

Ineffiziente Bewässerung dominiert

Von Anna Sanner

Nur mit effizienten, d.h. energie- und wassersparenden Bewässerungsverfahren kann der enorm wachsende Nahrungsmittelbedarf der Menschheit gesichert werden. Aber nur ein bis drei Prozent aller Bewässerungsflächen auf dem Globus werden mit wassersparenden Verfahren bewässert. Auf der weit überwiegenden Flächen der Bewässerungslandwirtschaft dominieren Verfahren, bei denen der größte Anteil des zugeführten Wassers verloren geht - oder noch schlimmer: letztlich zur Versalzung der Böden führt. Allerdings müssen althergebrachte Verfahren der Bewässerung nicht unbedingt ineffizient sein! Archaische Verfahren waren oftmals sehr wirkungsvoll und wassersparend. Der nachfolgende Aufsatz stellt die verschiedenen Methoden der Bewässerungslandwirtschaft vor.

„More Crops per drops!“

"In most regions of the world, insufficient water is the prime limitation to agricultural productivity. In semiarid and arid regions intensive crop production is all but impossible without supplementing the meager rainfall provided by nature. However, if given supplemental water through irrigation, the sunny skies and fertile soils of some arid regions stimulate extremely high crop yields. It is no wonder then that many of the earliest civilizations and city-states depended on irrigated agriculture (and vice versa)." Brady ; Weil 1999, S. 254 [1]

Darstellung des Problems

Wasser ist eine der wertvollsten und auch eine der größten Ressourcen der Erde. Jedoch besteht heutzutage ein großes Problem der Wasserknappheit. 97% der gesamten Wasserreserven bestehen aus Salzwasser und nur 1% kann für den menschlichen Gebrauch verwendet werden (s. Abb.1). Trotz konstantem Wasservorrat und genügenden Trinkwasservorrat besteht eine Wasserknappheit. Die Gründe dafür sind eine immer mehr steigende Bevölkerungszahl, eine Zunahme des Wasserbedarfs und eine unterschiedliche regionale und saisonale Verteilung des Trinkwassers. Die Wasserknappheit beschränkt sich nicht nur auf Entwicklungsländer, in anderen Staaten

werden immense Mengen Wasser für industrielle Zwecke verbraucht. In wachsendem Umfang wird auf die Bedeutung des effizienten Wasserverbrauchs großen Wert gelegt. Die Landwirtschaft ist heutzutage der größte Wasserverbraucher, 80% des Wassers wird für die Bewässerung verwendet. Weltweit wird 16% der landwirtschaftlichen Fläche bewässert, woraus ca. 40% der gesamten Agrarproduktion der Welt entsteht. [3,4]

Abb.1. Globale Wasservorräte. Quelle: Rain Bird.

Begriff und Typen der „Bewässerung“

Wenn man in einer Internet-Suchmaschine den Begriff „Bewässerung“ eingibt, werden über eine Million Seiten aufgerufen. Laut „Wasser-Wissen-Lexikon“ für Wasser und Abwasser der Universität Bremen (www.wasserwissen.de) wird die Bewässerung als Zufuhr von Wasser zum Boden und zur Pflanze bezeichnet, dessen Hauptziel die Förderung des Pflanzenwachstums ist.

