

**Zeitschrift:** Schweizerische Zeitschrift für Vermessung, Kulturtechnik und Photogrammetrie = Revue technique suisse des mensurations, du génie rural et de la photogrammétrie

**Herausgeber:** Schweizerischer Verein für Vermessungswesen und Kulturtechnik = Société suisse de la mensuration et du génie rural

**Band:** 64 (1966)

**Heft:** 3

**Artikel:** Grundlagen und Organisation der Melioration in Indien

**Autor:** Widmoser, P.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-220750>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 14.03.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Grundlagen und Organisation der Melioration in Indien

Von P. Widmoser, Institut für Kulturtechnik, ETH, Zürich

## Zusammenfassung

Die Umweltfaktoren, die für Meliorationsmaßnahmen bestimmend sind, zeigen sich in Indien äußerst vielseitig. Wegen der Nahrungsknappheit kommt diesen Maßnahmen besondere Bedeutung zu. Sie werden von der Zentralregierung gelenkt und in die Fünfjahrespläne eingepaßt. Eine harmonische Gesamtentwicklung, die auch den einzelnen Landbesteller ansprechen und erfassen soll, wird durch das «Community Development» angestrebt. Zahlreiche Großprojekte wurden bereits ausgeführt. Mehr Gewicht soll in Zukunft bei der Bewässerung auf eine optimale Wasserverteilung gelegt werden. Pumpbetriebe für Bewässerungszwecke sind meist die ersten Versuche der Mechanisierung in der Landwirtschaft. Die äußerst dynamischen Naturabläufe zwingen zu besonderer Beachtung der Bodenerosion.

## Résumé

En Inde, les facteurs déterminants dans les améliorations du sol sont extrêmement variés. La famine accentue encore la nécessité de telles entreprises. Le gouvernement central étudie celles-ci et les insère au plan quinquennal. Il essaie d'atteindre un développement général harmonique par le «Community Development», qui englobe aussi chaque cultivateur. Un grand nombre de projets sont déjà exécutés. Au sujet de l'irrigation, une grande importance sera attachée par la suite à la distribution de l'eau optimale. Les installations de pompage pour l'irrigation représentent, la plupart du temps, le premier essai de mécanisation dans l'agriculture. Les évacuations naturelles extrêmement intenses obligent à vouer une attention élevée à l'érosion du sol.

---

Die Welt wird immer einheitlicher, so erklärt man und denkt dabei an das Ausmaß, das Handel, Verkehr, Tourismus angenommen haben. Coca-Cola-Reklamen an den Straßenecken aller Weltteile bezeugen es. Aber auch Arbeitsmethoden wandern von Erdteil zu Erdteil: Der Stahlpflug ersetzt mehr und mehr überlieferte, keilförmige Geräte; die Gründüngung findet in den ariden Gebieten, deren Böden geringen Humusgehalt aufweisen, weitere Verbreitung; die japanische Reisanbaumethode setzt sich besonders im Mittleren und Fernen Osten durch. Die Methoden, die großteils europäischer Denk- und Handelsweise entspringen, stoßen dabei oft auf sehr geänderte Umweltsbedingungen, und während in der Tat die Welt einheitlicher wird, werden gleichzeitig die technischen Aufgaben in ihr durch die nötige Anpassung immer vielseitiger.

Wenn im folgenden die Grundlagen und die Organisation modernen Meliorationswesens in Indien behandelt werden, so treffen wir auf eine solche Vielfalt von meliorationsbestimmenden Faktoren, daß wir ein Abbild dieses still-revolutionären Vorganges erhalten. Die Kenntnisse

