

LANDWIRTSCHAFTLICHE BEWÄSSERUNG

Ein konzeptioneller Rahmen für problembezogene Projektansätze

- V O R E N T W U R F -

BD. 2 Anlagen

W. HUPPERT
Dipl.-Ing. (TU)
M.Sc.TAD (Agr.econ.)

GTZ/Abt. 15

Oktober 1984

I N H A L T B A N D 2

- ANHANG 1 Bewässerung in der HA1 der GTZ - Tabellen -
- ANHANG 2 Umweltverträglichkeit von Bewässerungs-
maßnahmen
- ANHANG 3 Rationelle Energieverwendung in der
Bewässerung
- ANHANG 4 Problemauflistung als Interviewgrundlage
zu Kapitel 1.3

A N H A N G 1

BEWÄSSERUNG IN DER HA1 DER GTZ

- TABELLEN -

ZUORDNUNG NACH PROJEKTTYP

PROJEKTTYP	LFD. NR.		HA 1		FB 152	
	1970-84	1984	Σ	1984	Σ	1984
A <u>BEWÄSSERUNGSPROJEKTE</u>						
A1 Bewässerungsprojekte mit Schwerpunkt Bautechnik (insbesondere Wassererschließung und Bewässerungsinfrastruktur)	1, 2, 3, 4, 5, 52, 70	-	7	-	4	-
A2 Bewässerungsprojekte mit Schwerpunkt landwirtschaftliche Beratung und ergänzender hydraulischer Infrastruktur	3A, 10, 14, 19, 30, 35, 61, 66 56 (12), (14)	3A, 10, 14, 56, 61	9	5	6	3
A3 Gesamtbewässerungsvorhaben	16, 27, 34, 57, 60, 8, 9	16, 27, 34, 57, 60	7	5	3	3
A4 Bewässerungsprojekte mit landwirtschaftlicher Verbundkomponente	22	-	1	-	-	-
	GESAMT		24	10	13	6
<u>DAVON: regionale Schwerpunkte</u>						
Nordafrika + Nahost + Europa	1, 14, 19, 30, 61, 66, 60, 8, 9	14, 61, 60	9	3	3	1
Afrika südlich der Sahara	56, 16, 57, 22, 70	56, 16, 57	5	3	3	2
Mittelasien	4, 5, 52, 35, 34	34	5	1	3	-
Ost- und Südostasien				-		-
Lateinamerika/Karibik	2, 3, 3A, 10, 27	3A, 10, 27	5	3	4	3
	GESAMT		24	10	13	6

PROJEKTTYP	LFD. NR.		HA 1		FB 152	
	1970-84	1984	Σ	1984	Σ	1984
B <u>BEWÄSSERUNGSPROJEKTE ALS TEIL EINER REGIONALEN ODER INTEGRIERTEN LÄNDLICHEN ENTWICKLUNG</u>						
B1 Landwirtschaftliche Verbund- projekte mit Bewässerungs- komponente	6, 7, 13, 11, 38, 46, 50, 53	38, 50, 53	8	3	-	-
B2 Ländliche Regionalentwicklung mit Bewässerungskomponente	12, 25, 36, 37, 40, 41, 54, 58, 63, 64, 59	12, 25, 36, 37, 40, 41, 54, 58, 63, 64, 59	11	11	1	1
	GESAMT		19	14	1	1
<u>DAVON: regionale Schwerpunkte</u>						
Nordafrika + Nahost + Europa	38, 50, 54	38, 50, 54	3	3	-	-
Subsahara Afrika	11, 12, 40, 41, 58	12, 40, 41, 58	5	4	-	-
Mittelasien	6, 46		2	-	-	-
Ost- und Südostasien	7, 13, 36, 37, 63, 64	36, 37, 63, 64	6	4	-	-
Lateinamerika/Karibik	25	25	1	1	1	1
	GESAMT		17	12	1	1

PROJEKTTYP	LFD. NR.		HA 1		FB 152	
	1970-84	1984	Σ	1984	Σ	1984
C <u>KOMPONENTENPROJEKTE MIT EINDEUTIGEM FACHLICHEN SCHWERPUNKT</u>						
C1 Versuchs- und Pilotstationen						
C1A Bewässerungsversuchsstation	17, 24, 47, 48	48	4	1	4	-
C1B Landwirtschaftliche Versuchs- und Ausbildungszentren mit Bewässerungskomponente	(11), 23, 45, 49, (61)	(61)	5	1	-	-
C1C Pilotprojekte zur Daten- und Informationsgewinnung	28, 67	28	2	1	1	1
C2 Angewandte Bewässerungs- forschung	69	-	1	-	1	-
C3 Studien für Bewässerungs- projekte	26	26	1	1	1	1
C4 Kulturtechnische Fragen						
C5 Fachliche Institutionen- beratung						
C5A Regierungsberatung "Bewässerung"	20, 44, 62	44, 62	3	2	-	-
C5B Institutionenberatung "Bewässerung"	29, 39	29, 39	2	2	1	1
C5C Beratung von Genossenschaften - Dienstleistungszentren im Bereich Bewässerung	32, 33	32	2	1	-	-
C6 Überregionale Studien	31	-	1	-	1	-
C7 Betrieb und Unterhaltung	enthalten in A2, A3, A4					

PROJEKTTYP	LFD. NR.		HA 1		FB 152	
	1970-84	1984	Σ	1984	Σ	1984
D <u>REHABILITIERUNGSPROJEKTE</u>						
(auch unter Projekttypen A bis C aufgeführt)	25, 3A, 58, 10, 37, 39, 12	25, 3A, 58, 10, 37, 39, 12	7	7	3	3
<u>DAVON: (C + D)</u> <u>regionale Schwerpunkte</u>						
Nordafrika + Nahost + Europa (davon Europa)						
Afrika südlich der Sahara	12, 39, 58	12, 39, 58	3	3	-	-
Mittelasien						
Ost- und Südostasien	37	37	1	1	-	-
Lateinamerika/Karibik	3A, 10, 25	3A, 10, 25	3	3	3	3
Überregional						
	GESAMT		7	7	3	3

LÄNDERÜBERSICHT

LAND	HA 1		FB 152	
	1970 - 84	1984	1970 - 84	1984
Afghanistan	1	-	-	-
Ägypten	2	1	1	1
Bangladesh	3	1	1	1
Botswana	1	1	1	1
Brasilien	4	3	-	-
Chile	1	-	1	-
Elfenbeinküste	1	-	-	-
El Salvador	1	-	-	-
Gambia	1	1	1	1
Haiti	3	2	3	2
Honduras	1	-	-	-
Indien	3	-	-	-
Indonesien	3	2	-	-
Jemen	3	2	-	-
Jordanien	1	-	1	-
Kamerun	1	1	1	1
Kap Verde	1	-	-	-
Kenia	1	1	-	-
Liberia	1	1	-	-
Madagaskar	2	1	-	-
Marokko	1	-	-	-
Mauretanien	1	1	-	-
Nepal	1	-	-	-
Niger	2	1	1	-
Pakistan	1	1	-	-
Peru	2	2	2	2
Portugal	3	3	-	-
Sambia	1	-	-	-
Senegal	1	1	1	1
Simbabwe	1	1	-	-
Syrien	1	1	1	1
Tansania	3	1	-	-
Thailand	3	2	-	-
Tunesien	4	1	1	-
Zypern	1	-	1	-
Überregional	1	-	1	-
GESAMT	62	32	18	10

REGIONALE SCHWERPUNKTE

	1970 - 84	70-84	1984	84
a) <u>Projekte</u>	Lfd. Nr.	AN- ZAHL	Lfd. Nr.	AN- ZAHL
Nordafrika/ Nahost/Europa	8, 9, 14, 19, 24, 29, 30, 38, 48, 50, 54, 60, 61, 66, 67, 69	16	14, 29, 38, 48, 50, 54, 60, 61	8
(davon Europa)	(48, 60, 61, 30)	(4)	(48, 60, 61)	(3)
Afrika südlich der Sahara	11, 12, 16, 17, 22, 23, 26, 28, 39, 40, 41, 47, 49, 56, 57, 58, 62, 70	18	12, 16, 26, 28, 39, 40, 41, 56, 57, 59, 62	11
Mittelasien	1, 4, 5, 6, 34, 35, 46, 52, 59	9	34, 59	2
Ost- und Südostasien	7, 13, 36, 37, 63, 64	6	36, 37, 63, 64	4
Lateinamerika/ Karibik	2, 3, 3A, 20, 25 32, 33, 44, 53, 10, 27, 45	12	3A, 10, 25, 27, 32, 44, 53	7
Überregional	31	1	-	-
	GESAMT	62		32

[illegible]

ZUORDNUNG ZU FACHBEREICHEN

I = 1984 laufende Projekte, die ganz oder teilweise mit Bewässerung befaßt sind (Projekt A bis C)

II = 1984 laufende Bewässerungsprojekte (Projekttyp A)

<u>Abteilung 12: LRE</u>	I (Typ A - C)		II (Typ A)	
	Lfd. Nr.	Σ	Lfd. Nr.	Σ
FB 121 LRE Südost-/Ostasien	36, 37	2		
FB 122 LRE Nordafrika, Sahel, Nahost + Mittlerer Osten	59, 54, 39, 40	4		
FB 123 LRE Afrika	41, 12	2		
FB 124 Institutionenförderung	32, 58	2		
Insgesamt Abt. 12		10		-

Abteilung 13: Pflanzliche Produktion und Forstwirtschaft

FB 131 Pflanzenbau	44, 53	2		
Insgesamt Abt. 13		2		-

Abteilung 14: Tierische Produktion, Veterinärwesen und Fischerei

FB 141 Tierzucht, -haltung und -ernährung	50, 64, 63	3		
FB 144 Landwirtschaftliches Versuchsprojekte Afrika I	16, 62	2	16	1
Insgesamt Abt. 14		5		1

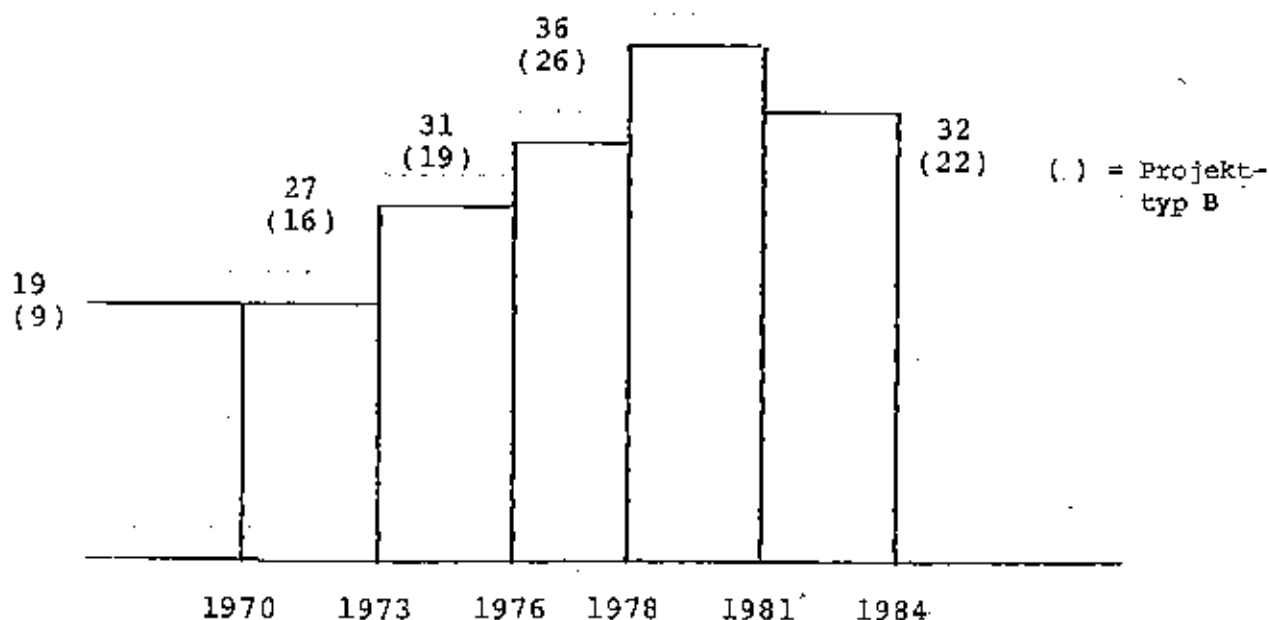
Abteilung 15: Agrar-, Kulturtechnik und Agroindustrie

FB 152 Kulturtechnik und Bewässerungsland- wirtschaft	34, 56, 3A, 57, 10, 28, 29, 25, 27, 26	10	3A, 10, 56, 27, 34, 57	6
FB 154 Landwirtschaftliche Verbund- projekte Europa, Nordafrika, Sahel, Nahost, Mittlerer Osten	38, 48, 60, 61, 14	5	60, 61	2
Insgesamt Abt. 15		15		8
Insgesamt HA I		32		10

ZUORDNUNG NACH DURCHFÜHRUNGSZEITRAUM

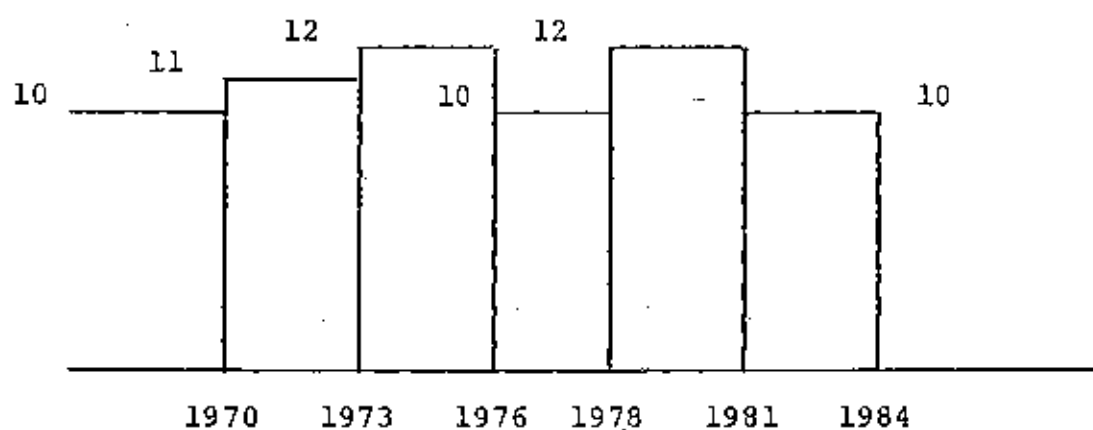
a) Alle Projekttypen

LAUFENDE PROJEKTE IM JAHRE	LFD. Nr.	Σ
1970	1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 22, 23, 46, 50, 66, 67, 69	19
1973	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 22, 23, 46, 50, 69	19
1976	1, 2, 3, 5, 6, 8, 10, 11, 12, 14, 16, 17, 19, 20, 22, 23, 27, 32, 33, 35, 36, 39, 46, 49, 50, 69, 70	27
1978	2, 3, 5, 6, 10, 12, 14, 16, 17, 19, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 35, 36, 38, 39, 44, 45, 46, 47, 50, 69	31
1981	3, 10, 12, 14, 16, 17, 19, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 44, 45, 47, 48, 49, 52, 53, 54, 60, 63, 64	36
1984	3, 10, 12, 14, 16, 25, 26, 27, 28, 29, 32, 34, 36, 37, 39, 40, 41, 38, 44, 48, 50, 53, 54, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64	32



a) Bewässerungsprojekte (Projekttyp A)

LAUFENDE PROJEKTE IM JAHRE	LFD. Nr.	Σ
1970	1, 2, 4, 5, 8, 9, 10, 14, 22, 66	10
1973	1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 14, 19, 22	11
1976	1, 2, 3, 5, 8, 10, 14, 16, 19, 22, 27, 35	12
1978	2, 3, 5, 10, 14, 16, 19, 27, 30, 35	10
1981	3, 3A, 10, 14, 16, 19, 27, 30, 34, 35, 52, 60	12
1984	3A, 10, 14, 16, 27, 34, 56, 57, 60, 61	10



PROJEKTLISTE

LFD. NR.	PROJEKT- NR.	LAND	PROJEKTBEZEICHNUNG	PROJ. TYP	BEARB. ZEITR. (CA.)	ZU- STÄND. FB	BEMERKUNGEN
1	65.2093.6	AFGHANISTAN	Landwirtschaft- liche Regionalent- wicklung in der Provinz PAKTIA	A1	66 - 77	143 (76)	
24	75.2051.3	ÄGYPTEN	Feldversuche mit Bewässerungstech- niken	C1A	77 - 81	152	
50	74.2035.9	ÄGYPTEN	Regionale land- wirtschaftliche Entwicklung EL NAHDA	B1	seit 75	141	
34	79.2087.9	BANGLADESH	Landwirtschaft- liche Förderungs- maßnahmen TANGIL	A3	seit 80	152	
35	80.2211.3	BANGLADESH	Landwirtschaft- licher Wiederauf- bau im Distrikt CHITTA GONG	A2	75 - 81	121	
52	80.2211.3	BANGLADESH	Landwirtschaft- liches Programm CHITTA GONG - Kleinbewässerung mit Flachbrunnen	A1	81	152	
56	82.2048.5	BOTSWANA	Verbesserung der Molapo-Landwirt- schaft	A2	seit 82	152	
20	74.2191.0	BRASIL IEN	Regierungsberater am Landwirt- schaftsministerium in MINAS GERAIS	C5A	74 - 76	111 (76)	
44	77.2115.2	BRASIL IEN	Regierungsberater beim Bundesland- wirtschaftsmini- sterium für die verbesserte Nut- zung bewässerungs- fähiger Flußniede- rungen	C5A	seit 78	131	

X

LFD. NR.	PROJEKT-NR.	LAND	PROJEKTBEZEICHNUNG	PROJ. TYP	BEARB. ZEITR. (CA.)	ZU- STÄND. FB	BEMERKUNGEN
32	76,2069,3	BRASIL IEN	Berater für Genos- senschaftswesen beim DNOCS	G5C	seit 76	124	
53	78,2198,6	BRASIL IEN	Förderung der Landwirtschaft in semiariden Gebie- ten des Nordostens Brasiliens - PIAUI	B1	seit 80	131	
2	68,2072,4	CHILE	Wasserbau-Muster- vorhaben zur Er- schließung der Grundwasservorräte im Tal des Rio Claro de Rongo	A1	68 - 78	152	
22	65,2035,7	ELFENBEINKÜSTE	Dorfentwicklung KORHOGO	A4	70 - 76	134 (76)	
33	63,2112,9	EL SALVADOR	Landwirtschaft- liche Dienstlei- stungszentren ATIOCOYO	G5C	76 - 81	113 (81)	
57	80,2135,4	GAMB I A	Erweiterung von Reisanbauflächen	A3	seit 82	152	
3	62,2157,6	HAITI	Bewässerungsvor- haben GONAIVES und CUL DE SAC-Ebenen	A1	72 - 81	152	
3A	80,2168,5	HAITI	Landwirtschaft- liche Erschließung der GONAIVES-Ebene	A2	seit 81	152	
25	77,2001,4	HAITI	Landwirtschaft- liche Entwicklung der Nordprovinz	B2	seit 78	152	
45	77,2185,5	HONDURAS	Landwirtschaft- liche Ausbildungs- stätte LA PAZ	C1B	78 - 81	144	
4	- (FE 162)	IND IEN	Landwirtschaft- liches Beratungs- vorhaben im MANDI- Distrikt	A1	62 - 74	-	

LFD. NR.	PROJEKT-NR.	LAND	PROJEKTBEZEICHNUNG	PROJ. TYP	BEARB. ZEITR. (CA.)	ZU-STAND. FB	BEMERKUNGEN
5	62.2307.7	INDIEN	Landwirtschaftliche Beratung KANGRA	A1	67 - 78	124 (78)	
6	68.2095.5	INDIEN	Landwirtschaftliches Beratungsvorhaben IGADA-ALMORA	B1	70 - 78	124 (78)	
7	- (FE 7006/ 1511/ 1334)	INDONESIEN	Landwirtschaftliche Produktionsmittel für Indonesien	B1	68 - 73	-	
36	76.2010.7	INDONESIEN	Ländliches Regionalentwicklungsprojekt Ost-Kalimantan TAD	B2	seit 76	121	
37	79.2149.7	INDONESIEN	Integrierte ländliche Regionalentwicklung WEST PASAMAN	B2	seit 79	121	
38	75.2067.9	JEMEN	Landwirtschaftsprogramm AL BAH	B1	seit 77	154	
8	67.2065.0	JORDANIEN	Bewässerungsprojekt WADI ARJA	A3	68 - 76	152	
26	77.2044.4	KAMERUN	Landwirtschaftliche Erschließung des BENOUE-Tals bei Garone	C3	seit 78	152	
16	74.2247.0 81.2186.5	KENIA	Kleinbewässerungsvorhaben in den ariden und semiariden Gebieten Kenias	A3	seit 75	144	
41	76.2110.5	LIBERIA	Integrierte ländliche Regionalentwicklung NIMBA COUNTY	B2	seit 79	123	

LFD. NR.	PROJEKT- NR.	LAND	PROJEKTBEZEICHNUNG	PROJ. TYP	BEARB. ZEITR. (CA.)	ZU- STAND. FB	BEMERKUNGEN
23	68,2052,6	MADAGASKAR	Operation TSARAHASINA	C1B	69 - 77	132 (76)	
58	80,2188,3	MADAGASKAR	Integrierte land- wirtschaftliche Entwicklung in der Region PORT BERGE	B2	seit 83	124	
9	- (FE 2992)	MAROKKO	Landwirtschaft- liches Siedlungs- vorhaben in der Gase Bou RBIA	A3	66 - 73	-	
39	75,2232,9 81,2071,9	MAURETANIEN	Landwirtschaft- liche Entwicklung der TAGANT-Region	C5B	seit 76	122	
46	67,2076,7	NEPAL	Landwirtschaft- liche Beratung und Ausbildung in der GANDAKI-Zone	B1	68 - 78	124	
40	77,2028,7	NIGER	Landwirtschaft- liche Entwicklung im Departement TAHOUA	B2	seit 80	122	
59	81,2193,1	PAKISTAN	Selbsthilfeförde- rung Belutschistan	B2	seit 83	122	
10	66,2057,9	PERU	Landwirtschaft- liche Berater- gruppe im TINA- JONES-Bewässe- rungsvorhaben	A2	seit 67	152	
21	76,2020,6	PERU	Bewässerung im Andenhochland	A3	seit 76	152	
48	77,2111,1	PORTUGAL	Entwicklung der Landwirtschaft am Unterlauf des RIO MONDEGO	C1A	seit 79	154	

LFD. NR.	PROJEKT-NR.	LAND	PROJEKTBEZEICHNUNG	PROJ. TYP	BEARB. ZEITR. (CA.)	ZU- STÄND. FB	BEMERKUNGEN
60	79,2230,5	PORTUGAL	Unterstützung bei der landwirtschaftlichen Entwicklung des Gebietes COVA DE BEIRA	A3	seit 81	154	
61	79,2263,6	PORTUGAL	Förderung der landwirtschaftlichen Entwicklung der Region Funchal	A2	seit 82	154	
17	72,2126,0	SAMBIA	Versuchsstation für Bewässerungslandwirtschaft	C1A	74 - 78	152	
28	72,2021,3	SENEGAL	Versuchsprojekt BAS SALOUM	C1C	seit 77	152	
62	81,2028,9	SIMBABWE	Beratung für ländliche Entwicklung	C5A	seit 82	144	
29	77,2176,4	SYRIEN	Förderung des ASCAD	C5B	seit 77	152	
11	62,2136,0	TANSANIA	Versuchs- und Lehranstalt IFAKARA (KATRIN)	C1B (B1)	64 - 76	131- (76)	C1B in Anfangsphase
12	77,2234,1 77,2195,4	TANSANIA	Förderung von kleinbäuerlicher Bewässerung (TANGA-Region)	(A3) 82 (D)	seit 72		Bearbeitung der Bew. komp. seit ca. 78
49	71,2055,3	TANSANIA	Beratung MATI-MYEGEZI	C1B	76 - 81	151	
13	- (FE 314)	THAILAND	Beratung für landwirtschaftliches Siedlungswesen	B1	67 - 73	- (111/2a)	
63	75,2032,3	THAILAND	Thai-German-Land-Settlement Promotion Project	82	seit 78	141	

LFD. NR.	PROJEKT- NR.	LAND	PROJEKTBEZEICHNUNG	PROJ. TYP	BEARB. ZEITR. (CA.)	ZU- STAND, FB	BEMERKUNGEN
64	79,2188,5	THAILAND	Bergregionenent- wicklung in Nord- thailand	B2	seit 81	121	
14	68,2007,0 82,9016,5	TUNESIEN	Landwirtschaft- liche Beratung BOU MEURTMA (JENDOLBA)	A2 (A3)	seit 68	154	
19	74,2031,8	TUNESIEN	Entwicklung der Bewässerungsperi- meter von Sillana	A2	74 - 81	154	
69	72,2502,2	TUNESIEN	Förderung der tunesischen Agrar- forschung INRAT	C2	67 - 78	152	
67	- (FE 118)	TUNESIEN	Beispielbareg- nungsanlage BORDJ TOUM	G1C	keine Angaben	keine Angaben	
30	75,2114,9	ZYPERN	Tröpfchenbewässe- rung, Frühgemüse- und Blumenanbau	A2	78 - 81	152	
31	77,2168,1	ÜBERREGIONAL	Entwässerung land- wirtschaftlicher Nutzflächen	C6	79 - 81	152	
70	75,2196,6	KAP VERDE	Landwirtschaft- liche Bewässe- rungsmaßnahmen	A1	76	152	
54	77,2254,9	JEMEN	Ländliche Entwick- lung in der Pro- vinz AL MAHWEET	B2	seit 82	122	
66	- (FE 1585)	JEMEN	Landwirtschaft- liche Beratung und Grundwasserkundung im Raum SANAA	A2	60 - 72	- (111/1)	
47	76,2089,3	Niger	Landwirtschaft- liche Versuchs- station INDOUOU	G1A	77 - 81	152	X

A N H A N G 2

UMWELTVERTRÄGLICHKEIT VON BEWÄSSERUNGS- MASSNAHMEN

Inhalt

	<u>Seite</u>
1. Allgemeines	1
2. Umweltverträglichkeit und Systembezug	2
3. Kritische Umweltfaktoren	9
4. Kritische Aktivitäten	12
4.1 Wasserbereitstellung	12
4.2 Wasserzuleitung und -verteilung	13
4.3 Wasserableitung	17
5. Ziele und Maßnahmen umweltverträglicher Bewässerungsplanung	19
5.1 Zielvorgaben und Bewertungsprobleme	19
5.2 Maßnahmen und Handlungsspielräume	23
5.2.1 Managementkapazität und Kontrollfunktionen	23
5.2.2 Umweltbezogene Verhaltensmuster der Wassernutzer	26
5.2.3 Hydrologische und pedologische Basisdaten	28
5.2.4 Effiziente Wassernutzung	32
5.2.5 Unterhaltung	34
5.2.6 Wasserwirtschaftliche Rahmenplanung	35
6. Folgerungen für den Fachbereich	35
6.1 Betreuung der Projekte im ariden/semiariden Raum	36
6.2 Entwicklungspolitische Grundsatzfragen	39
6.3 Umweltverträglichkeitsbeurteilungen	41
6.4 Managementaspekte und Wassernutzerverhalten	47
6.5 Hydrologische und pedologische Basisdaten	48
6.6 Forschung und Entwicklung	50

1. Allgemeines

In Kapitel 2 des Konzeptionspapiers ist angedeutet worden, daß der Einsicht in die wachsende künftige Bedeutung der Bewässerung für die Welternährungssicherung ein zunehmendes Problembewußtsein über die mit der Bewässerungslandwirtschaft verbundenen negativen Folgewirkungen gegenüber steht.

