

Tatsache die Folgerungen zu ziehen: in günstigen Regenjahren Schon- und Sparveld halten, Vorratswirtschaft treiben, Überstockung vermeiden, kurz: systematisch die Weide zu pflegen. Es ist der einzige Weg, ein und vielleicht auch mehrere Dürrejahre ohne Schäden zu überbrücken. Weidewirtschaft und Tierhaltung in der Trockensavanne sind kein Gegenstand der Prognose, sondern der Prophylaxe.

Aus den graphischen Darstellungen und den kurzen, erläuternden Ausführungen ergeben sich einige Erkenntnisse und Folgerungen:

1. Die Temperaturen zeigen in ihrem Jahresrhythmus nur geringe Abweichungen; sie können als Mittelwerte mit hoher Sicherheit vorausgesagt werden.
2. Die Niederschläge fallen um den Monat Februar und sind in ihrer Höhe sehr großen, in ihrer Verteilung großen Schwankungen unterworfen.
3. In 8 von 16 Beobachtungsjahren reichen die Regenmengen nicht aus, die Weide sich entsprechend entwickeln, die Gräser blühen und Samen bilden zu lassen.
4. Die Wiedergabe von *Klimadiagrammen*, die das Mittel vieler Jahre in einer Darstellung aufzeigt, ist für das eingehende Studium der ökologischen Verhältnisse einer klar fixierten Zone nicht ausreichend, kann irreführend sein. Das *Klimatogramm*, das den Ablauf des Klimas in vielen sich folgenden Jahren zeichnerisch darstellt, ist ein beachtliches Hilfsmittel, einen begrenzten ökologischen Raum in seiner Eignung für die Haltung von Nutztieren zu bestimmen.

Die Bodenversalzung als Ursache für Ertragsminderung in den ariden und semiariden Gebieten

Von Dr. W. R o h m e r , Gießen

Neben Wassermangel und Bodenerosion durch Wasser und Wind bildet die Versalzung von ursprünglich fruchtbaren Ebenen infolge unsachgemäßer Bewässerung das wichtigste bodenkundliche Problem in ariden und semiariden Regionen.

Bei der Gewinnung von bewässerungsfähigem Neuland in diesen Gebieten wird man in den kommenden Jahren mehr als bisher gezwungen sein, Salz- und Salzkalkböden zu meliorieren, soweit dies die Durchlässigkeit, die Grundwasserverhältnisse, die Vorflut und die Wasserqualität erlauben.

In den Trockengebieten sind gerade auf diesen Böden noch die größten Ausweitungsmöglichkeiten für Bewässerungskulturen und damit die größten Reserven für eine bedeutende Steigerung der landwirtschaftlichen Produktion gegeben.

Hierzu ist jedoch eine gründliche Kenntnis der Eigenschaften und Veränderbarkeit dieser Böden erforderlich.

Es wurden auf diesem Gebiet die ersten grundlegenden Erkenntnisse von *de Sigmond* (15), *Hilgard*, *Gedroiz* (4), *Hissink* (7) und *Kelley* (10) erarbeitet.

Untersuchungen für praktische Zwecke der Klassifizierung, der Anbau-grenzen für verschiedene Pflanzen und für Meliorationsmöglichkeiten sind von dem U.S.-Salinity-Laboratory in Riverside unter Leitung von *Richards*, L. A. (14), in UdSSR von *Kovda*, A. S. (11) und *Antipov-Kara-taev*, I. A. (1), weiterentwickelt worden.

Eine sehr eingehende Behandlung der gesamten Weltliteratur auf die-
sem Gebiet findet sich bei *Janitzky*, P. (8); *Harrach*, T. (6) behandelte die
Probleme der Entsalzung und Kultivierung von karbonathaltigen Salz-
böden in Ungarn. (6)