dafür stützen sich vorwiegend auf einen Indienaufenthalt von zweieinhalb Jahren, so daß dieses Abbild hier mehr skizzenhaft bleibt. Eine gewisse Zeitspanne war allein dafür nötig gewesen, die aus Europa mitgebrachten Begriffe den neuen Dimensionen anzupassen. Rein flächenmäßig schon sind diese Dimensionen recht beträchtlich für unsere Verhältnisse: Die Landfläche Indiens ist ungefähr gleich jener Gesamteuropas ohne Anteil der UdSSR. Die West-Ost- sowie die Nord-Süd-Erstreckung beträgt etwa 3500 km, was Entfernungen wie Calais-Schwarzes Meer, Stockholm-Sizilien entspricht. Die Schweiz fände flächenmäßig 80mal darin Platz, und bei einer eventuellen politischen Umgestaltung nach Schweizer Vorbild – die Vielsprachigkeit wäre ja auch gegeben – müßten in Indien rund 2000 Kantone geschaffen werden. Ein Geograph findet gut die Hälfte der Klimatypen von *Köppen* wieder: tropischer Urwald in Assam, im Süden und am Westrand der Ghats, Steppe am Hochland von Deccan, Wüste in Rajasthan. Die gemäßigten Zonen sind durch die Höhenlage im Hochland bestimmt.

Die nun etwa der Landoberfläche proportional oberflächliche Behandlung des Themas bietet aber auch einen Vorteil. Die wesentlichen Züge, die dabei herausgearbeitet werden sollen, haben einen breiteren Geltungsbereich. Es soll hier daran erinnert werden, daß bei der Genfer Welt handelskonferenz 77 Länder sich selbst als Entwicklungsländer bezeichneten.

Eines der gemeinsamen Hauptsorgen bildet das Ernährungsproblem. Dieses ist von einem solch beherrschenden Ausmaß und eindringlicher Allgegenwart, daß es praktisch alle Sparten des öffentlichen Lebens berühren muß: die Behörden, die Techniker, die Wissenschaftler, die Wirtschaft, die Presse. Die Sonntagausgaben indischer Tageszeitungen etwa widmen regelmäßig dieser Frage in der einen oder anderen Form einen beträchtlichen Raum. Wenn in Europa vergleichsweise die Bodenspekulation oder das Nachhinken des bäuerlichen Einkommens Gegenstand von Diskussionen sind, stellen sich dort die eindringlichen Fragen: Was muß getan werden, um die Bevölkerung mit den grundlegendsten Bedürfnissen an Nahrung und Kleidung zu versorgen? Erst kürzlich mußten in einigen Großstädten die Lebensmittel rationiert werden. 140 g Reis – eine Kaffeetasse zu drei Vierteln gefüllt – stehen einer Person pro Tag zur Verfügung.

Einen wesentlichen Beitrag zur Besserung dieser bedrängenden Lage erwartet man nun von Meliorationsmaßnahmen. Diese müssen durch die Forderung des Hungers, die unmittelbar hinter allen Projekten steht, ihr Ziel rasch und wirkungsvoll erreichen, was ihnen oft gewisse Züge des Pioniertums aufprägt. Die Probleme werden eher etwas großzügig, dafür von möglichst viel Seiten her, manchmal auch recht originell angefaßt.

In den Aufgabenbereich von Meliorationen in Indien müssen wir einreihen: die Bewässerung als eine der bedeutendsten Maßnahmen; die Entwässerung, die aber allgemein viel zu wenig Beachtung gefunden hat; weiters die Regulierung vor allem der Flüsse aus dem Himalaja; der sehr stark beachtete Erosionsschutz; schließlich die Gewinnung von Neuland.

Oberste Instanz für all diese Aufgabenbereiche ist trotz der Ausdehnung und Verschiedenartigkeit des Landes die Zentralregierung in Delhi. Drei Ministerien befassen sich neben einigen Sonderkommissionen damit: das Ministerium für Ernährung und Landwirtschaft, das Ministerium für Energie und Bewässerung sowie das Ministerium für Entwicklung des ländlichen Gemeinwesens (Community Development).