Das Ausmaß der Ressourcenschädigung, das mit bewässerungslandwirtschaftlichen Aktivitäten verbunden ist, hat teilweise beträchtliche Größenordnungen erreicht(1):

- Nach Schätzungen der FAO ist etwa die Hälfte der bewässerten Flächen in der Welt mehr oder weniger starken Ertragsdepressionen durch Versalzung ausgesetzt (2).
- Im Jahre 1976 wurden die Ertragseinbußen durch Bodenversalzung in der Bewässerung auf etwa 10 Milliarden \$ pro Jahr beziffert (3).
- Andere Schätzungen gehen davon aus, daß jährlich bis zu 100.000 ha Bewässerungsland weltweit durch Bodenversalzung gänzlich für die landwirtschaftliche Nutzung verloren gehen (3).
- Dem Colorado-River werden allein aus Bewässerungsgebieten jährlich im Oberlauf 3,5 Millionen Tonnen und im Unterlauf 200.000 Tonnen Salz zugeleitet. Die Salzbelastung des Murray-River in Australien wird aus ähnlichen Gründen jährlich um 350.000 Tonnen erhöht (4).

Diese Probleme müssen auf dem Hintergrund eines zunehmenden Wasserbedarfs und eines steigenden Bevölkerungsdrucks auf die Bodenreserven gesehen werden, der regional bereits Dimensionen erreicht hat, die absehen lassen, daß auch bei

hohen Agrarinvestitionen die bis zum Jahre 2000 zu erwartende Bevölkerung in einer Reihe von Entwicklungsländern nicht ohne Importe von außen ernährt werden kann (5).

Diese Gegebenheiten ebenso wie die praktische Notwendigkeit, künftige, vom Hauptauftraggeber geforderte Umweltverträglichkeitsprüfungen von Bewässerungsvorhaben in die Projektprüfung und -planung zu integrieren, müssen den FB zu folgenden Fragestellungen veranlassen:

- a) Welche Umweltgegebenheiten sind einer Ressourcenschädigung durch Bewässerung latent förderlich?
- b) Wie sind Ziele und Systemauslegung von Bewässerung auf diese Bedingungen abzustimmen, um ausreichenden Ressourcenschutz zu gewährleisten?
- c) Welche Forderungen ergeben sich daraus für den FB 152 und für seine Projektarbeit?

2. Umweltverträglichkeit und Systembezug

Die Notwendigkeit zu einem Systemverständnis in der Bewässerung ist in den vorangegangenen Kapiteln immer wieder betont worden.

Das mangelnde Systemverständnis in diesem Bereich findet u. a. darin seinen Ausdruck, daß die durch bewässerungslandwirtschaftliche Aktivitäten verursachten Schadwirkungen in ihrer technischen und physikalisch-chemischen Kausalität zum größten Teil bekannt sind, trotzdem aber selbst modernste Großprojekte von schweren Ressourcenschädigungen nicht verschont bleiben. Aus TAB 1, die eine Übersicht über die Größenordnung von durch Bewässerung verursachten Versalzungsschäden in verschiedenen Ländern der Welt gibt, läßt sich

ersehen, daß diese Schadenswirkungen auch in Ländern, wo ein hoher Stand der Bewässerungstechnologie vorausgesetzt werden kann, beträchtliche Größenordnungen annehmen.

Ein besonderes Problem liegt in der multidisziplinären Natur der genannten Systemzusammenhänge. Insbesondere die Wechselwirkungen zwischen Umwelt und menschlichem Verhalten sind häufig wenig bekannt und stellen einen Aspekt dar, der erst in jüngster Vergangenheit in bezug auf die Umweltverträglichkeit von Entwicklungsmaßnahmen stärker diskutiert wird (7).

Wenn z. B. die neue Einführung von Bewässerungslandwirtschaft in einer Region für die betroffene Bevölkerung einen "Technologiesprung" darstellt, wie Ruthenberg betont (10), dann verlangt das Bemühen um die nachhaltige Sicherung des Erfolgs dieser Maßnahmen nicht nur eine Akzeptanz technischer Verfahrensweisen, sondern auch grundsätzlich veränderte Einstellungen und Wertvorstellungen der Bevölkerung im Verhalten zur Umwelt.

Institutionelle Aspekte kommen hinzu: Wie in Abschnitt 4 dargestellt wird, hat die Art der Wasserförderung, -verteilung und -ableitung einen wesentlichen Einfluß auf die Umweltverträglichkeit einer Bewässerungsmaßnahme. Damit gewinnen neben technischen Einflußgrößen Faktoren des Managements

Tab. 1

Ausmaß der Bodenversalzung in wichtigen Bewässerungsländern

Quelle: WHITE (1978)

Pays	Solontchaks	Phase saline	Solonetz	Phase alcaline	Total
<i>Amérique du Nord</i>					
Canada		264	6 974		7 238
Etats-Unis		5 927	2 590		8 517
<i>Amérique Centrale</i>					
Cuba		316			316
Mexico	242	1 407			1 649
<i>Amérique du Sud</i>					
Argentine	1 905	30 568	11 818	41 321	85 612
Bolivie		5 233	716		5 949
Brazil	4 141		362		4 503
Chili	1 860	3 140		3 642	8 642
Colombie	907				907
Equateur	387				387
Paraguay		20 008	1 894		21 902
Pérou	21				21
Vénézuéla	1 240				1 240
<i>Afrique</i>					
Afars et Issas (Territoire des)	59	1 682			1 741
Algérie	1 132	1 889		129	3 150
Angola	126	314	86		526
Botswana	1 131	3 878		670	5 679
Cameroun				671	671
Egypte	3 283	4 077			7 360
Ethiopie	319	10 289		425	11 033
Gambie		150			150
Ghana	200			113	313
Guinée		525			525
Guinée-Bissau		194			194
Kenya	3 501	909		448	4 858
Libéria		362			362
Libye	905	1 552			2 457
Madagascar	37			1 287	1 324
Mali		2 770			2 770
Maroc	42	1 106			1 148
Mauritanie	150	490			640
Niger			11	1 378	1 489
Nigéria	455	210		5 837	6 502
Rhodésie				26	26
Sénégal	141	624			765
Sierra Leone		307			307
Somalie	1 043	526	3 754	279	5 602
Soudan		2 138		2 736	4 874
Sud-Ouest Africain	562		1 751		2 313
Tanzanie		2 954		583	3 537
Tchad	2 417		3 728	2 122	8 267
Tunisie	990				990
Zaire		53			53
Zambie				863	863

TAB. 1 (Fortsetzung)

Pays	Solontchaks	Phase saline	Solonetz	Phase alcaline	Total
<i>Asie Méridionale</i>					
Afghanistan	2 924	177			3 101
Arabie Saoudite	6 002				6 002
Bangladesh		2 479		538	3 017
Birmanie	634				634
Emirats Arabes Unis	1 089				1 089
Inde	2 979	20 243		574	23 796
Iran	24 817	1 582		686	27 085
Irak	6 679	47			6 726
Israël	28				28
Jordanie	74	106			180
Koweït	209				209
Mascate et Oman	290				290
Pakistân	1 103	9 353			10 456
Qatar	225				225
Sarawak		1 538			1 538
Sri Lanka	180	20			200
Syrie		532			532
<i>Asie Septentrionale et Centrale</i>					
Chine	7 307	28 914		437	36 658
Mongolie	3 726	342			4 070
Salomon (Iles)		238			238
URSS	11 430	39 662	30 062	89 566	170 720
<i>Asie du Sud-Est</i>					
Indonésie		13 213			13 213
Malaisie		3 040			3 040
Kampuchea Démocratique		1 291			1 291
Thaïlande		1 456			1 456
Viêt-Nam		983			983
<i>Australasie</i>					
Australie	16 567	702	38 111	301 860	357 340
Fidji		90			90
<i>Europe</i>					
Bulgarie					
Espagne					
France					
Hongrie					
Italie					
Tchécoslovaquie					
Turquie					
Yougoslavie					

Pont l'objet d'observations fréquentes
mais ne sont pas répertoriées

des Hauptsystems und der Wasserverteilung auf dem Feld an Bedeutung, die in vielfältiger Weise mit der lokalen institutionellen Infrastruktur in Zusammenhang stehen. Von nationaler Ebene über regionale Bewässerungsbehörden bis zur Nutzerorganisation machen sich in diesem Bereich Einflüsse geltend, die das Funktionieren oder Nichtfunktionieren des Bewässerungsbetriebs entscheidend mitbestimmen können. Wenn Ressourcendegradierung in der Bewässerung zum großen Teil eine Funktion des "Water Management" ist, dann dürfen solche Interdependenzen und damit institutionelle "Linkages" bei Umweltverträglichkeitsbetrachtungen nicht vernachlässigt werden.

Hier zeigt sich der enge Zusammenhang der Umweltverträglichkeitsproblematik in der Bewässerung mit den Ausführungen der Kapitel 2.2 und 2.3 des Konzeptionspapiers. Die dort erläuterte Notwendigkeit zur Berücksichtigung des Umfeldes und zur Abstimmung technischer und organisatorischer Systemgestaltung mit umfeldbezogenen Einflußgrößen ist deshalb auch in Bezug auf die hier besprochenen Probleme relevant.

Zur Veranschaulichung der institutionellen Aspekte sind in TAB 2 verschiedene Institutionen und die Art ihres Einflusses auf die Wasserzuteilungs- und -ableitungsbefugnisse in der Bewässerung dargestellt (11).

Ein weiterer Gesichtspunkt ist in diesem Zusammenhang wesentlich: Bewässerung und die dadurch gesicherte ausreichende Pflanzenwasserversorgung gilt als wesentliche Voraussetzung für die Anwendung des "Technologiepakets" der Grünen Revolution, das durch kombinierte Anwendung von hoch ertragreichen Sorten (HYV's), Handelsdünger und Pestiziden substantielle Ertragssteigerungen ermöglicht.

Die mit der Einführung von Bewässerung potentiell möglichen Umweltschädigungen zu überprüfen muß deshalb auch heißen,

Tab. 2

Institutionen mit Einfluß auf Wasserbereitstellung und -entsorgung in der Bewässerung

Quelle: LOWDERMILK ET AL (1980)

<u>Types of Organizations</u>	<u>Relationship to Water Supply and Removal</u>
A. Macro Level	
1. National Planning Commission	National planning for development and improvement of water supplies and removal in relationship to national goals.
2. Ministry of Irrigation	Research, planning, and evolution of new and improved systems; policy and codes regulating water supplies and drainage.
3. Revenue Department	Joint planning with relevant agencies related to water revenues and levies and subsidies for farm level improvements.
4. Ministry of Agriculture	Joint planning with Ministry of Irrigation on water supplies required on seasonal and yearly basis.
B. Micro Level	
1. Provincial and District Irrigation Authorities	Implementation of irrigation policy, codes, operation and maintenance of the water supply and removal subsystem.
2. Provincial and District Agricultural Authorities	Implementation of programs with irrigation authorities related to maintenance and improvement of system; collection of revenue.
3. Research and Extension	Research related to water supplies, water use, and removal and transfer of technology.
4. Farmer Organizations	Cooperatives, water user associations, and informal organizations for operation, maintenance and improvement of water supply and removal system.
5. Other Organizations (Health, Credit, etc.)	Regulations about health hazards, related to water supply and removal; credit facilities for improvement of water supply and removal system.

die Umweltverträglichkeit moderner Agrartechnik als solche zu betrachten. Die Instabilität moderner Agrartechnik und die zunehmend durch sie verursachte Umweltbelastung sind Bereiche, deren Diskussion zumeist nicht frei von ökonomischen Interessensverflechtungen geführt wird, die jedoch zunehmend skeptisch beurteilt werden (12).

Bei den folgenden Betrachtungen, die sich auf die Faktoren beschränken, die die Verträglichkeit von Bewässerungsaktivitäten für die ökologische Umwelt bestimmen, ohne dabei den gesamten Bereich der Agrartechnik anzusprechen, muß aus den o. g. Gründen die Interdependenz zwischen Umfeld (d. h. sowohl ökologischer Umwelt als auch sozialem Umfeld), Zielperspektiven und technischer und organisatorischer Systemgestaltung im Auge behalten werden. In der Praxis muß der Mangel an methodischem Instrumentarium zur Gewährleistung eines solchen Abstimmungsprozesses durch heuristische Hilfsmittel (Checklisten, Kriterienkataloge, etc.) soweit wie möglich kompensiert werden.

Auf die Auswirkungen von Bewässerung auf das soziale Umfeld wird in einem gesonderten Abschnitt eingegangen.

Auf dem 9. Kongreß der internationalen Kommission für Be- und Entwässerung (ICID) 1975 in Moskau ist gefordert worden, die möglichen negativen Konsequenzen der Bewässerung bereits im Vorbereitungsstadium von Projekten zu prüfen und hierbei die Erfahrungen aus dem Betrieb anderer Projekte einzubeziehen (13). Der Mangel an praktikablen Systemansätzen und interdisziplinären Vorgehensweisen trägt u. a. dazu bei, daß bis heute die Beschäftigung mit Umweltverträglichkeitsaspekten der Bewässerung im wesentlichen auf kurative statt auf präventive Maßnahmen beschränkt ist.

3. Kritische Umfeldfaktoren

Unter den negativen Folgewirkungen, die durch bewässerungslandwirtschaftliche Aktivitäten verursacht werden können, sind die folgenden besonders augenfällig:

- Bodenversalzung und/oder -vernässung;
- Grundwasseranstieg oder Grundwasserabsenkung
- Versalzung und/oder Verunreinigung von Grund- oder Oberflächenwasserressourcen.

Zu den Umfeldfaktoren, die in vielfältiger Verknüpfung zu solchen Schadenswirkungen beitragen können, gehören u. a. Klimafaktoren, geomorphologische, hydrologische und geohydrologische sowie topographische Bedingungen, Bodenarten und Bodentypen, Qualität des Bewässerungswassers und nicht zuletzt diverse Faktoren, die durch menschliches Verhalten beeinflusst werden, wie z. B. Wassermanagement, Bodenbearbeitung usw.

Der weitaus wichtigste Bereich von Umweltschädigungen im Zusammenhang mit Bewässerungsprojekten ist die durch Bewässerungsaktivitäten bewirkte "sekundäre Bodenversalzung".

Bodenversalzung ist prinzipiell dort zu erwarten, wo der Salzeintrag in den Boden größer ist als der Salzaustrag. Wenn unter Evaporationsbedingungen und über längere Zeiträume der Eintrag von Salz durch Bewässerung größer ist, als der Austrag durch Entwässerung, dann ist diese Bedingung normalerweise erfüllt. Folglich tragen alle Verhältnisse, die die Evaporation fördern und die Entwässerung behindern, potentiell zur Begünstigung von Bodenversalzungsprozessen bei. Die Wasserund damit die Salzbilanz eines Gebietes und das Verhältnis von Evaporation zur Entwässerung hängen im wesentlichen von den oben genannten Faktoren ab.

Bodenversalzung tritt bei weitem am häufigsten in Gegenden mit trocken-heißem Klima auf, wo die Wasserbilanz zu einem größeren Teil von Evaporation als von Oberflächenabfluß und/oder Tiefenversickerungsvorgängen bestimmt wird. Wüstengebiete in denen die potentielle Evapotranspiration bis zu 3.000 mm im Jahr erreichen kann und semi-aride Steppengebiete sind deshalb durch besonders ausgeprägte primäre Bodenversalzungsprozesse gekennzeichnet und entsprechend anfällig für durch die Bewässerung bewirkte sekundäre Versalzung. Auch semi-aride Monsungebiete mit heißen Wintertrockenzeiten sind diesbezüglich gefährdet (10).

Wenn man diese Klimabedingungen auf die regionalen Schwerpunktgebiete bewässerungslandwirtschaftlicher Projekte in der HA 1 bezieht, so bedeutet dies, daß die durch Bodenversalzung latent gefährdeten Gebiete insbesondere in den Räumen Nordafrika/Sahel/Nahost und mittlerer Osten zu lokalisieren sind, wenn man von Ausnahmen wie vereinzelt Regionen in Mittelasien (Teile Indiens und Pakistans) und Lateinamerika (Teile Chiles, Perus sowie Nordost-Brasiliens) absieht. Im folgenden werden diese Gebiete in ariden und semi-ariden Klimazonen zur Vereinfachung als "ASA-Gebiete" bezeichnet.

Ein trocken-heißes Klima an sich ist für die Bildung von Bodenversalzung jedoch nicht ausreichend. Bei größerer Tiefe des Grundwasserspiegels (i. a. 5 bis 10 m) und unbehinderter Tiefenversickerung wird die Trockenheit des Klimas allein nicht zu Bodenversalzung führen können.

Oberflächennahes Grundwasser mit verminderten und fehlenden natürlichen Entwässerungsmöglichkeiten dagegen fördert die Evaporation von der Geländeoberfläche und ist der am weitesten verbreitete und wichtigste Faktor für die primäre Salzakkumulation im Boden. Wenn durch hohe Wasserverluste in

der Bewässerung der Grundwasserspiegel bis in Oberflächen-nähe ansteigt, sind damit die Voraussetzungen für Versalzungserscheinungen gegeben.

Aber nicht nur Überbewässerung und der damit verbundene Grundwasseranstieg können Bodenversalzungsprozesse hervorrufen, sondern auch zu geringe Bewässerungswassermengen, die dazu führen, daß das mit dem Wasser aufgebraachte Salz in der Wurzelzone verbleibt.

Deshalb sind Faktoren wie Wasserqualität und Bodenkennwerte weitere Einflußgrößen, die die Bodenversalzungsprozesse sehr wesentlich bestimmen. Die Auswirkungen lang anhaltender Bewässerung auf verschiedene Bodentypen hängen wiederum vom Zusammenspiel vielfältiger Faktoren ab, u. a. von den Bodeneigenschaften, den Entwässerungsbedingungen und der Dynamik der Wasser- und Salzbilanz. Hierbei können unterschiedliche Wechselwirkungen zu sehr verschiedenen Auswirkungen auf die Versalzung führen:

In Nordafrika und Arabien z. B. ist seit mehr als 2.000 Jahren stark salzhaltiges Grundwasser (mit Salzgehalten bis zu 7.000 mg pro l) zur Bewässerung von sandigen Oasenböden verwendet worden, ohne zu einer Bodendegradierung Veranlassung zu geben. Im Gegensatz dazu hat Flußwasser mit sehr geringem Salzgehalt in Mesopotamien, Nordindien, Pakistan und Iran zu so starken sekundären Versalzungserscheinungen bereits nach relativ kurzer Betriebsdauer von Bewässerungssystemen geführt, daß das Bewässerungsland aufgegeben werden mußte (14).

Diese Beispiele deuten auf die Wichtigkeit des Verständnisses von Bodeneigenschaften sowie Wasser- und Salzbilanzen unter lokal-spezifischen Bedingungen hin. Das oben erwähnte und aus TAB 1 ersichtliche Ausmaß an Versalzungsschäden in Bewässerungsprojekten, das auch gegenwärtig ständig zunimmt,

wird deshalb partiell auf den Mangel an Daten über Böden und über Wasser- und Salzbilanzen und auf die damit reduzierten Möglichkeiten zu korrektiven Managementmaßnahmen zurückgeführt (15).

4. Kritische Aktivitäten im Hinblick auf die Umweltverträglichkeit

Zur Analyse und Kontrolle der potentiellen Schadenswirkungen von Bewässerungswasser auf die Umwelt wird zweckmäßigerweise zwischen 4 Subsystemen unterschieden (16):

- a) Wasserbereitstellung (Wasserfassung, Förderung, Speicherung)
- b) Wasserzuleitung ("distribution")
- c) Wasserverteilung und Aufleitung ("application")
- d) Wasserableitung (Oberflächenabfluß und Tiefenversickerung)

4.1 Wasserbereitstellung

Aspekte der Wasserbereitstellung und die durch sie induzierten Umwelteinflüsse werden hier von der Betrachtung ausgeschlossen. Größere Flußwasserableitungen und Wasserspeichungen, die u. U. die Ökologie ganzer Regionen entscheidend beeinflussen können und separate ökologische Wirkungsprognosen erfordern, gehören nicht zu den Aufgaben des Fachbereichs. Die möglichen Auswirkungen von Grundwasserförderung und Pumpbetrieb und die damit zusammenhängenden Ursache-Wirkungs-Verknüpfungen insbesondere mit institutionellen Gegebenheiten sind bereits im Abschnitt über "Rationelle Energieverwendung in der Bewässerung" angesprochen worden, auf den in diesem Zusammenhang verwiesen wird (vgl. dort § 5.2 "Grundwassernutzung und Pumpbetrieb").

4.2 Wasserzuleitung und -verteilung

Die Auswirkungen der Wasserzuleitung und Wasserverteilung bzw. -aufleitung auf die Felder zählen zu den wesentlichen Ursachen der Bodenversalzung und -vernässung. Zuleitungsverluste durch Versickerung und Wasserverluste durch Überbewässerung auf dem Feld tragen zum Anstieg des Grundwasserniveaus bei und führen damit unter entsprechenden Voraussetzungen zu Versalzungs- und Vernässungserscheinungen. Eine Studie der internationalen Kommission für Be- und Entwässerung (ICID), in der die Bewässerungswirkungsgrade für 93 Projekte in 29 Ländern untersucht worden sind (16) stellte fest, daß die Gesamtbewässerungswirkungsgrade ("project efficiency") in Oberflächenbewässerungssystemen, die Furchen-, Streifen- oder Beckenbewässerungsverfahren benutzen, im Mittel bei etwa 30 %, häufig jedoch noch wesentlich niedriger liegen (17). Dies bedeutet, daß mehr als 70 % der Wassermenge, die für das Bewässerungssystem bereitgestellt wird, ungenutzt abfließt oder versickert. Für Beregnungssysteme und Tropfbewässerung liegen die entsprechenden Zahlen jedoch höher (Beregnung bei etwa 50 %).

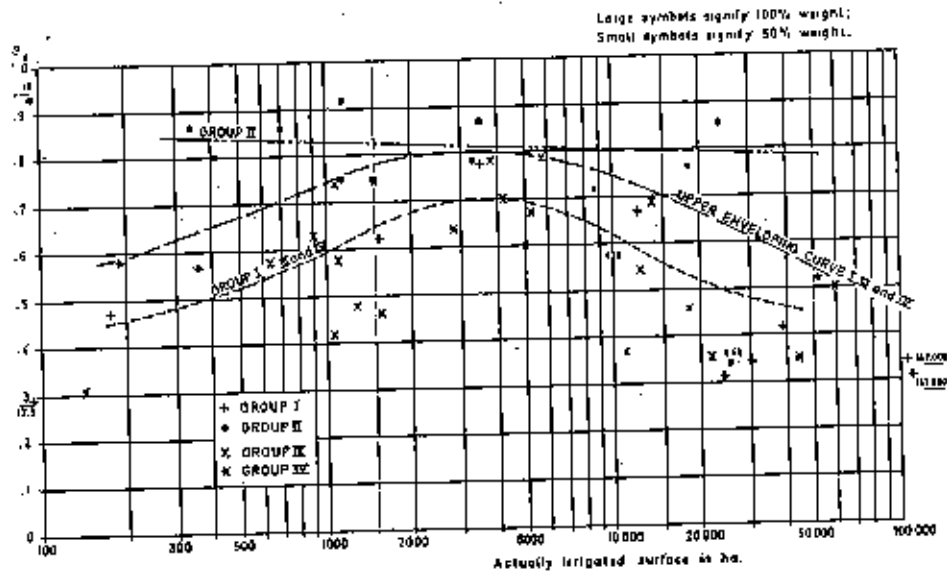
Geringe Wirkungsgrade bei der Wasserverteilung von der Bereitstellung bis zum Feld ("distribution efficiency") werden üblicherweise unzureichenden oder fehlenden Kanalauskleidungen zugeschrieben (18). Die erwähnte Studie stellt jedoch zwischen Projekten mit ausgekleideten und unausgekleideten Kanälen keine wesentlichen Wirkungsgradunterschiede fest (was darauf schließen läßt, daß Auskleidungen vorgesehen sind, wo die Bodenverhältnisse zu exzessiven Versickerungsraten geführt hätten) (19).

Explizit betont wird dagegen, daß die konstatierten Verteilungsverluste in erster Linie auf operationale Verluste

zurückzuführen sind, d. h. auf Verluste, die auf unsachgemäße Handhabung der Wasserregelung und -verteilung zurückgehen. Sowohl für Projektgrößen, die wesentlich unter als auch für solche die wesentlich über der Größenordnung von 3.000 bis 5.000 ha liegen, steigen diese Verluste erheblich an (vgl. FIG. 1).

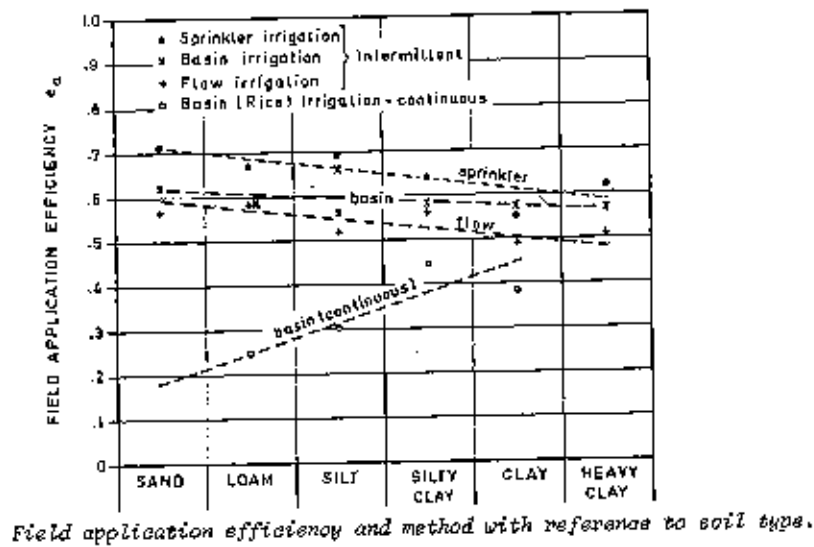
Die Wirkungsgrade der Wasserverteilung auf dem Feld ("application efficiency") hängen stark von der Bewässerungsmethode und von der Infiltrationsrate der Böden ab. Für kontinuierliche Beckenbewässerung sind sie i. a. am geringsten, für Beregnungsverfahren am größten (Tropfbewässerung und Unterflurbewässerungsverfahren sind hier nicht untersucht) (vgl. FIG 2).

FIG. 1



Relation of distribution efficiency to average total area which is irrigated at least once per year.

FIG. 2



Quelle: BOS und NUGTEREN (1974)

Es muß jedoch gesehen werden, daß diese Wirkungsgrade zusätzlich sehr wesentlich vom Wasserverteilungsverhalten der Wassernutzer abhängig sind und damit vom technischen know-how und von Verhaltensmustern, die häufig nur in lokal-spezifischem Kontext erklärbar sind. Wassernutzer in Grundwasserbewässerungssystemen des "New Valley" in Ägypten z. B. sind schwer zu wassersparenden Bewässerungspraktiken zu bewegen, weil sie zum Teil aus dem Niltal umgesiedelt worden sind, wo vergleichsweise "verschwenderische" Wassernutzung betrieben werden kann (20). Andererseits haben Bewässerungsbauern in semi-ariden Gebieten Indiens eine ausgefeilte "Wasserökonomie" entwickelt, die es auch mit dem o. g. "ineffizienten" Bewässerungsverfahren erlaubt, ein geringes Brunnenwasserdargebot mit hoher Effizienz zu nutzen (21).

Diese Betrachtungen zeigen, daß Faktoren des Projektmanagements auf der einen und des individuellen Verhaltens der Wassernutzer auf der anderen Seite zu den wichtigsten Einflußfaktoren gehören, die die Wasserverluste in Bewässerungsprojekten und damit die potentielle Umweltschädigung von Bewässerungsmaßnahmen bestimmen. Technische Maßnahmen wie Kanalauskleidungen und Ausbau von unzureichend angelegten Tertiärsystemen, die im Einzelfall u. U. wesentliche Verbesserungen bewirken können, reichen als alleinige Maßnahmen zumeist nicht aus. Damit wird die Bedeutung der in Abschnitt 2 angesprochenen institutionellen "linkages" und der Aspekte menschlichen Verhaltens und damit die Bedeutung systembezogener und interdisziplinärer Vorgehensweisen bei der Planung und Durchführung umweltverträglicher Bewässerungsvorhaben unterstrichen.

