

Quo vadis Süßwasser ?

Anmerkungen zum „Internationalen Jahr des Süßwassers 2003“

Quo vadis freshwater ?

Remarks on the “International Year of Freshwater 2003”

P. Wolff¹

Abstract

The United Nations General Assembly proclaimed in a resolution in 2002 the “International Year of Freshwater 2003”. The aim of the year is to raise awareness of the importance of protecting and managing freshwater resources in a sustainable way. On occasion of the International Year of Freshwater the author highlights the competing demands and gives a short description of three scenarios of fresh water use. From these scenarios it can be concluded that only the establishment of a sustainable, integrated water management will avoid a water crisis and maintain food security.

Keywords: International Year of Freshwater 2003, competing freshwater demands, scenarios of fresh water use, water crisis, sustainable water use

Stichworte: Internationales Jahr des Süßwassers 2003, konkurrierende Nachfrage nach Süßwasser, Szenarien der Süßwassernutzung, Wasserkrise, nachhaltige Wassernutzung

1 Einführung

Die Vollversammlung der Vereinten Nationen hat das Jahr 2003 zum „Internationalen Jahr des Süßwassers“ erklärt. Im Verlauf des Jahres 2003 sollen nach den Vorstellungen der UNO Wege aufgezeigt werden, wie den globalen Wasserproblemen wirkungsvoll begegnet werden kann. Die UNO möchte mit dieser Aktivität eine internationale Plattform schaffen, die dazu dienen soll, geeignete Initiativen für eine nachhaltige Bewirtschaftung der Süßwasserressourcen zu entwickeln und voran zu bringen. Mit dieser Aktivität sollen zugleich die Ziele weiter verfolgt werden, die anlässlich des World Summit on Sustainable Development in Johannesburg (Südafrika) im August 2002 in bezug auf die Wasserversorgung festgeschrieben wurden: (a) Halbierung des Anteils der Weltbevölkerung, der bisher nicht in der Lage war, sich Zugang zu einer gesicherten Trinkwasserversorgung zu verschaffen, bzw. sich eine solche nicht leisten konnte; (b) der nicht nachhaltigen Erschließung von Wasserressourcen Einhalt zu gebieten. Die Mitgliedsstaaten der UNO und Nichtregierungsorganisationen sollen veranlasst werden, mit eigenen Beiträgen und Aufklärungskampagnen für einen umsichtigen Umgang mit der lebensnotwendigen Ressource Wasser zu werben. Die UNESCO hat die Federführung für das Jahr des Süßwas-

¹ Prof. Dr. Peter Wolff, Heiligenstädter Weg 5, D-37213 Witzenhausen/Germany.
E-mail: wolff-witzenhausen@t-online.de

sers 2003 übernommen (Deutsche UNESCO-Kommission, 2002). Der Generaldirektor der UNESCO Koichiro Matsuura brachte aus Anlass der Eröffnungszeremonie des Internationalen Jahres des Süßwassers am 12. Dezember 2002 in den Vereinten Nationen in New York u.a. zum Ausdruck, dass

water can be an agent of peace, rather than conflicts, and UNESCO is looking at ways that will allow this century to be one of "water peace" rather than "water wars". By developing principles and methods to manage this resource efficiently and ethically, while respecting related ecosystems, we move a step closer to the goal of sustainable development.

Nachfolgend soll die konkurrierende Nachfrage nach Süßwasser kurz skizziert werden, die wichtigsten Entwicklungsalternativen des Umganges mit den Süßwasserressourcen aufgezeigt und die sich daraus ergebenden Konsequenzen und Auswirkungen auf die globale Entwicklung diskutiert werden.

2 Konkurrierende Nachfrage nach Süßwasser

Die DEUTSCHE UNESCO-KOMMISSION (2002) hat zum Auftakt des Internationalen Jahres des Süßwassers 2003 deutlich gemacht, dass Süßwasser eines der bedeutendsten Elemente für das Leben auf der Erde ist. Es ist unersetzbar für die Nahrungsmittelerzeugung und als Energiequelle. Sauberes Wasser ist Voraussetzung für das Funktionieren der Ökosysteme und für die Gesundheit des Menschen. Aber die Wasservorräte sind begrenzt und zudem ungleich verteilt. 70 Prozent der Erdoberfläche sind mit Wasser bedeckt, doch nur 2,5 Prozent der Wasservorräte der Erde insgesamt sind Süßwasservorkommen. Während nach Aussage der DEUTSCHE UNESCO-KOMMISSION (2002) in den reichen Industrieländern Wasser verschwendet wird, bringt das Bevölkerungswachstum in den trockenen Gebieten der Erde - im Nahen Osten, in Nordafrika und Südasien - akute Wasserknappheit mit sich. Dieser Aussage ist entgegen zu halten, dass Wasserverschwendung nicht generell auf reiche Industrieländer beschränkt ist. Im Gegenteil, in vielen Industrieländern wird mit den Wasserressourcen deutlich sparsamer umgegangen als in Entwicklungsländern. Ferner ist die akute Wasserknappheit in den trockenen Gebieten der Erde nicht eine zwangsläufige Folge des Bevölkerungswachstums. Sie ist vielmehr nur zu oft die Folge einer fehlgeleiteten Wasserpolitik, der Fehlallokation in der Bewirtschaftung bzw. der Nutzung der Wasserressourcen. Hinzu kommt das weitverbreitete Missmanagements bei der Wasserbereitstellung. Das Problem lässt sich nicht auf die Schlagworte Wasserverschwendung, Bevölkerungswachstum und Wasserknappheit reduzieren. Es ist äußerst vielschichtig und entzieht sich in der Regel einer pauschalen Beurteilung, jeder Einzelfall, jedes Land, jede Region bedarf einer differenzierten Betrachtung. Mit der Verknappung der Wasserressourcen ist allerdings allgemein eine zunehmende Konkurrenz um das Süßwasser, die Süßwasserressourcen zu beobachten ist. Nicht nur Länder streiten um grenzüberschreitende Süßwasservorkommen, auch die Wassernutzungssektoren treten innerhalb ihres Einzugsgebietes in Konkurrenz untereinander.

