

Ökologie und Zellforschung.

Von Prof. Dr. Richard B i e b l.

Vortrag, gehalten am 9. April 1949.

Die Pflanz en ö k o l o g i e oder Lehre vom pflanzlichen Haushalt untersucht, aufbauend auf die unter konstanten Laboratoriumsbedingungen gewonnenen Erfahrungen der Pflanzenphysiologie, wie sich die Pflanze an ihrem natürlichen Standort verhält. Sie beschäftigt sich mit jenen Einrichtungen, Eigenschaften und Fähigkeiten der Pflanzen, die es ihnen ermöglichen an den verschiedenen Standorten zu gedeihen und mit den gegebenen Umweltbedingungen ihr Auslangen zu finden.

Was kann nun die Z e l l f o r s c h u n g über die Beziehungen zwischen den Eigenschaften des lebenden Protoplasten und den Gegebenheiten des Standortes aussagen? Es sei vorweggenommen, daß die Fülle von Fragen, die sich aus diesem Verhältnis von Plasmaeigenschaften und Standort ergeben, berechtigen, heute schon von einer „P r o t o p l a s m a t i s c h e n Ö k o l o g i e“ als einer eigenen Teildisziplin der Protoplasmaforschung zu sprechen. Ihr steht das methodische Rüstzeug der Zellphysiologie,

im besonderen der Vergleichenden Protoplasmatik¹⁾ zur Verfügung. In erster Linie kommen in Betracht Resistenzuntersuchungen, Bestimmungen der Viskosität und Permeabilität des Plasmas, Beobachtungen zytomorphologischer Veränderungen und Bestimmungen des osmotischen Wertes.

In unserem kurzen Überblick seien nur drei der wichtigsten Umweltfaktoren herausgegriffen: Feuchtigkeitsverhältnisse, Temperatur und Chemismus des Nährsubstrats.

Die ältesten, auf die Standortfeuchtigkeit bezüglichen zellphysiologisch gewonnenen Erkenntnisse betreffen den osmotischen Wert, bzw. die Konzentration des Zellsaftes.

Die Pflanze braucht einen konzentrierten Zellsaft, um mit seiner Hilfe durch das halbdurchlässige Plasma, das für Wasser leicht, für darin gelöste Stoffe aber schwer oder gar nicht durchlässig ist, das Wasser aus dem Boden aufnehmen zu können. Auf einem trockenen Boden oder einem Boden, der infolge seiner physikalischen oder chemischen Beschaffenheit das Wasser stark festhält, werden daher jene Pflanzen in ihrer Wasserversorgung im Vorteil sein, die einen höher konzentrierten Zellsaft und damit auch eine größere Saugkraft besitzen.

1) Höfler K., 1932, Vergleichende Protoplasmatik, Ber. d. D. Bot. Ges. 50, 55.

Weber Fr., 1929, Protoplasmatisch Anatomie. Protoplasma 8, 291.

Die Wurzeln der Pflanzen eines bestimmten Standortes leben unter viel gleichmäßigeren Umweltbedingungen als die oberirdischen Organe. Tatsächlich findet sich, wie Iljin²⁾ zeigte, bei ihnen auch eine viel gleichmäßigere Beziehung zwischen Höhe des osmotischen Wertes und Trockenheit des Bodens, als bei Blättern und Stengeln, bei denen kleinklimatische Schwankungen in der Vegetationsschicht in einem dichten Bestand Transpirationshemmungen, bei einzelstehenden Pflanzen Steigerungen der Wasserabgabe bedingen können. Weiters erlauben auch Unterschiede im anatomischen Bau bei verschiedenen Pflanzen größere Unterschiede der osmotischen Werte in den oberirdischen Organen. Im allgemeinen steigen aber auch in ihnen, wie in den Wurzeln, auf trockenen Böden, bzw. bei Austrocknung die Zellsaftkonzentrationen an.