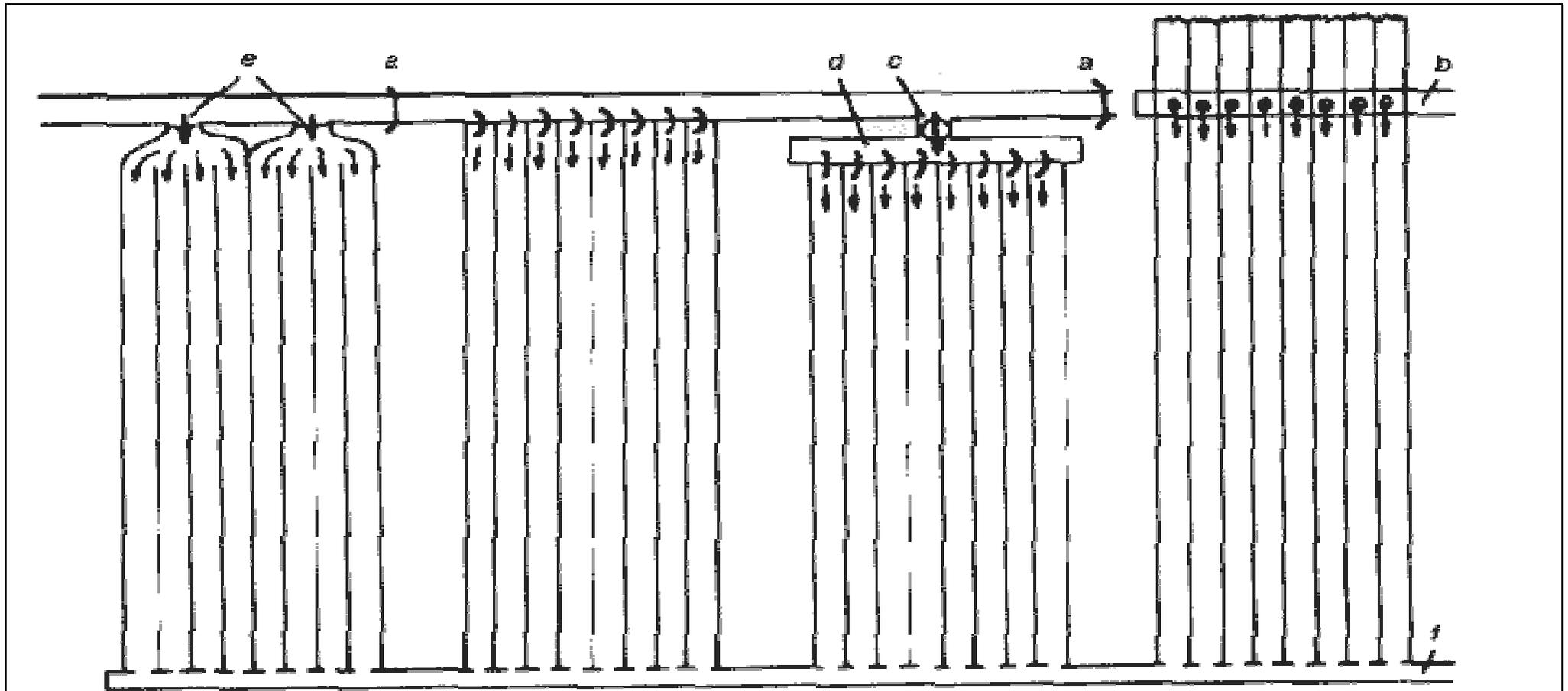
Man unterscheidet verschiedene Bewässerungstypen: nach **der Art der Wasserzufuhr:**

Die anfeuchtende Bewässerung ergänzt den natürlichen Niederschlag, eine düngende Bewässerung führt dem Boden Pflanzennährstoffe, eine bodenreinigende Bewässerung kann z.B. zur Entsalzung genutzt werden, die temperierende Bewässerung kann zur Veränderung der Bodentemperatur beitragen. [2]

nach **Art der Notwendigkeit:**

Die Zwangsbewässerung wird notwendig bei klimabedingten Bewässerungsnotwendigkeiten. Die Sicherungsbewässerung gleicht die

(Fortsetzung auf Seite 4)



a Sperre zum Aufstau des Wassers im Zuleiter, b Zuleiter aus Aluminium oder Kunststoff mit regulierbaren Öffnungen, c Auslaßbauwerk, d Verteilergraben, e Stechschütz, f Entwässerungsgraben

Abb. 2: Furchenrieselung - unterschiedliche Wassereinspeisung (Achtnich 1980, 337) Quelle: <http://www.student-online.net/Publikationen/239/> (16.02.06)

enorme Variabilität der Ernteergebnisse aus und gewährleistet gesicherte Erträge zur Subsistenzwirtschaft (eine Wirtschaftsart, die in kleineren, regionalen Einheiten auf die Selbstversorgung ausgerichtet ist). Durch Mehrbewässerung werden die Flächen nur in den Trockenperioden bewässert, um den ganzjährigen Ertrag zu steigern.