2.1 Häusliche Wassernutzung

Gegenwärtig werden ca. 250 km³ Süßwasser pro Jahr für häusliche Zwecke verwendet, Tendenz steigend. 1,1 Milliarden Menschen, etwa ein Sechstel der Weltbevölkerung, haben laut UNESCO keinen Zugang zu sauberem Wasser. 40 Prozent der Weltbevölkerung verfügen über keine adäquate Abwasserentsorgung. Täglich sterben ca. 6.000 Kinder an Krankheiten, deren Ursache direkt oder indirekt durch unsauberes Wasser ist. Etwa 80 Prozent aller Krankheiten in Entwicklungsländern werden auf verschmutztes Trinkwasser und mangelhafte Abwasserentsorgung zurückgeführt. Nach Schätzungen der UNESCO (2002) sterben weltweit jährlich über 5 Mio. Menschen an Krankheiten, die mit Wasser in Beziehung stehen. Ca. 2,3 Mrd. Menschen leiden unter Krankheiten, die ihre Ursache in verschmutztem Wasser haben. Angesichts der oben kurz skizzierten Problematik ist verständlich, dass der Nutzung der Süßwasserressourcen zur Sicherung der kommunalen bzw. häuslichen Wasserversorgung meist politisch erste Priorität eingeräumt wird. Die häusliche Wasserversorgung konkurriert mit den anderen Nutzungen vor allem um die qualitativ hochwertigen Süßwasserressourcen. Sie hat dabei den Vorteil, dass sie unter normalen wirtschaftlichen Verhältnissen ein höheres Preisniveau hat als die anderen Süßwassernutzer. Sie kann damit im Regelfall höhere Aufwendungen für die Nutzung der Süßwasserressourcen tätigen und hat folglich einen erleichterten Zugriff auf die Süßwasserressourcen.

2.2 Landwirtschaftliche Wassernutzung

Die weltweiten Wasserprobleme reduzieren sich allerdings nicht allein auf die Sicherstellung der Versorgung der Bevölkerung mit Trinkwasser in ausreichender Menge und in hinreichender Qualität. Um die Süßwasserressourcen konkurrieren neben der häuslichen Nutzung, die landwirtschaftliche Nutzung, die industrielle und gewerbliche Nutzung. Hinzu kommen die Ansprüche des Natur- und Umweltschutzes. Ein wesentliches Problem der Konkurrenz um die Süßwasserressourcen stellt die Tatsache dar, dass die Landwirtschaft fast 70% aller derzeit erschlossenen Süßwasserressourcen nutzt, vorzugsweise zum Zwecke der Bewässerung. Verbunden ist dies nur zu oft mit der Übernutzung von Grundwasservorkommen. Man schätzt, dass die Grundwasserentnahme, vor allem durch die Landwirtschaft, die Grundwassererneuerung weltweit um 160 Mrd. Kubikmeter pro Jahr übersteigt. Dies entspricht der doppelten jährlichen Abflussmenge des Nil. Sinkende Grundwasserstände bis hin zur Erschöpfung von Grundwasservorkommen sind die Folge dieser Überbeanspruchung. Wenn man bedenkt, dass viele der wichtigen Getreideanbaugebiete der Welt auf der Nutzung von Grundwasservorkommen basieren wird deutlich, welche unsichere Basis die Ernährung der Weltbevölkerung besitzt.

Der enorme Wasserbedarf der Landwirtschaft resultiert aus der Tatsache, dass die Pflanzen relativ große Wassermengen für die Produktion benötigen. Die Erzeugung von 1 kg Reis z.B. erfordert 1.000 bis 3.000 Liter Wasser. Um 1 Tonne Getreide zu erzeugen sind ca. 1.000 Tonnen Wasser nötig. Das Problem „Landwirtschaft und Nutzung der Süßwasserressourcen“ wird verschärft durch das weitverbreitete unzureichende Wassermanagement im Farmbereich, insbesondere der unbefriedigenden Be- und Entwässerungspraktiken. Vernässung und Versalzung der Ackerflächen sind nur zu oft

die Folge. Es wird geschätzt, dass heute etwa 10% der 225 Mio. ha umfassenden Weltbewässerungsfläche von der Bodenversalzung betroffen sind. Weitere 80 Mio. ha werden durch die Kombination von Bodenversalzung und Bodenvernässung negativ beeinflusst. Managementprobleme im Farmbereich werden darüber hinaus verantwortlich gemacht für die Befruchtung der Wasservorkommen mit Schadstoffen.

Der große Anteil der Landwirtschaft an der Nutzung der erschlossenen Süßwasserressourcen hat in jüngster Zeit zu einer z.T. recht kontroversen Debatte geführt. Agrarwissenschaftler haben deutlich gemacht, dass der Wasserverbrauch der Landwirtschaft, insbesondere der Bewässerungslandwirtschaft, weiter zunehmen muss, um die Nahrungsmittelversorgung zu sichern, den Hunger und die Armut der schnell wachsenden Weltbevölkerung in den nächsten 25 Jahren deutlich zu reduzieren. Demgegenüber haben Wissenschaftler des Bereiches Umwelt- und Naturschutz gefordert, dass der Wasserverbrauch mindestens um 10% vermindert werden muss. Dies vor allem um Fließgewässer, Seen und Feuchtbiotope in ihrer Funktion zu erhalten. Aber auch um die Lebensgrundlage der Menschen zu sichern, die ihren Lebensunterhalt durch die Nutzung der Gewässer bestreiten. Der Konflikt „Wasser für Nahrungsmittel oder Wasser für die Umwelt“ bedarf dringend eines intensiven Dialogs (RIJSBERMAN, 2001).

2.3 Industrielle Wassernutzung

Gegenüber der Landwirtschaft ist die Wassernutzung der Industrie weltweit mit ca. 22% der erschlossenen Wasservorkommen relativ bescheiden. Dabei gibt es gravierende Unterschiede zwischen der Industrie in den Ländern mit hohem Einkommen (Wasserverbrauch der Industrie ca. 58%) und der Industrie in Ländern mit niedrigem Einkommen (industrieller Wasserverbrauch ca. 8% der erschlossenen Wasservorkommen). Experten rechnen allerdings mit einem starken Anstieg des Wasserverbrauchs der Industrie bis 2025, und zwar von 752 km³/Jahr in 1995 auf 1.170 km³/Jahr im Jahr 2025 (UNESCO, 2002). Von dem seitens der Industrie entnommenen Wasser wird ein Großteil wieder in flüssiger Form dem Wasserkreislauf zugeführt. Allerdings ist dieses Wasser zum Teil stark mit toxischen Chemikalien und Metallen befrachtet. Die UNESCO (2002) schätzt, dass die Wasservorkommen seitens der Industrie jährlich mit 300 - 500 Mio. Tonnen Schwermetallen, verschiedenster Lösungen, toxischen Schlämmen und anderen Abfällen befrachtet werden. Zur Befruchtung der Wasservorkommen mit organischen Abfallstoffen trägt die Nahrungsmittelindustrie in erheblichem Umfang bei. Die Industrie konkurriert mit den anderen Nutzungen nicht nur in quantitativer, sondern vor allem in qualitativer Hinsicht. Viele Industriezweige sind auf Süßwasser von hoher Qualität angewiesen.

