

Analysen·Meinungen·Perspektiven

Der Assuan-Staudamm und seine Folgen

Zusammenfassender Bericht und Einzelbeiträge
eines Sachverständigengesprächs

NK
4110

B661

KfW **Kreditanstalt
für Wiederaufbau**

Analysen • Meinungen • Perspektiven

Der Assuan-Staudamm und seine Folgen

Aussagen und Ergebnisse
eines multidisziplinären Sachverständigengesprächs,
im Auftrage des BMZ veranstaltet
vom 20.-21. Februar 1986 in Frankfurt

Zusammenfassender Bericht und Einzelbeiträge

Vgl. Lit. S. 67

INHALT

Seite

1.	Vorwort	i
2.	Zusammenfassender Bericht	1
3.	Berichte der Sachverständigen	
	Roske, K. (Einleitungsreferat)	24
	Wüst, H.S. (Raumordnung und Landesplanung)	31
	Blum, W.E.H. (Bodenphysik und Nährstoffe)	38
	Weiss, D. (Volkswirtschaft und Sozio-Ökonomie)	44
	Ibrahim, F.N. (Geowissenschaften)	55
	Bernhardt, H. (Wassergütewirtschaft)	60
	Hartung, F. (Wassermengenwirtschaft und Wasserbau)	67
	Vierhuff, H. (Hydrogeologie)	78
	Führböter, A. (Küstenwasserbau)	84
	Wolff, P. (Landwirtschaft und Kulturtechnik)	86
	Diestel H. (Kulturtechnik (Versalzung))	97
	Meier-Brook, C. (Wasserinduzierte Krankheiten)	102
	Dieterlen, F. (Schadnager)	110
	Bilio, M. (Fischerei)	116
	Gehrig, W. (Flußbau (Feststofftransport))	119
	Führböter, A. (Hydromechanik)	124
4.	Teilnehmerliste	130

Vorwort

Mit dem Bau des Assuan-Staudamms, der im Jahre 1971 abgeschlossen wurde, wurde ein weitreichender Eingriff in das Abflußregime des Nils und damit auch in die Landwirtschaft Ägyptens vorgenommen. Seine Folgen wurden bereits nicht nur in zahlreichen wissenschaftlichen Veröffentlichungen, sondern auch in vielen journalistischen und populärwissenschaftlichen Äußerungen kontrovers dargestellt. Generell kann dabei festgestellt werden, daß dem Assuandamm Folgewirkungen zuzuordnen sind, die sicherlich in weitem Spektrum von positiv bis negativ zu werten sind und die wegen ihrer Komplexität nur interdisziplinär eingeschätzt werden können. Das gleiche gilt auch für Folgemaßnahmen (Projekte) und ihre Beurteilung.

Das Bundesministerium für Wirtschaftliche Zusammenarbeit (BMZ) hat, dem o.a. Sachstand Rechnung tragend, daher eine generelle Erörterung der Folgewirkungen des Assuandamms für notwendig erachtet und die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) beauftragt, in fachlicher Abstimmung mit der Deutschen Gesellschaft für technische Zusammenarbeit (GTZ) - und mit Kostenübernahme durch das BMZ - dazu ein Sachverständigengespräch in Frankfurt durchzuführen. Damit wurde ein Sachverständigengremium aus 14 Gutachtern - vornehmlich aus der Bundesrepublik Deutschland - einberufen, womit alle wesentlichen Fachgebiete abgedeckt wurden. Da dieses Gespräch gleichzeitig auch den passenden Rahmen für eine Erörterung dem BMZ bereits vorliegender Projektvorschläge im Zusammenhang mit den Folgewirkungen des Assuan-Staudamms bot, wurde Vertretern von zwei Planungsbüros, in deren Hause diese Vorschläge erarbeitet wurden, die Gelegenheit eingeräumt, ihre Vorschläge darzustellen.

Die Organisation des Sachverständigengesprächs lag in den Händen von GTZ (Dr. K. Erbel) und KfW (Dr. W. Günzel, Dr. H. Vahl); in die Gesprächsleitung war zusätzlich das BMZ eingeschaltet, während die Diskussion von Prof. Dr.-Ing. K. Roske geleitet wurde.

Das Sachverständigengespräch fand am 20.- 21. Februar 1986 in der Kreditanstalt für Wiederaufbau statt.

Jedem Gutachter war unter anderem die Aufgabe gestellt, im Anschluß an das Expertengespräch aus der Sicht des von ihm vertretenen Fachgebietes die wesentlichen Ergebnisse dieses Gespräches zu einem kurzen Bericht zusammenzufassen. Darüber hinaus wurde von Herrn Prof. Roske in seiner Funktion als Diskussionsleiter ein zusammenfassender Bericht erarbeitet, in dem der Inhalt der Beiträge der Sachverständigen und der wesentlichen Diskussionsbemerkungen zusammengefaßt wurde.

Die im Rahmen des Sachverständigengesprächs erzielten Ergebnisse verdienen es, einem größeren Interessentenkreis zugänglich gemacht zu werden; das gilt unseres Erachtens auch noch bei Berücksichtigung der in Kauf genommenen Einschränkung in der Gutachterausswahl im wesentlichen auf das in der Bundesrepublik Deutschland verfügbare Fachwissen.

Die Aussagen in den einzelnen Abhandlungen spiegeln die Meinung der jeweiligen Verfasser und nicht notwendigerweise die Auffassung des BMZ, der GTZ und/oder der KfW wider; das gilt insbesondere auch für die Reihenfolge der im zusammenfassenden Bericht aufgelisteten prioritären Projektvorschläge.

KREDITANSTALT FÜR WIEDERAUFBAU

Roske, K., Prof. Dr.-Ing.

Sachverständigengespräch:

Der Assuandamm und seine Folgen

Zusammenfassender Bericht

Vorbemerkung

Der Bau des Assuan-Staudammes am Nil in Ägypten hat als große wasserbauliche Maßnahme seit den ersten Phasen seiner Planung und dem politischen Gerangel um seine Ausführung immer wieder Diskussionen in der Weltöffentlichkeit ausgelöst. Ägypten als bevölkerungsreichstes Land im Nahen Osten und eigenständiger politischer Machtfaktor im Grundkonflikt dieses Bereichs ist historisch und heute noch geprägt durch sein Verhältnis zum Nilstrom. Diese Tatsache des starken Abhängigseins der Lebensbedingungen eines Landes von seinen natürlichen Wasser-Ressourcen hat deshalb den Nil und den Assuandamm auch zu einem Paradebeispiel in der heutigen ökologischen Diskussion werden lassen. Mit dazu bei trug der Mangel an Informationen durch die ägyptischen Behörden, der sich lediglich mit der strategischen Bedeutung des Nilstroms bei allen Auseinandersetzungen in der Region erklären läßt.

Trotz positiver Ergebnisse einschlägiger Studien der Fachwelt verschärfte sich die Kritik des Assuanstaudammes insbesondere in den letzten Jahren in den öffentlichen oder populärwissenschaftlichen Medien. Es wurden die verschiedensten Ansätze für Problemlösungen entwickelt, die vom Abtragen des Staudammes bis zur Schlammanreicherung des Nilwassers reichten, um einige der tatsächlich aufgetretenen Folgeschäden abzustellen oder auszuschalten. Das Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit, für das Ägypten seit Beginn der Entwicklungshilfe eines der Schwerpunktländer ist, wurde bei seinen volkswirtschaftlichen und projektbezogenen Entscheidungen immer wieder mit dem Nilproblem konfrontiert und beauftragte deshalb die Kreditanstalt, im Rahmen eines Gespräches unter deutschen Sachverständigen einen Statusbericht über die Folgeschäden des Assuanstaudammes zu erarbeiten

und eventuelle Vorschläge für den Einsatz des Instrumentariums deutscher Hilfe zu entwickeln.

Zum 20. und 21. Februar 1986 wurden ausgewählte Sachverständige (vgl. auch Teilnehmerliste) zu einem Fachgespräch eingeladen. Es wurden bewußt nur deutsche Sachverständige benannt, um einen Überblick über den hier vorhandenen Sachverstand zu erhalten und um durch den Gedankenaustausch weitere einschlägige Forschungen und Untersuchungen anzuregen. War von einem Fachgebiet kein Sachverständiger mit Regionalkenntnissen verfügbar, so wurde trotzdem ein Fachvertreter eingeladen, der sich aus seiner Sicht zu den anstehenden Problemen äußern konnte. Während des Treffens hatte jeder Sachverständige Gelegenheit, in einem Kurzreferat seinen Kenntnisstand vorzutragen und die im Nilbereich aufgetretenen Veränderungen zu bewerten. In ausführlichen Diskussionen, bei denen vor allem die interdisziplinäre Zusammensetzung des Sachverständigengremiums zum Tragen kam, konnten die wesentlichen Wirkungen des Assuandammes und der mit ihm direkt oder indirekt zusammenhängenden Maßnahmen abgeklärt und bewertet werden. Nach dem Gespräch haben die Sachverständigen ihren Beitrag in Kurzform schriftlich niedergelegt. In dem nachfolgenden Ergebnisbericht wurden der Inhalt dieser Beiträge und die wesentlichen Diskussionsbemerkungen der Teilnehmer zusammengefaßt.

Raumordnung

Das ägyptische Nilgebiet ist durch folgende Tatsachen charakterisiert. Seine Fläche macht lediglich 3,5 % der Gesamtfläche des ägyptischen Staatsgebietes aus und hierin leben 99 % aller Einwohner Ägyptens. Die Bevölkerungsdichte beträgt im Nilgebiet oberhalb Kairos und im Delta etwa 1.400 Einwohner/km². 64 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche Ägyptens liegen im Delta und 36 % im Nilgebiet oberhalb Kairos. Deren Gesamtfläche umfaßt 2.521.000 ha und wird mit einer Anbauintensität von 1,90 bewirtschaftet, was einer Erntefläche von 4.790.000 ha entspricht. 1960, zur Zeit des Baubeginns des Assuandammes, lebten 26 Mio Einwohner in Ägypten, heute sind es 50 Mio, fast doppelt so viel.

Diese Globalzahlen weisen auf ein Hauptproblem des heutigen Ägypten hin: Im geographisch eingeschränkten Nilgebiet stehen sich in der Bodennutzung die zur Ernährungssicherung notwendige Landwirtschaft und der sich aus dem Bevölkerungsdruck ergebende Bedarf an Siedlungs- und Infrastrukturflächen konkurrierend gegenüber. Auf diesen Zusammenhang haben insbesondere Professor Wüst und Professor Blum hingewiesen und daraus ihre Forderungen nach einer geordneten Raum- und Landesplanung für das Nilgebiet abgeleitet. Die bisherige Entwicklung, die vor allem unter den politischen Rahmenbedingungen recht unkontrolliert ablief, hat dazu geführt, daß der Gesamtumfang der landwirtschaftlich nutzbaren Fläche stagniert, vielleicht sogar rückläufig ist, da der Flächenverlust infolge anderer Nutzungen nicht durch Neuanlage landwirtschaftlicher Nutzflächen ausgeglichen wird. Die tatsächlichen Ursachen dieser Entwicklung liegen im sozioökonomischen und gesamtwirtschaftlichen Bereich Ägyptens. Sie ist allerdings bis zum heutigen Ausmaß erst durch den Bau des Assuandammes mit dem dadurch verfügbaren Wasserpotential für landwirtschaftliche Bewässerung und andere Zwecke und mit dem Hochwasserschutz in früher gefährdeten Gebieten ermöglicht worden. Diese Nutzungskonkurrenz ist eine der typischen Folgen, wenn die Tragfähigkeit einer Region durch zusätzliche Ressourcen erhöht und damit dem Bevölkerungsdruck Raum gegeben wird. Sie bedarf der politischen Regelung.

Gesamtwirtschaftliche Situation

Die Perspektiven der ägyptischen Ernährungssicherungspolitik werden durch Professor Weiss im gesamtwirtschaftlichen Rahmen als sehr kritisch bezeichnet. Wenn auch der Beitrag der Landwirtschaft zum Bruttoinlandsprodukt 17 % beträgt, die absoluten Zahlen nehmen leicht zu, und erhebliche sekundäre Effekte in den nachgeordneten agroindustriellen Verarbeitungsstufen vorhanden sind, so steigen die Nahrungsmittelimporte ständig an und belasten die Zahlungsbilanz. Dieser Trend wird infolge der Bevölkerungszunahme anhalten. Ebenso kontinuierlich steigt das Handelsbilanzdefizit. Ägypten hat die westlichen und arabischen Geber bisher auf eine Dauersubventionspolitik verpflichten kön-

nen. Deren Grenzen sind aber in Sicht, wenn durch die zu erwartende Verringerung der Erdöleinnahmen und der Gastarbeiterüberweisungen ein zusätzlicher Finanzierungsbedarf entsteht. Die Situation wird sich mittelfristig verschärfen, da sich keine konstruktiven Ansätze in der ägyptischen Wirtschaftspolitik abzeichnen. Es ist nicht gelungen ein Entwicklungstempo zu initiieren, welches mit der Bevölkerungsexplosion Schritt halten könnte.

Die ägyptische Wirtschafts- und Sozialpolitik berücksichtigt nicht genügend die grundlegenden Erfahrungen anderer Länder, insbesondere auch diejenigen der teilindustrialisierten Schwellenländer. Sie hält an Positionen fest, die sich administrativ in einer ausgedehnten Staatsbürokratie verfestigten. Ergebnis ist eine anhaltende Stagnation der Produktivität der ägyptischen Wirtschaft insbesondere im Staatsbereich. Bei der weiterhin steigenden Bevölkerungszahl, der zunehmenden Verstädterung und den steigenden Nahrungsmittelimporten, die nicht durch eigene Exporte verdient werden können, ist Ägypten ohne eine energische wirtschaftspolitische Kursänderung auf tendenziell wachsende Dauersubventionen von außen angewiesen.

Nilsystem

Die Bedeutung des Nilstroms für Ägypten hat sich nach Ansicht von Professor Ibrahim stark gewandelt. Obwohl der Bau des Staudammes nach wie vor noch von der Bevölkerung akzeptiert wird, ergibt sich durch die geringer werdende Bedeutung der Landwirtschaft in der Gesamtwirtschaft des Landes die Notwendigkeit, seinen Nutzen neu zu bewerten und vor allem den finanziellen Aufwand für die Gesamtheit der als notwendig erkannten Korrekturmaßnahmen in eine ausführliche Kosten-Nutzen-Analyse miteinzubeziehen.

Hinsichtlich der Folgeschäden hat es sich gezeigt, daß in einem Ökosystem nicht einzelne Nebenwirkungen analytisch zu betrachten sind, sondern jegliche Art möglicher Interaktionen berücksichtigt werden muß. Das Nil-Ökosystem besitzt eine spezifische Dynamik, deren Komplexität eine Gesamtbetrachtung der Folgewirkungen

erfordert. Während nach Auffassung von Ibrahim die Behauptung nicht mehr gelten könne, daß sich die meisten Faktoren einer quantitativen Erfassung entziehen, wies Wüst hinsichtlich der ökologischen Faktoren darauf hin, daß gerade die kontroverse Diskussion zeige, wie ungenau und unvollständig die Datenlage sei. Er hält den Aufbau eines umfassenden "Landschaftsinformationssystems" für erforderlich, mit dem alle Daten erfaßt und fortgeschrieben werden, die auf Veränderungen im Ökosystem hinweisen können. Hierbei kommt den Methoden der Fernerkundung einschließlich der Auswertung von Satellitendaten eine zentrale Bedeutung zu. Erst aus einer dynamischen Betrachtung von Landschafts- und Siedlungsräumen können sinnvolle Planungen entwickelt werden.

Weiss sieht neben praktischen Schwierigkeiten auch theoretische Schwachstellen beim Konzept einer Kosten-Nutzen-Analyse für ein Projekt, das nur im gesamtnationalen Kontext gesehen werden darf. Er bezweifelt das Vorhandensein ausreichender Daten, um allein für die physischen Kategorien zu einer Abschätzung der monetären Werte zu kommen. Von der Theorie her weist er darauf hin, daß bei einem so umfassenden Vorhaben, wie es der Assuandamm darstellt, die mehrdimensionale Zielfunktion nicht auf eine einzige monetäre Bewertungsziffer reduziert werden kann. Hier müßten neben monetären auch physisch-quantitative und nur qualitative Bewertungskategorien miteinbezogen werden. Außerdem hält er die notwendige Untersuchung aus der Makroperspektive der Gesamtwirtschaft weder für praktisch möglich noch für sinnvoll. Der Gesamtaufwand für eine "cost-effectiveness-analysis" unter Makroperspektive wird auf 12 Mannjahre geschätzt.