Das letztgenannte zeigt eine hier in dieser Form nicht bekannte Zielsetzung. Nach der Unabhängigkeit im Jahre 1947 stützte man sich zunächst auf Großprojekte. Bald zeigte es sich jedoch, daß etwa 100 Millionen Rupien, für ein Bewässerungsprojekt allein ausgelegt, das Nutzungsziel – in diesem Fall gesteigerte Nahrungsproduktion – langsamer und nicht so wirkungsvoll erreichen wie bei einer Aufteilung des gleichen Betrages für Bewässerung, für gleichzeitigen Erosionsschutz, für Erschließungsmaßnahmen, aber auch für eine gleichzeitige Hebung des Bildungsgrades, der gesundheitlichen und sanitären Verhältnisse der Landbevölkerung. Das Community Development sucht nun eine harmonische Entwicklung und die Koordinierung dieser Detailaufgaben, die bei uns etwa unter Raumplanung, Volksgesundheit und Unterrichtswesen fallen, innerhalb der Dorfgemeinschaft zu erreichen. Hier wird der Umfang und auch die Verzahnung der Probleme deutlich. Die Schwierigkeiten, auf welche die Bemühungen des Community Development stoßen müssen, zeigt schon allein die Problematik des Begriffes Dorfgemeinschaft, der durch das Kastenwesen eine andere Bedeutung als die uns geläufige erhält. Die rund 500 000 Dörfer Indiens, in denen 70 % der Gesamtbevölkerung leben, wurden vom Community Development in Entwicklungsblocks zu je etwa 100 Dörfern zusammengefaßt. Für Meliorationszwecke erhält jeder Block innerhalb einer Zeitperiode von 5 Jahren 340 000 Rupien (1 Rupie = ca. Fr. 1.–). Mit dieser Summe können natürlich nur Kleinmaßnahmen, hauptsächlich händisch durch die Bauern selbst, durchgeführt werden, was aber auch ganz im Sinne des Community Developments liegt. Meliorationsmaßnahmen mit Kosten über 820 Rp./ha werden überhaupt nicht finanziert. Auf diese Weise wurden in den Jahren 1952–1955 immerhin insgesamt 520 000 ha bewässert. Die in den Blöcken eingesetzten Beamten, die den landwirtschaftlichen Sektor betreuen – die sogenannten «village level workers» –, erinnern dabei an kulturtechnische Missionare, denen auch Martyrium bisweilen nicht fremd bleibt. Es muß nun eine weitere Seite des Community Development erklärt werden.

Der Verfasser arbeitete am Indian Agricultural Research Institute. Dieses zentrale Forschungsinstitut liegt in Delhi und ist dank der Unterstützung der Rockefeller Foundation sehr gut eingerichtet. Eine der Fachrichtungen – nämlich Agronomy – entspricht etwa unserem Begriff von Kulturtechnik. Dieser ist eine Unterabteilung – «Extension» – angeschlossen. *Extension* könnte mit Verbreitung, Propagierung, Anregung, im Französischen mit *animation* übersetzt werden. Man befaßt sich dort kritisch mit den Methoden der Publikation, Demonstration, der Meinungsänderung. Eine große Rolle spielen audiovisuelle Hilfsmittel, das Anlegen

von Demonstrationsfeldern, von «pilot farms». Die Bedeutung dieser Unternehmen leuchtet ohne weiteres ein. Die Technik und Arbeitsweisen, mit denen der große Umschwung erreicht werden soll, sind ja durchaus orts- und der Bevölkerung wesensfremd. Die Betrachtungsweise des Inders ist nun meist so, daß er Mangel nicht durch Beschaffung beheben will, sondern durch Abschaffung der Empfindung «Mangel»: eine Einstellung, die zum Teil aus der religiösen Tradition entspringt. Das Umgestalten solcher Auffassung ist nun unter dem Zwang der Verhältnisse auch dem Aufgabenbereich des amtlichen Landwirtschaftsingenieurs zugefallen.

In Europa ist wohl folgende Definition für das Meliorationswesen anerkannt: Es umschließt alle Maßnahmen technischer Art, die die Umweltfaktoren für gesteigerten und gesicherten Pflanzenertrag anhaltend beeinflussen. Nach Auffassung des Community Development wird als einer der wesentlichen Umweltfaktoren der Mensch selbst aufgefaßt.

Obwohl die Verhältnisse bei uns anders liegen, stößt der in der Praxis arbeitende Ingenieur auch mitten in Europa sehr häufig auf diesen «Umweltfaktor». Hierbei ist er aber allein auf sein Taktgefühl und Einfühlungsvermögen oder besser noch auf wirksamere Begabungen angewiesen. Es wird etwa an das Hervortreten des Faktors Mensch bei Güterzusammenlegungen gedacht. Es möge hier auch zur Überlegung angeregt werden, welche entscheidende Bedeutung dieser Faktor bei der Entwicklungshilfe hat.

