epixantha Ach., *Lecanora subfusca* (Ach.) Nyl., *Lecanora Parisiensis* Nyl., *Lecanora Bormiensis* Nyl. in Flora 1872, p. 250, *Lecanora roboris* Duf., *Lecidea alboatra* (Hffm.), *Lecidea glomerulosa* (DC).

Super lignum Cedri: *Lecanora laevigata* Ach. (sporis longit. 0,021—26 millim., crassit. 0,009—0,011 millim.), *Lecanora luridatula* Nyl., *Urceolaria scruposa* Ach., *Lecidea enteroleuca* Ach. et *Xylographa cedrina* n. sp. Thallus macula alba indicatus; apothecia nigra lanceolata (longit. 1—2 millim., latit. 0,3—0,4 millim.), innata, plana, submarginata, saepe circumscissa; sporae 8nae ellipsoideae vel oblongae, simplices, longit. 0,015—24 millim., crassit. 0,006—9 millim., paraphyses dinstinctae regulares, epithecium obscure coerulescens, hypothecium incolor. Jodo gelatina hymenialis coerulescens. — Super lignum Cedri.

Saxicolae (calcicolae) et terrestres (arenicolae). *Collema cristatum* (Hffm.), *Leptogium pulvinatum* (Ach.), *Squamaria crassa* (Huds.), *Lecanora calcarea* f. *contorta* (Hffm.), *Lecidea lurida* Ach., *Lecidea albilabra* Duf., *Endocarpon miniatum* var. *complicatum* Ach.

IV. — Bône.

Super corticem suberis: *Physcia pulverulenta* * *venusta* (Ach.), *Physcia leptalea* (Ach.), *Lecanora ferruginea* (Huds.), *Lecanora chlarona* (Ach.), *Lecidea parasema* var. *elaeochroma* Ach.

Super terram arenosam: *Urceolaria gypsacea* Ach. (et ibidem super squamas Cladoniae subspecies *U. bryophiloides*, similis *U. bryophilae* Ach. et cum ea vulgo commixta, sed thallo iodo intus non reagente), *Pannaria nebulosa* (Hffm.), *Lecidea decipiens* (Ehrh.).

Ursachen der Richtung wachsender Laubsprosse.

Von Dr. Carl Kraus in Triesdorf.

(Fortsetzung.)

Es liegt in der Natur der Sache, dass die erwähnten Principien einer Theorie des Geotropismus in keinem Falle für sich allein zur Geltung kommen und auch nicht überall, gleiche Wachsthumsenergie vorausgesetzt, in gleichem Masse sich bemerklich machen können. Stets müssen bei der Erklärung der Richtung, welche dieser oder jener Spross annimmt, noch verschiedene anderweitige Umstände beigezogen werden, welche sich allerdings in manchen Fällen nur unbeträchtlich und kaum merklich geltend machen, während sie in anderen Fällen so

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03648-0347-7

ausgiebig wirken, dass der richtende Einfluss des Geotropismus völlig zurückgedrängt wird, d. h. dass die Energie des Wachsthums nicht ausreicht, um die der Aufkrümmung entgegenstehenden Hindernisse zu überwinden. Die faktische Richtung wachsender Sprosse ist immer die Resultirende aus dem Turgor der wachsenden Zellen und den verschiedenen anderen die Richtung beeinflussenden Umständen, von welchen auf den richtenden Einfluss des Lichts hier weiter keine Rücksicht genommen werden soll, weil derselbe für die Richtung der Sprosse um welche es sich hier zunächst handelt, anderweitigen Einflüssen gegenüber, ohnedies verschwindend gering ist.

In allen Fällen wirkt bei der Richtung wachsender Sprosse der Zug mit, welchen die Schwerkraft auf die gesammte nicht unterstützte Masse der Sprosse ausübt, wenn derselbe auch nicht überall gleich ausgiebig und gleich wirksam ist. Dieser Zug wirkt zerrend auf die oberseitigen Zellen, er strebt sie zu stärkerem Wachsthum zu bringen und ihnen so das Uebergewicht über die unterseitigen Zellen zu verschaffen. Aufkrümmung setzt voraus, dass das Wachsthum der Unterseite jenes der gezerrten Oberseite übertrifft. Je grösser die Last, je mehr das Gewicht nach dem vorderen Ende der Axe hin zunimmt, also z. B. je schwerer die Endknospe, um so mehr wird Aufkrümmung erschwert sein; je dehnbarer die Axe, auf welche der Zug wirkt, je geringer deren innere Spannung, um so grösser wird der Erfolg sein, den die Belastung hervorruft, er wird also bei den dünnen, biegsamen Sprossen von Ausläufern grösser sein als bei kräftigeren Internodien.