Wassergüte im Stausee

Jede Veränderung an einem Gewässer, ob fließend oder stehend, bedingt einen grundsätzlichen Eingriff in die Ökologie eines Gewässersystems. Durch die Anlage eines Speicherraums mit 164 Mrd. m³ Inhalt wurde oberhalb des Assuandammes ein Stausee von 500 km Länge und einer Oberfläche von 5.500 km² gebildet. Bei der langen Aufenthaltszeit des Wassers im Speicher, bedingt durch

seine Funktion als Überjahresspeicher zum Ausgleich von Trockenjahren, ist aus dem Fließgewässer ein stehendes Gewässer geworden. Aus dem Speicherbereich liegen einige Messungen zur Entwicklung der Wassergüte vor, die allerdings noch kein eindeutiges Bild vom tatsächlichen Zustand des Gewässers geben, da sie im wesentlichen nur die chemischen Eigenschaften des Wassers erfassen. Professor Bernhardt weist darauf hin, daß bei den vorhandenen hohen Temperaturen im Speichergebiet besonders während des Sommerzeitraumes mit einer Dichtbeschichtung im See zu rechnen ist. In Abhängigkeit vom Nährstoffangebot, wozu besonders Phosphor, Stickstoff und von außen zugeführte organische Substanzen zählen, ist mit erhöhter Algenentwicklung zu rechnen, die auch durch die Morphologie des Speichers beeinflusst wird. Diese Entwicklung kann zu ausgeprägten Sauerstoffmangelerscheinungen am Speichergrund führen und eine Eutrophierung des Sees begünstigen. Da bisher keine einschlägigen Beobachtungen vorliegen, schlägt Bernhardt ein Untersuchungsprogramm vor, mit dem die Nährstoffversorgung und die Planktonentwicklung beobachtet werden sollen, um das bei dem vermutlich noch vorhandenen mesotrophen Zustand bestehende Gleichgewicht zwischen Produktion und Respiration durch geeignete und rechtzeitige Maßnahmen erhalten zu können.

Während die erhöhte Algenkonzentration für die Nutzung als Bewässerungswasser nicht als Nachteil anzusehen ist, kann sie bei der Nutzung als Trink- und Brauchwasser zu Problemen führen.

Der Ablagerung von Sedimenten im Stauraum ist bisher höhere Aufmerksamkeit gewidmet worden, da sie in engem Zusammenhang mit den morphologischen Erscheinungen am Nilstrombett unterhalb des Assuanstaudammes steht. Eine einschlägige Veröffentlichung über die bisherigen Messungen, die durch Satellitenbilder unterstützt wurden, wird durch Dr. Shalash, dem Leiter des RISASE (Research Institute of the Sadd el Aali Side Effects) vorbereitet. Die Ablagerungen sind in der Größenordnung von 100 Mio m³ jährlich. Sie konzentrieren sich auf den Zuflußbereich im Stausee. Nach Bernhardt können diese Sedimente unter mesotrophen Bedingungen als "Phosphatfalle" wirken und dadurch die Eutrophierungsgefahr vermindern.

Wassergüte des Nilstroms

Zur Beurteilung der Veränderungen der Wassergüte im Bereich des Nil unterhalb des Assuanstaudammes liegen langjährige Untersuchungen vor, welche die Eignung des Nilwassers sowohl für die landwirtschaftliche Bewässerung als auch für die Nutzung als Trink- und Brauchwasser nachweisen. Bereits vor dem Bau des Assuandammes ist eine stetige Erhöhung der gelösten Stoffe im Nilwasser beobachtet worden, die durch die Einführung der Dauerbewässerung verursacht wurde. Kurz vor dem Bau schwankte der Wert zwischen 154 und 259 ppm mit Mittelwerten von 182 ppm in der Hochwasserperiode und 194 ppm während des restlichen Jahres. 1979 schwankten die Werte zwischen 230 und 250 ppm mit einem Jahresmittelwert von 238 ppm. Die signifikante Zunahme der Salzgehalte, die trotzdem noch weit unter den für Bewässerungs- und Trinkwasserzwecke liegenden Grenzwerten liegen, wird auf das dem Nil zufließende Entwässerungswasser der landwirtschaftlich intensiver genutzten Flächen und auf Zusickerungen aus einem Grundwasserkörper des Pleistozän, der einen höheren Salzgehalt hat, zurückgeführt. Die beobachteten Veränderungen der einzelnen Stoffe weisen nach Professor Wolff darauf hin, daß die Intensivierung der Mineraldüngung nicht an dem Anstieg des Salzgehaltes des Nilwassers beteiligt ist. Mit dem Anstieg der Ionenkonzentration stieg grundsätzlich der Gehalt an den Pflanzennährstoffen Ca, Mg und K, das Natriumadsorptionsverhältnis, ein wichtiges Kriterium für die Eignung des Wassers für Bewässerungszwecke auf schwerem Boden, blieb bisher mit 2 unter dem tolerierbaren Grenzwert von 10.

Blum fordert eine fortlaufende Anpassung des Bewässerungs- und Bodennutzungssystems an die sich verändernden Salzgehalte im Nilwasser. Insbesondere die unsachgemäße Überbewässerung sollte vermieden werden, da sonst der Effekt der zur Zeit durchgeführten Dränprojekte eingeschränkt wird.

Mit der Ausgleichswirkung des Assuandammes sind die wassermengeneconomischen Voraussetzungen für die unterschiedlichsten Nutzungsmöglichkeiten des Nilwassers geschaffen worden. Neben der

Versorgung ist aber auch die Nutzung als Vorfluter für die Abwasserentsorgung der Ballungszentren in Betracht zu ziehen. Dieses bedingt jedoch nach Bernhardt Gewässerschutzmaßnahmen, obwohl durch die Vergleichmäßigung des Abflusses Konzentrationsspitzen vermieden werden. Es müssen Bewirtschaftungspläne aufgestellt werden, welche die konkurrierenden Nutzungsarten berücksichtigen und neben dem ganzen Stromsystem auch bestimmte gefährdete Flußabschnitte mit einbeziehen müssen. Sich als notwendig erweisende erhöhte Anforderungen an die Abwasserreinigung und Abwasserbeseitigung sind dann prioritär zu verfolgen. Derartige Bewirtschaftungspläne müssen sich auf ein fortlaufendes Beobachtungs- und Untersuchungsprogramm abstützen (Monitoring-Programm).

Flußmorphologie

Mit der durch den Bau des Assuanstaudammes bezweckten drastischen Veränderung der Abflußverhältnisse im Nilstrom unterhalb der Anlage waren auch Veränderungen in der Flußmorphologie zu erwarten. Professor Hartung, als langjähriger Kenner der Verhältnisse vor und nach dem Staudambau am Nil, hat sich bereits mehrfach zu den nach dem Staudambau eingetretenen Veränderungen der Wasserspiegel- und Sohlenlagen und des Strombettes im Bereich zwischen Assuan und Kairo gutachterlich geäußert. Er weist besonders darauf hin, daß diese Erscheinungen in der Planungsphase des Staudammes, aber auch bei allen früheren Eingriffen in die Abflußverhältnisse des Nils, bereits im Mittelpunkt der Diskussionen standen. Mit der erwarteten Ablagerung der Sedimente im Staubecken wurde für den Strom unterhalb Assuan eine Entwicklung eingeleitet, bei der die jeweils zu fördernde Wassermenge einschließlich der zu befördernden Schwebstoffe, das Fließ- und das Sohlengefälle und die Ausbildung des Abflußquerschnittes solange aufeinander einwirken, bis ein neuer Gleichgewichtszustand durch Tiefen- und Seitenerosion erreicht ist. Diese Entwicklung setzte sofort nach Veränderung der Abflußverhältnisse unterhalb des Staudammes ein und wird sich im Laufe der Zeit und mit abklingender Tendenz über den ganzen Stromverlauf fortpflanzen. Shalash

hat in seinen Untersuchungen mit Meßwerten von 1960 - 1983 die Sohleneintiefungen unterhalb der verschiedenen Stauwehre in diesem Zeitraum mit 30 - 70 cm und die entsprechenden Wasserspiegelaussenkungen je nach Abfluß mit 60 - 99 cm angegeben. Er schätzt die Gesamteintiefungen bis zum Erreichen eines Gleichgewichtszustandes je nach Lage mit 1.00 bis 2.50 m ein. Hartung hält diese Werte zumindest für das Wehr bei Esna als zu gering. Dieser Vorgang könnte von selbst nur durch natürliche Gesteinsschwellen in der Sohle oder an den Ufern aufgehalten werden, die aber unterhalb der Katarakte von Assuan nicht mehr vorhanden sind. Der Effekt solcher natürlichen Schellen kann natürlich auch mit Wehranlagen, sogenannten Stützwehren, erreicht werden, die deshalb zwar frühzeitig in die Diskussion eingebracht, aber nicht mit in die Baumaßnahme Assuandamm einbezogen wurden. Hartung hat deshalb 1976 in seinem Gutachten für UNDP (United Nations Development Program) als notwendige Schutzmaßnahmen den Bau von Stützwehren vorgeschlagen und den Bau der Toschka-Entlastung empfohlen. Mit den morphologischen Veränderungen des Strombettes zwischen Assuan und Kairo durch Sohleneintiefungen und Uferabbrüche sind für die bestehenden alten Bewässerungswehre, für Uferbauwerke im Bereich von Siedlungen und für landwirtschaftlich genutzte Uferflächen erhebliche Gefahren verbunden. Mit Anlage der Stützwehre lassen sich die Fließgefälle und damit die Angriffskräfte des Wassers verringern und weitere Erosionsvorgänge einschränken.

Die Baumaßnahmen für die Toschka-Entlastung sind mehr oder weniger abgeschlossen. Sie soll sicherstellen, daß bei vollem Assuan-speicher die auf 6.000 m³/s bemessene Hochwasserentlastungsanlage des Assuandammes nicht anspringen muß, sondern der Wasserstand im Speicher gehalten werden kann und extreme Hochwasserspitzen in eine Seitendepression des Niltals abgeleitet werden. Hochwasserwellen von mehr als 3.000 m³/s sollten nicht in den Nilstrom unterhalb Assuan abgegeben werden, da sie erhebliche kurzfristige Erosionswirkungen verursachen und mühsam erreichte Gleichgewichtszustände wieder stören würden. Hartung und Dr. Döscher, der von der Bundesanstalt für Wasserbau eingesetzte Sachverstän-

dige, sind allerdings der Auffassung, daß die erstellten Bauwerke gründungsmäßig und hydraulisch nicht ordnungsgemäß ausgeführt seien. Die Maßnahmen sind in wasserwirtschaftlicher Hinsicht nicht konsequent zu Ende gedacht und deshalb bei einem Anspringen der Überleitung gefährdet.

Grundwasserhydrogeologie

Im ariden Klima ist ein Flußlauf meist der Ursprung nutzbaren Grundwassers, das sich vom Fluß nach den Seiten in den Untergrund ausbreitet. Oberhalb Kairo liegt das Niltal aber tiefer als der nubische Sandstein, er kann also keine Versickerungsanteile vom Nil erhalten. Vorhandene Grundwasserleiter im Tal sind entweder durch undurchlässige Gesteine eingeschlossen oder sie erhalten von den Seiten fremdes Grundwasser, das häufig schlechtere Qualität als das Nilwasser hat. Im Deltabereich entstammt das Grundwasser ausschließlich aus dem Nil. In den mehrere hundert Meter dicken Schwemmschichten bildet sich (wie an allen Küsten) eine Gleichgewichtsgrenze zwischen dem Salzwasser des Mittelmeeres und dem Süßwasser aus. Diese Grenzschicht liegt an der Küste auf dem Meeresspiegelniveau und im Süden 150 - 200 m tief.

Nach Dr. Vierhuff sind die durch den Aufstau des Assuanspeichers bedingten Sickerverluste, die auf Werte zwischen 10 und 100 Mio m³/a geschätzt werden, im Rahmen der Wasserbilanz des Stausees vernachlässigbar. Im eigentlichen Niltal hat sich dagegen die hydrogeologische Situation durch die Abflußveränderungen im Nil vollkommen geändert. Die Bewässerungskanäle führen ganzjährig Wasser und die Felder werden mehrmals jährlich bewässert, wodurch sich ein neues Grundwasserstromsystem von den bewässerten Terrassen zum Nil ausgebildet hat. In den Bereichen der Staustufen des Nil, kann dieses System auch umgekehrt wirken, da der hohe Flußwasserspiegel zur Grundwassererneuerung führt. Dränkanäle müssen hier für die Vorflut sorgen.

Im Delta liegen die Bewässerungskanäle teilweise über der Bodenoberfläche und verlieren, sofern nicht sorgfältig gedichtet,

Wasser an den Untergrund. Werden höhergelegene Flächen bewässert, dann wird versalztes Grundwasser und Sickerwasser künstlich in Bewegung gesetzt, was an anderer Stelle zum Grundwasseranstieg führen kann, der wiederum dräniert werden muß, um Bodenversalzung zu vermeiden. Da das Entwässerungsniveau der Dränkanäle langfristig abzusenken ist, wird der Grundwasserspiegel in weiten Bereichen ebenfalls abgesenkt werden, was zu einer Veränderung der Gleichgewichtslage der Salz/Süßwasser-Grenze im Delta führen kann.

Aus Sicht der Kulturtechnik macht Professor Wolff darauf aufmerksam, daß überall dort, wo am Nil die ganzjährige Bewässerung eingeführt wurde, der Grundwasserspiegel angestiegen ist und damit auch die Gefahr der Bodenversalzung zunahm. Bereits Ende des vergangenen Jahrhunderts wurde das Problem erkannt und es wurden Entwässerungskanäle angelegt und 1898 das erste Schöpfwerk gebaut. Das Entwässerungsnetz wurde mit der Zeit immer mehr verdichtet und 1938 auch die unterirdische Dränung eingeführt. Mit dem Bau des Assuanstaudammes und der grundlegenden Verbesserung der Wasserbereitstellung nahm das Problem der Bodenvernässung und der Bodenversalzung aufgrund der bereits oben dargestellten Zusammenhänge zu. Dies vor allem aber deshalb, weil die Dränung, als zwingend notwendige Folgemaßnahme der Intensivierung der Bewässerungslandwirtschaft, nicht in der erforderlichen zeitlichen Folge zur Errichtung des Staudammes ausgeführt wurde.

Vernässungs- und Versalzungsprobleme sind nach Blum im Nilgebiet überall dort besonders akut, wo der Grundwasserspiegel geringer als 1 m unter Flur ansteht. Dies ist vor allem im nördlichen Deltabereich und auf allen tiefergelegenen Flächen im Nildelta und Niltal. Dränversuche, sowie die im Rahmen des seit 1970 laufenden landesweiten Entwässerungsprogrammes gewonnenen Erfahrungen haben gezeigt, daß die Probleme durch Vorflutausbau und Dränung lösbar sind. Bis jetzt sind im Rahmen des Programmes etwa 60 % der entwässerungsbedürftigen Flächen gedränt worden.

Vierhuff weist ausdrücklich darauf hin, daß im Bereich der erforderlichen Stützwehre rechtzeitig der Grundwasserhaushalt zu untersuchen ist, um den wiederum zu erwartenden Veränderungen

durch geeignete Maßnahmen begegnen zu können. Außerdem schlägt er vor, die traditionelle Grundlage der Wasserversorgung im ländlichen Bereich, das Nilwasser, durch das an vielen Stellen billiger zu gewinnende und hygienisch einwandfreiere Grundwasser abzulösen.

Küstenschutz

Der Küstenabschnitt des Nildeltas zwischen Alexandria und Port Said liegt in einem Bereich, wo der Springtidehub 30 bis 40 cm beträgt; bei auflandigen Stürmen kann sich dem ein Windstau bis zu 50 cm überlagern. Dies sind verhältnismäßig niedrige Werte. Die resultierenden küstenparallelen Strömungen aus Wind- und Tideinflüssen sind vorwiegend von West nach Ost gerichtet. Unterwasserstrand, Strand und der unmittelbare Küstenbereich sind vorwiegend aus Sand aufgebaut, die feineren Sedimente (Ton) befinden sich in solchen Wassertiefen, daß sie von wellenerzeugten Strömungen i.a. nicht erreicht werden.

Bereits vor dem Bau des Assuanstaudammes wurde von Erosionen berichtet, die in gewissen Gebieten auch periodisch auftraten und Verlagerungen der Hochwasserlinie bis zu 300 m bewirkten; dabei traten zeitweilig auch Dünenabbrüche auf. Es ist unklar, ob diese Erosionen bereits vor der Jahrhundertwende einsetzten. Es kann auch der beobachtete Säkularanstieg des Meeresspiegels dafür verantwortlich sein.