Abb.3 Stauverfahren - Bewässerung durch geregelten Flächenüberstau (Achnich 1980,

Moderne Bewässerungsmethoden

Es gibt verschiedene Bewässerungsverfahren. Bei der Wahl der Bewässerungsmethode sollte man dem effizienten Idealfall möglichst nahe kommen. Allerdings sind sie von vielen Parametern, wie der Topografie, der Bodenbeschaffenheit, dem Wasserdargebot, dem zu bewässernden Pflanzenbestand, vorhandene Arbeitskräfte und deren technische Fähigkeiten abhängig. [7]

Moderne Bewässerungsmethoden lassen sich einteilen in:

Oberflächenbewässerung

- Teichbewässerung
- Furchenbewässerung
- Rieselfverfahren
- Überflutung

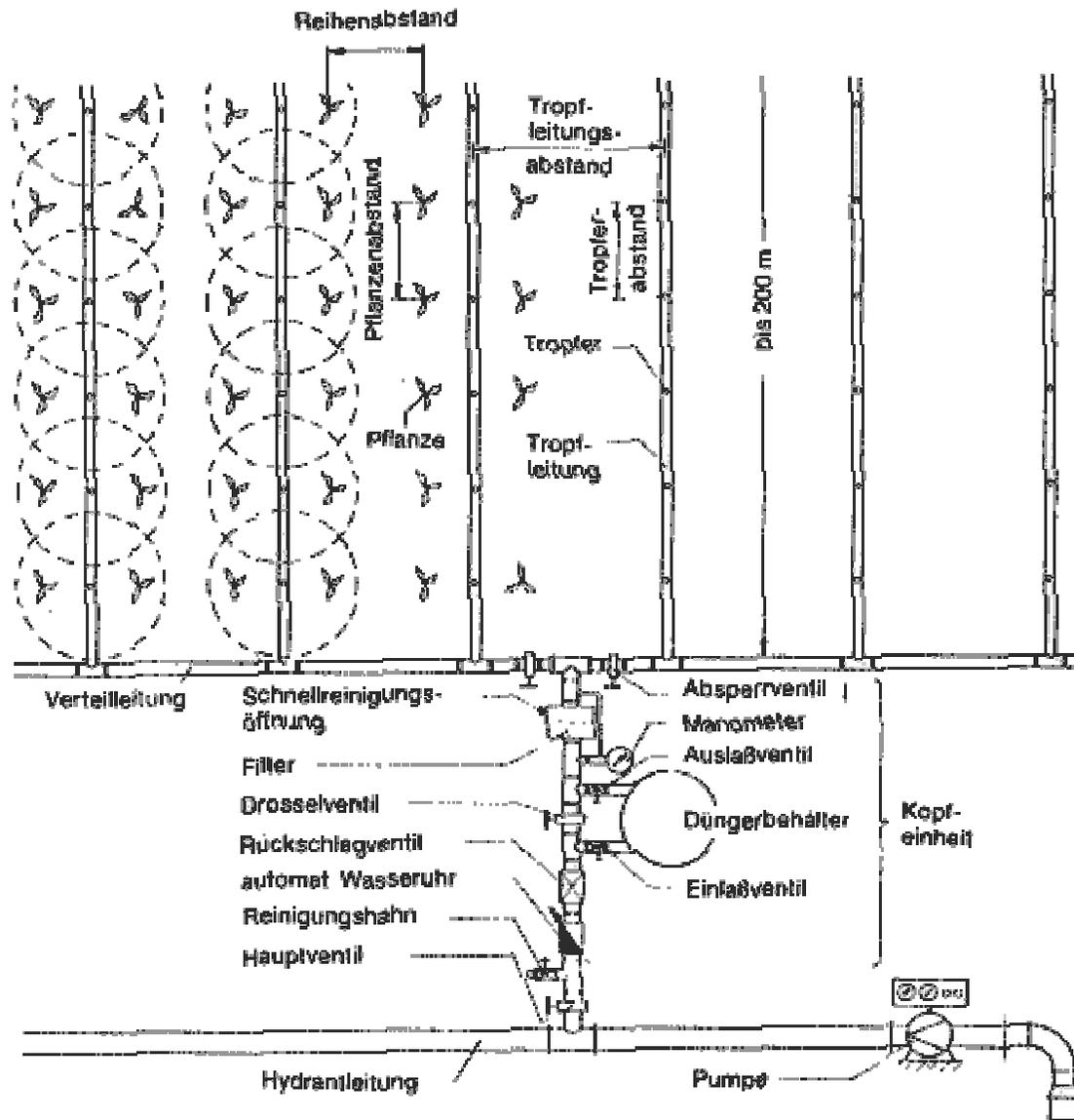
Die Furchenbewässerung ist sehr kostengünstig und ist besonders für Getreide, Gemüse, Gewürze, Tabak, Zitrusfrüchte, Feigen und Datteln geeignet. Aber sie ist arbeitsaufwendig, und es geht dabei viel Wasser verloren (etwa 70%). [8]

