

Die Wirkung verschiedener Bewässerungsverfahren auf den Salzhaushalt des Bodens in einem semiariden Gebiet — Untersuchungen in der Menemen Ebene/Türkei

Effect of different irrigation methods upon the salt condition of soils in the semi-arid area of Menemen / Turkey

Von Ali E. Imamoglu *)

1. Einleitung und Standort

Die Bewässerung ist in ariden und semiariden Gebieten eine verbreitete und notwendige Maßnahme für die Landbewirtschaftung. Sie stellt neben anderen Faktoren einen wesentlichen Eingriff in den Boden und seine Entwicklung dar.

Das Salzproblem bei der Bewässerung hat mit der Entwicklung moderner Bewirtschaftungsarten seit der Mitte des 19. Jahrhunderts an Bedeutung gewonnen.

Das Untersuchungsgebiet in der Menemen-Ebene, die geographisch zwischen $27^{\circ} 04'$ bis $28^{\circ} 00'$ östlicher Länge und $38^{\circ} 27'$ bis $38^{\circ} 45'$ nördlicher Breite liegt, gehört auch, allein schon aus dem Umfang der Flächen, zu solchen Problemgebieten. Von der 20 504 ha umfassenden landwirtschaftlich genutzten Fläche ging die Fruchtbarkeit auf ca. 6 000 ha der bewässerten Flächen nach der Herstellung der modernen Anlagen durch sekundäre Versalzung verloren. Außerdem bedürfen noch 4 330 ha der Entwässerung und Entsalzung (2).

In den Jahren 1969—1971 wurde mit verschiedenen Bewässerungsverfahren und unterschiedlichen Wassergaben die Salzdynamik der Böden an einem Standort in der Menemen-Ebene überprüft. In diesem Beitrag werden die

*) Dr. Ali E. Imamoglu, Dipl.-Ing. agr., wissenschaftlicher Mitarbeiter am Niedersächsischen Landesamt für Bodenforschung, Hannover.

Anschrift: Fridtjof-Nansen-Straße 10, 3165 Hänigsen

Untersuchungsergebnisse, die 1973 in einer Dissertation (2) ausführlich behandelt worden sind, in kurzer Form wiedergegeben.

Durch zeitlich verschiedenen Witterungsablauf und Überschwemmungen soll im Quartär die Menemen-Ebene bis zum Meer aus alluvialen Ablagerungen gebildet worden sein. Ausgangsgesteine sind Andesite, Dacite, Basalte und mesozoische Kalke (4).

Das Klima zeigt mit feuchtem Winter und trockenem Sommer einen mediterranen Charakter. Der mittlere Jahresniederschlag schwankt zwischen 580 bis 640 mm. Die ungünstige jahreszeitliche Verteilung der Niederschläge – niedrige relative Luftfeuchtigkeit und hohe Verdunstungswerte – ist auch die Ursache der Salzanreicherung im Boden dieses Gebietes (1).

2. Versuchsdurchführung

Die Versuchsfläche ist ca. 15 000 qm groß. Auf ihr wurden die Anlagen für Border-, Furchenrieselung-, Beregnung- und Unterflur-Bewässerungsverfahren eingerichtet. Während der Untersuchungsdauer wurden die Parzellen Border und Furche mit 50, 70 und 90 mm Einzelwassergaben, Beregnung mit einer beweglichen Perrot-Anlage bei 8 mm/h Regendichte mit 50 mm Einzelwassergaben und Unterflurbewässerung (UFB) nach Schaffung eines künstlichen Grundwasserstandes über einer 2 m breiten Folie intermittierend bewässert. Der Bewässerungsturnus wurde nach der Bodenfeuchte, die Wassermenge je Zeiteinheit und die Bewässerungsdauer anhand der Infiltrationsrate festgelegt. Die Bodenproben wurden vor und nach der Bewässerung von 0–30, 30–60, 60–90 cm Tiefe der durchwurzelteten Bodenzone entnommen; diese wird mit 90 cm angenommen.

Der Boden besteht aus lehmigem Sand, sandigem Lehm bis tonigem Schluff. Er ist tiefgründig und humusarm, hellgrau, hat einen sehr niedrigen Salzgehalt und eine neutrale bis schwach alkalische Bodenreaktion.

Die Ergebnisse der Textur-Analyse zeigen in den einzelnen Profilen eine voneinander abweichende Kornverteilung, wie aus Tabelle 1 zu sehen ist.