Um das gegenwärtige Erosionsgeschehen beurteilen zu können, empfiehlt Professor Führböter dringend Auswertungen früherer Kartenwerke und Vermessungen, gegebenenfalls auch von alten Luftbildern. Nur durch solche Untersuchungen kann festgestellt werden, ob, wo und in welchem Umfang nach der Fertigstellung des Assuanstaudammes eine Beschleunigung des Erosionsgeschehens stattgefunden hat bzw. stattfindet. Dabei haben die Erosionen an den Halbinseln vor der Rosetta- und der Damietta-Mündung große Bedeutung, weil diese buhlenartig einen großräumigen Schutz für weite Küstenstrecken bieten.

Landwirtschaft und Böden

Eines der Hauptziele der Nutzung des Assuanstaudammes ist die Steigerung der landwirtschaftlichen Produktion durch die Ausdehnung und Intensivierung der Bewässerungslandwirtschaft. Dabei ist die Erhaltung und Steigerung der Bodenfruchtbarkeit ein entscheidender Faktor. Nach Professor Wolf wird die Bodenfruchtbarkeit durch die verschiedensten Eigenschaften der Böden bestimmt: Bodentiefe, Bodentextur, Bodengefüge, Bodenreaktion, Nährstoffgehalt, Humusgehalt und -zusammensetzung, Sorptionseigenschaften, Gehalt an schädlichen Stoffen, Bodenerodierbarkeit.

Vor Errichtung des Assuanstaudammes gelangten von der jährlichen Fracht an Schwebstoffen während der Hochwasserperiode des Nil 12,5 Mio t auf die Ackerflächen Ägyptens. Bei einer mittleren Schwebstofffracht bei Wadi Halfa von 110 Mio t waren dies 11,4 % der vom Nil transportierten Schwebstoffe. Davon wurden 11 Mio t/a in Ober- und Mittelägypten und 1,5 Mio t/a im Nildelta abgelagert. Auf die Flächen bezogen entsprach dies jährlich 18,5 t/ha auf den Beckenbewässerungsflächen und 5,6 t/ha auf den Dauerbewässerungsflächen in Ober- und Mittelägypten und nur 1,1 t/ha auf den Bewässerungsflächen im Nildelta. Daraus ergaben sich die folgenden jährlichen Aufschlickungsraten: 1,03 mm bzw. 0,31 mm in Ober- und Mittelägypten und 0,06 mm im Nildelta. Diese Werte wurden auch durch Blum bestätigt. Untersuchungen an verschiedenen Baudenkmalern, deren Alter hinreichend genau bekannt ist, haben die Größenordnung dieser Aufschlickungsraten bestätigt. Es handelt sich beim Nilschlamm um ein sehr tonhaltiges Material, das als lehmiger Ton einzustufen ist. Die guten Sorptionseigenschaften, die hohe Basensättigung bei einem hohen Calciumanteil, der mittlere Gehalt an organischer Substanz und der gute Kaliumversorgungsgrad machen den Nilschlamm zu einem guten Ausgangssubstrat für die Bodenbildung, zumindest im Hinblick auf die chemische Beschaffenheit der daraus entstehenden Böden. Hinsichtlich der physikalischen Eigenschaften ist der hohe Tongehalt verbunden mit dem relativ hohen Schluffanteil eher als nachteilig anzusehen, zumal auch das sehr enge Mg:Ca-Verhältnis von etwa 1 : 2,8 einer günstigen Bodengefügeentwicklung entgegensteht.

Die Nilschlammablagerungen haben in Ägypten im Verlauf der letzten 10.000 Jahre 6 - 12 m, im Mittel 9 m Mächtigkeit erreicht. Da die Pflanzenwurzeln der Kulturpflanzen nur einen Bodenraum von 0,8 - 1,0 m aktiv durchwurzeln und nutzen und die Flächenerosion im Niltal und Nildelta äußerst gering ist, besteht kein weiterer Bedarf für eine Aufschlickung zur Bodenbildung auf den Ackerflächen.

Wolff und Blum werten den Gehalt des Nilschlammes an mobilen und leicht mobilisierbaren Nährelementen im Verhältnis zum Nährstoffbedarf der angebauten Kulturpflanzen als äußerst bescheiden. Dies gilt auch für den Humusgehalt, wenngleich die Humusqualität aufgrund des engen C/N-Verhältnisses als hoch einzustufen ist. Das heute in Ägypten erreichte hohe Intensitätsniveau der Pflanzenproduktion ist allerdings nur durch die praktizierte organische und mineralische Düngung möglich und auch nur damit aufrecht zu erhalten. In der Mineraldüngeranwendung sind aber im Sinne einer optimalen Düngernutzung durchaus erhebliche Verbesserungen möglich. Der Ausfall der Nilschlammablagerungen auf den Ackerflächen nach Errichtung des Assuanstaudammes hat nach Wolff ganz offensichtlich keine Auswirkungen auf die Nährstoffversorgung gehabt, zumindest soweit es die Makronährstoffe betrifft. Die Oase Fayoum, die seit mehreren hundert Jahren praktisch keine Nilschlammzufuhr mehr erfahren hat, kann als Beispiel für die geringe Bedeutung des Nilschlammes als Nährstofflieferant angesehen werden.

Die Ertragsentwicklung der wichtigsten Feldkulturen ist, wie in anderen Ländern auch, nicht allein von den natürlichen Standortverhältnissen, sondern auch von den wirtschaftlichen und agrarpolitischen Rahmenbedingungen abhängig. Diese sind aber in Ägypten auch heute noch nicht als sonderlich stimulierend für die Agrarproduktion anzusehen. Die Entwicklung der Erträge und der Anbaustruktur der letzten Jahre spiegelt daher auch mehr die Wirkungen dieser ökonomischen und politischen Rahmenbedingungen wider, als etwa die Auswirkungen des Assuanstaudammes.

Wolff weist darauf hin, daß trotz der ungünstigen Rahmenbedingungen mit der verbesserten Bereitstellung von Bewässerungswasser vor allem den Kleinbauern die Möglichkeit eröffnet wird, flexibler

auf die Agrarmarktentwicklung zu reagieren. Dies machen die Veränderungen in der Anbau- und Produktionsstruktur besonders deutlich. So waren für die Landwirte weniger wirtschaftliche Kulturen, wie Weizen und Baumwolle, in den beiden letzten Jahrzehnten rückläufig in der Anbaufläche und im Flächenertrag, während vor allem die wirtschaftlich interessanten, arbeitsintensiven Kulturen, wie Gemüse und Obst, stark zugenommen haben. Mit Zunahme der Viehhaltung wurde der Anbau von Alexandrinerklee ausgedehnt, indem die Winteranbauperiode verlängert und die Sommeranbaufläche vergrößert wurde. Beides ging zu Lasten des Baumwollanbaus. Schließlich hat sich besonders im Nildelta die Anbaustruktur durch die Ausweitung des Reisanbaus verändert. Hauptsächlich waren es die wirtschaftlichen Verhältnisse, die diese Entwicklung bestimmten. Sie wurde jedoch erst möglich, da durch den Bau des Assuanstaudammes die notwendige Sicherheit in der Wasserbereitstellung geschaffen wurde. Generell kann festgestellt werden, daß die Flächenerträge kontinuierlich angestiegen sind. Eine Ausnahme bilden die vernäbten Flächen, bei denen erst nach Wiederherstellen einer ordnungsgemäßen Dränung Ertragssteigerungen erzielbar wurden. Obwohl das Ertragsniveau im Vergleich zu anderen Bereichen der nordafrikanischen und nahöstlichen Regionen bereits hoch liegt, wird das Ertragspotential der Böden im Nilbereich Ägyptens zur Zeit noch nicht ausgeschöpft. Weitere Ertragssteigerungen sind durchaus möglich.

Be- und Entwässerung

Durch die Verfügbarkeit ausreichender Wassermengen ist die Kontrolle der Wasserverteilung nicht mehr mit der erforderlichen Sorgfalt durchgeführt worden. Viele Flächen werden überbewässert, was ein übermäßiges Ansteigen des Grundwasserspiegels und Bodenvernässung zur Folge haben kann. Auf diesen Zyklus hat besonders Diestel verwiesen und gefordert, daß systematisch in begrenzten Bewässerungseinheiten Betriebssysteme entwickelt werden müssen, die beispielhaft in ihrer Region den Boden- und Grundwasserbedingungen angepaßte Methoden demonstrieren und dem landwirtschaftlichen Beratungsdienst verlässliche Werte zur Produktionssicherung und -steigerung liefern.

Als besonders wichtig sieht in diesem Zusammenhang Wolff den weiteren Ausbau der Vorflut und die Dränung der Ackerflächen an. Diese Maßnahmen wurden erst relativ spät in Angriff genommen und sollten weiterhin möglichst beschleunigt durchgeführt werden.

Während die Unterhaltung der Feldbe- und -entwässerungskanäle durch die Landwirte einigermaßen sichergestellt ist, sieht Wolff ein Problem in der Unterhaltung der Bewässerungshauptkanäle und der Entwässerungsgräben und -kanäle. Diese wird deshalb vernachlässigt, weil die dafür zuständigen örtlichen Behörden infolge der Verknappung an Arbeitskräften in den ländlichen Gebieten keine Arbeiter gewinnen können. Die körperlich sehr schweren und infolge der Bilharziose hygienisch äußerst problematischen manuellen Unterhaltungsarbeiten können deshalb nicht mehr durchgeführt werden. Die Versuche, insbesondere das Verkrautungsproblem mit Hilfe von Schürfkübelbaggern und Herbiziden zu lösen, sind sehr bedenklich. Es ist somit vordringlich, neue angepaßte Unterhaltungskonzepte mit sinnvoll mechanisierten Entkrautungs- und Räumungsverfahren zu entwickeln. Das Ministry of Irrigation hat in Zusammenarbeit mit dem FAO/World Bank Cooperative Programme Investment Center ein entsprechendes Programm aufgestellt.

Blum weist noch auf die Übersandung von Bewässerungsflächen in Oberägypten hin, die von den Dünen in den angrenzenden Wüstengebieten ausgeht. Diese war schon vor dem Staudambau vorhanden. Die Sande wurden jedoch durch die Hochwässer wieder erodiert und im Sinne einer Bodenverbesserung auf den schweren Bewässerungsböden verteilt. Heute ist eine Zunahme der Flächen mit Versandung zu verzeichnen, die lokal zu starken Ertragseinbußen führt. Durch Stabilisierung der Dünen könnten diese Bodenverluste verringert werden.

Gesundheit

Die hygienischen Bedingungen für die Bevölkerung in Agglomerationen, wie es das Niltal darstellt, erfordern eine Vielzahl von Maßnahmen, um Krankheit und Siechtum oder auch wirtschaftliche Schäden zu vermeiden. Den wassergebundenen Krankheiten ist im

Zusammenhang mit dem Bau des Assuanstaudammes große Aufmerksamkeit geschenkt worden. Dr. Meier-Brook konnte aber mitteilen, daß die Befürchtungen, die ursprünglich hinsichtlich Malaria, Kala Azar (viscerale Leishmaniose, Flagellatenbefall innerer Organe), Hakenwurmkrankheit und mückenübertragende Virusinfektionen gehegt wurden, bisher alle nicht eingetreten sind. Allerdings ist die Gefahr einer Ausbreitung dieser Krankheiten grundsätzlich noch nicht beseitigt, insbesondere muß noch vor dem Rattenlungewurm gewarnt werden, der auch beim Menschen auftreten und Hirnhautentzündung verursachen kann. Durch die Rattenvermehrung und die Mitwirkung von Schnecken als Zwischenwirt ist eine überproportionale Zunahme des Parasitenbestandes zu erwarten.

Eine reale Verschlechterung der Gesundheitssituation hat sich bisher bei der Bilharziose abgezeichnet. Sie kommt in zwei Formen vor: Der Urogenitalbilharziose mit Blasenschäden, die seit jeher in ganz Ägypten auftrat, und der Darmbilharziose mit Leberschäden, die nur im Nildelta bis aufwärts nach Kairo festgestellt wurde. Beide Krankheiten sind praktisch auf den Menschen begrenzt und verlaufen ausgesprochen chronisch. Die Schäden summieren sich im Laufe der Jahre und führen über Lethargie und Siechtum zur Arbeitsunfähigkeit. Der Lebenszyklus des Erregers läuft zwischen Mensch und Wasserschnecken ab, welche innerhalb von Wasservegetation ihre Nahrung finden.

Die Bilharziose gehört zu den parasitären Krankheiten, die sehr verzögert auf Änderungen der Übertragungsbedingungen reagieren. Verschlechterungen können nur lokal registriert werden und fallen bei großflächigen Erhebungen meist nicht ins Gewicht. Landesweit wird jedenfalls in Ägypten ein Rückwärtstrend beobachtet, der durch Vergleichserhebungen, die seit 1937 unternommen werden, belegt ist. Diese Verbesserungen der landesweiten Situation gehen auf langjährige Erfahrungen der Ägypter mit der Bilharziose-Bekämpfung unter Mitwirkung ausländischer Fachleute zurück. Dennoch ist in den Bereichen um den Assuanstausee eine Zunahme zu verzeichnen, die besonders die Fischer betrifft, die berufsbedingt Wasserkontakt haben. Auch unterhalb des Assuanstaudammes sind lokal höhere Durchseuchungsraten ermittelt worden. Dennoch geht

insgesamt eine negative Folge der Veränderungen am Nil aus diesen Zahlen nicht zwingend hervor. Es wird aber darauf hingewiesen, daß die Schneckenpopulation sich in Abhängigkeit von der Wasser-vegetation in den Nilarmen und in den Kanälen und Gräben der Be- und Entwässerung erheblich vermehren kann. Kritischer bewertet Meier-Brook die Veränderung der Relation zwischen Blasen- und Darmbilharziose. Es liegen Beobachtungen vor, nach denen sich die Darmbilharziose weiter stromaufwärts auszubreiten scheint. Die Zwischenwirtschnecke dieser Krankheitsform bevorzugt ruhigere Gewässer und kann den Blasenbilharziose-Zwischenwirt dort verdrängen, wo er früher zwar im noch tolerierten strömenden Wasser lebte, jetzt aber im langsamer fließenden Wasser dem Konkurrenten ausgesetzt ist.

Die Bekämpfung der Bilharziose kann zuverlässig nur durch gleichzeitiges Eingreifen an mehreren Stellen des Verbreitungszyklus erfolgen. Dabei stehen zwar die medikamentöse Behandlung der befallenen Menschen und die Schneckenbekämpfung an erster Stelle, darüber hinaus ist aber die Aufklärung wichtig, wie man sich durch persönliche Hygiene vor Infektionen und die Gewässer vor Kontamination mit den Erregern schützt. Auf Dauer läßt sich die Gefahr der Bilharziose nach Meier-Brook nur durch eine Verbesserung der sanitären Verhältnisse, durch Bereitstellen hygienisch einwandfreien Wassers in Wasserversorgungsanlagen und ordnungsgemäße Abwasser-Kanalisation mit entsprechenden Kläranlagen eindämmen.

Mit seiner intensiven Landwirtschaft, dem günstigen Klima und der hohen Bevölkerungsdichte ist das Nilgebiet immer ein bevorzugtes Habitat für Mäuse und Ratten, die Schädner, gewesen. Nilgrasratte, Hausmaus, Hausratte und Wanderratte sind typische Kulturfolger, die in Notzeiten anspruchslos und unauffällig vertreten sein können, aber unter günstigen Bedingungen zu starker oder explosionsartiger Vermehrung imstande sind. Im Niltal sind nach Dr. Dieterlen solche "günstigen Bedingungen" heute in besonderem Maße erfüllt. Eine Habitatsvereinheitlichung durch Anlage großer landwirtschaftlicher Flächen entspricht den Schädnern, nicht-kulturfolgende Arten fallen als Konkurrenten weg. Durch den Anbau

hochwertiger Nahrungspflanzen und durch ganzjährige Bewässerung verbessert sich die Ernährungslage qualitativ und quantitativ. Mit den Biotopveränderungen geht auch die Zahl der natürlichen Feinde zurück. So entwickelten sich die Schädner zu einem Dauerproblem und der angerichtete Schaden wurde 1980 auf 300 Mio DM geschätzt.

