© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Zur Anatomie und Morphologie einiger kultivierter Elodeenspezies und über die Kälte als wachstumshemmenden Faktor.

Von H. Pfeiffer, Bremen.

(Mit 2 Textfiguren.)

Im Sommer 1915 fand ich in einem Graben zwischen Grolland und Huchting zahlreiche Exemplare von Elodea densa Casp. Einige Sprosse, die ich mit nach Hause nahm, wurden in meinem Aquarium rasch heimisch. Die genannte Elodea gehört eben zu den am leichtesten kultivierbaren Wasserpflanzen. In diesem Frühjahr blühten meine Elodeen das erste Mal. Wie zu erwarten war, fanden sich nur ♂ Blüten zu 3 in einer Spatha. Da die Blüten aber hinter der normalen Größe zurückblieben, glaubte ich eine Weile, die etwas kleinere E. najas vor mir zu haben, deren Spatha 2—3 ♂ Blüten einschließt. Zahlreiche Punkte in den Diagnosen gleichen auch einander, so z. B.:

Caulis teres. Folia in verticillis quaterna plana, . . . lineari-lanceolata, . . . sursum versa, supra marginem prominentia . . . . Stipulae intrafoliaceae binae, ovatae vel ovati-circulares . . . Spatha sessilis, flores 2—3 vel 2 includens. Tubus calycis filiformis . . . Petala tria, obovata vel late obovata . . . Stamina 9 . . . Antherae oblongae aut oblongi-ovatae.

Herr Prof. Dr. G. Bitter, dem ich die Sprosse zeigte, versicherte mir aber, daß es die E. densa sei. Ich versuchte deshalb festzustellen, wie weit sich die kleinere E. najas anatomisch und morphologisch von der E. densa unterscheidet. Als zweite Frage suchte ich zu beantworten, woher es gekommen, daß die Blüten nicht die normale Größe erreichten.

Historisches.

Der Gattungsbegriff Elodea tritt zuerst in Michaux, Flora boreali-americ., I. 1803, p. 20 auf und umfaßt dort nur die eine Spezies E. canadensis. Ausführlicher gingen auf die Gattung ein Humboldt und Bonpland in Plant. aequinoct., Bd. II, p. 190, als sie die neu gefundene Art E. granatensis beschrieben. Alle Spezies wurden zuerst zusammengetragen in Richards Monographie der Hydrocharideen (1814). Nach Caspary rechnen wir zu Elodea auch die Gattung Egeria Planch.[1]) (und damit die beiden Spezies E. densa Pl. und Najas Pl.), die sich nach Planchons Angaben von Elodea

---

[1]) Ann. d. sc. et nat., 3. sér., Bd. XI, p. 79.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

nur durch die größere Zahl der Blüten einer Spatha (statt 1 stets 2—3) unterscheidet. Wie weit sonst anatomische Unterschiede vorhanden sind, ergab sich aus der vorliegenden Literatur nicht, besonders da keine rein anatomischen Arbeiten über E. densa und Najas existieren.[1]) Meine anatomischen Untersuchungen der E. canadensis decken sich zumeist mit den Ergebnissen Casparys darüber.[2])