Dies gilt in gleicher Weise für Probleme der Unterhaltung von Bewässerungssystemen und insbesondere von Entwässerungsnetzen, die im Zusammenspiel mit hohen Grundwasserverlusten sehr wesentlich zu Versalzungserscheinungen beitragen.

Die bisherigen Betrachtungen waren ausschließlich auf Bewässerungswassermengen bezogen. Wichtig im Zusammenhang mit potentiellen Versalzungsproblemen ist es jedoch, daß die jeweiligen Wasserbewegungen und -kreisläufe auch mit Salzeintrag und Salzaustrag verbunden sind. Deshalb müssen die Wasserqualität des Bewässerungswassers und die entsprechenden Salzbewegungen und Mengenbilanzen aufmerksam registriert werden. Die Zusammenhänge zwischen Wasser- und Salzbilanzen und ihr Kreislauf im Rahmen eines Bewässerungsprojektes können aus FIG. 3 ersehen werden.

Die Forderung nach einer kontinuierlichen Erfassung und Überwachung von Versalzungsprozessen durch fortlaufende Erhebung von hydrologischen und pedologischen Daten in potentiell gefährdeten Projekten als Voraussetzung für rechtzeitige korrektive Maßnahmen wird deshalb mit Dringlichkeit erhoben (22). Die Erfahrung zeigt jedoch, daß Messungen von Wasserverlusten durch Versickerung oder Oberflächenabfluß in Bewässerungsprojekten mit den üblichen Becken-, Furchen- oder Streifenbewässerungsverfahren in der Praxis kaum erfolgen, obwohl solche Wasserverluste als Hauptursache von Versalzungsvorgängen bekannt sind (23).

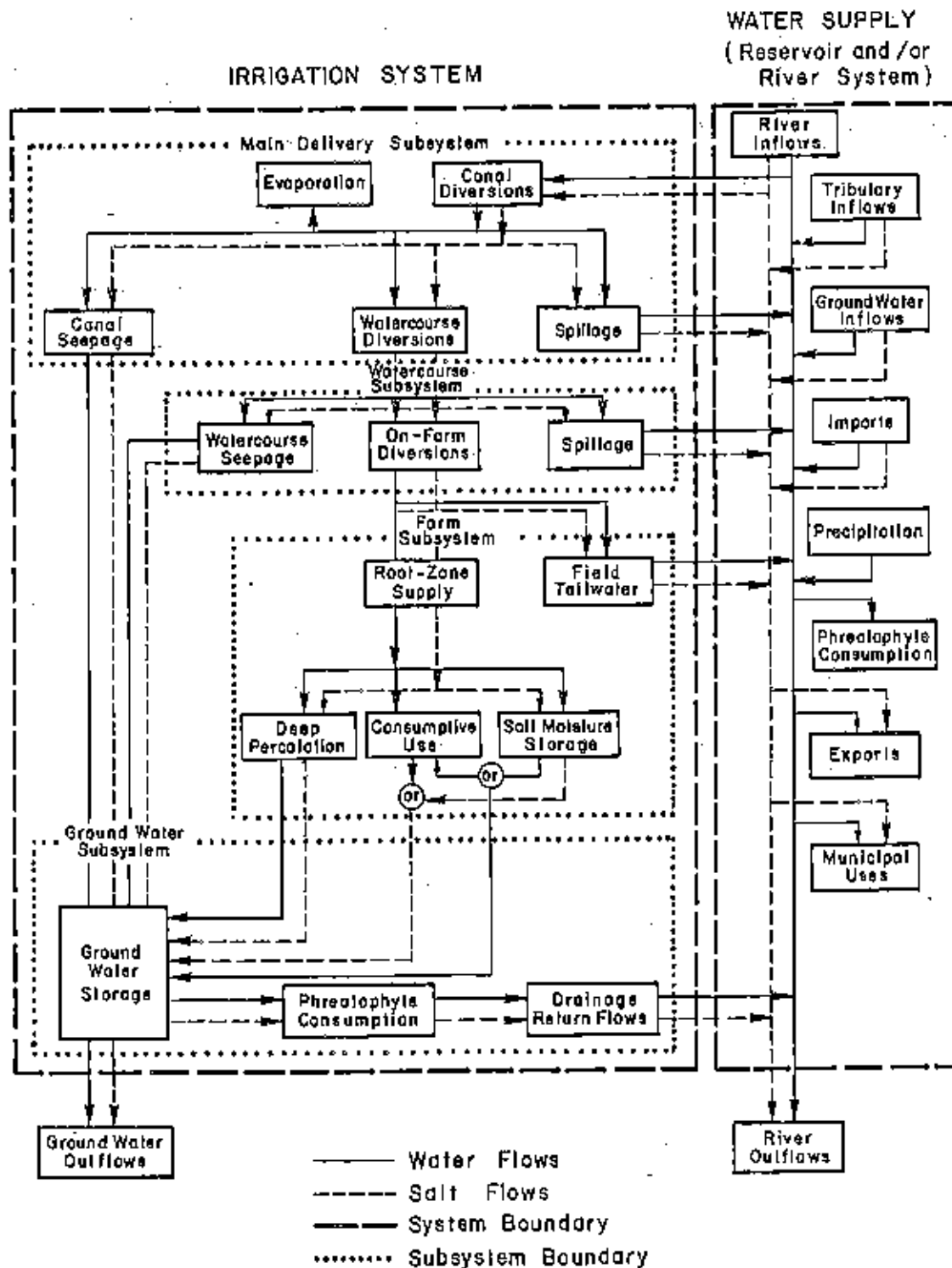
4.3 Wasserableitung

Die wesentlichen Mengenanteile der Wasserableitung aus Bewässerungssystemen sind Oberflächenabfluß und Tiefenversickerung sowie die genannten Zuleitungsverluste (im Detail vgl. FIG. 3). Ökologisch erfüllt das abgeleitete Bewässerungswasser zwei Funktionen:

- a) Es verbindet das Herkunftsgebiet des Bewässerungswassers mit dem Gebiet der Wasseraufnahme ("receiver"). Durch die Wasserqualität des Herkunftswassers wird damit auch das Aufnahmegebiet beeinflusst.

FIG. 3

Schematisierte Darstellung von Wasser- und Salzbewegungen im Rahmen eines Bewässerungssystems.
(Quelle: Walker, 1970, zitiert in Lowdermilk, 1980)



- b) Es verbindet das Aufnahmegebiet ("receiver") mit dem unter menschlicher Einwirkung stehenden Bewässerungsgebiet, so daß bestimmte Auswirkungen bewässerungslandwirtschaftlicher Aktivitäten durch die Wasserbeschaffenheit des Abflusses übertragbar sind.

Diese Verknüpfungen finden insbesondere in einer Beeinflussung der Wasserqualität und insbesondere in der Salzbelastung der aufnehmenden Oberflächen- oder Grundwasserressourcen ihren Ausdruck. Unter ungünstigen Voraussetzungen kann diese Belastung erheblich sein: dem Colorado-River z. B. werden allein aus Bewässerungsgebieten jährlich im Oberlauf 3,5 Mio. Tonnen und im Unterlauf 200.000 Tonnen Salze zugeleitet. Die Salzbelastung des Murray-River in Australien wird aus ähnlichen Gründen jährlich um 350.000 Tonnen erhöht (24).

Aber nicht nur bei Großbewässerungsprojekten wie den genannten können "Return Flow" - Probleme dieser Art zu erheblicher Belastung der Vorfluter führen. Insbesondere in ariden und semi-ariden Gebieten mit geringen Niedrigwasserabflüssen ("base flow") kann salzhaltiges Ableitungswasser aus Bewässerungsgebieten auch bei kleinen Projektdimensionen zu einer empfindlichen Erhöhung des Salzgehaltes führen und muß deshalb entsprechend kontrolliert werden.

5. Ziele und Maßnahmen umweltverträglicher Bewässerungsplanung

Aufgrund der o. g. Betrachtungen stellt sich die Frage, welcher Stellenwert Umweltverträglichkeitsüberlegungen zukommen soll, wie entsprechende Maßnahmen zu bewerten sind, und welche Handlungsspielräume für eine Verbesserung der Arbeit des Fachbereichs diesbezüglich gegeben sind.

5.1 Zielvorgaben und Bewertungsprobleme

Der wachsende Bevölkerungsdruck auf die Bodenreserven ebenso wie die Gefahr, daß eine Degradierung der Bodenressour-

cen kapitalintensive Bewässerungsprojekte in kurzer Zeit unrentabel oder gänzlich unproduktiv machen kann, münden in die vielfach erhobene Forderung nach Sicherstellung der Dauerhaftigkeit des künftigen Bewässerungsbetriebes (vgl. 25). Die Operationalisierung einer solchen Zielvorgabe trifft jedoch in der Praxis auf nicht unerhebliche Schwierigkeiten:

- 1) Konkrete Maßnahmen zur Sicherung der Permanenz des Bewässerungsbetriebes können nur aus detaillierten Wirkungsprognosen abgeleitet werden. Das Instrumentarium für verlässliche und umfassende ökologische Wirkungsprognosen im Bereich der Bewässerung ist jedoch bisher nur unzulänglich entwickelt. Zudem sind viele Bereiche ökologischer Wirkungszusammenhänge in der Bewässerung bisher unzureichend bekannt. Es besteht deshalb die Tendenz, potentielle Schädigungen des Ökosystems ebenso zu unterschätzen wie die Kosten zur Rehabilitierung solcher Schäden.

Mögliche Wirkungsprognosen in Teilbereichen von Schadenswirkungen (z. B. in bezug auf die Bodenversalzung) scheitern häufig an fehlendem Daten- und Informationsmaterial über hydrologische und pedologische Gegebenheiten.

- 2) Maßnahmen zur Sicherung der Permanenz des Bewässerungsbetriebes müssen, wenn sie Aussicht auf Realisierung haben sollen, zumeist im Rahmen volkswirtschaftlicher Nutzen-Kosten-Betrachtungen zu rechtfertigen sein. Aus volkswirtschaftlicher Sicht fällt die Bewertung von Maßnahmen zur Sicherung der Umweltverträglichkeit jedoch in den Bereich intertemporaler Verteilungsaspekte. Selbst wenn es gelingt, gegenwärtige und künftige Nutzen und Kosten von Umweltverträglichkeitsmaßnahmen zu quantifizieren, bleibt die Schwierigkeit, den Kapitalwert solcher Nutzen- und Kostenströme zu bestimmen. Damit ist das Problem der

Festlegung einer adäquaten Diskontierungsrate, in diesem Fall einer "Zeitpräferenzrate" angesprochen, die darüber entscheidet, wie der Nutzen bzw. die Kosten von Umweltverträglichkeitsmaßnahmen zwischen Gegenwart und Zukunft verteilt werden sollen. Obwohl methodisches Instrumentarium zur Bestimmung solcher Zeitpräferenzraten verfügbar ist (z. B. nach Squire-van-der-Tak) wird in der Praxis der TZ bisher wenig Gebrauch davon gemacht. Dies zum Teil deshalb, weil damit gesellschaftspolitische Aussagen über Verteilungspräferenzen quantifiziert werden müssen, die planerischen Instanzen in den seltensten Fällen zugänglich sind (26).

- 3) Maßnahmen zur Sicherung der Permanenz des Bewässerungsbetriebes werden sich nur realisieren lassen, wenn sich maßgebende Interessengruppen dafür einsetzen. Eng zusammenhängend mit Aspekten der Zeitpräferenz ist jedoch das in der Praxis häufig zu beobachtende Paradox, daß das Formalziel der Sicherung der Dauerhaftigkeit des künftigen Bewässerungsbetriebes von kaum einer der an der Bewässerung beteiligten Interessengruppen (von der internationalen TZ über die Partnerregierungen und Bewässerungsorganisationen bis zu den betreffenden Nutzern) infrage gestellt wird. Die realen Ziele und damit die tatsächlichen Vorgehensweisen all dieser Koalitionspartner (einschließlich der internationalen TZ) sind jedoch ausschließlich auf kurzfristige Zielerreichung (insbesondere von Produktionszielen) ausgerichtet und diskontieren damit de facto die künftigen Kosten von Rehabilitierungsmaßnahmen sehr weitgehend. Politiker sind bekanntermaßen an kurzfristig vorzeigbarer Zielerreichung interessiert, und arme Kleinbauern haben ohnehin eine hohe Zeitpräferenz, die sie dazu veranlaßt, künftige Nachteile zugunsten kurzfristiger Ernährungssicherungsvorteile unterzubewerten. Was die internationale TZ betrifft, so kann die Erfahrung mit Bewässerungsprojekten in der Vergangenheit

zu dem Eindruck verleiten, daß eine hohe Zeitpräferenz und damit die Betonung kurzfristiger "Entwicklungs-" Erfolge auf Kosten künftiger Schadenswirkungen in ihrem eigenen Interesse liegen müßte: auch künftige Rehabilitierungsprojekte tragen schließlich dazu bei, den Auftragsbestand der TZ zu sichern.

Die Operationalisierung von Maßnahmen zur Sicherung der Dauerhaftigkeit des Bewässerungsbetriebes auf präventiver statt auf kurativer Basis dürfte in Folge dessen in der Praxis mit nicht unerheblichen Zielkonflikten verbunden sein.

Für die Praxis bedeutet dies zusammenfassend, daß die Prognostizierung umweltschädigender Einflüsse der Bewässerung und damit die Operationalisierung von Zielvorgaben zu ihrer Vermeidung mit Schwierigkeiten verbunden ist. Dort, wo sie gelingt, verhindern die mit der Bestimmung realistischer Zeitpräferenzraten verbundenen Bewertungsprobleme eine angemessene Berücksichtigung solcher Schadenswirkungen in den volkswirtschaftlichen Nutzen-Kosten-Betrachtungen.

Die verbleibende Alternative, nämlich potentiell umweltschädigende Wirkungen der Bewässerung auf qualitativer Basis im Entscheidungsprozeß zu berücksichtigen, gerät in Konflikt mit der oben geschilderten "Kurzsichtigkeit" der beteiligten Interessengruppen, die im Englischen treffend als "defective telescopic faculty" bezeichnet worden ist (27).

Ein in den letzten Jahren rapide gestiegenes Problembewußtsein in Fachkreisen wie in der Öffentlichkeit über potentielle Schadenswirkungen im Zusammenhang mit Bewässerungsprojekten insbesondere in ariden und semi-ariden Gebieten, sollte jedoch die GTZ und den FB dazu veranlassen, Umweltverträglichkeitsmaßnahmen in den Katalog realer Zielvorgaben aufzunehmen. Und dies nicht nur aus entwicklungspolitischen

sondern auch aus geschäftspolitischen Erwägungen. Es muß davon ausgegangen werden, daß die "Schaffung" weiterer künftiger Rehabilitierungsprojekte die Glaubwürdigkeit bewässerungslandwirtschaftlicher Entwicklungshilfemaßnahmen bereits kurz- oder mittelfristig nachhaltig in Frage stellen kann.

5.2 Maßnahmen und Handlungsspielräume

Präventive Maßnahmen, die vorgesehen werden können, um die Umweltverträglichkeit von Bewässerungsprojekten zu sichern, unterbleiben vielfach wegen der o. g. Schwierigkeiten, insbesondere wegen des Mangels an verlässlichen Wirkungsprognosen.

In bezug auf die vorrangige Schadenswirkung in der Bewässerung, die potentielle Bodenversalzung und -vernässung, sind jedoch adäquate Wirkungsprognosen möglich und je nach Umfeld und Zielsetzungen, durchaus konkrete Handlungsspielräume gegeben. Diese beziehen sich im wesentlichen auf:

- 5.2.1 die Bewässerungsorganisation und ihre Management- und Kontrollkapazität;
- 5.2.2 umweltbezogene Verhaltensmuster der Wassernutzer;
- 5.2.3 die Verfügbarkeit von hydrologischen und pedologischen Basisdaten in der Projektvorbereitung;
- 5.2.4 die Betonung effizienter Wassernutzung und hoher technischer Bewässerungswirkungsgrade in Projektplanung und -betrieb;
- 5.2.5 die Betonung der Unterhaltung, insbesondere der Entwässerungsanlagen in Planung und Betrieb;
- 5.2.6 die Einbettung von Bewässerungsmaßnahmen in eine umfassende wasserwirtschaftliche Rahmenplanung.

5.2.1 Managementkapazität und Kontrollfunktionen

Die Tatsache, daß die Versalzungsgefährdung fast ausschließlich in ariden und semi-ariden Klimazonen gegeben ist, be-

deutet, daß die Zielsetzung der Vermeidung von Versalzungstendenzen in den meisten Fällen mit dem Ziel der rationalen Verwendung knapper Wasserressourcen zusammenfällt. Wasserknappheit, insbesondere in Gebieten mit hoher Bevölkerungsdichte, zwingt zu rationeller Wasserverwendung. Deshalb gehört unter solchen Bedingungen meist eine hohe Produktivität des Wassers zu den prioritären Zielvorgaben in der Bewässerung. Ein solches Ziel ist jedoch nur zu erreichen, wenn eine ausreichende Kapazität zur Wasserkontrolle vorhanden ist. Mit zunehmender Wasserknappheit und wachsender Bevölkerungsdichte nimmt deshalb im allgemeinen die öffentliche Kontrolle über Bewässerungsprojekte zu, da das Wasser als knappes volkswirtschaftliches Gut behandelt und verteilt werden muß (28).

Auch die Vermeidung von Bodenversalzung ist auf die Kontrolle der Bewässerungswirkungsgrade und der Entwässerung angewiesen. Da diese Wirkungsgrade sehr wesentlich von Managementaspekten beeinflußt werden (vgl. Abschnitt 4.2), läßt sich davon ausgehen, daß ausreichende Managementkapazität der Bewässerungsorganisation oder strikte gruppeninterne Regelungen eigenverantwortlicher Nutzer zur Sicherstellung der erforderlichen Kontrollfunktionen zu den wichtigsten Voraussetzungen für die Umweltverträglichkeit von Bewässerungsprojekten im ariden und semi-ariden Raum gehören. Damit liegen auch im Bereich der personellen und institutionellen Aspekte des Managements der Bewässerung die vorrangigen Handlungsspielräume zur Verbesserung der Umweltverträglichkeit solcher Projekte.

Zur Beurteilung der potentiellen Versalzungsgefährdung eines geplanten Bewässerungsprojektes ist deshalb neben der Beurteilung versalzungsfördernder Umweltparameter insbesondere die Beurteilung der im Rahmen des Projektes realistischerweise erreichbaren Managementkapazität relevant. Präventive ebenso wie kurative Maßnahmen zur Sicherung der Umweltver-

träglichkeit der Bewässerung in ASA-Gebieten müssen deshalb in erster Linie bei der Stärkung dieser Managementkapazität ansetzen, sofern gruppeninterne Kontrollen nicht durchsetzbar sind.

Daß derartige Maßnahmen im Zusammenhang mit Problemen vorhandener Trägerstrukturen gesehen werden müssen und quantitativ und qualitativ schwer in präzise materielle und zeitliche Planungsvorgaben umsetzbar sind, erklärt ihre geringe Popularität in der gegenwärtigen Projektpraxis. Es erklärt auch die Tendenz zur Überbewertung technischer Maßnahmenpakete, denen im Grunde nicht mehr als unterstützende Funktion für die zentralen Managementaspekte zukommen kann. So lange Maßnahmen der Managementberatung und des "institution-building" aufwendige technische Maßnahmen "ergänzen" und nicht umgekehrt Infrastrukturmaßnahmen schwerpunktmäßige Bemühungen im Managementbereich unterstützen, können keine wesentlichen Verbesserungen erwartet werden.

Als wesentliches Mittel zur Unterstützung des Managements bei der Durchsetzung wassersparender Bewässerungspraktiken muß die Wasserpreispolitik gesehen werden. Die Erhebung der Abgaben auf volumetrischer Basis, die unmittelbare Anreize zu rationeller Wasserverwendung schafft, ist jedoch in Entwicklungsländern selten praktikierbar, da sie mit erheblichem Meß- und Kontrollaufwand verbunden ist.

Wenn die Wasserpreispolitik im Verbund mit staatlichen Subventionen im Agrarbereich dagegen gezielte Anreize für eine übermäßige Wassernutzung in der Bewässerung schafft, dann sind Versalzungsschäden in ariden und semi-ariden Klimazonen häufig geradezu vorprogrammiert, wenn nicht gleichzeitig für gute Entwässerungsmöglichkeiten gesorgt ist.

Ein Beispiel hierfür ist das Tinajones-Projekt in Peru, wo staatliche Subventionspolitik den Reisanbau auf hierfür

wenig geeigneten Böden förderte. Hohe Versickerungsraten im Zusammenhang mit unzureichenden Drainagemöglichkeiten durch ein mangelhaft unterhaltendes Entwässerungsnetz führten zu gravierenden Versalzungserscheinungen.

5.2.2 Umweltbezogene Verhaltensmuster der Wassernutzer

Je geringer die Durchsetzungsfähigkeit eines zentralisierten Projektmanagements ist, und je weniger die Kontrolle einer effizienten Wassernutzung durch "Produktion unter genauer Aufsicht" sichergestellt werden kann, um so mehr kommt dem Verhalten der Wassernutzer und ihren Bewässerungspraktiken Bedeutung für die Umweltverträglichkeit solcher Maßnahmen zu.

Natürlich kann Bewässerung auch ohne das Eingreifen einer übergeordneten Kontrollinstanz in der Eigenverantwortung von Wassernutzergruppen funktionieren. Aus ASA-Gebieten unter Bedingungen äußerster Wasserknappheit sind solche autochthonen Systeme allerdings weit weniger bekannt, als aus semi-humiden Gebieten, wo Wasser nicht oder nur für kurze Perioden den knappsten Produktionsfaktor darstellt. Einzelfälle sind bekannt und sollten intensiver untersucht werden, als dies bisher der Fall gewesen ist (29).

Es muß unterstellt werden, daß Wassermangel per se ein ausgeprägtes Konkurrenzverhalten um den Zugang zu diesem knappen Produktionsfaktor induziert. Damit wird verständlich, daß funktionsfähige Gruppen-Verhaltensmuster mit ausgeprägten Verteilungsregulierungsmechanismen im Bereich der Bewässerung nur dort funktionsfähig sind, wo diese Regulierungsmechanismen über lange Zeiträume hinweg in das Gesamtsystem soziokultureller Normen, sozialer Institutionen und gesellschaftlicher Einstellungen integriert worden sind.

Wie oben erwähnt, können Bewässerungsprojekte in ASA-Gebieten aus Produktivitäts-, Verteilungs-, und/oder Umweltverträglichkeitsgründen die effiziente Nutzung eines knappen Wasserdargebots anstreben. Wenn sie sich aber bei der Wasserverteilung aus Mangel an zentraler Managementkapazität weitgehend auf die Eigenverantwortlichkeit der Wassernutzer zu stützen versuchen, sind sie nur dort erfolgsversprechend, wo bereits Bewässerungstraditionen gegeben sind oder wo soziale Normen des Gruppenverhaltens in starkem Maße auf Verteilungsregulierung zugeschnitten sind. Sich selbst tragende oder nur mit mäßigem Kontrollaufwand behördlicher Bewässerungsinstanzen funktionsfähige Bewässerungssysteme kurzfristig unter Bedingungen von Wasserknappheit und potentieller Versalzungsgefahr etablieren zu wollen, wo solche Traditionen nicht bereits bestehen, programmiert die Ressourcenschädigung vor.

Besondere Bedingungen sind dort gegeben, wo unter ASA-Bedingungen zumindest kurzfristig keine Wasserknappheit herrscht, so daß rationelle Wasserverwendung in erster Linie aus Umweltverträglichkeitsgründen angezeigt ist. Hier gilt es, durch Managementkontrolle und/oder Beeinflussung des Nutzerverhaltens eine rationelle Wasserverwendung allein aus Umweltverträglichkeitsgründen durchzusetzen. Zusätzlich zu den o. g. Schwierigkeiten ergibt sich hier das Problem, daß die Notwendigkeit zur rationellen Wasserverwendung und damit ein umweltgerechtes Verhalten nicht unbedingt für jeden der an der Bewässerung Beteiligten einsichtig ist. Aber selbst wenn es durch Beratung gelingt, die Zusammenhänge für die Nutzer nachvollziehbar zu machen, sind damit nicht unbedingt Verhaltensänderungen verbunden. Denn es muß davon ausgegangen werden, daß mit dem umweltschädigenden Verhalten kurzfristig positive Effekte im Hinblick auf die Befriedigung von Bedürfnissen verbunden sein können (z. B. Arbeitersparnis durch Nichtunterhaltung von Entwässerungsgräben).

Es muß sich hierbei keineswegs immer um die Befriedigung primärer Bedürfnisse handeln, d. h. solcher Bedürfnisse, die mit ökonomischen Interessen verknüpft sind. Psychologische, soziale und kulturelle d. h. sogenannte sekundäre Bedürfnisse können hier ebenso effektiv wirksam sein (30). Hinweise darauf, daß die klare Einsicht in umweltschädigendes Verhalten in unserer eigenen Gesellschaft keineswegs selbstverständlich zu Verhaltensänderungen führt (31), deuten auf die Wichtigkeit soziologischer und sozial-psychologischer "Hilfestellung" hin, wenn an den Ursachen umweltschädigenden Verhaltens in der Bewässerung angesetzt werden soll. Technische Maßnahmen zur Verhinderung oder Eindämmung der Symptome - z. B. der Bodenversalzung und -vernässung - sind zweifelsohne wichtig, können jedoch allein die Umweltverträglichkeit von Bewässerungsmaßnahmen nicht sicherstellen.

5.2.3 Hydrologische und pedologische Basisdaten

Ein wichtiger Grund dafür, daß Versalzungsprobleme in einer Vielzahl von Bewässerungsprojekten weiter fortschreiten, obwohl das technische Wissen zur Verhinderung solcher Schäden vorhanden ist, wird darin gesehen, daß Daten über den Stand und die Entwicklung von Wasser- und Salzbilanzen ebenso wie Bodenkenndaten auf Projektebene vielfach nicht verfügbar sind (32). Ein solcher Informationsmangel verhindert verläßliche quantitative Prognosen über die Kosten präventiver Maßnahmen ebenso wie über Umfang und zeitlichen Verlauf zu erwartender Schadenswirkungen.

Die Durchführung von detaillierten Bodenuntersuchungen und Landklassifikationsstudien und die Berücksichtigung von Wasser- und Salzbilanzen in der Projektplanung sind deshalb ebenso wichtig wie die Durchführung eines kontinuierlichen "Monitoring" der Versalzungsintensität während des Projektbetriebes.

Hydrologische und pedologische Beobachtungsreihen, die gebraucht werden, wenn kurative Maßnahmen gegen Bodenversalzung eingeleitet werden sollen, liegen jedoch in den seltensten Fällen in den betreffenden Projekten vor (33). Daß die Kosten für solche Aufwendungen und für das Monitoring von Versalzungstendenzen gerechtfertigt sind, zeigt eine Studie für das 20.000 ha-Projekt von Bou Heurtma in Tunesien. Für dieses Projekt wurde ein 3 1/2-jähriges Programm zur Sammlung von Daten vorgeschlagen, die eine detaillierte Erstellung von Wasser- und Salzbilanzrechnungen ermöglichen sollen (34). Die Kosten für dieses detaillierte Programm einschließlich Personal, Boden- und Wasseranalysen und Gerätebedarf beliefen sich auf nicht mehr als 5,41 \$ pro ha.