Die Neigung zum Horizonte, welche die Sprosse vom Anfang ihrer Entwicklung an vermöge der Stellung der Knospen besitzen, ist von grosser Bedeutung für die Richtung dieser Sprosse. Stehen die Knospen ihrer Anlage nach schräg aufwärts, so wird der daraus hervorgehende Trieb sowohl dem Zug der Last wie der die Unterseite fördernden Stoffzufuhr weniger ausgesetzt sein. Stehen die Knospen horizontal, so nehmen beiderlei Einwirkungen der Schwerkraft auf die wachsenden Triebe zu. Nun ist aber leicht wahrzunehmen, dass viele Sprosse sich vertikal aufwärts krümmen, wenn sie in eine horizontale Lage gebracht werden, nämlich dann, wenn die zu überwindende Last im Verhältniss zum Turgor der wachsenden Zellen und dessen Wirksamkeit steht.

In anderen Fällen dagegen nimmt bei horizontaler Stellung

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr03648-0348-3

der Zug der Last so sehr zu, dass hiedurch allein schon Aufkrümmung verhindert wird. „Die besondere Stellung der Knospen, ob anliegend oder abstehend, ist von wesentlicher Bedeutung für die Richtung des zu erzielenden Triebes. Aus abstehenden Knospen entstehen auch mehr oder weniger abstehende aus aufwärts gerichteten mehr anliegende Zweige. Setzt man mittelst seitlichem Pfropfen zum Ersatz eines Zweiges bei einer Pyramide ein Reis mit zwei Augen in die Rinde eines Baumes ein, dessen unteres Auge abstehend ist, so erhält man nach dem Abstutzen des oberen Triebes einen sehr schönen und stark abstehenden Seitentrieb, welcher eine Lücke in der genannten Baumform vollkommen ausfüllen wird.“ (Lucas. Die Lehre vom Baumschnitt. 3. Aufl. pag. 21).

An der Axe sitzen die Blätter, im Gewichte bei verschiedenen Sprossen verschieden und auch in der Wirksamkeit, je nachdem ihre Entwickelung gegenüber jener der Axe schneller oder langsamer ist. Sie erschweren die Aufkrümmung in doppelter Weise: erstens indem sie durch ihr Gewicht die Belastung vermehren; zweitens, indem sie noch überdies auf jene Seite zerrend wirken, welche die obere des Sprosses wird, weil sie entweder an sich schon von der Axe mehr oder weniger abstehen oder erst bei geneigter Richtung der Sprosse in eine entsprechende Stellung gelangen. Bei ungleicher Vertheilung der Last der Anhangsgebilde addirt sich zum Zuge der Last der die Oberseite fördernde Einfluss der Torsion.

Schon bei vertikalem Wuchse eines Sprosses macht sich der Einfluss der Verschiebung des Schwerpunktes der Blätter bei ihrem Austritt aus der Knospenlage bemerklich und selbst bei Sprossen, welche kräftige Internodien besitzen, in Folge dessen durch den Zug des Gewichts der Blätter an sich weniger beeinflusst werden, tritt die Förderung des Wachsthums der einen Seite ihrer jüngsten Internodien durch den Zug des Blattes an der Spitze, wenn dasselbe sich von der Axe mehr und mehr entfernt, deutlich hervor. Kommt es an einem Sprosse zur Bildung dünner, biegsamer Internodien und bilden die Blätter noch dazu die unmittelbare Fortsetzung des sie tragenden Internodiums, so ist die Beeinflussung der einen, nämlich der der Oberseite des Blattes entsprechenden Sprossseite durch die Zerrung, wie sie durch das Gewicht des auf der Oberseite convex werdenden Blattes auf die betreffende Internodiumseite geübt wird, um so grösser. Statt vieler Beispiele Eines.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03648-0349-1

Die Stockschosse von *Sorbus aucuparia* wachsen im Ganzen vertikal aufwärts, allerdings mit nicht völlig gerader Axe. Das jeweils oberste Internodien ist anfangs ziemlich gerade, solange das Blatt an seiner Spitze sich noch in der Knospenlage befindet. Sobald es aus derselben austritt und durch oberseits stärkeres Wachsthum der Schwerpunkt desselben über die eine Seite des Sprosses hinaus, in Richtung der Blattunterseite, verlegt wird, zeigt sich auch die der Blattoberseite entsprechende Seite des betreffenden Internodium conex gekrümmt. Das oberste Internodium wird in dieser Weise seitwärts gebogen, bisweilen völlig nach abwärts eingerollt.