Um diese Beziehung Zellsaftkonzentration und Standortfeuchtigkeit gruppieren sich im einzelnen verschiedenste Sonderfragen. So ist es interessant zu untersuchen, in welchen Grenzen der osmotische Wert bei den verschiedenen Pflanzen variieren kann, ob überhaupt jede Pflanze zu solchen Veränderungen befähigt ist, mit welcher Geschwindigkeit derartige Anpassungen an verschiedene Bodenfeuchtigkeit vor sich gehen können, ob regelmäßige

²⁾ Iljin W. S., 1929, Der Einfluß der Standortfeuchtigkeit auf den osmotischen Wert der Pflanzen. *Planta* 7, 45.

Tages- oder Jahresschwankungen des osmotischen Wertes festzustellen sind und schließlich wie es die Pflanze überhaupt macht, um ihre Zellsaftkonzentration zu erhöhen.

Vom Standpunkt einer protoplasmatischen Ökologie noch interessanter als die Beziehungen zwischen osmotischem Wert und Bodenfeuchtigkeit sind die Zusammenhänge zwischen **A u s t r o c k n u n g s f ä h i g k e i t** der Zellen und den Wasserverhältnissen des Standorts.

Die Austrocknungsfähigkeit der Zellen kann man in der Weise prüfen, daß man Gewebeschnitte oder bei Algen und Moosen ganze Thallusstückchen, Sprosse oder Blättchen in Dampfkammern von verschiedener Luftfeuchtigkeit durch ein oder mehrere Tage einlegt und dann den Lebenszustand der betreffenden Objekte untersucht. Dazu benützt man kleine Glasschälchen mit ebenem, abgeschliffenen Rand, die durch eingefettete Glasplatten luftdicht abgeschlossen werden können. Die Schälchen werden zur Hälfte mit verschieden konzentrierten Kochsalz- oder Schwefelsäurelösungen gefüllt, über denen sich ganz bestimmte Luftfeuchtigkeiten einstellen. Aus den Lösungen ragt ein in die Mitte des Schälchens gestellter Glassockel (kurzes Glasröhrchen), auf den ein Deckglas oder ein kleines Uhrschälchen mit den zu untersuchenden Objekten gelegt wird. Iljin ³⁾

³⁾ Iljin, W. S., 1930, Die Ursachen der Resistenz von Pflanzenzellen gegen Austrocknen. Protoplasma 10, 379.

hat als erster in größerem Maßstab Versuche mit Gewebeschnitten verschiedener Pflanzen ausgeführt und gefunden, daß Epidermiszellen von Wasserpflanzen bei 94—97%, von Wiesenpflanzen bei 92—95%, von Salzpflanzen bei 90% und von Felspflanzen bei 88—92% relativer Luftfeuchtigkeit absterben.

Noch eindeutigere Ergebnisse liefern Versuche mit unbeschädigten Pflanzenteilen, wie diese mit Algen oder Moosen ausgeführt werden können. Morphologisch vergleichbare Rot-, Braun- und Grünalgen von verschiedenen Standorten an der Küste zeigen nach eigenen Versuchen ⁴⁾ in ihrer Austrocknungsfähigkeit eine gute Übereinstimmung mit den Erfordernissen ihrer Lebensräume. Ständig, auch während der Ebbe von Wasser bedeckte Tiefenalgen, vertragen nur eine Austrocknung bis zu 98,8% r.L.F., Algen der Tiefwasserlinie, die auch bei Ebbe noch vom Wellenschlag erreicht werden, können bis zu 93,8% r.L.F. ausgetrocknet werden, während Algen der Gezeitenzone, die während der Ebbe oft vollständig trocken liegen, Lufttrockenheiten bis zu 86% r.L.F. und darunter ohne Schädigung ertragen.

In Übereinstimmung mit der zeitweisen Austrocknung ihrer natürlichen Standorte sind manche Algen, wie in Helgoland die fädige Grünalge Uro-

⁴⁾ Biebl, R., 1938, Trockenresistenz und osmotische Empfindlichkeit der Meeresalgen verschieden tiefer Standorte. *Jahrb. f. wiss. Bot.* 86, 350.

spora penicilliformis und in Neapel die ähnlich geformte Rotalge *Bangia fuscopurpurea* an ein vorübergehendes Austrocknen so angepaßt, daß sie im Versuch ständig unter Wasser gehalten sogar früher absterben, als Proben, die man auf einer Glasplatte antrocknen läßt und an den aufeinanderfolgenden Tagen immer einmal kurz befeuchtet.