Um für die gesamten bodenartlich sehr heterogenen Flächen eine einheitliche Aussage machen zu können, wurden hierbei die Durchschnittswerte der gleich behandelten Parzellen ermittelt:

50 mm Wassergabe	Parzellen	5 u. 15
70 mm	„	7 u. 14
90 mm	„	6 u. 16
Beregnung	„	17 u. 19

Am Anfang und Ende jeder Bewässerungsperiode wurden die Wasserproben von der Talsperre Demirköprü bis zum Feld an 8 Stellen und während der Bewässerung am Meßwehr entnommen. Die Analysen ergeben in der

Wasserqualität eine mäßige Salinität und ein geringes Natrium-Adsorptionsverhältnis. Letzteres zeigt von der Talsperre bis zum Versuchsfeld einen Anstieg von 0,60 m/l auf 1,6 m/l (2).

Angebaute Kulturpflanzen waren Baumwolle (Sorte Koker), Weizen (Sorte Penjamo 62), Bohne (Sorte Seavay) und Kichererbse als Gründüngung.

Tabelle 1: Kornverteilung, prozentualer Gehalt an CaCO₃ und org. Substanz von 8 Profilen des Versuchsfeldes

Parz. Nr.	Tiefe in cm	2-0,06 mm Sand	0,06-0,002 mm Schluff in % des Feinbodens	<0,002 mm Ton	CaCO ₃	org. Subst.
5	0-30	42,3	52,3	5,4	5,4	1,1
	30-60	46,3	44,3	9,4	5,6	0,8
	60-90	11,2	66,2	22,7	12,8	0,7
6		38,8	51,3	9,8	5,4	1,1
		52,2	39,2	8,6	5,6	0,7
		12,8	58,5	28,7	12,4	1,2
7		58,2	13,4	28,4	6,8	1,1
		61,9	33,9	4,2	5,3	0,6
		11,9	36,6	51,5	11,3	0,6
14		33,6	52,1	14,2	5,9	0,9
		29,1	58,6	12,3	6,0	0,8
		29,4	57,7	12,9	6,7	0,5
15		33,3	51,7	14,9	6,0	0,9
		33,4	55,7	10,9	6,4	0,6
		7,1	52,8	40,1	11,8	0,9
16		32,6	53,3	14,0	6,0	0,8
		13,4	62,3	24,3	9,6	0,8
		32,2	57,8	10,0	7,3	0,7
17		38,3	47,7	14,0	6,8	1,1
		50,1	42,0	8,0	5,9	0,8
		37,8	52,1	10,0	7,9	0,8
19		26,6	57,9	15,5	8,0	1,3
		65,3	29,4	5,4	5,7	0,6
		74,5	19,4	6,1	4,7	0,6

Um eine Aussagekraft über die Salzdynamik der bewässerten Böden zu erhalten, wurden neben Bestimmungen von pF, Textur, Infiltrationsrate, CaCO₃, Org. Substanz und Analysen des Bewässerungswassers (Sedimentation, Gesamtsalzgehalt, Kationen, Anionen und pH) folgende Untersuchungen durchgeführt.

Gesamtsalzgehalt	: mit Leitfähigkeitsmeßbrücke im Extrakt bei 25° C in mmho/cm
Lösliche Salze	: im Bodenextrakt
Na, K	: Flammen-Photometer (Typ CDM 2 d)
Ca	: Titration mit Titriplex III
Mg	: Titration mit Titriplex III
Cl	: Titration mit Silbernitrat
HCO ₃	: Titration mit Schwefelsäure
SO ₄	: Titration mit Ba Cl ₂
PH	: pH-Meter mit Glaselektrode
AK	: nach Mehlich

3. Ergebnisse aus den Untersuchungen

Während der Bewässerung wird durch die Wasserzufuhr in der warmen Jahreszeit im Boden die Freisetzung von Salzen besonders stark gefördert. Nach Beendigung der Bewässerung werden die freigesetzten Salze im Kapillarstrom nach oben transportiert und reichern sich im Oberboden an. Der Grundwasserstand lag im Oktober 1969 bei 2,40 m und im Juni 1970 bei 1,80 m. Wie sich die Salzdynamik unter dem Einfluß der unterschiedlichen Bewässerungsverfahren in Abhängigkeit von der Jahreszeit entwickelt, sollen die folgenden Kennwerte zeigen:

- Elektrische Leitfähigkeit ($EC_{25^{\circ} C}^{10^3}$)
- SAR (sodium adsorption ratio)- und SSP (sodium percentage)-Werte der wasserlöslichen Salze des Bodenextraktes
- Jahreszeitliche Schwankungen im Salzhaushalt.