Daß solche Kostendimensionen, die sich in den meisten Fällen auf weniger als 1/1.000 der Gesamtinvestitionskosten belaufen, vertretbar sind, ergibt sich nicht nur aus dem Vergleich mit der möglichen Schadenshöhe durch potentielle Ertragsdepressionen bei Versalzung. Es zeigt sich auch durch einen Vergleich mit der Größenordnung von Rehabilitierungskosten für die Melioration versalzungsgeschädigter Böden. Obwohl solche Kosten je nach der Art der Schädigung stark variieren, mag ein Beispiel aufschlußreich sein:

Die Aufwendungen für ein auf vier Jahre veranschlagtes Rehabilitierungsprogramm für versalzten Böden des 10.000 ha umfassenden El Nahda-Projektes in Ägypten z. B. wurden auf 175 \$ pro ha geschätzt (35).

Wenn Schädigungen der Bodenressourcen durch Versalzungs- und Vernässungserscheinungen vermieden werden sollen, dann darf die Aufmerksamkeit nicht nur dem Faktor Wasser und den Fragen der Salzaakkumulation gelten, sondern muß auch den Boden und seine potentielle Reaktion auf bewässerungslandwirtschaftliche Aktivitäten einbeziehen. In diesem Bereich werden jedoch erhebliche Mängel gesehen, und die Forderung

nach qualitativ verbesserten Bodenuntersuchungen und Landevaluierungen wird mit Nachdruck erhoben (36). In der Tat stellt die bodenkundliche Studie eine wesentliche Voraussetzung zu umweltverträglicher Bewässerungsplanung- und -durchführung dar. Die Auswirkungen von mangelhaften Bodenuntersuchungen in dieser Beziehung sind kaum zu überschätzen (37).

Die Ursache für die Mängel in diesem Bereich wird zum Teil in unzureichender Kommunikation zwischen Bodenkundlern und Auftraggebern bzw. "Benutzern" von Bodenstudien gesehen (38).

Dieser Kommunikationsmangel hat allerdings verständliche Gründe:

- Bodenkarten als solche sind für potentielle Nutzer selten brauchbar, weil die Böden dabei nicht nach ökologisch wirksamen Eigenschaften oder nach Gesichtspunkten der Bodenbewirtschaftung gegliedert sind, sondern nach Entwicklungsprozessen der Böden, d. h. nach Aspekten der "Boden-genese".
- Bodengenetische Gesichtspunkte werden in den unterschiedlichen Bodenklassifikationssystemen verschieden dargestellt. Die Vielzahl der Klassifikationssysteme ist für den Nicht-bodenkundler kaum zu überblicken.
- Bodenkundler konzentrieren sich häufig auf diagnostische Bodenhorizonte in größerer Tiefe, während für den potentiellen Nutzer von Bodenkarten vorwiegend oberflächennahe Horizonte wichtig sind.

Die Beziehung der Bodenfaktoren zu den Ansprüchen der Bodennutzung soll durch die "Landklassifikation" oder "Landevaluierung" hergestellt werden. Die Anzahl der in der Welt angewendeten Systeme ist jedoch auch hier "unübersichtlich groß" (39).

Auch die speziell für die Bewässerungsplanung vorgesehenen Systeme (40) sind in Entwicklungsländern für Bodenkundler und die an der multidisziplinären Aufgabe der Erstellung der Landklassifikationskarten Beteiligten schwer zu handhaben. Sie verlangen eine Fülle von Informationen und Daten, die in Entwicklungsländern häufig nicht gegeben sind (41).

Die Tatsache, daß Bodenuntersuchungen und ihre Folgerungen von den eigentlichen Nutzern, insbesondere den Agronomen und Bewässerungsfachleuten kaum angenommen werden und deshalb ein Mangel an Vorgaben einerseits und Beurteilungskriterien andererseits besteht, wird zunehmend auch in der Bodenkunde erkannt. In jüngster Zeit haben sie in mehreren neueren Ansätzen ihren Ausdruck gefunden, die darauf abzielen, einfach zu handhabende Boden- und Landklassifikationssysteme zu erstellen, die an den Bedürfnissen der Nutzer der Bodenkarten orientiert sind.

Im Bereich der Bodenklassifizierung ist das "Benchmark Soil Project" bzw. die "Fertility Capability Classification" (FCC) zu erwähnen, die in Zusammenarbeit zwischen USAID und amerikanischen wissenschaftlichen Institutionen seit etwa einem Jahrzehnt in der Entwicklung sind und vor allem im südamerikanischen Raum bereits ausgiebig getestet wurden (42).

Diese Klassifizierungsansätze versuchen bewußt, die angesprochene Kommunikationslücke zu schließen und Bodenkarten für die in der Landwirtschaft tätigen Fachleute lesbar und interpretierbar zu machen. Sie verstehen sich nicht als neue Bodenklassifikationssysteme zusätzlich zu den bereits bestehenden, sondern als technische Klassifizierungen, die sich aus bestehenden Bodenkarten ableiten lassen. Für die Praxis sind sie besonders insofern relevant, als sie die wesentlichen Hemmfaktoren identifizieren, die auf die Bodenfruchtbarkeit und Bearbeitbarkeit Einfluß nehmen. Damit

können sie für die Bodenbewirtschaftung konkrete praxisorientierte Hinweise liefern.

Im Bereich der Landevaluierung ist ein einfach zu handhabendes System bei der BGR in Hannover in der Entwicklung, das sich im wesentlichen an ökologischen Faktoren orientiert. Damit werden für die Bewässerungseignung einer Landfläche besonders diejenigen Faktoren betrachtet, die auf die Wasserbereitstellung und Wasserführung Einfluß nehmen, die Wurzelentwicklung hemmen oder durch Bewässerung verändert werden können (43).

Es kann nicht bezweifelt werden, daß eine bessere Berücksichtigung des Faktors Boden in Planung und Betrieb von Bewässerungsprojekten zu einer wesentlichen Verbesserung der Umweltverträglichkeit solcher Projekte beitragen kann. Die Verfügbarkeit von in der multidisziplinären Praxis des Bewässerungslandbaus "anwendbaren" Bodenklassifikations- und Landevaluierungssystemen kann hierzu einen wesentlichen Beitrag leisten.

5.2.4 Effiziente Wassernutzung

Unter Gesichtspunkten der Bodenversalzung kann ein hoher Bewässerungswirkungsgrad an sich nicht problemlösend wirken, maßgebend ist vielmehr die Wasser- und Salzbilanz. Geringe Bewässerungswirkungsgrade auf dem Feld, die durch hohe Versickerungsverluste den Auswaschwasserbedarf sicherstellen, können im Sinne der Versalzungsgefährdung effizient sein. Hohe technische Wirkungsgrade, die bei salzhaltigem Wasser die Versickerung minimieren und eine Salzanreicherung im Boden bewirken, können dagegen ohne zusätzliches Auswaschen schädliche Folgewirkungen hervorrufen.

Kompliziert werden Betrachtungen über Bewässerungswirkungsgrade dadurch, daß auf Projektniveau, besonders aber für den Wassernutzer selbst, nicht die technischen, sondern die ökonomischen Wirkungsgrade maßgebend sind.

Wenn keine Versalzungsgefahr gegeben ist, werden beide eng zusammenliegen, so lange die Wasserknappheit limitierend ist. Je weniger dies der Fall ist, desto mehr können technische und ökonomische Effizienz auseinanderklaffen. Je mehr zum Beispiel auf Projektniveau andere Faktoren, wie Management, Regierungsmittel für Unterhaltungskosten usw. als knappe Faktoren in Erscheinung treten, desto weniger können technische Effizienzkriterien per se für die optimale Systemauslegung maßgebend sein. Ebenso auf Feldniveau: Wenn Wasser sein knappstes Produktionsmittel ist, wird der Nutzer um größtmögliche technische Effizienz bemüht sein. Falls dies nicht klar der Fall ist, wird der Nutzer die Betrachtung der Grenznutzen erhöhter Effizienz und der dadurch verursachten Grenzkosten seinem Entscheidungsverhalten zugrunde legen. Ob der erhöhte Arbeitsaufwand für die verbesserte Wasserverteilung für ihn im Einzelfall z. B. den verminderten Arbeitsinput für seine Viehhaltung oder andere Aktivitäten rechtfertigt, wird er sehr genau abzuwägen versuchen.

Potentielle Versalzungsgefahr kompliziert derartige Grenzkostenbetrachtungen sowohl auf Projektniveau als auch auf Feldniveau erheblich:

Wenn keine laufenden Messungen des Versalzungsgrades vorliegen und keine detaillierten Wirkungsprognosen gegeben sind, wird das Projektmanagement den Grenznutzen verbesserter Wirkungsgrade meist ebenso wenig einschätzen können, wie der Bauer, der über mögliche Versalzungsschäden im Unklaren ist. Die in Abschnitt 5.1 (3) angesprochene Problematik der hohen Zeitpräferenz und der "defective telescopic faculty" spielt hierbei zusätzlich eine Rolle.

Um so wichtiger ist deshalb das Monitoring der Versalzungstrends durch ein fortlaufendes Meßprogramm während des Bewässerungsbetriebes und eine Anpassung der Wassergaben und Auswaschwassermengen an die entsprechenden Werte (vgl. 5.2.3).

Die Bedeutung solcher Monitoring-Programme wird einsichtig, wenn man die o. g. Schwierigkeiten berücksichtigt, optimale Bewässerungswirkungsgrade im Sinne ökonomischer Effizienzkriterien bei knapper Wasserverfügbarkeit und potentieller Versalzungsgefährdung zu definieren.

5.2.5 Unterhaltung

Es ist bereits erwähnt worden, daß mangelnde Unterhaltung der Be- insbesondere aber der Entwässerungseinrichtungen von Bewässerungssystemen sehr wesentlich zur potentiellen Bodenversalzung bzw. -vernässung beiträgt. Nicht bestehende oder mangelhaft unterhaltende Entwässerungsnetze gehören zu den häufigsten Ursachen der angesprochenen Umweltschädigungen durch Bewässerung.

Ein wichtiger Schritt zur Verbesserung dieser Situation wird es deshalb sein, Unterhaltungsfragen, die dazu erforderlichen Maßnahmen und die nötigen finanziellen Mittel bereits in der Planung zu berücksichtigen und dem Projektmanagement in Form von klar quantifizierten Aufgaben vorzugeben (44).

Darüber hinaus gilt es aber zu sehen, daß umweltschädigendes Verhalten - in diesem Fall die Nichtunterhaltung der Entwässerungsanlagen - einer Bedürfnisbefriedigung entspringt, bei der für die handelnden (bzw. nicht handelnden) Nutzer kurzfristige positive Effekte (z. B. Arbeitersparnis durch Nichtunterhaltung von Entwässerungsgräben) deutlich spürbar sind. Negative Konsequenzen dagegen sind häufig unbekannt, schwer vorstellbar oder werden als weit in der Zukunft liegend und für die aktuelle Situation als wenig relevant empfunden. Diese Überlegungen schließen an die Ausführungen des Abschnitts 5.2.2 an, die entsprechend auch für Unterhaltungsprobleme Gültigkeit haben.

5.2.6 Wasserwirtschaftliche Rahmenplanung

Aus den o. g. Betrachtungen geht hervor, daß die Umweltgefährdung durch Bewässerungsaktivitäten meistens in Klimazonen am größten ist, in denen außerdem Wasserknappheit vorherrscht (ASA-Bereich). Der sinnvolle Umgang mit dem volkswirtschaftlich knappen Gutwasser kann deshalb hier nicht allein auf Projektebene und auf die Bewässerung beschränkt bleiben. Die Nutzung der Ressource Wasser muß vielmehr unter solchen Gegebenheiten auf höherem Niveau, zumindest auf regionaler Ebene abgestimmt werden.

Die wasserwirtschaftliche Rahmenplanung erhält damit hier besondere Bedeutung. Ihre Aufgabe ist es, für ein definiertes Planungsgebiet die künftige Entwicklung der wasserwirtschaftlichen Verhältnisse zu erfassen und erforderliche Vorsorgemaßnahmen zu ihrer quantitativen und qualitativen Erhaltung vorzusehen.

Bewässerungsprojekte können sowohl auf der Inputseite (Menge und Qualität des Bewässerungswassers) als auch auf der Outputseite (Menge und Qualität des zurückgeleiteten Entwässerungswassers) zum Teil erheblich in die wasserwirtschaftlichen Gegebenheiten eines Einzugsgebietes eingreifen. Die Umweltverträglichkeit von Bewässerungsprojekten im weiteren Sinne muß deshalb auch der wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung und der Einbettung von Bewässerungsvorhaben in abgestimmte Rahmenpläne dieser Art in Zukunft größere Bedeutung zumessen.

6. Folgerungen für den Fachbereich

Aus den vorstehenden Betrachtungen ergeben sich für den FB vielfältige und zum Teil wichtige Konsequenzen, wenn die Umweltverträglichkeit der Projekte ernsthaft verbessert werden soll. Diese betreffen im wesentlichen die folgenden Aspekte:

- 6.1 Gesonderte Betreuung von Bewässerungsprojekten im ariden/semi-ariden Raum (ASA-Projekte);
- 6.2 Grundsatzentscheidungen zur GTZ-Projektpolitik im Bereich Bewässerung;
- 6.3 Durchführung von Umweltverträglichkeitsbeurteilungen;
- 6.4 Konsequenzen im bezug auf Managementaspekte und Wassernutzerverhalten;
- 6.5 Konsequenzen im bezug auf hydrologische und pedologische Erhebungen;
- 6.6 Konsequenzen für die Orientierung der F+E-Schwerpunkte.

6.1 Betreuung der Projekte im ariden/semi-ariden Raum (ASA-Projekte)

In Abschnitt 3 ist darauf hingewiesen worden, daß sekundäre Bodenversalzung als wichtigste Umweltschädigung durch Bewässerungslandwirtschaft vorrangig in ariden und semi-ariden Klimazonen auftritt, wo die jährlichen Raten der potentiellen Evapotranspiration die Niederschlagsmengen erheblich übersteigen.

Auf den Tätigkeitsbereich der HA 1 und auf die Länder bezogen, in denen bisher Bewässerungsprojekte realisiert worden sind (vgl. Abschnitt), bedeutet dies, daß derartige Probleme schwerpunktmäßig im Raum Nordafrika/Sahel/Nahost lokalisiert sind, wenn von den genannten Ausnahmen abgesehen wird (insbesondere Teile von Peru, Chile und Mittelasien). Auf die Bewässerung bezogen, ist dieser Raum jedoch noch durch weitere Besonderheiten gekennzeichnet:

- 1) Durch die Aridität des Klimas ist für Bewässerungsprojekte fast durchweg Wasser der knappste Produktionsfaktor. Eine Steigerung der Produktivität des Wassers steht deshalb bei den Projektzielen zumeist im Vordergrund. Vielfach fehlen Alternativen zur Bewässerungslandwirtschaft.

- ii) Der Zwang zur effizienten Bewirtschaftung des volkswirtschaftlich knappen Gutes "Wasser" wird verstärkt durch die Forderung, Wasserverlusten und damit verbundener Versalzungsgefährdung vorzubeugen.

Die strikte Kontrolle der Wasserverteilung wird deshalb zu einem wesentlichen Kriterium für erfolgsversprechende Bewässerungslandwirtschaft in diesem Gebiet.

- iii) Im Raum Nordafrika/Nahost ist eine relativ große Zahl von Ländern mit vergleichsweise hohem Bruttosozialprodukt lokalisiert. Der Großteil der OPEC-Länder befindet sich in diesem Raum. Kapitalintensive "grosse" Bewässerungstechnologie stellt deshalb vielfach eine realistische Option dar, wo entsprechendes technisches und Management-Know How vorhanden ist oder externe Expertise beschafft werden kann.

- iv) Kleinere traditionelle Bewässerungssysteme, die in Eigenverantwortung der Nutzer betrieben werden und in denen eine effiziente Wasserverteilung von den Nutzern selbst organisiert wird, sind in diesem Raum wesentlich seltener als in semi-ariden/semi-humiden Klimazonen Süd- und Südostasiens. In den Flußniederungen basiert traditionelle Bewässerung zumeist auf "flood recession"-Bewässerung, bei der die zurückweichenden Flußhochwässer zu Bewässerungszwecken genutzt werden. Strikte gruppeninterne Kontrollmechanismen zur Verteilungsregulierung zwischen einer großen Zahl von Nutzern stehen hierbei weniger im Vordergrund.

Die bisherige Bewässerungspraxis zeigt, daß eine strikte Wasserkontrolle, wie sie bei Wasserknappheit und zur Vermeidung von Versalzungsschädigungen notwendig ist, kaum im Rahmen üblicher Bewässerungsprojektlaufzeiten von Landbewirtschaftern ohne jede Bewässerungs-

tradition "erlernt" werden kann. Die Einrichtung von Bewässerungssperimetern kleiner und mittlerer Größenordnung, die unter weitgehender oder partieller Selbstverantwortung der Nutzer operieren sollen, ist deshalb in diesem Raum nur in Ausnahmefällen erfolgversprechend. Sie wird im wesentlichen auf Gegenden mit zumindest teilweise relevanten Bewässerungstraditionen beschränkt bleiben müssen. Kleinbewässerungssysteme dieser Art werden häufig auf Sonderverfahren der Wasserbeschaffung wie "rain-water-harvesting", "run-off-farming" usw. angewiesen sein.

Diese Betrachtungen zeigen, daß die Bewässerungsprojekte im Raum Nordafrika/Sahel/Nahost durch ganz spezifische Ausgangsbedingungen gekennzeichnet sind, die sie zum Teil sehr wesentlich von Projekten in anderen Klimazonen unterscheiden. Wenn man hinzu nimmt, daß Projekte in diesem Raum und insbesondere in Nordafrika/Nahost bisher den regionalen Schwerpunkt der bewässerungslandwirtschaftlichen Aktivitäten der GTZ dargestellt haben (vgl. Kap.), dann liegt es nahe, die künftige Zuständigkeit für "ASA"-Bewässerungsprojekte fachlich "in einer Hand" zusammenzufassen und regional dem Schwerpunktbereich Nordafrika/Sahel/Nahost zuzuordnen.

Eine solche Regelung wäre mit den folgenden Vorteilen verbunden:

- a) Die zuständigen Sachbearbeiter können sich auf die o. g. Besonderheiten, insbesondere die häufig kritischen Umweltverträglichkeitskriterien einstellen und die Projektvorbereitung und -planung darauf abstimmen.
- b) Die Erfahrung mit einer Vielzahl von Projekten in dieser besonderen Klimazone wird sich konzeptionell positiv auf

die Arbeit auswirken. Die Anwendung von Planungskriterien, die nur in ariden Klimabereichen relevant sind, auf andere z. B. semi-humide Klimazonen, wird damit vermieden.

- c) Die Dominanz von "großer Technologie" in diesem Raum erfordert besondere Projektansätze und den Einsatz spezialisierten Know Hows. Eine enge Zusammenarbeit mit Consultingfirmen ist deshalb hier besonders wichtig. Möglichkeiten zur Intensivierung des Drittgeschäfts dürften sich insbesondere in diesem Technologiebereich ergeben.
- d) Kleinbewässerungsvorhaben in diesem Raum setzen Sonderverfahren der Wasserbeschaffung voraus, die in anderen Klimazonen nicht relevant sind. Das "poolen" des Wissensstandes über solche Verfahren und neue Entwicklungen ist deshalb von Vorteil.

6.2 Entwicklungspolitische Grundsatzfragen

Die Tatsache, daß mangelnde Umweltverträglichkeit von Bewässerungsmaßnahmen zur Degradierung wertvoller Bodenressourcen und damit längerfristig zu einer nachhaltigen Schädigung des Zielgruppeninteresses führen kann, stellt insbesondere im Zusammenhang mit dem ASA-Raum einen latenten Zielkonflikt für den Fachbereich dar.

Dieser Zielkonflikt zwischen entwicklungspolitischen Zielen und GTZ-eigenen Interessen zur Durchführung von Projekten ist besonders gegeben, wenn Partnerregierungen u. U. in Verfolgung kurzfristiger Produktionsziele Bewässerung dort befürworten, wo Umfeldgegebenheiten und Managementkapazität die Einrichtung einer langfristig betriebsfähigen Bewässerungslandwirtschaft unwahrscheinlich erscheinen lassen. Gravierend hierbei ist, daß die entscheidenden Kriterien für eine potentiell ressourcenschädigende Wirkung der Bewässe-

rung und für die Gefährdung der langfristigen Sicherung des Betriebes vorwiegend im Bereich der organisatorischen Kapazität und des Nutzerverhaltes liegen und somit nicht quantifizierbar sind.

Eine qualitative Darstellung der kritischen Einflußgrößen wird jedoch in den seltensten Fällen für Entscheidungsträger das Argument einer positiven Wirtschaftlichkeitsberechnung entkräften können. Dies um so weniger, wenn politische Interessen eine Projektdurchführung nahelegen.

Es gilt jedoch zu sehen, daß die Bewässerungslandwirtschaft insbesondere in Afrika und die internationale T2 in diesem Bereich zunehmend dem Vorwurf ausgesetzt sind, zur Entstehung von "Entwicklungsruinen" beizutragen. In diesem Zusammenhang ist auch der Aufruf des Sekretariats der OECD zu sehen, keine weiteren neuen Projekte in Afrika südlich der Sahara zu realisieren, bevor die Betriebsfähigkeit bestehender Systeme nicht erwiesen ist (45).

Für den FB und insbesondere für die für ASA-Projekte verantwortlichen Sachbearbeiter gilt es deshalb,

- kritische Umfeldbedingungen zu definieren, unter denen ASA-Projekte nicht oder nur mit Vorbehalten zur Ausführung kommen sollten, auch wenn solche Kriterien nur qualitativer Art sein können;
- anhand der in Abschnitt 6.3 genannten Umweltverträglichkeitsbeurteilungen bei anstehenden Projektprüfungen und -vorbereitungen auf potentiell kritische Einflußgrößen hinzuweisen;
- das hausinterne Problembewußtsein für den "trade off" zwischen kurzfristigem Projektdurchführungsinteresse und dem Risiko einer langfristigen Schädigung des Rufes der deutschen T2 im Bewässerungsbereich zu stärken.

6.3 Umweltverträglichkeitsbeurteilungen

Während für große Bewässerungsprojekte detaillierte und fachspezifische ökologische Wirkungsprognosen vertretbar sind und in Zukunft vom Hauptauftraggeber gefordert werden dürften, sollten auch Projekte mittlerer und kleinerer Auslegung in ASA-Klimazonen haus- oder fachbereichsintern zwingend einer Umweltverträglichkeitsbeurteilung unterliegen.

Der Kriterienkatalog für eine solche Beurteilung sollte sukzessive verfeinert werden, wobei die Beurteilung im wesentlichen dem in TAB. 3 angegebenen Vorgehensmuster folgen sollte.

Die Identifizierung von potentiell umweltbeeinflussenden Aktivitäten kann im Anschluß an das ZOPP-Schema und auf der Basis der dort beschriebenen Aktivitäten erfolgen. Sie sollte für die Bewässerung jedoch zumindest die in der Tabelle unter a. bis e. angegebenen Möglichkeiten genau präzisieren.

Die Wirkungsprognose kann dann in Form einer "Wirkungshierarchie" erfolgen. Ausgehend von einer als umweltbeeinflussend identifizierten Aktivität sind hierbei alle denkbaren Wirkungsmöglichkeiten analog zu einer Problemhierarchie in ihrem Ursachen- Wirkungszusammenhang grafisch aufzutragen. Diese Betrachtungen haben sich stets an der Situation "ohne Projekt" vergleichend zu orientieren.

Eine hypothetische Wirkungshierarchie für ein vereinfachtes Musterbeispiel ist in FIG. 2 wiedergegeben.

Der Vorteil einer solchen Vorgehensweise liegt darin, daß sie sich des Instrumentariums der ZOPP-Methodik bedient und eine sinnvolle und mit wenig Aufwand zu leistende Erweiterung für solche Projekte darstellen könnte, für die ökologische und soziale Umweltverträglichkeit überprüft werden sollen.

Wie vollständig die Umweltverträglichkeitsbeurteilung nach einer solchen Vorgehensweise beschrieben wurde, kann dann abschließend anhand eines Fragenkataloges überprüft werden, der sukzessive verfeinert werden kann und in einem ersten Ansatz die in TAB. 4 aufgelisteten Fragen beinhalten sollte (46).

TAB. 3

Vorgehensweise im Rahmen einer Umweltverträglichkeitsanalyse für kleinere Bewässerungsvorhaben ("environmental impact analysis")

- 1) Analyse der Situation ohne Projektaktivitäten
- 2) Im Anschluß an ZOPP: Identifizierung von Aktivitäten mit potentielltem Einfluß auf die Umwelt. Für Bewässerung z. B.
 - a) Wasserbereitstellung:
 - Oberflächenbewässerung (Flußwasserableitung)
 - Oberflächenwasserspeicherung
 - Grundwasserförderung
 - b) Wasserzuleitung und -verteilung:
 - Wasserverteilung durch Kanäle
 - Managementaktivitäten zur Kontrolle und Regulierung der Verteilung
 - Art der Verteilung (kontinuierlich, routierend, "on demand")
 - c) Wasseraufleitung:
 - "wild flooding"
 - Furchen-, Streifen- oder Beckenbewässerung
 - Beregnung, Tropfbewässerung
 - Verteilungsaktivitäten der Bauern
 - d) Wasserableitung:
 - Oberflächenabfluß ohne geregelte Entwässerung
 - Oberflächenabfluß mit geregelter Entwässerung
 - Tiefenversickerung
 - e) Landnutzung durch Bewässerung:
 - Art der Kulturen
 - Art des Bewirtschaftungssystems
 - Art der Beschäftigungsintensität und -verteilung
- 3) Definition des Bezugs dieser Aktivitäten zu Komponenten des ökologischen und sozialen Umfelds unter Berücksichtigung von (1).
- 4) Wirkungsprognose für die einzelnen Aktivitäten in ihrem speziellen Umfeldbezug und Herstellung von Verknüpfungen eventuell mit Hilfe einer "Wirkungshierarchie".

TAB. 4

Kontrollfragen zur Überprüfung von Umweltverträglichkeits-
beurteilungen von Bewässerungsvorhaben. X
(Quelle: Weltbank, 1973).

A. Environmental/Resource Linkages

- ① What will be the ecological consequences of changes in land-use patterns and population distribution? Will future resource uses be preempted?
- ② Will undesirable population-crowding occur as villages expand either to make way for, or take advantage of, the irrigated areas?
- ③ What type of environmental planning is being done?
- ④ Are major components of the ecosystem known? How will the project affect them?
- ⑤ Will changes in population density upset ecological balances?
- ⑥ What will be the impact of the project on the biota in the water system?
- ⑦ Will the diversion of water to cultivated areas seriously degrade the capabilities of the original water system to support valuable biological species?
- ⑧ Will important wildlife migration routes be permanently disrupted?

B. Design and Construction

- ① Has a consolidated construction plan for the development been prepared that takes into account ecological factors?
- ② Are road patterns, land excavations, fill sites, refuse disposal activities, etc., planned to minimize damage to the natural environment?

TAB. 4 (ff)

- What provisions have been made, if needed, for restoring borrow pits and other scarred sections of the construction area by filling, grading, and reseeding to prevent erosion?
- Will precautions be taken to protect management and construction crews from introducing new diseases and/or redistributing endemic diseases?

C. Operations

- Will water diversions be screened to prevent the destruction of fish?
- What steps are being taken to preserve fish and wildlife resources in the area?
- Will runoff water contain residues, such as pesticides and fertilizers, that contaminate downstream waters?
- What are the sedimentation, salinity and erosion problems?
- How will water logging and salt accumulation be controlled? Will serious aquatic weed problems arise?
- How does the irrigation network interact with sources of drinking water?
- Will irrigation permit the cultivation of new crops to which exogenous pests might be attracted?
- What provision has been made for monitoring the effects of the development on the environment and on affected peoples?

D. Socio-cultural Factors

- Will the introduction of water, new crops or population increases be detrimental to important social or cultural practices?
- Will the construction or operation of the system adversely affect other agricultural, economic or commercial practices in the area?