Ist nun schon bei vertikaler Stellung einer Axe der Einfluss der Blätter durch die Verschiebung des Schwerpunkts bei ihrer Ausbreitung von solcher Wirkung für den Verlauf des Längenwachsthums, so muss dies um so mehr der Fall sein bei zum Horizont geneigten Sprossen, weil dann die seitwärts zu stehen kommenden Blätter sämmtlich die gleiche, nämlich die Oberseite des Sprosses, im Wachsthum befördern.

Am Auffälligsten äussert sich der Erfolg der Verschiebung des Schwerpunkts der Blätter bei ihrem Austritt aus der Knospenlage an den jüngeren Internodien einer Reihe von Pflanzen mit einem besonderen bilateralen Bau der Knospen. So bei *Tilia, Ulmus, Corylus, Carpinus.*

Die Entwickelung der Knospen von *Tilia*, — um von diesen zuerst zu reden —, beginnt mit einer frühzeitigen massigen Entwickelung der successiven Blätter. Meist findet schon gleichzeitig mit der Verlängerung und Vergrösserung der Knospentheile eine Drehung der Axe in der Weise statt, dass die Medianebene vertikal zu stehen kommt, die Knospeninnenseite nach aufwärts. Die Knospenaxe selbst ist abwärts gekrümmt. Bisweilen und zwar nicht selten hält die Drehung der Mediane nicht völlig gleichen Schritt mit der Entwickelung der Knospen. In solchen Fällen zeigt sich, dass bei der anfänglichen Abwärtskrümmung auch irgend eine Seite der Knospe oder selbst die Knospenaussenseite (spätere Unterseite) oben auf zu stehen kommen kann, ein Beweis, dass der Zug der Last allein schon im Stande ist, bestimmend bei der Krümmung einzuwirken. Aber auch in den letzt erwähnten Fällen tritt später eine Drehung in dem Sinne ein, dass die Knospeninnenseite zur oberen wird. So bei ursprünglich horizontaler Mediane der

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03648-0350-2

Knospen, eine Stellung, welche bekanntlich der überwiegende Fall ist.

Steht die Mediane vertikal, die Knospenaussenseite nach abwärts, so biegt sich die Knospenaxe einfach abwärts. Steht aber die Knospeninnenseite nach abwärts, so an entsprechend gebundenen Aesten, so tritt bald eine mit der Entwickelung der Axe fortschreitende Aufkrümmung der jungen Knospenaxe ein, späterhin aber eine Drehung der Spitze, welche die Knospeninnenseite wieder zur oberen macht, falls das Längenwachsthum nicht überhaupt schon mit dem Eintritt der Aufkrümmung zu Ende geht.

Stehen endlich beide Knospenseiten der wachsenden Triebe annähernd vertikal, so an Trieben, welche als Stockausschlag hervorwachsen, so biegt sich gleichwohl das wachsende Ende über, auch in diesem Falle ausnahmslos so, dass die der Knospeninnenseite entsprechende Seite nach aufwärts zu stehen kommt und convex wird.

Später beginnen sich die Internodien von hinten nach vorne zu fortschreitend zu erheben, wodurch sie aus der vorher abwärts gekrümmten Stellung in die horizontale gebracht oder derselben wenigstens genähert werden. Stockausschläge, Hauptoft auch selbst Seitensprosse junger Pflanzen, auch Adventivtriebe aus altem Holze stellen sich meist mehr oder weniger vollständig vertikal.

