

## 49. R. Kolkwitz: Ueber die Standorte der Salzpflanzen.

(Eingegangen am 20. Juni 1917.)

Eine Reihe zusammenhängender Gewässer- und Wiesenstudien in Mitteldeutschland [vgl. THUMM, GROSS u. KOLKWITZ (1)] bot in vielen Beziehungen eine günstige Gelegenheit, die Beschaffenheit der Standorte von Salzpflanzen sowohl nach der qualitativen wie nach der quantitativen Seite hin genauer zu studieren als dies bisher im Allgemeinen geschehen war.

Als besonders lehrreiches Gebiet erwies sich dabei das Gelände rings um das Kyffhäuser Gebirge, dessen Zechsteinformation bekanntlich durch seine Gipsfelsen und Salzquellen schon lange das Interesse der Botaniker in floristischer Beziehung in Anspruch genommen hat.

Im Süden des Gebirges liefern die Solen von Frankenhausen stark kochsalzhaltige Wässer, welche seit langem zur Entstehung von Salzpflanzen-Beständen, z. B. im Esperstedter Ried, geführt haben.

Im Norden des Kyffhäusers bzw. der Windleite entspringen die beiden Numburger Quellen, welche zur Bewässerung der Helmwiesen beitragen; die westliche dieser Quellen hat einen der Ostsee bei Holstein vergleichbaren Salzgehalt von etwa 1,9 pCt. und weist *Salicornia*, *Suaeda* und andere strenge Halophyten an ihren Ufern auf, während die östliche einen der Ostsee bei Westpreußen ähnlichen Salzgehalt von nur etwa 0,4 pCt. [darunter auch Glaubersalz ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ )] besitzt und vorwiegend nur Halophile aufkommen läßt.

Im Osten des Gebirges endlich liegen die kochsalzhaltigen Wiesen von Kachstedt, mit *Aster tripolium*, *Spergularia salina* u. a. m., und der bekannte Solgraben von Artern. Nicht weit von diesen liegt der fast kreisrunde Frauensee, dessen Durchmesser etwa 100 m beträgt; er ist durch einen Erdfall in Gelände mit Gipsuntergrund entstanden. Seine Lage ergibt sich aus dem Meßtischblatt 1:25 000, Sektion Artern Nr. 2675. Seine Ufer sind, soweit sie nicht vom Wasser bedeckt werden, flach und tragen normale Wiesenvegetation, zwischen der stattliche, wenn auch nicht dicht gedrängt wachsende, also nicht eigentlich bestandbildende Exemplare von *Triglochin maritima*, dem Meerstrandsdreizack, auffallen.

Der (östliche) Abflußgraben des durch seitliche (westliche) Quellen wohl dauernd gespeisten Frauensees ist mehr oder weniger dicht bewachsen mit

<i>Typha angustifolia</i>	<i>Carex vulpina</i>
<i>Alisma plantago</i>	<i>Phragmites communis</i>
<i>Scirpus maritimus</i>	<i>Rumex crispus</i>
„ <i>Tabernaemontani</i>	<i>Ranunculus aquatilis.</i>

Im Plankton des Sees fiel ein größerer Reichtum an *Synedra acus*, ca. 1100 Exemplare in einem Kubikcentimeter Wasser, auf.

In ähnlicher Weise zeigte sich *Triglochin maritima* in nicht durchströmten, am Grunde wenig durchlässigen Wasserlöchern der benachbarten Mergelgruben von Borxleben, welche dicht beim Bahnhof des Ortes gelegen sind, mit sonst meist nicht in Gesellschaft von Salzpflanzen auftretenden Gewächsen, z. B. mit untergetaucht wachsenden Exemplaren von *Aulacomnium palustre* und mit *Aphanochaete repens* vergesellschaftet. Weiter fanden sich *Glaux maritima*, *Erythraea linariifolia*, *Plantago maritima* u. a. m. neben *Aira caespitosa* und *Ononis spinosa*<sup>1)</sup>.