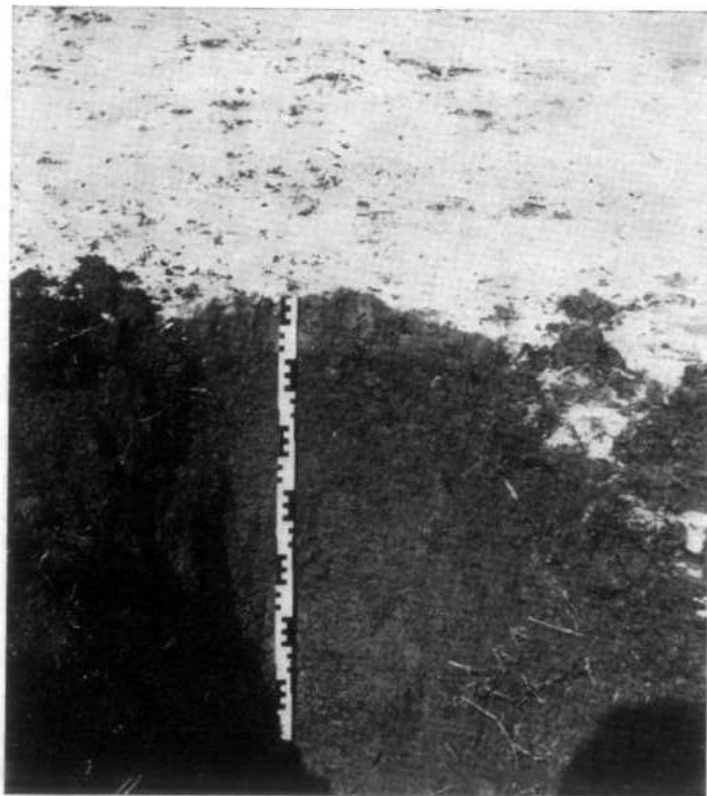
Von der UNESCO wurden auf internationaler Ebene Vorträge von
Fachleuten zusammengestellt (18). Ebenso hat sich die FAO eingehend
mit diesen Problemen befaßt (3).

Salzanreicherungen finden sich vorwiegend in Senken, Ebenen und
Tälern der ariden und semiariden Klimabereiche, wo die Salze durch ein
Überwiegen der Verdunstung gegenüber dem Niederschlag durch Evapo-
transpiration kapillar nach oben gefördert werden oder wenn sie auf
Grund der geologischen Situation von der Oberfläche nicht in tiefere
Schichten ausgewaschen werden können. Eine weitere Anreicherung ist
reliefbedingt. Sie entsteht durch Wasserzusammenfluß und Verdunstung
in Senken und Mulden. Ferner kommt es in Küstenbereichen durch
häufige Überflutung zur Salzanreicherung. Außerdem kann durch Wind
salzhaltiges Material herangetragen werden.

Im folgenden Beispiel (Tabelle 1, Bild 1) handelt es sich um einen
Salzalkaliboden Zentralanatoliens. Die Versalzung dieses Bodens ist vor-
wiegend grundwasserbedingt. Es erfolgt eine Anreicherung durch kapil-
laren Aufstieg und Verdunstung, wobei der Versalzungsgrad je nach
Jahreszeit stark wechselt und am Ende der Trockenperiode im September
am höchsten ist.

Zwischen dem Grundwasserspiegel und 55 cm Tiefe findet sich ein
durchschnittlicher Sulfatgehalt von 68 mval/l und 35 mval/l Chlorid.
Calcium und Magnesium sind zusammen (52 mval/l) in etwa gleicher
Höhe vorhanden wie Natrium (60 mval/l). Der Bikarbonatanteil liegt
relativ niedrig bei 7,2 mval/l. Bis in 45 cm Tiefe ist nur ein schwacher
Anstieg im Salzgehalt, bedingt durch die Kapillarität, zu beobachten.

Oberhalb dieser Tiefe (45 cm) nimmt die kapillare Anreicherung der Salze stark zu und erreicht im obersten cm 437 mval/l Cl^- , 755 mval/l SO_4^{--} und 773 mval/l Na^+ . In der Ausblühungsschicht erscheinen 3—4mal so hohe Werte für Na^+ und Cl^- . Die Sulfatgehalte liegen fast doppelt so hoch. Die pH-Werte wechseln wenig (8,4—8,9); jedoch die elektrischen Leitfähigkeitswerte sinken entsprechend der Kat- und Anionenabnahme der löslichen Salze mit zunehmender Tiefe (176,0 auf 8,2 mS). Bei mittlerer Textur zeigen die T-Werte nur wenig Veränderung (29,0—33,3 mval/100 g Boden). Der Gehalt an austauschbarem Natrium schwankt in Abhängigkeit vom Natrium: Calcium + Magnesium-Verhältnis der löslichen Salze zwischen 32—48 % des T-Wertes. Dies ist vor allem von Bedeutung für die Bodenstruktur, da das dichteste Gefüge dort vorherrscht, wo am meisten Natrium sorbiert ist.



