

Beckenbewässerung in Indonesien

Basin Irrigation in Indonesia

Von A. Rieser *)

1. Einleitung

Die Beckenbewässerung stellt eines der ältesten Bewässerungsverfahren dar. Bereits vor über 5000 Jahren wurden mit dieser Methode Flächen im ägyptischen Niltal bewässert. Zeugnisse aus China erbringen ein Alter von 4000 Jahren. In Indonesien wurden die ersten Bewässerungssysteme im 10./11. Jahrhundert auf Bali angelegt.

Neben dem Alter und damit der langen Kenntnis und Vertrautheit mit dieser Methode dürfte ihre Einfachheit ein Hauptgrund dafür sein, daß sie so weit verbreitet ist. Der Gesamtflächen-Umfang, den dies Verfahren einnimmt, kann aus verschiedenen Statistiken abgeschätzt werden (FRAMJI & MAHAJAN 1969, GULHATI 1973, ZONN 1974). Er dürfte sich auf über 150 Mio ha belaufen. Das Hauptverbreitungsgebiet ist Südostasien.

In der Regel wird die Beckenbewässerung hier in der Form des Flächenüberstau durchgeführt. Die Aufteilung der Flächen erfolgt durch kleine Dämme bzw. Wälle, die um die zu bewässernden Flächen herum errichtet werden. Dies geschieht fast durchweg per Hand. Diese Erddämmchen schließen die einzelnen, verschieden großen Becken ein, die in Indonesien und Malaysia "sawah" genannt werden. Die Skala der auf dieser Weise bewässerbaren Pflanzen ist sehr breit. Flächenmäßig überwiegt der Reis mit 80–90%.

2. Umfang und Klassifikation der Beckenbewässerung in Indonesien

Die bewässerten Flächen in Indonesien sind sehr ungleich verteilt, was insbesondere auf die unterschiedliche Intensität der Landnutzung zurückzuführen ist. So werden 60% der Gesamtfläche Javas, Maduras und Balis landwirtschaftlich genutzt. Auf den Außeninseln liegen diese Prozentsätze wesentlich niedriger: Sumatra 11%, Sulawesi (Celebes) 5% und Kalimantan (Borneo) 3% (IBRD – IDA 1972).

*) Dr.-Ing. Armin Rieser, wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für landw. Wasserbau und Kulturtechnik der Universität Bonn

Anschrift: D 5300 Bonn/Rhein, Nußallee 1

Bevor die statistischen Zahlen aufgelistet werden können, ist noch auf die Klassifikation der Bewässerungsformen hinzuweisen. Es werden folgende Einteilungen getroffen: technische, halb- bzw. semitechnische und nichttechnische Bewässerung. Sie sind folgendermaßen definiert:

- technisch: Trifft zu bei größeren (> 500 ha) Bewässerungsprojekten, geplant, erbaut, betrieben und unterhalten durch Regierungsinstitutionen. Es besteht die Möglichkeit Wasserregulierungen und -messungen mit dazu vorhandenen Einrichtungen vorzunehmen (fully-controlled – voll-kontrolliert)
- semitechnisch: Durch Regierungsinstitutionen geplante und erbaute Projekte, betrieben und unterhalten von lokalen Behörden oder von den Landwirten selbst. Die Zuflußmengen können durch die Einlaßregler in den entsprechenden Bauwerken, meist Ableitungsbauwerken reguliert, aber nicht hinreichend genau gemessen werden. Dies gilt auch für die Regler an den Verteilerbauwerken (semi-controlled – halb-kontrolliert);
- nichttechnisch: Unter diese Kategorie fallen Projekte in der Größenordnung < 500 ha (durchschnittlich 100–250 ha), bei denen es normalerweise keine Möglichkeit der Wasserregulierung und -messung gibt (uncontrolled – nicht- bzw. unkontrolliert). Die Ableitungs- und Verteilerbauwerke sind meistens temporär. Diese Kategorie wird auch als Volks- (peoples)-, Dorf- (village-), ländliche (rural-) oder primitive (primitive) Bewässerung bezeichnet. Im Nachbarland der Philippinen wird der Ausdruck des Gemeinschaftsbewässerungssystems (community irrigation system) dafür verwendet. In Thailand ist ebenfalls der Ausdruck Volksbewässerungsprojekt gebräuchlich.