Es war klar, daß die chemische Analyse der Wässer an diesen Standorten ein besonderes Interesse bieten mußte und in der Tat

1) Die Gesamtflora der Mergelgruben von Borxleben setzte sich hauptsächlich aus folgenden Arten zusammen:

<i>Equisetum palustre</i>	<i>Ononis spinosa</i>
<i>Typha angustifolia</i>	<i>Melilotus albus</i>
<i>Triglochin maritima</i>	„ <i>dentatus</i>
„ <i>palustris</i>	<i>Lotus tenuifolius</i>
<i>Scirpus maritimus</i>	<i>Tetragonolobus siliquosus</i>
„ <i>Tabernaemontani</i>	<i>Linum catharticum</i>
<i>Heleocharis palustris</i>	<i>Pastinaca sativa</i>
<i>Carex vulpina</i>	<i>Daucus carota</i>
„ <i>glauca</i>	<i>Samolus Vaterandi</i>
„ <i>distans</i>	<i>Glaux maritima</i>
„ <i>flava</i>	<i>Erythraea linariifolia</i>
„ <i>hirta</i>	<i>Lycopus europaeus</i>
<i>Briza media</i>	<i>Brunella vulgaris</i>
<i>Aira caespitosa</i>	<i>Plantago maritima</i>
<i>Agrostis alba</i>	<i>Cirsium acaule</i>
<i>Juncus gerardi</i>	<i>Centaurea jacea</i>
„ <i>lamprocarpus</i>	<i>Taraxacum palustre</i>
<i>Potentilla reptans</i>	<i>Thrinicia hirta</i>
„ <i>anserina</i>	

Einem größeren Teil begegnet man auch auf den Grettstadter Wiesen bei Schweinfurt, deren Untergrund hauptsächlich aus Gipskeuper und Lettenkohledolomit besteht.

lieferte sie, wie die folgende Tabelle zeigt, lehrreiche Aufschlüsse über das Verhalten und die etwaige Kultur der nach den Angaben in der Literatur noch unsicheren Halophilen.

Chemische Zusammensetzung des Wassers vom gemeinsamen Standort halophiler und nicht halophiler Pflanzen.

Ort der Entnahme	Tag der Ent- nahme	mg/l					Gesamt- härte	Bleibende Härte
		Chlor (Cl) gebunden	Schwefel- säure (SO <sub>3</sub> ) gebunden	Chlor + Schwefel- säure ange- geben als Cl	Kalk (CaO)	Magnesia (MgO)		
		deutsche Grade						
Frauensee (Unstrut- gebiet)	29. Nov. 1916	12	1080,4	969,0	848	117	101,2	76,6
Mergelgrube b. Borxleben	29. Nov. 1916	28	1038,4	947,7	822	56	90,0	74,9

Die Reaktion des Wassers war schwach alkalisch, Nitrate fanden sich nur in Spuren.

Die Analyse zeigt, daß es sich nur um sehr harte Wässer, nicht um salzige handelt, daß besonders Calciumsulfat reichlich vorhanden ist. Das Auftreten gipsreicher und dabei kochsalzarmer Wässer in örtlicher Nähe von starken Solen darf in der Zechsteinformation nicht überraschen; auch das Wasser der Barbarossahöhle im südwestlichen Kyffhäuser ist arm an Kochsalz und meist mit Gips gesättigt (gegen 2 g Gips im Liter, entsprechend etwa 90 Grad DH).

Das Kochsalz findet sich im Gips oft nur nesterweise eingelagert, wird zusammen mit Gips ausgewaschen und macht dann schließlich bloßen Gipsauslaugungen Platz. Ob der Frauensee als Erdfall durch Auswaschen von Kochsalz oder von Gips entstanden ist, vielleicht auch auf beide Weisen, mag dahingestellt bleiben; gegenwärtig führt er, wie gesagt, vorwiegend stark sulfathartes Wasser, dem eine geringere Menge von Bittersalz (MgSO<sub>4</sub>) und vielleicht auch Spuren von Glaubersalz (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) beigemischt sind.