Über einen sehr weiten Bereich der relativen Luftfeuchtigkeit erstreckt sich die Austrocknungsresistenz von Moosblättchen. Höfler⁵⁾ hat in Golling bei Salzburg derartige Versuche an Lebermoosen durchgeführt. Die Übereinstimmung der Austrocknungsresistenz mit den Feuchtigkeitsverhältnissen der Standorte sind unverkennbar. *Madotheca platyphylla* als trockenresistentestes Moos kann 24—48 Stunden ohne Schädigung bei vollkommener Lufttrockenheit in den Dampfkammern über konzentrierter Schwefelsäure gehalten werden. Andere Lebermoose trockener, windexponierter und freistehender Felsen und Felsblöcke werden erst bei 2,5—15% r.L.F. geschädigt. Moose mittelfeuchter Standorte, wie *Bazzania trilobata* oder *Plagiochila asplenioides* haben ihre Lebensgrenze bei 60—80% r.L.F., während Lebermoose sehr feuchter, zeitweilig überrieselter Felsrinnen und Felsblöcken nahe dem Wasserfall, wie *Haplozia riparia* oder *Pellia Fabbrioniana*, schon durch Luftfeuchtigkeiten von

⁵⁾ Höfler, K. und Herzog, Th., 1944, Kalkmoosgesellschaften um Golling. Hedwigia 82, 1.

90—95% tödlich ausgetrocknet werden. Wenn die Zellen der Versuchsmoose bei einer bestimmten Lufttrockenheit absterben, so ist dies ein Beweis, daß am natürlichen Standort diese Lufttrockenheit nicht mehr unterschritten wird. Lebermoose mit solch scharfen Austrocknungsgrenzen können somit als ganz vorzügliche Kleinklimaanzeiger dienen.

Nicht unerwähnt darf allerdings bleiben, daß diese Austrocknungsgrenzen nach längerer Feucht-, bzw. Trockenkultur in einem gewissen Bereich Verschiebungen nach oben und unten erfahren können. Wir haben schon von der Veränderlichkeit des osmotischen Wertes der Zellen mit der Bodenfeuchtigkeit gehört und werden sehen, daß auch die Widerstandsfähigkeit gegen andere Standortfaktoren, seien sie physikalischer oder chemischer Natur, je nach den bestehenden Kulturbedingungen etwas verschiebbar ist. Alle diese ökologischen Resistenzgrenzen sind keine absoluten Fixwerte, sondern meist nach Vorkultur und Art der Pflanze in einem gewissen Bereich variabel.

Mit den Feuchtigkeitsverhältnissen des Standortes erfahren aber neben osmotischem Wert und Austrocknungsresistenz des Plasmas auch noch andere Plasmaeigenschaften, wie Viskosität und Permeabilität, charakteristische Veränderungen. So fand Schmidt⁶⁾ die Zähigkeit des Plasmas bei

⁶⁾ Schmidt, H., 1939, Plasmazustand und Wasserhaushalt bei *Lamium maculatum*, *Protoplasma* 33, 25.

trocken herangezogenen Pflanzen gegenüber bewässert vorkultivierten erhöht und das Plasma der feuchtgezogenen Pflanzen leichter durchlässig für Harnstoff als für Glycerin, bei den Trockenpflanzen hingegen für Glycerin permeabler als für Harnstoff.