Es ist nicht Ziel dieser Arbeit näher auf die Organisation und die rechtlichen Grundlagen von Bewässerungsmaßnahmen in Indonesien einzugehen. So sei nur soviel dazu ausgeführt, daß die größeren Projekte der technischen und semitechnischen Kategorie im Ministerium für öffentliche Arbeiten und elektrische Energie (Ministry for Public Works and Electric Power – Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik) geplant werden. Die Ausführung obliegt ebenfalls diesem Ministerium bzw. seinen Provinzuntergliederungen. Dies gilt normalerweise auch für den Betrieb und die Unterhaltung dieser Projekte. Die Systeme bzw. Projekte der Dorfbewässerung werden von Landwirten selbst, in der Regel im Rahmen von Gemeinschaftsaktionen ("gotong royong"), geplant, errichtet, betrieben und unterhalten. Aber auch solche Maßnahmen werden durch Gesetze, Verordnungen und Erlasse insoweit kontrolliert, daß diese festlegen, daß solche meist oberstrom gelegenen Systeme nicht mit un-

terhalb gelegenen, semitechnischen oder technischen, durch die Regierung errichteten Projekte kollidieren.

In Tabelle 1 sind eine Anzahl statistischer Daten aus verschiedenen Quellen angegeben, die gewisse Differenzen zeigen.

Tabelle 1: Bewässerungsflächen in Indonesien in 1000 ha

Quelle	Bewässerungsform bzw. -kategorie			Total
	technisch	semitechnisch	nichttechnisch	
1)	1.704	758	1.335	3.797
2)	1.444	1.020	1.479	3.943
3)	1.544	1.017	1.506	4.067

Quelle:

- 1) FRAMJI, K. K. und I. K. MAHAJAN (1969)
- 2) DPUTL (1972) Daten von 1968
- 3) DPUTL (1972) Daten von 1970

Die vergleichbaren Daten von FRAMJI & MAHAJAN (1969) und DPUTL (1972, Daten von 1968) differieren in der Summe nicht zu erheblich. Lediglich die beiden Kategorien „technisch“ und „semitechnisch“ weisen stärkere Unterschiede auf.

Neben dem bewässerten Naßreisbau im engeren Sinne kommen in Indonesien noch die Sonderformen des Sumpf- und Tiefwasserreis (Tidenreis) vor. Die Gesamtfläche des Naßreis-Anbaus, inklusive der sogenannten "rainfed" sawahs (durch Regen bewässert), beläuft sich nach DPUTL (1972) für 1968 auf 5,64 Mio ha und für 1970 auf 5,8 Mio ha, wobei der Sumpf- und Tidenreis 0,36 Mio ha bzw. 0,4 Mio ha einnimmt. Die Reisbaufläche betrug 1968 insgesamt 8,03 Mio ha und 1970 8,14 Mio ha (BIRO PUSAT STATISTIK 1972).

Der Hauptumfang (ca. 70%) der bewässerten Fläche (vgl. Tab. 2) befindet sich auf den Inseln Java, Madura und Bali, die mit 135.000 km² nur rund 7% der Gesamtfläche Indonesiens (2.020.000 km²) ausmachen.

Tabelle 2: Bewässerungsflächen auf Java, Madura und Bali in 1000 ha

Quelle	Bewässerungsform bzw. -kategorie			Total
	technisch	semitechnisch	nichttechnisch	
1)	1.430	457	920	2.807
3)	1.233	731	819	2.783

Quellen vgl. Tab. 1

Auf den Inseln Java, Madura und Bali überwiegt die Kategorie der technischen Bewässerung. Aus Tabelle 1 gewinnt man den Eindruck, daß sich die drei Kategorien teilweise gleichgewichtig verhalten. Aus eigenen Untersuchungen (RIESER 1973) wird jedoch ein anderes Bild deutlich (vgl. Tab. 3).