2.4 Wassernutzung zur Energiegewinnung

Bei der Betrachtung der Wassernutzung darf die Energiegewinnung durch Wasserkraft nicht außer acht gelassen werden. Immerhin werden heute ca. 19% der weltweit produzierten elektrischen Energie mit Hilfe von Wasserkraft erzeugt, mit Schwerpunkten in Kanada, den USA und Brasilien. Die Energieerzeugung erfolgt mit Hilfe von Staudämmen. Heute sind weltweit ca. 45.000 größere Staudämme mit entsprechenden Stromerzeugungsanlagen in Betrieb. Die Staudämme sind meist Multifunktionsanlagen, sie dienen

neben der Erzeugung elektrischer Energie, der Bereitstellung von Bewässerungswasser und der Abflussregulierung (Hochwasserschutz, Schifffahrt, Freizeit und Erholung etc.). Die Staudämme liefern in der Regel preiswerte elektrische Energie und tragen durch die Bereitstellung von Bewässerungswasser zur Nahrungsmittelerzeugung bei. Etwa 16% der Nahrungsmittel werden weltweit mit Wasser aus Stauseen erzeugt. Der Energiegewinnung mit Hilfe der Wasserkraft werden zudem positive Umweltwirkungen zugesprochen, weil dabei keine Treibhausgase anfallen. Die Dämme und die durch sie gebildeten Stauseen beeinflussen andererseits aber auch die Umweltverhältnisse, sowie das hydrologische Geschehen oberhalb wie auch unterhalb des jeweiligen Dammes. Negativen Wirkungen sind für die Lebensbedingungen von Flora und Fauna innerhalb und im Umfeld der Gewässer zu erwarten. Auch sind negative Wirkungen auf die Lebensumwelt der örtlichen Bevölkerung nicht auszuschließen. Die UNESCO (2002) schätzt, dass durch die Stauseen über 400.000 km² meist hochproduktives Land überflutet und der landwirtschaftlichen und forstlichen Nutzung entzogen wurde. Zwischen 40 und 80 Mio. Menschen haben durch die Dämme ihre Heimat verloren. Verlust von Wäldern und Lebensraum von Wild sowie die Verarmung aquatischer Biodiversität sind vor allem Folgen großer Staudämme und Stauseen.

Die Nutzer des Wassers der Stauseen befinden sich oft in einem Konkurrenzkampf. Dabei geht es um die Allokation des Wassers, d.h., wer darf wie viel des gestauten Wassers in welchem Zeitraum, zu welchem Zeitpunkt nutzen. Das Problem entsteht z.B. dadurch, dass der Wasserbedarf der einzelnen Nutzer zeitlich nicht deckungsgleich ist.

2.5 Natur und Umweltschutz

Ein weiteres Problem stellen die Gefahren dar, denen die Süßwasservorkommen und die mit ihnen in Zusammenhang stehenden Landschaften durch menschliche Aktivitäten ausgesetzt sind. Dies vor allem als Folge einer nicht nachhaltigen Entwicklung, der Übernutzung und des Missbrauchs der begrenzten Süßwasserressourcen. Nach Schätzungen der UNESCO (2002) sind über die Hälfte der größeren Flüsse stark verschmutzt oder trocknen im Bereich ihres Unterlaufes infolge Übernutzung periodisch oder dauerhaft aus. Es wird geschätzt, dass die Fließgewässer jährlich mit gut 2 Mio. t Abfällen aus menschlichen Aktivitäten befrachtet werden. Neben den Fließgewässern sind vor allem die stehenden Gewässer, die Seen von negativen Einflüssen menschlichen Handelns betroffen. Aber auch das Grundwasser wird zunehmend durch Befrachtung mit Schadstoffen negativ beeinflusst. Verschmutzung und Übernutzung der Wasservorkommen haben den Strom der Umweltflüchtlinge in zweistellige Millionenhöhe anwachsen lassen.

Besonders stark betroffen von den menschlichen Eingriffen in die Ökosysteme sind die Feuchtgebiete. Nach dem internationalen Feuchtgebiets-Übereinkommen (Ramsar-Konvention) von 1971 sind Feuchtgebiete Feuchtwiesen, Moor- und Sumpfgewässer oder Gewässer, die natürlich oder künstlich, dauernd oder zeitweilig, stehend oder fließend, von Süß-, Brack- oder Salzwasser beherrscht werden, einschließlich solcher Meeresgebiete, die eine Tiefe von 6 m bei Niedrigwasser nicht übersteigen. Nach Schätzungen der UNESCO (2002) sind die Hälfte der Feuchtgebiete der Welt zwischenzeitlich verlorengegangen, die meisten in den letzten 50 Jahren. Da die Feuchtgebiete in der Regel

eine reichhaltige Flora und Fauna besitzen, bedeutet deren Verlust zugleich auch eine Einschränkung an Biodiversität, den Verlust von Arten. Zur Erhaltung und Rückgewinnung von Feuchtgebieten wird von Seiten des Natur- und Umweltschutzes die Allokation und Reallokation von Süßwasserressourcen für diese Zwecke gefordert. Dadurch tritt zwangsläufig eine Konkurrenz zu den anderen Wassernutzungen ein.

Klimatische Einflüsse haben schon immer, besonders aber in den letzten Jahrzehnten, zu Dürre- und zu Flutkatastrophen geführt. Wie weit die jüngste Häufung dieser Katastrophen auf natürliche Klimaschwankungen, auf vermutete globale Klimaänderungen oder auf die Veränderungen der lokalen, regionalen Umweltverhältnisse zurückzuführen sind, bedarf noch der Klärung. Erwiesen ist, dass der Mensch in den letzten Jahrzehnten immer mehr, immer weiter massiv in ökologisch, wasserwirtschaftlich sensible Gebiete vorgedrungen ist. Und dass er mit seinen Aktivitäten die herrschenden labilen Gleichgewichtszustände der Natur nachhaltig gestört hat. Dürre- und Flutkatastrophen und vor allem deren Auswirkungen lassen erkennen, dass die hydrologischen Systeme in Unordnung geraten sind.