Salzalkaliboden in Zentralanatolien
Grundwasserstand im Frühjahr bei 80 cm Tiefe

Da Natrium als einwertiges Kation zur Ausflockung von Ton, das heißt zur Erreichung des isoelektrischen Punktes, sehr viel höhere Konzentrationen erfordert als Calcium und Magnesium, liegt ein größerer Anteil des Tons in dispergierter Form vor. Außerdem ist die Tonflockung durch Natrium eine sehr viel feinere als diejenige, welche durch Calcium verursacht wird. Wie ein solcher Boden melioriert werden kann, ist im 2. Teil beschrieben.

Tabelle 1
Salzalkaliboden Polatli, Zentralanatolien

Tiefe cm	Leit- fähig- keit mS ²) b. 25° C	pH in H ₂ O 1 : 2,5 Boden : H ₂ O	Freie lösliche Salze im gesättigten Bodenauszug in mval/l ¹)								T-Wert ³) % Aus- mval/ tausch % H ₂ O 100 g B. Na' Sättigung		
			Na'	K'	Ca''	Mg''	Cl ⁻	SO ₄ ⁻²	HCO ₃ ⁻	NO ₃ ⁻	Na'	Sättigung	
Aus- blühung	176,0	8,8	2700	7,0	250	213	1840	1307	20,0	0,7	—	—	75,0
0— 1	69,1	8,8	773	—	108	370	437	755	18,0	0,02	31,2	48	65,0
1— 5	30,9	8,5	307	—	306	251	162	693	9,7	0,05	29,5	38	67,5
5—10	19,5	8,4	155	—	320	80	71	475	11,5	0,11	30,8	32	69,0
10—30	12,8	8,7	108	—	151	55	52	243	10,0	1,0	33,3	39	73,0
30—45	10,0	8,9	82	—	108	93	38	139	7,7	0,5	31,7	34	68,0
45—55	8,3	8,9	57	—	61	47	35	121	6,5	0,45	30,1	40	71,5
55—80	8,2	8,8	60	—	40	12	35	68	7,2	0,45	29,3	45	107,5

Korngrößenverteilung des Feinbodens (< 2 mm)									
Tiefe cm	Korngrößenverteilung				CO ₂ %	Org. S. %	Al-Methode ⁴⁾ mg/100 g Boden		Keine Profildifferenzierung zu erkennen, gleichmäßig mittelbraun
	Ton < 0,002 mm	Schluff 0,002—0,06 mm	Fein- sand 0,06—0,2 mm	Grob- sand 0,2—2,0 mm			K ₂ O	P ₂ O ₅	
Aus- blüfung	—	—	—	—	11,5	n. b.	n. b.	n. b.	Weiß
0— 1	32,6	59,5	5,5	2,4	22,5	3,18	65,0	17,0	Narbe dicht gelagert
1— 5	36,4	56,7	4,7	2,2	26,8	2,01	58,0	14,0	
5—10	36,5	56,8	4,2	2,5	31,7	2,34	47,0	11,5	
10—30	40,5	55,3	2,9	1,3	33,3	1,99	33,7	8,0	durchlässigeres Gefüge
30—45	42,0	55,1	2,2	0,7	34,6	1,87	22,0	4,5	schwach polyedrisch
45—55	40,3	56,4	2,6	0,7	35,4	1,65	16,2	4,5	
55—80	39,2	56,4	3,2	1,2	36,3	1,45	15,0	9,0	
ab 80	Grundwasser								

¹⁾ mval/l = Tausendstel des Äquivalentgewichtes je Liter des gesättigten Salzbodenauszuges.

²⁾ mS = Millisiemens ($1 \text{ Siemens} = \frac{1}{\text{Ohm}}$), Platinelektrodenabstand 1 cm.

³⁾ T-Wert = Gesamtkationenaustauschkapazität.

⁴⁾ Al-Methode = Ammoniumlaktatessigsäuremethode.

Die elektrische Leitfähigkeit der gesättigten Bodenauszüge wurde entsprechend den Anbaumöglichkeiten der einzelnen Kulturen in folgende Grenzbereiche eingeteilt (14).