Tabelle 3: Bewässerungsflächen in der Provinz Lampung/Sumatra in ha

Quelle	Bewässerungsform bzw. -kategorie			Total
	technisch	semitechnisch	nichttechnisch	
3)	29.257	—	7.914	37.171
4)	21.709	8.904	23.905	54.528

Quelle: 3) vgl. Tab. 1

4) RIESER (1973) Daten von 1972/73

Betrachtet man die beiden Kategorien „technisch“ und „semitechnisch“, so fällt auf, daß Quelle 3 keine semitechnische Bewässerungsform ausweist. Addiert man die Zahlen der beiden Kategorien „technisch“ und „semitechnisch“ aus Quelle 4, so kommt die Summe von 30.613 ha der Zahl von 29.257 ha aus Quelle 3 sehr nahe, insbesondere, wenn man den verschiedenen Zeitpunkt der Datenerhebung mit berücksichtigt. Die Qualität der bestehenden Bewässerungssysteme wird von seiten des verantwortlichen Ministeriums allgemein überschätzt. Die im Rahmen der Sumatra Regionalplanungsstudie durchgeführten Erhebungen und ihre Analyse (RIESER 1973, 1975 a, b) weisen darauf hin. Nicht zu verstehen ist der enorme Unterschied in der Kategorie „nichttechnisch“. Er beruht auf einer Unterschätzung der Eigeninitiative der Landwirte. Diese sind besonders in der Provinz Lampung infolge des starken Bevölkerungsdrucks (Bevölkerungsanstieg 5% pro Jahr) sehr intensiv. Die aus den Untersuchungen im Raum der Provinzen Jambi, Südsumatra, Bengkulu und Lampung (Sumatra südl. des 1° südl. Breite) gewonnenen Erkenntnisse bezüglich der Einschätzung statistischer Daten können aufgrund vergleichender Untersuchungen auf den Inseln Kalimantan, Java und Bali mit geringen Einschränkungen als allgemeingültig für Indonesien bezeichnet werden.

3. Bewässerte Böden

Die Beckenbewässerung kommt auf einer Vielzahl von Böden zum Einsatz. Dabei spielt die Infiltrationsrate die wesentliche Rolle. Sie bestimmt neben dem Relief die Beckengröße, die generell so bemessen sein soll, daß im jeweiligen Becken eine gewünschte Wassertiefe möglichst gleichmäßig eingehalten werden kann. BOOHER (1974) gibt Annäherungswerte für verschiedene Texturklassen (Tab. 4).

Die Infiltrationsrate kann durch Bodenbearbeitungsmaßnahmen (puddling) vermindert werden. Dies geschieht in Indonesien entweder durch relativ primitive Geräte oder indem man Tiere, meist Wasserbüffel, durch die Becken treibt. In Indonesien erfolgt der Naßreisbau auf folgenden Bodenassoziationen¹⁾: Alluviale Böden (Aquepts, Aquents, Udents, Psamments), Latosole (Oxisols) und rot-gelbe Podsole (Ultisols).

¹⁾ In Klammern die Korrelation mit der 7th. Approximation des USDA-Bodenklassifikationssystems

Tabelle 4: Empfehlungen für Beckengrößen (ha) bei verschiedenen Böden und Wassergaben

Wassergabe		Sand	sand. Lehm	ton. Lehm	Ton
l/s	m ³ /h				
Beckengröße in ha					
30	108	0,02	0,06	0,12	0,2
60	216	0,04	0,12	0,24	0,4
90	324	0,06	0,18	0,36	0,6
120	432	0,08	0,24	0,48	0,8
150	540	0,10	0,30	0,60	1,0
180	648	0,12	0,36	0,72	1,2
210	756	0,14	0,42	0,84	1,4
240	864	0,16	0,48	0,96	1,6
270	972	0,18	0,54	1,08	1,8
300	1.080	0,20	0,60	1,20	2,0

Quelle: BOOHER (1974)

4. Gefälle, Beckengröße und Beckenform

Die Beckenmethode erfordert ein sorgfältiges Planieren, um eine gleichmäßige Bewässerung in Verbindung mit einer optimalen Beckengröße zu erzielen. Je geringer das vorherrschende Gefälle ist, desto größere Flächen können in einem Becken zusammengefaßt werden. Die maximale Höhendifferenz in einem Becken sollte bei der Reisbewässerung 5 cm nicht überschreiten.



Abbildung 1: Reisbewässerung im Bergland Sumatras

Die Beckenform wird durch die vorherrschende Topographie beeinflusst. Gelände mit einheitlichem Gefälle erlauben Rechteckform. Sie bieten Vorteile bei der Anlage der Be- und Entwässerung, dem Bau von Wegen und Straßen und weiteren Infrastrukturmaßnahmen. Dies ist jedoch nur selten der Fall. Meistens zwingt die Morphologie zu einer unregelmäßigen Beckengestalt, die den Konturen folgt (Abb. 1)

Die Beckengröße variiert von 1 m² für Gemüse und andere Intensivfrüchte bis zu 7,5 ha für Reis und andere Körnerfrüchte. In vielen Gebieten ist die Beckengröße traditionsbedingt. In einigen Teilen Asiens beträgt die Maximalgröße 6 x 4,5 m während sie in anderen 10 x 50 m mißt.