Die aufgezeigten Konkurrenzsituationen einzeln und in ihrer Gesamtheit machen deutlich, dass die Süßwasserressourcen sich weltweit in einer argen Bedrängnis befinden. Sie zeigen aber auch, dass Strategien und Aktivitäten zur Abwendung der sich ankündigenden Wasserkrise notwendig sind. Die zu entwickelnden Strategien und deren Umsetzung werden holistische Ansätze verfolgen müssen, wenn sie sich als nachhaltig erweisen sollen. Die nachhaltige Sicherung der Nahrungsmittelversorgung wird dabei eine herausragende Rolle spielen. Dies vor allem, weil man erkannt hat, dass für die Frage, ob es möglich ist 8 Mrd. oder gar 10 Mrd. Menschen auf der Erde zu ernähren, vor allem die Ressource Süßwasser als der begrenzte Faktor anzusehen ist.

3 Alternativen

Das Internationale Food Policy Research Institute (IFPRI) und das International Water Management Institute (IWMI) sind jüngst der Frage nachgegangen, wie sich die Wasserpolitik und Investitionsentscheidungen auf die Nutzung der Süßwasserressourcen und die Nahrungsmittelerzeugung auswirken. Dabei wurde ein von IFPRI entwickeltes globales Modell der Wasser- und Nahrungsmittelversorgung und der künftigen Nachfrage zum Studium verschiedener globaler Szenarien benutzt. Am Beispiel von drei dieser Szenarien sollen die möglichen Alternativen der künftigen Süßwassernutzung und deren Auswirkungen aufgezeigt werden. Die Szenarien können hier allerdings nur kurz skizziert werden. Eine detaillierte Darstellung findet sich in den Publikationen des IFPRI (ROSEGRANT *et al.*, 2002b,a).

3.1 „Business as usual“ Szenario

Bei dem ersten, dem „Business as usual“ Szenario wurde davon ausgegangen, dass die bisherige Wasser- und Ernährungspolitik, das Management und die Höhe der Investitionen im Wassersektor bis 2025 unverändert bleiben. Ferner wurde von der Annahme ausgegangen, dass die internationalen Geldgeber wie auch die nationalen Regierungen ihre Investitionen im Agrar- und Bewässerungssektor weiter reduzieren werden. Darüber

hinaus wurde davon ausgegangen, dass sowohl die Regierungen wie auch die Wassernutzer selbst künftig die notwendigen institutionellen Reformen und die Verbesserung des Managements im Wassersektor nur halbherzig und partiell angehen.

Die Studien ergaben u.a.: Unter den oben skizzierten Bedingungen wird der Wasserverbrauch seitens der Haushalte, der Industrie und der Viehwirtschaft von 1995 bis 2025 um 62% steigen, ausgenommen davon ist der Bewässerungssektor. Die Wassernutzung durch die Industrie wird in den Entwicklungsländern deutlich schneller steigen als in den Industrieländern. Allerdings werden geringe Erhöhungen der Preise für das durch die Industrie genutzte Wasser, verbesserte Gesetze und Verordnungen, Kontrolle der Wasserverschmutzung und der Durchsetzung der Gewässerreinigung, wassersparende Technologien etc. zu Effizienzsteigerungen in der Wassernutzung seitens beitragen. Die Nachfrage nach Wasser wird bei den Haushalten in dem obigen Zeitraum gleichfalls steigen, vor allem in den Entwicklungsländern. Die Ursache hierfür werden in der Urbanisierung, den Einkommenssteigerungen und dem Bevölkerungswachstum gesehen. Obwohl Verbesserungen in der Wasserbereitstellung und eine Zunahme der Hausanschlüsse erwartet werden, bleibt doch ein großer Anteil der Haushalte in den Entwicklungsländern ohne Hausanschlüsse und wird im Vergleich zu den Haushalten mit Hausanschlüssen mit weniger Wasser unzureichender Qualität auskommen müssen. Trotz der Anstrengungen von Umweltschützern und anderen Interessengruppen, wird die Konkurrenz um die Nutzung der Wasserressourcen dazu führen, dass der Anteil der Süßwasserressourcen, der für Zwecke des Umwelt- und Naturschutzes bereitsteht, nicht zunimmt.

Die Landwirte werden in 2025 aktuell nur etwa 4% mehr Bewässerungswasser verbrauchen können als in 1995. Die potentielle Nachfrage liegt mit 12% deutlich höher. Ursache für diese Diskrepanz ist der Mangel an verfügbarem Wasser. Dies wird zu einem geringeren Wachstum der Nahrungsmittelerzeugung führen und in einer substantiellen Verlagerung der Produktionsstandorte. Bei Wassermangels werden die Landwirte nicht in der Lage sein, die Erträge der Nahrungsmittelkulturen so schnell zu steigern, wie dies in der jüngeren Vergangenheit der Fall war. Bis zum Jahr 2025 wird die Getreideproduktion auf bewässerten Flächen aufgrund des Wassermangels um 300 Mio. Tonnen pro Jahr geringer ausfallen. Diese Differenz ist annähernd so groß wie die Getreideerzeugung der USA im Jahr 2000.

Angesichts des steigenden Nahrungsmittelbedarfs und einer Verlangsamung des Produktionszuwachses werden die Entwicklungsländer gezwungen sein, ihren Nahrungsmittelbedarf in zunehmendem Umfang über Importe zu decken. Einige Länder werden diese Importe aus den Überschüssen finanzieren, die das wirtschaftliche Wachstum der nichtlandwirtschaftlichen Sektoren erbringt. Wenn jedoch dem erhöhten Importbedarf an Nahrungsmitteln nur ein geringes wirtschaftliches Wachstum gegenüber steht, werden diese Länder nicht in der Lage sein, in dem erforderlichen Umfang Nahrungsmittel zu importieren. Sie werden die Sicherung der Nahrungsmittelversorgung kaum noch gewährleisten können. Viele afrikanische Länder südlich der Sahara und die nicht Erdöl produzierenden Länder des Nahen Osten sowie die Länder Nordafrikas werden von dieser Situation besonders stark betroffen sein.