Über 2 mS bei 25° C: 50 % Ertragserniedrigung bei empfindlichen Pflanzen

Über 4 mS bei 25° C: 50 % Ertragserniedrigung bei Pflanzen mittlerer Toleranz

Über 10 mS bei 25° C: 50 % Ertragserniedrigung bei unempfindlichen Pflanzen

Über 16 mS bei 25° C: 50 % Ertragserniedrigung bei sehr widerstandsfähigen Pflanzen

Unabhängig hiervon wurde die Empfindlichkeit gegenüber löslichen Boraten untersucht und dabei schon sehr niedrige Toxizitätsgrenzen gefunden, welche auch bei Leitfähigkeiten unter 2 mS auftreten können. 0,7 ppm Bor wurde als Grenzwert für empfindliche Kulturen angegeben.

Die Einteilung der Anbaumöglichkeiten nach der elektrischen Leitfähigkeit des wassergesättigten Bodenauszugs ist jedoch sehr grob, und es kam zu Widersprüchen bei verschiedenen Autoren. Dies ist darauf zurückzuführen, daß bei gleicher Leitfähigkeit und unterschiedlicher Salzzusammensetzung die einzelnen Kationen und Anionen verschieden auf Boden und Pflanze wirken.

So wirkt zum Beispiel Natrium im Boden verdichtend sowie in der Pflanze verdunstungsverhindernd und wasserhaltend.

Dagegen verursachen die gelösten Calciumsalze Flockung und verbessern die Durchlässigkeit. Magnesium wirkt ebenfalls verdichtend und begünstigt beim Austrocknen eine verhärtete blockige Struktur. In der Pflanze wirkt Calcium transpirierend, d. h. es wird der Wassermangel bei erhöhtem osmotischem Druck der Bodenlösung durch erhöhte Wasserabgabe an die Atmosphäre noch verstärkt, während Kalium und Natrium wasserhaltend wirken. Nach *Heimann, H.* (19), werden die Pflanzen bei optimalem Natrium : Kaliumverhältnis resistenter gegen hohe Gesamtsalzkonzentrationen. Nach *Brown, J. W.* (2), ist die Chloridanreicherung in Blättern stärker ausgeprägt in Gegenwart von Calcium als beim Vorhandensein von Natrium. So können also Chloride völlig antagonistische Wirkungen auf Boden und Pflanze haben, je nachdem mit welchem Kation sie zusammen auftreten, obwohl es sich in allen Fällen um gut lösliche Neutralsalze handelt.

Die gut löslichen Natrium- und Magnesiumkarbonate führen bei der Bildung von Bikarbonaten zu einem starken pH-Anstieg (pH 9—10) durch die Entstehung der Hydroxyde dieser Salze. Dies wirkt sich auf Pflanze und Boden besonders schädlich aus.

Nach *Strogonov, B. P.* (16), ist ferner die Wirkung der Sulfate in der Pflanze eine andere als die der Chloride, wobei die verschiedenen Pflanzen Unterschiede zeigen. Meist bewirken Chloride eine Änderung der enzymatischen Prozesse sowie eine Erhöhung der Saugkraft. Bei Cl⁻-Versalzung konnte eine Anreicherung von Putrescin in Pferdebohnen festge-

stellt werden. Nach *Heimann, H.* (19), spielen jedoch auch auf Salzböden die Spurenelemente als Katalysatoren bei der Steuerung enzymatischer und hormonaler Prozesse eine große Rolle. Hierdurch soll die Pflanze bis zu einem gewissen Grade befähigt sein, die Ionenverhältnisse bei der Aufnahme zu balancieren. Bei isoosmotischen Salzkonzentrationen wurden im höheren NaCl-Konzentrationsbereich stärkere Wuchshemmungen bei Weizen beobachtet als bei Na_2SO_4 (Tabelle 2). Nach *Kearney* und *Harter* (9) wirkte bei den meisten Pflanzen MgSO_4 bei den niedrigsten Konzentrationen bereits toxisch. Lediglich bei Sorghum lag die niedrigste kritische Konzentration bei MgCl_2 und beim Mais bei Na_2CO_3 (Tabelle 3).

Bei Untersuchungen von *Kursanov, A. L.* (12), über die Wirkung der Versalzungsform auf den Gehalt an verschiedenen N-haltigen Substanzen in Maiswurzeln konnte festgestellt werden, daß Na_2SO_4 eine geringere Proteinabnahme bewirkt als NaCl. Der Gehalt an den übrigen N-Verbindungen, vor allem der Aminosäuren, stieg bei Versalzung an, und zwar bei Natriumchloridversalzung am stärksten (Tabelle 5). Nach *Strogonov, B. P.* (16), konnte beim Vergleich von isoosmotischen Lösungen von Mannitol und NaCl die stärkste Hemmung des Wachstums bei isolierten Luzernewurzeln bei NaCl beobachtet werden (Tabelle 4).