5. Bewässerungsvorgang und Bewässerungswasserbedarf

Der Bewässerungsvorgang bei Reis erfolgt in der Art, daß das Becken bis zu einer bestimmten Höhe gefüllt wird. Die Wassertiefe beträgt in der Regel 5–15 cm. Sie wird während der Wachstumsperiode durch kontinuierlichen Zufluß möglichst konstant gehalten, wozu nur bei den technisch und semitechnisch bewässerten Systemen Gelegenheit besteht. Das Wasser läuft dann nach der Füllung meist von einem Becken in das andere. Tiefer gelegene Flächen erhalten besonders in relativ flachen Gebieten ein Überschuß an Wasser, das ihnen oft von mehreren Seiten aus unkontrolliert zufließt.

Die Bewässerungsspende beim Reisanbau in Malaysia und Indonesien schwankt zwischen 0,5–5 l/s.ha, wobei die höchsten Gaben für die Bodenbearbeitung, die Sättigung und die Bewässerung der Saatbeete benötigt werden. Die Gesamtmenge für eine Saison von 120–140 Tagen beträgt 750–1500 mm (im Mittel 1200 mm) oder 167–267 mm/Monat. Im einzelnen schwankt der Wasserbedarf nach dem Umpflanzen während der normalen Bewässerungsperiode zwischen 0,6 und 1,4 l/s.ha. Da eine exakte Wasserregulierung bei den in nur geringem Ausmaße vorhandenen meßtechnischen Einrichtungen und der mangelnden Kenntnis eines streng geregelten Wassermanagements sehr schwierig ist, wird meist ein Zuviel an Wasser gegeben. Dies wirkt sich auf die Reiserträge jedoch nicht negativ aus, obwohl man im Grunde von einem Luxuskonsum sprechen kann. Auf den Wasserverbrauch wirkt sich negativ aus, daß nach der Periode der Bodenbearbeitung und der Sättigung die hohe Wasserzufuhr oft beibehalten wird.

6. Betriebs- und Unterhaltungsprobleme und ihre Ursachen

Neben dem oft geringen Ausbaugrad der Bewässerungssysteme und den meist fehlenden Einrichtungen zur Wasserspeicherung (z. B. Speicherbecken) spielen die mangelnde Unterhaltung und der damit einhergehende Verfall der Systeme eine wesentliche Rolle bezüglich eines geeigneten Wassermanagements. Besonders nach dem zweiten Weltkrieg vergrößerten sich vor allem aufgrund von Geldmangel und der zu geringen Zahl an qualifiziertem Personal die Unterhaltungsprobleme. Wurden in der Kolonialzeit noch z. T. Beiträge und Steuern direkt für Unterhaltungs-

und Instandsetzungsarbeiten erhoben, so ist das heute nur mehr in geringen Maßen der Fall. Auf der einen Seite ist das ein administratives Problem, auf der anderen trifft man eine allgemeine Unterschätzung der Bedeutung der Unterhaltung an. So liegt die Betonung von seiten der Wasserwirtschaftsbehörden auf dem Neubau von Projekten und nicht, wie es wünschenswert und ökonomisch sinnvoll wäre, auf der Rehabilitierung und Erweiterung bestehender Systeme. Die Erstellung eines klaren gesetzlichen Rahmens für wasserwirtschaftliche Projekte generell und für Bewässerungsprojekte speziell, insbesondere deren Betrieb und Unterhaltung sollte höchste Priorität erhalten.

Erschwerend für die Gesamtsituation kommt hinzu, daß infolge der exzessiven Rodungen im Zusammenhang mit dem Wanderfeldbau (shifting cultivation) in den Oberläufen der Flüsse die Erosion gesteigert wird. Sie führt zur Aufsedimentierung, die sich direkt und indirekt bis in die Bewässerungskanäle auswirkt.