Nachdem im Nilgebiet praktisch alle populationsmindernden Faktoren entfallen sind, ist für die Kontrolle der Schädner fast ausschließlich der Mensch zuständig. Praktisch bedeutet das eine verstärkte Bekämpfung mit Rodentiziden im Freiland und in den Gebäuden. Seit 1982 läuft ein "Egyptian German Field Rat Control Project", das bereits bemerkenswerte Erfolge zeitigt und die Schäden im Jahre 1985 auf weniger als 1 % (die Hauptkulturen betreffend) drückte. Dieses Projekt ist auch wegen seiner methodischen Erfolge bemerkenswert, da für die Bekämpfung die chronisch wirkenden Antikoagulation-Rodentizide dem gefährlichen Akutgift Zinkphosphid vorgezogen werden und der Einsatz auf den unmittelbar vor dem Anwachsen der Population liegenden Zeitpunkt konzentriert werden konnte, wodurch sich die Vermehrung stark einschränken läßt. Feldhygienische Maßnahmen, Schulung der Bauern und einheimischer Rattenbekämpfer und Predatorenschutz sind notwendige flankierende Maßnahmen.

Fischerei

Die weiter oben beschriebenen Veränderungen der Wassergüte im Stausee und im Nilstrom beeinflussten die ägyptische Fischerei nicht nur im Nilstrom mit seinem Delta, sondern auch im der Küste vorgelagerten Mittelmeerbereich bis weit über die Grenzen der ägyptischen Hoheitsgewässer hinaus. Hier machte sich nach Bilio besonders das Fehlen der anorganischen und organischen Schwebstoffe bemerkbar. Der verringerte Nährstoffgehalt des Wassers und der Verlust der angestammten Laichzonen in den Überschwemmungsgebieten hat das Verhalten der an die vorher herrschenden Umweltbedingungen angepaßten Organismen nachhaltig gestört. Der Rückgang der Erträge unterstrom von Assuan war somit zwangsläufig. Im

Stausee ist dagegen seit 1963 eine Fischerei entwickelt worden, die sich von 1967 mit 4.000 t Jahresertrag auf 17.000 t im Jahre 1977 entwickelte. Das Potential wird etwa auf 20-25.000 t/Jahr geschätzt, dessen Nutzung noch durch Probleme der Infrastruktur für Lagerung und Transport behindert wird.

Im Mittelmeer hatte sich die ägyptische Fischerei von 5.000 bis 6.000 t im Jahre 1929 auf 35.000 bis 38.000 t/Jahr zum Ende der 50er Jahre entwickelt. Diese Fänge gingen dann aber bereits wegen Überfischung zurück. 1970 wurden noch 8.000 t gefangen. Parallel dazu gingen auch die Sardinenfänge seit Mitte der 60er Jahre drastisch zurück, was den Zusammenhang mit der Verringerung des Nährstoffgehaltes nach Schließen des Assuandammes vermuten läßt.

Schlammtransport

Von verschiedener Seite sind Pläne entwickelt worden, um die durch das Fehlen des Nilschlammes unterhalb Assuan eingetretenen Folgen zu vermindern. Dazu gehörte der Vorschlag, durch künstliche Schwebstoffzufuhr die morphologischen Veränderungen im Nilstrom abzustoppen. Hierzu liegen Erfahrungen vom Oberrhein vor, über die Professor Gehrig berichtete. Die Menge der benötigten Stoffe, ihre Aufbereitung und ihr Transport wären von einer Dimension, die sicherlich in keinem Verhältnis zum Aufwand von Stützwehren liegt, mit denen das Nilbett auch gesichert werden kann.

Ein anderer Plan sah vor, die am Einlauf zum Assuanstausee abgelagerten Sedimente mit einer Rohrleitung zum Staudamm zu transportieren und dem Unterwasser beizugeben. Führböter hat hierzu in einer Überschlagsrechnung nachgewiesen, daß für eine Fördermenge von 30 Mio t Schlamm je Jahr eine Rohrleitung von 1,20 m Durchmesser, 2 Saugbagger und mindestens 5 Pumpstationen längs der Rohrleitung mit entsprechender Energieversorgung benötigt werden. Die Investitionskosten werden auf DM 750 Mio geschätzt. Die Betriebskosten sind durch den Verschleiß an Rohrleitungen und Maschinen und die rd. 19 MW Antriebsleistung bestimmt, was einen

jährlichen Energiebedarf von 170 Mio kWh erfordert. Je Tonne geförderten Schlammes würden sich Kosten ergeben, die zwischen DM 4 und DM 5 liegen. Nachdem die Bedeutung des Schlammes für die Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit bei intensiver Bewässerungslandwirtschaft durch Wolff als marginal bezeichnet wurde, liegt auch dieser Aufwand außerhalb der Notwendigkeiten.

System und Wirklichkeit

Das Gespräch der Sachverständigen und die damit verbundenen intensiven Diskussionen haben das Problem des Assuanstaudammes und seiner sogenannten Folgeschäden aus den unterschiedlichsten Perspektiven beleuchtet. Dabei fanden sich die "Generalisten" und die sehr spezifischen Fachleute trotz der immer wieder bemängelten Datenlage über die Wirklichkeit des Projektes in einigen wesentlichen Punkten zusammen.

Dazu gehörte vor allem der Kernsatz von Hartung: "Der Assuanstaudamm ist nicht fertiggebaut worden!". Wenn auch zum Zeitpunkt der Planungen der Wissensstand und die Methodik nicht unseren heutigen Kenntnissen entsprechend konnte, so waren doch die wesentlichen zu erwartenden Folgen der Störung des Gleichgewichts am Nil bekannt. Mit entsprechenden Maßnahmen hätten viele der heute als Folgeschäden deklarierten Erscheinungen vermieden oder in ihren Wirkungen besser beherrscht werden können.

Auch die Aussagen von Wolff über das Ertragspotential der Böden in Ägypten, über die Nutzung der Ressource Wasser für die Intensivierung der Landwirtschaft und über das ökonomische Verhalten der Landwirte trotz widriger Rahmenbedingungen wurden als Verpflichtung gewertet, dieses Potential zu erhalten und zu fördern.

Es wurde auch von allen Beteiligten anerkannt, daß ein Teil der sogenannten Folgeschäden seine Ursache in ganz anderen Bereichen hat. Wüst hat insbesondere die sich ständig verschärfenden ökologischen und ökonomischen Probleme der Landschaftsentwicklung

und den konkurrierenden Ansprüchen im engen Raum des Nilgebietes ergeben. Sie erscheinen heute nur lösbar, wenn bei der zukünftigen Entwicklung alle Programme und Projekte rigoros in eine Raumordnung eingegliedert werden, die ökologisch und ökonomisch vorbedacht ist und die vor allem der langfristigen Gestaltung der Priorität gegenüber kurzfristigen, durch politische Macht erzwungene Entscheidungen gibt.

Aus dieser Sicht wurden die folgenden Projektvorschläge als sinnvoll angesehen, um Ägypten bei der Lösung seiner mit dem Nilsystem zusammenhängenden Probleme zu helfen. Die Reihenfolge der Vorschläge gibt in etwa auch ihre Priorität wieder, wobei aber jede Maßnahme für sich sofort einen Beitrag zur Lösung offener Probleme leisten kann.

1. Planung und Bau von Stützwehren und Sanierung bestehender Wehranlagen. Damit sollen die flußmorphologischen Verhältnisse zwischen Assuan und Kairo stabilisiert werden.
2. Planung und Durchführung eines Programms zur Unterhaltung der Be- und Entwässerungskanäle. Damit sollen durch Entwicklung und Einführung angepaßter Mechanisierungsmethoden die Betriebssicherheit der Hauptsysteme gestützt und die Arbeits- und Hygienebedingungen in den Systemen verbessert werden.
3. Untersuchung und Entwicklung von Maßnahmen zum Schutz von Gründungen und Bauwerken, insbesondere Bau- und Kunstdenkmälern, in Gebieten mit erhöhtem Grundwasserspiegel.
4. Zusatzuntersuchungen und Sicherungsmaßnahmen für die bestehende Toschka-Entlastung.
5. Erforschung der Erosionsvorgänge an der Küstenlinie des Nildeltas und meeresökologische Untersuchungen.
6. Mitwirkung bei Programmen zur Bekämpfung der Bilharziose und anderer wassergebundener Krankheiten.
7. Weiterführung der Aktivitäten bei der Bekämpfung der Schädner.
8. Entwicklung eines Kooperationsprogrammes für die Bewirtschaftung typischer Bewässerungsflächen in Oberägypten unter Partizipation auf niedriger Ebene.
9. Unterstützung eines gewässerkundlichen Instituts für Erhebung und Auswertung aller Daten der ober- und unterirdischen Gewässer mit dem Ziel der Entwicklung verbindlicher Bewirtschaftungspläne.

10. Unterstützung eines Institutes zur Regional- und Landschaftsplanung im Niltal unter Einbeziehung ökologischer Erfordernisse.

Jeder dieser Projektvorschläge läßt sich aus der im Ergebnisbericht dargelegten Problematik begründen. Eine Spezifizierung muß detaillierteren Untersuchungen vorbehalten bleiben.

Schlußbemerkung

Der Verfasser dieses Ergebnisberichtes bedankt sich bei allen Gesprächsteilnehmern für die ausgezeichneten Kurzfassungen der Gesprächs- und Diskussionsbeiträge, die ihm die Arbeit bei der Zusammenfassung in diesem Bericht wesentlich erleichterten. Er hat sich bemüht, alle vorgetragenen Gedanken zu werten und in einen größeren Rahmen zu stellen, um das gemeinsame Anliegen der Nutzung des Nils zum Fortschritt Ägyptens und seiner Bevölkerung bestmöglich zu unterstützen.

Roske, K., Prof. Dr.-Ing.

Einleitungsreferat *)

Meine sehr geehrten Damen und Herren, liebe Kollegen,

ich danke Ihnen recht herzlich für Ihr Interesse an diesem Gespräch, zu dem wir uns hier auf Veranlassung des Bundesministeriums für wirtschaftliche Zusammenarbeit zusammengefunden haben.

Im Mittelpunkt unserer Diskussionen wird das Stromgebiet des Nils stehen, insbesondere aber die Folgewirkungen der großen Baumaßnahmen des Assuandammes, die im Jahre 1971 fertiggestellt wurden. Diese Maßnahme hat nicht nur wegen der politischen Konstellationen während der langen Planungs- und Bauphase die Aufmerksamkeit der Öffentlichkeit gefunden. Bis heute ist sie im Gespräch geblieben, da nun mal der Nil, als die Mutter einer der großen Kulturen dieser Welt, jedermann bekannt ist. So ist der Assuandamm zum "Leitbild", insbesondere zum negativen Leitbild, für die Bewertung großer wasserwirtschaftlicher Maßnahmen, vor allem großer Talsperren geworden. Es vergeht kein Monat, in dem nicht irgendwo in der Welt der Assuandamm und seine Folgen als warnendes Beispiel zitiert werden. Wobei allerdings die Zahl der wissenschaftlichen Veröffentlichungen von den journalistischen und populärwissenschaftlichen Äußerungen weit übertroffen wird.

Im Rahmen der Entwicklungshilfe ist nicht erst seit der Proklamation der "Grenzen des Wachstums" durch den Club von Rom und Schumachers so eingängiger These "Small is beautiful" immer wieder diskutiert worden, ob die Großvorhaben mit ihren angeblich nicht überschaubaren Folgewirkungen oder die Vielzahl kleinerer Vorhaben, die sich angeblich in jeder Beziehung besser überschauen lassen, die geeigneteren Alternativen zur Entwicklung

*) Das nachstehende Einleitungsreferat wurde aus Zeitgründen nicht in der geplanten Form vorgetragen. Da einige Punkte in der Diskussion angesprochen wurden, wird es den Expertenunterlagen beigelegt.

eines Landes sind. Ich stelle dies hier mit an den Anfang, obwohl wir nicht eine Lösung für diese Fragestellung erarbeiten wollen, sondern uns ganz bewußt auf den Assuandamm und seine Folgewirkungen beschränken möchten, wobei wir wiederum die Folgewirkungen in dem weiten Spektrum von positiv und negativ werten sollten. Dennoch sollten wir uns bewußt sein, daß es in der sozialen und wirtschaftlichen Entwicklung der Länder der Dritten Welt keine Patentrezepte gibt, sondern daß sowohl kleinere wie größere Maßnahmen geeignete Hilfsmittel sein können, um die Ressourcen eines Landes zu seinem Wohle zu nutzen, so zu nutzen, daß sie erhalten, ständig erneuert oder sogar begünstigt werden. Daß die Entscheidungen hierüber nicht leicht sind, erfahren wir alle täglich, die wir hierzu mehr oder weniger beitragen. Dies soll auch ein Sinn dieses Fachgesprächs sein, am Beispiel des Assuandammes Tatsachen festzustellen, zu analysieren und zu bewerten, um Entscheidungshilfen für Großprojekte aufzuzeigen. Und der andere Sinn soll darin liegen, zu analysieren, welche Maßnahmen könnten in Ägypten sinnvoll sein, um die wasserwirtschaftliche Ressource Nil langfristig zu erhalten und sie so einzusetzen, daß die anderen Ressourcen des Landes ebenfalls langfristig genutzt oder entwickelt werden können.

Zur Einstimmung in die spezielle Fragestellung haben wir Ihnen einige Unterlagen vorab übersandt, die ich hier aber nicht mehr vortragen möchte. Ich habe auf den beigefügten Blättern einige Fakten zum Assuandamm und Nil zusammengetragen und wenigstens einige der Beziehungen zwischen den Faktoren, die direkt oder indirekt durch den Assuandamm beeinflußt wurden, dargestellt. Sicher wird es notwendig, diese Zusammenfassung noch anzureichern oder sogar neu zusammenzustellen, es ist nur der Versuch einer ersten Hilfestellung, um nicht von der Komplexität der Fragestellungen erschlagen zu werden.

Zwangsläufig ergeben sich daraus auch einige Kästchen, in die man Sie mit der von Ihnen vertretenen Fachrichtung einsperren könnte, wir wollen dies aber in dieser offenen Diskussion bewußt nicht tun, um auch das laterale Denken nicht zu vernachlässigen. Dennoch darf ich Sie bitten, sich dabei an Fakten zu halten, da wir aus Zeitgründen sicher nicht in der Lage sein werden, alle ange-

sprochenen Gedanken zu verfolgen. Vielleicht haben wir im letzten Teil unserer Gespräche die Möglichkeit, einige der nicht voll ausdiskutierten Probleme noch einmal aufzunehmen und besser zu durchleuchten.

Mit den Auswirkungen großer Talsperrenbauten hat man sich immer dann befaßt, wenn solche Maßnahmen anstanden. Systematisch im heutigen Sinne ist man dabei aber recht selten vorgegangen. So fielen Planung und Bau des Assuandammes in eine Zeit, in der man gerade erst begann, die größeren Zusammenhänge zu untersuchen, da bis dahin die Möglichkeiten systematischer Erfassung von Daten über Systeme und deren Auswirkungen noch sehr beschränkt waren. Erst Ende der 60er Jahre war das Instrumentarium des Systems-Engineering soweit entwickelt, daß komplexere Fragestellungen untersucht werden konnten.

Zur gleichen Zeit erhielt das sogenannte Umweltbewußtsein die ersten weltweiten Anstöße. 1968 beschloß die Vollversammlung der Vereinten Nationen eine "Weltkonferenz über die menschliche Umwelt" einzuberufen, die 1972 in Stockholm zusammentrat. Bereits 1971 wurde in einer Botschaft an den US-Kongreß die Grundlage für den Environmental Protection Act eingebracht. Seit 1967 hatte der Internationale Talsperrenkongreß (ICOLD), der als permanente Einrichtung alle 3 Jahre tagt, immer wieder Einzelprobleme zur Wirkung von Talsperren auf ihre Umwelt behandelt. 1973 war dieser Punkt eines der Hauptthemen des Kongresses in Madrid. Umfangreiches Material wurde zusammengetragen, Arbeitshilfen entwickelt, vor allem aber wurde versucht, die tatsächliche Komplexität zu erfassen. Seitdem hat ICOLD mehrere Beiträge zur Problematik veröffentlicht. 1985 war der Kongreß in der Schweiz sogar Anlaß zu einer Demonstration engagierter Naturschützer.

In den letzten Jahren wurden für mehrere große Staudammvorhaben eingehende Umweltverträglichkeitsprüfungen durchgeführt, die unsere Kenntnisse erweiterten. Das BMZ hat 1983/84 in einem Forschungsvorhaben den Wissensstand über die ökologischen Auswirkungen von Staudammvorhaben zusammentragen lassen. Im Band 60 der Forschungsberichte des BMZ sind insbesondere die Erfahrungen in

den Entwicklungsländern dokumentiert und es ist ein Instrumentarium entwickelt worden, das bei Entscheidungen über Projekte einen Überblick der Wirkungsmechanismen gibt.