Interessant sind auch die Ergebnisse von *Genkel, P. A.* (5), welcher fand, daß Hirsesaatgut nach einer Vorbehandlung mit 0,2%igem MgSO_4 salzunempfindlicher bei der Keimung wird, wenn der Boden natriumsulfatversalzt ist. Ebenso wirkte sich eine Vorbehandlung mit 0,3%igem Natriumchlorid günstig auf die Keimung bei NaCl-Versalzung aus.

Jede neue Erkenntnis auf diesem Gebiet über Wirkungsmechanismus der Salze bzw. der Ionen in der Pflanze sowie über Salztoleranz der verschiedenen Kulturen bei unterschiedlicher Salzzusammensetzung des Bodens in Abhängigkeit von Textur, Struktur und Bodenfeuchte wird zur Erschließung besserer Möglichkeiten zur Nutzung salzbeeinflusster Standorte beitragen.

Praktische Grundsätze bei Versalzungsgefahr der Böden in semiariden und ariden Gebieten

Im Anschluß an die Ausführungen über „Die Bodenversalzung als Ursache für Ertragsminderung bei Nahrungspflanzen in den ariden und semiariden Gebieten“ soll noch kurz darauf eingegangen werden, welche praktischen Folgerungen sich hieraus ergeben. Um einen wie oben beschriebenen Salzboden mittlerer Textur zu verbessern, muß vor allem der Grundwasserstand von 80 cm auf mindestens 3 m Tiefe auch während der niederschlagsreichen Zeit gesenkt werden. Eine gute Durchwaschung nach Einwirkung von CaSO_4 muß durch Dränung oder Grabenentwässerung gewährleistet sein. Dies ist bei einem sehr sandarmen, ton- und schluffreichen Boden besonders schwierig und langwierig. Zur Abführung des salzangereicherten Wassers ist eine gute Vorflut notwendig. Wenn diese nicht vorhanden ist, sind alle Meliorationsbemühungen vergeblich, da die Salze immer wieder vom Grundwasserspiegel aus kapillar auf-

Tabelle 2

Weizenerträge in Gefäßversuchen mit steigenden Na_2SO_4 - und NaCl -Gaben
(nach *Tulaikov*) (17)

Osmotischer Druck d. Bd.-Lösung:	Nicht versalzter Boden	5 atm.		10 atm.		15 atm.		20 atm.		30 atm.	
		Na_2SO_4	NaCl	Na_2SO_4	NaCl	Na_2SO_4	NaCl	Na_2SO_4	NaCl	Na_2SO_4	NaCl
Gesamtertrag in g	31,2	31,4	24,5	21,9	11,9	17,3	4,2	12,6	1,2	2,28	—
Korntrag in g	7,1	8,9	5,1	4,6	2,6	3,9	0,6	2,6	—	0,12	—

Tabelle 3

Kritische Konzentration verschiedener Salze für verschiedene Pflanzen.
(Salzlösung in n)^o (nach *Kearney and Harter, 1907*) (9)

Salzform	Weiße Lupine		Luzerne	Weizen	Salzform	Mais	Sorghum	Hafer	Baumwolle	Zuckerrübe
	1. Serie	2. Serie								
MgSO_4	0,00125	0,0070	0,001	0,0050	MgSO_4	0,250	0,00375	0,001875	0,000312	0,00050
MgCl_2	0,00250	0,0075	0,002	0,0050	MgCl_2	0,080	0,00125	0,001875	0,000400	0,00050
Na_2CO_3	0,00500	0,0125	—	0,0125	Na_2CO_3	0,015	0,00675	0,006250	0,005000	0,00625
Na_2SO_4	0,00750	0,0400	—	0,0400	Na_2SO_4	0,050	0,01250	0,017500	0,005000	0,00875
NaCl	0,02000	0,0450	—	0,0450	NaCl	0,040	0,01500	0,020000	0,006250	0,02500
NaHCO_3	0,02000	0,0300	—	0,0250	NaHCO_3	0,050	0,00875	0,007500	0,006250	0,00750

^o) n = 1 normale Lösung = 1 Val pro Liter = 1000 mval oder ein Äquivalentgewicht je Liter.

Tabelle 4

Die Wirkung isoosmotischer Lösungen von NaCl und Mannitol auf das Wachstum von isolierten Luzernewurzeln.