Eine zeitweise, für die Entwicklung von *Triglochin maritima* wesentliche Eindunstung der entnommenen Wässer ist nicht wahrscheinlich, wohl aber ein vorübergehendes Absinken des Wasserspiegels unter die Oberfläche. Der Meerstrandsdreizack lebt in den Mergelgruben von Borxleben mit seinen unteren Teilen stellen-

weise als Wasserpflanze, außer mit Moosen auch in Gemeinschaft mit *Chara*, die im Herbst untergetaucht vegetierte und dort üppig entwickelt war.

Ob halophile Pflanzen auch an Standorten mit stark karbonathartem Wasser wachsen und sich dadurch den Kalkpflanzen nähern, vermag ich nach meinen bisherigen Untersuchungen nicht zu sagen. BERNATSKY (1) erwähnt das gelegentliche Vorkommen von *Plantago maritima* auf Kalk, teilt aber keine Analysen mit. Für *Tetragonolobus siliquosus*, *Samolus Valerandi*, *Thrinicia hirta*, *Trifolium fragiferum* und andere in bezug auf Vorliebe für Kochsalz in manchen Gegenden unsichere Pflanzen wäre ein gleiches Verhalten sehr wohl denkbar. Beziehungen der Salzpflanzen (z. T. auch der Kalkpflanzen) zu den Ruderalpflanzen, welche Nitrate und Ammoniaksalze bevorzugen, sind allein schon durch manche Chenopodiaceen besonders Arten der Gattung *Atriplex* sicher. In gleicher Weise zeigt auch *Potentilla anserina* Beziehungen zu sehr verschiedenartigen Salzen.

Nach KERNER v. MARILAUN (1) und BERNATSKY (1) können die Halophyten in der ungarischen Tiefebene auch auf Alkaliböden, besonders Sodaböden, leben. Ähnliches gilt auch für Böhmen, ferner für Asien, Afrika und Nordamerika, für deren Böden stellenweise auch Borate in Frage kommen.

Während *Salicornia herbacea* am Meeresstrand normalerweise immer auf Kochsalz angewiesen ist, gedeiht sie im Binnenlande auch in sodahaltigem Medium, z. B. bei Szegedin im südlichen Ungarn.

In pflanzengeographischer Beziehung kann solchen von der Norm abweichenden Feststellungen im Allgemeinen keine sehr weitgehende Bedeutung beigelegt werden, da die Beziehungen der Salzpflanzen zum Kochsalz doch weitaus überwiegen und außerdem Konzentrationsdifferenzen bei diesem Salze in typischer Weise qualitativ deutlich abgestufte, spezifische Formationen in der freien Natur auslösen.

In unsicheren Fällen entscheidet am einfachsten und unzweideutigsten die chemische Analyse sachgemäß entnommener Proben. Von solchen Fällen seien einige an der Hand der Literatur besprochen.

A. PETRY (1) beobachtete zwischen den Gips- und Dolomitbergen des engen Hopfentales im westlichen Kyffhäuser *Plantago maritima* auf einem von lockerem Gipsmehl bedeckten Gipsfelsen und im Kalktal bei Frankenhausen an den Gipsabhängen hoch über der Talsohle *Erythraea linariifolia* und *Tetragonolobus siliquosus*. Eine Erklärung für diese ungewöhnlichen Standortseigentümlichkeiten sucht er darin, daß nach den Analysen im Erläuterungsheft

zur geologischen Spezialkarte des Blattes Frankenhausen (Nr. 2674) NaCl im Gips vorkommt. Dieses Salzes bedarf es aber für das Gedeihen der genannten Pflanzen nach den Feststellungen bei Borxleben nicht unbedingt; es genügt dazu die bedeutende Härte des Wassers im Gipsgebirge.

G. LUTZE (1) bemerkt zu dem Standort von *Triglochin maritima*, daß sie vorherrschend auf Salzboden vorkomme, aber auch auf Sumpfstellen, so bei Stockhausen unweit Sondershausen in der Tongrube und zwar im Jahre 1889 in 12 Exemplaren. Analysen werden nicht mitgeteilt, es ist aber bekannt, daß die Wässer der dortigen Gegend zum mindesten erhebliche Härte aufweisen.