Abschließend darf ich feststellen, daß unser Wissen und unsere Erfahrung auf diesem Gebiet sich stetig erweitert haben. Dennoch treten beim konkreten Einzelfall immer wieder Probleme auf. Offensichtlich sind die Wirkungszusammenhänge so komplex, daß trotz vielen eingebrachten Fachwissens, immer wieder Konstellationen möglich werden, die den langfristigen Erfolg eines Projektes gefährden können. Dieses Gespräch über den konkreten Fall Assuandamm, ein Fall "expost", soll uns gemeinsam einen Schritt weiterbringen.

Ägypten
und der Nil

Flächen

Gesamt	1 001 450 km ²	
Nilgebiet	35 000 km ²	(3.5%)
Oberägypten	12 000 km ²	
Delta ab Kairo	23 000 km ²	

Bevölkerung

1937	16 Mio
1947	19 Mio
1960	26 Mio
1966	30 Mio
1972	35 Mio
1985	49 Mio

Verteilung

2/3 im Delta und Kairo
1/3 in Oberägypten
1% außerhalb Nilgebiet

ländliche Bevölkerung

1937	76 %
1950	65 %
1960	62 %
1970	58 %
1985	54 %

Bevölkerungsdichte

Gesamtgebiet	49 E/km ²
Nilgebiet	1 400 E/km ²

Landwirtschaftliche Nutzfläche

Oberägypten bis Assiut	706 000 ha
Mittelägypten	202 000 ha
Unterägypten, Delta ab Kairo	1 613 000 ha
Gesamtfläche	2 521 000 ha

Anbauintensität	1,90
Erntefläche	4 790 000 ha

Wasser

Abfluß bei Assuan	84,0 Mrd.m ³
-------------------	-------------------------

Ursprung

Weißer Nil	29 %
Blauer Nil	58 %
Atbara	13 %

Verteilung gemäß

Nilabkommen 1959

Anteil Ägypten	55,5 Mrd.m ³
Anteil Sudan	18,5 Mrd.m ³
Verluste	10,0 Mrd.m ³

Staubeckeninhalt	164	Mrd. m ³
Nutzinhalt	90	Mrd. m ³
Abflußregelung	18	Mrd. m ³
Hochwasserschutz	26	Mrd. m ³
Totraum	30	Mrd. m ³
Staubeckenoberfläche	5 500	km ²
Rückstaulänge	500	km
Abflußregime vor Dammbau		
Trockenwetter	900	m ³ /s
Hochwasser	8 500	m ³ /s
HW	12 000 - 14 000	m ³ /s
Abflußregime nach Dammbau		
Trockenwetter	1 200	m ³ /s
Hochwasser	2 800	m ³ /s
HW-Entlastung	6 000	m ³ /s

D E R N I L

Hochseefischerei
Sardinenfischerei
Garnelenfang

Küstenveränderung		Küstenabtrag
Veränderung der Lagunenseen	* * * * *	* Landverlust am Meer
Grundwasseranstieg	* * * * *	* Bodenversalzung
Kapillarsaum	* * * * *	* Bodenvernässung
Veränderung der Böden	* * * * *	Abfallbeseitigung
Abwasserschlammbeseitigung	* * * * *	Abwasserbeseitigung
Veränderung des Baugrundes	* * * * *	Flußbettreinigung
Düngemittleinsatz	* * * * *	Grundwasserstands-
Tongewinnung	* * * * *	schwankungen verringert
Bewässerungssysteme	* * * * *	Ausbreitung der Wüste
Verkrautung	* * * * *	Entwässerungssysteme
Sickerverluste in Kanälen	* * * * *	Verkrautung
Bilharziose	* * * * *	Bodenmikrofauna
schädliche Tiere	* * * * *	Schädlinge
Pflanzenschutz	* * * * *	Kalium, Phosphor, Nitrat
Brücken, Wehre	* * * * *	Organische Stoffe
Bauwerke im Fluß	* * * * *	Entnahmebauwerke
Sandstürme	* * * * *	Archäologische Bauten
Veränderung der Ufer	* * * * *	Veränderung des Baugrundes
Eintiefung des Flußbettes	* * * * *	Bettmäander
Toschkaüberleitung	#####	Erosion
Bilharziose	# * #	ASSUANDAMM
Wasserpflanzen	# * #	Eutrophierung
Wassergüteänderung	# * #	Fischerei
Bodenschlamm	# * #	Klimaänderungen
Schlammablagerung	# * #	Verdunstung
Versickerungsrate	* * *	Sandstürme

Wüst, H.S., Prof. Dipl.-Ing.

Vertretene Fachgebiete:

Raumordnung und Landesplanung

Zusammenfassender Bericht

Die sich ständig verschärfenden ökologischen und ökonomischen Probleme der Landschaftsentwicklung und Landnutzung in Ägypten, die wachsenden Konflikte einer weitgehend ungesteuerten Flächennutzung und der zunehmenden Gewässer- und Bodenbelastung im gesamten Niltal sind vielen Faktoren zuzuschreiben, welche sich nur teilweise als direkte Folgewirkungen des Assuan-Staudammes darstellen. Dies zeigten die Diskussionsbeiträge bei dem o.a. Expertengespräch am 20./21.2.1986 in Frankfurt. Deutlich wurde dabei auch, daß noch immer ein erhebliches Defizit an Fakten und Informationen, über grundlegende Tatbestände und Planungsdaten besteht.

Das Hauptproblem in Ägypten ist sicherlich die äußerst prekäre Wirtschafts- und Ernährungslage. Diese gesamtwirtschaftliche Ausgangslage, die übrigens auch bereits seinerzeit maßgeblich als eine Begründung für die politische Entscheidung des Staudammbaues war, muß nun heute insbesondere im Zusammenhang mit folgenden Ursachen und Wirkungen betrachtet werden:

- Hohe Verschuldung

Sie führt dazu, daß heute insbesondere auch Agrargüter für den Export produziert werden müssen, um die Tilgung zu finanzieren.

- Hohe Verstädterungsrate

Sie reduziert die von der Landwirtschaft lebende, zugleich erhöht sie die zu ernährende, nicht mehr im Agrarsektor tätige und nicht Agrargüter produzierende Bevölkerung.

- Hohe Geburtenrate

Diese erhöht in absoluten Zahlen die zu ernährende Bevölkerung, bewirkt einen zunehmenden Siedlungsdruck in die landwirtschaftlich genutzten Bereiche im gesamten Niltal. Der dadurch bedingte weitere Verlust von Ackerflächen verschärft das Problem zusätzlich. Möglich wurde dieser verhängnisvolle Trend erst nach dem Dammbau (regulierte Wasserführung des Nils, Ausbleiben der periodischen Überschwemmungen des Stromlandes).

- Verknappung der Ressource Boden

Der drastische Rückgang der landwirtschaftlich genutzten Flächen im Niltal, vor allem auch im Nildelta, hat folgende Gründe:

- Versalzung
- Desertifikation
- Bodenverlust durch ungeordnete städtebauliche Entwicklung, d.h. durch Urbanisierung, Industrialisierung, aber auch durch den besonderen Standortbedingungen unangepasste Planungs- und Baumethoden, Infrastrukturmaßnahmen sowie den den Boden beeinträchtigende Nutzungsstrukturen.

- Veränderte Verteilung der Ressource Wasser

Sie bewirkt Probleme im Wasserregime des Nils, in der Ökologie dieses einzigartigen Fließend-Wasser-Ökosystems, in der Nutzung und Bewirtschaftung der landwirtschaftlich genutzten Flächen (Be- und Entwässerung), aber auch bei der Trinkwassergewinnung und bei der Abwasserbehandlung.

Kennzeichen für die bisherige Betrachtungsweise der unterschiedlichen Problembereiche:

Es wurden und werden immer noch jeweils für einzelne Problembereiche und Fragestellungen sektoral und fachspezifisch sehr unterschiedliche, einseitige und z. T. divergierende Lösungskonzepte propagiert.

Auch diese Feststellung läßt sich als Resumée des zweitägigen Expertengesprächs treffen.

Das Expertengespräch hat ferner gezeigt, daß sich aufgrund der ungenauen und unvollständigen Datenlage, von z. T. widersprüchlichen Aussagen und einer bislang fehlenden fortschreibenden Raumbesichtigung die im einzelnen auch kontrovers diskutierten und in den verschiedenen in- und ausländischen Publikationen dargestellten Problemstrukturen und Folgewirkungen des Assuandammes bislang nicht eindeutig präzisieren und quantifizieren lassen. Auch sogenannte Kosten-Nutzen-Analysen vermögen in diesem komplexen Wirkungsgefüge nicht zu greifen.

Als besonders bemerkenswert verdient eine wichtige Kernaussage des Gesprächs festgehalten zu werden: Das Assuanprojekt ist im Prinzip nicht zu Ende gedacht, oder anders ausgedrückt, im Hinblick auf die entstandenen Folgewirkungen und erforderlichen Folgemaßnahmen nicht zu Ende gebaut worden. Vor allem hinsichtlich der Handhabung eines durch den Aufstau bedingten neuen "watermanagements" sind viele notwendige flankierende Maßnahmen, eine gezielte Informationspolitik, vor allem auch eine breite Öffentlichkeits- und Aufklärungsarbeit bei den Fellachen vor Ort, unterblieben; es fehlte die Beratung der Landwirte. Dies hatte u.a. zur Folge, daß der Boden, seit je her wichtiger Teil des Ökosystems Nil, mit seinen Stoffkreisläufen besonders im Hinblick auf den Wasser- und Nährstoffhaushalt auf die Veränderungen im Wasserhaushalt und bei der Umstellung der Bewässerungsmethodik empfindlich reagierte.

Folgerungen

Es bedarf eines neuen Ansatzes der Betrachtungsweise, d.h. der Zuordnung und Prüfung der Verträglichkeit von Nutzungen im Sinne eines "internen Ausgleichs" dahingehend, daß jedenfalls keine weitere synenergetische, d.h. durch mehrere Kräfte zusammenwirkende Steigerung der Belastung erfolgt.

Hierauf wird unter 9. und 10. eingegangen.

Prioritäre Lösungsansätze

Für die Landesplanung und Raumordnung Ägyptens bedeutsame und insbesondere für die Entwicklung des Niltales ergeben sich folgende denkbare Projekte und Forschungserfordernisse, deren Notwendigkeit aus dem Assuan-Staudamm resultiert. Projekte, die zugleich auch einen Beitrag zur Sanierung und Stabilisierung der Ökosysteme des gesamten Nilstromlandes leisten können.

1. Bau von drei neuen Stützwehren und Sanierung bestehender, bereits veralteter und reparaturbedürftiger Stützwehre sowie Durchführung der erforderlichen flankierenden Maßnahmen zur bauingenieurmäßigen und ingenieurbiologischen Sicherung und Unterhaltung der Ufer und deren Seitenbefestigungen. Mit Priorität wurde ein neues Wehr bei Esna herausgestellt.
(weitere Ausführungen hierzu siehe unter 9./10.)
2. Planung und Realisierung des Toschka-Projektes. Hier bedarf es weitergehender ökologischer Voruntersuchungen und Risikoanalysen.
(weitere Ausführungen hierzu siehe unter 9./10.)
3. Unterstützung z. T. bereits laufender Projekte zur Mechanisierung der Be- und Entwässerungssysteme. Hierbei sollte die Funktion der Böden, ihre Schutzbedürftigkeit, die an sie gestellten Nutzungsansprüche und die daraus resultierenden Gefahrenpotentiale als Bezugspunkte für eine künftige Bodenordnung und Bodenschutzpolitik im Nil projektbezogen mituntersucht werden.
4. Erforschung der gesamten Meeresküstenproblematik am Mittelmeer, insbesondere der sehr komplexen Erosionsvorgänge, des Ansteigens des Meeresbodens sowie des Wirkungsgefüges der Meeresökologie.
5. Untersuchung von Maßnahmen zum Schutz von Bauten, Bauwerken, insbesondere auch von Bau- und Kunstdenkmälern vor den Gefahren und Folgen des erhöhten Grundwasserspiegels.

6. Bekämpfung der Bilharziose und der Ausbreitung von Krankheitserregern sowie von Schadtieren.
7. Stützung und Förderung von Forschungsvorhaben in Richtung Anwendung und Weiterentwicklung von biologischen Methoden zur Einsparung von künstlichen Stickstoffdüngern gerade beim Intensivanbau von Reis und Getreide.
8. Entwicklung und Aufbau eines umfassenden "Landschaftsinformationssysteme"
Erfassung und Fortschreibung von Daten über den Stausee, die Flußmorphologie, die Veränderung der Küstenlinie, der Grundwasserstände, der Flächennutzungen, der offenen Fließgewässer (Be- und Entwässerungssysteme), der Böden und der Siedlungsstrukturen, des Klimas u.a. als Grundlage für ein Monitoring.

Hierbei kommt der Fernerkundung und der Auswertung von Satellitendaten künftig eine sehr zentrale Bedeutung zu. Seit dem 6. April 1984 liefert beispielsweise der neue erdbeobachtende Satellit Landsat 5 u.a. alle 16 Tage neue Aufnahmen für Europa. Der "Thematic Mapper" von Landsat 5 liefert Werte in 7 ausgesuchten spektralen Bereichen, so auch im thermalen Infrarotbereich. Bei der ersten Auswertung der Daten mit ihrer Auflösung von 30 x 30 m konnten Straßen mit 7 m Breite, Einzelgebäude und Baumgruppen eindeutig bestimmt werden. In landwirtschaftlich, gartenbaulich und forstwirtschaftlich genutzten Flächen sind die verschiedenen Kulturen sogar nach ihren Wuchshöhen zu unterscheiden. Die Informationen aus verschiedenen spektralen Bereichen liefern beispielsweise auch Daten über den Gesundheits- und Vitalitätszustand sowie den Hitzestress von Kultur- und Nutzpflanzen. Sie lassen klimatische und hydrologische Analysen, aber auch Aussagen über die Böden als Teil der Ökosysteme mit ihren Stoffkreisläufen, besonders im Hinblick auf Wasser- und Nährstoffhaushalt bzw. Schadstoffbelastung zu.

Aufgrund der ständigen Überfliegung bieten Landsat-Daten die Grundlage für alle multitemporalen Untersuchungen von Landschafts- und Siedlungsräumen. In diesem Zusammenhang ist auf das vor wenigen Wochen erfolgreich gestartete französische Fernerkundungssystem SPOT zu verweisen. Hervorragende Testdaten dieses Programms liegen bereits vor. Mit den ersten SPOT-Daten, und zwar mit einer Auflösung von 10 x 10 m, wird im Herbst dieses Jahres gerechnet.

9. Aufbau und Unterstützung einer Regional- und Landschaftsplanung im Niltal unter Einbeziehung ökologischer Erfordernisse und Berücksichtigung des Bevölkerungswachstums.

Bei der "ökologischen Planung" geht es um die Wahrnehmung einer querschnittsorientierten Aufgabe im Rahmen der räumlichen Planung mit folgenden Mindestanforderungen:

- Prüfung der ökologischen Auswirkungen der von den verschiedenen Fachplanungen beabsichtigten Nutzungsansprüche
- Entwicklung ökologisch möglicher Standortalternativen im Rahmen des Prozesses der räumlichen Gesamtplanung.

Eine solche "ökologische Planung" verfolgt das Ziel, ökologische Belange für die Planung und den planungspolitischen Abwägungsprozeß besser auf- und vorzubereiten und damit der ökologischen Komponente der Raumordnung und Umweltplanung einerseits, aber auch bei der Realisierung von Großprojekten mit entwicklungspolitischer Relevanz andererseits mehr Durchsetzungskraft zu verleihen, d.h. eine solche Planung ist handlungsorientiert, nicht erkenntnisorientiert.

10. Zu den vorgenannten Punkten, insbesondere 1., 2. und 3., wäre unter dieser Zielsetzung als Bestandteil der Vorbereitung, Planung und Durchführung dieser jeweiligen Projekte eine Umweltverträglichkeitsprüfung zu fordern. Hiermit wird ein Verfahren zur Bewertung von Schädigungen von Naturraumpotentialen durch anthropogene Nutzungsansprüche verstanden. Diese Naturraumpotentiale lassen sich wie folgt umreißen:

- Biotisches Ertragspotential
- Bio-ökologisches Potential
- Klimatisches Potential
- Wasserpotential
- Rohstoffpotential
- Erholungspotential
- Ästhetisches Potential (Landschaftsbild)

Begründung

Die Umweltverträglichkeitsprüfung rückt durch die 1985 verabschiedete EG-Richtlinie in ihrem Geltungsbereich noch stärker als bisher in das planungspraktische Diskussionsfeld von Raumordnung und Fachplanungen. Gerade die Raumordnung muß versuchen, die besondere Eignung von Raumordnungsplänen und -verfahren für UVP's herauszuarbeiten. Mit Raumordnungsverfahren kann schon in einem sehr frühen Planungsstadium eine Umweltverträglichkeitsprüfung durchgeführt werden, wobei dabei die Umweltaspekte gleichzeitig mit anderen Zielen überprüft werden. Andererseits muß sich die Raumordnung und speziell die Regionalplanung in Zukunft noch weitere Gedanken machen, wie im Verknüpfungsfeld zur Flächennutzungsplanung künftig der Umweltverträglichkeitsprüfung noch stärkeres Gewicht verliehen werden kann.