(nach *Strogonov, B. P.*) (16)

Zusatz	Zuwachs der Hauptwurzel nach 7 Tagen		Bemerkungen
	mm	% d. Null- lösung	
0-Lösung	140	100,0	Intensives Wachstum der Haupt- und Seitenwurzeln.
NaCl	15	10,7	Bedeutende Wuchshemmung der Hauptwurzel. Keine Seitenbildg. Wurzel verfärbte sich braun und sank zu Boden. Schwellung.
Mannitol	80	57,1	Relativ starkes Wachstum der Haupt- und Seitenwurzeln.

Tabelle 5

Wirkung der Versalzungsform auf den Gehalt an verschiedenen N-haltigen Substanzen in Maiswurzeln

nach *Kursanov, 1960* (12)

Stickstoff-Form	Kontrolle	Na ₂ SO ₄ -	NaCl-
		Versalzung	Versalzung
in % des Gesamtstickstoffs			
Protein	64,37	60,41	54,67
Nichtprotein	35,62	39,59	45,32
Nitrat	4,02	4,61	3,80
Ammonium	4,73	3,99	4,43
Amino-	7,08	8,09	12,69
Glutamin	0,39	4,86	4,95
Asparagin	16,36	13,58	16,51
Andere Formen	3,01	4,43	2,96

steigen. Wie die Erträge bei Anwendung von CaSO₄ gehoben werden können, zeigt Tabelle 6. Da der Farmer selbst vorwiegend mit sekundären Versalzungsschäden bereits meliorierter Böden und mit der Salz-

anreicherung durch die Bewässerung auf bisher salzfreien Böden zu tun hat, sei hierauf besonders eingegangen. Wie hoch der Salzgehalt in dem zur Bewässerung verwendeten Wasser sein darf, kommt auf die Salzzusammensetzung an. Nach Richards (14) liegt die Grenze sehr niedrig bei 0,25 mS/cm bei 25° C, wobei das Verhältnis des im Boden sorbierten Natriums zur Gesamtaustauschkapazität unter 10 liegen soll. Von russischer Seite werden dagegen höhere Grenzwerte angegeben. Dort wurde offenbar mit sulfatreichen natriumarmen Neutralsalzlösungen gearbeitet.

Tabelle 6

Wirkung von CaSO₄ auf den Reisertrag eines schweren natriumchloridhaltigen Bodens in Birkett el Hagg
(Nach Mahmoud, A.) (13)

Gipsmenge pro ha (Metr. To.)	Reisertrag pro ha Vor der Gipsgabe (in dz)	Nach der Gipsgabe (in dz). Im 2. Jahr	Im 3. Jahr
22	5	22	
27	5	30	
33	2	26	
15	2	7	
22	1	15	25
33	2	21	37
50	1	29	37
2,5	25	36	23

Kovda gibt folgende Empfehlung:

Bei einer Bewässerung mit nicht völlig salzfreiem Wasser ist für einen ständigen guten Zu- und Abfluß zu sorgen. Die Verdunstung des Wassers direkt vom Boden (Evaporation) ist hierdurch sowie durch gute Beschattung so niedrig wie möglich zu halten, da sonst eine allmähliche Anreicherung der Salze an der Bodenoberfläche erfolgt. Absolut unbedenklich ist ein Neutral-Salzgehalt von 1 g je Liter Wasser. Bei sehr gutem Durchfluß und günstiger Salzzusammensetzung ist eine Konzentration von 5—6 g je Liter Bewässerungswasser für die Pflanze noch nicht schädlich, *Kovda*, A. S. (11). Jedoch bei starker Verdunstung besteht bereits eine Gefahr bei 2—3 g Salz je Liter Wasser.

Je kühler das Wasser an den Wurzelraum herangebracht werden kann und je geringer die Erwärmung ist, um so geringer sind bei gleicher Konzentration die Salzsäden. Eine Anreicherung der Salze erfolgt vor allem bei der Furchenbewässerung in den Kämmen der Dämme, wenn die Verdunstung hoch ist. Daher wird hier nicht auf die Dämme, sondern an deren Seite gepflanzt, wo die Salzkonzentration nach längerer Ver-

dunstungszeit bei Anwendung schwach salzhaltigen Wassers erfahrungsgemäß wesentlich niedriger ist als im Kamm.