- künstliche Beregnung:
 - bewegliche Anlagen
 - ortsfeste Anlagen (fest verlegte Leitungen)
 - teils ortsfeste Anlagen (feste Hauptleitungen)

Diese Bewässerungsart ist wassersparend, da 80 % ausgenutzt werden, besitzt einen geringen Arbeitsaufwand und ist für Weizen, Gerste, Luzerne und Gras geeignet. Aber das Verfahren ist sehr teuer.

- Unterflurbewässerung: Bei diesem Verfahren erfolgt die Wasseranreicherung direkt im Boden. Sie erfolgt durch Anhebung des Grundwasserspiegels oder mit Hilfe unterflur verlegter Leitungen.
- Mikrobewässerung: Es wird nur ein kleiner (Mikro)Teil des Bodens bewässert. Zu diesem Typ der Bewässerungsverfahren gehört eine der effizienten Bewässerungsmethoden – die Tropfbewässerung

Auf der nächsten Seite findet sich die **Abb.4** mit dem **Schema einer Tropfbewässerungsanlage** (Achnich 1980, 356) Quelle:
<http://www.student-online.net/Publikationen/239/>
(16.02.06)



Tropfbewässerung: Bei dieser Methode wird das Wasser den einzelnen Pflanzen in einem kleinen Umkreis tröpfchenweise zugeteilt. Um Wasserverlust durch direkte Verdunstung sparen zu können, wird, durch im Boden befindende Wasserzuteilungsanlagen, nur die Wurzelzone bewässert. Diese Methode ist sehr wassersparend, weil fast 100% ausgenutzt werden. Außerdem führt die gezielte Tröpfchenbewässerung zu weniger Unkraut und geringem Schädlingsbefall. Aber dieses Verfahren hat auch seine Nachteile: beim Verlegen und der Wartung ist es sehr arbeitsaufwendig und teuer, und es ist nur für hochwertige Obst- und Gemüsekulturen geeignet. Aber obwohl die Methode sehr kostenintensiv ist, bringt sie bis zu 20% höhere Ernteerträge ein.

Abb. 5 Ein ökonomischer Vergleich von drei Bewässerungsmethoden:

	Oberflächen-Bewässerung	Künstliche Beregnung	Mikro-Bewässerung
Installationskosten in US\$ (1996)	400 - 700	600 - 1200	700 - 1500
Arbeitsaufwand	hoch bis niedrig (je nach System)	mittel bis niedrig	Niedrig
Wassereffizienz	40 bis 50%	60 bis 70%	80 bis 90%
geeignete Böden	Fast ebenes Land, nicht zu sandig oder steinig	Ebenes bis mittel ansteigendes Land, nicht zu lehmig	Steiles bis flaches Land, jede Bodenstruktur, einschließlich steinige oder kiesige Böden

Quelle: <http://www.payer.de/entwicklung/entw02.htm#7>. (13.02.2006)

Traditionelle Bewässerungsverfahren

Traditionelle Bewässerungsformen sind über Jahrhunderte entwickelt worden und sind an die jeweilige Landwirtschaft und Umwelt angepasst. Solche Techniken nutzen optimal die örtlichen Wasserressourcen aus. Außerdem stabilisieren sie die soziale Lebensform, da das Wasser in dem menschlichen Bewusstsein als ein kostbares und göttliches Gut angesehen wird.