TAB. 4 (ff)

- Will construction of the system or new cultivation cause the relocation of people seeking new opportunities? If so, what steps will be taken to ensure orderly and productive resettlement?

E. Health Impacts

- To what extent will the project introduce new public health problems? Will health care services be included in the project?
- Will food, wastes, or water cycles aggravate sanitation and disease problems? Has provision been made for adequate environmental sanitation?
- Will changes in water velocities, temperatures and depth result in a more favorable environment for insect pests and disease-bearing organisms?
- Will changes in water patterns introduce disease-bearing organisms into previously unaffected areas?

F. Long-Term Considerations

- What undesirable long-range changes in population or the environment may accompany the irrigation system development?
- Will further related development projects planned for the future introduce new possibilities for adverse environmental effects?

6.4 Managementaspekte und Wassernutzerverhalten

Die Bedeutung von Faktoren des Managements und des Nutzerverhaltens für die Umweltverträglichkeit von ASA-Projekten ist in den vorangehenden Abschnitten eingehend erläutert worden.

Für den FB gilt es, daraus Konsequenzen zu ziehen und Projekte im ASA-Bereich in erster Linie unter diesen Gesichtspunkten zu beurteilen und zu konzipieren.

Daß weder die Analyse der Managementkapazität von Bewässerungsorganisationen noch deren gezielte Verbesserung von Ingenieurexperten geleistet werden kann, die noch dazu solche Aufgaben quasi ergänzend zu ihrer technischen Beratung übernehmen, sollte gesehen werden.

Die Tatsache, daß im Managementbereich der Bewässerung generell ein erhebliches Defizit an know how besteht und solches know how vor allem für ASA-Projekte große Bedeutung hat, sollten den FB veranlassen,

- seine Personalplanung im Bereich "Bewässerungsmanagement" auf künftige Anforderungen abzustellen;
- zu erwägen, ob sich ein Maßnahmenpaket "Managementberatung - Managementausbildung - Managementforschung" in der Bewässerung in Zusammenarbeit mit anderen Institutionen entwickeln läßt;
- generell F+E-Aspekte im Managementbereich der Bewässerung zu betonen.

Daß verstärkte Bemühungen in der Beratung von Wassernutzern nur dann Erfolg haben können, wenn Bedürfnisse, die zu umweltschädigendem Verhalten Anlaß geben, aufgedeckt worden

sind und in kompensatorischen Maßnahmen ihren Ausdruck finden, ist in Abschnitt 5.2.2 dargestellt worden.

Die Kompetenz von landwirtschaftlichen Beratungsfachleuten, solche Bedürfnisse zu identifizieren, die im soziologischen und sozial-psychologischen Bereich begründet sind, sollte jedoch nicht überschätzt werden.

Angesichts der Wichtigkeit dieser Aspekte und angesichts von entsprechenden Erfahrungen aus der Vergangenheit, sollten hier neue Wege gegangen werden und entsprechende sozialwissenschaftlich geschulte Fachleute zur Identifizierung der relevanten Engpässe hinzugezogen werden.

Es sollte Klarheit darüber bestehen, daß diese Aspekte zu den eigentlichen Ursachen der Umweltverträglichkeit von Bewässerung gehören, obwohl die ihrer Bedeutung nach nur ergänzenden technischen Aspekte bisher meist die ausschließliche Aufmerksamkeit beansprucht haben.

6.5 Hydrologische und pedologische Basisdaten

Die in Abschnitt 5.2.3 dargestellten Aspekte sollten für den FB Konsequenzen auf drei Ebenen nach sich ziehen:

a) Die Wichtigkeit des fortlaufenden Monitoring der Versalzungsintensität bei Projekten im ASA-Bereich sollte dazu führen, daß

- Aktivitäten und erforderliche Finanz- und Sachmittel bereits in der Planung neuer und zu rehabilitierender Projekte vorgesehen werden;
- der FB Überlegungen anstellt darüber, ob und wie sich ein Maßnahmenpaket "Monitoring der Bodenversalzung" entwickeln läßt, das sowohl Beratungs-, Ausbildungs-

aspekte und Potential für angewandte Forschung beinhaltet. Ein solches "Paket" wäre als eigene Projektkomponente oder als Maßnahme im Drittgeschäft denkbar.

- b) Der Berücksichtigung von Wasser- und Salzbilanzen in der Projektplanung im ASA-Bereich sollte erhöhte Aufmerksamkeit geschenkt werden.
- c) Die Wichtigkeit in der Praxis lesbarer und anwendbarer Bodenkarten und Landevaluierungen und die gegenwärtig damit verbundenen Engpässe sind in Abschnitt 5.2.3 angesprochen worden. Sie sollten den FB dazu veranlassen, sich die Bemühungen zu einer Beseitigung solcher Engpässe, die im wissenschaftlichen Bereich und in der internationalen TZ seit einiger Zeit angestellt werden, zu Nutze zu machen.

Die Notwendigkeit zu Aktivitäten in dieser Richtung ist um so mehr gegeben, als positive Ergebnisse auf diesem Gebiet nicht nur Auswirkungen im Bereich der Umweltverträglichkeit von Bewässerungsprojekten, sondern generell für die Bewässerungsplanung haben könnten.

Der FB sollte deshalb:

- von zuständigen Wissenschaftlern auf nationaler Ebene einen "state of knowledge" abfragen;
- einen Vergleich mit internationalen Bemühungen und Erfahrungen in der Praxis anstellen;
- die Entwicklung von Lösungen fördern, die im Einklang mit internationalen Praktiken stehen, um die möglichst weitgehende Akzeptanz neuer Konzepte im Entwicklungsländerbereich sicherzustellen;

- die möglichst schnelle Umsetzung und Anwendung erprobter neuer Konzepte für Agrarprojekte in der GTZ befürworten.

6.6 Forschung und Entwicklung

Aspekte der Bodenversalzung sowie Maßnahmen zur Melioration von versalzten Böden stellen einen bevorzugten Bereich der internationalen bodenkundlichen und bewässerungswissenschaftlichen Forschung dar. Auf einem einzigen bodenkundlichen Kongreß im Jahre 1978 wurden 33 Arbeiten zum Thema Bodenversalzung und Melioration von Salz- und Alkaliböden vorgetragen (47).

Daß jährlich fast ebenso viele Flächen durch Versalzung aus der Produktion genommen werden, wie durch Neuerstellung von Bewässerungsflächen hinzukommen (48), zeigt jedoch, daß wesentliche Forschungsaspekte vernachlässigt werden. Es mag zudem ein Indiz dafür sein, daß bodenkundliche und bewässerungswissenschaftliche Forschungsstellen möglicherweise nicht der richtige Ansprechpartner für die Entwicklung von Lösungsansätzen sind, die zu einer durchgreifenden Verbesserung der Situation führen können.

Hinzu kommt, daß die Bodenversalzung und -vernässung zwar der wichtigste Aspekt potentieller Umweltunverträglichkeit von Bewässerung ist, aber keineswegs alle möglichen Schadenswirkungen abdeckt. Auf die erheblichen Mängel im Verständnis einer ganzheitlichen Bewässerungsökologie und auf die Notwendigkeit zu interdisziplinären Forschungsansätzen ist in Abschnitt 2 bereits hingewiesen worden.

Der FB sollte aufgrund dieser und der vorhergehenden Erwägungen u. a. die folgenden Themen in den Mittelpunkt F+E-orientierter Bemühungen stellen (diese Auflistung ist als erster Anhaltspunkt, nicht als ausgearbeitetes Programm zu verstehen):

1. Systemverständnis/Bewässerungsökologie/interdisziplinäre Forschung (vgl. Abschnitt 2)

Hierzu insbesondere:

- dynamische Änderungen des ökologischen Systems, seine Beeinflussung durch die Bewässerung und seine Rückwirkungen auf die Bewässerung;
- Untersuchungen zur Bodenversalzung als Resultat einer Wechselwirkung zwischen Umwelt, technischer Systemauslegung und menschlichem Verhalten;
- Entwicklung des Instrumentariums zur Erstellung ökologischer Wirkungsprognosen in der Bewässerung;
- Auswahl und Relevanz von Umfeldvariablen, die auf den Erfolg von Bewässerungsmaßnahmen im Sinne einer Umweltverträglichkeit Einfluß haben;
- Aspekte der Umweltverträglichkeit moderner Agrartechnik generell und der spezifischen Rolle der Bewässerung.

2. Management/Organisation/Kontrolle der Wasserverteilung

- Kriterien administrativer Strukturen, die für den "Erfolg" von Bewässerungsmaßnahmen und ihrer Umweltverträglichkeit maßgebend sind;
- Fragen des Personalbedarfs für den Bewässerungsbetrieb;
- Unterhaltung von Bewässerungssystemen;
- vergleichende Untersuchungen über das Wasserrecht und den Zusammenhang zwischen bestimmten Regelungen und dem Bewässerungserfolg;

- Untersuchungen zur Gruppenorganisation autochthoner Kleinbewässerungssysteme im ASA-Bereich;
- Forschung zur Effizienz von Bewässerungsorganisationen etc. (vgl. Kapitel "Management der Bewässerung").

3. Wirtschaftlichkeit/Bewertungsfragen

- Berücksichtigung von Fragen der Stabilität von Bewässerungssystemen und von Aspekten der Irreversibilität von Umweltschädigungen in Nutzen-Kosten-Untersuchungen;
- Wirtschaftlichkeitsfragen der Entwässerung im Rahmen von Bewässerungsprojekten.

4. Wassernutzerverhalten

U. a.

- soziologische und sozialpsychologische Faktoren, die umweltschädigendes Verhalten in der Bewässerung induzieren können (Falluntersuchungen);
- Möglichkeiten zur Kompensation von Bedürfnissen, die umweltschädigendes Verhalten bewirken (Falluntersuchungen).

5. Pflanzenbauliche Aspekte

- Probleme der Salztoleranz von Kulturpflanzen; Wirkung verschiedener Niveaus von Versalzung des Bewässerungswassers auf die Ertragsverhältnisse unterschiedlicher Kulturpflanzen;

- Untersuchungen in semi-ariden Gebieten zu kleinbäuerlichen Landnutzungssystemen mit effizienter Wassernutzung.

6. Technische Aspekte

- Einführung anwendungsorientierter Boden- und Landklassifikationssysteme.

ANMERKUNGEN

- (1) BERRY et al (1980), S. 3; Untersuchungen des ICID, in die 23 Länder mit 87,3 mio ha Bewässerungsfläche eingeschlossen waren, beziffern die betroffenen Flächen dagegen nur auf etwa 20 %. Vgl. hierzu ZONN (1979), S. 29
- (2) ZONN (1979), S. 29
- (3) Ebd., S. 29
- (4) Ebd., S. 31
- (5) HARRISON (1983), S. 5
- (6) MOCK (1983) S. V.
- (7) u. a. ICID-Special Session, Moskau 1975; Symposium "Arid Land Irrigation in Developing Countries: Environmental Problems and Effects" Alexandria 1976; Konferenz über "Environmental Aspects of Irrigation and Drainage", Ottawa 1976.
- (8) ZONN (1979), S. 28
- (9) vgl. SCHADE (1983)
- (10) RUTHENBERG, H. (1980), S. 179
- (11) LOWDERMICK et al (1980)
- (12) EGGER et al S. 105/106
- (13) ZONN (1979), S. 28
- (14) FAO/UNESCO, S. 184
- (15) DIESTEL (1982), S. 1
- (16) BOS und NUGTEREN (1974)
- (17) Ebd., S. 12
- (18) z. B. ZONN (1979), S. 30
- (19) BOS und NUGTEREN (1974), S. 29
- (20) Persönliches Gespräch mit A. VALLENTIN, GTZ vom 10.5.84
- (21) vgl. z. B. NITZ (1984)
- (22) DIESTEL (1982), S. 4

- (23) Ebd., S. 7
- (24) ZONN, S. 31
- (25) FAO/UNESCO, S. 3
- (26) vgl. ADELHELM und VAHL (1980)
- (27) LAYARD (1980), S. 252
- (28) FAO/UNESCO, S. 482

- (29) z. B. Oasenbewässerung, "rainwater harvesting", "run-off farming" etc. in Nordafrika und Nahost, Kleinbewässerung in ariden/semi-ariden Gebieten Mittelasiens, vgl. NITZ (1984).

- (30) SCHADE (1983), S. 25
- (31) Ebd., S. 25
- (32) DIESTEL (1982), S. 1
- (33) Ebd., S. 1
- (34) Ebd., S. 4 ff.
- (35) Ebd., S. 8
- (36) Ebd., S. 1
- (37) Ebd., S. 2
- (38) LÜCKEN und GRÜNEBERG (1980), S. 30/31
- (39) Ebd., S. 32
- (40) Landklassifizierungssysteme von STORIE (1933, 1964), dem US Bureau of Reclamation (1953) und von FAO (1979)
- (41) LÜCKEN und GRÜNEBERG (1980), S. 33
- (42) vgl. hierzu Ebd., S. 31 und SANCHEZ et al (1982)
- (43) LÜCKEN und GRÜNEBERG (1980), S. 35 ff
- (44) DIESTEL (1982), S. 2
- (45) CARRUTHERS (1982)
- (46) WELTBANK (1973), S. 2-1 und 2-3
- (47) LÜCKEN und GRÜNEBERG (1980), S. 35
- (48) Ebd., S. 35

LITERATUR

ADELHELM, R. und H. VAHL (1980):

"Prognose und Prognosekontrolle bei der Planung von größeren Bewässerungsperimetern" in Prognose und Prognosekontrolle, Landwirtschaftsverlag, Münster-Hiltrup

BERRY, L; R. Food und R. HOSIER 1980:

"The Impact of Irrigation on Development: Issues for a Comprehensive Evaluation Study", USAID Discussion Paper No. 9

BOS, M.G. und J. Nugteren (1974): "On Irrigation Efficiencies"
ILRI Publication No. 19, Wageningen

CARRUTHERS, Jan (1982): "Irrigation Development: Implications of Recent Experience for Aid Policy"
Workshop on Irrigation Development Assistance, OECD, Paris

DIESTEL, H. (1982) "The costs and the worthiness to identify, to monitor and to control the salt balances in irrigation schemes" ICID, 13th Regional European Conference, Lissabon, Paper No. 24

EGGER, K.; B. Glaeser; E. Hagolani; B. Lang; J. Reichling; W. Seidensticker (1973) "Ökologische Probleme ausgewählter Entwicklungsländer", H. Buske Verlag, Hamburg

FAO/UNESCO (1973) "Irrigation, Drainage and Salinity",
An International Source Book, Hutchinson, London

HARRISON, P. (1983) "Der wachsende Bevölkerungsdruck auf die Bodenreserven"
E + Z 8/9/83, S. 5

LAYARD, R. (Ed.) (1980) "Cost Benefit Analysis"

Penguin Modern Economic Readers, London

LOWDERMILK, M.K., W.T. Franklin; J.J. Layton et al (1980)

"Development Process for Improving Irrigation Water Management on Farms", Water Management Technical Report No. 65 B, Colorado State University, Fort Collins.

LUCKEN, H. und F. GRÜNEBERG (1980)

"Standards zur Beurteilung der Bewässerungseignung von Böden" in: "Probleme in der Bewässerungswirtschaft". Vorträge eines Rundgesprächs vom 14. und 15.02.1980 in Braunschweig, DFG, Bonn.

MOCK, J. (1983): Vorwort zu "Man and Technology in Irrigated Agriculture", Irrigation Symposium DVWK, 1982.

NITZ, H.J (1984) "Ackerwirtschaft mit knappen Wasserressourcen in semi-ariden Räumen Indiens"

Geographische Rundschau, 36, H. 2

RUTHENBERG, H (1980): "Farming Systems in the Tropics"

Clarendon Press, Oxford

SANCHEZ, P.A.; W Conto und S.W. Buol (1982)

"The Fertility Capability Soil Classification System: Interpretation, Applicability and Modification" in: Geoderma, 27, S. 283-309

SCHADE, B (1983): "Psychologische Aspekte umweltgerechter Entwicklungspolitik". Entwicklung und Zusammenarbeit 10/83.

WELTBANK (1973): "Environmental, Health and Human Ecologic Considerations in Economic Development Projects",

Washington

WHITE, G. (Hrsg.) (1978) "L'irrigation des terres arides dans les pays en développement et ses conséquences sur l'environnement", UNESCO, Notes Techniques du MAB 8.

ZONN, I.S. (1979): "Ecological Aspects of Irrigated Agriculture". ICID Bulletin, Juli, Vol. 28, No. 2.

A N H A N G 3

RATIONELLE ENERGIEVERWENDUNG IN DER
BEWÄSSERUNG

INHALTSVERZEICHNIS

	<u>Seite</u>
1. Allgemeines	1
2. Bewässerung und Energiebedarf	2
3. Stellenwert von rationeller Energieverwendung in der Bewässerung	6
4. Bewertungsmethoden	11
5. Bewertung verschiedener Bewässerungsverfahren im Hinblick auf ihre Energieeffizienz	13
5.1 Verfahren der Wasserverteilung	13
5.2 Grundwassernutzung und Pumpbetrieb	16
6. Technische Maßnahmen	24
6.1 "Housekeeping"-Maßnahmen	24
6.2 "Retrofitting"-Maßnahmen	26
6.3 "System-change"-Maßnahmen	27
7. Folgerungen für die Arbeit des FB 152	28
7.1 Bisherige Konzeption	28
7.2 Implikationen und Empfehlungen	29

1. Allgemeines

Wie in Kapitel 2 dargestellt worden ist, muß die Nahrungsmittelproduktion der Entwicklungsländer bis zum Jahre 2000 im Durchschnitt um etwa 3,7 % steigen, wenn mit dem Bevölkerungswachstum im gleichen Zeitraum Schritt gehalten werden soll. Dies sind erhebliche Anforderungen, wenn man bedenkt, daß die Zunahme der Nahrungsmittelerzeugung dieser Länder zwischen 1970 und 1980 im Mittel nur etwa 1,5 % betrug, obwohl in diesem Zeitraum die Möglichkeiten des Konzeptes der "Grünen Revolution" zu einem wesentlichen Teil ausgeschöpft worden sind.

Die Erreichung des o. g. Produktionszieles wird durch den damit verbundenen Energiebedarf zusätzlich erschwert. Nach Schätzungen von FAO setzt eine 3,7 %ige Erhöhung der Nahrungsmittelerzeugung eine jährliche Steigerung allein der kommerziellen Energieinputs um 8 % voraus. Hierbei wird von einem höheren Anteil maschinengestützter Produktionsweisen am Gesamtenergiebedarf ausgegangen, als dies gegenwärtig der Fall ist (1).

Die "Energiekrise" der 70er Jahre und die damit verbundenen Preissteigerungen für kommerzielle Energie stellen mithin viele Entwicklungsländer, insbesondere die Nettoimporteure von Rohöl und Mineralölerzeugnissen vor die Aufgabe, Ernährungssicherungsziele zu verfolgen, gleichzeitig aber die zunehmende Devisen-Knappheit zur Beschaffung kommerzieller Energieträger in Rechnung zu stellen.

Vor diesem Hintergrund stellen sich für die Konzeption der Arbeit des FB 152 die folgenden vorrangigen Fragen:

- a) Welche Rolle spielt der Bewässerungssektor im Rahmen von energiepolitischen Erwägungen in der Dritten Welt?

- b) Welchen Stellenwert haben Maßnahmen der rationellen Energieverwendung in der Bewässerung?
- c) Wie lassen sich solche Maßnahmen im Gesamtkontext von bewässerungslandwirtschaftlichen Vorhaben bewerten?
- d) Wie sind verschiedene Bewässerungsverfahren im Hinblick auf ihre Energieeffizienz zu beurteilen?
- e) Welche technischen Möglichkeiten bieten sich in der Bewässerung an, um eine rationellere Verwendung von Energie praktisch zu realisieren? X
- f) Welche Empfehlungen und Implikationen ergeben sich aus solchen Betrachtungen für die Fachbereichsarbeit des FB 152?

2. Bewässerung und Energiebedarf

Der Anteil der Landwirtschaft am Verbrauch kommerzieller Energie in Entwicklungsländern ist im Vergleich zu anderen Sektoren der Wirtschaft beschränkt. Für 26 Länder ist der relative Verbrauchsanteil der Landwirtschaft am kommerziellen Gesamtenergieverbrauch für das Jahr 1975 in Tab. 1 dargestellt. Der Gesamtverbrauch in der Landwirtschaft wird im wesentlichen durch die Produktionsfaktoren Handelsdünger, Traktoren und Bewässerung (in dieser Reihenfolge) bestimmt, während Pestizide i. a. eine untergeordnete Rolle spielen (2). Für die o. g. Länder sind die entsprechenden Verbrauchsanteile aus Tab. 2 ersichtlich.

Aus dieser tabellarischen Aufzählung läßt sich ersehen, daß Bewässerung sehr energieintensiv ist und z. T. mehr als die Hälfte des Gesamtenergieverbrauchs in der Landwirtschaft beanspruchen kann. In den meisten Fällen ist die Verwendung von Handelsdünger jedoch mit noch höherem Energieaufwand verbunden. Hierbei muß berücksichtigt werden, daß nur etwa 50 %

des weltweit aufgewendeten Stickstoffdüngers tatsächlich von den Pflanzen genutzt werden und daß einer der Gründe dafür in unzureichender Bewässerung gesehen werden muß.

Dies bedeutet, daß eine rationelle Energieverwendung in der Bewässerungslandwirtschaft keineswegs immer gleichbedeutend mit verminderten Energieverbrauch für die Bewässerung sein muß. Besonders für die Tropen wird von der genannten Komplementarität zwischen Bewässerung und Kunstdünger bei erhöhter Energieverwendung für Bewässerung ein besonders großer Zuwachs an Energieeffizienz erwartet (3).

Tabelle 1

Relativer Anteil des kommerziellen Energieverbrauchs
der Landwirtschaft am kommerziellen Gesamtenergie-
verbrauch - ausgewählte Länder - (1975)

<u>Land</u>	<u>in %</u>
Mali	23
Tschad	28,4
Tunesien	10,9
Zentral Afrikanische Republik	11,3
Burundi	16,1
Äthiopien	12,8
Madagaskar	13,7
Malawi	13
Mauritius	15,2
Zimbabwe	11,2
Tanzania	10,6
Sudan	10,8
El Salvador	20,4
Costa Rica	12
Guatemala	11,2
Nicaragua	15
Zypern	13,5
Türkei	11,5
Afghanistan	17,8
Bangladesch	19,5
Pakistan	16
Sri Lanka	18,1
Burma	11,3
Indien	9,1
Kambodscha	75,1
Nepal	40,4

QUELLE: FAO, 1980

ZITIERT IN TEBLITZ-SEMBITZKY (1982)

Tabelle 2
Verteilung des kommerziellen Energieverbrauchs in
der Landwirtschaft auf Produktionsfaktoren 1975

Land	Kunstdünger		Traktoren		Bewässerung		Pestizide		Gesamt	
	10 ¹² Joules	%	10 ¹² Joules	%	10 ¹² Joules	%	10 ¹² Joules	%	10 ¹² Joules	%
Malï	310	28	109	10	415	37	272	25	1 107	100
Tschad	460	58	25	3	12	2	291	37	787	100
Tunesien	2 026	25	5 641	71	258	3	68	1	7 993	100
Zentr. Afr. Rep.	83	42	40	20	0	0	77	38	200	100
Burundi	42	24	16	9	9	5	109	62	176	100
Äthiopien	1 013	47	701	33	96	5	325	15	2 134	100
Madagaskar	361	13	471	17	1 735	60	287	10	2 854	100
Malawi	654	60	287	27	28	3	109	10	1 078	100
Mauritius	1 178	90	74	6	29	2	28	2	1 309	100
Zimbabwe	8 246	66	3 695	30	103	1	418	3	12 462	100
Tanzania	1 422	45	1 013	32	171	5	564	18	3 190	100
Sudan	3 860	46	1 172	21	2 325	28	437	5	8 335	100
El Salvador	4 905	84	389	7	75	1	477	8	5 846	100
Costa Rica	2 627	73	778	22	66	2	103	3	3 585	100
Guatemala	2 816	56	973	20	52	1	1 162	23	5 083	100
Nicaragua	1 871	45	1 163	28	49	1	1 101	26	4 189	100
Zypern	1 143	35	1 939	59	171	5	37	1	3 291	100
Türkei	35 788	40	47 190	50	3 689	4	1 191	2	88 791	100
Afghanistan	1 559	34	136	3	2 673	59	198	4	4 555	100
Bangladesch	9 012	69	728	6	2 596	20	653	5	12 989	100
Pakistan	22 204	37	6 951	11	30 576	50	1 073	2	60 804	100
Sri Lanka	4 237	51	2 545	31	1 410	17	138	1	8 330	100
Burma	2 231	42	598	11	2 185	41	259	5	5 274	100
Indien	129 236	48	45 160	17	87 769	33	7 864	3	270 029	100
Kambodscha	51	10	293	55	155	29	33	6	532	100
Nepal	687	43	88	6	716	45	105	6	1 596	100

Landwirtschaftliche Bewässerungsflächen in
26 Entwicklungsländern von 1969-79 (in 1000 ha)

Land	1969 - 71	1973	1976	1979
Malï	53	80	90	100
Tschad	1	1	1	3
Tunesien	90	105	130	140
Zentr. Afr. Rep.	-	-	-	-
Burundi	5	5	5	5
Äthiopien	55	55	55	55
Madagaskar	337	390	430	460
Malawi	4	6	8	10
Mauritius	15	15	15	15
Zimbabwe	47	50	55	60
Tanzania	46	50	55	62
Sudan	1 250	1 407	1 550	1 700
El Salvador	20	33	30	120
Costa Rica	26	26	26	26
Guatemala	57	60	62	66
Nicaragua	40	55	70	78
Zypern	97	94	94	94
Türkei	1 783	1 950	2 000	2 050
Afghanistan	2 340	2 400	2 520	1 520
Bangladesch	1 054	1 299	1 218	14 450
Pakistan	12 904	13 634	13 830	550
Sri Lanka	436	427	483	1 044
Burma	849	890	985	39 090
Indien	30 183	31 840	34 490	89
Kambodscha	89	89	89	220
Nepal	116	117	190	

3. Stellenwert von rationeller Energieverwendung in der Bewässerung

Angesichts der o. g. Ausgangssituation muß einer rationellen Energieverwendung in der Bewässerung künftig erhöhte Beachtung geschenkt werden. Damit stellt sich jedoch zugleich die Frage, welcher Stellenwert Überlegungen zur Energieverwendung im Rahmen der Bewässerungsplanung zukommen soll, und wie entsprechende Maßnahmen im Gesamtrahmen einer Projektbeurteilung zu werten sind.

Die Beantwortung dieser Frage wird ohne Berücksichtigung der übrigen Projektziele und des Projektumfeldes und hier insbesondere der nationalen Ressourcenausstattung, des wirtschaftlichen Potentials und der sozio-ökonomischen Bedingungen kaum möglich sein. Es liegt auf der Hand, daß für erdölexportierende Länder mit hohem Devisenüberschüssen hier andere Vorgehensweisen gewählt werden müssen als für ölimportierende Entwicklungsländer. Wiederum andere Überlegungen werden maßgebend sein für Erdölimporteure mit großem hydroelektrischem Potential als für solche ohne derartige Kapazitäten (vergleiche Tab. 3, etc.).

Die Auslegung und Bewertung von Maßnahmen zur Realisierung einer rationellen Energieverwendung in der Bewässerung muß deshalb je nach ökologischem, wirtschaftlichem und sozialem Kontext im Rahmen von länder- bzw. regionalspezifischen Strategien erfolgen.

Generell lassen sich drei wesentliche Optionen für solche Strategien unterscheiden, obwohl verschiedene Kombinationen und Gewichtungen möglich sind (4):

- a) Der nationalen Energiepolitik kommen sektorübergreifende und umfassende Prioritäten zu. Dies bedeutet, daß alle

Wirtschaftssektoren eines Landes einschließlich der Landwirtschaft in gleicher Weise und ohne Sonderregelungen der Forderung nach Energieeinsparung genügen müssen.