Solche Permeabilitätsänderungen, wie sie hier im Trocken- und Feuchtkulturversuch ausgelöst wurden, wurden an manchen Pflanzen auch im Lauf der Vegetationsperiode beobachtet. Hofmeister⁷⁾ stellte z. B. an *Ranunculus repens*-Stengelepidermen in der ersten Hälfte der Vegetationszeit den Harnstofftyp (Harnstoff permeiert schneller als Glycerin) und im Herbst den Glycerintyp (Glycerin permeiert schneller als Harnstoff) fest. Besonders der Grad der Harnstoffpermeabilität erweist sich, wohl in Abhängigkeit vom Quellungszustand des Plasmas, auch von den wechselnden Feuchtigkeitsverhältnissen in Regen- und Trockenperioden stark abhängig.

Nicht minder zahlreich sind die Fragen protoplasmatischer Natur, die sich aus den Beziehungen zwischen Pflanze und Standorttemperatur ergeben. Sie sind deshalb besonders interessant, weil wir bei den Pflanzen gegen Hitze oder Kälte praktisch keinerlei Schutzrichtungen finden, wie sie in anatomischer und physiologischer Hinsicht gegen

⁷⁾ Hofmeister, L., 1938, Verschiedene Permeabilitätsreihen bei ein und derselben Zellsorte von *Ranunculus repens*. Jahrb. f. wiss. Bot. 86, 401.

Wassermangel oder gegen Strahlenwirkungen in verhältnismäßig reichem Maß gegeben sind. Die Fähigkeit große Hitze oder große Kälte zu ertragen, müssen wir als eine spezifische Eigenschaft des Protoplasmas gewisser Pflanzen ansprechen.

Zuerst einiges zur Hitzeresistenz:

Die höchsten Temperaturen wie sie etwa von Harder⁸⁾, Huber⁹⁾ oder Dörr¹⁰⁾ gemessen wurden, betragen bei den nicht sukkulenten Pflanzen am natürlichen Standort rund + 45° C, bei sukkulenten, z. B. Opuntia, etwa + 64° C. Wesentlich höhere Körpertemperaturen finden wir noch bei manchen Thermalpflanzen. In warmen Wässern verschwinden bei zunehmender Temperatur als erste die phanerogamen Pflanzen. Grünalgen wurden von Vouk¹¹⁾ in warmen Quellen nur bis + 28 bis 35° C in reichlicher Vegetation angetroffen. Als nächste erreichen die Diatomeen die Grenze ihrer

⁸⁾ Harder, R., 1930, Beobachtungen über die Temperatur der Assimilationsorgane sommergrüner Assimilationsorgane sommergrüner Pflanzen der algerischen Wüste. Zeitschr. f. Bot., 23, 703.

⁹⁾ Huber, B., 1935, Wärmehaushalt der Pflanzen, Naturwissenschaft und Landwirtschaft 117.

¹⁰⁾ Dörr, M., 1941, Temperaturmessungen an Pflanzen des Frauensteins bei Mödling. Beih. z. Bot. Centralbl. 60, Abt. A, 679.

¹¹⁾ Vouk, V., 1916, Biologische Untersuchungen der Thermalquellen von Zagorje in Kroatien. Acad. des sc. et des arts des slaves du sud des Zagreb 5, 97.

Lebensmöglichkeit, die *M o l i s c h* mit etwa $+ 50^{\circ}$ C feststellte. Die höchsten Temperaturen japanischer Quellen, in denen *M o l i s c h*¹²⁾ noch Cyanophyceen beobachtete, betragen $+ 69^{\circ}$ C, während er thermophile Bakterien noch bis zu $+ 77^{\circ}$ C feststellen konnte. Damit scheint aber an natürlichen Standorten auch die für das Pflanzenleben oberste Temperaturgrenze erreicht zu sein.