Traditionelle Gebiete von Bewässerungskulturen liegen vor allem in Asien. In Afrika sind sie, außer in Ägypten, weniger verbreitet, ebenso wenig in Lateinamerika. Die traditionellen Methoden sind regional sehr unterschiedlich. Bei den traditionellen Bewässerungssystemen handelt es sich um eine Zwangsbewässerung und eine Sicherungsbewässerung. [3] Zum Beispiel erfolgt in semi-ariden und ariden Regionen der Anbau von Nassreis, einer wasserbedürftigen Pflanze, durch Überstau- oder Überflutungsbewässerung. Dabei steigt der Verlust an Wassermengen, durch Verdunstung und Versickerung, enorm an.

Oft sind solche Methoden in innovative Techniken integriert. Laut der Organisation „Brot für die Welt“ [14] werden traditionelle Rechte gegenüber Großbewässerungsprojekten eher als zweitrangig betrachtet.

Laut FAO kommt die Hälfte der gesamten bewässerten Landflächen in den Entwicklungsländern auf China und Indien. Auch in anderen Ländern, wie Ägypten

und Pakistan, dominiert künstliche Bewässerung. In solchen Ländern kann aufgrund der klimatischer Bedingungen nur ein geringer Prozentsatz der Bevölkerung ohne künstliche Bewässerung auskommen. [16]

„Die ersten Bewässerungsarten, wie sie beispielsweise Jahrhunderte lang im Flussgebiet des Nil in Ägypten eingesetzt wurden, richteten sich einfach nach den Flusszyklen. Bauern setzten ihre Pflanzen und warteten auf eine Überschwemmung durch den Fluss. Sie gruben Kanäle und setzten die Schwerkraft ein, um das Flusswasser dorthin zu transportieren, wo es gebraucht wurde. Der Boden wurde getränkt, dann ließ man ihn soweit austrocknen, dass die Pflanzen fast verwelkten, und dann wurde er wieder gewässert. Oberflächenbewässerung durch Flutfurchen ist immer noch die gängigste Methode, die weltweit für eine Bewässerung in der Landwirtschaft eingesetzt wird. Obwohl bedeutende Fortschritte bei Bewässerungstechniken und –technologien gemacht wurden, verlassen sich viele Landwirte und Erzeuger in der ganzen Welt noch immer auf eine Furchenbewässerung, größtenteils deshalb, weil sie fortschrittliche Systeme nicht verstehen und die Kosten für einen Umbau ihrer Systeme auf effizientere Methoden scheuen“. (Rain Bird Corporation, 2004)[4]

Andere Beispiele einer traditionellen Bewässerung kann man beispielsweise unter www.uni-marburg.de (http://web.uni-marburg.de/geographie/marokko/pdf/juergen_txt.pdf#search='traditionelle%20Bew%C3%A4sserung') und www.infoagrar.ch (http://www.infoagrar.ch/wasser-symposium/images/referat_wacker.pdf#search='traditionelle%20Bew%C3%A4sserung') finden.

Effiziente Bewässerungsmethoden

Wie schon erwähnt, steht die Menschheit mit ihren mehr als sechs Milliarden Menschen gegenwärtig vor einer ernsthaften Wasserkrise. Der Wasserverbrauch hat sich in den letzten 40 Jahren vervielfacht und es wird immer mehr Trinkwasser nötig. Das Hauptproblem ist eine Krise des Wassermanagements, die im Wesentlichen durch unsere falsche Bewirtschaftung von Wasser verursacht wird. Um dieser Krise entgegen zu wirken, müssen schon jetzt Gegenmaßnahmen ergriffen werden. [9,10]

Folgende Möglichkeiten werden von der Rain Bird Corporation [4] benannt:

1. Neuberechnung der Wasserpreise
2. Wiederverwendung von Wasser

3. Entsalzung
4. Wassertransfer und Verbesserung der Wasserleitungssysteme
5. Auswahl alternativer Pflanzen
6. Wassereinsparung durch effiziente Bewässerung

Bewässerung ist überlebensnotwendig, doch sie muss richtig erfolgen. Deswegen wird heutzutage ein große Augenmerk auf effiziente Bewässerungsmethoden gerichtet.

Ziel solcher Verfahren ist die Schonung von Trinkwasserreserven durch den Einsatz wassersparender Bewässerungstechniken und die Vermeidung einer Nährstoffauswaschung in das Grundwasser durch bedarfsgerechte Wassergaben und der Regenwassernutzung.