Dies sollte in adäquater Weise auch im Zusammenhang mit Projekten, insbesondere Großprojekten, in Entwicklungsländern als eine notwendige Aufgabe und Fragestellung von künftig noch größerer entwicklungspolitischer Relevanz erfolgen.

Blum, W.E.H., Prof. Dr. Dipl.-Ing.

Vertretene Fachgebiete:

Bodenphysik und Nährstoffe

1. Abgrenzung der Fragestellung

Durch den Bau des Assuan-Staudammes wurde das Abflußverhalten des Nils (Hoch-, Niedrigwasser/Mittelwasser) sowie die Qualität seines Wassers (Sedimentfracht und Salzgehalt) verändert.

Im folgenden werden die hierdurch verursachten direkten und indirekten Auswirkungen auf die bewässerten Böden Oberägyptens und des Deltabereiches dargestellt.

Die Auswirkungen können in zwei Problemkreise gegliedert werden:

- Bodenverluste, d.h. irreversible Verringerung wertvollen Kulturlandes durch Erosion, Übersandung, Überbauung;
- Erniedrigung der Bodenfruchtbarkeit infolge Versalzung und mangelnder bzw. unausgeglichener Nährstoffzufuhr.

Beide Problemkreise werden im folgenden, jeweils gegliedert in Problemstellung und Vorschläge für Gegenmaßnahmen, kurz beschrieben.

2. Bodenverluste

2.1 Problemstellung

Bodenverluste werden verursacht durch:

- Uferabbrüche, die im wesentlichen auf die stark verringerte Sedimentführung und die dadurch bedingte Eintiefung des Flusses im Oberlauf hervorgerufen werden. - Es wird angenommen, daß derzeit noch jährlich ca. 1 m³ pro lfd. m Uferlinie erodiert werden.

Weitere mögliche Ursachen, wie z. B. Verlagerung von Fahrinnen oder unsachgemäße Rückleitung von Entwässerungswässern dürften für die laterale Ufererosion von nur untergeordneter Bedeutung sein.

Die Uferanbrüche führen zu totalem Bodenverlust und können nicht mehr saniert, sondern nur durch geeignete Maßnahmen verringert oder zum Stillstand gebracht werden.

- Übersandung von Bewässerungsflächen in Oberägypten (nicht im Deltabereich). Diese war schon vor dem Staudambau vorhanden; die Sande wurden jedoch jährlich durch die Hochflut wieder erodiert und im Sinne einer Bodenverbesserung auf den schweren Bewässerungsböden verteilt.

Derzeit ist eine deutliche Zunahme der Übersandung in Form von Dünen aus östlicher und westlicher Richtung zu beobachten, deren gesamtes Ausmaß auf ca. 8 % der Bewässerungsflächen Oberägyptens geschätzt wird. Selbst bei Annahme eines geringeren Flächenprozents bedingen diese Übersandungen regional bzw. lokal totale Bodenverluste, mit starken Ertragseinbußen.

- Bodenverluste durch Überbauung, im Nildelta wie auch auf den Bewässerungsböden Oberägyptens, da vor allem in Oberägypten durch das Ausbleiben der Hochwässer keinerlei Sicherheitsrisiken mehr mit dieser Art der Bodennutzung verbunden sind. Diese Bodenverluste stellen nur indirekte Auswirkungen des Staudammbaues dar.

2.2 Vorschläge für Gegenmaßnahmen

Bodenverluste durch Seitenerosion im Oberlauf des Nils können nur durch flußtechnische Maßnahmen, z.B. durch Sicherung bestehender und Bau neuer Wehre verringert bzw. zum Stillstand gebracht werden.

Eine Umleitung von Nilschlamm aus dem Absetzraum des Stausees in den Fluß unterhalb der Staumauer wird als Gegenmaßnahme nicht für sinnvoll gehalten, da durch die Mittelwasserführung eine grundsätzlich andere Flußdynamik vorliegt.

Die Bodenverluste durch Übersandung können nur durch laufende mechanische Ausräumung der Sedimente (sehr kostenintensiv) oder durch biologische/mechanische Dünenstabilisierungsmaßnahmen verringert bzw. gestoppt werden.

Es wäre sicherlich sinnvoll, diese Frage in Form eines Projektes, im Rahmen der weltweiten UNEP-Aktivitäten gegen die Desertifikation aufzugreifen.

Bodenverluste durch Überbauung können nur durch rigiöse Anwendung gesetzlicher Bestimmungen der Bodennutzung und Raumplanung vermieden werden. Dieses Problem ist für Ägypten nicht neu und stellt sich im Delta-Gebiet schon seit langer Zeit.

3. Verringerung der Bodenfruchtbarkeit

3.1 Problemstellung

Die Verringerung der Bodenfruchtbarkeit durch Versalzung und Nährstoffmangel bzw. unausgeglichene Nährstoffhaushalt der Böden ist bedingt durch:

- Fehlen früherer Überschwemmungsereignisse
- Erhöhung des Wasserangebots für die Bewässerung
- Erhöhung des Salzgehaltes im Nilwasser.

Während der früheren Überschwemmungen wurden die gesamten Bodenversalzungen ausgewaschen, was zur damaligen Zeit, vor allem in Oberägypten, besonders wichtig war, da dort nur wenig Bewässerungswasser zur Verfügung stand und damit Bodenversalzungen gegen Ende der Nutzungsperiode unausweichlich waren. Die frühere Ausräumung der Bodenversalzungen durch die Überschwemmungswässer wurde durch sehr niedrige Salzgehalte des Nilwassers (ca. 120 - 130 mg/l), während der Hochwasserperiode September/Oktober, begünstigt.

Gleichzeitig wurden bei den Überschwemmungen in Oberägypten ca. 15 t/ha (\sim 1 mm Auftrag), im Deltabereich noch ca. 1 - 2 t/ha (\sim 0,1 mm Auftrag) fruchtbaren Nilschlamm abgelagert, der zumindest für die Bodennutzung mittels einer Ernte, wie sie in Oberägypten mangels Bewässerungswasser nur möglich war, eine wesentliche Ernährungsgrundlage darstellte. - Die Nährstoffwirkung der jährlichen Beschlämmung kann daher nur in Zusammenhang mit der damaligen Intensität der Bodennutzung beurteilt werden.

Heute, bei ganzjähriger Bewässerung (drei Ernten) würde die Nährstoffwirkung des Schlammes nur mehr von sehr untergeordneter Bedeutung sein, da für eine ausgeglichene Nährstoffversorgung erhebliche mineralische und andere Düngemittel zum Ausgleich des hohen Nährstoffentzuges notwendig sind.

Von erheblich größerer Bedeutung als das Fehlen der jährlichen Beschlämmung durch Überschwemmungswässer ist jedoch die Hebung des Grundwasserspiegels in allen Bewässerungsflächen und die dadurch bedingte Bodenversalzung. Ursachen hierfür sind die erheblich intensivierete Bewässerung und die gleichzeitige Anhebung des Wasserspiegels im Vorfluter, da ja inzwischen + konstanter Mittelwasserabfluß des Nils gegeben ist.

Während die Situation Oberägyptens noch nicht als kritisch eingestuft werden muß, ist der Grundwasserspiegel im Deltabereich von Norden nach Süden voranschreitend, in vielen Fällen über die kritische Marke von 1 m u.F. gestiegen, was auf allen Flächen zu Versalzungserscheinungen führte, auf denen keine neuen Drainagesysteme angelegt wurden. - Es ist zu erwarten, daß die Bodenversalzung bei Fortschreiten der unsachgemäßen Überbewässerung weiter zunehmen wird, obwohl durch internationale technische Zusammenarbeit derzeit große Drainageprojekte, speziell im Deltabereich Ägyptens, durchgeführt werden.

Neben der Bodenversalzung ist inzwischen auch die Nährstoffnachlieferung vieler Bewässerungsböden infolge hoher Ernteentzüge (3 Ernten) unzureichend oder unausgeglichene, da geeignete Dünge-

mittel, d.h. in der benötigten chemischen Zusammensetzung, bisher in ausreichender Menge nicht zur Verfügung stehen oder nicht zum Einsatz gelangen.

Das Problem der Versalzung, aber auch der Unausgeglichenheit der Nährstoffbilanz, wird dadurch verschärft, daß der Salzgehalt des Nilwassers auf ca. 250 - 280 mg/l angestiegen ist. Diese Wasserqualität ist für Bewässerungszwecke durchaus geeignet. Da der Salzgehalt des Nilwassers jedoch seit dem Staudammbau auf das ca. Doppelte angestiegen ist, muß bei weiterer Zunahme der Bewässerungsintensität in Oberägypten und einer möglichen zusätzlichen Salzkonzentration im Nasser-Stausee damit gerechnet werden, daß der Salzgehalt im Unterlauf des Nils, d.h. im Bewässerungswasser für den Deltabereich, weiter ansteigt. Jede Erhöhung des Salzgehaltes bedingt jedoch eine Anpassung des Bewässerungs- bzw. Bodennutzungssystems.

Zusammenfassend kann zur Verringerung der Bodenqualität durch Bodenversalzung und mangelnde Nährstoffzufuhr bzw. Unausgeglichenheit der Nährstoffversorgung festgestellt werden, daß es sich mehr um indirekte als direkte Auswirkungen des Staudammbaues handelt. Es müssen jedoch auch bei indirekten Auswirkungen Gegenmaßnahmen zur Verhinderung von Bodenproblemen ergriffen werden.

3.2 Vorschläge für Gegenmaßnahmen

Als Gegenmaßnahmen werden daher vorgeschlagen:

- Weitere Hilfestellung bei der Verbesserung des Drainagesystems im Deltabereich, wobei allerdings eine stärkere Eigenbeteiligung der Bauern bzw. Grundstückseigentümer, evtl. auf lange Sicht eine Umstellung des gesamten Systems angezielt werden müßte;
- Durchführung modellhafter Bewässerungsmaßnahmen zur Aus- und Weiterbildung der Bauern und Anpassung der Bewässerungs- bzw. Bewirtschaftungstechnik der Böden an die veränderten hydrologischen/bodenkundlichen Bedingungen;

- Eine Rückführung von Nilschlamm in das Bewässerungswasser würde, abgesehen von hydraulischen Unsicherheiten, keine Verbesserung erbringen, da unter den veränderten Bewässerungs- und Nutzungsbedingungen die Fruchtbarkeit des Nilschlammes keine entscheidende Rolle mehr spielt und eher damit gerechnet werden müßte, daß die Bewässerungskanäle in kürzester Zeit zugeschlammte würden.

Weiss, D., Prof. Dipl.-Ing. Dr.

Vertretene Fachgebiete:

Volkswirtschaft und Sozio-Ökonomie

1. Sozio-ökonomische Bewertung der Folgeschäden mit Hilfe der Kosten-Nutzen-Analyse?

Als gedankliches Konzept für die Erfassung und Bewertung gesamtwirtschaftlicher Effekte von Entwicklungsprojekten bietet sich die Kosten-Nutzen-Analyse an. Sie würde nach den Modellvorstellungen direkte und indirekte Kosten und Erträge 1. physisch identifizieren, 2. monetär bewerten, 3. auf den Gegenwartswert diskontieren und zu einer einheitlichen monetären Bewertungsziffer zusammenfassen. Dagegen erheben sich praktische und theoretische Einwände.

X 1.1 Praktische Schwierigkeiten

Die physischen Kosten- und Ertragskategorien sind in der KfW-Tischvorlage "Der Nil" zusammengestellt worden (s. Anlage). Es wurde in der Diskussion deutlich, daß für keine der physischen Kategorien (z. B. Veränderung der Ufer, Unterspülung von Bauwerken) innerhalb der ägyptischen Verwaltung oder aufgrund ausländischer Studien quantitative verlässliche Angaben vorliegen, noch weniger Abschätzungen der mutmaßlichen monetären Werte¹⁾. Eine solche Abschätzung dürfte ein Consulting-Team von einem Dutzend Spezialisten in Kooperation mit ägyptischen Fachbehörden mutmaßlich ca. 1 Jahr beschäftigt halten²⁾.

1) Vgl. die tentativen Abschätzungen von Ibrahim, F.N., Der Hochstaudamm von Assuan, Ein schwerer menschlicher Eingriff in das Ökosystem, in: Entwicklung und Zusammenarbeit 10 (1982).

2) Alle erforderlichen Unterlagen, beginnend bei elementaren physischen Daten wie Umfang der Schäden durch Unterspülungen von Bauwerken etc. wären in den ägyptischen Institutionen mühsam zusammenzusuchen bzw. empirisch zu erheben.

1.2 Theoretische Einwände

Das Konzept der Kosten-Nutzen-Analyse hat zugleich eine Reihe theoretischer Schwachstellen, die in der Literatur eingehend erörtert worden sind¹⁾. Die beiden wesentlichen sind

- a) die Unsinnigkeit der Reduktion einer mehrdimensionalen Zielfunktion auf eine einheitliche, mehr verschleiende als erhellende monetäre Bewertungsziffer (Verluste von Menschenleben, Schutz vor Kulturdenkmälern), welche den Übergang zu einer Cost-Effectiveness-Analyse unter Einschluß monetärer, physisch-quantitativer und nur qualitativer Bewertungskategorien nahelegt; X
- b) die Bewertungsproblematik aus der bewußt reduzierten Projektperspektive, wenn es sich um Projekte handelt, die nur im gesamtationalen Kontext gesehen werden können und somit nur aus der Makroperspektive der Gesamtwirtschaft bewertet werden können (typischerweise bei landesweiten Energieversorgungs- oder Bewässerungssystemen). In solchen Fällen wird der gedankliche "Projekt"-Bewertungskontext so umfassend, daß die gesamte Wirtschafts- und Sozialpolitik einschließlich ihrer Einbettung in die Außenwirtschaft (z.B. internationale Preise für Baumwolle) den Kategorien der Kosten-Nutzen-Analyse unterworfen werden müßte. Dies ist aus theoretischen wie auch aus praktischen Gründen weder möglich noch sinnvoll²⁾. Beispielsweise müßten im Bewässerungsbereich (angesichts fehlender, die realen Ressourcenknappheiten widerspiegelnder Wasserpreise pro m³) die beim Bauern anfallenden weiteren Input-Kosten miterfaßt werden, um den Ernteerträgen als erster monetär faßbarer Ertragskategorie eine sinnvolle Gesamtkostenkategorie (einschl. der Bereitstellungskosten des Wasser qua Damm und Kanalsystem) gegen- P

1) u.a. bei Weiss, D., Infrastrukturplanung, Berlin 1971

2) vgl. Weiss, D., Kosten-Nutzen-Analyse, Programmbudget und die Rationalisierung öffentlicher Investitionsentscheidungen, in: Zeitschrift für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften 1 (1973). Ders., Economic Evaluation of Projects, Berlin 1976.

p. f. o.

überstellen zu können. Zu erfassen wären ferner sekundäre Ausstrahlungseffekte der nachgelagerten landwirtschaftlichen Verarbeitungsstufen (z. B. Textilindustrie). Es ergäbe sich sodann die Notwendigkeit einer Korrektur des administrativ verzerrten ägyptischen Binnenpreissystems unter Verwendung internationaler Preise. Schließlich stellt sich die Diskontierungsproblematik mit der praktischen Unmöglichkeit, die gesamtwirtschaftliche und gesamtpolitische Bewertung von zukünftigen gegenüber gegenwärtigen Kosten und Erträgen in der ägyptischen Gesellschaft festzustellen und in Form eines Diskontierungszinssatzes auszudrücken.