A. SCHULZ (1) bezeichnet in einer das Wipper- und Unstrutgebiet betreffenden Arbeit als halophile Phanerogamenarten solche, welche in Mitteldeutschland ausschließlich oder fast ausschließlich auf festem Boden oder im Wasser mit einem deutlichen Chlornatriumgehalte wachsen. Zu denjenigen Pflanzen, welche in Mitteldeutschland nur eine Vorliebe für chlornatriumhaltigen Boden oder chlornatriumhaltiges Wasser zeigen, aber auch an zahlreichen Stellen ohne (wenigstens ohne deutlichen) Chlornatriumgehalt wachsen (also nicht eigentlich Halophile sind), rechnen nach Genanntem:

<i>Hordeum secalinum</i>	<i>Trifolium fragiferum</i>
<i>Scirpus maritimus</i>	<i>Samolus Valerandi</i> .
„ <i>Tabernaemontani</i>	Letztere fast halophil.

Nach den Befunden bei Borxleben muß die vorstehende Definition selbst für mitteldeutsche Verhältnisse, wo die Rolle der Chloride in den meisten Fällen ohne Frage sehr wichtig ist, auch auf Sulfate ausgedehnt werden.

C. A. WEBER (1) bemerkt über den Standort von *Triglochin maritima*, daß diese Pflanze auf den Flußtalwiesen an der Oder auftrete, wo weit und breit keine Salzquellen zu finden sind. Nähere Ortsangaben werden nicht gemacht.

Hierzu ist zu bemerken, daß in diesen Fällen wahrscheinlich eingedunstetes Oderwasser die Existenzbedingungen für den Meerstrandsdreizaack geboten hat, wenn nicht sonst besondere Standortseigentümlichkeiten vorlagen. Das Wasser der Oder enthält, beispielsweise bei Breslau, im Maximum gegen 100 mg/l Cl und eine Gesamthärte von etwa 10 deutschen Graden. Eindunstende Tümpel am Oderufer, welche halophilen und ihnen nahestehenden Pflanzen einen geeigneten Standort bereiten könnten, sah ich in größerer Menge am Rande des Oderwaldes bei Neusalz.

In calciumsulfatharten Wässern und in Böden, die mit solchen getränkt sind, wird man, selbst wenn der Sättigungsgrad

erreicht ist, die strengen Halophyten nicht erwarten dürfen, da die Konzentration des Mediums sich hier infolge von Ausfällungen innerhalb derjenigen Grenzen zu halten pflegt, wie man sie von den künstlichen mineralischen Nährlösungen für höhere Pflanzen kennt (vgl. S. 524).

*Salicornia herbacea*, *Suaeda maritima*, *Obione pedunculata* und ähnliche werden deshalb an den geschilderten Standorten bei Borxleben nicht wachsen können. Sie zeigen als nicht untergetaucht lebende Pflanzen xerophytische Merkmale und lassen dadurch erkennen, daß sie an physiologisch trockenen Standort, der auf den Turgor und in Verbindung damit auf Wasserdampfabgabe und Wasseraufnahme wirkt, angepaßt sind; Wachstum in starken Salzlösungen erweist sich für sie als gleichbedeutend mit verminderter Wasserzufuhr.

Ähnlich wie die strengen Halophyten verlangen die meisten Leuchtbakterien [vgl. MOLISCH (1)] eine Konzentration des Mediums von mehreren Prozenten, wobei ähnlich wie bei den Halophyten die Natur der Salze innerhalb gewisser Grenzen keine Rolle spielt, da Kochsalz bei den Photobakterien ersetzt werden kann durch

Kaliumchlorid (KCl)	Kaliumnitrat (KNO <sub>3</sub> )
Magnesiumchlorid (MgCl <sub>2</sub> )	Jodkalium (KJ)
Calciumchlorid (CaCl <sub>2</sub> )	Kaliumsulfat (K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )

Anders als für die Halophyten-Formation liegen die Verhältnisse für die Standorte der meisten Halophilen. Hier spielt der Einfluß auf den Turgor keine ausschlaggebende Rolle, was schon daraus hervorgeht, daß die zweite Spezies des Dreizacks, die meistens sumpfige Wiesen bewohnende *Triglochin palustris* sowohl am Frauensee wie an den Mergelgruben neben anderen normalen Wiesengewächsen vorkommt.

