und Vertrocknung. Es sitzt noch vollkommen fest.

Am 20. XI. mußten die Versuche abgebrochen werden. Das Resultat war vollkommen klar. Die Widerstandsfähigkeit und Ausdauer des untergetauchten untersten Blattes unter solchen ausnahmsweisen Bedingungen sowie ganz besonders das, wie auch in der freien Natur, typische Überleben des obersten (Spitzen-)Blattes traten deutlich hervor.

In den 4 anderen Fällen ging das 1. (untergetauchte) Blatt etwas früher zu Grunde, die Mißfärbung vom Rande aus machte etwas raschere Fortschritte, indessen überdauerte sein überwiegend grüner Zustand in 2 Fällen doch mindestens die volle Vergilbung des 2. Blattes und in 2 weiteren Fällen stand seine Lebensdauer etwa in der Mitte zwischen den Extremen.

Die Lebensdauer des Spitzenblattes dauerte dabei in 2 Fällen 57 und 59 Tage, in 2 weiteren Fällen 68 und 74 Tage und in dem eingehender geschilderten (extremsten) Fall $78 + x =$ wahrscheinlich nicht unter 90 Tage. Damit war der sehr große Unterschied zwischen Alt- und Neublättern wiederum erwiesen.

Das Spitzenblatt verhält sich in diesem Fall im Grunde ähnlich wie ein einzelnes abgeschnittenes, aus dem Lebenskonkurrenzkampf fast ausgeschaltetes, in geeigneter Kultur befindliches Blatt. Für die ebenfalls lange Lebensdauer des untersten untergetauchten Blattes dürfte die *Stahl*sche Erklärung und *Molisch*s Nachweis der Wirkung des Luftabschlusses heranzuziehen sein.

Was die Resultate des Schneidelungsversuchs an der Linde betrifft, so ergab sich, abgesehen von wiederholter Bestätigung früherer Ergebnisse, folgendes: Die sich entwickelnden Neusprosse übten starken Einfluß aus auf die Altblätter der Altsproßstumpfe, welche auffallend rasch, so gut wie gleichzeitig, unter den Zeichen der Grünvertrocknung abstarben. Freilich ist dabei nicht ganz sicher erwiesen, ob nicht die Verwundung mit ihren Folgen eine gewisse Rolle spielt, wenn dies auch nicht wahrscheinlich ist. Direkte Sonnenwirkung könnte etwas mitgespielt haben, ist aber zweifelhaft. Die geschonten schwachen Altsprosse hielten sich wesentlich besser, unter Vergilbung ihrer Basalblätter. Dann traten aber an ihren obersten Blättern auch zum Teil Grünvertrocknungsflecke, zum Teil mit Vergilbung auf. Die geschonten Äste reagierten auf die Schneidelung lange gar nicht. Ob die später auftretende schwächere Grünvertrocknung oberer Sproßblätter doch durch die Schneidelung beeinflußt wurde, ist nicht sicher festzustellen. Der geschonte Gipfelast zeigte solche Vertrocknungserscheinungen etwas früher und etwas stärker. Die ganzen Verhältnisse deuteten darauf hin, daß unverletzte, geschlossene, starke, vielblätterige Verzweigungssysteme von den mächtigen Anziehungskräften der sich wiederergänzenden $^{11}/_{12}$ der Krone kaum oder höchstens sehr wenig beeinflußt werden, wogegen die vereinzelten geschonten schwachen Sprosse stärker und die gekappten Stümpfe mit ihren wenigen Blättern sehr stark in Mitleidenschaft gezogen werden.