Hiernach wächst also die Knospeninnenseite bei beliebiger Stellung der Knospen anfangs stärker, mögen selbst andere Einflüsse ihr Wachsthum erschweren, so der Zug der Last bei inverser Stellung. In Folge des vorgeschritteneren Wachsthums reagirt auch diese Seite energischer gegenüber der Schwerkraft, wie sich aus dem Verhalten inverser horizontaler Sprosse ergiebt. Denn so situirte Sprosse krümmen sich energisch aufwärts, was bei normaler Lage in den nämlichen Internodien niemals statt findet. Immer wird die Knospeninnenseite wieder zur Oberseite. In den ältereren, aber noch in die Länge wachsenden Internodien verschwindet das anfänglich stärkere Wachsthum der Oberseite mehr und mehr, die Unterseite kommt ihr im Wachsthum nach und hält ihr das Gleichgewicht, so dass wie erwähnt ein solcher Trieb selbst völlig gerade werden kann. Dagegen reicht dies nachträgliche Wachsthum der Unterseite bei zum Horizont geneigten Sprossen meist nicht aus, um der Unterseite das Uebergewicht zu verschaffen und

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03648-0351-8

so eine geotropische Aufkrümmung hervorzurufen. Solches tritt nur ein an kräftig wachsenden Sprossen z. B. junger Individuen.

Das nachträgliche Wachsthum der Unterseite ist nicht zu verwechseln mit der Aufrichtung der verholzenden, im Längenwachsthum längst vollendeten Zweige über Sommer, da dies Verhalten andere Ursachen hat. Es ist vielmehr die erwähnte Aufrichtung analog aufzufasssen wie die spätere Aufrichtung der anfangs nickenden Enden so vieler wachsender Sprosse, unterstützt durch den Einfluss des Geotropismus. Sie ist auch nicht entscheidend für die spätere Richtung, da die älteren Internodien späterhin durch die zunehmende Last des fortwachsenden Triebes wieder abwärts gezogen werden.

Die ganze Entwickelungsweise weist darauf hin, dass die Verschiebung des Schwerpunkts der Blätter es ist, welche die anfängliche Beförderung des Wachsthums der Knospeninnenseite hervorruft und dieselbe zur Oberseite werden lässt. Die *Tilia*-Sprosse weisen alle Merkmale auf, welche den Zug der Last der Blätter und der von ihnen hervorgerufenen Zerrung der einen Internodiumseite im höchsten Masse befördern müssen. Wie erwähnt hebt die Entwickelung an mit einer massigen Entwickelung und raschen Aufeinanderfolge der Ausbildung successiver Blätter, wodurch eine bedeutende Belastung der jungen Internodien entsteht. Diese jungen Internodien sind aber von Anfang sehr schwächlich und biegsam, daher der Last der Blätter gegenüber um so weniger widerstandsfähig.

In beiden Beziehungen bilden die *Tilia*-Sprosse einen auffallenden Gegensatz gegenüber denen einer anderen Gruppe, welcher *Aesculus, Syringa, Acer, Sambucus, Fraxinus, Quercus, Prunus, Pyrus* angehören, indem diese aus ihrer Knospe Triebe mit von Anfang an kräftigen Axen und verhältnissmässig zurückbleibender Blattbildung machen. Offenbar muss eine solche Entwickelungsweise an sich schon die Aufkrümmung der Sprosse erleichtern, selbst abgesehen von der verschiedenen Blattstellung. Zweireihige Stellung giebt jedem nächst jüngeren Blatte in ganz dem gleichen Sinne Einfluss auf die Förderung der Oberseite des Internodiums, an dessen Spitze steht, wie dies bei den älteren Blättern bezüglich der älteren Internodien der Fall war.

Allein der Zug der Last der Blätter und die Verschiebung ihres Schwerpunkts bei dem Austritt aus der Knospenlage

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03648-0352-4

würde nicht ausreichen, um sämmtliche, bei der Entwickelung der Sprosse eintretende Erscheinungen befriedigend zu erklären, wenn die Verschiebung des Schwerpunkts der Blätter in einer Weise stattfinden würde, wie es bei anderen Sprossen der häufigste Fall ist. Die Darlegung dieser weiteren Ursachen muss von der Struktur der Knospen ausgehen.

Bekanntlich zeigen die Knospen von *Tilia* bereits den bilateralen Bau der Sprosse. Die Blätter stehen alternirend zweireihig an der jugendlichen Axe. Ihre Spreite ist gefaltet, gekrümmt und deckt nach einwärts zu concav die jüngeren Knospentheile. Der Medianus der Blätter ist auf der Aussenseite convex. Seine Biegung entspricht weder genau seiner morphologischen Rückseite, noch seiner Aussenseite, sie ist so zusagen die Resultirende aus den Biegungen der Aussenseite und Rückenseite. Beide Seiten nehmen an der Biegung des Medianus in der Knospenlage Theil.