3.2 Szenario Wasserkrise

Die IFPRI/IWMI Studie hat sehr deutlich gezeigt, dass mit einer echten Wasserkrise gerechnet werden muss, wenn sich die gewärtigen Trends in der Wasser-, Agrar- und Ernährungspolitik sowie bei den Investitionen verschlechtern, selbst wenn dies nur in einer relativ gemäßigten Form geschieht. Einem solchen Szenario liegt als Annahme zugrunde, dass die Regierungen ihre Ausgaben für den Bewässerungssektor kürzen werden und den Transfer der Bewässersysteme von der staatlichen Administration an die Wassernutzer oder Wassernutzergruppen beschleunigen ohne die notwendigen Reformen (Wasserrecht etc.) durchzuführen. Die negativen Wirkungen auf die Ernährungssituation wird noch verschärft, wenn die Regierungen und die internationalen Geldgeber ihre Investitionen in die Förderung der Pflanzenzüchtung, insbesondere für den Bereich des Regenfeldbaues und die Erzeugung von Grundnahrungsmitteln in Entwicklungsländern verringern.

Bei diesem Szenario wird der weltweite Wasserverbrauch bis zum Jahr 2025 um 261 km³ über dem Verbrauch des erstgenannten Szenarios liegen, d.h. eine Steigerung um 13%. Große Anteile dieses zusätzlichen „Verbrauchs“ stellen Verluste dar. Praktisch wird der zusätzliche Verbrauch zum überwiegenden Teil für Bewässerungszwecke genutzt werden. Dies vor allem, weil die Landwirte das Wasser weniger effizient nutzen und zum Ausgleich für die Verluste mehr Wasser dem Wasserdargebot entnehmen werden. In dem Bemühen ihren Wasserbedarf zu befriedigen, werden die Landwirte, wo immer möglich, in zunehmendem Umfang Grundwasser nutzen und schließlich in großem Umfang übernutzen. Und zwar wesentlich mehr als dies heute schon der Fall ist. Die Folge sind sinkende Grundwasserstände bis hin zur Erschöpfung der Grundwasservorkommen. Es ist darüber hinaus zu befürchten, dass in zunehmendem Umfang Wasserressourcen in Anspruch genommen werden, die für die Erhaltung von Feuchtbiosphären und die Lebensfähigkeit von aquatischen Ökosystemen unerlässlich sind. Hinzu kommt, dass durch eine unzureichende Gestaltung des Wasserpreises und eine unbefriedigende Reform der Regulierungsinstrumentarien sowie der nur zögerlichen Annahme von verbesserten Technologien, die Wassernachfrage der Industrie in 2025 um 33% über der Nachfrage des Szenarios „Business as usual“ liegen wird. Und dies ohne ein Mehr an industrieller Produktion. Ferner führt die Zunahme der städtischen Bevölkerung zu einem schnellen Anstieg des häuslichen Wasserbedarfs. Ohne grundlegende Reformen im Wassersektor, insbesondere hinsichtlich der Preisgestaltung, werden die Regierungen aufgrund fehlender Finanzmittel nicht in der Lage sein, das Versorgungs- und Entsorgungsnetz dem Zuwachs der Bevölkerung entsprechend auszubauen.

Ein solches Szenario hat logischerweise u.a. Konsequenzen für die Nahrungsmittelerzeugung. Insgesamt werden die Landwirte in 2025 ca. 10% weniger Nahrungsmittel produzieren als unter den Bedingungen des Szenarios „Business as usual“. Ursache hierfür sind der Rückgang der kultivierten Landfläche und der Erträge. Dieser Rückgang entspricht der jährlichen Getreideernte Indiens. Diese Veränderungen in der Nahrungsmittelproduktion dürften zu einem starken Anstieg der Nahrungsmittelpreise führen. ROSEGRANT *et al.* (2002a,b) geht davon aus, dass die Preise für Reis um 40%, von Weizen um 80% und von Mais um 120% unter den Bedingungen einer Wasserkrise steigen werden. Ferner wird davon ausgegangen, dass die höheren Nahrungsmittelpreise zu einem Rückgang im

Handel mit Nahrungsmitteln führen werden. Die Entwicklungsländer werden ca. 58 Mio. Tonnen Getreide weniger einführen als unter den Bedingungen des Szenarios „Business as usual“, ein Rückgang um 23%. Das entscheidende Ergebnis des Szenarios „Wasserkrise“ ist, dass mit einer wachsenden Unsicherheit in der Nahrungsmittelversorgung zu rechnen ist, wenn dieses Szenario Realität werden sollte. Der Getreidekonsum pro Kopf der Bevölkerung der Entwicklungsländer würde in 2025 unter dem entsprechenden Verbrauch im Jahr 1995 liegen.

3.3 Szenario nachhaltige Wassernutzung

Glücklicherweise ist, trotz der dramatischen Entwicklung innerhalb des Wassersektors, ein Szenario einer nachhaltigen Wassernutzung noch immer vorstellbar. Die von IFPRI und IWMI durchgeführten Studien haben dies bestätigt (ROSEGRANT *et al.*, 2002b). Danach ist es durchaus möglich die Allokation von Süßwasser für Zwecke des Natur- und Umweltschutzes deutlich zu erhöhen, alle städtischen Haushalte mit Hausanschlüssen auszustatten und eine Erhöhung des Wasserverbrauchs pro Kopf der Bevölkerung auf ein hygienisch erforderliches Niveau zu ermöglichen und dabei gleichzeitig die Nahrungsmittelerzeugung auf dem Niveau zu halten, wie sie unter dem „Business as usual“ Szenario unter 3.1 beschrieben wurde.

Das Szenario der nachhaltigen Wassernutzung geht allerdings davon aus, dass die Regierungen, wie auch die internationale Gebergemeinschaft ihre Investitionen auf den Gebieten der Agrarforschung, des technologischen Wandels und des Wassermanagements deutlich erhöhen. Dies vor allem um die Wasserproduktivität und die Kulturpflanzenerträge im Regenfeldbau nachhaltig zu steigern. Ferner wird davon ausgegangen, dass eine zielgerichtete Politik und erhöhte Investitionen in die ländliche Infrastruktur geeignet sind, Landwirten abgelegener Gebiete, den Zugang zu den Märkten zu erleichtern und das Risiko des Regenfeldbaues zu mindern. Zur Stimulierung des sparsamen Umganges mit der Ressource Süßwasser wird es in dem Betrachtungszeitraum (1995 - 2025) zu einem graduellen Anstieg der effektiven Wasserkosten für den Agrarsektor kommen.