3.1. Elektrische Leitfähigkeit des Bodenextraktes

Wie in den folgenden Darstellungen (Abb. 1 a–c) zu ersehen ist, zeigt sie in der Bodentiefe 0–30 cm bei den Bewässerungsverfahren Furche und Beregnung zwar nicht gleich hohe Werte, aber vergleichbare Tendenzen.

Die Unterflurbewässerung verursachte die größte Schwankungsbreite im Vergleich zu den anderen Methoden. Sie hat im Frühjahr 1970 den niedrigsten aller bei den vier Verfahren festgestellten Werte und im Herbst den höchsten. Auch zeigen sich andere Tendenzen insofern, als die EC zwischen Sommer 1970 und Herbst 1970 noch stark ansteigt, während sie bei Beregnung und Furche in diesem Zeitraum bereits fällt. Eine deutlich andere Tendenz zeigt das Borderverfahren. Hier steigt die EC zunächst an bis

zum Frühjahr 1970. Zu diesem Zeitpunkt hat dieses Verfahren höhere Werte als die anderen Methoden, die hier einen Tiefpunkt aufweisen.

In den Tiefen 30–60 cm und 60–90 cm bewegen sich die Schwankungen bei der Beregnung und Furchen-Bewässerung etwa mit der gleichen Tendenz wie in der obersten Bodenschicht. Im Winter 1970/71 ist in der Tiefe 60–90 cm ein Anstieg zu bemerken. Dieser ist durch die Einwaschung von löslichen Salzen in die tieferen Bodenschichten zu erklären.

