

Aus der Sektion Biowissenschaften der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg,
Wissenschaftsbereich Geobotanik und Botanischer Garten
und dem Department of Biology, College of Science, University of Baghdad

Veränderung der Vegetation durch anthropogene Versalzungserscheinungen

Vegetation changes induced by anthropogenic salt accumulation in soils

Von Erich Weinert und Majeed R. Al-Hilli

Mit 4 Abbildungen

(Eingegangen am 10. Februar 1987)

Einleitung

Im natürlichen Vegetationsmosaik der Erdoberfläche sind an versalzten Böden angepasste Pflanzengesellschaften in großflächiger Ausdehnung meist nur in den Küstengebieten und in den ariden und semiariden Landschaften im Innern der Kontinente ausgebildet, wo durch die Meerwasserversalzung im Litoralbereich oder durch die aufsteigenden, salzführenden Grundwässer eine Salzanreicherung im Oberboden verursacht wird (vgl. Chapman 1960).

Durch die Intensivierung landwirtschaftlicher Kulturmaßnahmen insbesondere beim Bewässerungsfeldbau, die verstärkte meist industrielle Nutzung der Salzlagerstätten vor allem der Zechsteinformation und die Ausdehnung der menschlichen Siedlungen mit all ihren Nutzungs- und Abwasserproblemen kommt es zu einer regional verschiedenartigen Ausprägung anthropogener Oberbodenversalzungserscheinungen. Diese führen zu neuen Standortsbedingungen ehemals nichtversalzter Böden und verursachen im Gefolge einen teilweise radikalen Vegetationswandel, der sogar in extremen Fällen bis zur Entblößung der Vegetationsflächen fortschreiten kann.

In den humiden Klimazonen haben die Böden meist über längere Zeit des Jahres, wenn nicht überhaupt nur, einen abwärts gerichteten Wasserstrom mit Ausnahme der oft semihumiden Gebiete, wo durch Solquellen oder Salzquellerscheinungen in Salzspiegeltälern ein geologisch bedingter aufsteigender Grundwasserstrom (Grundwasserzirkulation) vorliegt. Im Gegensatz dazu ist in den ariden und semiariden Klimazonen, wie in den binnenländischen Trockengebieten, meist die potentielle Verdunstung sehr viel höher als die jährliche Niederschlagsmenge, so daß ein ständig aufsteigender Grundwasserstrom bei grundwassernahen Böden und eine ebenfalls aufsteigende Kapillarwasserbewegung in trockenheißen, grundwasserferneren Böden wie in den Wüstengebieten verzeichnet werden kann, die zeitweilig oder ständig zur oberflächlichen Salzanreicherung und Salzausblühung führt.

Die obengenannten anthropogenen Einwirkungen bei der Flächennutzung beschleunigen naturgemäß die oberflächlichen Salzanreicherungsvorgänge je nach den Niederschlags- und Verdunstungsverhältnissen in unterschiedlicher Art und Weise.

Bei der Bodenversalzung sind grundsätzlich 2 Vorgänge, die Chlorid-Sulfat-Verbrackung (engl. salinisation – Solontschak, saline soil) und die Soda-Verbrackung (engl. alkalisisation – Solonez, alkali soil) zu unterscheiden (vgl. Kreeb 1964). Bei der Chlorid-Sulfat-Verbrackung kommt es zur Anreicherung leichtlöslicher Neutralsalze (NaCl , Na_2SO_4 , CaCl_2 , MgCl_2) an der Bodenoberfläche, denen in den vor allem daruntergelegenen Horizonten meist Kalk und Gips beigemischt sind. Bei Vermehrung des austauschbaren Natriums im Sorptionskomplex des Bodens erfolgt die Sodaver-

brackung, indem im NaCl- und Na₂SO₄-haltigen Bodenwasser Natriumhumate, Na₂SiO₃ und NaAlO₂ gebildet werden, die während der feuchten Jahreszeit hydrolysieren und damit instabil werden. Dabei im CO₂-haltigen Bodenwasser entstehendes Natriumbikarbonat (NaHCO₃) verursacht zur Trockenzeit die Sodaverbrackung an der Oberfläche des Bodens bei gleichzeitiger Bildung von Soda (Na₂CO₃).

Häufig liegt eine Kombination beider Salzbildungsvorgänge vor, oder es kommt zur weiteren Degradierung der Salzböden (vgl. Buringh 1960, Kreeb 1964).

Bei der Betrachtung der Verhältnisse im semihumiden Raum Zentraleuropas (DDR) und im arid-semiariden Raum des Nahen Ostens (Irak) soll die verschiedenartige Versalzungsproblematik und die Auswirkung der anthropogenen Bodenversalzung auf die Vegetationszusammensetzung aufgezeigt werden.