Viele Regierungen werden Wasserrechte und Verantwortlichkeiten im Wassermanagement den Wassernutzern übertragen. Sie werden diesen Prozess u.a. begleiten durch Aus- und Weiterbildung der Wassernutzer und durch verschiedene sonstige Unterstützungsmaßnahmen. Als ein Ergebnis dieser Aktivitäten werden die Landwirte ihre eigenen Investitionen in Technologien der Wassereinsparung erhöhen. Die Übernutzung der Grundwasserressourcen wird zu einem Ende kommen, und zwar durch Übertragung von Nutzungsrechten an die Wassernutzer und mit der strengeren und wirkungsvolleren Durchsetzung der relevanten Vorschriften.

Die Nutzung der Wasserressourcen durch Haushalte und Industrie wird gleichfalls eine Erhöhung der Wasserpreise und strengere Vorschriften erfahren. Die Gesellschaft wird die Verbesserung der Umweltqualität in verstärktem Umfang einfordern. Infolge des gesellschaftlichen Druckes wird die Allokation von Süßwasser für Zwecke des Natur- und Umweltschutzes zunehmen und den bestehenden Existenzdruck von den Feuchtbiosphären und relevanten Ökosystemen nehmen.

Bei dem Szenario der nachhaltigen Wassernutzung wird der Wasserverbrauch um 20% niedriger liegen als unter dem Szenario „Business as usual“. Die Wassernutzung wird eine größere Produktivität aufweisen, besonders in den Entwicklungsländern. Die Wassereinsparungen werden weltweit zu einer Erhöhung der umweltrelevanten Süßwassermengen in der Größenordnung von 1.030 km³ führen. Die schnellere Steigerung der Erträge im Regenfeldbau wird das langsamere Wachstum der Erntefläche und der Erträge im Bewässerungslandbau ausgleichen. Im Ergebnis wird die Getreideerzeugung in 2025 insgesamt um 1% über der des Szenarios „Business as usual“ liegen. Die Preise für Produkte der Feldfrüchte werden unter dem Szenario der nachhaltigen Wassernutzung von 1995 bis 2025 langsam fallen. Eine Ausnahme bilden Mais und Sojabohne wegen der zu erwartenden stark ansteigenden Nachfrage nach Futtermitteln.

4 Änderungen in der Wasserpolitik - Konsequenzen

Wissenschaftler des IFPRI sind in Zusammenhang mit ihren Studien zum Einfluss der Allokation der Süßwasserressourcen auf die Nahrungsmittelversorgung auch der Frage nachgegangen, welche Effekte von grundlegenden Änderungen der Wasserpolitik ausgehen (ROSEGRANT *et al.*, 2002b). Sie haben sich dabei auf drei Gebiete beschränkt und versucht, für folgende Fragen Antworten zu finden: (1) Ist zu erwarten, dass steigende Wasserpreise für die industrielle, kommunale und landwirtschaftliche Nutzung zu größeren Wassereinsparungen führen und die eingesparten Wassermengen für Zwecke des Natur- und Umweltschutzes genutzt werden können? (2) Welche Wirkungen sind auf die Wasserressourcen und Nahrungsmittelerzeugung zu erwarten, wenn es in Regionen, die gegenwärtig eine Übernutzung ihrer Grundwasservorkommen erfahren, eine nachhaltige Wassernutzung erfolgt? (3) Könnte ein schnelleres Wachstum der Getreideerzeugung im Regenfeldbau geringere Investitionen im Bereich der Bewässerung und der Wasserversorgung ausgleichen?

Die Ergebnisse der Untersuchungen des IFPRI zeigen, dass durch Reformen in der Wasserpolitik, dem Wassermanagement und durch gezielte Investitionen die Möglichkeit besteht, die Wassernutzung effizienter und nachhaltiger zu gestalten. Höhere Wasserpreise können demnach zu Wassereinsparungen beitragen und damit die Wasserbereitstellung für Zwecke des Natur- und Umweltschutzes verbessern. Die mit höheren Wasserpreisen verbundenen Effizienzsteigerungen in der Wassernutzung sind als kritisch für die Aufrechterhaltung der Nahrungsmittelerzeugung auf dem Niveau des „Business as usual“ Szenarios anzusehen. Der Erfolg der Wasserpreispolitik hängt von einer zielgerichteten Subvention der armen städtischen Bevölkerung ab und von der Kompensation der durch die Landwirte erzielten Wassereinsparungen, kaum aber von einem exorbitanten Wasserpreisniveau zur Reduzierung des Wasserverbrauchs. PERRY (2001) hat sich mit den Möglichkeiten und Grenzen der Erzielung von Effizienzsteigerungen der Wassernutzung in der Bewässerungswirtschaft der Entwicklungsländer mit Hilfe von Wassergebühren befasst. Nach seinen Erkenntnissen steht der finanzielle, technische, gesetzliche und administrative Aufwand meist in keinem Verhältnis zu dem zu erwartenden Nutzen. Dies vor allem, wenn man eine volumenbezogene Wassergebührenerhebung anstrebt.

Die Einstellung bzw. die Durchsetzung des Verbots einer nicht nachhaltigen Grundwassernutzung würde zu einer Minderung der Getreideerzeugung führen. Dies vor allem in Gebieten, die schon heute eine deutliche Übernutzung aufweisen, wie z.B. China und Indien. Daraus würde resultieren, dass die Länder der Dritten Welt insgesamt ihre Netto-Getreideimporte erhöhen und die entwickelten Länder ihre Exporte steigern müssten. Diese Veränderungen können durchaus als sinnvoll hinsichtlich des Wiederherstellens nachhaltiger Grundwasservorräte angesehen werden. Sie müssen allerdings kombiniert werden mit politischen Maßnahmen zur Steigerung der Effizienz der Wassernutzung. Zusätzlich ist die Hinwirkung auf eine Diversifizierung des Anbaues in der Bewässerungslandwirtschaft mit dem Ziel erforderlich, den Getreideanbau zu ersetzen durch Kulturen, die einen höheren Geldertrag pro eingesetzter Wassermenge ermöglichen. Zusätzlich ist die Schaffung von Einkommensmöglichkeiten außerhalb des Agrarsektors in den ländlichen Gebieten erforderlich, die durch eine Übernutzung der Grundwasserressourcen gekennzeichnet sind.