Bevor auf einige technische Grundlagen näher eingegangen wird, sollen noch die Klima- und Bodenverhältnisse beschrieben werden. Beherrscht wird das Klima vom Monsun. Besonders ausgeprägt ist der Sommermonsun, der etwa ab Mai vom Süden in einer breiten Regenfront gegen Norden wandert, was von der Öffentlichkeit mit großem Interesse verfolgt wird und die Schlagzeilen für die Zeitungen liefert. Die Intensitäten des Niederschlages nehmen gewaltige Ausmaße an. 20 mm/h und auch mehr können auftreten. Zum Vergleich sei erwähnt, daß bei künstlicher Beregnung von Weideland und Wiesen Intensitäten von 10 mm/h die obere Grenze darstellen. Innerhalb von vier Monaten fallen bis zu 80% des gesamten Jahresniederschlages. Der Ort mit dem höchsten je gemessenen Niederschlag von 1050 mm pro Jahr – Cherapoonchee – liegt in Ost-Indien. Die Verteilung ist nicht nur zeitlich, sondern auch örtlich verschieden. In West-Indien liegt das Wüstengebiet von Rajasthan mit weniger als 500 mm, zum Teil weniger als 120 mm Niederschlag in der Umgebung von Bikaner. Die Niederschläge schwanken aber auch wiederum sehr von Jahr zu Jahr, und die langjährigen Mittelwerte, wie sie in Indien schon vom britischen Verwaltungsdienst her vorhanden sind, müssen allgemein als Bemessungsgrundlage sehr vorsichtig aufgenommen werden.

Die Erosionsgefahr, wie sie sich schon aus den hohen Regenintensitäten ergibt, wird noch weiter erhöht durch die Bodeneigenschaften. Bodenkundlich können grob drei Hauptgebiete unterschieden werden. Der Schild der eigentlichen Halbinsel ist ein alter Horst aus dem Paläozoikum.

Wo er aus saurem Gestein besteht, wie vorwiegend im Süden und Osten, hat die intensive Verwitterung zur Bildung von meist stark gefärbten Rot- und Gelblehmen geführt. Diese sind strukturarm und damit sehr erosionsgefährdet. Es wird eigens zwischen Hang- und Tallehmen unterschieden. Im Westen, etwa in der Höhe von Bombay, ergab das basische Ausgangsmaterial sehr fruchtbare, tiefdunkle, aber auch sehr bindige Böden. Sie werden «black-cotton soils» genannt und sind den Tschernosemen genetisch verwandt. Das an sich fruchtbare Indus- und Gangesbecken besteht aus pleistozänem Schwemmaterial. Schichten von lockerem und dichtem Bodenmaterial sind dafür kennzeichnend, und leider ist, insbesondere bei unfachgemäßer Bewässerung, Bodenversalzung sehr häufig. Wenig ist noch über die Böden im Himalaja bekannt. In den Teeplantagen der Südabhänge begegnet man sauren Lateriten, sterilen Entwicklungsprodukten intensivster Verwitterung. Sie sind aber seltener, als man bisher angenommen hat. Die Hanglage erhöht natürlich dort noch die Erosionsgefahr. Wüstenböden, Xeroseme, die anfällig für Winderosion sind, sind im Westen verbreitet.