Einen Hauptpunkt meiner Fragestellung bei dem Versuch betraf die Periodizität im nächsten, bezw. übernächsten Jahr nach der Schneidelung. Ich hatte mit Ulmus campestris und montana in der Allee der Straße, in der ich wohne, seit einer Reihe von Jahren (von den Stadtbehörden erlaubte) Versuche gemacht und alles sprach für die Möglichkeit einer Verschiebung der Periodizität nach Schneidelung. Aus manchen Gründen hatte ich indessen diese Versuche nicht so durchgreifend ausführen können, wie es nötig gewesen wäre. Der Versuch mit der Linde lieferte nun den sicheren Beweis. Im Jahre 1919 öffneten sich die ersten Knospen an den geschonten Ästen um 11 Tage früher als an dem geschneidelten Kronenteil: 20. IV. gegen 21. V. Im Jahre 1920 betrug der Unterschied 12—13 Tage: 12. IV. gegen 24.—25. IV. Im Frühling 1921 war der Unterschied, nachdem 1920 der Baum unberührt geblieben war, auf 4—5 Tage zurückgegangen: 4. IV. gegen 8.—9. IV. Ob 1922 noch ein Rest der Verschiebung zu erwarten sein wird, ist sehr zweifelhaft. Bis heute, 14. III., ist kein Unterschied in den Knospen zu bemerken.[1]) Diese Periodenverschiebung hängt natürlich mit dem Entwicklungszustand der Knospen im Spätherbste, bezw. Ausschlagsjahr zusammen. So partiell auftretend, beweist sie eine relativ nicht unbedeutende Selbständigkeit der Verzweigungssysteme, bezw. Sprosse, wie sie namentlich aus den Tropen bekannt izt, und gibt deutlichen Fingerzeig, wie selbständige Periodizität einzelner Zweigsysteme an »unberührten« Individuen etwa zustande kommen könnte, wenn nicht, nach Lakon, physiologische, einstweilen unerklärte Knospenvariation vorliegt.

Aus der von mir längst und vielfach wiederholt festgestellten, seitdem auch von anderen Beobachtern bestätigten natürlichen wie künstlichen Verschiebungsmöglichkeit der Lebensperioden der sommergrünen Laubblätter, mit, dem späteren Entstehen entsprechend verlängerter Lebensdauer, geht, wie mir scheint, hervor, daß sie als Anlagen und in ihrer weiteren Entwicklung, soweit sie nicht zu Knospenhüllen oder Übergangsbildungen zu solchen werden, bei ihrem Entstehen normaler Weise annähernd gleiche Lebensenergien mitbekommen. Betrachten wir beispielsweise das Leben des Spitzenblattes eines Sprosses, welches als letztes und jüngstes Blatt vor der Gipfelknospe[2]) am schon weit vorgerückten Sproßstamm entsteht oder wenigstens sich ausbildet und unter erträglichen Verhältnissen oft auffallend lang weiterlebt. Es entsteht, bezw. bildet sich aus, wesentlich auf Kosten von Baumaterial, welches seine älteren Geschwister dazu liefern, was aber diese schädigt, indem es ihnen einen Teil ihrer Lebensenergien kostet, wie meine 1902 mitgeteilten, aber damals freilich noch nicht genügend erklärbaren Versuchsresultate zeigten. Nachdem es selbst keine jüngeren Geschwister besitzt, als die für die Überwinterung in den Knospenhüllen in ihrer Entwicklung »planmäßig« zurückgehaltenen Blattanlagen für das nächste Jahr, für deren einstweilige Ausbildung aber mit ihm zugleich alle Blätter des ganzen Sprosses mit Baumaterial sorgen, so findet bei ihm ein verhältnismäßig geringer Selbstverbrauch (der geringste von allen Blättern des Sprosses) statt und es behält noch einen verhältnismäßig größeren Teil (den größten von allen Blättern des Sprosses) der ihm zugefallenen Lebensenergien übrig, welche wohl namentlich zugunsten der Gipfelknospe verbraucht werden. Die älteren Blätter verbrauchen ihrem Alter nach entsprechend mehr Lebensenergien, bezw. verfallen entsprechend eher dem Tod.

Der wachsende Organismus, bezw. seine wachsenden Organe, besitzen eine unwiderstehliche Macht, alles was zu ihrer Ernährung und Weiterentwicklung gehört, auf Kosten des Ganzen oder anderer Organe, so auch der bereits vorhandenen

---

[1]) Am 23. IV. war kein Unterschied mehr wahrzunehmen zwischen geschont und geschneidelt gewesenen Kronenteilen.

[2]) Gipfelknospe ganz allgemein als oberste Knospe verstanden, ob sie eine End- oder Seitenknospe ist. Auf das Überleben des Spitzenblattes haben *Hubert Winkler* und *V. Engler* besonders hingewiesen.

Organe gleicher Art, an sich zu reißen: *Roux'* »Kampf der Teile im Organismus« oder auch, wenn man will, ein Spezialfall von *Goebels* Korrelationen, welche mich in meinen »Flachsprossen der Phanerogamen« 1885 neben *Darwin*schen Anregungen, ohne von *Rouxs* Arbeiten damals zu wissen, zu ähnlichen Vorstellungen führten.