I. Anatomische und morphologische Untersuchungen der Elodeen.

1. Der Stamm.

Der Stamm aller Elodeen ist stielrund. Nur der Stiel von E. densa hat meist ausgewachsen gewellten Umriß. Bei allen Arten verzweigt er sich durch axillare Äste und zerbricht leicht. Die Länge der Internodien wechselt in geringem Maße (E. canadensis 2, densa 3—3,5, Najas 2,5 mm). Die Epidermis ist nicht besonders differenziert. Es führt nämlich die äußerste Zelllage reichlich Chlorophyll. Länge und Breite der epidermalen Zellen stehen bei E. canadensis im Verhältnis 1 : 2 bis 3, bei densa und Najas 1 : 2. Die radialen Wandungen der äußersten Parenchymschichten verlaufen eben. Durch die Größe der Zellen des Stammes unterscheiden sich die Arten auch nicht, oder wenigstens nicht scharf. Der ausgewachsene Stamm enthält in der Mitte statt der reduzierten, nur vorübergehend in der Terminalknospe der Internodien angelegten Gefäße ein Bündel von Leitzellen. Es finden sich bei allen Vertretern der Gattung im Rindenparenchym des Stammes in 5 bis zumeist 6 wenigzelligen Gruppen kleine Leitbündelchen, die auf je 1 Siebröhre nebst 2 Geleitzellen reduziert sind. Lange Zeit glaubte man, daß die Elodeen überhaupt keine Gefäße hätten.[3]) Ein Mark ist selbstredend nicht vorhanden. Die Art der Reduktion der Gefäße beschreibt für E. canadensis Caspary ausführlich.[4]) Für E. densa konnte ich keine Unterschiede von seinen Angaben feststellen. Bei E. Najas konnte ich die Reduktion nicht gut verfolgen. Doch dürfte sie auch bei dieser Spezies ganz analog verlaufen. Die das Leitzellenbündel umgebende Parenchymschicht bezeichnet Caspary als vagina tutilaris. Sie zeichnet sich durch Tüpfelbildung innerhalb der radialen Zellwände aus (Casparysche Punkte). Zeitweise fand ich bei E. densa wie

---

[1]) Ich möchte hinweisen auf die Arbeit von Lucien Haumann-Merck, die mir leider nicht im Original zugängig war: Observations éthologiques et systématiques sur deux espèces argentines du genre Elodea, Rev. Inst. bot. Errera, IX. 1912, p. 33—39 (Referat Bot. Jahresber., 40 Jahrg., Abt. I).

[2]) Vergl. Jahrb. f. wiss. Bot. I, 1858, p. 436 - 462! Aus der neueren Zeit liegen morphologische Untersuchungen bes. zytologischer Art über E. canadensis vor von Robert B. Wylie, publiziert in Botanical Gazette, XXXVII, 1914. Wohl die letzte anatomische Bearbeitung von E. canadensis ist von A. O. Walker, The distribution of Elodea canadensis Michaux in the British Isles in 1909, Proceed. Linn. Soc. London 1911/12, p. 41—77.

[3]) Vergl. Chatin, Compend. rend., XLI. 1855, p. 695!

[4]) l. c., p. 440! (Siehe auch Kny, Wandtafeln f. d. naturw. Unterricht, III. Ser., 5. Abt., Textheft p. 188—190, Taf. L.)

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Najas statt der Schutzscheide mit den Casparyschen Punkten eine Zelllage mit etwas verdickten Membranen. Ihren ersten Namen empfing die ein Leitbündel umschließende Zellschicht von Schultz-Schultzenstein. Er nennt sie Bündelscheide.[1]) Seine Meinung, daß sie aus

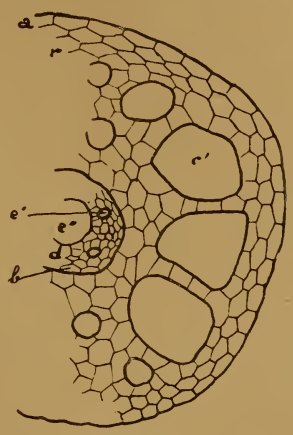

Fig. 1.
Stammquerschnitt von Elodea canadensis Casp.
a epidermale Schicht, r Rindensschichten, c' c'' in Kreisen angeordnete Luftgänge, b Casparysche Scheide, d Leitbündelzylinder, e' e'' Luftgänge darin. (gez. bei 800 fach. Vergr.)

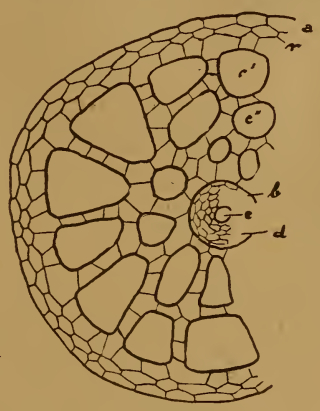

Fig. 2.
Stammquerschnitt von Elodea densa Planch.; Erklärung der Buchstaben wie bei Fig. 1. (gez. bei 565 fach. Vergr.)