Allgemein ist zu beachten und zu beobachten, daß die Naturabläufe, wie Bodenabtrag, Abschwemmung und Auflandung, organisches Wachstum und Absterben, eine ungeheure Dynamik zeigen. Eingriffe in diese Dynamik durch Meliorationen verlangen deshalb besondere Umsicht vom Projektanten. Ein gewisses Mißtrauen der Bevölkerung gegen technische Eingriffe mag, so gesehen, sogar berechtigt sein. Überraschend für europäische Denkweise ist freilich jene Begründung des Mißtrauens, wie sie der Verfasser in der «Times of India» vom 12. September 1960 gefunden hat: Herr M. aus Poona bekräftigt in einem Leserbrief die anscheinend verbreitete Meinung, daß das zur Stromerzeugung in Kraftwerken verwendete Wasser seine Elektrizität und Vitalität verloren habe und deshalb bei Weiterverwendung als Bewässerungswasser schlechtere Ernten als reines Bewässerungswasser ergebe. Wenn diese Lesermeinung vielleicht nicht als wissenschaftlicher Beitrag zu werten ist, so zeigt sie dennoch die rege Anteilnahme, die der Kulturtechnik entgegengebracht wird. Ungeachtet der düsteren Prognose von vorhin soll nun ein Detailgebiet, und zwar gerade die Bewässerung, mit der sich der Verfasser vorwiegend beschäftigte, näher behandelt werden.

Die Bewässerungskultur läßt sich in Indien bis über 3000 Jahre zurückverfolgen. In den Rigvedas, alten Hinduschriften, finden sich bereits technische Ausdrücke, die darauf Bezug nehmen. Gerade diese eingesehene Tradition wirkt sich heute beim Übergang zu modernen Praktiken hindernd aus. Bewässerungsweisen haben sich festgesetzt, die von der Kraft menschlicher Arme, vom Rhythmus der Zugtiere und nur vom Einfühlungsvermögen in die Naturvorgänge bestimmt werden (vgl. Abb.). Dies zeigt sich bereits bei der Wasserbeschaffung. Das Regenwasser wird in kleinen künstlichen Teichen aufgefangen oder zum Teil recht trickreich und listig aus breit gemauerten Brunnen oder tiefer gelegenen Wasserführern gehoben. Die Förderleistung solcher Hebeanlagen gibt Kreeb (1964) folgendermaßen an:

|   |                |
|---|----------------|
| 1. Windmotor (Nordafrika)   | 2–60 l/min     |
| 2. Shaduf, in Indien <i>pikoth</i> (1 Mann kurzfristig)                     | 80 l/min       |
| 3. Wasserrad am Euphrat   | 180 l/min      |
| 4. Schiefe Ebene mit mehreren Arbeitstieren, in Indien <i>moth</i>          | 370 l/min      |
| 5. Kleines, durch Arbeitstier betriebenes Wasserrörderrad («Persian wheel») | 420 l/min      |
| 6. Dieselpumpe, je nach Förderhöhe  | 250–3000 l/min |



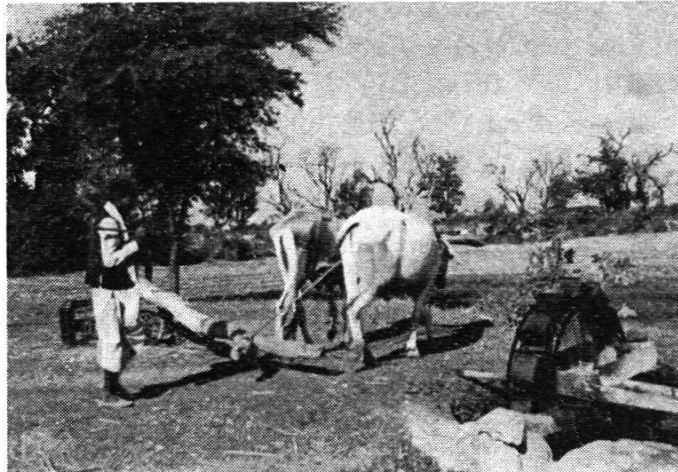
Hebeanlage in Südindien

Solche Systeme der Wasserförderung sind heute aus nachstehenden Gründen nicht mehr ausreichend:

1. Die dabei geringen Fördermengen verlangen, um die Versickerungsverluste in erträglichem Maße zu halten, sehr kleine Einstaubetgrößen beziehungsweise sehr kurze Furchenlängen. Die damit größere Anzahl von Gräben und Dämmen erhöhen den Landverlust und die Verunkrautung. Die Versickerungsverluste über eine Wachstumsperiode können bei Einstau auf sandigem Lehm Boden nach eigenen Messungen bis 50% des Gesamtwasserangebotes betragen. Dabei fallen die größten Verluste auf den Beginn der Vegetationsperiode, wenn die Wurzelzone noch seicht ist.
2. Der Wasserbedarf ist gestiegen durch Bevölkerungszunahme, insbesondere in der Nähe der Großstädte mit Einwohnerzahlen bis zu 7 Millionen.