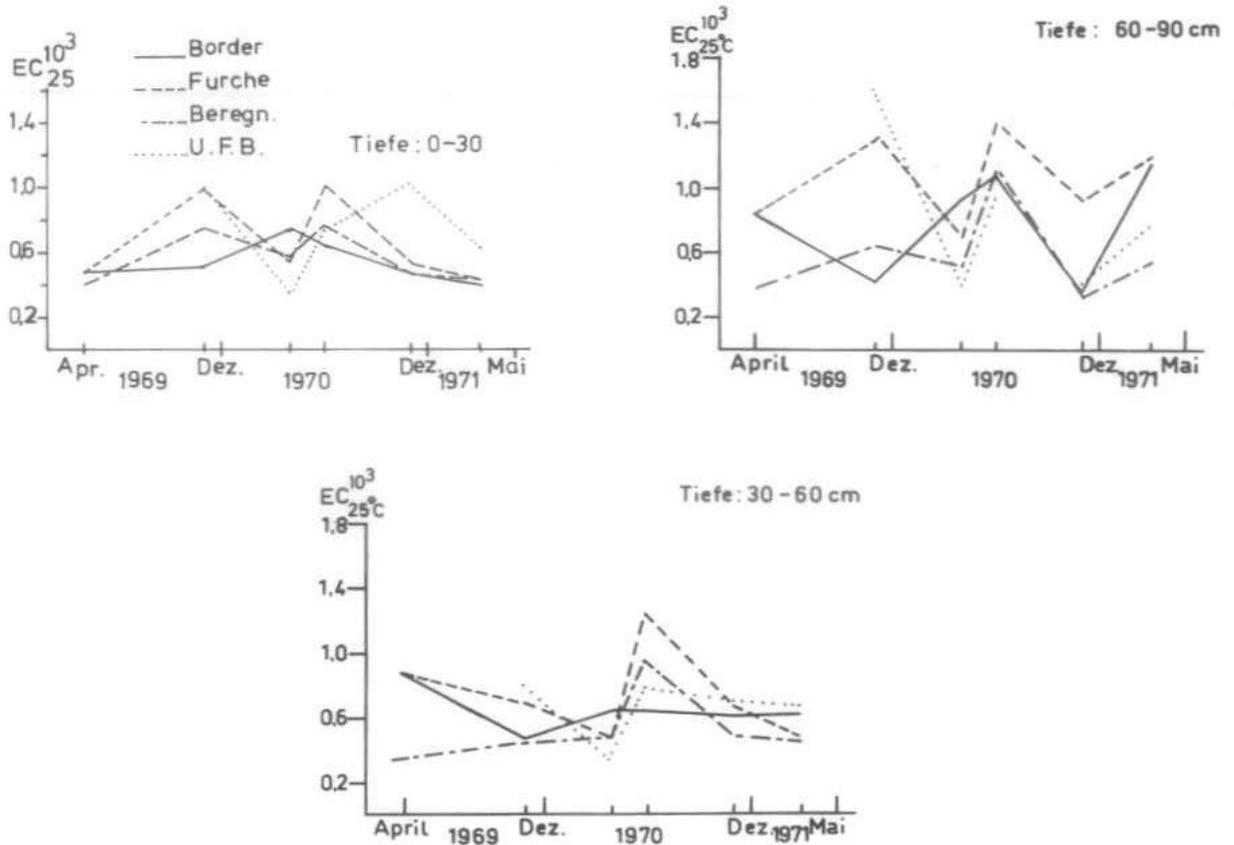


Abbildung 1 a - c: Elektrische Leitfähigkeit (EC) des Bodenextraktes in drei Tiefen bei verschiedenen Bewässerungsverfahren, Entwicklung 1969–1971

3.2. SAR- und SSP-Werte der wasserlöslichen Salze des Bodenextraktes

Bei allen Bewässerungsverfahren zeigt die chemische Zusammensetzung der wasserlöslichen Salze in den Sättigungsextrakten, daß das Verhältnis von Na-Ionen zu den Gesamtkationen (SSP) und die relative Wirkung der Na-Ionen bei Austauschprozessen (SAR) mit größerer Tiefe in fast allen Profilen zunimmt. Dies ist aus der Tabelle 2 zu ersehen.

Auffällig ist bei allen Bodentiefen, daß die SAR-Werte der Variante Border, 50 mm Wassergabe, meist niedriger liegen als die der anderen Verfahren.

Tabelle 2: SAR- u. SSP-Werte der wasserlöslichen Salze
des Bodenextraktes der verschiedenen Bewässerungs-Verfahren während des Untersuchungszeitraumes

Wassergabe in mm		B o r d e r						F u r c h e			Beregnung	U F B			
		50		70		90		50		70	90	50	50		
Zeit d. Proben.	Tiefe in cm	SAR	SSP	SAR	SSP	SAR	SSP	SAR	SSP	SAR	SSP	SAR	SSP		
Apr. 1969	0-30	0,90	28,92	1,48	29,07	1,17	27,74	0,90	28,92	1,48	29,07	1,17	27,74	0,89	25,00
	30-60	1,02	27,81	1,40	31,55	1,71	29,35	1,02	27,81	1,40	31,55	1,71	29,35	1,27	38,17
	60-90	1,25	34,41	2,67	47,12	1,66	37,35	1,25	34,41	2,67	47,12	1,66	37,35	1,40	37,84
Nov. 1969	0-30	0,85	29,40	1,06	23,84	0,98	17,53	0,99	18,52	0,83	12,71	1,05	22,62	1,22	25,65
	30-60	1,18	39,33	1,22	27,16	0,98	20,04	1,46	31,59	1,07	20,83	1,06	25,85	1,21	31,42
	60-90	1,46	50,12	1,90	37,12	1,67	32,76	2,37	36,36	2,02	28,64	1,73	36,18	1,06	23,84
Apr. 1970	0-30	1,09	30,13	1,27	33,75	1,34	29,83	1,30	29,50	1,10	30,56	1,51	40,39	1,54	33,97
	30-60	1,68	44,22	1,84	44,37	1,70	29,61	1,42	33,45	1,59	40,36	1,83	41,81	1,44	35,83
	60-90	1,17	30,85	1,62	40,00	2,33	46,40	2,12	42,22	1,45	35,10	1,95	39,14	1,75	38,96
Juni 1970	0-30	0,59	18,21	1,22	26,02	1,06	21,06	1,15	21,03	1,50	23,70	0,90	19,27	1,09	24,06
	30-60	0,93	28,73	1,91	33,70	1,42	27,60	2,04	32,54	1,36	29,62	1,44	26,30	2,02	36,57
	60-90	2,30	46,33	2,44	37,28	1,91	30,61	2,19	32,43	3,16	39,80	2,19	33,06	2,78	43,08
Nov. 1970	0-30	0,78	26,69	0,92	20,00	1,01	24,35	1,11	25,19	0,86	20,79	1,22	26,85	1,27	30,99
	30-60	0,81	26,32	0,94	22,75	1,31	26,85	1,23	44,12	0,94	22,41	1,37	27,54	1,07	25,43
	60-90	0,99	35,66	1,13	26,32	2,19	37,78	1,66	50,68	1,40	31,55	1,15	24,29	1,20	34,43
März 1971	0-30	0,67	26,67	1,34	33,47	0,82	23,77	0,72	19,54	1,05	27,27	0,86	25,94	1,32	35,24
	30-60	1,02	33,50	1,28	32,79	1,59	38,16	1,44	35,77	1,50	36,00	1,36	32,55	1,49	38,01
	60-90	1,41	32,49	2,29	37,42	1,83	41,16	2,41	42,40	2,63	41,49	1,47	33,76	2,70	55,75