Damit unterliegt die Auswahl von Projektalternativen und von Maßnahmenvarianten strikten makroökonomischen Knappheitsbetrachtungen. Das Kriterium größtmöglicher volkswirtschaftlicher Rentabilität wird damit für die Auslegung von Maßnahmen und Projekten alleinentscheidend. Energie als knappe Ressource muß dabei mit entsprechenden volkswirtschaftlichen Schattenpreisen in Rechnung gestellt werden. Damit wird nicht nur eine Einsparung von Energie vorrangig, sondern die "Effektivierung des Energieeinsatzes durch ein an Preis-Kosten-Relationen orientiertes Optimierungsverhalten" (5).

Eine solche, eng auf Allokationsprobleme ausgerichtete Strategie ist jedoch nur unter besonderen Umfeldbedingungen operationalisierbar. Nur in einem Kontext, in dem sozioökonomische Zwänge vernachlässigbar sind oder eindeutig hinter energiepolitischen Gesichtspunkten zurückstehen, wo alternative Möglichkeiten zur Nahrungsmittelproduktion bestehen und wo Bewässerungsland und verfügbare Wasserressourcen als knappe Produktionsfaktoren weniger in Gewicht fallen als Energie, kann ein solches ökonomisches Effizienzkriterium mit Ausschließlichkeit vertreten werden.

Dies trifft jedoch für die Mehrzahl der Entwicklungsländer nicht zu. Die hier beschriebene enge Auslegung einer Strategie zur verbesserten Energieverwendung im Sinne allokativer Effizienz ist deshalb für die entwicklungslanderbezogene Bewässerungslandwirtschaft als alleiniges Kriterium nur in Ausnahmefällen geeignet.

Tabelle 3

Energieressourcen in Entwicklungsländern^{a)}

Hydroelektrisches Potential^{b)}

		niedrig		Mittel		hoch
fossile Brennstoffreserven ^{c)}	niedrig	Burundi (3) Ghana (3) Malawi (3) Rwanda (3) Sri Lanka (4) El Salvador (4) Ethiopia (4) Haiti (4) Laos (4) Lesotho (4) Morocco (4) Philippines (4) Somalia (4) Togo (4) Yemen Arab Republic (4)	Lebanon (3) Dominican Republic (4) Guatemala (4) Ivory Coast (4) Jamaica (4) Jordan (4)	Zambia (2) Afghanistan (3) Chad (4) Benin (4) Guinea (4) Honduras (4) Kenya (4) Mali (4) Mauritania (4) Senegal (4) Sierra Leone (4) Sudan (4) Tanzania (4) Uganda (4)	Nicaragua (4) Panama (4) Portugal (4) Uruguay (4)	Burma (0) Central African Republic (4) Liberia (4) Malagasy Republic (4) Nepal (4) Niger (4) Upper Volta (4)
	Mittel	Pakistan (2) Thailand (4)		Yugoslavia (4)		Zaïre (0) Cameroon (4)
	hoch	Indonesia (0) Nigeria (0) Egypt (0) India (1) Bangladesh (2)	Mexico (0) Algeria (0) Malaysia (0) Syria (0) Trinidad and Tobago (0) Tunisia (0) Korea (1) Turkey (3)		Peru (0) Argentina (1) Chile (2) Brazil (3)	Congo (0) Ecuador (0) Bolivia (0) Colombia (1)

a) Ausgeschlossen sind Staatshandelsländer, Öl-Exporteure mit Kapitalbilanzüberschuß und Länder mit einer Bevölkerung von weniger als 1 Mio. Länder auf der linken Seite der Spalten haben nach Weltbankschätzungen aktuelle oder mögliche Brennstoffprobleme. Zahlen in Klammern geben Ölimporte als Prozentsatz der kommerziellen Energienachfrage an: 0 = Nettoölexporteur; 1 = 0 - 25 %; 2 = 26 - 50 %; 3 = 51 - 75 %; 4 = 76 - 100 %.

b) niedrig = jährliches per capita Potential unter durchschnittlichen flow-Bedingungen der installierten und installierbaren Kapazitäten von weniger als 0,2 t.c.e. bei einer täglichen Nutzungsdauer von 12 Std.; Mittel = jährliches per capita Potential zwischen 0,2 und 1 t.c.e.; hoch = jährliches per capita Potential von mehr als 1 t.c.e.

c) niedrig = weniger als 1 t.c.e. per capita; Mittel = zwischen 1 und 10 t.c.e. per capita; hoch = mehr als 10 t.c.e. per capita

QUELLE:

WELTBANK 1980, 1980 b

ZITIERT IN FELDITZ-SCHWITZKY (1982)

- b) Eine andere Strategie, die ebenfalls nur in Ausnahmefällen Anwendung finden kann, stellt Teile der Landwirtschaft und der Bewässerungswirtschaft direkt in den Dienst energiepolitischer Bestrebungen. Hierbei basiert ein wesentlicher Teil der Energieerzeugung selbst auf landwirtschaftlicher Produktion, wie dies bei der Alkoholerzeugung aus Zuckerrohr in Brasilien der Fall ist. Bewässerungswirtschaft mit ihren Möglichkeiten zur Ausdehnung der Zuckerrohranbauflächen und zur Erhöhung der Flächenproduktivität trägt hier mittelbar zur Energieerzeugung bei.

Auch hier muß gesehen werden, daß die Voraussetzungen für eine solche Strategie - u. a. neben spezifischen Klimabedingungen ausreichende und geeignete Land- und Wasserressourcen, die die Einrichtung und Unterhaltung großflächiger Zuckerrohrplantagen erlauben - nur in Ausnahmefällen in anderen Entwicklungsländern gegeben sind (6).

- c) Eine Strategie, die sich unter den üblichen Bedingungen multipler Ziele und instabiler Umfeldgegebenheiten in Entwicklungsländern vertreten läßt, ist in einer Grundlagenstudie über Möglichkeiten und Ansätze zur "rationalen Energieverwendung" (REV) in Entwicklungsländern vorgestellt worden (7). Diese Strategie orientiert sich zwar durchaus an den unter a) genannten Prinzipien ökonomischer Effizienz für die Energieverwendung. Sie sieht aber das Ziel einer "rationalen Energieverwendung" nicht allein in der Erfüllung energiepolitischer Vorgaben, sondern betrachtet REV-Maßnahmen als ein Mittel, das dazu beitragen soll, an entwicklungspolitischen Prioritäten ausgerichtete Ziele zu erreichen.

Ein solcher Ansatz erkennt an, daß ökonomische Effizienzkriterien mit anderen entwicklungspolitischen Zielen nicht immer vereinbar sein müssen und daß sie u. U. Nebeneffekte haben können, die besonders aus sozialpolitischen Gründen

unerwünscht sind. Es wird deshalb bei bestimmten entwicklungspolitischen Zielvorgaben notwendig sein, die "Sozialverträglichkeit" von REV-Maßnahmen im Hinblick auf ihre sozio-ökonomischen Auswirkungen zu überprüfen, um sie ggf. durch flankierende Aktivitäten zu ergänzen (8).

Eine Umstellung von Oberflächenbewässerung auf Pumpbetrieb und Bewässerung aus Grundwasser z. B. kann nicht prinzipiell aus Gründen der Energieeffizienz unterbleiben. Es gilt vielmehr abzuwägen, ob sozio-ökonomische Vorteile, wie sie u. U. beim Pumpbetrieb auftreten können (vgl. hierzu Kapitel 5.2) mit flankierenden Maßnahmen auch in der Oberflächenbewässerung erreichbar sind.

Aus Gründen der Energieeffizienz kann sich z. B. Bewässerung aus Oberflächenwasser (z. B. durch Flußableitung) verbunden mit einem größeren Kanalnetz zur Wasserzuleitung und -verteilung empfehlen. Andererseits können mehrere kleinere Pumpbewässerungssperimeter evtl. eine zuverlässigere und gerechtere Wasserverteilung an Nutzergruppen gewährleisten, die in einem großen Kanalnetz von bevorzugten "Oberliegern" abhängig wären ("tail-end-Problematik").

Im Rahmen des REV-Konzeptes wäre hierbei zu prüfen, ob die Wahl der energieeffizienteren Alternative (hier Bewässerung aus Oberflächenwasser) ggf. zusätzliche Maßnahmen verlangt, damit auf die sozio-ökonomischen Vorteile ~~der weniger~~ der weniger energieeffizienten Maßnahme nicht verzichtet werden muß.

Erweiterte Kontrollfunktionen für das Management in bezug auf die Wasserverteilung wären hier u. U. denkbar. Es ist jedoch wichtig, zu sehen, daß in vielen Entwicklungsländern mit instabilen Umfeldbedingungen solche kompensatorische Maßnahmen aus institutionellen Gründen

scheitern müssen oder unangemessen hohe Opportunitätskosten verursachen (z. B. wegen knapper Managementkapazität). Unter solchen Bedingungen werden gesellschaftlich unerwünschte Konsequenzen von REV-Maßnahmen nicht oder nur schwer revidierbar sein. ("Tail-end"-Probleme, d. h. exzessive Wassernutzung durch Kanal-Oberlieger und unzureichende Wasserverfügbarkeit für "tail-ender", z. B. sind schwer zu revidieren, da sie im Laufe der Zeit den Charakter von "de-facto"-Wasserrechtenannehmen). X

Dies bedeutet, daß das Kriterium der Sozialverträglichkeit unter solchen Gegebenheiten direkt an die vorgesehenen REV-Aktivitäten angelegt werden muß. Damit kommt gesellschaftlichen oder entwicklungspolitischen Zielen Vorrang vor energiepolitischen Erwägungen zu (9). X

Da solche Ziele nicht nur von den Partnerländern selbst festgelegt werden, sondern sich aus den Ansprüchen ergeben, mit denen die Entwicklungshilfeleistungen der Geberinstitutionen und -länder versehen sind (10), ergibt sich für den Fachbereich die Aufgabe, flexible Richtlinien, wie sie die geschilderten REV-Konzeption darstellt, unter länderspezifischen Gesichtspunkten im Einzelfall zu präzisieren.

4. Bewertungsmethoden

Die Bewertung von Maßnahmen zur rationellen Energieverwendung in der Bewässerung muß sich an dem jeweils definierten strategischen Richtlinien orientieren, die unter den gegebenen länderspezifischen oder regionalspezifischen Umständen maßgebend sein sollen.

In Einzelfällen ist die Gegenüberstellung von Energiebilanzen eine Möglichkeit, Lösungsalternativen zu bewerten. Hierbei

wird der unterschiedliche Energieinput und -output verschiedener Produktionssysteme oder technischer Anlagen dargestellt und der Anteil fraglicher alternativer Produktionsfaktoren am Gesamtenergieverbrauch aufgezeigt und verglichen.

Energiebilanzen kommt allerdings i. a. nur theoretische Bedeutung zu, da sie Preis-Kosten-Reaktionen unberücksichtigt lassen und damit Unterschiede in der Qualität und den Verwendungsmöglichkeiten verschiedener Energiearten vernachlässigen. Außerdem werden Substitutionsmöglichkeiten zwischen Energie und anderen Inputs außer acht gelassen und die in der Zeit veränderliche Verfügbarkeit von Energie ausgeklammert (11).

Eine vergleichende Bewertung mit Hilfe von volkswirtschaftlichen Vorteilhaftigkeitskriterien kann demgegenüber die relativen Knappheitsverhältnisse zum Ausdruck bringen. Aber auch solche Wirtschaftlichkeitsvergleiche sind in der Praxis mit Schwierigkeiten verbunden.

Hierzu gehört zum einen die zuverlässige Abschätzung volkswirtschaftlich relevanter Schattenpreise für Energie und zum anderen eine Erfassung künftiger Kostentrends für die in Frage kommenden Energieträger. Letzteres müßte strenggenommen in der Definition einer "Energie-Diskontierungsrate" ihren Ausdruck finden, die u. a. die fossilen Energiereserven eines Landes, das vorhandene Potential zur Nutzung erneuerbarer Energien und die Kapazität des Landes zum Ausdruck bringen sollte, Primärenergie in nutzbare Endenergie umzuwandeln (12). Hierzu fehlt es jedoch bisher an anerkanntem methodischem Instrumentarium.

Trotz solcher Schwierigkeiten erscheinen ökonomische Vorteilhaftigkeitskriterien für die meisten Entwicklungsländer-Situation, in denen die o. g. kompensatorischen Maßnahmen zur Sicherstellung der Sozialverträglichkeit von REV-Aktivitäten realisierbar sind, gegenwärtig als einzig praktikable Bewertungsmethode.

5. Beurteilung verschiedener Bewässerungsverfahren im Hinblick auf ihre Energieeffizienz

5.1 Verfahren der Wasserverteilung

Überlegungen zu Ansätzen einer rationellen Energieverwendung in der Bewässerung, die an die oben diskutierten Betrachtungen anschließen, werfen zunächst die Frage auf, wie verschiedene Bewässerungsverfahren unter solchen REV-Gesichtspunkten zu beurteilen sind.

Um in diesem Zusammenhang zu quantitativen Aussagen zu kommen, wird die Betrachtung zunächst auf einen eingeeengten REV-Begriff beschränkt, der sich ausschließlich auf Energieeffizienz-Kriterien bezieht, zusätzlich^e entwicklungspolitische Zielsetzungen (Sozialverträglichkeit etc.) jedoch außer acht läßt.

X

X

Ein Versuch, die direkten Energieinputs zu erfassen, die für die Einrichtung und den Betrieb verschiedener Bewässerungsverfahren unter denselben topographischen Gegebenheiten erforderlich sind, wurde von BATTY et al unternommen (1975) (13).

Für eine 64 ha Farm mit vorgegebenem Geländeprofil wurden 9 verschiedene Bewässerungsverfahren entworfen, deren technische Auslegung eine vorgegebene Höhe der Wasseraufleitung abzudecken hatte, und für die Wasserzulieferung mit den jeweils erforderlichen Betriebsdrücken durch eine Pumpe unmittelbar am Farmeinlass erfolgte (14). Die ermittelten Energiebilanzen, die die unterschiedliche Nutzungsdauer verschiedener Systeme ebenso berücksichtigen wie die ungleichen Bewässerungswirkungsgrade der Verfahren sind in Tab. 4 zusammengestellt. Unter gleichen Bedingungen und ohne Berücksichtigung des Energiebedarfs zur Wasserförderung bis zum Farmeinlass weist diese Gegenüberstellung für Oberflächenbewässerung den geringsten und für Beregnungsmaschinen den höchsten Energiebedarf nach.

Aber bereits bei solchen ausschließlich energiebezogenen Betrachtungen, in die keine Preis-Kosten-Relationen und keine weitergehenden Zielvorgaben im Sinne des o. g. REV-Konzeptes eingehen, lassen sich kaum allgemeingültige Aussagen treffen. Unterschiedliche Wasserförderhöhen bei der Zulieferung zum Farmeinlass z. B. können dieses Bild erheblich verändern (vgl. Fig. 1). Ebenso verändern sich die Relationen unter ganz bestimmten situationsbedingten Gegebenheiten: große Förderhöhen bei der Wasserzulieferung in Verbindung mit nur teilweise flächendeckendem Bestand der Kulturen wie z. B. bei Baumkulturen, machen Beregnung bzw. Tropfbewässerung energieeffizienter als Oberflächenbewässerung (15).

Außerdem müssen ggf. die beträchtlichen "Energieinvestitionen", die mit großen Wasserfassungsanlagen bei der Oberflächenbewässerung verbunden sind, mit den Energieverbrauchs-
werten, die vergleichsweise im Pumpbetrieb entstehen, verglichen werden.

Tabelle 4

Total Annual Energy Inputs, in Thousands of Kilocalories (or gallons of diesel) per acre irrigated for Nine Irrigation Systems, Based on 36-in. (915-mm) Net Irrigation Requirement and Zero Pumping Lift

Irrigation system (1)	Installation energy ^a (2)	Pumping energy (3)	Installation per pumping energy ratio (4)	Labor energy (5)	Total energy (6)
Surface without Irrigated Runoff Recovery System	103.2	35.2	2.93	0.50	138.9 (15.0)
Surface with Irrigated Runoff Recovery System	179.9	48.0	3.75	0.30	228.2 (24.6)
Solid-set sprinkle	614.1	770.0	0.80	0.40	1,384.0 (149.5)
Permanent sprinkle	493.6	770.0	0.64	0.10	1,263.7 (136.5)
Hand-moved sprinkle	159.7	804.0	0.20	4.80	968.5 (104.6)
Side-roll sprinkle	200.3	804.0	0.25	2.40	1,007.1 (108.8)
Center-pivot sprinkle	388.5	864.0	0.45	0.10	1,252.6 (135.3)
Traveler sprinkle	288.9	1,569.0	0.18	0.40	1,858.0 (200.7)
Trickle	530.5	468.0	1.13	0.10	998.6 (107.8)

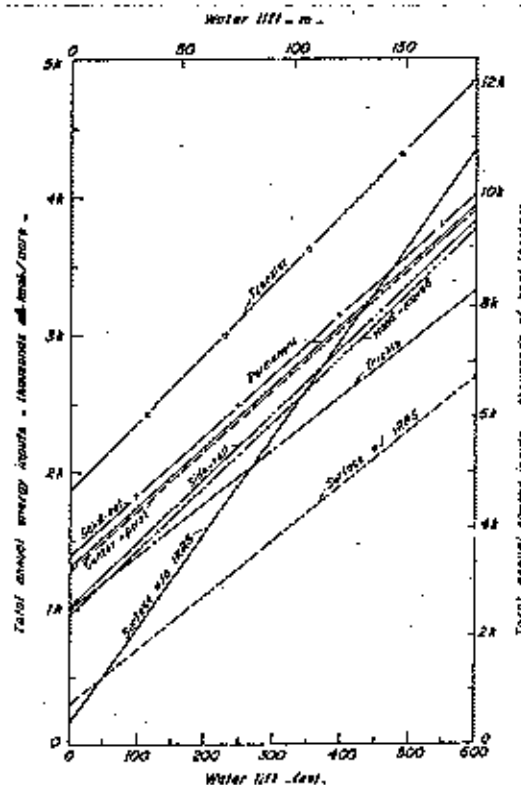
^aThese figures were obtained by dividing the installation energy from Table 3 by the system life and by the net acres irrigated and multiplying by 1.03 to include annual maintenance energy for all systems except for solid set where 1.01 was used.

Note: 1 kcal = 4.19 kJ; 1 kcal = 0.000108 gal of diesel.

QUELLE :

BATTY ET AL.

FIG. 1



—Total Annual Energy Inputs per acre (hectare) irrigated for Nine Irrigation Systems Studied as Function of Water Lifts, Based upon 36-in. (915-mm) Net Irrigation Requirement

QUELLE :

BATTY ET AL.

Die Berücksichtigung von Preis-Kosten-Relationen kann die Verhältnisse weiter verschieben: wo z. B. Wasser sehr knapp oder seine Beschaffung mit hohen Energiekosten verbunden ist, wie bei Entsalzungsanlagen, können hohe Bewässerungswirkungsgrade für die Energieeffizienz einer Anlage weitgehend bestimmend sein. In solchen Fällen schlagen die höheren Wirkungsgrade von Beregnungen und Tropfbewässerung gegenüber der Oberflächenbewässerung zu Buche.

Geht man darüber hinaus von einem REV-Konzept aus, wie es oben erläutert worden ist, und bezieht entwicklungspolitische Vorgaben unterschiedlicher Art in den Entscheidungsprozess mit ein, dann wird deutlich, daß das nach REV-Gesichtspunkten "optimale" Bewässerungsverfahren erst unter genauer Beachtung lokalspezifischer Bedingungen bestimmbar ist.

5.2 Grundwassernutzung und Pumpbetrieb

Obwohl die vorausgegangenen Betrachtungen zeigen, daß die Verfahren der Wasserverteilung und -zuleitung einen wesentlichen Einfluß auf die Energiesituation in der Bewässerung haben können, ist der wichtigste Aspekt in Zusammenhang mit Energiebetrachtungen in der Bewässerungslandwirtschaft die Frage nach dem Für und Wider von Grundwasserförderung für Bewässerungszwecke.

Dieses Thema muß zwar auf dem Hintergrund der "Energiekrise" gesehen werden, darf aber auch die allgemeinen, in Kapitel 2 bereits angedeutete Rolle der Bewässerungslandwirtschaft in der Welternährungssituation nicht außer acht lassen: aus Ernährungssicherungsgründen soll die Bewässerung bis zum Jahre 2000 in einem Maße ausgedehnt werden, daß sich der dafür benötigte Wasserbedarf gegenüber 1980 etwa verdoppelt (16). Andererseits werden sich die für eine kosteneffiziente Nutzbarmachung von Oberflächenwasser geeigneten Örtlichkeiten

rapide verringern, während gleichzeitig in vielen Regionen der Welt das Grundwasserpotential bei weitem nicht ausgenutzt ist. Selbst in Indien, wo Bewässerung aus Grundwasser bereits seit längerer Zeit in großem Umfang betrieben wird, werden Schätzungen zufolge erst 30 % des nutzbaren Grundwasserdargebotes in Anspruch genommen (17).

Ein anderes Problem besteht darin, daß dem wachsenden Bedarf an Bewässerungswasser gravierende Mängel beim Betrieb großer Kanalnetzsysteme gegenüber stehen, die in der Regel aus Oberflächenwasserressourcen gespeist werden. Kleinere, aus Grundwasser versorgte Systeme dagegen, besonders wenn sie von Nutzern oder Nutzergruppen in Eigenregie betrieben werden, haben sich in vielen Konstellationen als außerordentlich effizient erwiesen.

Ein REV-Konzept, das, wie oben ausgeführt, nicht ausschließlich das Kriterium der Energieeffizienz zur Entscheidungsgrundlage macht, wird deshalb auch solche übergeordneten Gesichtspunkten beachten müssen.

Aspekte der "Sozialverträglichkeit" werden in regionalspezifischem Kontext abzuwägen sein und müssen u. a. folgende Problemkreise berücksichtigen:

a) Soziale Anpassungsfähigkeit und Verteilungsaspekte

Während es bei großen Kanalsystemen schwerfällt, die Versorgung heterogener Nutzergruppen im Bewässerungsgebiet so sicherzustellen, daß soziale Benachteiligung und Konflikte vermieden werden, ist dies bei Grundwassersystemen, die auf homogene Gruppen abgestellt werden können, häufig problemlos der Fall. Wie erwähnt, ist der private Betrieb von Brunnenbewässerung meist mit höherer Effizienz, weil mit höherer Rentabilität verbunden, wenn der Betrieb durch einzelne Nutzer oder kleinere Nutzergruppen erfolgt.

X

Die hohe wirtschaftliche Rentabilität von Grundwasserbewässerung bleibt jedoch zumeist nicht ohne verteilungspolitische Konsequenz: die Installation von Bohrbrunnen im privaten Bereich ist mit erheblichen Kosten und mit beträchtlichen Risiken aufgrund der zumeist unzulänglichen hydrogeologischen Exploration verbunden. Dazu kommen nicht unerhebliche Betriebskosten. Beide Aspekte tragen dazu bei, daß Brunnenbewässerung dazu tendiert, von besser gestellten Landbewirtschaftern monopolisiert zu werden.

In Handarbeit erstellbare Schachtbrunnen, die mit Handpumpen ausgestattet sind, stellen wegen geringer Förderleistungen, extremer Arbeitsintensität des Pumpbetriebs und wegen hoher Reparaturanfälligkeit der Pumpen nur unter bestimmten regionalen Konstellationen eine Alternativlösung dar, ebenso wie Göpelbetrieb und traditionelle Wasserhebeverfahren. Trotzdem wird das Potential solcher Technologien vielfach unterbewertet und sollte unter Gesichtspunkten der Energieeffizienz und der Sozialverträglichkeit erhöhte Beachtung finden.

b) Betriebsprobleme

Private Grundwassernutzung kann zu Konflikten führen, wenn exzessive Wasserförderung Spiegelabsenkungen verursacht, die mit überbetrieblichen Konsequenzen verbunden sind (Einfluß der Absenkung auf nachbarliche Brunnen, Salzwasserintrusionen usw.). Andererseits ist eine staatliche Kontrolle der Bewässerung zumeist mit erheblich verminderten Wirkungsgraden des Betriebes verbunden. In diesem Zusammenhang ist von einem Paradox gesprochen worden (18):

Staatliche Institutionen sind zwar selten in der Lage, den effizienten Betrieb von Grundwasserbewässerung zu gewährleisten, stellen andererseits aber die einzige Instanz

dar, die eine wirksame Kontrolle des Grundwasserhaushaltes übernehmen kann. Andererseits vermögen private Nutzer Grundwasserbewässerungssysteme zwar mit höherer Rentabilität zu betreiben, sind aber ihrerseits nicht in der Lage, eine umfassende Grundwasserbewirtschaftung vorzunehmen.

Optionen, die diesbezüglich einen Kompromiß anstreben, müssen die administrativen Kapazitäten zu einer effektiven Kontrolle der Grundwasserbewirtschaftung in Rechnung stellen. Gesetzliche Regelungen für die Einrichtung und den Betrieb von Bohrbrunnen und die Gewährleistung institutioneller Kapazitäten zur Überwachung ihrer Einhaltung sind für eine solche Kontrolle Vorbedingung.

c) Implementierungsvorteile

Die Notwendigkeit zu sequentiellen Planungsansätzen und zu flexiblen Durchführungsverfahren in der Bewässerung, insbesondere unter Bedingungen instabiler Umfeldgegebenheiten, multipler Projektziele und im vorhinein schwer erkennbarer Zielkonflikte unter den Beteiligten, ist im Rahmen der voranstehenden Kapitel immer wieder betont worden.

Grundwasserbewässerung bietet in diesem Zusammenhang gegenüber Bewässerung aus Oberflächenwasser in den meisten Fällen unschätzbare Vorteile. Die Einrichtung von Bohrbrunnen und Grundwasserverteilungssystemen ist, verglichen mit der Errichtung kapitalintensiver Oberflächenwasserfassungen und ausgedehnter Kanalnetze, eine Investitionsform, die sich zu einer Schritt-für-Schritt-Implementierung in idealer Weise eignet. Ein solches sequentielle Vorgehen erlaubt zum einen eine schnelle Kapitalwiedergewinnung und eröffnet zum anderen die Möglichkeit,

Programme auf der Basis der bei der Durchführung gewonnenen Erfahrungen in einem Prozess des "Erfahrungslernens" den Umfeldbedingungen und den realen Zielen der Nutzer in optimaler Weise anzupassen (19).

Solche Vorteile in Verbindung mit der hohen potentiellen Rentabilität von Grundwasserbewässerung kann u. U. zu wesentlich schnellerer Zielerreichung bei der Einführung von Bewässerungslandwirtschaft führen, als dies mit Oberflächenbewässerung der Fall sein kann.

Ein Beispiel hierfür ist das Kosi-Bewässerungsgebiet in Indien. Zwischen 1969/70 und 1977/78 wurde hier eine Zunahme von 3000 auf 60 000 (!) Bohrbrunnen registriert, die ohne jegliche behördliche Unterstützung vonstatten ging. Die Entwicklung des Kosi-Kanalsystems dagegen, das 1964 eröffnet wurde, erreichte bis zum gleichen Zeitpunkt dagegen kaum 20 % der im Entwurf vorgesehenen Kapazität.

Solche, z. T. gravierenden Vorteile der Bewässerung aus Grundwasser müssen im Rahmen einer REV-Betrachtung mit Energieeffizienzkriterien, Sozialverträglichkeitskriterien und Fragen des Betriebs abgewogen werden.

d) Gemeinsame Verwendung von Grund- und Oberflächenwasser
("conjunctive use")

Die bisherigen Erläuterungen haben sich explizit auf die alternative Verwendung von Grundwasser oder Oberflächenwasser in der Bewässerung beschränkt. REV-Betrachtungen zur Grundwasserbewässerung müssen jedoch u. U. Grundwassernutzungsmaßnahmen bewerten, die auf eine gemeinsame Nutzung von Grund- und Oberflächenwasserressourcen abzielen.