Anthropogene Bodenversalzung in Zentraleuropa

Seit langem sind die natürlichen Versalzungserscheinungen in den Küstengebieten der Nord- und Ostsee bekannt, die zur Ausprägung einer natürlichen, verschiedenartigen Halophytenvegetation geführt haben. Im Binnenland Zentraleuropas haben sich im Vorland der herzynischen Mittelgebirge im Bereich von Solquellen und Gebieten der Grundwasserzirkulation, die mit den Zechsteinsalzlagerstätten unterhalb der Schichten des unteren Buntsandsteins in Verbindung steht, oberflächlich vorwiegend durch Kochsalz (NaCl) versalzten Böden herausgebildet, die stellenweise eine aufschlußreiche und kennzeichnende Salzvegetation tragen. Die Anordnung der Salzpflanzengesellschaften wird durch den Gradienten der Abnahme der Salzkonzentration der Bodenlösung und durch den Feuchtigkeitsgradienten bestimmt, so daß es zu einer natürlichen und gesetzmäßigen Zonierung von stark versalzten, vegetationsfreien Flächen über ein *Salicornietum europaeae*, einem *Astero (trifolii)*-*Puccinellietum distantis* zu *Juncus-gerardii*- und *Glaux martima*-reichen Beständen und in den trockensten Bereichen zum *Festucetum pseudovinae* kommt (vgl. Althage und Roßmann 1940, Weinert 1957, Schlag 1963, Weinert in Fukarek et al. 1978).

Die Verbreitungskarte von *Aster tripolium* L. (Abb. 2) bringt die natürlich versalzten Standorte im Küstengebiet und in den binnenländischen Gebieten zum Ausdruck, wo entweder Salzstöcke im Untergrund der Pleistozängebiete oder größere Zechsteinsalzlagerstätten bei Grundwasserzirkulation und Solquellenerscheinungen die Oberbodenversalzung verursachen. Eine Ausnahme bilden die Vorkommen bei Altenburg (Windischleuba) und bei Leipzig-Abtnauendorf, wo *Aster tripolium* ruderalen Standorte besiedelt. Diese natürlich versalzten Gebiete sind durch Solontschak-Böden gekennzeichnet.

Auf ihnen wachsen zahlreiche Salzpflanzenarten, darunter *Puccinellia distans*, *Salicornia europaea*, *Halimione pedunculata*, *Spergularia maritima*, *S. salina*, *Suaeda maritima*, *Aster tripolium*, *Artemisia maritima*, *Juncus gerardii*, *Triglochin maritimum*, an wenigen Stellen auch *Scorzonera parviflora* (am Süßen See bei Aseleben und im Esperstedter Ried) und *Puccinellia limosa* (am Solgraben bei Artern).

In den letzten Jahrzehnten haben sich durch die Intensivierung der Flächennutzung bei dem Einsatz verschiedenster chemischer Substanzen in der Landschaft recht einschneidende Veränderungen der Standorte im Agrarraum, im Siedlungsraum und vor allem auch im Standortsbereich des Verkehrsnetzes ergeben, die zu starken Veränderungen in der Florenzzusammensetzung und im floristischen Aufbau der Pflanzengesellschaften dieser Räume geführt haben.

Als ein Ausdruck dieser in weiten Teilen der DDR verursachten anthropogenen Veränderung der Standortbedingungen kann die schnelle und weiträumige Ausbreitung des Salzschwadens *Puccinellia distans*, Abb. 1) angesehen werden, der als fakultativer Halophyt durch die bislang übliche winterliche Tausalzstreuung und Tausalz-