Bei salzhaltigem Grundwasser ist eine häufige Durchwaschung eines bereits weitgehend entsalzten und kultivierten Bodens erforderlich. Die einzelnen Durchwaschungsmengen sind so zu bemessen, daß sie einerseits genügend über der maximalen Wasserkapazität des Bodens liegen, aber andererseits der meist salzhaltige Grundwasserspiegel nicht ansteigt. Es darf also die Gefahr des kapillaren Salzanstieges nicht erhöht werden. Dies läßt sich an einem bis zum Grundwasserspiegel reichenden Bohrloch mit Hilfe der elektrischen Leitfähigkeitsmessung, einer Wasserpfeife, eines Schwimmers oder einfacher noch mit einer Eintauchstange, wie bei der Messung des Ölstandes in einem Motor, kontrollieren.

Nach *Antipov-Karataev, I. A. et al.* (1) wird die ungefähre Auswaschungsmenge in Abhängigkeit von der Bodenart und vom Grundwasserstand folgendermaßen angegeben:

Tabelle 7
Höhe der Salzauswaschung in verschiedenen Böden.

Grundwassertiefe in Metern	Bodenart	Auswaschungsmenge m ³ /ha	Salzauswaschung in % der Gesamtsalzmenge		Anzahl der Auswaschungswiederholungen
			Cl	SO ₄	
2,0—2,5	leichter	4—5	81—86	68	1
	sL	6—7	96—98	71	2
1,5—2,0	mittlerer	4—5	67—68	—	1
	sL	6—7	86—87	78	2
1,0—1,5	schwerer	4—5	32—83	—	1
	sL	6—7	69—87	56	2

Tonige Lehme bis Tone sind schwer auswaschbar, Sande erfordern dagegen wieder einen sehr hohen Wasseraufwand während der Bewässerung.

Eine fortlaufende Entsalzung wird nach der Auswaschung erreicht durch Pflügen vor der Regenperiode, zeitige Wässerung vor der Vegetationsperiode für die Entsalzung der Profile. Bei Einstau und Furchenbewässerung ist eine gute Einebnung des Mikroreliefs wichtig. Die Zeitabstände der vorbeugenden Durchwaschungen richten sich nach der Kultur und der Versalzungsgefahr.

Beregnung wirkt sich bei schwach salzhaltigem Wasser infolge der Salzanreicherung bei hoher Verdunstung sowie durch die starke Korrosion in Zuleitern und Düsen ungünstig aus.

Überall dort, wo schwach versalzten nicht bewässerbare Böden zum Gersteinbau usw. herangezogen werden, wirkt sich ebenso wie in den bewässerten Böden eine Zufuhr von organischer Substanz in Form von Stalldünger und Gründünger günstig auf die Salzverträglichkeit aus, *Lüken, H.* (20).

Bei gleicher Gesamtsalzkonzentration (Leitfähigkeit) sind für die meisten Pflanzen die Sulfate weniger schädlich als Chloride. Lösliche Calciumsalze sind günstiger zu bewerten als Natrium- und Magnesiumsalze. Kalium kommt meist nur in geringen Mengen in Salzböden vor. Es ist bei gleicher Konzentration und gleichem Begleit-anion weniger schädlich als Natrium. Karbonat ist in Natriumform besonders toxisch, da es durch Hydrolyse zur Bildung von NaOH führt und den pH-Wert des Bodens in den ungünstigen alkalischen Bereich (über 9,0) verschiebt. Hierüber sind jedoch noch weitere eingehende Feldversuche an verschiedenen Pflanzen unter verschiedenen Klimabedingungen erforderlich, um genaue Grenzzahlen für jede Kat- und Anionenkombination geben zu können.

Bei Kultivierung ehemals versalzter Böden, bei Anwendung von schwach salzhaltigem Wasser sowie bei salzhaltigem Grundwasser sind periodische Untersuchungen zur Kontrolle der Salzkonzentration und der Salzzusammensetzung im Boden und im Bewässerungswasser zu empfehlen. Zur Technik der Bewässerung in ariden Gebieten sei auf *Schumacher, F.* (21), *Küster, J.* (22), *Israelsen, O. W.*, *Hansen, V. E.* (23), und *Kreeb, K.* (24) hingewiesen.