Bastzellen bestände, hat sich auch a. a. O. als irrtümlich erwiesen.[2]) Das Rindenparenchym des Stammes ist wie bei allen submersen Pflanzenteilen sehr zartwandig und mächtig entwickelt im Verhältnis

[1]) Cyclose, 1841 (mir nicht vorgelegen!)

[2]) Besonders erwähnt wird die Casparysche Scheide von Irmisch, Beitr. z. vergl. Morph. d. Pfl. 1854, p. 34; Schacht, Pflanzenzell., p. 246 fg. und 318 und v. Mohl, De Struct. Palmar., p. 49.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

zum Leitbündelstrang. Es ist reich an körniger Stärke, die oft von einer dünnen Chlorophyllschicht umgeben ist. Bei Einwirkung von Chlorzinkjod wird die grün bleibende Chlorophylllamelle durch den quellenden Amylumkörper gesprengt.[1]) Der Stamm der Elodeen führt eine Reihe von ± weitlumigen Luftgängen, die in Kreisen angeordnet sind. Daneben finden sich, wenigstens in den dickeren Stammpartieen, noch kleinere Interzellularräume. Die Zahl der durch die Luftgänge gebildeten Kreise und die Anzahl der äußeren Parenchymschichten wurde bereits von Caspary bei Hydrilla verticillata und Elodea canadensis diagnostisch verwertet.[2]) Diese Merkmale schienen mir daher auch besonders geeignet zur Unterscheidung der untersuchten Arten. Genau wie Caspary fand ich bei E. canadensis im Stamme einen einzigen Kreis relativ großer Luftgänge und 3 bis 5 Parenchymschichten als ihre äußere Begrenzung. Doch will Caspary bei den von Engelmann bei St. Louis gesammelten Exemplaren der Pflanze zwei Kreise von Luftgängen beobachtet haben. Meine zahlreichen Schnitte, die ich durch den Stamm der E. densa und Najas anfertigte, führten mir in der Regel 2, nicht selten teilweise 3 Kreise von Luftgängen vor, indem an der einen Seite des Stammes die Luftgänge sich durch geringeres Lumen auszeichnen und demgemäß noch einer weiteren Reihe Lufträume Platz gewährten. Sehr häufig fand ich auch Stengelteile von E. densa, deren Luftgänge vollständig dreikreisig waren. Der Stamm von E. Najas blieb aber stets auf 2 Kreise Luftgänge beschränkt. Von den beiden Kreisen ist der äußere weitlumiger als der andere. Die Zahl der begrenzenden Schichten des Rindenparenchyms beträgt 3—4, selten nur 2.

2. Das Blatt.

Die drei Elodeen unterscheiden sich in Form und Größe der Blätter wie folgt:

	E. canadensis	E. densa	E. Najas.
Form	länglich oval	länglich linealisch	schmal linealisch
Länge	$^3/_4$— höchstens 1	2—$2^1/_2$	$1^1/_2$—2 cm
Breite	5	4—5	2—3 mm.

Vorn sind die Blätter abgerundet zugespitzt. Bei E. densa bildet die äußere Spitze sehr häufig einer der Zähne des Blattrandes, der sich dann vor den anderen desselben Blattes durch besondere Größe auszeichnet. Gewöhnlich ist das Blatt der Elodeen zweischichtig. Nur an der mittleren aus Leitzellen gebildeten Rippe liegen drei Schichten Parenchym übereinander. Nur in ganz jungen Blättern aus dem Vegetationskegel findet sich ein einziges Gefäß mit ± ringförmiger Verdickung. An erst teilweise ausgewachsenen Blättern übertreffen die Zellen der Spitze diejenigen der Blattbasis um mitunter die Hälfte und mehr. Der Blattrand von E. canadensis ist gesägt (Größe dieser Zellen 33 μ), derjenige von

[1]) Vergl. v. Mohl, Bot. Ztg. XIII, 1855; p. 111 u. a. a. O.