3.3. Jahreszeitliche Schwankungen im Salzhaushalt

Um eine evtl. vorhandene Versalzung nachzuweisen, wurden die elektrische Leitfähigkeit und die löslichen Ionen unter Berücksichtigung ihrer Abhängigkeit von den Bewässerungsverfahren und von Bodenprobe-Entnahmetiefe im Untersuchungszeitraum verglichen. Hierzu wurde der prozentuale Salzgehalt und daraus der Versalzungsfaktor (SV-Faktor) in den drei üblichen Bodentiefen und den vier Bewässerungsverfahren errechnet. Nach Janitzky (3) ist dieser Faktor „gleich dem Verhältnis des Gesamtsalzgehaltes oder eines Ions bei Höhepunkt der Salzansammlung am Ende der Trockenheit zu dem Gehalt bei maximaler Entsalzung zu Beginn der Trockenheit“.

Ergebnisse sind in der Tabelle 3 wiedergegeben. Der errechnete SV-Faktor bezieht sich dabei stets auf die Veränderung des Salzgehaltes zwischen Frühjahr und Herbst des gleichen Jahres. Festgestellte Versalzungen in diesem Zeitraum sind an dem Versalzungsfaktor $SV > 1$ zu erkennen.

Tabelle 3: Prozentualer Salzgehalt und Versalzungsfaktor bei allen Bewässerungsverfahren

Tiefe in cm	B o r d e r			F u r c h e n		
	% Salzgehalt		SV	% Salzgehalt		SV
50 mm Wassergabe						
	<u>April 69</u>	<u>Nov.69</u>		<u>April 69</u>	<u>Nov.69</u>	
0-30	0,0162	0,0174	> 1	0,0162	0,0365	> 1
30-60	0,0313	0,0171	< 1	0,0313	0,0300	< 1
60-90	0,0463	0,0132	< 1	0,0463	0,0432	< 1
70 mm Wassergabe						
	0,0208	0,0225	> 1	0,0208	0,0510	> 1
	0,0163	0,0218	> 1	0,0163	0,0275	> 1
	0,0350	0,0354	> 1	0,0350	0,0634	> 1
90 mm Wassergabe						
	0,0166	0,0325	> 1	0,0166	0,0261	> 1
	0,0333	0,0264	< 1	0,0333	0,0162	< 1
	0,0268	0,0257	< 1	0,0268	0,0284	> 1
	<u>Beregnung</u>			<u>Unterflurbewässerung</u>		
	0,0144	0,0257	> 1	0,0118	0,0230	> 1
	0,0105	0,0147	> 1	0,0119	0,0254	> 1
	0,0123	0,0225	> 1	0,0142	0,0310	> 1

Die in der Tabelle 4 aufgeführten Prozentzahlen für die löslichen Kationen Na, Ca, Mg – bei allen Bewässerungsverfahren 50 mm Wassergabe – liegen Ende des ersten Bewässerungsjahres im großen und ganzen im Be-

reich um 30%. Das Vorherrschen eines Kations ist nicht feststellbar. Es kann daher kaum ein bestimmter Versalzungstyp angegeben werden. Das gleiche trifft auch für die dazugehörigen Anionen zu. Allerdings tritt die Zunahme der Na-Ionen mit steigender Bodentiefe klar bei Border und Furche in Erscheinung. Bei UFB steigen die Na-Werte mit zunehmender Tiefe in geringerem Maße an.

Tabelle 4: Prozentualer Anteil der einzelnen Ionen an den Gesamt-Kationen bzw. Gesamt-Anionen bei allen Bewässerungsverfahren