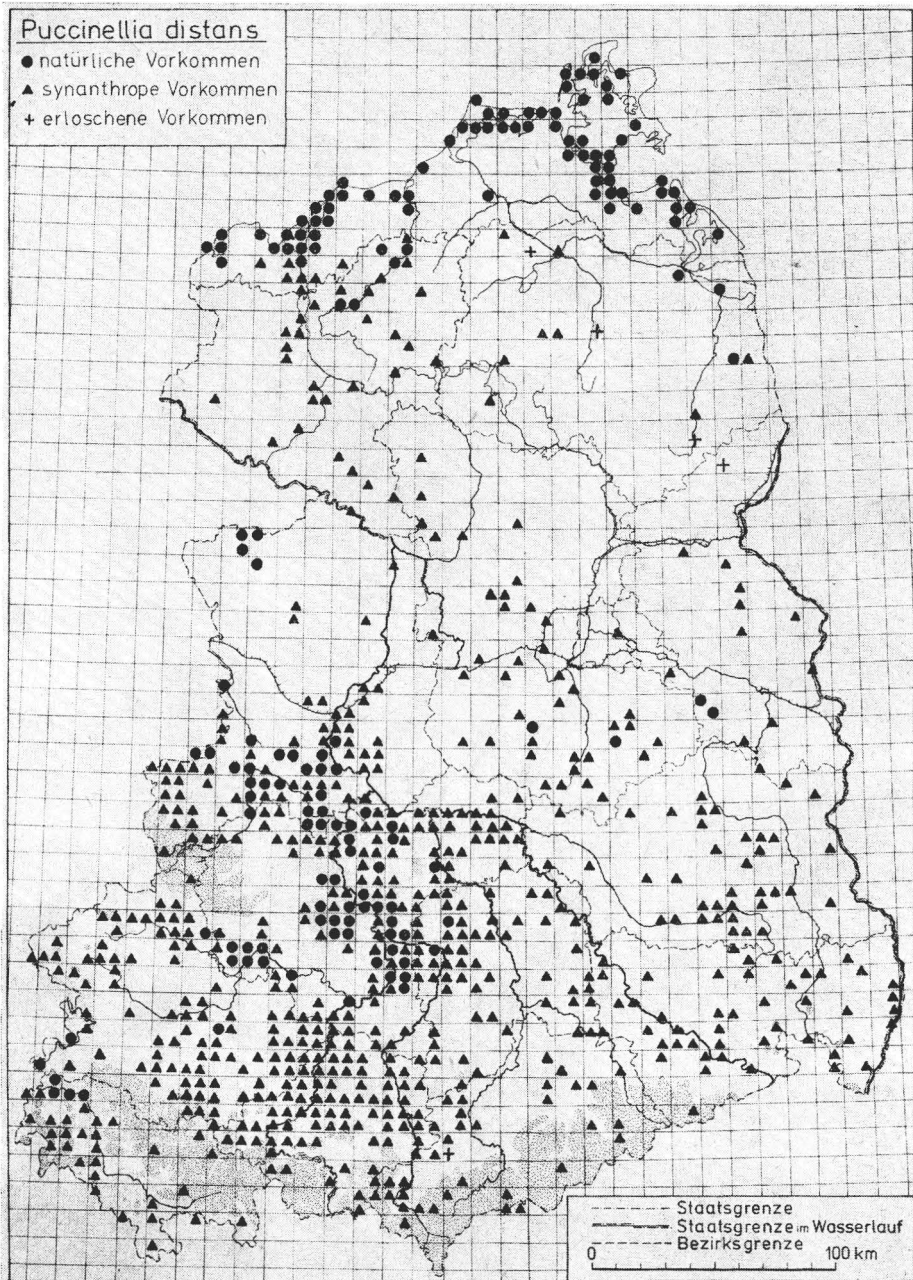


Abb. 1. Die Verbreitung von *Puccinellia distans* (Jacq.) Parl. im Gebiet der DDR. Nach den Unterlagen der Kartierungszentren der floristischen Arbeitsgemeinschaften in Greifswald, Berlin und Halle