Bestimmt man durch Einstellen von Pflanzen in verschieden temperierte Thermostaten die Höchstgrenzen der Temperatur, die von ihnen ohne Schaden ertragen werden können, so zeigen diese Werte gute Übereinstimmung mit den Erfordernissen des natürlichen Standorts. Wasserpflanzen werden allgemein durch niedrigere Temperaturen geschädigt als Schattenpflanzen und diese wieder vertragen nur eine geringere Erhitzung als Pflanzen trockener und sonniger Standorte. *S a p p e r*¹³⁾ stellte z. B. für untergetaucht lebende Wasserpflanzen (*Helodea*, *Vallisneria*) bei halbstündiger Erwärmung als eben noch unschädliche Höchsttemperatur $38,5$ — $41,5^{\circ}$ C, für Schattenpflanzen (*Oxalis*, *Impatiens parviflora*) $40,5$ — $42,5^{\circ}$ C, für Halbschattenpflanzen (*Geum urbanum*, *Chelidonium majus*) 45 — 46° C und für Pflanzen sehr trockener und sonniger Standorte

¹²⁾ *M o l i s c h*, H., 1926, Pflanzenbiologie in Japan auf Grund eigener Beobachtungen. Jena.

¹³⁾ *S a p p e r*, J., 1935, Versuche zur Hitzeresistenz der Pflanzen. *Planta* 23, 518.

(*Alyssum montanum*, *Teucrium*, *Verbascum*) 48 bis 50° C fest.

Untersuchungen an Meeresalgen¹⁴⁾ aus dem Golf von Neapel ergaben für Algen des obersten, zeitweise nur von Spritzwasser erreichten Vegetationsgürtels bei zwölfstündiger Temperatureinwirkung eine unschädliche Höchstgrenze von + 35° C oder etwas darüber, bei Algen der Tiefe hingegen fast durchwegs schon eine vitale Grenze bei + 27° C.

Während bei vielen Pflanzen durch Trockenkultur eine Erhöhung der Austrocknungsresistenz erreicht werden kann, scheint eine Beeinflussung der Hitzeresistenz durch Gewöhnung an höhere Temperaturen nicht möglich zu sein. Doch läßt sich häufig bei trocken kultivierten Pflanzen gegenüber feucht herangezogenen eine Steigerung der Hitzeresistenz beobachten, ebenso wie austrocknungsfähige Pflanzen im lufttrockenen Zustand höhere Temperaturen ertragen als in feuchtem. Die fädige Rotalge *Bangia fuscopurpurea* stirbt z. B. in Seewasser nach zwölfstündigem Aufenthalt bei + 42° C ab, während sie in lufttrockenem Zustand diese Temperatur ohne Schaden verträgt und anschließend in normal temperiertes Seewasser zurückgebracht, dort ungeschädigt weiter lebt. Diese Tat-

¹⁴⁾ Biebl, R., 1939, Über die Temperaturresistenz von Meeresalgen verschiedener Klimazonen und verschieden tiefer Standorte. *Jahrb. f. wiss. Bot.* 88, 389.

sache ist besonders für Algen der Gezeitenzone und für Moose und Farne extrem trockener Standorte von großer ökologischer Bedeutung.

Die verschiedene Kälteresistenz wird am anschaulichsten, wenn wir daran denken, daß manche blühende Pflanzen, wie etwa der Gletscherhahnenfuß oder unser Gänseblümchen, beinhart gefrieren können, um nach dem Auftauen ungeschädigt weiter zu wachsen oder daß die Flora gewisser Gebiete Sibiriens Winterkälten von -60°C zu überdauern vermögen, während manche Glashauspflanzen tropischer Herkunft schon durch Temperaturen von $+5^{\circ}\text{C}$ tödlich geschädigt werden.

Wie fein abgestuft die Kälteempfindlichkeit einzelner Pflanzen in Übereinstimmung mit den Temperaturgegebenheiten ihrer Standorte ist, lassen wieder die Meeresalgen verschieden tiefer Standorte sehr gut erkennen. Während die zeitweise trockenliegenden Algen der obersten Küstenzone im Golf von Neapel durch ein Einfrieren auf -7°C in der Dauer von 12 Stunden noch nicht geschädigt werden, vertragen Tiefenalgen nur eine Abkühlung auf -2°C (Seewasser noch flüssig), ja in manchen Fällen sogar nur auf $+1$ bis 2°C . Von Kylin¹⁵⁾ wurden ähnliche Untersuchungen an nordischen Algen ausgeführt. Auch sie zeigen verschiedene Kälteresistenzgrenzen, die jedoch, dem kälteren

¹⁵⁾ Kylin, H., 1917, Über die Kälteresistenz der Meeresalgen. Ber. d. D. Bot. Ges. 35, 370.