3. Der Wasserbedarf ist auch gestiegen, wo ganzjährige Anbauzeiten angestrebt werden, die klimamäßig in vielen Landesteilen möglich sind.
4. Schließlich kann Neuland in der Wüste oft nur bei großzügigem Wasserangebot erschlossen werden.

Hier schaltete sich die indische Regierung mit großem Einsatz ein, und es können vom Ministerium für Energie und Bewässerung in der Tat imponierende Zahlen angegeben werden. Im dritten Fünfjahresplan, der 1961 begann, fließen 9% der gesamten Staatsausgaben, nämlich rund 2 Milliarden US-Dollar, Bewässerungszwecken zu. 54 Großprojekte wur-



Persian Wheel

den bereits seit 1947, dem Jahr der Unabhängigkeit, fertiggestellt (*Government of India*, 1963). Sie schließen ca. 31 Millionen Hektaren ein. Weitere sind im Bau. Zumeist sind es Mehrzweckprojekte, die Stromerzeugung, Flutkontrolle und Bewässerung vereinen. Dazu gehören entsprechende Kanalanlagen. Die eindrucksvollste unter diesen ist der Rajasthan-Kanal mit einer Länge von 687 km, der bis zum Jahre 1976 rund 1,2 Mill. ha Wüstenboden erfassen wird. Dazu gehören aber auch moderne Bohrbrunnenanlagen. 10000 solcher Brunnen wurden allein in der Gangesebene bereits geschlagen (*Nath*, 1958). Solche pumpenbetriebene Anlagen stellen übrigens meist den ersten Einbruch der Mechanisierung in der indischen Landwirtschaft dar, was ansonsten bewußt nicht gefördert wird. Geldkapital ist ja äußerst knapp in Entwicklungsländern. In so dicht besiedelten Ländern wie Indien ist es naheliegend, menschliche Arbeit an dessen Stelle zu investieren. Selbst beim Bau von großen Dämmen und Kanälen wird der Einsatz von Baumaschinen auf ein Mindestmaß beschränkt, und die Baustellen mit den zahlreichen Männern und Frauen, die in langen Ketten Baumaterial auf den Köpfen balancieren, erinnern an Abbildungen des Turmbaus von Babel. Das Ergebnis jedoch ist, daß bis zum Ende des zweiten Fünfjahresplanes (das war 1961) rund 30 Mill. ha – etwa die sechsfache Fläche der Schweiz – und damit 20% der landwirtschaftlich genutzten Fläche Indiens bewässerbar waren



(*Government of India, Planning Commission, 1961*). Dabei ist erst ein geringer Teil der gewaltigen Wasserabflüsse eingefangen worden.

So schwindelerregend hoch diese Zahlen auch sind, der magere Erfolg in der Nahrungsproduktion ernüchtert sofort wieder. Eine Verkettung von vielen Umständen, verbunden auf vielfältige Art mit der Geschichte, den geographischen Gegebenheiten, dem sozialen Gefüge und den sozialen Werten (social values), führt zu diesem tragischen Mißerfolg. Jede Erklärung dafür, die einfach die geistige Rückständigkeit dieser Völker anführt, läßt – nach Ansicht des Verfassers – bumerangartig auf den Verfechter dieser Ansicht schließen. Ein internationales Team von Experten, unterstützt von der Ford Foundation, untersuchte 1959 die Ursachen der indischen Nahrungskrise. Das Ergebnis wurde in einem Bericht zusammengefaßt (*Government of India, 1959*). In dem Kapitel, das der Bewässerung gewidmet ist, steht folgende Empfehlung:

«Indien könnte besseren und rascheren Fortschritt erzielen, wenn es Ausgaben und Zeitaufwand mehr der Wasserverteilung (water management) als den Großprojekten zukommen ließe. Der Bodenarbeiter müßte dazu gebracht werden, das bereits zur Verfügung stehende Wasser wirkungsvoller zu nutzen.»