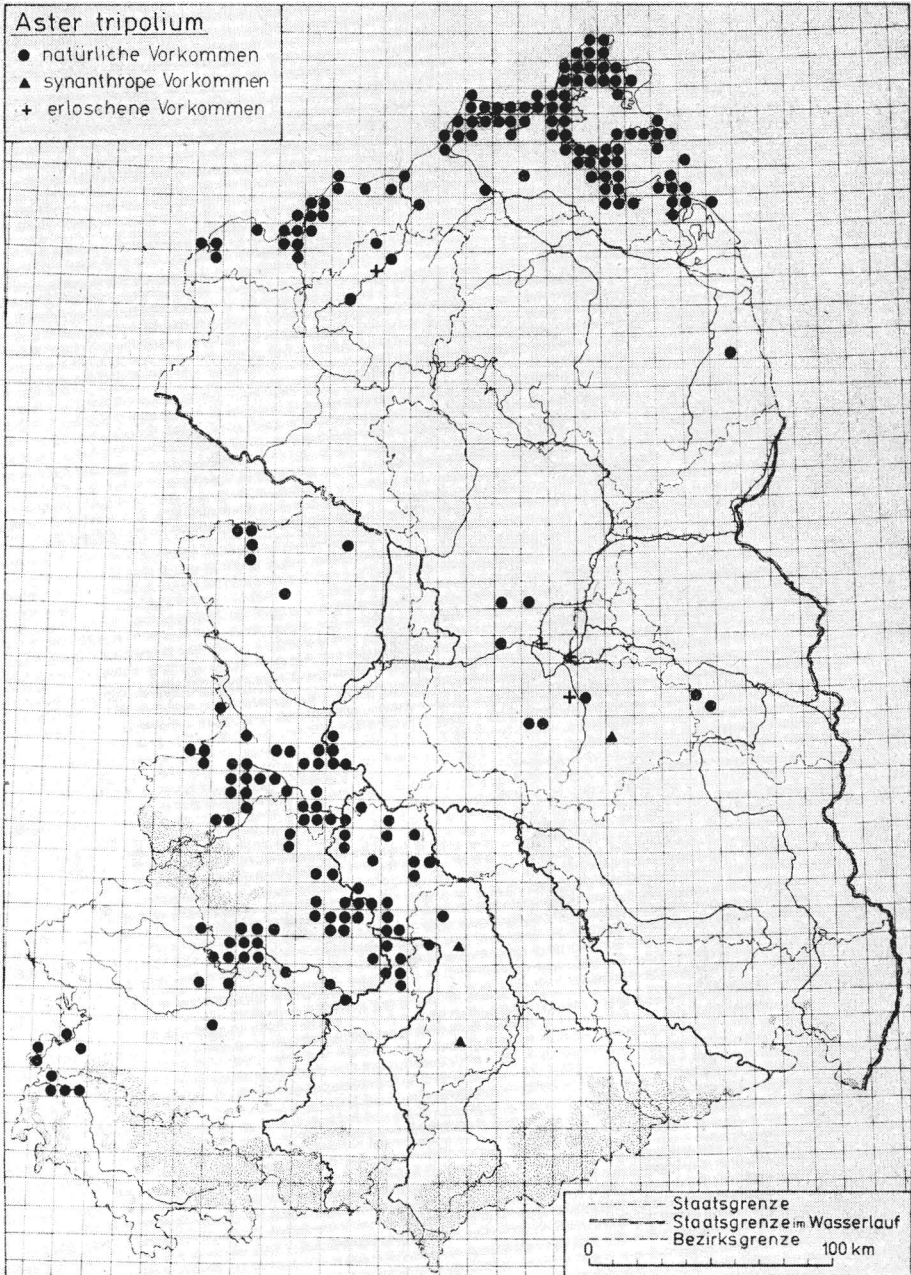


Abb. 2. Die Verbreitung von *Aster tripolium* L. im Gebiet der DDR.

Nach den Unterlagen der Kartierungszentren der floristischen Arbeitsgemeinschaften in Greifswald, Berlin und Halle

solenversprühung (vor allem aus $MgCl_2$, $NaCl$, KCl , $MgSO_4$) auf den Verkehrswegen und durch die zunehmende Industrie-Entwicklung und Urbanisierung in den Siedlungs- und Produktionsräumen günstige und oft für ihn konkurrenzarme Wuchsbedingungen erhielt (vgl. Kühnberger und Mahn 1976, Weinert 1981, Weinert in Fukarek et al. 1978, Heinrich 1984).

In der Verbreitungskarte von *Puccinellia distans* sind die natürlichen Vorkommen und die synanthropen Vorkommen im Gebiet der DDR gesondert markiert. Die sekundären Vorkommen umfassen eine ganze Reihe von anthropogenen Extremstandorten, auf denen durch Tausalz- und Tausole-Applikation, Herbizideinsatz, Überdüngung, die Deponie industrieller, landwirtschaftlicher und kommunaler Abprodukte die Konkurrenz begleitender Pflanzenarten, auch teilweise recht aggressiver Ruderalpflanzen, ausgeschaltet oder eingeschränkt wird. Neuerdings schildern in diesem Zusammenhang Heinrich (1984) und Heinrich und Schäller (1987, im Druck) ein anschauliches Beispiel über den Einfluß von Alkali-Stäuben (Na, F) und Abgasen eines Phosphat-Düngemittelwerkes auf die benachbarten Pflanzengesellschaften, wobei es schließlich zur Ausbildung einartiger *Puccinellia distans*-Rasen bzw. in Beimischung von Quecke (*Agropyron repens*) zu Quecken-Dominanzrasen kommt, die unter diesem andauernden Immissionseinfluß durchaus recht stabil erscheinen.

Ohne Zweifel gab es in den vergangenen Jahrhunderten auch sekundäre Vorkommen von *Puccinellia distans*, einer Art, die nicht nur halophil, sondern auch nitrophil ist und stickstoffreiche Standorte auf den geflügelbeweideten Dorfängern, an Weg- und Straßenrändern, im Eisenbahngelände, an Dung- und Druschabfallplätzen und Jauchegräben durchaus erfolgreich einnehmen kann.

Gegenwärtig sind jedoch solche Standorte vermehrt und dabei in starkem Maße mit Schadstoffen belastet oder in größerer Ausdehnung benachbart von Industrieanlagen, z. B. von Salzbergbauanlagen, Düngemittelwerken, Gradierwerken, Schutthalden, Mülldeponien, und in den Siedlungszentren geschaffen worden, so daß sich die Art beachtlich ausbreiten konnte.

Die gegenwärtige Einschränkung der Tausalzapplikation wird sich vorausschauend sicherlich günstig auf die Umwelt insbesondere im Bereich des Verkehrsnetzes, aber auch im Zusammenhang mit der Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit und Verbesserung der Wasserqualität im Binnenland auswirken.

Es gibt darüber hinaus eine Vielzahl weiterer anthropogener Versalzungsprozesse, wie sie im unmittelbar benachbarten Umfeld von Gradierwerken, von Salzbergbauanlagen und deren Abwassergräben und an Salzabraumhalden und deren Abflüsse ablaufen, die zu charakteristischen Salzpflanzengesellschaften geführt haben (vgl. Bauer et al. 1983).

Anthropogene Bodenversalzung im Orient

Große Teile der Küstenländer und der binnenländischen Talebenen arider und semiarider Klimagebiete des Nahen Ostens sind bei Grundwassernähe oberflächlich stark versalzt. Diese Salzebenen und Salztäler reichen vom Mittelmeergebiet bis zu den Vorländern der mittelasiatischen Gebirge unterbrochen von Sand- und Steinwüstenebenen und einzelnen Gebirgsketten.

Im Gebiet des Irak können natürliche Salzebenen insbesondere in den küstennahen Ebenen des südlichen Mesopotamien und des Tharthar-Sees von anthropogenen Salzebenen unterschieden werden, die durch eine Jahrtausende währende Bewässerung im Feldbau (Bewässerungsfeldbau, irrigated farming) bis heute großflächig entstanden sind und nur mit erheblichem Aufwand einer erneuten Agrarbodennutzung zugeführt werden können.