Das augenfälligste Beispiel bietet immer noch die Entwicklung der Fortpflanzungskeime, der Samen mit ihren Fruchthüllen, wobei die ganze Pflanze, auch die Blätter, mehr oder weniger ausgesogen werden. Bei der Entwicklung der Blätter geht es ebenso. Eine Vielzahl einander gleicher Organe, mit und an dem Sproß, entsteht zeitlich nacheinander und wird dem entsprechend, eines ums andere unter Vollbringung seines Lebenswerkes in zeitlicher Reihenfolge verbraucht, altert, und stirbt ab. Der Verbrauch dem Alter nach, wenn auch unter sehr ausnahmsweisen Verhältnissen etwas eingeschränkt, ist die große Regel, ob man sich an dem Wort »Alterung« stößt oder nicht.[1]

Ueber stickstoffsammelnde Holzgewächse.

Von Dr. **Liese**, Assistent a. d. Forstl. Hochschule, Eberswalde.

Wirken die stickstoffsammelnden Holzgewächse bereits während ihres Bestandeslebens bodenbessernd, insbesondere die Robinie? Diese Frage wird häufig gestellt, und von mancher Seite wird bezweifelt, daß dies bei der Robinie zuträfe.

Gewiß sei der Boden durch salpeterbildende Bakterien infiziert, aber die Saugwurzeln zehrten die entstandenen Nährstoffe doch wieder auf und dabei wirke die Lichtstellung des Bodens durch die Robinie bei dem späteren Laubausbruch, soweit wie man es beobachten könne, graswuchsfördernd, also waldbaulich ungünstig.

Bei Beantwortung obiger Frage empfiehlt es sich, auf die verschiedenen Arten der Bodenverbesserung durch stickstoffsammelnde Bakterien näher einzugehen.

Die Assimilation des in der Luft vorhandenen Stickstoffs durch im Boden lebende Mikroorganismen findet 1. durch freilebende, 2. durch symbiontisch lebende Bakterien statt.

1. Im ersten Falle kommen Bakterien wie Acetobacter chroococcum, Clostridium Pasteurianum und ihre Verwandte in Betracht. Sie leben frei ohne Beziehung zu höheren Pflanzen und sind wohl in jedem Boden zu finden. Als Energiequelle, die für die Assimilation des Stickstoffs in reichem Maße zur Verfügung stehen muß, benutzen sie die bei der Zellulosezersetzung durch andere Mikroorganismen entstehenden Zuckerarten. Der gebundene Stickstoff wird in ihrem Innern als Eiweiß oder eiweißähnliche Körpersubstanz festgelegt und später, nach ihrem Tode von anderen Bodenorganismen nitrifiziert, d. h. in Ammoniak und schließlich in salpetersaure Salze umgewandelt. In dieser Form kann er bekanntlich von den höheren Pflanzen am besten aufgenommen werden.

2. Was die symbiontisch lebenden, Stickstoff assimilierenden Bakterien betrifft, so sind hier neben den in den Wurzelknöllchen von Alnus und den Elaeagnaceen sich vorfindenden Microorganismen vor allem die verschiedenen Formen des Bacillus radicicola in den Wurzeln der Leguminosen zu erwähnen. Auch

---

[1]) Nachdem *Stahl*, *Schulze* und *Schütz*, *Otto* und *Kooper*, *Swart* und andere in der Aufhellung der intimeren Vorgänge vorausgegangen waren, hat *A. Meyer*-Marburg 1919 in seiner Abhandlung »Eiweißstoffe und Vergilbung der Laubblätter von Tropaeolum majus« meine alten Beobachtungen über den Verlauf des Absterbens und die Schädigung der älteren Blätter der Sprosse durch die jüngeren bestätigt und einen wesentlichen Teil der Vorgänge mikroskopisch aufgehellt. Seine Abhandlung kam mir erst $^3/_4$ Jahr nach ihrem Erscheinen zu Gesicht. Ich freue mich über den Fortschritt in der Erkenntnis der feineren Vorgänge im Blattleben. Der Verfasser übergeht meine bezüglichen Abhandlungen mit Stillschweigen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Mitteilungen der Deutschen Dendrologischen Gesellschaft

Jahr/Year: 1922

Band/Volume: 32

Autor(en)/Author(s): Dingler Hermann

Artikel/Article: Beitrag zur Kenntnis des Lebens der sommergrünen Laubblätter. 98-108