Wassersparende Bewässerungsmethoden sind:

- a) geschlossenes System
- b) Tropfbewässerung
- c) Gießwagen mit gezielter Wasserausbringung: Gießwagen zur Reihenbewässerung oder Impulsgießwagen
- d) bedarfsorientierte Bewässerung im offenen System

Durch solche Verfahren kann Wasser eingespart und der Bodenversalzung entgegengewirkt werden. Dafür sind folgende Maßnahmen geeignet:

- Alte und offenliegende Wasserkanäle müssen durch Halbschalenleitungen oder geschlossenen Röhren ersetzt werden;
- Beregnung und Tröpfchenbewässerung anwenden, keine Flutung;
- Durchführung der Bewässerung zu Zeiten mit geringerer potentieller Verdunstung (z.B. nachts);
- Anpassung der Bewässerung an jahreszeitliche Klimaschwankungen;
- Anpassung des Wasserbedarfes an verschiedene Kulturen und verschiedene Böden;
- Durchführung von Bodenaufbereitungsmaßnahmen (wie Zugabe von Sand zu Tonböden). [12]
- Für effiziente Bewässerungsverfahren können auch Kontrollmethoden zur Ermittlung der Bodenfeuchte oder des Wasserbedarfes der Pflanzen und Kontrolle der Höhe der Wassergaben eingesetzt werden, so dass nur geringe Wasserverluste erwartet werden. Um möglichst keine Sickerwasserverluste zu haben, sollte man dafür günstige Gießintervalle wählen. Dafür können z.B. Wassermengenbegrenzer, Zeitschaltuhr, Solarimeter, Tensiometer (Bodenfeuchtemessgeräte) eingesetzt werden. [11]

Solche Maßnahmen scheitern aber häufig nicht nur aus finanziellen, sondern auch aus gesellschaftlich religiösen Gründen. [12] Beispielsweise gilt in manchen

Gesellschaften ein exzessiver Wassergebrauch immer noch als Zeichen besonderen Wohlstandes und gesellschaftlicher Vorrangstellung. Wer sich erlauben kann in Wassermangelgebieten offensichtlich vergeudend mit dem knappen Wasser umzugehen, muss reich und bedeutend sein!

Effiziente Bewässerungsverfahren sind eine gute wassersparende Möglichkeit, die in verschiedenen Stadien implementiert werden können.

„Auf einem größeren landwirtschaftlichen Areal könnte es Hunderttausende von Dollar kosten, einen landwirtschaftlichen Anbau insgesamt von einem Überflutungssystem auf ein Tropfbewässerungssystem umzustellen. Dennoch würden die erheblich niedrigeren Betriebskosten in den Bereichen Wasser, Arbeitskräfte und Düngemittel die Installationskosten kompensieren. Als Ergebnis sind häufig eine gesündere Vegetation, höhere landwirtschaftliche Erträge und eine bessere Landschaft zu verzeichnen.“ (Rain Bird Corporation, 2004).

Inwiefern die Bewässerungsmethode effizient ist, hängt von solchen Faktoren, wie dem Klima, dem Boden, der landwirtschaftliche Bewirtschaftung u.a. ab. [15]

Es gibt keine einheitliche Meinung über die Nachhaltigkeit und Effizienz der Bewässerung. Die Bewässerung ist notwendig, um hohe Erträge in der Landwirtschaft für die Ernährung zu erzielen. Besonders in

Trockenklimate mit geringer Bodenverwitterung und Luftfeuchte, mit fruchtbaren Böden und geringen Schädlingsbefall, fördert die Bewässerung gute Erträge. Andererseits bringt die Bewässerung auch viele Nachteile mit sich, worauf die Organisation „Brot für die Welt“ hinweist. Falsche Bewässerungstechniken führen zur Bodenversalzung. Und großangelegte Bewässerungsprojekte nutzen in vielen Fällen nur den Großgrundbesitzern und gehen zu Lasten kleiner Bauern. Die Subsistenzlandwirtschaft wird von den neu bewässerten Flächen verdrängt - beispielsweise in ungünstige Hanglagen, wo dann Abholzung und Bodenerosion zur Degradation empfindlicher Flächen führt. Deshalb sollte gerade für die Selbstversorgungslandwirtschaft effiziente Bewässerungstechniken zugänglich gemacht werden.