Und in der Tat scheint zumeist all der technische Effekt aus unserem Zeitalter allein auf Dammanlagen, Schleusen, Brunnen und Kanäle gebannt zu sein, um in dem Augenblick, wo das Nutzwasser das bäuerliche Feld erreicht, wieder durch archaische Arbeitsmethoden zunichte zu werden, ja oft sogar sich durch unsachgemäße Bewässerungspraxis schädlich auszuwirken. Dieses Mißverhältnis ist menschlich verständlich und dürfte, wenn auch nicht immer so augenscheinlich, allgemein verbreitet sein. Planung und Bauausführung der technischen Großanlagen liegen in den Händen relativ gut ausgebildeter Teams, die mit großteils bekannten Größen aus Festigkeitslehre, Statik, Grundbau und Hydraulik operieren können. Wasserverteilung, Höhe und Zeitwahl der Wassergaben ist hingegen dem einzelnen Landbesteller überlassen, und selbst die zuständigen Beratungs- und Forschungsstellen haben oft Mühe, Optimalwerte für die stark schwankenden Faktoren des Bodens, des Klimas und der Pflanzen in Richtlinien einzubauen.

In Indien hat man sich zunächst bei der Wasserverteilung unter anderem dem Problem der sorgfältigen Bodeneinebnungen zugewandt. Bodenunebenheiten beeinflussen nämlich die Versickerungsverluste sehr stark, was rein mathematisch schon 1912 *Fischer* nachgewiesen hat. Zur besseren Einebnung wird nun das althergebrachte Streichbrett durch wirkungsvollere Holzrahmen ersetzt. Ein Beispiel, wie ganz einfache Hilfsmittel wirksam zu einer Verbesserung beitragen können. Ungelöst wiederum ist noch das Problem, die Versickerung in den Verteilergräben billig und technisch einfach herabzusetzen.

Zur Abschätzung des Wasserbedarfes bedient man sich für großräumige Gebiete der klimatischen Wasserbilanz, welche die Differenz aus Niederschlag und Verbrauch erfaßt. Die potentielle EVT als Posten auf der Verbrauchsseite wird mit der in den USA entwickelten Formel von

*Blaney* und *Criddle* (1950) bestimmt, die auf Angaben der mittleren Monatstemperatur und der monatlichen Sonnenscheindauer aufbaut. Ein Korrekturfaktor wird für die jeweilige Feldfrucht angebracht. Die Berechnung ist einfach in der Anwendung, gibt aber für die heißen Monate in den niederen Breitengraden nach Erfahrungen nur etwa die Hälfte des tatsächlichen Verbrauches an.

Bei Wasserknappheit hat man auch an den Einsatz von Beregnung gedacht. Das ist nun eine Methode, die alle Kennzeichen einer streng industrieorientierten Arbeitsweise zeigt: der komplizierte mechanische Teil, wie Pumpe, Motor, Leitungen, Regner. Aber auch der Energieverbrauch in Form von elektrischem Strom oder Dieselöl, wobei nur die reliefabhängigen Gravitationsanlagen eine Ausnahme bilden. Die Beregnung ist auch ausgesprochen kapitalintensiv. Ersatzteillager, Wartung



Reisbewässerung in Kaschmir

wie auch technisches Verständnis sind nötig; Grundlagen, die in Entwicklungsgebieten fehlen. Und dennoch mußte die flächenmäßige und regennahe Wasserverteilung in einem Land, wo Bewässerung von solcher Bedeutung ist, faszinieren. Auch fällt hier das Problem der Bodenein-ebnung fort. Immer wieder wird sie in Regierungsberichten erwähnt, sogleich aber auch auf deren hohe Kosten hingewiesen. *Bhattarcharjee* und *Davis* (1960) haben im Bhirla College versucht, mit Hilfe von gelochten Bambusrohren ähnliche Effekte zu erzielen; ein Beispiel, wie wechselvoll das Spiel zwischen technischen Möglichkeiten und den Umweltsbedingungen ist. Da man auch Wassereinsparung als entscheidenden Vorteil bei Beregnung erhofft, wurden diesbezüglich Versuche, vergleichend zwischen Beregnung und Einstau, durchgeführt (*Widmoser*, 1962). Welche Forschungsaufgaben hier noch warten, zeigen die flächenmäßig eigentümlich verteilten Versalzungserscheinungen, die *Kreeb* (1964) bei Beregnung im Irak festgestellt hat.