	Tiefe in cm	Na ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻⁻
<u>B o r d e r</u>							
Apr. 1969	0-30	28,92	29,62	29,62	53,94	23,32	22,74
	30-60	27,81	36,71	30,03	36,23	37,67	26,49
	60-90	34,44	34,44	29,69	40,40	26,94	32,66
Nov. 1969		29,40	34,48	30,85	40,70	30,52	28,78
		39,33	35,25	24,21	44,48	24,71	30,81
		50,12	21,91	26,76	45,06	22,53	32,41
<u>F u r c h e</u>							
Apr. 1969		28,92	29,62	29,62	53,94	23,32	22,74
		27,81	36,71	30,03	36,23	37,67	26,49
		34,40	34,44	29,69	40,40	26,94	32,66
Nov. 1969		18,52	42,29	33,21	32,61	28,13	39,26
		31,59	28,21	38,08	36,01	22,16	41,83
		36,36	18,78	43,95	21,85	46,83	31,32
<u>B e r e g n u n g</u>							
Apr. 1969		25,00	30,95	35,71	51,13	19,06	29,81
		38,17	28,39	28,39	49,27	10,95	39,78
		37,84	24,57	34,40	43,52	17,41	39,07
Nov. 1969		25,65	34,53	36,99	32,47	15,35	52,18
		31,42	30,80	34,91	43,34	24,08	32,58
		23,84	32,96	39,27	44,20	22,79	33,01
<u>Unterflurbewässerung</u>							
Apr. 1970		27,04	51,02	17,86	44,53	22,00	33,48
		37,56	26,30	13,23	38,46	20,92	40,62
		36,10	27,20	24,07	19,15	31,25	49,60
Juni 1970		22,72	48,80	22,73	38,06	18,69	43,25
		32,75	43,94	17,98	41,34	03,54	55,12
		37,73	45,14	13,31	52,52	02,39	45,09

3.4. Mathematisch statistische Auswertungen der bodenchemischen Kenngrößen

Aus den varianzanalytischen Auswertungen der bodenchemischen Kenngrößen der Bewässerungsverfahren können für die Haupteinflußfaktoren folgende Schlüsse gezogen werden.

Für die Haupteinflußfaktoren „Wassermenge“ und „Zeiten“ zeigt der F-Test für die elektrische Leitfähigkeit bei der Border- und Furchen-Bewässerung signifikante Unterschiede. Zwischen den drei Tiefen bestehen hochsignifikante Unterschiede. Bei der Beregnung und UFB weist der F-Test nur für den Faktor „Jahreszeit“ signifikante bzw. hochsignifikante Unterschiede auf (2).

Zur Beurteilung der Beziehungen zwischen den einzelnen löslichen Salzen wurden die Korrelationskoeffizienten und die dazugehörigen linearen Regressionsgleichungen berechnet und dargestellt.

Bei fast allen Berechnungen wurden hochsignifikante Korrelationskoeffizienten festgestellt, die auf gute lineare Beziehungen zwischen den entsprechenden Variablen schließen lassen. In der Abbildung 2 (Beziehungen EC zu Na*) zeigen alle Geraden einen positiven Anstieg.

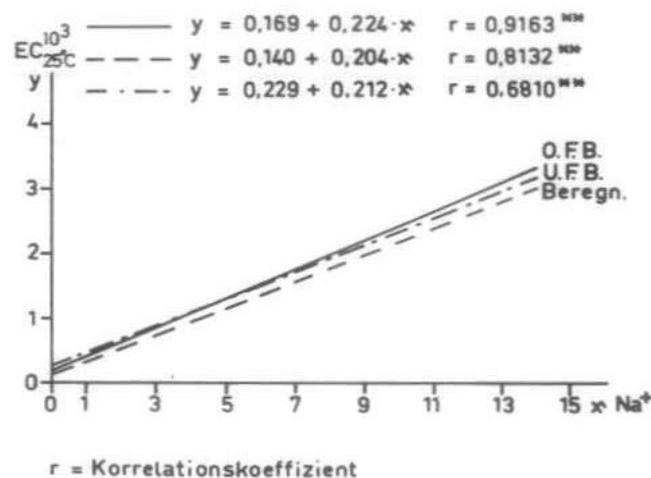


Abbildung 2: Beziehung der elektrischen Leitfähigkeit zu Na-Ionen bei drei Bewässerungsverfahren

Bei einem Vergleich der Geraden für einzelne Bewässerungsverfahren ist festzustellen, daß die Beregnung den geringsten Anstieg gegenüber der Unterflurbewässerung und der Border-Furchen-Bewässerung hat, d. h. die Beregnung wirkt sich bei dieser Beziehung zwischen EC und Na-Gehalt am günstigsten aus.

Die Beziehungen der elektrischen Leitfähigkeit zu den einzelnen löslichen Kationen und Anionen in den Abbildungen 3 a–f weisen bei allen Bewässerungsverfahren positive Anstiege auf. Die Berechnung zeigt bei allen Kationen annähernd gleiche Verhältnisse, während bei den anderen Bewässerungsverfahren deutliche Unterschiede festzustellen sind.