Neben den o. g. Überlegungen sind bei einem solchen "conjunctive use" ggf. die folgenden Vorteile einer Grundwassernutzung in Rechnung zu stellen:

i) Flexibilität des Wasserdargebotes

Grundwassernutzung kann fluktierende Abflussmengen von Oberflächenwasser sinnvoll ergänzen und damit u. U. Oberflächenwasserressourcen in saisonalen Phasen nutzbar machen, in denen sie andernfalls für eine Nutzung nicht ausreichen würden (vgl. Fig. 2).

ii) "Kritische Wasserbereitstellung"

Das Konzept der "kritischen Wasserbereitstellung" (20) geht davon aus, daß die Grenzerträge der Verfügbarkeit von Bewässerungswasser im Verlaufe einer Anbausaison variieren. Im Extremfall kann die fehlende Wasserbereitstellung - verursacht z. B. durch zu geringes Oberflächenwasserdargebot - zu einem spätesten "kritischen" Zeitpunkt erfolgen, damit eine bestimmte ertragreiche Kultur überhaupt noch angebaut werden kann. Wenn Grundwasserverfügbarkeit die Einhaltung eines solchen kritischen Zeitpunktes sicherstellt, dann entspricht im Extrem die Wasserbereitstellung dem Nettoertragswert der ganzen Ernte. Obwohl es normalerweise möglich sein wird, bei Überschreitung des genannten Zeitpunktes eine andere Kultur anzubauen, sollten die Opportunitätskosten der Grundwasserförderung entsprechend derartigen Betrachtungen in Rechnung gestellt werden.

iii) Entwässerung

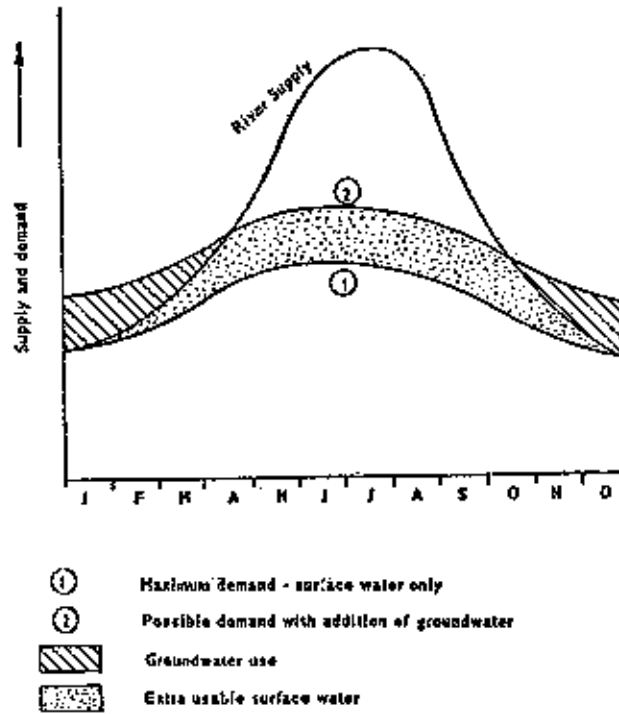
In bestimmten Projektsituationen kann der Grundwasserförderung zusätzlich die Funktion von Entwässerungsmaßnahmen zukommen, die auf konventionelle Weise nur schwer oder kostenaufwendiger zu realisieren sind.

iv) Wiederverwendung von Bewässerungswasser

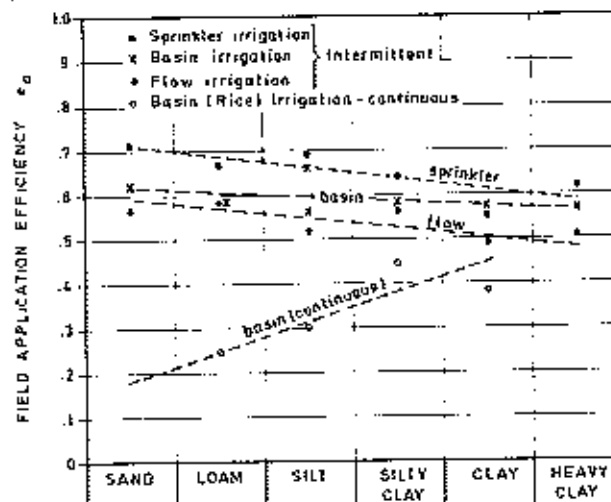
Unter Bedingungen, wo ungenutztes Bewässerungswasser vom Feld in oberflächennahe Grundwasserleiter versickert, aus denen es einfach extrahierbar ist, kann Grundwassererschließung zur Erhöhung des Gesamtbewässerungswirkungsgrades beitragen. In Projektkonstellationen in Mittel- und Südostasien sind auf diese Weise Bewässerungswirkungsgrade um 30 % gesteigert worden (21).

Fig. 2

Fig. 3



QUELLE : STONER (1978)



Field application efficiency and method with reference to soil type.

QUELLE : BOS, NUGTEREN (1974)

6. Technische Maßnahmen

Konkrete technische Maßnahmen in der Bewässerung, die im Anschluß an strategische Überlegungen und Grundsatzabwägungen der oben beschriebenen Art zu einer praktischen Umsetzung rationeller Energieverwendung beitragen können, lassen sich in Anlehnung an die erwähnte Grundlagenstudie (7) in drei wesentliche Gruppen einteilen:

- 6.1 "Housekeeping"-Maßnahmen, die keinen oder nur einen geringen Mitteleinsatz erfordern und sich im wesentlichen auf Verhaltensänderungen bzw. Reorganisationsmaßnahmen beziehen.
- 6.2 "Retrofitting"-Maßnahmen, d. h. mittelfristig angelegte Maßnahmen mit moderatem finanziellem Einsatz, die auf einen mehr oder weniger gleichbleibenden aber energieeffizienteren Einsatz der Bewässerung abzielen.
- 6.3 "Systemchange"-Maßnahmen mit erheblichem Mitteleinsatz, die grundlegende Systemumgestaltung vorsehen und einen entsprechend längeren Implementierungszeitraum erfordern.

Für die Bewässerung sind die wichtigsten Handlungsspielräume in den einzelnen Kategorien in folgenden Bereichen zu sehen:

6.1 "Housekeeping"-Maßnahmen

Hierzu gehören insbesondere Maßnahmen zur Verminderung des Wasserverbrauchs in der Bewässerung. Die folgenden Möglichkeiten bieten sich u. a. an:

6.1.1 Verbesserung des Wissensstandes über den Pflanzenwasserbedarf

Bemühungen in diesem Bereich gehören international zu den vorrangigen Schwerpunkten der Bewässerungsforschung. Für die

entwicklungsländerbezogene Bewässerungslandwirtschaft muß jedoch gesehen werden, daß die Nutzbarmachung von Fortschritten in dieser Richtung vielfach aus Gründen mangelnder Managementkapazität sowohl auf administrativer als auch auf Nutzerebene beträchtlich hinter dem aktuellen Wissenstand zurück bleibt. Die Relevanz von Aktivitäten in diesem Bereich wird dementsprechend besonders unter instabilen Projektumfeldbedingungen gegenwärtig für die Praxis gering bleiben.

6.1.2 Verbesserung des Bewässerungswirkungsgrades auf Feldniveau ("application efficiency")

Versickerungsverluste von Bewässerungswasser auf Feldniveau müssen als eine der wichtigsten Ursachen ineffizienter Energieverwendung in der Bewässerung angesehen werden. Optionen zur Verwendung von Bewässerungsverfahren mit höheren Wirkungsgraden (Beregnung, Tropfbewässerung usw.) die je nach Aufwand auch in den Bereich der "Retrofitting"-Maßnahmen gehören können (vgl. 6.2), müssen jedoch unter den in Abschnitt 5.1 angesprochenen Gesichtspunkten der Gesamt-"Energieinvestition" gesehen werden.

Aber auch im Bereich der Oberflächenbewässerungsverfahren bestehen Unterschiede in der "application efficiency", die nicht nur von der Bewässerungsmethode sondern auch von der Bodenart abhängig sind (vgl. Fig. 3). Andere Faktoren wie die Höhe der Wasseraufleitung, die Größe der Bewässerungseinheiten und die "flowrate" spielen ebenfalls eine Rolle (22).

In Entwicklungsländern kommt hier insbesondere Bemühungen im Bereich des "farm water management" Bedeutung zu, die insbesondere mit Aspekten der Beratung und des "institution building" verknüpft sein müssen.

6.1.3 Verbesserung des Wirkungsgrades der Wasserzuleitung mit organisatorischen Mitteln ("farm ditch efficiency"/"conveyance efficiency")

Die Zuleitungseffizienz von Bewässerungswasser ist u. a. von den Wasserverlusten abhängig, die infolge von operationalen Mängeln entstehen, so daß auch hier durch Verbesserungen im Management-Bereich höhere Energieeffizienzen erzielbar sind (23). (Andere Faktoren, die auf die Zuleitungswirkungsgrade Einfluß haben, sind unter Abschnitt 6.2.1 genannt).

6.2 "Retrofitting"-Maßnahmen

Zu den möglichen Handlungsspielräumen im Bereich dieser Maßnahmen, die darauf abzielen, innerhalb bestehender technischer Systeme Verbesserungen der Energieeffizienz zu erreichen, die über organisatorische Eingriffe hinausgehen, zählen u. a. die folgenden Optionen:

6.2.1 Verbesserung des Bewässerungswirkungsgrades auf Feldniveau

Hierzu gehört die Umstellung auf Bewässerungsverfahren mit höheren Wirkungsgraden (vgl. Abschnitt 6.1.2).

6.2.2 Verbesserung des Wirkungsgrades der Wasserzuleitung durch Systemverbesserungen

Außer von operationalen Mängeln wird die Zuleitungseffizienz von der Methode der Wasserverteilung (kontinuierlich, rotationell oder "on demand"), von der Größe der Bewässerungseinheiten und von der Art der Kanalauskleidung oder Verrohrung abhängig sein. In allen diesen Bereichen ist häufig mit mäßigen finanziellem Aufwand innerhalb bestehender Systeme eine Erhöhung der Energieeffizienz erreichbar.

6.2.3 Verbessertes Nivellieren der Felder

6.2.4 Verbesserter Ausbau des Teritiärsystems

6.2.5 Verminderung der Zuleitungsenergie ("application energy")

Zu diesem Bereich von möglichen REV-Maßnahmen gehört die Verbesserung des Wirkungsgrades des Pumpbetriebes, die jedoch nicht nur durch eine Verbesserung auf dem Markt befindlicher Pumpenmodelle erreicht werden kann, was bereits zum Bereich der "system-change"-Maßnahmen zu rechnen wäre.

Wichtig ist hier vor allem, daß vielfach falsche Pumpentypen installiert sind, daß sie häufig von unzureichend auf die Pumpen abgestimmten Antriebsaggregaten getrieben werden, daß in vielen Fällen fehlerhaft installiert und die Pumpstation unsachgemäß betrieben werden.

Bemühungen zur Standardisierung von Pumpenausrüstungen, die Bereitstellung einfacher Anleitungshandbücher und intensive Ausbildungsmaßnahmen können in dieser Beziehung wesentliche Verbesserungen erzielen (24).

Zum Bereich der Zuleitungsenergie gehören auch Maßnahmen zur Herabminderung der nötigen Betriebsdruckhöhen wie sie u. a. durch neuere Niederdruck-Berechnungssysteme oder generell durch eine Änderung der Wasserverteilungsverfahren im Sinne der Abschnitte 6.1.2 und 6.2.1 möglich sind.

6.3 Maßnahmen des "System-change"

Zu diesem Bereich gehören umfassende Änderungen in der Auslegung von Bewässerungssystemen, wobei insbesondere technologische Neuerungen und die Umstellung auf erneuerbare Energieträger eine Rolle spielen, das heißt Ansätze, die meist erst nach längerfristigen Versuchsperioden anwendungsreif sein können.

6.3.1 Technologische Neuerungen

Hierzu gehören Maßnahmen zur Verbesserung bestehender technischer Verfahren in der Bewässerung, um eine höhere Energieeffizienz zu erreichen: Verbesserung von Pumpenwirkungsgraden, Entwicklung energiesparender Beregnungsverfahren und Neuerungen im Bereich der Steuerung und Regelung der Wasserverteilung sind hier u. a. relevant.

6.3.2 Anwendung erneuerbarer Energieträger

Die Möglichkeiten in diesem Bereich liegen in der Wiedereinführung und/oder Verbesserung traditioneller Wasserhebungsverfahren, die auf menschlicher oder tierischer Antriebskraft beruhen, in der verstärkten Nutzung und Weiterentwicklung von Windkraftanlagen unter geeigneten örtlichen Bedingungen und in der technologischen Weiterentwicklung bisher noch zu kostenintensiver Solarenergiesysteme. Auch verschiedene Möglichkeiten zur Umwandlung von Biomasse in Energie müssen hier betrachtet werden.

Insgesamt wird dem Bereich der erneuerbaren Energieträger derzeit zu Recht viel Aufmerksamkeit zugewendet, die praktische Anwendbarkeit scheitert jedoch häufig nicht nur an technischen Mängeln, sondern auch an Problemen der politischen und sozialen Akzeptanz, sowie an Wirtschaftlichkeitskriterien.

7. Folgerungen für die Arbeit des FB 152

7.1 Bisherige Konzeption

Obwohl bereits zehn Jahre vergangen sind, seit die "Energiekrise" als solche in Erscheinung getreten ist, ist die Arbeit des FB 152 im Bereich der Bewässerung bisher nicht systematisch auf die Erfordernisse einer rationellen Energieverwendung abgestimmt. Bestehende allgemeine Richtlinien für Gutachter betonen zwar auch energiepolitische Gesichtspunkte,

eine stärkere Berücksichtigung rationeller Energieverwendung auf der Ebene der Bewässerungsprojekte des FB 152 ist jedoch bisher im wesentlichen auf "ad-hoc"-Basis erfolgt.

7.2 Implikationen und Empfehlungen

7.2.1 Allgemeines

Ansätze zu einer Systematisierung und Neuorientierung der FB-Arbeit in bezug auf eine rationelle Energieverwendung in der Bewässerung sollten in etwa dem folgenden Vorgehensmuster entsprechen:

- a) Adoption des in der mehrfach erwähnten Grundlagenstudie (7) erläuterten REV-Konzeptes als Orientierungsrahmen. Dies sollte aufgrund fachbereichsinterner und abteilungsübergreifender Abstimmung und Ausformulierung eines solchen Konzeptes für Bewässerungsprojekte auf der Grundlage der hier skizzierten Überlegungen und insbesondere durch Abstimmung mit ähnlichen energiebezogenen Ansätzen in der GTZ erfolgen.
- b) Diskussion und Kommentierung des ausgearbeiteten Konzeptes durch die betroffenen Auslandsmitarbeiter vor Erarbeitung einer Endfassung.
- c) Schriftliche Darstellung des endgültigen REV-Konzeptes für Bewässerung in einer Form, die sich als Grundlage und Richtlinie für Projektarbeit und für Gutachtereinsätze eignet und die generell nach außen hin darstellbar ist.
- d) Verbindliche Festschreibung der Anwendung des Konzeptes für Projekte in Ländern der "Energieknappheitsstufe" 1 (d. h. in Ländern mit niedriger Ausstattung sowohl an fossilen Brennstoffreserven als auch an hydroelektrischem

Potential), (vgl. Tab. 3) und damit Festschreibung der Notwendigkeit von Energieverträglichkeitsnachweisen für Projekte und REV-Maßnahmen in dieser Ländergruppe.

7.2.2 Praktische Umsetzung

Die praktische Umsetzung des vorgeschlagenen REV-Konzeptes in die Planung und Durchführung von Bewässerungsprojekten sollte auf der Basis des hier generell vertretenen dynamischen Abstimmungsprozesses zwischen Umfeld, Zielen und Systemauslegung erfolgen.

Wie in Abschnitt 3 dargestellt worden ist, ist eine solche Umsetzung nur unter Berücksichtigung der länder- bzw. regionalspezifischen Umfeldbedingungen möglich. Aus diesem Grunde erscheint die Erstellung von länderspezifischen "energiebezogenen Umfelddossiers" als sinnvoll, deren Erstellung insbesondere für Länder der "Energieknappheitsstufe" 1 zwingend vorgeschrieben sein sollte und deren Grundfassung in Zusammenarbeit zwischen Energie- und Bewässerungsfachleuten erarbeitet werden sollte.

Um solche "energiebezogenen Umfelddossiers" auf dem jeweils neuesten Informationsstand zu halten, wird vorgeschlagen, sie als modifizierbare und komplementierbare Loseblatt-Sammlung anzulegen, die den folgenden Informationsschwerpunkten Rechnung tragen sollte:

- a) Ressourcenausstattung und Energiepotential;
- b) Institutionelle und informationale Defizite im Energiebereich;
- c) Energiepolitische Ziele und Strategien;
- d) Potential zur Durchführung komplementärer Maßnahmen zur Sicherung der Sozialverträglichkeit;
- e) Erfahrungen im Bereich von REV-Maßnahmen;
- f) Erfahrungen hinsichtlich politischer und sozialer Akzeptanz verschiedener REV-Maßnahmen.

Eine provisorische Checkliste für die Informationsgehalte "energiebezogener Umfelddossiers" (A: Umfeld) und für die schematische Vorgehensweise im Rahmen eines dynamischen Anpassungsprozesses sind in Tab. 4 zusammengestellt.

Besondere Aufmerksamkeit sollte Projekten oder Projektkomponenten gewidmet werden, die mit der Einrichtung von Pumpwässerung oder mit der Umstellung von Pumpbetrieb auf Oberflächenwasserversorgung oder vice versa zu tun haben.

Tabelle 4

Informations-Checkliste für die Erstellung "energiebezogener
Umfelddossiers" und Vorgehensschema für die Beurteilung von
REV-Maßnahmen in der Bewässerung

A. Umfeld

1. Ressourcenausstattung und Energiepotential

1.1 Fossile Energiereserven

1.2 Hydroelektrisches Potential

1.3 Energieumwandlungskapazität

1.4 Potential zur Nutzung erneuerbarer Energien

1.4.1 Traditionelle Anwendungsarten erneuerbarer Energien

- a) generell
- b) in der Bewässerung

1.4.2 Erschließungspotential zur Nutzung erneuerbarer Energien

- a) technische und wirtschaftliche Durchführbarkeit
- b) soziale Akzeptanz
- c) politische Akzeptanz

2. Voraussetzungen für die Operationalisierung ökonomischer Effizienzkriterien

2.1 Institutioneller Rahmen für die marktmäßige Bewertung von Energie

- 2.2 Grad der Berücksichtigung sozialer Kosten der Produktion und Nutzung von Energie im Rahmen der Energiepreise
- 2.3 Langfristigkeit des Entscheidungshorizontes für REV-Maßnahmen
- 2.4 Grad der Verfügbarkeit von technologischer Information über Energieinput-Belange auf mikroökonomischer Ebene
- 2.5 Grad der Unterordnung von Energieanbieter-Interessen unter Energieeffizienzkriterien

Hierzu jeweils:

- a) Aufdecken von institutionellen und informationalen Lücken und Defiziten
- b) Aufzeigen von Handlungsspielräumen, um solche Defizite abzubauen
- c) Hinweise darauf, wie solche Defizite bei der Planung von REV-Aktivitäten in Rechnung gestellt werden können

B. Ziele

- 1. Energiepolitische Zielsetzungen und Strategien auf nationaler und regionaler Ebene.
- 2. Definition des maßgebenden REV-Konzeptes: Darstellung und Gewichtung energiepolitischer und anderer Zielsetzungen im Rahmen des Projektes.

C. Systemauslegung

- 1. Beschreibung der Projektkomponenten oder Maßnahmen mit unmittelbarem Bezug zu REV-Gesichtspunkten.

2. Beurteilung dieser Projektkomponenten oder Maßnahmen im Sinne ökonomischer Effizienzkriterien (enges REV-Konzept).

3. Beurteilung dieser Projektkomponenten oder Maßnahmen im Sinne des erweiterten REV-Konzeptes. Hierbei insbesondere:

3.1 Beurteilung der Sozialverträglichkeit

3.2 Beurteilung der Umweltverträglichkeit

3.3 Beurteilung der sozialen und politischen Akzeptanz

D. Zielkonflikte

Aufdeckung von Zielkonflikten durch Abstimmung von A/B/C.

E. Kompensatorische Maßnahmen

1. Definition von kompensatorischen Maßnahmen.

2. Beurteilung der Durchführbarkeit von kompensatorischen Maßnahmen.

Anmerkungen

- (1) Teplitz-Sembitzky et al (1982), S. 73
- (2) Ebd., S. 76
- (3) Levine et al (1979), S. 33
- (4) Delavalle (1984), S. 5/6
- (5) Teplitz-Sembitzky et al (1982), S. 29
- (6) Delavalle (1984), S. 7
- (7) Teplitz-Sembitzky et al (1982)
- (8) Ebd., S. 34
- (9) Ebd., S. 35
- (10) Ebd., S. 115
- (11) Ebd., S. 28
- (12) Delaville (1984), S. 11
- (13) Batty et al (1975)
- (14) Ebd., S. 295 ff.
- (15) Ebd., S. 305
- (16) Levine et al, S. 16
- (17) Ebd. S.
- (18) Carruthers and Stoner, S. 3 - 4
- (19) Levine et al, S. 18
- (20) Stoner (1978), S. 65
- (21) Ebd., S. 66
- (22) Bos, Nugtreren (1979), S. 32/33
- (23) Ebd. S. 23
- (24) Delaville (1984), S. 16/17

Literatur

- BATTY, J. C.; S. N. Hamad und J. Keller (1975):
"Energy Inputs to Irrigation", Journal of the Irrigation
and Drainage Division, ASCE, Dec.
- BOS, M. G. und J. Nugteren (1974): "On Irrigation Efficiencies" ILRI, Wageningen
- CARRUTHERS, I. und R. Stoner (1981): "Economic Aspects and
Policy Issues in Groundwater Development", World Bank
Staff Working Paper No. 496
- DELAVALLE, M. (1984): "Impact of the Energy Crisis on Irriga-
tion and Drainage", ICID, Twelfth Intern. Congress on
Irrigation and Drainage, May/June 1984, Ft. Collins,
Colorado, USA
- IRRINEWS (1983): "The Potential for Energy Savings in Irri-
gation", Irrinews No. 30, 1983
- KELLER, J. (1981): "Advances in Irrigation Technology" in
The Agri-Energy-Roundtable 1981, Geneva, April 27. -
29.1981, Agri-Energy-Roundtable, Inc., Washington
- LEVINE, G.; P. Oram und J. A. Zapata (1979): "Water", Report
for the Conference "Agricultural Production"; Research
and Development Strategies for the 1980's, Bonn,
Oct. 8-12, 1979
- STONER, R. (1978): "Conjunctive Use of Surface and Ground-
water Supplies", ICID-Bulletin, July 1978, Vol. 27, No. 2
- TEPLITZ-SEMBITZKY, W.; C. P. Zeitinger und G. Zieroth (1982):
"Rationelle Energieverwendung in Entwicklungsländern",
Studie der Interdisziplinären Projekt Consult (IPC) im
Auftrag der GTZ

A N H A N G 4

PROBLEMAUFLISTUNG ALS INTERVIEWGRUNDLAGE ZU KAPITEL 1.3

Die Projekte, auf die sich die Problembe-
fragungen beziehen, sind im folgenden mit
den Nummern 1-8 gekennzeichnet.

Bewertungsskala: 0 = gänzlich unwichtig
5 = äußerst unwichtig
5* = vorrangiger Problemschwerpunkt
n. = im Interview nicht als
Problemfeld erwähnt

Problemfeld	1	2	3	4	5	6	7	8
1. <u>PROJEKTÜBERGREIFENDE RAHMEN-BEDINGUNGEN</u>								
1.1 <u>Politisch-rechtliche und wirtschaftliche Rahmenbedingungen im Partnerland</u>								
1.1.1 Instabilität der politischen Ziel und Prioritätensetzung (z. B. schnelle Personalrotation auf hohen Entscheidungsebenen beeinträchtigt die Kontinuität von Sektorpolitiken; ungenügende oder wechselnde Unterstützung der Projektziele durch politische Entscheidungsträger u. a. etc.).	5	3/5	5	0	4	3	0	4
1.1.2 Konflikte zwischen Agrar- und Entwicklungspolitik (Bewässerungsprojekte werden von Entscheidungsträgern vorrangig als Vehikel zu kurzfristiger und nachhaltiger Steigerung der Agrarproduktion betrachtet; Bedürfnisermittlung und -befriedigung bei Zielgruppen sind demgegenüber zweitrangig).	0/5	5	5	4	4	0	2	3
1.1.3 Agrarpreispolitik, die keine/ungenügende Anreize für die Agrarerzeugung schafft.	4	3	5	4	5*	n.	5*	5*
1.1.4 Probleme der Agrarstruktur (z. B. Fehlen rechtlich eindeutiger Grundbesitzverhältnisse und gleichzeitig Fehlen der technischen, finanziellen und/oder politischen Vorbedingungen zu ihrer Herbeiführung; vielfältige Abhängigkeiten und Klientelbeziehungen zwischen armen Zielgruppen und sozio-ökonomisch favorisierten ländlichen Eliten, die oft mehrere Märkte beherrschen ("interlocked markets") u. a. etc.).	1	5	1	5	4	0	2	5*

Problemfeld	1	2	3	4	5	6	7	8
1.1.5 Problematik der bestehenden Rechtsverhältnisse (z. B. mangelnde Rechtssicherheit, bestehende Gesetze können nicht durchgesetzt werden; bestehende Wasserrechte oder Besitztitel sind schwer zu ändern etc.).	1	5	1	3	3	1	1	4
1.1.6 Mangelnde Unterstützung des Zielgruppenbezugs bei den Entscheidungsträgern im Partnerland (z. B. negative Einstellung gegenüber Gruppenbildungsprozessen oder zumindest mangelhafte Förderung solcher Bestrebungen, da aktive Partizipation politische Emanzipation bedeutet; geringe Priorität für kleinbäuerliche Entwicklungsprogramme; mangelnde Bereitschaft zu Dezentralisierung, horizontaler Koordination der Verwaltung etc.).	5	5	3	3	4	n.	3	4/0

Problemfeld	1	2	3	4	5	6	7	8
<u>1.2 Administrative Rahmenbedingungen im Partnerland</u>								
1.2.1 Zwänge infolge zentralistischer Verwaltungsstrukturen im Partnerland (z. B. Probleme des Informations- und Entscheidungsflusses von der lokalen Ebene in die Hauptstadt und zurück; mangelnde Fähigkeiten und Möglichkeiten zu horizontalen Kooperationsbeziehungen zwischen den Sektorverwaltungen; teilweise inkompetente Entscheidungen der zentralen Ebene, die über ungenügende Orts- und Sachkenntnis verfügt u. a. etc.).	3-5	5	4	4	3/5	1	3	5
1.2.2. Mangelnde grundsätzliche Bereitschaft zum Dialog zwischen Administration und Zielgruppen ("Kluft" zwischen städtischen Verwaltungseliten und ländlichen Zielgruppen).	3-5	-	3	3/4	4	1	3	4
1.2.3 Mangelnde Tendenz und Bereitschaft zu administrativer Dekonzentration und politischer Dezentralisierung.	n.	5	n.	4	3	0	3	4