Wenn eine Reduzierung der Investitionen in den Bereichen Bewässerung und Wasserbereitstellung vorgenommen und dies kombiniert würde mit einer Steigerung der Erträge und einer Ausdehnung der Erntefläche im Regenfeldbau, dann würde es, nach Erkenntnissen der IFPRI/IWMI Studie, zu einer Verringerung des Wasserverbrauchs der Bewässerungslandwirtschaft in der Größenordnung von 16% kommen. Die Landwirte würden im Bewässerungslandbau 153 Mio. Tonnen weniger Getreide erzeugen, als dies unter dem Szenario „Business as usual“ der Fall wäre. Aber die Landwirte, die Regenfeldbau betreiben, würden im Gegenzug unter diesem Szenario 187 Mio. Tonnen Getreide mehr produzieren. Dabei ist allerdings nicht berücksichtigt, dass die Erzeugung im Regenfeldbau aufgrund der Unsicherheit der Niederschläge deutlich unsicherer ist als im Bewässerungslandbau.

Wenn die Landwirtschaft im Gegenzug zu den verminderten Investitionen in den Bereichen Bewässerung und Wasserbereitstellung im Regenfeldbau lediglich vermehrt und intensiver Wasserkonzentrationsanbau, konservierende Bodenbearbeitung und Präzisionsanbau betreiben würde, könnte sie unter einem solchen Szenario die Erzeugung deutlich steigern. Aber sie könnte damit nicht die durch den Rückgang der Bewässerung bedingten Ausfälle ausgleichen. Vor allem die Entwicklungsländer würden durch eine solche Entwicklung hart getroffen. Sie müssen ihre Getreideimporte um 16 Mio. Tonnen erhöhen. Angemessene Investitionen und Reformen auf der Politikebene, einschließlich pflanzenzüchterischer Maßnahmen für die Standorte des Regenfeldbaues sind erforderlich, um den Beitrag des Regenfeldbaues zu erhöhen und abzusichern.

Unzweifelhaft bestehen Möglichkeiten, das Ertragspotential des Regenfeldbaues besser zu nutzen. Ob allerdings so große Produktionssteigerungen zu erzielen sind, dass es dadurch zu einer Entlastung des Bewässerungslandbaues und der Süßwasserressourcen kommt, erscheint fraglich. Der Regenfeldbau ist den letzten Jahrzehnten zunehmend in Gebiete vorgedrungen, die aufgrund der Ungunst der natürlichen Standortverhältnisse auf Dauer als nicht ackerfähig, als Grenzstandorte, anzusehen sind. Im Zuge der wirtschaftlichen Entwicklung ist nach den Erfahrungen in den entwickelten Ländern davon auszugehen, dass sich der Ackerbau von den Grenzstandorten wieder zurückzieht. Dies

vor allem, weil hier auf Dauer keine Einkommen zu erwirtschaften sind, die den steigenden Einkommenserwartungen der Landwirte entsprechen (WOLFF *et al.*, 1995).

5 Schlussfolgerungen

Die Studie des IFPRI und IWMI, deren Ergebnis u.a. die oben kurz skizzierten Szenarien sind, macht deutlich, dass es großer Anstrengungen bedarf, um zu einer nachhaltigen Süßwassernutzung zu gelangen. Sie zeigt auch, dass es unverantwortlich wäre nicht zu handeln, die Dinge einfach laufen zu lassen. Ein solches Nichthandeln würde unweigerlich in eine Wasserkrise, in eine Katastrophe führen.

Zur Abwendung einer solchen Katastrophe ist ein holistisches, nachhaltiges Wassermanagement bzw. eine nachhaltige Wasserwirtschaft erforderlich, d.h. die integrierte Bewirtschaftung aller künstlichen und natürlichen Wasserkreisläufe. Dabei sind drei wesentliche Zielsetzungen zu beachten:

- Wasser als Lebensraum bzw. als zentrales Element von Lebensräumen langfristig schützen,
- Wasser in seinen verschiedenen Facetten als Ressource für die jetzige wie für folgende Generationen sichern,
- Wege zu einer dauerhaft naturverträglichen, wirtschaftlich effizienten und sozial gerechten Entwicklung finden.

Die Lösungen, die zum Ziel führen, dürfen die nachhaltige Entwicklung anderer Umweltsektoren nicht beeinträchtigen (ATV-DVWK, 2001).

Die Entwicklung und Umsetzung eines nachhaltigen Wassermanagements, von der Haushaltsebene bis hin zur Wassereinzugsgebietsebene, erweist sich in der Praxis oft als außerordentlich schwierig. Es bedarf hier eines entsprechenden Bewusstseins der Wassernutzer, der Bereitschaft der vertrauensvollen Zusammenarbeit aller Beteiligten, der Unterstützung der politisch Verantwortlichen, einer angemessenen Investitionsbereitschaft und der Schaffung von Rahmenbedingungen, die einem nachhaltigen Wassermanagement förderlich sind.

Die schwächsten Glieder bei der Allokation oder Reallokation der Süßwasserressourcen stellen ohne Zweifel die armen Bevölkerungskreise der Entwicklungsländer und die natürlichen Ökosysteme (Feuchtbiootope etc.) dar. Während die Ökosysteme über eine wachsende Lobby verfügen, sind die Armen weitgehend sich selbst überlassen. Sie sind weder bei der häuslichen Wasserver- und -entsorgung, noch bei der Bewässerung in der Lage, ihre Interessen angemessen zu vertreten und die notwendigen Mittel aufzubringen, um eine effizientere Nutzung der Süßwasserressourcen nachhaltig zu bewerkstelligen. Hier kann kaum auf Unterstützungsmaßnahmen, d.h. Subventionen verzichtet werden. Subventionen allerdings sind einem nachhaltigen Wassermanagement nicht unbedingt förderlich.