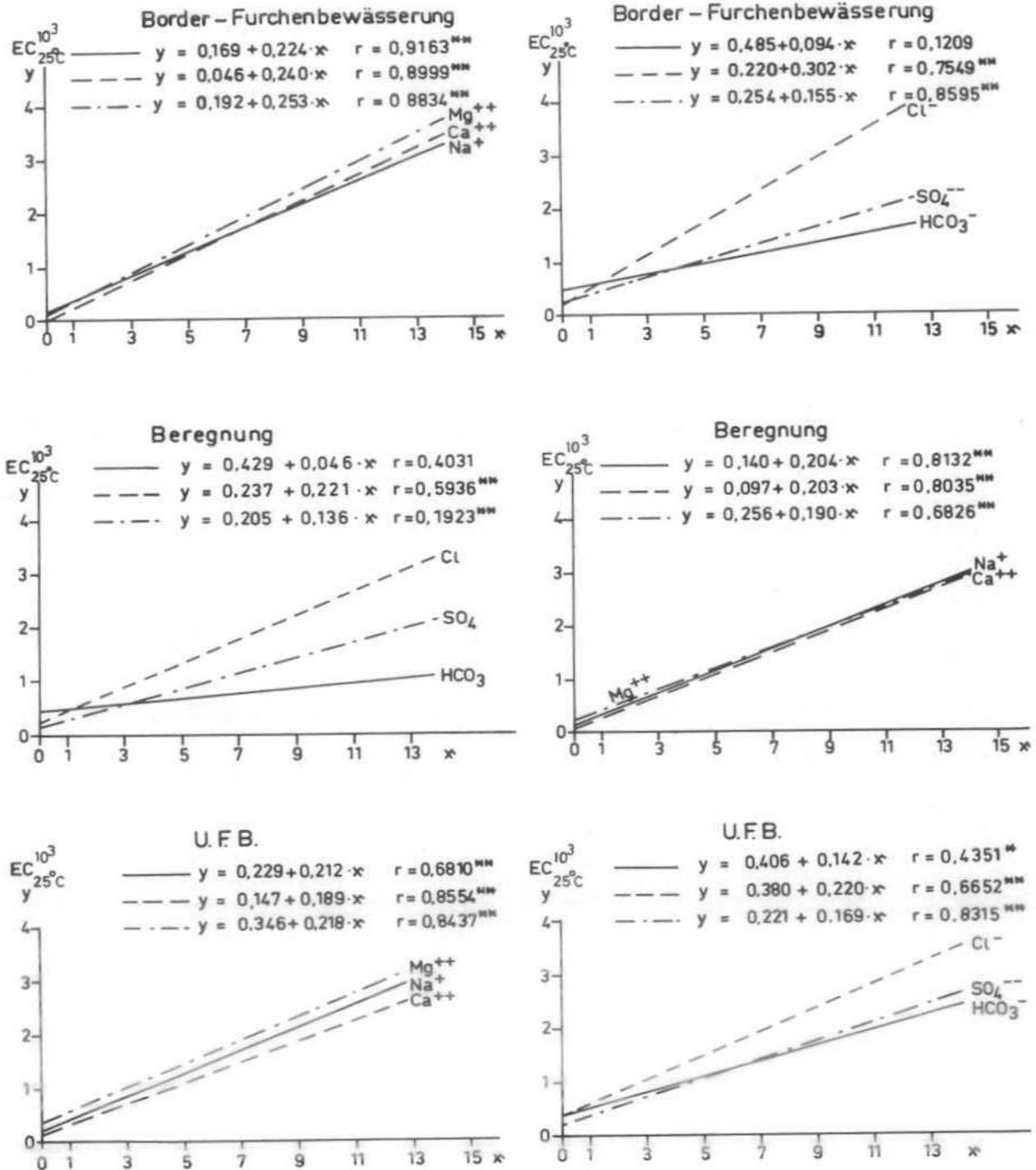


Abbildung 3 a - f: Beziehungen der elektrischen Leitfähigkeit zu den einzelnen löslichen Kationen und Anionen

Die Wirkung von Mg^{++} auf EC ist bei der Unterflurbewässerung und bei der Border- und Furchen-Bewässerung gleich, die von Na^+ und Ca^{++} ist bei beiden Verfahren schwächer als bei Mg^{++} , wobei bei der Border- und Furchen-Bewässerung Ca^{++} eine stärkere Wirkung auf EC zeigt als Na^+ . Bei der Unterflurbewässerung ist diese Beziehung gerade umgekehrt. Die Darstellung verdeutlicht eine Zunahme der elektrischen Leitfähigkeit mit steigender Cl-Ionen-Konzentration. Daraus kann man folgern, daß die starken Schwankungen der elektrischen Leitfähigkeit eben durch leichtlösliche Chloride, insbesondere durch $NaCl$, $MgCl_2$, hervorgerufen werden.