[2]) Die Hydrilleen; 1858, p. 449. — Vergl. auch Casparys Zusammenstellung »Conspectus systematicus Hydrillearum« im Monatsber. der Berliner Akad. d. Wiss. vom Januar 1857.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

E. densa scharf gezähnt (85 bis 95 μ). E. Najas bildet den Übergang zwischen beiden Arten. Die Zähne und gesägten Ausstülpungen des Blattrandes werden stets durch eine einzige Zelle gebildet. Durch Untersuchung der Zähne verschiedener Stellen des Blattes und Bobachtung recht zahlreicher Blätter verschiedenen Alters kann man feststellen, wie durch Vorwölbung zuerst einer Epidermiswand allmählich die ganzen Zellen aus dem Verbande der Epidermis hinausgeschoben und zu Blattzähnen werden. Im erwachsenen Zustand sind die Zähne häufig, an der Spitze wohl stets, bräunlich gefärbt. Die Entfernung der Zähne wechselt sowohl an dem Blatte derselben Pflanze wie bei den einzelnen Elodeenspezies. Bei E. canadensis stehen die zahnartigen Ausstülpungen in 75 bis 150 μ Abstand. Bei E. densa beträgt ihre Entfernung durchschnittlich 165 bis 320 μ, an manchen Stellen eines Blattes unregelmäßigerweise auch wohl nur 85 μ. Bei E. Najas stellte ich wiederum in diesen Durchschnittsmaßen die Mittel- oder Übergangswerte fest.

Über die Entwicklung des Chlorophylls habe ich keine vergleichenden Untersuchungen gemacht, glaube auch nicht, daß sich wesentliche Unterschiede zwischen den drei Arten dabei feststellen lassen. Für E. canadensis beschreibt uns Caspary wiederum die Entwickelung der Chlorophyllkörner.[1]) Was er dort bez. des Vegetationspunktes der Blätter sagt,[2]) kann ich für E. densa und Najas nur bestätigen. Aus der Beobachtung, wie die Zähne des Blattrandes von der Spitze zur Basis gebildet werden, hat man zu folgern, daß in jugendlichen Blättern das gesamte Blatt als Vegetationskörper dient, dieser sich bei älteren Blättern aber normaler Weise auf die Basis beschränkt.

3. Die Blüte.

E. canadensis blüht bei uns gewöhnlich ♀. Die Beschreibung der kleinen rötlichen Blüten finden wir bei Caspary, Die Hydrilleen. 1858, p. 461. Von E. densa sind auf dem Festlande bisher nur ♂ Blüten gefunden.[3]) Wenn Caspary nur solche mit beschädigten Petala hatte, so blühten meine Exemplare außerordentlich ergiebig, und die Petala wurden erst später trocken und bräunlich, wenn sie sich zum Einleiten der Bestäubung auf das Wasser legten, dieser Vorgang wegen des Mangels an ♀ Blüten natürlich ausbleiben mußte.[4]) Da ich von der E. Najas keine (♂) Blüten erhielt, bin ich gezwungen, mich auf die Beobachtungen Planchons[5]) zu beziehen.

---

[1]) l. c., p. 457 fg.

[2]) l. c., p. 459!

[3]) Über die Beobachtung ♀ Blüten der E. densa in England vgl. die Angaben bei Caspary, Jahrb. f. wiss. Bot., I, p. 461.

[4]) Meine Bemühungen, von den E. canadensis ♀ Blüten in größerer Zahl zu bekommen, scheiterten merkwürdigerweise. Den frischen und, wie ich durch mikroskopische Beobachtung feststellen konnte, reifen Blütenstaub der ♂ Blüte der E. densa brachte ich auf 2 ♀ der E. canadensis. Es gelang mir aber nicht, Früchte angesetzt zu sehen. Leider gingen mir die ♀ Blüten hinterher beim Pressen entzwei.