Wegen der anhaltenden Versalzungsprozesse mußten mehr als 20 % des einstigen

Kulturlandes im südlichen und mittleren Teil des Irak aus der Agrarnutzung genommen werden.

Die versalzten Böden enthalten hier vorwiegend NaCl aber auch CaCl_2 , MgCl_2 , KCl, Gips ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), Natriumsulfat ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) und Magnesiumsulfat (MgSO_4). Während sich die Chloride hemmend auf das Pflanzenwachstum bei höherer Konzentration auswirken, ist der Gips wegen seiner geringen Löslichkeit für die Wachstumsprozesse nur von untergeordneter Bedeutung. Die höchsten Kochsalzkonzentrationen liegen in den meerwasserüberfluteten Gebieten des Südirak vor.

Durch das aride Klima Mesopotamiens ist ein ständiger aufwärts gerichteter Grund- und Kapillarwasserstrom die Ursache für die permanente Aufwärtsbewegung der löslichen Chloride und Sulfate, so daß als eine generelle Erscheinung die Bodenoberflächenversalzung und Salzkrustenbildung im grundwassernahen Tiefland zwischen Euphrat und Tigris weitflächig sichtbar ist. Auch in den grundwasserferneren Gebieten wird in regelmäßigen Intervallen der Boden beim hier üblichen Bewässerungsfeldbau mit schwach salzhaltigem Flußwasser bewässert, von dem nur ein Teil dem Pflanzenwachstum zugute kommt, während der größte Teil des Irrigationswassers verdunstet.

Kreeb (1964) veranschaulicht mit einem einfachen Rechenbeispiel, daß sich schon nach 50 Jahren Bewässerung mit normalem Flußwasser im Boden 0,1 Gewichtsprozent Salz anreichern, wenn nicht gleichzeitig drainiert wird. Bei einem Salzgehalt des Tigriswassers von durchschnittlich 300 mg/l und einer jährlichen Bewässerung von 1000 mm (= 1000 l/m² Bodenfläche) werden dem Boden 300 g/m² in einem Jahr und 1,5 kg/m² (verteilt auf 1 m Bodentiefe) zugeführt. Da der Bewässerungsfeldbau seit mehr als 5 Jahrtausenden in diesem mesopotamischen Tiefland durchgeführt wird, erscheint die hohe Salzkonzentration auf den die Siedlungen umgebenden Feldflächen verständlich. In der Umgebung von Babylon, die einst fruchtbare Ackerflächen und obstreiche Gärten schmückte, herrschen heute versalzten Dattelpalmenhaine und Salzböden mit Halophytengemeinschaften oder gar großflächig Solontschak-Böden ohne jegliche Vegetation vor (s. Buringh 1960).

Die Oberbodenversalzung wird damit hauptsächlich durch den Grundwasseraufstieg, das regelmäßig aufgebrauchte Bewässerungswasser aus den Flußsystemen und auch durch den Windtransport aus benachbarten, salzverküsteten Salzebenen und -tälern verursacht, die in den küstennahen Ebenen durch Meerwasserüberschwemmung natürlich verstärkt erscheint.

Unter natürlichen Versalzungsbedingungen, aber auch auf den Flächen anthropogener Versalzung wird die Vegetation vorwiegend und stellenweise nahezu ausschließlich von Halophyten aufgebaut, von denen *Halocneum strobilaceum*, *Suaeda vermiculata*, *Salicornia*-Arten, *Tamarix*-Arten, *Seidlitzia rosmarinus*, *Aeluropus*-Arten, *Limonium*-Arten, *Cressa cretica* und *Bienertia cycloptera* oft großflächig bestandesbildend auftreten. Versalzten Sanddünen in den Wüstenrandgebieten tragen großflächig auch *Zygophyllum*-reiche Bestände bei Sandanreicherung in Strauchnähe. Diese genannten Pflanzenarten bilden oft in verschiedenartiger Kombination Halophytengesellschaften unter natürlichen und naturnahen Versalzungsbedingungen aus.

Aeluropus lagopoides besiedelt mit *Cressa cretica* bezeichnenderweise die Salzböden (Solontschak, Sabakh-Böden, vgl. Buringh 1960), die während des Sommers trockenfallen und mit Bodenrissen aufbrechen. Beide Arten können über die Interzellularräume ihrer Gewebe und die Stomata Salz ausscheiden (Salzregulatoren). Das Verbreitungsgebiet von *Aeluropus lagopoides*, einem ausdauernden Salzgras, umgrenzt etwa das am stärksten versalzte Gebiet Mesopotamiens (Abb. 3). Ähnliche Areale werden auch von den anderen genannten Halophyten eingenommen. So zeigt auch das annuelle Salzkraut *Schanginia aegyptiaca* (syn. *Suaeda baccata*) eine dem Areal von *Aeluropus lagopoides* ähnliche Ausdehnung im mesopotamischen Tiefland (Abb. 4).