Allgemein ist bei der Bewässerung die Höhe der einzelnen Wassergaben sowie deren zeitlich optimale Verteilung nicht nur eine Frage der Erfahrung und der Anwendung einschlägiger Forschungsarbeiten, sondern auch eine rechtlich-administrative Angelegenheit. Bei Kanal- und Tankbewässerung steht das Bewässerungswasser nämlich meist in großen

Mengen, aber zeitlich kurzfristig beschränkt dem Landbesteller zur Verfügung. Außerdem verleitet der Wasserzins, der sich in der Regel auf die Bewässerungsfläche und nicht auf das Wasservolumen bezieht, zur Verschwendung. Diese ist nur in den Wüstengebieten durch religiöse und sittliche Vorschriften hintangehalten. Wasserverschwendung in subtropischen Gegenden kann sehr oft zu einer Erscheinung führen, die ohne Übertreibung als die Pest bewässerter Böden gelten kann: die Versalzung. Fruchtbare Böden werden meist unheilbar steril. Weite Flächen sind schon in Indien betroffen, rund 80000 ha davon allein im Staate Punjab.

Damit wurden nun bruchstückhaft einige Fragen aus dem Teilgebiet der Bewässerung angeführt. Unberücksichtigt blieben insbesondere die großen Anstrengungen, die für die Bodenerhaltung und den Bodenschutz aufgewendet werden. Hier hält man sich vorwiegend an amerikanische Anleitungen über Terrassenbau und Streifenanbau. Um kostbare Bodennährstoffe nicht im Rauch indischer Dorfküchen aufgehen zu lassen, wurde im Indian Agricultural Research Institute eine Kuhlungs-Gasanlage entwickelt, die mit öffentlichen Mitteln Verbreitung finden soll.

Noch nie in der indischen Geschichte hat man mit gleichartigem Einsatz für das Gesamtwohl des Volkes gearbeitet. Um so tragischer ist es, zu sehen, daß dennoch die bescheidensten Ansprüche der Bevölkerung immer noch vorwiegend dem Wechselspiel von Naturkräften überlassen bleiben. Die enormen Investitionen tragen noch nicht genügend Zins, um mit der progressiv steigenden Bevölkerungszuwachsrates in ein tragbares Verhältnis zu kommen. Das bedeutet eine große Herausforderung für das Meliorationswesen, welches umgekehrt wiederum durch die vielfältigen Problemstellungen neue Impulse erhält. Indien und China vertreten zwei verschiedene politische Weltanschauungen, die die Welt derzeit spalten. Für die zwei Drittel der Menschheit wird voller oder leerer Magen die Entscheidung beeinflussen.

#### *Literatur*

- Bhattacharjee, B. M.; Davis, E. M.* (1960): Sprinkler irrigation, types and possibilities. Symposium on Agricultural Engineering; Institute for Technology, Kharagpur.
- Blaney, H. F.; Criddle, W. D.* (1950): Determining water requirements in irrigated areas from climatological and irrigation data. U.S. Dept. Agr. Div. SCS TP-96, August.
- Fischer, R.*: Der Kulturtechnische Wasserbau; Parey 1912, p. 443.
- Government of India* (1959): Report on India's Food Crisis and steps to meet it.
- Government of India* (1960): Soil Conservation in India. Farm Bulletin, No. 58.
- Government of India* (1961): Towards a self-reliant Economy, India's Third Plan 1961-66; Planning Commission.
- Kreeb, K.*: Ökologische Grundlagen der Bewässerungskulturen in den Subtropen. Stuttgart, Fischer, 1964.
- Nath, B.* (1958): Full utilization of India's water resources. Ind. Jour. Power and River Valley Development 8 (1).
- Widmoser, P.* (1962): Sprinkler irrigation losses and a new method to determine them. L'Irrigazione, Nr. 4/5, p. 19-21.