4. Folgerungen und Vorschläge

Zwischen den Verfahren Border- und Furchen-Bewässerung bzw. Border-Bewässerung und Beregnung sind auch nach der mathematisch-statistischen Auswertung keine Unterschiede in der Salzdynamik festzustellen.

Statistisch gesichert sind Unterschiede in der Salzdynamik jedoch nur zwischen Beregnung und Unterflurbewässerung. So ist bei den Wassergaben von 70 und 90 mm eine Salzanreicherung in den oberen Zentimetern nicht festzustellen, und die Auswaschung durch die Winterniederschläge fast vollständig. Innerhalb der übrigen Bewässerungsverfahren ist die Höhe der Wassergabe von entscheidendem Einfluß auf die Salzbewegung im Boden. Die 50 mm Wassergabe hat wegen ihrer geringeren Eindringtiefe eine Salzanreicherung in den oberen 30 cm zur Folge, die auch durch die Winterniederschläge nicht vollständig ausgewaschen werden kann. Die 70 mm Wassergabe verhindert durch ihre höhere Eindringtiefe eine Salzanreicherung in den oberen Zentimetern und fördert dadurch die Auswaschung der vorhandenen löslichen Salze durch die Winterniederschläge. Die 90 mm Wassergabe hat ähnliche Tendenzen. Auch bei ihr kann eine Salzanreicherung in den oberen Zentimetern nicht festgestellt werden. Da die Salzanreicherungszone in noch größerer Tiefe als bei der 70 mm Wassergabe liegt, können die löslichen Salze durch die Winterniederschläge fast vollständig ausgewaschen werden, wenn eine gute Vorflut vorhanden ist.

Um die durch den kapillaren Aufstieg aus dem Grundwasser hervorgerufene Versalzung bis in den Wurzelraum auszuschließen und die durch das Bewässerungswasser im Boden angereicherten Salze auszuwaschen, muß in der gesamten Menemen-Ebene ein gut angelegtes Entwässerungssystem geschaffen werden. Will man erreichen, daß die Grundwassererhöhung in den Sommermonaten unterbunden ist, dann muß man die Bewässerungskanäle abdichten und Erdkanäle so schnell wie möglich betonieren. Natrium- und chlorid-haltige Düngemittel sollten nicht verwendet werden. Außerdem ist eine Flurbereinigung zu Gunsten der allgemeinen Bewirtschaftung erforderlich.

5. Zusammenfassung

Die Untersuchungen ergaben, daß Unterschiede in der Salzdynamik zwischen den Verfahren Border- und Furchen-Bewässerung bzw. Beregnung nicht auftreten, während bei der Unterflurbewässerung wegen der Folienlage und der Bewässerungsrohre infolge veränderter Auswaschung der Salze durch die Winterniederschläge die Gefahr der Salzanreicherung gegeben ist. Die Höhe der Wassergabe bei den einzelnen Verfahren zeigt einen Einfluß auf die Salzbewegung.

Summary

The tests showed that no differences in the salt dynamics occur between border and/or furrow irrigation. In the case of subsurface irrigation there is a certain risk that the salt content raises due to the layer of plastic foil and the irrigation pipes, preventing that the salts are washed out of the root zone by the precipitation in winter. The level of the water application rate reveals an influence on the salt movement.

Literaturverzeichnis

1. ALTUGLU, B., 1966: İklim rasat neticeliri Nr. 22, Menemen/Izmir.
2. IMAMOGLU, A., 1973: Vergleichende Untersuchungen über die Wirkung verschiedener Bewässerungsverfahren auf die physikalischen und chemischen Eigenschaften des Bodens in der Menemen-Ebene / Izmir-Türkei. — Dissertation, Gießen.
3. JANITZKY, P., 1957: Salz- und Alkaliböden und Wege zu ihrer Verbesserung. — Gießener Abhandlungen zur Agrar- und Wirtschaftsforschung des Europäischen Ostens, Band 2, Kommissionsverlag, Gießen.
4. PHILIPPSON, A., 1968: Handbuch der Regionalen Geologie, H. 22, V. Band, Abt. Kleinasien.