Problemfeld	1	2	3	4	5	6	7	8
1.3 <u>Sozio-kulturelle Rahmenbedingungen im Partnerland</u>								
1.3.1 Mangelnde Bereitschaft der am Projekt mitarbeitenden Personen und/oder Institutionen zur Zusammenarbeit mit Menschen unterschiedlicher sozio-kultureller oder sozio-ökonomischer Herkunft.	3-5	3/5	1	3/4	3	n.	2	1
1.3.2 Ungünstige Rahmenbedingungen im Partnerland für eine Intensivierung der aktiven Beteiligung von Frauen.	0	0/3	n.	n.	0	n.	2	5
1.3.3 Keine Traditionen im Bewässerungslandbau.	0/5	5	n.	3*	0	0/5	4	0

Problemfeld	1	2	3	4	5	6	7	8
<u>1.4 Spezifische Bedingungen des Projektumfeldes</u>								
1.4.1 Unzureichendes Vermarktungssystem.	2/4	3	1	0	4	0	4	4
1.4.2 Mangelhafte Verkehrserschließung der Projektregion.	2	3/5	1	4	0	0	0	5
1.4.3 Unzureichende Verfügbarkeit von Krediten für ländliche Zielgruppen.	5	3	n.	0	5	n.	1	5
1.4.4 Unzureichende Input-Versorgung (z. B. Handelsdünger, Saatgut etc.).	5	3	n.	0	4	5	1	4
1.4.5 Unzureichende Bereitstellung von Verbrauchsgütern für den täglichen Bedarf in der Projektregion.	2	-	1	n.	0	0	1	0
1.4.6 Starke politische Macht ländlicher Eliten, die auf Projektgestaltung und Betrieb starken Einfluß nehmen.	0	5	5	5	5	1	2	5*
1.4.7 Starke sozio-ökonomische und/oder sozio-kulturelle Heterogenität der Bevölkerung im Projektgebiet.	1	5	1	5	4	5	2	5
1.4.8 Ganz spezifische länder- bzw. regionalspezifische Probleme, die sich schwer verallgemeinern lassen (z. B. hohe Emigrationsrate der arbeitsfähigen männlichen Bevölkerung - Probleme durch Stadtnähe des Projektes u. a. etc.).	5	5	0	n.		n.	3	5

Problemfeld	1	2	3	4	5	6	7	8
<u>1.5 Projektübergreifende Rahmenbedingungen außerhalb des Partnerlandes</u>								
1.5.1 GTZ-externe Problembereiche								
1.5.1.1 Übermäßige Konkurrenz von Entwicklungshilfe-Organisationen um Projekte.	n.	3	1	4	2	n.	3	2
1.5.1.2 Unzureichende Koordination und Know-how-Transfer zwischen verschiedenen Entwicklungshilfe-Organisationen.	4	5	3	5	4	5	1	1
1.5.1.3 Zu kurze zeitliche Auslegung von Förderungsmaßnahmen.	2	0	1	4	3	n.	n.	0
1.5.1.4 Unflexible Gestaltung von Mittelplanung und -einsatz verhindern, daß flexibel auf die Anforderungen der Zielgruppe reagiert werden kann.	5	0	1	n.	0	n.	0	0
1.5.1.5 Mangelnde Koordination zwischen Projektarbeit, begleitender Forschung und bedarfsorientierter Ausbildung.	1	0	3	n.	0	n.	3	0

Problemfeld	1	2	3	4	5	6	7	8
2. <u>PROJEKTZIELE</u>								
2.1 Unklare Prioritäten zwischen produktions- und bedürfnisorientierten Zielsetzungen (produktionsorientierte Ansätze in der Bewässerung verfolgen oft kurzfristige Ziele der Nahrungsmittelerzeugung für vorwiegend städtische Zielgruppen; Zielgruppenbezug und ländliche Entwicklung dagegen orientieren sich daran, langfristig die Lage der kleinbäuerlichen Zielgruppen und der ländlichen Bevölkerung zu verbessern und damit zur Ernährungssicherung beizutragen. Beide Ziele sind nicht immer und in allen Bereichen komplementär. Geber verfolgen meist bedürfnisorientierte, die Regierungen von Partnerländern dagegen meist produktionsorientierte Ansätze. Mangel an klarer Definition von Zielprioritäten jedoch bewirkt Zielunsicherheit mit negativen Auswirkungen auf das Zielerreichungspotential).	5	3	1	n.	3	0	3	5
2.2 Schwierigkeiten damit, zielgruppenbezogene und bedürfnisorientierte Projektziele zu quantifizieren und damit zu operationalisieren.	3	5	3	n.	4	n.	2	4
2.3 Ungenügende Betonung von "Partizipation" als Projektziel, das in Planung und Durchführung besondere Maßnahmen erfordert.	3	5	1	4/5	4/5	n.	2	4
2.4 Konflikte zwischen offiziell deklarierten Projektzielen ("Formalziele") und den von den Beteiligten tatsächlich verfolgten Zielen ("realen Zielen"), z. B.:		5	n.	n.		n.	n.	

Problembereich	1	2	3	4	5	6	7	8
2.4.1 Zielkonflikte bei städtischen <u>Verwaltungseliten</u> (z. B. reales Ziel ist Erhaltung und Stärkung der eigenen Sonderstellung, Zielgruppenbezug aber verlangt Dezentralisierung und damit Verwaltungsreform, die potentiell diese Sonderstellung gefährdet etc.).	n.	5	4	n.	3	n.	3	3
2.4.2 Zielkonflikte bei <u>Projektpersonal</u> (z. B. reales Ziel ist Maximierung von Realeinkommen, Erfüllung traditioneller Verpflichtungsmuster und Prestigegegewinn; Zielgruppenbezug verlangt direkte Arbeit mit Bauern, die mit wenig Prestige und (oft) geringeren Einkommensmöglichkeiten verbunden sind als städtische "white-collar-jobs"; Projektdisziplin verhindert Klientelbeziehungen ("Korruption") und Nebentätigkeiten etc.).	5	5	1	n.	5	n.	3	5
2.4.3 Zielkonflikte der <u>Technischen Zusammenarbeit (GTZ)</u> (z. B. - partielles Ziel der Umsatzorientierung verlangt Bemühen um "Gunst" bei Partnerregierungen, die die Projektvergabe unter Gebern diversifizieren; Zielgruppenorientierung aber verlangt evtl. Konditionalitäten als Voraussetzung der Förderungswürdigkeit; Umsatzorientierung fördert "Mittelabflußmentalität" und damit große Projekte und kurze Betreuungszeiten; Zielgruppenbezug erfordert häufig kleine Projekte und lange Nachbetreuung etc.).	3	5	3	n.	3	n.	1	5

Problemfeld	1	2	3	4	5	6	7	8
2.4.4 Zielkonflikte bei <u>GTZ-Personal</u> (z. B. reales Ziel sind schnelle und vorzeigbare Ergebnisse; Zielgruppenbezug jedoch erfordert zeitaufwendige Bedürfnisermittlung und zeitaufwendige "trial-and-error"-Versuche zu ihrer Umsetzung etc.).	n.	3	2	n.	2		1	5
2.4.5 Zielkonflikte bei <u>Forschungs-</u> <u>institutionen</u> im Bereich Bewäs- serung (z. B. wissenschaftliche Befähigungs- und Legitimationsnachweise erfordern weitgehend fachbezogenes Arbeiten; Bewässerung mit Zielgruppenbezug erfordert multi-disziplinäres Vorgehen etc.).	II.		4	n.	1			

Problemfeld	1	2	3	4	5	6	7	8
3. <u>PROJEKTVORBEREITUNG, -PLANUNG UND DURCHFÜHRUNG</u>								
3.1 <u>Instrumente</u>								
3.1.1 Projektträger								
3.1.1.1 Probleme horizontaler Koordination zwischen sektoralen Zuständigkeiten (z. B. "Irrigation Department" oder "Public Works" für Infrastruktur, Landwirtschaftsbehörde für Beratung; fehlen gemeinsamer Zielvorgaben für Wasserverteilungs- und Beratungsdienste etc.).	3	5	2	1	0	0	4	5
3.1.1.2 Organisationsprobleme beim Träger (Probleme der Aufbau- und Ablauforganisation; mangelnde Leistungsorientierung, Patronagesystem etc.).	0/4	5	n.	5	4/2	0	4	5
3.1.1.3 Probleme infolge traditionell Übergewichtiger Stellung des Ingenieurwesens in Bewässerungsbehörden.	5	5	1	3	5/2	0	1	5/0

Problemfeld	1	2	3	4	5	6	7	8
3.1.2 Projektmanagement im Partnerland								
3.1.2.1 Mangelnde Entscheidungsbefugnisse der Projektverantwortlichen (CP's) (z. B. in bezug auf Personaleinstellung, Gehälter, Prämien, Beförderungen etc., in bezug auf Erhebung und Verwendung von Wassergebühren etc.).	1	5	n.	n.	5/4	n.	4	2
3.1.2.2 Mangelnde Managementkapazität infolge - unklarer und/oder inkonsistenter Zielvorgaben; unklarer Zielprioritäten, - mangelnder Ablauforganisation (unzureichende Arbeitsplanung, unzureichender Informationsfluß, schwerfälliges Beschaffungswesen, unklares Rechnungswesen).	n.	5	n.	4	3	0	4	5
3.1.2.3 Mangel an einer lokalen Personalbeschaffungs-, förderungs- und Lohnpolitik, die dem Erreichen der Projektziele zuträglich ist.	2	5	1	5	5	0	3	1
3.1.2.4 Mangelndes Management-Know-how und Mangel an qualifiziertem Management-Personal für ländliche Projektgebiete im Partnerland.	1/3	5	1	4	4	0	4	4
3.1.2.5 Mangel an finanziellen Eigenmitteln des Partnerlandes für das Projekt. (für Betriebs- und Folgekosten, Personal- und Sachmittelausstattung etc.).	5	5	n.	5	5	3/4	4	4
3.1.2.6 Mangel an wirksamen rechtlicher Regelungen, auf die in konfliktfällen zurückgegriffen werden kann.	1/3	5	1	n.	5	n.	1	0

Problemfeld	1	2	3	4	5	6	7	8
3.1.2.7 Problematik der Mitwirkung der Repräsentanten, der Zielgruppen in den maßgebenden Entscheidungsfunktionen (z. B. Probleme der Identifizierung der Repräsentanten; Probleme der Kommunikation etc.).	2		1/5	n.	5/1	0	3	3
3.1.2.8 Projektorganisation muß mit bestehenden, oft wenig effizienten Strukturen der Verwaltung koordiniert werden.	0/1		4	n.	4	n.	n.	n.

Problemfeld	1	2	3	4	5	6	7	8
3.1.3 Wassernutzergruppen								
3.1.3.1 Schwierigkeiten im Bereich der Gruppenbildung (z. B. durch individualistische Haltung der Bauern; durch mangelnde Übertragbarkeit traditioneller Gruppenstruktur auf die Wassernutzung; durch mangelnde Kenntnis der organisatorischen Kapazität von bestimmten Zielgruppen u. a. etc.).	1	5	1	5*	5/4	0	4	5*
3.1.3.2 Konflikte zwischen Langzeiterfordernissen zur Etablierung und Konsolidierung von Nutzergruppen und kurzer Projektlaufzeit.	1	5	1	n.	5/4	n.	n.	4
3.1.3.3 Mangelnde administrative und politische Voraussetzungen zur Etablierung von Nutzergruppen (mangelnde Dekonzentration der Administration, mangelnde politische Dezentralisierung etc.).	n.	5	1	n.	5/0	n.	3	

Problemfeld	1	2	3	4	5	6	7	8
3.1.4 Koordinierung								
3.1.4.1 Schwierigkeiten der Koordination zwischen Projektpersonal und Wassernutzern. (z. B. bevorzugte Wasserzuteilung an größere Betriebe etc.)	n.	5	1	n.	5/3	n.		3
3.1.4.2 Schwierigkeiten der Koordination zwischen Fachbehörden (insbesondere Landwirtschaft und Bauwesen).	5/3	3	3	n.	0	n.	3	5
3.1.4.3 Schwierigkeiten der Koordination zwischen Projekten verschiedener Entwicklungshilfeorganisationen (z. B. in bezug auf Standardisierung von Bauweisen, Erfahrungsaustausch, Counterpartausbildung etc.).	n.		n.	n.	4/5	4	4	2

Problemfeld	1	2	3	4	5	6	7	8
3.2 <u>Vorbereitungs- und Planungsphase</u>								
3.2.1 <u>Problemfeld Daten- und Informationsbasis</u>								
3.2.1.1 Mangelnde Datenerhebung in Partnerländern; Datenmaterial ist lückenhaft oder nicht vorhanden.	5	5	n.	3/5	5/4	3/5	4	0
3.2.1.2 Finanzierungsprobleme für laufende Kosten der Datenerhebungen.	5	4	n.		3	n.		0
3.2.1.3 Mangelnde Verfügbarkeit oder hohe Fluktuationsrate von qualifiziertem Personal für Planungsaktivitäten insbesondere in abgelegenen Gebieten.	3	5	n.	0	0	n.	3	5
3.2.1.4 Datenerhebung häufig zu aufwendig und nicht an Problemen orientiert. Deshalb in vielen Bereichen Bedarf an einfacheren, schnelleren und kostengünstigeren Erhebungsansätzen ("to know what needs not to be known", "Rapid rural appraisal").		5		n.	2	n.	3	5
3.2.1.5 Mangelnde Nutzung der Erfahrungen gleichartiger anderer Projekte.	5	4	n.	n.	4	n.		5
3.2.1.6 Unzureichende Detailkenntnisse über Zielgruppen (unzureichende oder fehlende Zielgruppenanalyse; mangelnde Bestimmung sozio-ökonomisch homogener Gruppen, mangelnde Bedürfnisermittlung etc.)	5*	5	1	4	4	5*	3	1

Problemfeld	1	2	3	4	5	6	7	8
3.2.2 <u>Problemfeld Systemverständnis und -berücksichtigung</u>								
3.2.2.1 Fehlendes Verständnis für Systemzusammenhänge in der Bewässerung.	n.	5	1	n.	4	n.	3	2
3.2.2.2 Mangelnde Berücksichtigung und Einbezug des institutionellen, ökonomischen und kulturellen Projektumfeldes.	5/3	5	4	3	4	n.	3	5
3.2.2.3 Mangel an multidisziplinären Planungsansätzen	n.	5	4	n.	4	n.	3	2
3.2.2.4 Mangelnde Berücksichtigung alternativer Projektmöglichkeiten außerhalb der Bewässerung			1.	3		n.		0
3.2.2.5 Bei Bewässerungsprojekten, die zu rehabilitieren sind: Mangelnde interdisziplinäre Diagnose der wirklichen Ursachen für das Nichtfunktionieren.	5*	5	n.	3	5*	3/5	1	0
3.2.2.6 Mangelnde Berücksichtigung von Interdependenzen zwischen - Technik u. Management/Org. - Man/Org. u. instit. Umfeld - Technik und Umfeld - Zielen, Umfeld, Systemauslegung	n.	5	n.	n.	4	n.	5	4

Problemfeld	1	2	3	4	5	6	7	8
3.2.3 Problemfeld Planung								
3.2.3.1 Institutionelles Planungsumfeld								
3.2.3.1.1 Planung muß optimistisch dargestellt werden, um Mindestanforderungen der finanzierenden Stellen zu befriedigen.	1	3	n.	n.	3/1	n.	4	4
3.2.3.1.2 Knappe Mittel, zeitliche Begrenzung oder politischer Druck erzwingen <u>verfrühte Aussagen</u> , die in die Planung eingehen, während viele Aussagen wie z. B. über optimale Betriebsgröße, Systemproduktivität, Anbauintensität, Vermarktung, Organisation, Wassergebühren etc. noch nicht sicher beantwortet werden können.	3	5	n.	n.	3	3/5	4	1
3.2.3.1.3 Die Belohnungssysteme ("reward systems") der an der Planung beteiligten Institutionen sind ungenügend auf eine effektive Zielgruppenorientierung ausgelegt.	n.	5	n.	n.	4	n.	1	0
3.2.3.1.4 Für die Vorbereitung und Planung steht zu wenig Zeit zum "Lernen" zur Verfügung ("Orientierungsphase").	5	-	n.	5	3	n.	2	0
3.2.3.1.5 Auftragsvergabe für die <u>gesamte</u> Projektplanung (z. B. an Consultings) verhindert Prozesse des "Erfahrungslernens" und flexibler Anpassung an das Projektumfeld.	n.		1	5	0	n.		0
3.2.3.1.6 Probleme infolge traditionell übergewichtiger Stellung des Ingenieurwesens bei der Bewässerungsplanung.	5	5	1	n.	4	n.	2	4/5

Problemfeld	1	2	3	4	5	6	7	8
3.2.3.2 Planungsansätze								
3.2.3.2.1 Mangelnde Berücksichtigung der Interdependenzen zwischen Zielen, Umfeld und Systemauslegung und zwischen Technik und Management/Organisation.	n.	4	n.	n.	4	n.	5	5
3.2.3.2.2 Planung aufgrund unzureichender Kenntnis des sozio-ökonomischen und sozio-kulturellen Umfeldes.	5	5	n.	n.	4	5	3	4
3.2.3.2.3 Mangelnde Berücksichtigung multidisziplinärer Erfordernisse (z. B. Koordination zwischen ingenieurmäßigen, landwirtschaftlichen und soziologischen Aspekten).	1	4	3	n.	4	n.	2	2
3.2.3.2.4 Ungenügende Berücksichtigung der realen Ziele der an der Bewässerung beteiligten "Koalitionspartner" und mangelnde Untersuchung bestehender Zielkonflikte	2	5	n.	n.	5	3	3	2
3.2.3.2.5 Ungenügende Berücksichtigung der Kapazität vorhandener Trägerstrukturen.	5	5	1	n.	5	n.	3	5
3.2.3.2.6 Mangelnde Berücksichtigung von künftigen Management- und O+M-Erfordernissen in der Planung verbunden häufig mit ungenügender Kenntnis von Management- und O+M-Erfordernissen (Fehlen von Organisations- und Management-Studien, die alle organisatorischen, personellen, finanziellen und legislativen Erfordernisse klar und offen aufzeigen).	5	5	n.	4/5	5	n.	4	5

Problemfeld	1	2	3	4	5	6	7	8
3.2.3.2.7 Ungenügende Berücksichtigung bestehender Zwänge und Begrenzungen der Bauern als Planungsgrundlage ("farming system approach"; Bewässerung im Gesamttrahmen des Familienbetriebes etc.).	5	5	1	n.	5	3	4	5
3.2.3.2.8 Ungenügende Berücksichtigung mikro-ökonomischer Aspekte.	n.	5	1	4	2	3/5	4	3

Problemfeld	1	2	3	4	5	6	7	8
4. <u>PROJEKTIMPLEMENTIERUNG</u>								
4.1 Problematik unzureichender Flexibilität bei der Implementierung (z. B. lokalspezifisches "Erfahrungslernen" ist schwer umsetzbar, abschnittsweise Implementierung schwer realisierbar, weil mit höheren Kosten verbunden; "planning-cum-implementation" Prozedure ungeeignet für konventionelle Projektdurchführung oder Auftragsvergabe; Flexibilität häufig mit Überdimensionierung verbunden).	0		1	4				
4.2 Probleme der Anpassung zwischen sozialer und physischer Infrastruktur (z. B. Entwicklung von sozialer Infrastruktur, insbesondere von Nutzergruppen nimmt mehr Zeit in Anspruch als die Erstellung von physischer Infrastruktur. Deshalb Problematik der Anpassung physischer Infrastruktur an sich ändernde organisatorische Kapazitäten etc.).	n.	5	n.	4	5		3	5*
4.3 Generelle Probleme bei der Realisierung der Forderung nach aktiver Partizipation der Nutzer (z. B. Terminplanungen im Konflikt mit Verpflichtungen der Nutzer außerhalb des Projektes; Schwierigkeiten, Nutzerpartizipation und Vergabe an Subunternehmer zu kombinieren; mangelndes "Know-how" der Nutzer; Konflikte zwischen Forderung nach Partizipation und Forderung nach schnell vorzeigbaren Ergebnissen etc.).	0/3	5	1	n.	3		0	5

Problemfeld	1	2	3	4	5	6	7	8
4.4 Probleme bei der Anwendung arbeitsintensiver Bauweisen. (z. B. Probleme organisatorischer Art; Berücksichtigung staatlich fixierter Mindestlöhne macht Arbeiten oft kostenaufwendiger für lokales Budget als Maschineneinsatz etc.).		5	1	n.		n.		0
4.5 Problematik des Rechtfertigungsdrucks des Projektes nach außen (Druck, vorzeigbare und nach technisch/ökonomischen Maßstäben vorzeigbare Ergebnisse zu liefern, hemmt die Eigeninitiative und Kreativität der Experten im Bereich zielgruppenorientierter Problemlösung).	5/4	5	n.	4	3/0	n.	1	4/0
4.6 Unzureichende Berücksichtigung der tertiären Be- und Entwässerungsinfrastruktur (häufig in Planungen nicht vorgesehen oder den Nutzern überlassen; Fehlen der Entwässerungskomponente etc.).			n.	4/5	1/0	1	1	3
4.7 Probleme multidisziplinärer Zusammenarbeit im Projektteam mit CP. (insbesondere: Ingenieure - Agronomen - Ökonomen - Soziologen).	0	1/0	n.	4/5		n.	2	
4.8 Ungenügende Betonung von Beratungsaspekten und mangelnde Effizienz von Beratungsdiensten (ungenügend motivierte Berater etc.).	5	5	4	4/5	4	n.	3	2/1
4.8A Probleme bei Durchführung von Flurbereinigung		5		5*		n.		

Problemfeld	1	2	3	4	5	6	7	8
4.9 Mangel an Spezialisten-Know-how im Bereich des "Farm-Water-Management", d. h. der Wasserverteilung auf Feldniveau und der Organisation von Wassernutzergruppen.	5	5	1	4	4/2	n.	3	0
4.10 Ungenügende Berücksichtigung von "unterschiedlichen Maßnahmen" außerhalb der Bewässerung, um psychologische Einstellung der Zielgruppe dem Projekt gegenüber zu beeinflussen (z. B. Gesundheitsprogramme, Wasserversorgung etc.).			n.	n.		n.		n.

Problemfeld	1	2	3	4	5	6	7	8
5. <u>BETRIEB/UNTERHALTUNG</u> (OHM = "operation and maintenance") 5.1 Problematik der allgemeinen Erwartungshaltung: Generell wird davon ausgegangen, daß Bewässerungssysteme nach der baulichen Fertigstellung "von selbst" oder mit geringem Unterhaltungsaufwand funktionieren (analog zu Wasserversorgungsanlagen oder Straßenbauten). Der erforderliche Managementaufwand wird gravierend unterschätzt. 5.2 Mangelndes Interesse sowohl bei nationalen Behörden, als auch bei Gebern an OHM; trotz hoher Rentabilität wenig Interesse an "OHM-Projekten" (für Partner zuwenig politischer Prestigegegninn gegenüber "cut-ribbon"-Projekten; für Geber zu wenig investitionsintensiv). 5.3 Mangelnde "Eingewöhnungszeit": Zu schnelle und zu hohe Produktivitätserwartungen, obwohl Bewässerung für neue Wassernutzer einen "Technologiesprung" darstellt. 5.4 Konflikte zwischen Eigenverantwortlichkeit der Nutzer ("laissez faire") und zentralisierten Management-Erfordernissen zur Kontrolle der Wasserverteilung.	n. n. 5/4 n.	5 5 5 5	4-1 n. 1 n.	4/5 4/5 4/5 n.	4 5/0 4 5/4	n. n. n. n.	5 3 2 2	n. n. 0 4

Problemfeld	1	2	3	4	5	6	7	8
5.5 Mangel an Regierungsmitteln für Folgekosten im Bereich O+M (einschließlich mangelnder Bereitschaft von Gebern, Folgekosten zu übernehmen).	5	5	5	n.	5*	n.	4	5
5.6 Unzulänglichkeiten der Wasserpreispolitik (z. B. Wassergebühren, mit denen Investitions- und Betriebskosten gedeckt werden können sind politisch meist nicht durchsetzbar; mengenbezogene Wasserpreise wegen Meßproblemen nicht durchsetzbar etc.).	5	5	5	4/5	5*	n.	4*	5
5.7 Unzulängliche rechtliche Voraussetzungen (Mängel in der Rechtssicherheit verhindern die Durchsetzung von O+M-Bestimmungen; z. B. Sanktionen für illegale Wassernutzung).	2	5	n.	n.	3/5	n.	1	2
5.8 Mangelnder Feedback von Informationen von Bewässerungsprojekten im Betrieb zu Bewässerungsplanern.	n.	5	n.	n.	0	n.	4	0
5.9 Mangelnde Koordination zwischen Wasserverteilungsbelangen (Ingenieuraufgaben) und Belangen der landwirtschaftlichen Beratung.	n.	5	n.	n.	4		1	0
5.10 Mangelnde Managementkapazität der Bewässerungsbehörden. (dadurch Verzögerungen, mangelnder Informationsfluß, mangelnde Kontrolle etc.).	n.	5	n.	5	4	n.	4	5

Problemfeld	1	2	3	4	5	6	7	8
5.11 Ungenügender Akzent auf fortlaufenden Beratungsaktivitäten für die Wassernutzer.	n.	5	4		5/3	n.	3	n.
5.12 Mangel an Fachleuten im Bereich des Managements und O+M von Bewässerung bei GTZ und in der Bundesrepublik.	3	5	1			n.	4	0

Problemfeld	1	2	3	4	5	6	7	8
6. <u>MONITORING UND EVALUIERUNG</u>								
6.1 Mangelnde Betonung sozialer Akzeptanz als Richtschnur für den Projekterfolg zugunsten von technischer Funktionalität und ökonomischer Rentabilität.	n.	5	n.	4/5	3	n.		3
6.2 Mangel an quantifizierbaren Indikatoren für "zielgruppenorientierte" Projekterfolge, an denen sich Planung und Durchführung ausrichten können.	n.	3	n.	4/5	4	n.		4
6.3 Schwächen beim Erheben von Daten zur Leistungsbeurteilung des Projektes ("Monitoring").	n.	3	n.	3	4	n.	4	4
6.4 Mangel an Evaluierungen, die untersuchen, ob Projektziele auch mittel- oder langfristig erreicht werden, d. h. ob die potentiellen Wassernutzer das Projekt auf Dauer akzeptieren und partizipieren.	n.	5	n.	n.	4	n.		0
6.5 Mangel an Evaluierungen, die soziale und kulturelle Folgekosten während des Betriebs festzustellen versuchen. (z. B. Verschiebungen in den Grundbesitzverhältnissen; Änderungen im "way of life" etc.).	n.		n.	n.	3	n.		0
6.6 Mangel an Evaluierungen darüber, ob nach Projektübergabe Konflikte ausbrechen, die nur durch die Präsenz der ausländischen Berater unterbunden worden sind.	n.	3	n.	n.		n.		0

Problemfeld	1	2	3	4	5	6	7	8
6.7 Mangel an systematischer Erfassung und Speicherung von regionalspezifischen Umfeldfaktoren (z. B. über örtliche Institutionen, Klientelbeziehungen, Machtstrukturen, ethnische und kulturelle Besonderheiten etc.; mangelnde Erfassung regionalspezifischer Erfahrungen anderer Organisationen etc.).	n.	5	n.	n.	4	n.	0	0
6.8 Fehlen einfacher und doch umfassender Evaluierungsverfahren.	n.	1	n.	n.	5	n.	1	5*
6.9 Mangelnde Ausrichtung von Monitoring-, Evaluierungs- und Revisionserfahrungen auf die Erfordernisse zielgruppenorientierter Projektabwicklung (z. B. mangelnde Heranziehung qualitativer Erfolgskriterien zur Beurteilung von Projekten etc.).	n.	3	n.	n.	5	n.	2	5
6.10 Mangel an ausgebildetem M + E-Personal für die Projekte.	n.	n.	n.	n.		n.		n.
6.11 Unsystematische Verwendung von M + E in unterschiedlichen Projekten (keine einheitlichen M + E-Komponenten).	n.	n.	n.	n.		n.		n.
6.12 Mangel/Schwächen an einer M + E-Unit	n.	5	n.	3	5	n.	5*	5*