[5]) Planchon, Ann. des sci. nat., III. sér., Bd. XI, p. 80. Die ♀ Blüte von E. densa beobachtete Aug. de St. Hilaire (Handschriftlicher Katalog im herb. Mus. Paris, n. 1840).

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Zum Vergleich stelle ich die morphologischen Ergebnisse Plauchons an den beiden letzten Arten nebeneinander:

	E. densa	E. Najas
Spatha	sessilis, flores 2—3 includens;	sessilis, duos flores includens.
Flores	sub $1^1/_4$—$2^1/_4$ cm diametro;	sub $^3/_4$—1 cm diametro.
Tubus	calycis filiformis, ca. 3—$3^1/_2$ cm:	calycis filiformis, ca. $2^1/_4$—4 cm.
Sepala	tria, ovata, 3 mm longa, reflexa, virescentia;	tria, ovata vel oblongi-ovata, 2 mm longa.
Petala	3, obovata, subcircularia, apice rotundata, 1—$1^1/_2$cm longa, flava;	tria, late obovata vel oblongi-obovata, 5—6 mm longa, flavescentia,
Stamina	9;	9.
Antherae	oblongae, la. : lg. = 1 : 2, basi affixae;	oblongi-ovatae, la.: lg. = 1 : $2^1/_2$ bis 3, basi affixae.

Als das Auffälligste erscheint mir, daß die ♂ Blüten meiner Sprosse von E. densa im ganzen kleiner als die gegebenen Maße, z. B. von geringerem Durchmesser sind. Besonders merkwürdig dabei war, daß die später erscheinenden Blüten nach und nach die normale Größe erreichten.[1]) Da die E. Najas überhaupt im Ganzen kleiner als die erste Art ist, so kann die alte Diagnose leicht zu Verwechselungen führen.

4. Zusammenfassung.

In anatomischer Hinsicht besteht der größte Unterschied zwischen E. canadensis einerseits und E. densa und Najas andererseits. Hingegen unterscheiden sich die beiden letzten Arten wesentlich überhaupt nicht, höchstens in geringen Maßverhältnissen, die außerdem auch noch geringen Schwankungen unterworfen sind. Anatomisch und morphologisch besteht zwischen beiden nur ein gradueller Unterschied. Ich scheue mich jedoch heute noch davor, aus den bislang alleinstehenden Beobachtungen über die Veränderlichkeit der Blütengröße bei E. densa auf den Wert der E. Najas als guter Art irgendwelche Schlüsse zu ziehen. Darüber werde ich meine Untersuchungen fortsetzen.

II. Über die Ursachen der Veränderlichkeit der Blütengröße.

Es kommen also im Habitus der Blüten der E. densa gewisse Größen-Modifikationen vor. Einflüsse fremder Organismen können

[1]) Vergl. die Tabelle am Schlusse der Arbeit!