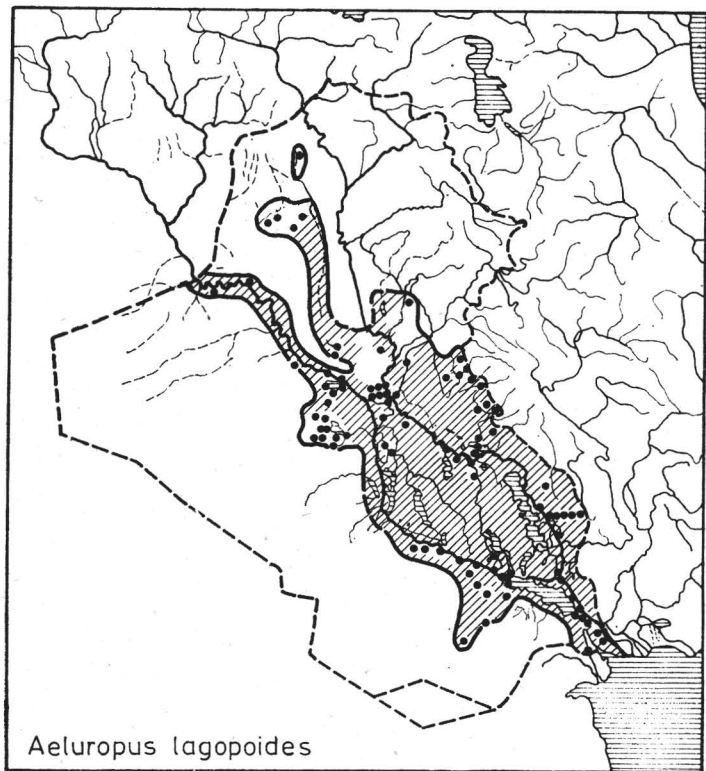


Abb. 3. Die Verbreitung von *Aeluropus lagopoides* (L.) Trin. (syn. *Dactylis lagopoides* L.) im Gebiet des Irak.
 Nach eigenen Beobachtungen und Herbarbelegen der Herbarien des College of Science, Baghdad, und des College of Agriculture, Abu Ghraib der Universität Bagdad und des Nationalherbariums in Abu Ghraib

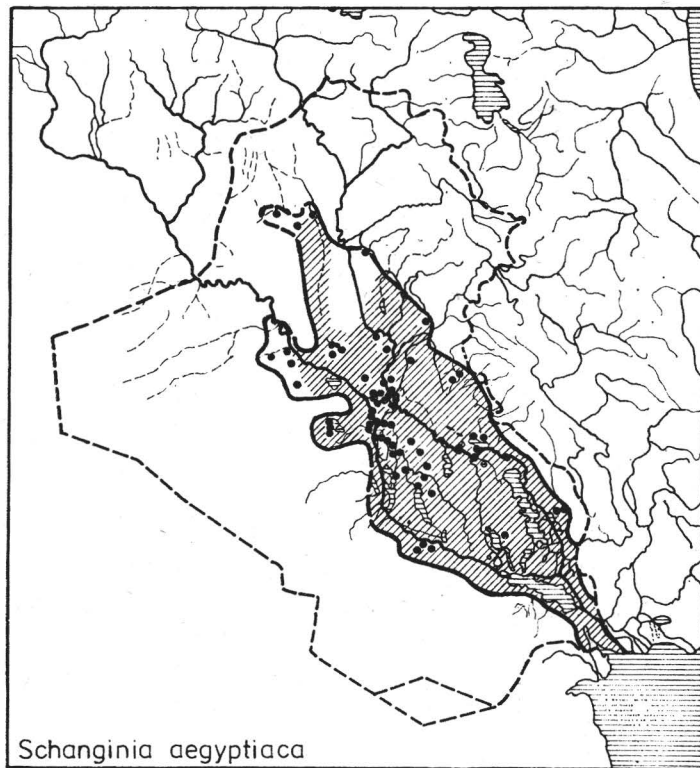


Abb. 4. Die Verbreitung von *Schanginia aegyptiaca* (Hasselq.) Aellen (syn. *Suaeda baccata* Forssk.) im Gebiet des Irak.
 Nach eigenen Beobachtungen und Herbarbelegen wie Abb. 3

Es wächst nach der Keimung im zeitigen Frühjahr als dickblättriger Halophyt auf den weitflächig vom Menschen geschaffenen Salzbodenflächen in der unmittelbaren Umgebung der Siedlungen, längs der Bewässerungskanäle, Wege und Straßen, auf den Brachfeldern auch auf den versalzten Flächen der Flugplätze (z. B. Bagdad-Abu Ghraib).