2. Die prinzipielle Nichteliminierbarkeit von Unsicherheit

"Risiko" und "Unsicherheit" sind Gegenstand eingehender Erörterungen der allgemeinen Entscheidungstheorie und ihrer diversen Anwendungsfelder in technisch-ökonomischen Planungen gewesen. Was für Projekte kleiner und mittlerer Reichweite in Form statistischer oder subjektiver Wahrscheinlichkeiten, simulierter Abflußkurven und ähnlicher gedanklicher Hilfskonstruktionen noch vertretbar sein mag, wird für Projekte mit gesamtnationaler Auswirkung unsinnig. Unsicherheit ist prinzipiell nicht eliminierbar, so die Wahrscheinlichkeit von Dürre- und Flutkatastrophen angesichts unabsehbarer Veränderungen kontinentaler Ökosysteme. Sollte der Desertifikationsprozeß in Afrika fortschreiten, so wären möglicherweise vermiedene Ernteverluste in der Größenordnung von 50 % einer Jahresernte Ägyptens pro Dürreperiode als Ertragsfaktoren des Damms in Rechnung zu stellen¹⁾. Offenbar ist nicht auszuschließen, daß sich mehrere solcher Perioden pro Dekade einstellen könnten. Die durch den Mehrjahresspeicher von Assuan vermiedenen Verluste liegen dann möglicherweise bei Größenordnungen bis zu 7 Mrd. US \$ bis zum Jahr 2000²⁾.

1) Die vermiedenen Ernteverluste der Dürreperiode von 1972 werden mit 600 Mio US \$ angegeben, bei Dammbaukosten von 1 Mrd. US \$. Vgl. Bradley, J.M., Nile Studies Find High Dam Did More Good than Harm, in: World Environment Report 4 (1983), S.1

2) Vgl. Beitrag der Landwirtschaft zum BIP 1984/85 = 4,115 Mrd. LE = 3,3 Mrd. US \$. Bei Annahme von 4 Dürreperioden mit jeweils vermiedenen Ernteverlusten von 50 % ergeben sich ca. 7 Mrd. US \$; vgl. Tab. 1, S.4.

Angesichts der desolaten längerfristigen Perspektiven für die ägyptische Ernährungssicherungspolitik sollte der Bewertungsaspekt der physischen Überlebenssicherung durch Verfügbarkeit von Bewässerungswasser als solcher vorrangig in die Gesamtbeurteilung eingehen.

3. Rehabilitation des Nil-Systems als Ernährungssicherungspolitik in turbulenten Umwelten

Nahezu die gesamte ägyptische Landwirtschaft ist vom Nilsystem abhängig. Gesamtwirtschaftlich sind die beiden wichtigsten Aspekte deren Beitrag zum Sozialprodukt und ihr Stellenwert in der Zahlungsbilanz.

Der Beitrag der Landwirtschaft zum Bruttoinlandsprodukt liegt bei 17 %. Erhebliche sekundäre Effekte ergeben sich in den nachgeordneten agroindustriellen Verarbeitungsstufen.

Tabelle 1

Gesamtwirtschaftliche Daten (in Mio. ägypt£ ¹)				
Bruttoinlandsprodukt (BIP) ²	1981/82 ³	1982/83	1983/84	1984/85
BIP zu Faktorkosten				
Jahresplan ⁴)	—	21 316	22 803	23 785
Vorläufig ⁵)	19 639	21 105	22 160	—
Revidiert ⁶)	19 320	20 663	—	—
Wachstumsrate in %	—	7,0 ⁷)	7,2 ⁸)	7,3 ⁹)
Entstehung des BIP				
Landwirtschaft	3 742	3 855	3 965	4 115
Industrie u. Bergbau	2 670	2 863	3 130	3 468
Erdöl	2 668	3 056	3 500	3 715
Elektrizität	128	144	158	180
Bauten	909	973	1 045	1 190
Transport u. Kommunikation	1 161	1 233	1 313	1 424
Suez-Kanal	630	640	656	683
Handel, Finanzen u. Versicherungen	3 549	3 809	4 055	4 308
Hotels u. Restaurants	228	245	265	287
Soziale Dienste	3 634	3 845	4 073	4 415
BIP zu Faktorkosten	19 320 ⁴)	20 663 ⁵)	22 160 ⁶)	23 785 ⁷)

Transfer-Kurs: 1 US\$ = 1,245 LE
1 DM = 0,394 LE

Quelle: Semich, M.-H., Wirtschaftslage in Ägypten, in: Mitteilungen der Bundesstelle für Außenhandelsinformation, Juni 1985.

Die Bevölkerung stieg von 10 Mio im Jahre 1900 auf rd. 50 Mio im Jahre 1986, ohne daß bislang wirksame Bevölkerungspolitiken entwickelt worden sind¹⁾. Die landwirtschaftliche Nutzfläche war trotz erheblicher Aufwendungen in die Neulandgewinnung nur geringfügig erweiterbar. Die Intensität der Nutzung (mehrere Ernten pro Jahr) wuchs kontinuierlich und hat vielfach Gartenbau-Charakter erreicht; dennoch stiegen die Nahrungsmittelimporte ständig an (vgl. Tabelle 2).

Tabelle 2

Balance of payments

(Current \$m)			
	1982-83	1983-84	1984-85
Exports (fob)	3,892	4,556	4,500
of which crude oil	2,182	2,420	2,400
Imports (cif)	8,300	9,300	9,500
of which food	2,395	3,115	
Capital goods	2,382	2,150	
Trade deficit	4,408	4,744	5,000
Services and transfers (net)	3,144	3,501	3,300
of which Suez Canal	957	974	1,000
Tourism	551	557	600
Remittances	2,770	3,350	3,300
Current account deficit	1,264	1,243	1,700

Sources: Central Bank of Egypt, IMF, Ministry of Economy, Ministry of Finance, U.S. Embassy, Cairo.

Quelle: Financial Times v. 5.6.1985

Dieser Trend wird infolge der Bevölkerungszunahme anhalten. Ebenso kontinuierlich steigt das Handelsbilanzdefizit (1984/85 5 Mrd. US \$ = rd. 50 % des Importbedarfs). Diese wachsende Lücke wurde in der Vergangenheit teilweise über Einnahmen aus Tourismus, Suez-Kanal und Gastarbeiterüberweisungen, teilweise durch Auslandshilfe (1984/85 1,7 Mrd. US \$) gedeckt. M.a.W., Ägypten

1) Vgl. hierzu u.a. Möller, A. et al., Proposals for the Solution of the Most Important Structural, Economic and Financial Problems of the Arab Republic of Egypt, Report to the President of the Arab Republic of Egypt, Anwar El Sadat, Berlin 1980

hat die westlichen und arabischen Geber in der Vergangenheit auf eine Dauersubventionspolitik verpflichten können, wobei die Grenzen dieser Politik in Sicht sind. Beispielsweise würde eine Halbierung der 1984/85er Erdöleinnahmen und Gastarbeiterüberweisungen einen zusätzlichen Finanzierungsbedarf von $1,2 + 1,7 = 2,9$ Mrd. US \$ schaffen, mithin einen Anstieg der Gesamtlücke von 1,7 auf 4,6 Mrd. US \$, die aus internationaler Entwicklungshilfe nicht mehr finanzierbar sein dürfte¹⁾.

Alle Beobachter stimmen darin überein, daß sich die Situation mittelfristig verschärfen wird. Die notorischen makroökonomischen Schwachstellen werden seit langem international diskutiert, ohne daß sich konstruktive Ansätze in der ägyptischen Wirtschaftspolitik abzeichnen. Die Problematik läßt sich extrem vereinfachend dahingehend zusammenfassen, daß es nicht gelang, ein Entwicklungstempo zu initiieren und aufrechtzuerhalten, welches mit der Bevölkerungsexplosion hätte Schritt halten können. Ursächlich hierfür war, daß die Wirtschafts- und Sozialpolitik grundlegende internationale Erfahrungen, insbesondere auch diejenigen der zwischenzeitlich teilindustrialisierten Schwellenländer, nicht genügend berücksichtigte und an überkommenen Positionen festhielt. Der Dynamisierungsversuch unter Sadat scheiterte nicht zuletzt auch angesichts der - schon im Möller-Gutachten konstatierten - mangelnden Entwicklungsmotivation der ägyptischen Führung:

"A stronger development commitment on the part of Egypt, improved planning and organizational efficiency of the administration, and the formulation of medium-term guidelines for development, would be viewed by the donor countries as a sign that the Egyptian

1) Rückläufigkeit der Erdölpreise und der für Exporte verfügbaren ägyptischen Fördermengen (im vergangenen Jahr Erdöleinnahmen von nur noch 2,1 Mrd. US \$, seit Anfang 1986 Ölpreissenkung und Mengenkürzung um zwei Drittel); Abnahme der Aufnahmefähigkeit der OAUPEC-Staaten für Gastarbeiter; Umschuldungsproblematik, Nichterfüllbarkeit der IMF-Auflagen, etc.

Government is raising its own contribution." ¹⁾ Aufgrund unzureichender Fortschritte hielt die Stagnation der Produktivität der ägyptischen Wirtschaft insbesondere im Staatsbereich an, bei weiterhin steigender Bevölkerung, steigender Metropolisierung und steigenden Nahrungsmittelimporten, die nicht durch eigene Exporte verdient werden können.

Das Land ist ohne eine grundlegende Änderung seiner Politik auf tendenziell wachsende Dauersubventionen westlicher und arabischer Geber angewiesen. Diese können indessen nicht als stetig wachsende, langfristig verlässliche Zuflüsse einkalkuliert werden, sondern sind u.a. strategischen Einflüssen unterworfen, welche sich unvorhersehbar ändern können.

Selbstverständlich übersteigt die Sanierungsproblematik die Kraft eines mittleren Geberlandes wie der Bundesrepublik Deutschland. Dies gilt auch für die engere wasserwirtschaftliche Problematik

- 1) Möller et al., a.a.O., S.2. Vgl. ebenda S. VII - VIII: "In this pursuit, Egypt cannot limit herself to tackling only the technical problems of production and organization. She must rather initiate further-reaching structural measures in the framework of the open-door policy, the implementation of which will require the country to turn its back to some very deep-rooted traditions. This aspect covers in particular
- a population policy and family planning programmes, without which a long-term solution to the problems of growth and employment seems hopeless;
 - a programme of regional diversification, geared in particular to reducing regional concentration of industrial and commercial activities in the urban zones of Greater Cairo and Alexandria;
 - the readiness to delegate decision-making powers from central to regional bodies, subordinate authorities and self-governing institutions;
 - the streamlining of the administration in order to make a contribution to the country's economic development."

des Nil-Systems. Unter ernährungssicherungspolitischen Gesichtspunkten geht es angesichts der katastrophalen Gesamtsituation nicht primär um aufwendige Optimierungen von Detailaspekten, sondern vorrangig um Hilfestellung bei der Aufrechterhaltung der "fundamentals", d.h. beispielsweise der Stabilisierung des Nil-Systems über die von Kollege Hartung vorgeschlagenen Maßnahmen, und zwar ohne einen unrealistischen Anspruch, damit etwa die Gesamtproblematik der ägyptischen Landwirtschaft "lösen" zu wollen, solange die ägyptische Führung selbst keine grundlegende Strukturreformpolitik implementieren will oder kann. Eine weitere Verschärfung der Gesamtsituation einschließlich ihrer sozialen und politischen Aspekte muß Grundkomponente realitätsbezogener Hilfe-Szenarios bleiben.

4. Entwicklungshilfe-Strategien angesichts zunehmender Überlastung der Nehmer-Institutionen

In den Diskussionen vom 20. - 21.2.1986 wurden eine Reihe von Projektvorschlägen vorgestellt, die hier nicht wiederholt werden sollen. Neben den üblichen technisch-wirtschaftlich-sozialen Auswahlkriterien herkömmlicher Projektbewertungsverfahren stellt sich für Ägypten der besondere Auswahlgesichtspunkt der Implementierbarkeit unter immer schwieriger werdenden politisch-administrativen Rahmenbedingungen und der zunehmenden Schwierigkeit, lokale Folgekosten aus dem ägyptischen Budget zu finanzieren. Die diesbezüglichen pragmatischen Vorschläge der Möller-Mission zur Etablierung eines funktionsfähigen Minimal-Gerüsts zur Formulierung wirtschaftspolitischer Projekte und Programme und ihrer Umsetzung wurden nicht realisiert.

Generell darf man davon ausgehen, daß die wachsenden ägyptischen Haushaltsprobleme die Finanzierung von Folgekosten allmählich immer schwieriger machen werden.

Daraus ergeben sich eine Reihe zentraler Projektauswahlkriterien:

1. Deutsche Projekte sollten klar, übersichtlich und manageable sein.
2. Sie sollten physisch sichtbar sein und möglichst früh sichtbare Erfolge vorweisen können.
3. Es sollten Projekte gewählt werden, welche Konflikte mit dem bürokratisch-institutionellen Milieu Ägyptens möglichst minimieren. Solche Konfliktpotentiale sind immer groß, wenn es um politisch sensitive strukturelle Reformen geht; sie sind geringer bei projektimmanenten, technologisch zwingenden Verfahrensabläufen und der ihnen eigenen, auch politisch-administrativ unabweisbaren Disziplinierungsmomente (wie bei allen größeren technischen Anlagen - etwa im Gegensatz zu landwirtschaftlichen Extension Services, Monitoring Systems oder einer institutionellen Management-Beratung).
4. Es sollten Projekte vermieden werden, welche hohe laufende Folgekosten aus dem ägyptischen Budget verlangen. Diese werden nach den zu erwartenden rigorosen Budgetkürzungen spätestens Ende der 80er Jahre nicht mehr finanzierbar sein (Umschuldung, IMF-Auflagen, etc.).
5. Sofern Projekte unmittelbar basis- und armutsorientiert wirken sollen, bedeutet verantwortungsvolle Überlebenshilfe in turbulenten Umwelten gerade für unterste Einkommenschichten, daß man deren Selbsthilfeaktivitäten für den zu erwartenden Fall stärkt, daß staatliche Budgets und administrative Strukturen zunehmend zusammenbrechen werden, soweit es sich nicht um aus der Sicht der ägyptischen Führung strategisch zentrale Bereiche handelt. Als nicht strategisch zentral gilt in Ägypten die Landwirtschaft, in Übereinstimmung mit der seit Jahrzehnten praktizierten

Politik unter unterschiedlichsten ideologischen Aushängeschildern. Dieser permanent vernachlässigte Sektor wird bei ägyptischen Budgetkürzungen mit Sicherheit als erster herangezogen werden (- als letzter der militärisch-schwerindustrielle Komplex).

In sozialpolitischer Sicht geht es darum, Überlebenschancen für die Bevölkerung nach dem Zusammenbruch staatlicher Institutionen zu konstellieren. Dies bedeutet, weitestgehend auf das Prinzip der Selbstorganisation zu setzen¹⁾, was in einer hydraulischen Kultur mit traditionell zentralistischer Struktur nicht ohne Umdenkprozesse möglich sein wird. Auch im wasserwirtschaftlichen Bereich wird angesichts des Schrumpfens der staatlichen Budgets für die Erhaltung der Kanäle etc. eine implementationsorientierte Hilfpolitik auf verstärkte Selbsthilfekomponenten der unmittelbar betroffenen Zielgruppen abstellen müssen.

6. Der hohe politische Goodwill der Bundesrepublik Deutschland in Ägypten sollte angesichts der zu erwartenden zunehmenden innenpolitischen Turbulenzen in besonderer Weise gepflegt werden. Er beruht nicht zuletzt auf der menschlichen Bindung, die über die technische Ausbildung von Zehntausenden mittlerer und höherer ägyptischer Fachkräfte entstanden ist. Diese immer bewußt apolitisch gehaltene technisch-wissenschaftliche Kooperationspolitik und ihre weitere Pflege²⁾ gewinnt auch unter außenpolitischen Aspekten eine zentrale Bedeutung. Hier ergibt sich ein breites Spektrum von Ansatzpunkten, die nicht viel Geld kosten, und die durch technisch-wissenschaftliche Kooperations- und Nachkontaktmaßnah-

1) Weiss, D., Anpassung als permanenter Prozeß - Elemente einer konzeptionellen Neuorientierung bei der Formulierung von Entwicklungsstrategien, in: E + Z 2 (1986).

2) Weiss, D., Zur wissenschaftlichen Kooperation mit den Ländern des Vorderen Orients, in: Europa-Archiv, Folge 22 (1982).

men im weitesten Sinne das Potential der deutschlandorientierten technischen Intelligenz stärken können. In den Diskussionen vom 20. bis 21.2.1986 wurden hierzu eine Reihe von möglichen Ansatzpunkten genannt.

Ibrahim, F. N., Prof. Dr.

Vertretenes Fachgebiet:

Geowissenschaften

Die Mehrheit der versammelten Experten war der Meinung, daß der Nutzen des Hochstaudammes von Assuan die durch ihn verursachten Schadfolgen voll aufwiege. Ausschlaggebend für ihre Ansicht war die Tatsache, daß die Versorgung Ägyptens mit Bewässerungswasser aus dem Nassersee während der letzten Dürrephase in Afrika nicht gefährdet war. Selbst im Jahre 1984 beispielsweise, als der Nil bei Assuan nur die Hälfte seines mittleren Abflusses von 84 Mrd. m³ hatte, traten in Ägypten in dieser Hinsicht keine Probleme auf.