7. Entwicklungsmöglichkeiten

In den vorangegangenen Kapiteln wurden bereits gewisse Probleme und Verbesserungsmöglichkeiten der Beckenbewässerung angesprochen. Da es sich bei dieser Bewässerungsmethode, wie eingangs erwähnt, um ein recht einfaches Verfahren handelt, werden die Entwicklungsmöglichkeiten weniger im rein technischen Bereich liegen, wie dies bei der Verbesserung der Beregnungstechnik oder der Tröpfchenbewässerung der Fall ist. Hier geht es mehr um das komplexe Zusammenspiel aller Faktoren, mit dem Ziel, diese optimal zu nutzen.

Einer der Hauptpunkte ist, wie auch bei anderen wasserwirtschaftlichen Maßnahmen, die Nutzung des Wasserdargebots. In Indonesien liegen die mittleren Reiserträge bei 2,4 t/ha, berechnet aus den Angaben des BIRO PUSAT STATISTIK (1972). Die Ergebnisse verschiedener Erhebungen im Rahmen der Sumatra Regionalplanungsstudie im 21.63 Mio ha umfassenden Untersuchungsgebiet mit einer bewässerten Fläche von 0,173 Mio ha (0,8%) ergaben durchschnittliche Erträge von 1,5 t/ha, während sie auf den intensiv genutzten BIMAS-Flächen (BIMAS S.S.B.M. = Binmbingan Massel Swa Sembada Bahan Makanan – Massenführung zur Erreichung der Autarkie in der Nahrungsmittelproduktion.) im Mittel 3,5 t/ha betragen. Die höheren BIMAS-Erträge sind nicht allein das Ergebnis eines guten Wassermanagements, sondern auf den höheren Einsatz produktionssteigernder Mittel, wie Dünger, Pestizide und den Anbau ertragsreicher Sorten zurückzuführen. Der Zusammenhang zwischen der Rolle der Wasserregelung und der Anwendung zusätzlicher Maßnahmen auf Reiserträge wird aus einer Übersicht (Abb. 2) deutlich.

Die Nutzung des Wasserdargebots darf jedoch nicht allein aus der Sicht der bloßen Ertragssteigerung gesehen werden. Eine wesentlichere Rolle spielt die Verbesserung der Bewässerungspraktiken bezüglich des Wasserverbrauches. Wie erwähnt erfolgt die Reisbewässerung in weiten Bereichen Südostasiens und vor allem in Indonesien durch kontinuierlichen

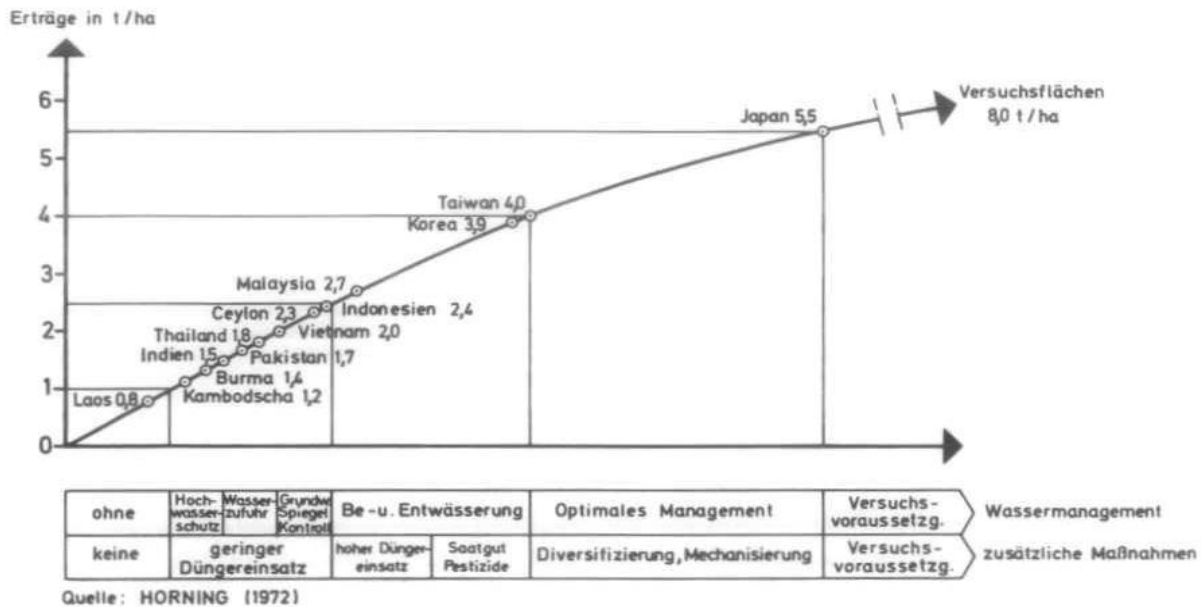


Abbildung 2: Die Rolle der Wasserregelung und die Anwendung zusätzlicher Maßnahmen auf Reiserträge in verschiedenen Ländern