Nach der Keimung im Februar entwickelt sich *Schanginia aegyptiaca* als sukku-lente, zunächst blaugrüne, dann gelbgrüne Salzpflanze bei Massenwuchs auf den chlorid-sulfat-versalzten Tonböden (Solontschak- und Sabakh-Böden), der sich je nach lokaler Bodenbeschaffenheit einige andere Halophyten, salztolerante und indifferente Pflanzenarten hinzugesellen. Nach üppiger Entwicklung dieses Schanginietum aegyptiaca während der sommerheißen Vegetationsperiode auf den grundwassernahen, meist frischfeuchten Salzionböden sterben und trocknen die *Schanginia*-Bestände, die vor allem in den dickfleischigen Blättern die Salze akkumulieren, im Herbst und Winter ab. Sie werden dann in Hausnähe in den Dörfern aufgestapelt und als „Brotfeuerkraut“ zum Anheizen der selbstgefertigten Lehmöfen zum Brotbacken genutzt. Das in dem Gewebe der Pflanzen angereicherte Salz gelangt damit alljährlich in den ländlichen Bezirken in die unmittelbare Nähe der dörflichen Siedlungen, wo das in der sich zersetzenden Pflanzenmasse und besonders in der Asche verbliebene Salz zur kontinuierlichen Erhöhung der anthropogenen Versalzung in den Siedlungsräumen beiträgt. Mit diesem Verfahren wird der obenerwähnte Versalzungsprozeß durch Bewässerungsfeldbau ohne nennenswerte Drainage in Siedlungsnähe und im Umfeld der Bewässerungskulturen verschärft.

Rings um diese Siedlungen läßt sich vielerorts im mesopotamischen Tiefland deutlich dieser auf die *Schanginia*-Nutzung mit beruhende Salzsaum (Versalzungsring) in Siedlungsnähe durch die Salzkrusten und Salzausblühungen erkennen.

Frühjährliche Niederschläge führen meist zu einer kurzzeitigen, oberflächlichen Salzabschwemmung bei geneigtem Gelände, die eine Salz-minderung der oberen 2–3 mm Bodendecke ermöglicht, so daß die Keimung der *Schanginia*-Samen erneut erfolgen kann. Verdunstung des Oberflächenwassers und kapillare Grund- und Bodenwasser-Aufwärtsbewegung erhöhen bald danach wieder die Salzkonzentration der Bodenlösung.

Schanginia aegyptiaca ist aufgrund der osmotischen Anpassung durch Salzaufnahme als Salzakkumulator in der Lage, auch während der Sommertrockenzeit bei beträchtlichem Anheben des potentiellen osmotischen Druckes von 47,8 auf 90,0 atm, wie wir in der Zeit von 1973–1976 alljährlich feststellen konnten, die Wasser- und Nährstoffaufnahme durchzuführen und auf diesen Salzböden einen beachtlichen Anteil an Biomasseproduktion zu gewährleisten.

Gelegentlich werden solche anthropogenen Versalzungserscheinungen in Fallstudien der UNESCO unter dem Gesichtspunkt der Desertifikation behandelt. Es handelt sich um einen Prozeß der Umweltzerstörung in den Trocken-zonen der Erde in Form von Verwüstung oder Verödung der weiteren Wüstenrandzonen durch unangemessene Landnutzungsweisen, die zur Schädigung des ökologisch-klimatisch begrenzten Nutzungspotentials für die landwirtschaftliche Produktion führen und verschiedenartige Auswirkungen haben (vgl. Ibrahim 1984, Mensching 1985, Sedlag und Weinert 1987).

Im „Greater Mussayeb Project“ des Irak, im Zentrum des mesopotamischen Tieflandes gelegen, liegt ein solches Standardbeispiel für die Untersuchung der Ergebnisse Jahrtausende währender anthropogener Umweltversalzung durch Bewässerungsfeldbau vor (Dougrameji und Clor in Mabbut und Floret 1980). Auch hier überwiegen die versalzten Böden. Die gegenwärtige Vegetationsdecke wird vorwiegend von Halophyten, darunter auch *Schanginia aegyptiaca*, und anderen Ruderalpflanzen, wie *Lagonychium*

farctum, *Salsola*-Arten, bestimmt. Eingelagerte Sanddünen, die teilweise der Verwehung unterliegen, sind nur lokal eingestreut.

Nur durch eine ökologisch begründete, abgestimmte Projektierung und Verfahrensweise bei der feldbautechnischen Behandlung und Nutzung der Flächen dieses "Greater Mussayeb Project"-Gebietes kann der Prozeß der Desertifikation aufgehalten werden, der hier durch die hohe anthropogene Versalzung zu einem katastrophalen Zusammenbruch des intensiven landwirtschaftlichen Produktionssystems und zur plötzlichen Rückkehr zu traditionellen Bewirtschaftungsweisen mit einer geringen Produktivität geführt hat. Hoher Aufwand wird dennoch notwendig sein, um in solchen Gebieten wieder zu einer kostengünstigen Agrarproduktion und zu akzeptablen Lebensverhältnissen für die Bevölkerung zu gelangen.

Schl u ß f o l g e r u n g

Bei aller Unterschiedlichkeit der anthropogenen Versalzungserscheinungen ist die einschneidende Veränderung der Boden- und Standortbedingungen in den humid-semihumiden und arid-semiariden Klimagebieten unzweifelhaft immer mit einer drastischen Veränderung der Floren- und Vegetationszusammensetzung und damit der Produktivität der Böden verbunden. Dabei erfolgt stets ein floristischer Wechsel von Glykophyten zu Halophyten oder salztoleranten Pflanzenarten, denen in der Regel auch ein Wechsel der Arten der Tierpopulationen folgt.