Klima entsprechend, tiefer liegen. Algen der Gezeitenzone lassen ein Einfrieren bis zu -16 und -20° C ohne Schädigung zu, ständig submerse Algen unterhalb der Tiefwasserlinie vertragen hingegen nur ein Einfrieren bei $-2,9^{\circ}$ C. Bei -4° C beginnen sie schon abzusterben. Es kann als allgemein gelten, daß konstant submerse Algen wesentlich kälteempfindlicher sind, als amphibische.

Vergleichende Beobachtungen der plasmatischen Beschaffenheit frostresistenter und kälteempfindlicher Zellen können bis zu einem gewissen Grad geeignet sein, die Angriffspunkte der Kälte Wirkung aufzuzeigen. Eine Gefahr besteht allerdings darin, daß Begleiterscheinungen der Kälteresistenz als deren Ursachen angesehen werden.

Dies trifft z. B. für den osmotischen Wert zu. Kälteresistente, winterharte oder abgehärtete Pflanzen zeigen häufig einen hohen osmotischen Wert. Es kommt zu Anhäufungen löslicher Kohlehydrate. Dies wurde mit einer Herabsetzung des Gefrierpunktes und einer größeren Widerstandsfähigkeit gegen irreversible Veränderungen im Plasma in Zusammenhang gebracht. Man hat daraufhin experimentell durch Zuckerlösungen den osmotischen Wert erhöht, aber deshalb keine Steigerung der Kälteresistenz feststellen können. Ein weiteres Beispiel dafür, daß ein erhöhter osmotischer Wert keine Erhöhung der Kälteresistenz im Gefolge haben muß, gibt die Neapeler Rotalge *Griffithsia*

setacea, deren Thallusspitzen einen höheren osmotischen Wert besitzen als die übrigen Zellen. In den Kälteversuchen erwiesen sich aber nun gerade diese Zellen mit dem höheren osmotischen Wert als die kälteempfindlicheren.

Die **Plasmaviskosität** scheint allgemein bei Kälte herabgesetzt zu sein. Proben der oben genannten Griffithsia wurden fünfzehn Stunden in Seewasser von $+17^{\circ}$ C und $+2^{\circ}$ C gehalten und dann fünf Minuten mit 3000 Umdrehungen in der Minute zentrifugiert. Die Plastiden der warmgehaltenen Algen wurden dadurch extrem verlagert, während sie in den abgekühlten Algen nicht die geringste Verschiebung erfuhren. Wurden die abgekühlten Algen über Nacht wieder bei Zimmertemperatur gehalten, so zeigten sie am nächsten Tag die gleich gute Zentrifugierbarkeit wie die ersten. Bei Plasmen frostresistenter Pflanzen ist die erhöhte Viskosität ein Dauerzustand und experimentell nur langsam beeinflussbar.

Die vielleicht interessantesten und auffallendsten Beziehungen zwischen Plasmaeigenschaften und Standortverhältnissen betreffen aber die **chemische Zusammensetzung des Substrats**, sei es daß es sich um konzentrierte Lösungen, wie etwa das Meerwasser oder das Wasser eines Salzsees oder um einen verschiedenen Chemismus des Bodens handelt, der ganz bestimmten Pflanzen-

gruppen, z. B. Kalk-, Kiesel-, Nitrat- oder Salzpflanzen, Lebensmöglichkeit gibt.