S c h r i f t t u m

1. Antipov-Karataev, I. A.: Das System der Meliorationsmethoden zur Urbarmachung von Salzböden und Mooren und für sekundäre Versalzung von Bewässerungsböden in Tadschikistan. UNESCO-Bericht 1960.
2. Brown, J. W.: Handbook Nr. 60, USDA, Washington 1954.
3. FAO-Bericht: Using Salty Land, Rom 1948.
4. Gedroiz, K. K.: Saline soils and their improvement. Zhurnal opytnoi Agromii 18, 122, 1917.
5. Genkel', P. A.: Die Physiologie der Gewöhnung der Pflanze an Versalzung. Problemy Botaniki, Vol. 1, Moskwa—Leningrad, Akad. Nauk. SSSR 1950.
6. Harrach, T.: Bodenerhaltung und Bodenmelioration in Ungarn, Gießen 1963.
7. Hissink, D. J.: The reclamation of Dutch saline soils... Soil Sci. 45, 83, 1938.
8. Janitzky, P.: Salz- und Alkaliböden und Wege zu ihrer Verbesserung. Gießen 1957.
9. Kearney, T., u. Harter, L.: Salzwiderstandsfähigkeit verschiedener Pflanzen auf Solonetz. Zhurnal opytnoi agromii, Vol. X, 1909.
10. Kelley, W. P.: Alkali soils, their formation, properties and reclamation. 176 pp. New York 1951.
11. Kovda, A. S.: Principles of the theory and practice of reclamation and utilisation of saline soils in arid zones. UNESCO, Paris 1960.
12. Kursanov, A. L.: Das Wurzelsystem der Pflanze als metabolisches Organ. Iswestiya Akad. Nauk. SSSR, Ser. biol. Nr. 6, 1957.

13. Mahmoud, A.: La région alcaline de Birket el Hagg. Bull. de' Union des Agric. d'Égypte 348, 1—8, 1944.
14. Richards, L. A.: Handbook Nr. 60, USDA, Washington 1954.
15. de Sigmond, A. A. J.: Hungarian alkali soils and methods of their reclamation. Univ. of California Sp. Publ. 156, 1937.
16. Strogonov, B. P.: Physiologische Grundlagen für die Salztoleranz verschiedener Pflanzen. (russ.) Moskau 1962, übersetzt (englisch) v. A. Poljakoff-Mayber u. A. M. Mayer, Israel 1964.
17. Tulaikov, N. M.: Pflanze und Bodensalze. Zhurnal opytnoi Agronomii, Bd. 13, 1, 1912.
18. UNESCO: Salinity problems in the arid zones, 1960.
19. Heimann, H.: Vorschläge zur Lösung des Salzproblems in der bewässerten Landwirtschaft arider und semiarider Gebiete. Vortrag bei Tagung der Afrikagesellschaft, Köln 1966.
20. Lüken, H.: Salzböden unter Trockenlandwirtschaft in Südost-Saskatchewan und Möglichkeiten für ihre Verbesserung. Dissertation, Gießen 1962.
21. Schumacher, F.: Die Bewässerungsdemonstrationsanlage in Witzenhausen. In: Der Tropenlandwirt, 67, S. 63, 1966.
22. Küster, J.: Bewässerungsmethoden in Australien. In: Der Tropenlandwirt, 67, S. 51, 1966.
23. Israelsen, O. W., u. Hansen, V. E.: Irrigation Principles and Practices, New York 1962.
24. Kreeb, K.: Ökologische Grundlagen der Bewässerungskulturen in den Subtropen. Stuttgart 1964.

Über die Eigenschaften des Kokosnußwassers*)

Eine Literatursichtung im Zusammenhang mit der Verwendung von
Kokosnußwasser zur Konservierung von Rindersamen
bei Raumtemperaturen

Von Dr. D. Grove, Hannover**)

Einleitung

In Ländern warmer Klimazonen ist die Verbesserung der Milch- und Fleischleistungen der Rinderzucht angesichts der raschen Bevölkerungszunahme ein dringendes Gebot. Eine erhebliche Rolle spielt dabei die Rinderbesamung, da nur auf diesem Wege der Samen wertvoller Vätertiere einer breiten Schicht von meistens mittellosen Rinderhaltern zugänglich gemacht werden kann und außerdem der verhängnisvollen Ver-

*) Aus dem Institut für Haustierbesamung und -andrologie im Richard-Götze-Haus der Tierärztlichen Hochschule Hannover (Direktor: Prof. Dr. H. Merkt). Beitrag im Rahmen der Arbeitsgruppe Fortpflanzung und Besamung an der Tierärztlichen Hochschule Hannover.

***) Die vorliegende Arbeit wurde im Verlaufe eines durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft geförderten Studienaufenthaltes am Department of Veterinary Services (1963—1966) in Kenia angefertigt.