Von großer Bedeutung für den „virtuellen Wasserhandel“ ist zudem, dass immer größere Mengen von Bewässerungswasser für den Anbau von „Luxusprodukten“ eingesetzt wird. Zum Beispiel wird Getreide immer weniger als unbedingtes Grundnahrungsmittel eingesetzt - sondern zunehmend als Rohstoff für die „Veredelungswirtschaft“ (also in der Tiefmast) verwendet.

Die Rain Bird Corporation benennt einige Möglichkeiten zur Wassereinsparung mit ihren Vor- und nachtei-

len im Bewässerungslandbau (s.nachfolgende Abb. 6 auf den Seiten 13 und 14).

Abb.6 Möglichkeiten, der Wasserknappheit in der Bewässerungswirtschaft entgegenzuwirken			
	Beschreibung der Möglichkeit	Vorteile	Nachteile
1	Neuberechnung der Wasserpreise	<ul style="list-style-type: none"> • -Sobald die Preise angepasst sind, zeigen sich die Auswirkungen unmittelbar. 	<ul style="list-style-type: none"> • Langwieriges Verfahren, da diese Möglichkeit die Zustimmung von Regierungs- und/oder Behördengruppen erfordert. • Beschränktes Einsparungspotential. Sobald die Preise angepasst sind und Einsparungen realisiert wurden, sind zusätzliche Einsparungen begrenzt.
2	Wiederverwendung von Wasser	<ul style="list-style-type: none"> • Schafft "neue" Wasserquellen. • Kann in manchen Fällen vorteilhaft für Pflanzen sein. 	<ul style="list-style-type: none"> • Teuer - Kosten für einen Aufbau in einem Haushalt fangen bei \$3000 an. • Diese Möglichkeit ist vielleicht nicht in allen Gebieten verfügbar.
3	Entsalzung	<ul style="list-style-type: none"> • Schafft "neue" Wasserquellen. • Der Vorrat ist praktisch unbegrenzt. 	<ul style="list-style-type: none"> • Teuer - die Einstiegskosten betragen mindestens \$1 Million pro Werk. • Mögliches Nebenerzeugnis des Entsalzungsverfahrens könnte schädlich für die Umwelt sein.
4	Wassertransfer und	<ul style="list-style-type: none"> • Erfüllt einen sofortigen Wasserbedarf. 	<ul style="list-style-type: none"> • Langwieriges Verfahren, das die Beteiligung vieler Regierungs- und Behörden-

	Verbesserung der Wasserleitungssysteme	<ul style="list-style-type: none"> • Verbessert die Effizienz der momentanen Wasserleitungssysteme. 	<p>gruppen erfordert (z.B. Imperial Valley Wassertransfer).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Durch Wassertransfer erfolgt im Wesentlichen eine Neuzuteilung des Wassers; es werden dadurch keine Ersparnisse erzielt oder neue Quellen gefunden. • Verbesserungen der Infrastruktur können teuer sein.
5	Auswahl alternativer Pflanzen	<ul style="list-style-type: none"> • Implementierung kann billig und für Haushalte möglich sein. • Nur geringe Wassermengen sind zur Erhaltung der Vitalität nötig. • Es werden weniger Pestizide benötigt. 	<ul style="list-style-type: none"> • Es wird gewöhnlich eine völlige Neugestaltung der Landschaft notwendig. • Ist eingeschränkt auf heimische Pflanzen. • Anfällig dafür, von "invasiven" nichtheimischen Pflanzen überwuchert zu werden.
6	Wassereinsparung durch effiziente Bewässerung	<ul style="list-style-type: none"> • Die Implementierung kann auf verschiedenen Stufen erfolgen - von sehr einfachen bis hin zu komplexeren Methoden. • Die Ersparnisse im Ag-Gebiet können bedeutend sein. • Vorteile können sofort genutzt werden. 	<ul style="list-style-type: none"> • Für eine effiziente Bewässerung müssen vier wichtige Komponenten kombiniert werden: Entwurf, wassersparende Produkte, Installation und Verbrauch/Wartung - nur wenn alle vier zum Einsatz kommen, können Einsparungen erzielt werden.