Auch hiefür mögen die Meeresalgen als erstes Beispiel dienen: Höfler¹⁶⁾ hat schon 1931 bei verschiedenen Rot-, Braun- oder Grünalgen des Meeres ein unterschiedliches Plasmolyseverhalten und verschiedene Widerstandsfähigkeit gegen verdünnte oder durch Eindampfen konzentrierte Meerwasserlösungen festgestellt. Eigene Untersuchungen¹⁷⁾ in Plymouth, Helgoland und Neapel haben diese Frage vom ökologischen Gesichtspunkt aus weiter verfolgt und ergeben, daß Algen der Tiefe, der Ebbelinie und der Gezeitenzone in Reihen von mit destilliertem Wasser verdünntem, bzw. durch Mischung mit auf die Hälfte oder ein Drittel des Volumens eingengtem Seewasser verschieden konzentrierten Seewasserlösungen innerhalb von 24 Stunden sehr verschiedene Resistenz zeigen. Tiefenalgen besitzen eine Resistenzbreite von etwa 0,5 (1 Teil Seewasser und 1 Teil dest. Wasser) bis 1,5 Seewasser (1 Teil Seewasser und 1 Teil auf die Hälfte eingedampftes Seewasser), Algen der Ebbelinie von 0,3—2,2 Seewasser und Algen der Gezeitenzone schließlich eine solche von 0,1—3,0 Seewasser.

¹⁶⁾ Höfler, K., 1931, Hypotonietod und osmotische Resistenz einiger Rotalgen. Österr. Bot. Zeitschr. 80, 51.

¹⁷⁾ Biebl, R., 1937, Ökologische und Zellphysiologische Studien an Rotalgen der englischen Südküste. Beih. z. Bot. Centralbl. 57, 381.

Protoplasmatisch besonders interessant sind in diesen Versuchen die Rotalgen, die im allgemeinen Plasmolyse überaus schlecht ertragen. Die Tiefenalgen, die bei etwa 1,5 Seewasser absterben, zeigen auch in dieser Konzentration Grenzplasmolyse. Sie sterben also in plasmolyseerregender Konzentration ab. Nun leben in der Gezeitenzone zahlreiche Algen in kleinen zurückbleibenden Seewassertümpeln, die während der Ebbe zu hohen Konzentrationen eindampfen können. Nach den bisherigen Beobachtungen haben die Gezeitenrotalgen vier Möglichkeiten, um diesen geänderten Lebensumständen zu begegnen:

1. Sie können kleine, sehr plasma- und inhaltsreiche Zellen und eine in eingengtem Seewasser stark aufquellende Membran besitzen, die dem sich infolge des Wasserentzugs zusammenziehenden Zellinhalt folgt und so eine Plasmolyse verhindert (z. B. *Porphyra laciniata*),

2. sie können sozusagen Plasmolyse ertragen lernen, ohne den osmotischen Wert der Tiefenalgen zu ändern (z. B. *Ceramium ciliatum*, das bei Ebbe am natürlichen Standort plasmolysiert zu finden ist),

3. sie können so hohe osmotische Werte besitzen, daß sie dadurch der Gefahr entgehen, an ihrem Standort in plasmolyseerregende Konzentrationen zu geraten (z. B. *Polysiphonia urceolata* oder *Calli-*

thamnium tetragonum mit Grenzplasmolysen bei 2,0—2,1 Seewasser) oder schließlich

4. sie können einen hohen osmotischen Wert haben und damit auch noch eine große Plasmolyseunempfindlichkeit verbinden (z. B. *Rhodochorton floridulum* mit Grenzplasmolyse in 2,0 Seewasser, das nach 24 Stunden auch noch in 2,2 Seewasser lebt oder *Polysiphonia pulvonata* auf Klippen bei Neapel mit einem osmotischen Wert, der 2,4 Seewasser entspricht und einer Resistenz bis zu drei- und vierfach konzentriertem Seewasser).

Dieses Beispiel der Meeresalgen zeigt gleichzeitig, daß es nicht genügt, eine oder die andere Pflanze eines Standortes herauszugreifen und protoplasmatisch zu untersuchen, um ihr Plasmaverhalten dann als typisch für Pflanzen dieses Lebensraumes anzusprechen, da die Anpassungen an gegebene Umweltbedingungen von verschiedenen Pflanzen oft auf ganz verschiedenen Wegen erreicht werden.