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

dabei m. E. nicht vorliegen. Zwar halte ich seit einer Reihe von Jahren ein paar Goldfische (Cyprinus auratus) in dem Aquarium. Daß sie auf die Größe der Elodeenblüten Einfluß gehabt hätten, wird aber wohl niemand annehmen wollen. Ebenso kommen mechanische Einflüsse als Ursache für die Modifikation nicht in Frage. Stoffliche Einflüsse mögen bei meinen Elodeensprossen eine Wirkung ausgeübt haben. Dadurch aber, daß ich seit Jahren bereits das Aquarium, das sich durch Algen und das übrige Pflanzenleben stets wieder selbsttätig reinigt, sich selbst überließ, kann m. E. stofflichen Einflüssen nicht oder doch nicht eine so erhebliche Bedeutung zugeschrieben werden. Sie können nur mit andern Ursachen zusammen bestimmend gewesen sein. Ich kann mir nicht denken, daß allein die stofflichen Einflüsse zu Anfang weniger günstig gewesen sein können als hinterher. Wasserproben habe ich leider nicht gemacht, da ich nicht annehmen konnte, daß die Blüten später die normale Größe ± erreichen würden. Wenn die Sprosse nur eine besonders merkwürdige Orientierung oder dergl. gezeigt hätten, so würde ich hauptsächlich das Licht als die Ursache für die Modifikation verantwortlich gemacht haben. So aber scheint mir nur die Temperatur die Hauptursache zu sein, die vielleicht durch andere Einflüsse unterstützt worden sein kann. Solche Temperaturwirkungen schätze ich analog denjenigen, daß verschiedene Individuen der gleichen Art große Unterschiede in der Abhängigkeit ihres Streckungswachstums von der Temperatur aufweisen, was wir leicht an der ungleichen Entwicklung der Knospen eines Laubbaumes im Frühjahr feststellen. Als ich meine Elodeensprosse Mitte 1915 hereinholte, war ein mittelmäßig warmer Sommer. Den ersten Winter konnten sie recht gut überstehen. Warum sie damals noch nicht zur Blüte kamen, entzieht sich natürlich meiner Kenntnis. Anscheinend hat aber der letzte Winter, der auch sonst auf die Entwicklung der Pflanzenwelt dieses Sommers ganz außerordentliche Wirkungen, hauptsächlich hemmender Art, gehabt hat, die Sprosse schwer geschädigt. Das konnte auch nicht ausbleiben, da ich z. B. jeden Morgen die Eisdecke des Aquariums, die an manchen Tagen Mitte Februar über $^1/_2$ cm Dicke aufwies, durchschlagen mußte.[1]) Da die Laubsprosse bereits im letzten Herbst der Hauptsache nach fertig waren, ist bei ihnen eine nennenswerte Verkleinerung nicht festzustellen. Sollte man wirklich eine geringe Größendifferenz entdecken, so wäre damit nur erwiesen, daß die Laubsprosse im letzten Herbst noch nicht ganz ausgewachsen waren. Allem Anschein nach hat also die letzte Winterkälte auf die Blütenentwicklung hemmend eingewirkt, daß sie nicht die normale Größe erreichten. Erst die späteren, nach dem 22./7. erscheinenden Blüten näherten sich der normalen Größe bis auf ein Geringes. Als Beleg für meine Ansicht führe ich eine Zusammenstellung über die gemessenen Blüten an:

---

[1]) Den Goldfischen geschah dadurch kein feststellbarer Schaden. Sie sind noch jetzt ebenso gesund wie früher.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Blütensproß	Blüte a)		Blüte b)		Blüte c)	
	Oeffnung	Durchmesser	Oeffnung	Durchmesser	Oeffnung	Durchmesser
I.	20./VI.	0,7	23./VI.	0,8	25./VI.	0,8
II.	28./VI.	0,7	30./VI.	0,9	4./VI.	0,9
III.	11./VII.	0,8	14./VII.	1,0	15./VII.	0,9
IV.	17./VII.	1,1	19./VII.	1,0	21./VII.	1,0
V.	19./VII.	1,2	22./VII.	1,0	24./VII.	1,0
VI.	21./VII.	1,1	23./VII.	1,2	25./VII.	1,1
VII.	28./VII.	1,3	31./VII.	1,3	3./VIII.	1,4
VIII.	28./VII.	1,4	30./VII.	1,2	3./VIII.	1,3
IX.	1./VIII.	1,6	4./VIII.	1,6	6./VIII.	1,6
X.	1./VIII.	1,8	4./VIII.	1,7	7./VIII.	1,7
XI.	2./VIII.	1,8	4 /VIII.	1,8	6./VIII.	1,9
XII.	2./VIII.	2,1	5./VIII.	2,0	7./VIII.	2,0
XIII.	2./VIII.	2,0	6./VIII.	2,1	8./VIII.	2,2
Durchschnitt:		1,35		1,36		1,37

Bremen, August 1917.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Abhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins zu Bremen

Jahr/Year: 1918-1919

Band/Volume: 24

Autor(en)/Author(s): Pfeiffer H.

Artikel/Article: Zur Anatomie und Morphologie einiger kultivierter Elodeenspezies und über die Kälte als wachstumshemmenden Faktor. 121-128