Um den Prozeß der Desertifikation in den anthropogen versalzten Gebieten durch gezielte Maßnahmen einzuschränken bzw. reversibel zu gestalten, bedarf es zuvor einer exakten Analyse der gegenwärtigen Versalzungs- und Vegetationsverhältnisse, auf deren Ergebnisse eine ökologische Prognose zur Wiedergewinnung der ursprünglich produktiven Bodenqualität gegenwärtig versalzten Landes aufbauen kann.

S u m m a r y

Natural salinisation and alkalisation processes have been discussed under Central-European and Oriental conditions with a particular regard to the anthropogenic factors which cause a human induced salt enrichment in the surface level of the soils leading to the radical environmental and vegetation changes. On the European coast sea waters and on the continent salt springs favoured the establishment of natural halophytic communities. Artificial salinisation by de-icing salts application within the traffic system led to a further spreading and distribution of facultative halophytes, such as *Puccinellia distans*, on the European continent. In the Middle East, and in Iraq in particular, the longtime irrigation farming and the neglected drainage under arid conditions caused an immense accumulation of salts in the soil surface level.

There are several halophytic communities growing under natural saline soil conditions. The irrigation farming over thousands of years is nowadays reflected in large extents of saline and alkaline soil either with a halophytic plant cover or as barren land (desertification). *Schanginia aegyptiaca* is one well adapted annual halophyte which accumulates the salt with its tissues in order to adapt to the high osmotic pressure of the saline soil solutions. Its growth is regarded in detail.

Distribution maps are prepared of significant halophytic plant species (*Aster tripolium*, *Puccinellia distans*, *Aeluropus lagopoides*, *Schanginia aegyptiaca*) from both areas.

S c h r i f t t u m

- Althage, C., und B. Roßmann: Vegetationskundliche Untersuchungen der Halophytenflora binnenländischer Salzstellen im Trockengebiet Mitteldeutschlands. Beih. Bot. Centralbl. 60, B (1940) 135-180.
- Bauer, J., H. Blumrich, D. Frank, S. Klotz, U. Köck, G. Krebs, S. Lucas, S. Mücke, T. Schocknecht und B. Schubert: Flora und Vegetation der Salzstelle Teutschenthal (Saalkreis). Mitt. flor. Kart. Halle 9 (1978) 8-17.

- Buringh, P.: Soils and soil conditions in Iraq. Baghdad 1960.
- Chapman, V. J.: Salt marshes and salt deserts of the world. London/New York 1960.
- Fukarek, F., H. D. Knapp, S. Rauschert und E. Weinert: Karten der Pflanzenverbreitung in der DDR, 1. Serie. Hercynia N. F., Leipzig 15 (1978) 229–320.
- Heinrich, W.: Bemerkungen zum binnenländischen Vorkommen des Salzschwadens [*Puccinellia distans* (Jacq.) Parl.]. Haussknechtia 1 (1984) 27–41.
- Heinrich, W., und G. Schäller: Veränderungen von Ökosystemstrukturen im Einflußbereich eines Düngemittelwerkes (Über den Einfluß von Luftverunreinigungen auf Ökosysteme XI). Hercynia N. F., Leipzig (im Druck).
- Ibrahim, Fouad N.: Ecological Imbalance in the Republic of the Sudan – with Reference to Desertification in Darfur. Bayreuther Geowiss. Arbeiten 6 (1984) 1–215.
- Kreeb, K.: Ökologische Grundlagen der Bewässerungskulturen in den Subtropen. Stuttgart 1964.
- Kühnberger, R., und E.-G. Mahn: Untersuchungen zum Einfluß von Magnesiumchlorid-Sole auf *Puccinellia distans* (Jacq.) Parl. und *Lolium perenne* L. Arch. Naturschutz u. Landschaftsforsch. Berlin 16 (1976) 71–82.
- Mabbutt, J. A., and C. Floret (Eds.): Case studies on desertification. Prepared by UNESCO/UNEP/UNDP. Paris 1980.
- Mensching, H. G.: Die Sahelzone – Probleme ohne Lösung? Die Erde 116 (1985) 99–108.
- Schlag, B.: Die Halophytenvegetation der Salzstellen bei Hecklingen, Süldorf und Artern. Ms. Dipl. Arb. Halle 1963.
- Sedlag, U., und E. Weinert: Biogeographie, Artbildung, Evolution. Wörterbücher der Biologie. Jena 1987.
- Weinert, E.: Das Landschaftsschutzgebiet „Süßer See“. Mitteldt. Land 2 (1957) 69–79.
- Weinert, E.: Zur floristischen Erfassung von Umweltveränderungen. Wiss. Abh. Geogr. Ges., Leipzig 15 (1981) 101–109.

Doz. Dr. Erich Weinert
 Martin-Luther-Universität
 Halle-Wittenberg
 Sektion Biowissenschaften
 Wissenschaftsbereich Geobotanik
 und Botanischer Garten
 Neuwerk 21
 Halle (Saale)
 DDR - 4020

Dr. Majeed R. Al-Hilli
 University of Baghdad
 College of Science
 Department of Biology
 Baghdad-Jadiriya
 Iraq