Die in der IFPRI/IWMI Studie getroffenen Annahmen können nicht in allen Fällen als gesichert angesehen werden. Sie bedürfen zumindest der Überprüfung durch entsprechende Feldstudien. Hier ist die Wissenschaft gefragt. Der Feststellung, dass dem sich

abzeichnenden oder bereits bestehenden Wassermangel am wirkungsvollsten durch eine effizientere Wassernutzung zu begegnen ist, kann ohne Einschränkung zugestimmt werden. Allerdings ist die Effizienzsteigerung oft nur mit einem erheblichen Aufwand zu erreichen, einem Aufwand, der nur zu oft jenseits der wirtschaftlichen und/oder betriebstechnischen Möglichkeiten liegt. Als Möglichkeiten einer effizienteren Wassernutzung in der Bewässerungswirtschaft wird z.B. die Umstellung auf Tropfbewässerung, Einführung einer bedarfsorientierten Bewässerungssteuerung etc. angesehen. Vergessen wird dabei, dass die Anwendung der Tropfbewässerung zahlreichen Restriktionen unterliegt und nur unter bestimmten Voraussetzungen wirkungsvoll eingesetzt werden kann (WOLFF, 1987). Die Anwendung einer bedarfsorientierten Bewässerungssteuerung setzt ein Unterstützungssystem (Bewässerungsberatung), eine freizügige, zeitlich und mengenmäßig nicht zu eng begrenzte Wasserbereitstellung sowie ein schlagkräftiges Bewässerungssystem voraus. Hinzu kommt, dass die Effizienzsteigerung nicht in erster Linie eine technische Frage ist. Sie wird vor allem durch die sozioökonomischen Bedingungen bestimmt, unter denen der einzelne Landwirt wirtschaftet.

Die internationale Gemeinschaft hat sich in den letzten Jahrzehnten verstärkt dem Wasserproblem angenommen. Das Wasserproblem war Gegenstand einer Vielzahl internationaler Konferenzen und verschiedener Initiativen. Schon die UN Water Conference in Mar del Plata, Argentinien im März 1977 und in jüngerer Zeit die International Conference on Water and Environment 1992 in Dublin, Irland sowie die International Conference on Freshwater 2001 in Bonn, Deutschland haben einen zwingenden Handlungsbedarf auf dem Gebiet des Wassermanagements und der Wasserpolitik deutlich gemacht. Es gelang zwar, durch diese Konferenzen und verschiedene sonstige Aktivitäten das Wasserproblem der Öffentlichkeit bewusst zu machen. Auch wurden durchaus Fortschritte in Teilbereichen des Managements der Wasserressourcen erzielt. Ein wirklicher Durchbruch zu aktivem, sektorübergreifendem Handeln blieb jedoch weitgehend aus. Hier will die UNO mit dem Internationalen Jahr des Süßwassers 2003 ansetzen. Sie will damit der nachhaltigen Nutzung und dem Schutz der Süßwasserressourcen zum Durchbruch verhelfen. Um jedoch weltweit zu einer nachhaltigen Nutzung und zu einem integrierten Management der Süßwasserressourcen zu gelangen, sind noch beachtliche Anstrengungen seitens der Politik, der Wissenschaft, der Administration und der wasserwirtschaftlichen Praxis sowie der Wassernutzer erforderlich.

6 Zusammenfassung

Die Vollversammlung der Vereinten Nationen hat das Jahr 2003 zum „Internationalen Jahr des Süßwassers“ erklärt und die UNESCO mit der Federführung beauftragt. Aus Anlass dieses Ereignisses wird in der vorliegenden Arbeit die konkurrierende Nachfrage nach Süßwasser kurz skizziert. Dabei wird deutlich, dass die Süßwasserressourcen sich weltweit in einer argen Bedrängnis befinden und dass es eines sektorübergreifenden Handelns bedarf um eine drohende Wasserkrise abzuwenden.

Anhand der Ergebnisse einer Studie des International Food Policy Research Institute (IFPRI) und des International Water Management Institute (IWMI) werden drei Alternativen der künftigen Süßwassernutzung beschrieben. Dabei wird deutlich, dass

die Lösung der Probleme nur in einem nachhaltigen, integrierten Wassermanagement bzw. einer nachhaltigen Wasserwirtschaft liegen kann. Um dies zu erreichen bedarf es großer Anstrengungen der an der Bewirtschaftung aller künstlichen und natürlichen Wasserkreisläufe Beteiligten, einschließlich der Wassernutzer. Dies nicht nur um die Nachhaltigkeit der Süßwasserressourcen bzw. deren Nutzung zu gewährleisten sondern auch um die Ernährung der wachsenden Weltbevölkerung sicherzustellen.

Literatur

- ATV-DVWK; *Nachhaltige Wasserwirtschaft. Teil 1: Abwasser*; ATV-DWK-Informationen; ATV-DVWK Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Hennef; 2001.
- DEUTSCHE UNESCO-KOMMISSION; 2003 - Internationales Jahr des Süßwassers; UNESCO heute online. Online-Magazin der Deutschen UNESCO-Kommission, Ausgabe 12; 2002.
- PERRY, C.; *Charging for Irrigation Water: The Issues and Options, with a Case Study from Iran*; International Water Management Institute (IWMI), Research Paper No. 52; Colombo/Sri Lanka; 2001.
- RIJSBERMAN, F.; *Water for Food and Environment: The Need for Dialogue*; *Entwicklung+ländlicher Raum*; 5:8 – 11; 2001.
- ROSEGRANT, M., XIMING, C. and CLINE, S.; *Global Water Outlook to 2025: Averting an Impending Crisis*; Food Policy Report. International Food Policy Research Institute (IFPRI), Washington, D.C. und International Water Management Institute (IWMI), Colombo/Sri Lanka; 2002a.
- ROSEGRANT, M., XIMING, C. and CLINE, S.; *World Water and Food to 2025: Dealing with Scarcity*; International Food Policy Research Institute (IFPRI), Washington, D.C.; 2002b.
- UNESCO; *International Year of Freshwater 2003: Facts and Figures: Water Use*; <http://www.wateryear2003.org>; 2002.
- WOLFF, P.; *Tropfbewässerung - Erfahrungen und Möglichkeiten*; *Der Tropenlandwirt*; 88:53 – 65; 1987.
- WOLFF, P.; *Die Wasserwirtschaft in der Dritten Welt im Wandel*; *Journal of Agriculture in the Tropics and Subtropics Vol. 103, ehem. Der Tropenlandwirt*; 103(1):1–16; 2002.
- WOLFF, P., GLAUNER, H. and HÜBENER, R.; *Pro und Contra: Haben die marginalen Agrarwirtschaftsräume der Entwicklungsländer eine Zukunft?*; *Der Tropenlandwirt*; 96(1):3 –13; 1995.