Zufluß und Überstau. In der regenreicheren Periode von November bis April ist das Wasserdargebot dafür meist ausreichend. Für die trockenere Zeit muß insbesondere bei den reinen Ableitungsverfahren die Bewässerung mit periodisch wechselndem Zufluß erfolgen. Versuchsergebnisse in Japan und auf den Philippinen (TSUTSUI 1972) erbrachten bei gleichbleibenden oder sogar gesteigerten (bis 10%) Erträgen Einsparungen im Wasserbedarf von 25%. Noch wesentlich günstigere Ergebnisse sind in Tabelle 5 zusammengestellt. Hier beträgt beim höchsten Wirkungsgrad die Einsparung 54%.

Derartige Bewässerungspraktiken erfordern erhebliche Investitionen, deren Wirtschaftlichkeit nicht immer gesichert ist und daher sorgfältig geprüft werden muß. Erfolge sind nur dann zu erreichen, wenn neben dem kompletten technischen Be- und Entwässerungssystem auch die Fachkräfte zu deren Betrieb und Unterhaltung vorhanden sind. Die Planung und Ausführung eines solchen Projekts muß bis hinab auf die Farmebene erfolgen. Dies gilt nicht allein für die technische Seite, sondern trifft auch auf die Landwirtschaft zu. Hier sind z. B. die Anbauplanung, die Kontrolle und der Einsatz der Dünger- und Pestizidanwendung zu erwähnen.

Ein optimales Wassermanagement erfordert darüber hinaus entsprechende Gesetze, Verordnungen und Regelungen, wie sie in Indonesien nur in wenigen Fällen, vor allem bei Vielzweckprojekten auf Java, vorhanden sind. In diese Regelungen sind, wie in den meisten Satzungen der deutschen Wasser- und Bodenverbände oder denen der Bewässerungsvereinigungen (irrigation associations) in Taiwan, auch die Pflichten der Wassernutzer einzuschließen. Dies bezieht sich insbesondere auf finanzielle Vereinbarungen hinsichtlich des Wasserverbrauchs und der Betriebs-

Tabelle 5: Einfluß verschiedener Bewässerungspraktiken auf den Ertrag und den Wirkungsgrad des Wasserverbrauchs für Reisvarietät IR 8 in Testflächen mit Entwässerung, IRRI Manila/Philippinen, Trockenzeit 1968

Bewässerungspraktiken	Gesamtwasser- verbrauch für 91 Tage (mm)	Index (%)	Wirkungs- grad (g/l)	Erträge (kg/ha)
1. tiefer kontinuierl. Überstau (15 cm)	1.418	100	0,63	8964
2. tiefer kontinuierl. Überstau (15 cm) und Entwässerung z. Z. d. Bodenbearbeitung	1.344	95	0,68	9123
3. tiefer kontinuierl. Überstau (15 cm) und Entwässerung z. Z. d. Bodenbearbeitung und Entwässerung z. Z. d. Rispschiebens	1.240	87	0,69	8538
4. mittl. kontinuierl. Überstau (7,5 cm)	850	60	1,14	9720
5. seichter kontinuierl. Überstau (2,5 cm)	805	57	1,19	9548
6. mittl. kontinuierl. (7,5 cm) und kontinu- ierl. Wassersättigung (1,0 cm)	800	56	1,17	9385
7. kontinuierl. Wassersät- tigung (1,0 cm) und Überstau z. Z. d. Rispschiebens	780	55	1,17	9142
8. kontinuierl. Wasser- sättigung (1,0 cm)	647	46	1,39	9025
Evaporation	378 mm (91 Tage)	Bewässerungsbeginn	28. 1. 1968	
Evapotranspiration	589 mm (91 Tage)	Bewässerungsende	27. 4. 1968	
Niederschlag	30 mm (91 Tage)	Vegetationszeit	126 Tage	

Quelle: TSUTSUI (1972)

und Unterhaltungskosten. Zumindest letztere sollten aus verschiedenen Gründen voll durch die Nutznießer eines Projekts erbracht werden. Juristische und administrative Regelungen für wasserwirtschaftliche Maßnahmen stellen eine Grundvoraussetzung für eine optimale Nutzung dar.