Quelle:
http://aom-irrigation.de/extern_pdf/texte/rainbirdeinwassergedanke.pdf#search='effiziente%20Bew%C3%A4sserungsmethode

Laut UNESCO verschwenden Bewässerungssysteme auf der Welt ca. 60% des Wassers. Weltweit wurde das Problem der effizienten und nachhaltigen Wassernutzung längst erkannt. Viele Bauern bemühen sich um den effizienten Wasserverbrauch.

Man sollte ein besseres Wassermanagement anwenden um solch eine kostbare Ressource nachhaltig zu verwalten. Wassereinsparen durch effiziente Bewässerungsmethoden ist eine gute Möglichkeit dazu.

„Die landwirtschaftliche Bewässerung in Ägypten kostet die Bauern fast nichts, belastet den Staat aber natürlich umso mehr. Gerade das auf Feldern versprühte Wasser könnte hundertmal sinnvoller im Industrie- oder Dienstleistungssektor eingesetzt werden. Eine Änderung des Status quo jedoch ist politisch äußerst heikel. Fast 40% der werktätigen Bevölkerung arbeiten in der Landwirtschaft, den meisten Bauern stehen weniger als 2 ha Fläche zur Verfügung. Von ihnen kann man nicht erwarten, dass sie plötzlich für Wasser bezahlen oder ihre Existenzgrundlage aufgeben. Es braucht Zeit, bis sich die Einstellung der Menschen ändert und eine vielgestaltige Wirtschaft entstehen kann, die Arbeitsplätze in anderen Sektoren zu bieten hat. Israel präsentiert sich hier als interessantes Beispiel. Das Land hatte ein hehres Ziel: Es wollte die Wüste zum Blühen bringen. Den Bauern stehen leis-

tungsfähige Bewässerungssysteme zur Verfügung. Und doch hat die Regierung in den letzten zehn Jahren gezeigt, dass eine Verringerung der Wasserrationen in der Landwirtschaft verkräftet werden kann. So gehört der junge Staat zu den wenigen Ländern, die für die Bewässerung von Feldern 40% der Bereitstellungskosten verlangen. Doch selbst diese Gebühren müssten noch verdoppelt oder verdreifacht werden, damit der tatsächliche Aufwand gedeckt wird“. [13]

Quellen:

1. <http://www.payer.de/entwicklung/entw02.htm#7>
(13.02.2006)
2. <http://www.wasser-wis-sen.de/abwasserlexikon/b/bewaesserung.htm>
(13/02/06)
3. Jürgen Möller, Traditionelle Bewässerung in Nordafrika, 2003 als pdf. (15/02/06)
4. Rain Bird Corporation. Bewässerung für eine wachsende Welt. 2004. PDF (20/02/06)
5. <http://www.payer.de/entwicklung/entw02.htm#7>.
(13.02.2006)
6. Wirtschaft. Nr.2 v. 22.01.2002
7. <http://www.student-online.net/Publikationen/239/>
(16.02.06)
8. <http://www.ph-weingarten.de/homepage/faecher/geographie/exkursionen/dex/zusfass/Kulturgeo-Zusammenfassung.doc> (23.02.06)
9. http://www.unesco.org/bpi/wwdr/World_Water_Report_exsum_ger.pdf (14.02.2006)
10. http://guv.ethz.ch/pruefungen/download/Zusammenfassungen/Bodenschutz_Zusammenfassung04-06.doc
(16.02.06)
11. <http://www.das-gruene-zertifikat.de/download/dgz-broschue-re.pdf#search='Bew%C3%A4sserungsmethoden>
(14.02.2006)
12. <http://www.naan.de/geographie/desertifikation.html> (21.02.06)
13. http://www.unesco.ch/actual-content/new/virtualwater/dossier_virtuelles_wasser_frame.htm
14. Peter Rottach /Brot für die Welt. Ohne Wasser nichts zu Beißen? Alternativen zur Bewässerungslandwirtschaft. PDF
15. <http://e-collection.ethbib.ethz.ch/ecol-pool/diss/abstracts/p13996.pdf>, <http://e-collection.ethbib.ethz.ch/show?type=diss&nr=13996>
(14.02.2006)
16. http://www.flygt.de/flygt/news/impeller/no54/ty/54_outlook.htm