Für dieses plasmatisch verschiedene Verhalten an ein und denselben Standort gleich gut angepaßter Pflanzen finden sich unter den Salzpflanzen schöne Beispiele. *Suaeda maritima*¹⁸⁾ und *Camphorosma ovata*¹⁹⁾ aus der Salzsteppe des Neu-

¹⁸⁾ Höfler, K. und Weixl-Hofmann, H., 1939, Salzpermeabilität und Salzresistenz der Zellen von *Suaeda maritima*. *Protoplasma* 32.

¹⁹⁾ Repp, G., 1939, Ökologische Untersuchungen im Halophytengebiet des Neusiedlersees. *Jahrb. f. wiss. Bot.*, 88, 445.

siedlerseegebietes sind beide gegen NaCl- und KCl-Lösungen überaus resistent. Das Plasma von Suaeda ist jedoch fast undurchlässig für Kochsalzlösungen, während das von Camphorosma für NaCl auffallend stark permeabel ist. Bei beiden fehlen aber die an Glykophyten festzustellenden Veränderungen der Protoplasten in NaCl- oder KCl-Lösungen wie Kappenplasmolysen oder Tonoplastenbildungen.

Die neuesten ausgedehnten protoplasmatisch-ökologischen Untersuchungen wurden von Lindner²⁰⁾ an Ruderalpflanzen und im Vergleich dazu an Wiesen- und Kulturpflanzen durchgeführt. Die Ruderalpflanzen leben im allgemeinen an stickstoffreichen Standorten und sind fast durchwegs durch einen hohen Nitratgehalt ausgezeichnet. Es sei nur eine der Versuchsreihen Lindners als besonders charakteristisch herausgehoben: Epidermisschnitte von Ruderalpflanzen (z. B. *Galinsoga parviflora*, *Erigeron canadense*, *Senecio vulgaris*, *Chenopodium bonus Henricus* u. a.) und von Wiesenpflanzen (z. B. *Bellis perennis*, *Salvia pratensis*, *Tragopogon pratense*, *Trifolium repens* u. a.) wurden in abgestufte Konzentrationsreihen von KNO_3 eingelegt. Nach 24 Stunden waren fast alle Wiesenpflanzen von den plasmolyseerregenden Konzentrationen (um 0,4 mol

²⁰⁾ Lindner, E., Zellphysiologisch-ökologische Untersuchungen an Nitrat-, Wiesen- und Kulturpflanzen (Dissertation 1947, Universität Wien, Protoplasma 1950, 39, Heft 3).

KNO_3) aufwärts abgestorben, während die Ruderalpflanzen bei annähernd gleichem osmotischen Wert teilweise noch fünf bis sechs Konzentrationsstufen (abgestuft um je 0,1 Mol) höher vollständig lebten. Die Ruderalpflanzen besitzen ferner auch eine hohe Permeabilität für die Nitratlösungen, die sich in einem Rückgang der Plasmolyse bis mehrere Konzentrationsstufen oberhalb der grenzplasmolytischen Konzentration äußert. Die Wiesenpflanzen sterben demgegenüber stets schon in plasmolysiertem Zustand ab. Daß dieser Unterschied nicht etwa in einer größeren Plasmolyseresistenz der Nitratpflanzen gelegen ist, wird dadurch erwiesen, daß in Zuckerslösungen auch die Epidermisschnitte der Wiesenpflanzen in plasmolysiertem Zustand in gleich hohen Konzentrationen wie die der Ruderalpflanzen durch mehrere Tage am Leben bleiben. Der Unterschied liegt demnach klar in einer erhöhten Nitratresistenz (oder vielleicht allgemein Salzresistenz) der Ruderalpflanzen.

Die angeführten Beispiele zeigen, daß sich Pflanzen ökologisch verschiedener Standorte nach ihrem plasmatischen Verhalten wohl unterscheiden lassen und daß dieses in bestem Einklang mit den jeweiligen Umwelterfordernissen steht.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse Wien](#)

Jahr/Year: 1950

Band/Volume: [86_89](#)

Autor(en)/Author(s): Biebl Richard

Artikel/Article: [Ökologie und Zellforschung. 66-84](#)