8. Zusammenfassung

Die Beckenbewässerung ist das mit über 150 Mio ha am weitesten verbreitete Bewässerungsverfahren. Es wird vor allem in Südostasien und hier zu 80–90% für den Reisanbau angewandt. Indonesien wurde als Beispiel ausgewählt. 70% der bewässerten Flächen Indonesiens befinden sich auf den Inseln Java, Madura und Bali. 51% hiervon gehören der technischen und damit der besten Bewässerungskategorie an. Bewässert werden alluviale Böden, Latosole und Podsole. Die Bewässerung erfolgt

in der Regel durch kontinuierlichen Zufluß und relativ tiefen Überstau. Erhebliche Probleme bestehen beim Wassermanagement und der Unterhaltung der Systeme. In diesem Bereich sind auch die Hauptentwicklungsmöglichkeiten zu finden. Flankierende gesetzgeberische, administrative, organisatorische und landwirtschaftliche Maßnahmen sind notwendig.

Summary

The basin irrigation is with 150 Mio ha the mostly wide spread irrigation method. It is very common in South-East-Asia and 80–90% used for rize production. Indonesia is taken as an example. 70% of the total irrigated area of Indonesia is located on the islands of Java, Madura and Bali, or only 7% of total area of Indonesia. 51% of the irrigated area on these three islands is technically irrigated and established with all the structures for fully controlled irrigation practices. The irrigated soils are Alluvial Soils, Latosols and Podsoles. The usual irrigation practice is a continuous deep flooding. Main problems are found in the field of watermanagement and maintenance. Here the future development activities have to be started accompanied by legal, organizational, administrative and agricultural measures.

Literaturverzeichnis

1. BIRO PUSAT STATISTIK, 1972: Statistical Pocketbook of Indonesia — Jakarta
2. BOOHER, L. J., 1974: Surface irrigation — FAO Agric. Developm. Paper, No. 95, Rome
3. DPUTL, 1972: Irrigation Inventory for 1968 and 1970 — Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik (DPUTL) (Ministry of Public Works and Power) — Direct. Gen. of Water Resources, Direct. of Irrigation, Jakarta
4. FRAMJI, K. K. und I. K. MAHAJAN, 1969: Irrigation and Drainage in the World — ICID, New Delhi
5. GOOR, G. A. W. VAN DE and ZIJLSTRA 1968: Irrigation Requirement for double Cropping of Lowland Rice in Malaya — Publication 14, Int. Inst. f. Land Reclamation and Improvement, Wageningen
6. GULHATI, N. D., 1973: Chapter 1 — Introduction — aus Irrigation, Drainage and Salinity — HUTCHINSON/FAO/UNESCO, London
7. HORNING, H. M., 1972: The Role of Water Management in the Field — Irrigation and Drainage Paper, No. 12, FAO, Rome
8. IBRD — IDA, 1972: Agricultural Sector Survey, Draft, — International Bank for Reconstruction and Development, Int. Develop. Association, Washington
9. RIESER, A., 1973: Natural Resources Provinz Lampung — Sumatra, Regional Planning Study, Bukittinggi/Westsumatra, Indonesien
10. RIESER, A., 1974: Bewässerungsprojekte in Lampung/Südsumatra — ICID - Nachrichten 2/1974, Wasser und Boden, Heft 4, 1974
11. RIESER, A., 1975 a: Natürliche Standortfaktoren tropischer Landwirtschaft (Sumatra/Indonesien) — Der Tropenlandwirt, 76, 70—80
12. RIESER, A., 1975 b: Grundlagen der Entwicklungsplanung auf Sumatra — Indonesien heute, Bonn
13. TSUTSUI, H., 1972: Water Management and Requirements of Rice Cultivation under different Irrigation Methods and Cultivation Techniques — Irrigation and Drainage Paper, No. 12, FAO, Rome
14. ZONN, I., 1974: Bewässerungsflächen in der Welt, ICID-Nachrichten, 4/1974, Wasser und Boden, Heft 10, 1974