Es ist nun aber ein bei Blättern verbreitetes Verhalten, dass dieselben in der ersten Zeit ihrer Entwickelung auf der einen Seite überwiegend wachsen, späterhin aber auf der anderen anfänglich zurückgebliebenen Seite, welche in Folge dessen die vorerst gewachsene einholt und sie selbst übertrifft. Ob dies, wie de Vries nachgewiesen hat, gerade die Ober- und Unterseite sind, welche in der erwähnten Weise im Wachsthum auf einander folgen, oder irgend welche andere Seiten, sind spezielle Fälle des allgemeineren Princips. Da nun die Blätter bei *Tilia* in der Knospenlage eine von der Mehrzahl der Fälle abweichende Krümmung des Medianus besitzen, müssen sie sich auch beim Austritt aus der Knospenlage in besonderer Weise verschieben. Es nehmen die Blätter hiebei genau jene Richtung an, welche dadurch entsteht, dass die in der Knospenlage convexe Partie zuletzt concav wird.

Die Blätter erleiden beim Austritt aus der Knospenlage eine Drehung, so dass schliesslich ihre Unterseite gegen das vordere Ende der Axe sieht, ihr Querschnitt mit der Axe einen nach vorne geöffneten Winkel bildet. Je energischer das Wachsthum, um so energischer diese Drehung, welche sehr häufig die Blätter in eine zum einfallenden Lichte durchaus ungünstige Stellung bringt. Sie ist unabhängig von der Schwerkraft, indem sie an vertikal wie an horizontal wachsenden Sprossen eintritt, wenn auch die Schwerkaft in gewissen Stellungen diese Drehung befördert. Am auffallendsten ist das

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03648-0353-9

Aussehen, welches vertikal wachsende Sprosse von *Ulmus*[1]) (die sich, wie gleich näher dargethan werden wird, ähnlich verhalten) mit ihren kurzstieligen Blättern erhalten, ein Aussehen, welches so sehr von den Stellungen der Blätter abweicht, die man sonst zu sehen gewohnt ist, dass sich in praktischen Kreisen die Ansicht verbreitete, es müsste die Windrichtung Ursache dieser Stellung sein. In der That erinnern sie wirklich an Sprosse, welche von einer Seite her von einem heftigen Winde bestrichen werden.

Die Drehung ist auch unabhängig von der Entwickelung der Internodien, da sie auch dann eintritt, wenn dieselben nicht mitwachsen wie in vielen Knospen an Axen höherer Ordnung bei älteren Bäumen. Allerdings kommt bisweilen bei unzureichender Energie des Wachsthums die Spreite mit ihrem Querdurchmesser nur etwa parallel der Längsrichtung der Abstammungsaxe zu stehen.

Die Blätter verschieben sich immer in der Weise, dass ihr Schwerpunkt über die Aussenseite der Knospe hinausfällt. Da alle Blätter zweireihig stehen und sich analog entwickeln, so combiniren sich deren Wirkungen bezüglich des Zugs, den sie durch Verlegung ihres Schwerpunkts auf die Innenseite der Knospenaxe ausüben. Die Folge ist, dass bei anfänglich horizontaler Mediane der Knospe eine Drehung in dem Sinne stattfindet, dass die Knospeninnenseite zur oberen wird. Jedes Blatt wirkt zerrend auf die Knospeninnenseite des Internodiums, an dessen Spitze es steht.

Wachsen die Knospen anscheinend vertikal abwärts, so wiederholt sich gleichwohl das gleiche Spiel in Förderung der Innenseite von Blatt zu Blatt, weil die successiven Internodien nicht in einer Geraden liegen, sondern durch die Einwirkung der Achselknospen immer wieder abgelenkt mit einander Winkel bilden. Das zunächst sich entwickelnde Internodium ist immer aus der Vertikalen hinausgeschoben und so die Zerrung der Oberseite durch das Gewicht des Blattes befördert.

(Schluss folgt.)

[1]) Am meisten bei der auch in anderer Beziehung interessanten f. *pyramid.*

Redacteur: Dr. **Singer.** Druck der F. Neubauer'schen Buchdruckerei (**F. Huber**) in Regensburg.

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr03648-0354-5

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1878

Band/Volume: 61

Autor(en)/Author(s): Kraus Carl

Artikel/Article: Ursachen der Richtung wachsender Laubsprosse 345-352