Die Keimung der Samen von *Triglochin maritima* erfolgt in gleicher Weise bei Begießen mit KNOPScher Nährlösung (S. 524), SACHSScher Nährlösung oder destilliertem Wasser. In allen drei Fällen keimen die Samen innerhalb etwa einer Woche ausgiebig in mit Fließpapier ausgelegten Petrischälchen. Plasmaströmungen (z. B. bei *Elodea*) werden durch diese Lösungen ebensowenig wie durch konzentriertes Gipswasser gehemmt.

Bei Vorliebe für geringe Salzkonzentrationen liegt offenbar ein direkt auf das Protoplasma ausgeübter Gewöhnungsreiz ohne Auslösung einer besonderen Kette von Erscheinungen vor, an den sich die einen Pflanzen mehr oder weniger obligatorisch angepaßt haben und infolgedessen auch bestandbildend auftreten können, während er für die anderen indifferent ist.

Salzgehalt mineralischer Nährlösungen.

SACHSsche Nährlösung	KNORsche Nährlösung	Salzgehalt im einzelnen mg/l		deutsche Grade	
		Salzgehalt insgesamt ‰	mg/l	Gesamthärte	Bleibende Härte
3	1,62				
500	—	Calciumsulfat CaSO <sub>4</sub> 2H <sub>2</sub> O			
—	1000	Calciumnitrat Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>			
500	—	Tricalcium- phosphat Ca <sub>3</sub> (FO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>			
—	250	Monokalum- phosphat KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>			
1000	—	Kaliumnitrat KNO <sub>3</sub>			
500	—	Natriumchlorid NaCl			
—	120	Kaliumchlorid KCl			
500	250	Magnesiumsulfat MgSO <sub>4</sub> H <sub>2</sub> O			
einige Tropfen	einige Tropfen	Eisenchlorid FeCl <sub>3</sub>			
303,3	67,1	Chlor Cl			
395,0	81,2	Schwefelsäure SO <sub>3</sub>			
653,2	129,0	Chlor + Schwefel- säure angegeben als Cl			
253,2	341,7	Kalk CaO			
81,8	40,9	Magnesia MgO			
935,6	250,8	Kali K <sub>2</sub> O			
36,7	39,9				
36,1	39,9				

Wir können deshalb die verschiedensten Abstufungen unter den Bewohnern ständig oder periodisch salzhaltiger Standorte (Bewohner aufgeschlossener Böden) feststellen, wie sie durch folgende Gruppeneinteilung näher gekennzeichnet werden können:

1. Pflanzen, welche auf schwach salzigen Böden (salzig im weiteren Sinne des Wortes gebraucht) übergehen, ohne sich spezifisch physiologisch oder morphologisch anzupassen. Bei höherer Konzentration nehmen manche von ihnen Zwergwuchs an, wahrscheinlich infolge teilweise gehemmter Stärkebildung und verlangsamter Kohlenstoff-assimilation (beginnende Giftwirkung).
  2. Pflanzen, welche durch schwache Salzgaben in ihrem Stoffwechsel wenigstens zeitweise angeregt werden, ohne sonst merklich salzliebend zu sein (Pseudonährstoffe).
  3. Pflanzen, welche auf schwach salzhaltigem Substrat spezifische Änderungen ihres Baues zeigen (z. B. durch Fleischigwerden der in die Luft ragenden Blätter), ohne obligat salzliebend zu sein.
  4. Pflanzen, welche sich an genanntes Substrat ohne merkliche Formänderung (im Vergleich mit Verwandten von normalen Böden) anpassen und obligat salzliebend sind. Ihre Bestände pflügen in ökologischer Beziehung vor allem in Konkurrenz mit anderen Salzpflanzen in spezifischen Salzgebieten besonders typisch und oft auch monoton sein.
  5. Pflanzen der Gruppe 1., welche auf mittelsalzige Böden übergehen.
  6. Pflanzen, welche nicht eigentlich Salzpflanzen sind, aber größere Bestände mit Vorliebe auf schwach- oder mittelsalzigem Substrat bilden.
  7. Pflanzen, welche obligat auf mittelsalzigem Substrat wachsen, sich aber morphologisch nur wenig auffällig anpassen.
  8. Pflanzen unter gleichen Standortsverhältnissen, welche morphologisch aber deutlich beeinflusst sind.
  9. Pflanzen, welche in stark salzigem Medium geringe morphologische Anpassungen aufweisen und für diese Region typisch zu sein pflügen.
  10. Pflanzen, welche im Freien obligat in stark salzigem Medium leben und in ihren in die Luft ragenden Teilen typisch xerophytische, äußere (ev. auch innere) Merkmale zeigen.
-

## Literatur.

- BERNATSKY, EUGEN. (1), Über die Halophytenvegetation des Sodabodens im ungarischen Tieflande. Ann. historico-naturales musei nationalis hungarici. Budapest 1905, vol. III, p. 121—214.
- BREAZEALE, J. F., Effect of sodium salts in water cultures on the absorption of plant food by wheat seedlings. Journ. of Agricultural Research. Washington, 1916, Bd. 7, S. 407—416.
- HARRIS, F. S., Effect of alkali salts in soils on the germination and growth of crops. Journ. of Agricultural Research. Washington, 1915, Bd. 5, S. 1—53.
- KERNER, A. (1), Das Pflanzenleben der Donauländer. Innsbruck, 1863.
- KIRCHNER, LOEW u. SCHROETER, Lebensgeschichte der Blütenpflanzen Mitteleuropas. Stuttgart, 1908, Bd. I, Abt. 1.
- LAUS, HEINRICH, Die Halophytenvegetation des südlichen Mährens und ihre Beziehungen zur Flora der Nachbargebiete. Mitt. d. Komm. z. naturw. Durchforschung Mährens. Bot. Abt. Nr. 3, Brünn, 1907.
- LUTZE, G. (1), Flora von Nord-Thüringen. Sondershausen, 1892, S. 110.
- MOLISCH, H. (1), Leuchtende Pflanzen. 2. Aufl., Jena, 1912.
- PETRY, ARTH. (1), Die Vegetationsverhältnisse des Kyffhäuser Gebirges. Halle, 1889.
- RICHTER, A., Über die Anpassung der Süßwasseralgae an Kochsalzlösungen. Flora, 1892, Neue Reihe Bd. 50, S. 4, Ganze Reihe Bd. 75.
- SCHULZ, A. (1), Über die Ansiedlung und Verbreitung halophiler Phanerogamenarten in den Niederungen zwischen Bendeleben und Nebra. Mitt. d. Thüring. Bot. Ver., Neue Folge, Heft 31, 1914, S. 11.
- THUMM, GROSS u. KOLKWITZ (1), Zur Frage der Beseitigung der Kaliabwässer. Mitt. a. d. Kgl. Landesanst. f. Wasserhyg. 1917, Heft 23, S. 209.
- WARMING u. GRAEBNER, Lehrbuch der ökologischen Pflanzengeographie. 3. Aufl., Berlin, Gebr. Borntraeger, 1917.
- WEBER, C. A. (1), Gutachten über Wiesen und Weiden der Unstrutniederung zwischen Artern und Memleben. Bremen 1911.

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1917

Band/Volume: [35](#)

Autor(en)/Author(s): Kolkwitz Richard Gustav Julius

Artikel/Article: [Ueber die Standorte der Salzpflanzen. 518-526](#)