Ein wichtiges Prinzip der Entwicklungshilfe ist es heute, die Wünsche der Menschen in den jeweiligen Ländern zu berücksichtigen und die tatsächlich Betroffenen bei der Planung bereits mit einzubeziehen sowie sie an der Durchführung der Projekte zu beteiligen. Der Bau des Hochstaudammes von Assuan war von Anfang an von der Akzeptanz der ägyptischen Bevölkerung getragen. Ägypter waren bei der Durchführung des Projektes beteiligt. Das mag der Grund dafür sein, daß auch heute noch die Mehrheit der ägyptischen Bevölkerung - Fellachen ebenso wie Akademiker - hinter dem Projekt stehen, obwohl seit der Sadat-Zeit im Lande auch vereinzelt kritische Stimmen zu vernehmen sind. 1985, auf dem Höhepunkt der gegenwärtigen Dürrekatastrophe in Ostafrika, schrieb die ägyptische Presse Lobeslieder über den Damm. Man erinnerte die Bevölkerung an Hungerkatastrophen des 7. und 13. Jahrhunderts, als der Nil zu wenig Wasser nach Ägypten brachte. Damals waren die Menschen gezwungen, Katzen-, Hunde- und sogar Menschenfleisch zu essen, um ihr bloßes Überleben zu sichern.

Bei solcher Einschätzung wird häufig übersehen, daß sich die Bedeutung des Stroms für das Land im Laufe der Zeit stark gewandelt hat: Seit Urzeiten waren die Ägypter bis auf wenige Ausnahmen Fellachen. Heute machen diese nur noch etwa 40 % der Bevölkerung aus. Ebenso schrumpfte der Anteil der Landwirtschaft an der Gesamtproduktion des Landes von nahezu 100 % auf ca. 20 %. Ägypten - einstiger Selbstversorger, Kornkammer Roms und später auch Arabiens und Kleinasiens - ist jetzt gezwungen, 75 % der erforderlichen Nahrungsmittel einzuführen. Die Bedeutung des Nils für Ägypten ist, was die Landwirtschaft anbetrifft, auf etwa ein Viertel geschrumpft.

Die lange Liste der negativen Auswirkungen des Hochstaudammes von Assuan, die die Hausexperten der Kreditanstalt für Wiederaufbau in Vorarbeit nach der Literatur zusammengestellt hatten, wurde von den eingeladenen Fachexperten im einzelnen diskutiert. Die meisten erwähnten Schadfolgen wurden als solche bestätigt. Es wurden spezifische Maßnahmen erörtert und schließlich empfohlen, durch die man glaubt, Abhilfe schaffen zu können.

Zwei wesentliche Kritikpunkte gegen den Damm wurden von einem maßgeblichen Experten in Frage gestellt. Er vertrat den Standpunkt, daß das Ausbleiben des Nilschlammes in Ägypten nach dem Bau des neuen Assuandammes keine negativen Auswirkungen auf die Bodenproduktivität habe. Außerdem habe sich die Qualität des Nilwassers nicht wesentlich verschlechtert. Im Nassersee sei keinerlei Veränderung der Wasserqualität feststellbar.

Hieran meldete ich Zweifel an. Untersuchungen von Wissenschaftlern aus Ägypten und auch Michigan/USA belegen das Gegenteil. Es scheint mir dringend geboten, eingehende Untersuchungen bezüglich des Produktivitätsverlustes des Bodens als Folge des Ausbleibens des Nilschlammes sowie Untersuchungen über eine mögliche Veränderung der Wasserqualität im Nassersee sowie im Nil selbst und in den Bewässerungskanälen durchzuführen.

Jede Beurteilung der Schadfolgen des Baues des Hochstaudammes von Assuan muß folgendes berücksichtigen:

- a) Bei zu befürchtenden Negativwirkungen auf ein Ökosystem ist es unzulässig, die Schäden isoliert zu betrachten. Jegliche Art möglicher Interaktionen muß in die Kalkulation miteinbezogen werden. Das heißt, man muß mit einer Multiplikation, nicht mit einer bloßen Addition ökologischer Schäden rechnen. Den Bau des Assuan-Hochstaudammes betreffend beschränkte man sich bislang zumeist auf eine analytische Betrachtung der einzelnen Nebenwirkungen. Das Nil-Flußökosystem besitzt jedoch eine ganz spezifische Dynamik, deren Komplexität eine Gesamtbetrachtung aller Folgewirkungen in besonderer Weise erforderlich macht.

- b) Es erscheint zweifelhaft, ob der Nutzen des Dammes den finanziellen Aufwand für die Gesamtheit der Korrekturmaßnahmen aufwiegt. Ich fordere deshalb, daß eine ausführliche Kosten-Nutzen-Analyse für das Projekt durchgeführt wird. Die bislang gemachten Aussagen über Nutzen und Schadfolgen sind überwiegend lediglich qualitativer Natur. Sie müssen präzisiert und quantifiziert werden. Dies wird keine leichte Aufgabe sein. Die häufig gemachte Behauptung, daß einige Faktoren sich quantitativer Erfassung entziehen, sollte man nicht länger gelten lassen. Es werden heute üblicherweise bei der Planung von Projekten genaue Berechnungen der zu erwartenden Inputs und Outputs vorgelegt, um die Wirtschaftlichkeit dieser Projekte zu rechtfertigen. Warum sollte dies für den Hochstaudamm von Assuan nicht möglich sein? Selbstverständlich müssen auch relativ seltene, jedoch gravierende Ereignisse - wie zum Beispiel ein starkes Erdbeben, welches den Damm beschädigen oder sogar weitgehend zerstören könnte oder ein extremes Dürrejahr im Nährgebiet des Nils, wie 1984 - in der Kosten-Nutzen-Analyse berücksichtigt werden.

- c) Die Teilnehmer des Expertengesprächs waren übereinstimmend der Meinung, daß exzessive Bewässerung nach dem Bau des Hochstaudammes die schwerwiegendsten Schäden verursacht habe: Versalzung, Vernässung und Alkalisierung des Bodens sowie Anhebung des Grundwasserspiegels auf ein kritisches Niveau. Das bedeutet, daß das Hauptziel des Dammbaues, nämlich mehr Wasser für die Bewässerung zur Verfügung zu haben, zwar erreicht wurde - eben hieraus sich jedoch im wesentlichen die gegenwärtigen Probleme herleiten. Offensichtlich wäre es sinnvoller gewesen, anstelle des Dammbaues die Entwicklung und Anwendung von Bewässerungsmethoden voranzutreiben, durch die das bereits vorhandene Wasser sparsamer verwendet werden konnte. In den letzten zehn Jahren wurden in Ägypten sehr gute Erfahrungen mit der Bewässerung mittels verschiedenartiger Sprinkleranlagen sowie auch mit der Tropfbewässerung gemacht. Durch Anwendung dieser Methoden konnten gegenüber der herkömmlichen Flutbewässerung 50 - 60 % der Wassermenge eingespart werden.

Da an dieser Stelle kein Raum ist, alle Schadfolgen des Dammbaues zu erläutern, möchte ich auf meine diesbezüglichen Veröffentlichungen hinweisen (E+Z 10/82, Die Erde 1984, Geographische Rundschau 1984), in denen ich eine negative Bilanz für die Folgewirkungen des Baues des Hochstaudammes aufzeigte und konsequenterweise seinen Abbau forderte.

Angesichts der gegensätzlichen Meinungen der Mehrheit der zum Frankfurter Gespräch eingeladenen Experten möchte ich die Wiederholung meiner Forderung zurückstellen, bis eine eingehende Kosten-Nutzen-Analyse vorgelegt wurde und mich der gemäßigten Empfehlung der Gruppe anschließen. Diese kann in einer Prioritätenliste der erforderlichen Korrekturmaßnahmen wie folgt zusammengefaßt werden:

1. Rehabilitierung des gestörten morphologischen Gleichgewichts des Flusses durch die Sanierung der drei alten Stauwehre in Oberägypten sowie durch Errichtung von drei Stützwehren unterhalb der alten Wehre

2. Ausbau des Toschka-Überlaufkanals nach einem genau ausgearbeiteten Plan und nicht wie bisher ohne Berücksichtigung der Konsequenzen für die Oasendepressionen der libyschen Wüste
3. Hilfen für die Durchführung der Be- und Entwässerungsmaßnahmen nach dem Master-Plan der ägyptischen Regierung
4. Mechanisierung der Unterhaltung der Be- und Entwässerungskanäle als Beitrag zur "Humanisierung" dieser Art von Arbeit
5. Unterstützung des von Dr. Salash geführten Institutes, um eine langfristige und ununterbrochene Überwachung der ökologischen Degradation im Niltal sicherzustellen
6. Gezielte Bekämpfung der Darmbilharziose, welche nach dem Bau des Hochstaudammes von Assuan sprunghaft zugenommen hat.

Bernhardt, H., Prof. Dr.

Vertretenes Fachgebiet:

Wassergütewirtschaft

Die Veränderung eines fließenden Gewässers durch technische Maßnahmen in ein stehendes Gewässer bedeutet einen grundsätzlichen Eingriff in die aquatische Biozönose und die Ökologie dieses Gewässersystems. Hierdurch wird der Umfang der Entwicklung von Plankton insgesamt (Phytoplankton und Zooplankton) beeinflusst, vielfach wesentlich erhöht.

Während in fließenden Gewässern häufig die Aufenthaltszeit im Flußsystem für die Entwicklung eines erhöhten Planktongehalts trotz ausreichenden Nährstoffangebotes nicht zur Verfügung steht, ist dies immer dann gegeben, wenn durch Staumaßnahmen die Aufenthaltszeit in einem Gewässer auf mehr als 5 - 10 Tage erhöht wird. Die durch nährstoffbedingte übermäßige Algenentwicklung verursachte Störung des ökologischen Gleichgewichtes führt besonders während des Sommerzeitraumes bei temperaturbedingter Dichteschichtung vielfach zu anaeroben Verhältnissen am Gewässergrund. Dies trifft auch für stehende Gewässer in tropischen Bereichen zu. Hier bedingen aufgrund der größeren Veränderung der Dichte des Wassers im Temperaturbereich zwischen 20 und 30° C bereits geringe Temperaturdifferenzen eine ausgeprägte Schichtung. Bei tropischen Gewässern kommt es deshalb vielfach als Folge großer Algenentwicklungen in der Produktionszone zu ausgeprägten Sauerstoffmangelercheinungen am Gewässergrund.

Wesentlicher Nährstoff ist auch bei tropischen Gewässern meistens der Phosphor. Ihm kommt damit häufig die Bedeutung des Minimumfaktors zu. Daneben spielen für den Sauerstoffhaushalt Stickstoff und vor allen Dingen von außen zugeführte organische Substanzen eine ebenso große Rolle.

Quellen der Belastung sind kommunale Abwässer, die oberhalb des Nassersees wahrscheinlich aufgrund der hier gegebenen begrenzten Besiedlung in diesem Fall keine große Rolle spielen werden sowie die landwirtschaftliche Nutzung des Umlandes. Hier spielen sowohl Erosionsvorgänge eine große Rolle, als auch die Viehwirtschaft. Besonders die Nutzung eines stehenden Gewässers als Viehtränke verursacht einen großen Nährstoffeintrag in ein Gewässer.

Schließlich haben morphologische Bedingungen einen Einfluß auf den Eutrophierungsprozeß. Flache, weit ausladende Gewässer mit großer Oberfläche sind wesentlich anfälliger als tiefe Gewässer mit geringer Oberfläche (Abhängigkeit der sonneneinstrahlungsbedingten Photoassimilation von der Ausdehnung der Wasseroberfläche).

Inwieweit diese Faktoren im Stausee Nasser eine große Rolle spielen, ist mir derzeit nicht bekannt. Allerdings deutet der Hinweis in der Zusammenstellung der Aussagen von Herrn Wurster, daß 100 Mio Zellen/l (100.000 Zellen/ml) Algen im Nassersee gemessen wurden, darauf hin, daß zumindest zeitweise eine sehr große Biomasseproduktion in diesem Gewässer stattfindet. Wenn diese Angabe richtig ist, müßte der Nassersee als eutroph eingestuft werden. Andererseits brachten Diskussionsbeiträge im Gespräch zum Ausdruck, daß man nicht den Eindruck habe, daß die Algenentwicklung in diesem See sehr umfangreich ist.

Wenn aber die Eutrophierung des Nassersees eine Rolle bei der Betrachtung der wassergütewirtschaftlichen Gegebenheiten spielt, wäre es erforderlich, durch ein entsprechendes Untersuchungsprogramm (Monitoring) festzustellen, inwieweit eine übermäßige Nährstoffversorgung existiert und Auswirkungen auf die Planktonentwicklung im Nassersee vorhanden sind.

Übermäßige Algenentwicklung stellt eine Störung des ökologischen Gleichgewichts dar. Es kommt zu Sauerstoffdefizit in tieferen Gewässerbereichen. Dies mag besonders im Nassersee eine Rolle spielen, weil hier die Wasserentnahme für die Turbinen 40 m über

Grund angeordnet ist. Dadurch muß damit gerechnet werden, daß es unterhalb dieser Entnahme zu ausgesprochenen anaeroben Bedingungen kommt, weil sich ein "Sack" ausbildet, in dem das Wasser kaum erneuert wird. Auch dies kann nur vermutet werden und müßte durch entsprechende Untersuchungsprogramme festgestellt werden.

Ausgesprochen anaerobe Verhältnisse bedingen bei zunehmend anhaltender Zufuhr von Biomasse erhöhte Konzentrationen an Ammonium und als Folge nicht ausreichenden Abbaus der organischen Substanz gegebenenfalls die Bildung von Methan und Schwefelwasserstoff. Darüber hinaus kommt es zu erheblichen Konzentrationserhöhungen von Eisen und Mangan. Außerdem funktioniert unter diesen Bedingungen das in einem oligotroph/mesotrophen See vorhandene Gleichgewicht zwischen Produktion und Respiration nicht mehr. Unter anaeroben Bedingungen wirkt das Sediment nicht als "Phosphatfalle". Eutrophierungseskalation kann die Folge sein.

Auswirkungen der Eutrophierung auf die Nutzung des Wassers

Die Gewinnung von Trinkwasser aus einem eutrophen See wird u.a. durch Geruchs- und Geschmacksbeeinträchtigungen des Wassers als Folge algenbürtiger organischer Substanzen deutlich erschwert. Bereits geringste Konzentrationen dieser Stoffe sind wirksam. Außerdem kommt es zur Störung der Desinfektion durch die Anwesenheit organischer Substanzen, die mit den Desinfektionsmitteln reagieren. Letztere büßen dadurch einen Teil ihrer Wirkung ein. Dies fördert die Gefahr der Wiederverkeimung des Trinkwassers, die sich besonders bei längeren Transportleitungen unangenehm bemerkbar macht. Die Entwicklung von Makroorganismen im Trinkwasserverteilungsnetz ist ebenfalls eine Folge der Eutrophierung des zur Trinkwassergewinnung genutzten Gewässers.

Nach Angaben wird die Stadt Assuan mit Wasser aus dem Nassersee versorgt. Inwieweit es hier Probleme und Schwierigkeiten gibt, ist nicht bekannt.

Für die Bewässerung sind erhöhte Algenkonzentrationen im Grunde genommen kein Nachteil. Sie können allerdings Störungen verursachen, wenn das Bewässerungswasser durch Düsen versprüht wird. Nach Erfahrungen von Israel kann es leicht zu Verstopfungen der Düsen und damit zum Ausfall der Bewässerungssysteme kommen.

2. Auswirkungen des Assuan-Staudammes

Die Diskussion hat ergeben, daß die als ein sehr nachteiliger Faktor genannte Rückhaltung des Nilschlammes im oberen Drittel des Nassersees nicht die ursprünglich angenommenen negativen Auswirkungen nach sich zieht. Der Nilschlamm als Nährstoff hat unter Berücksichtigung der notwendigen Erhöhung des Produktionsertrages (3 Ernten pro Jahr statt einer Ernte pro Jahr vor dem Bau des Assuan-Staudammes) nicht mehr die Bedeutung wie früher. Der erhöhte Ertrag, der durch das vergrößerte Bewässerungsangebot möglich geworden ist, kann nur durch eine entsprechend erhöhte Düngung erzielt werden. Dieser erhöhte Düngerbedarf kann nicht durch den Nilschlamm gedeckt werden. Vielmehr ist der Einsatz von Kunstdünger unumgänglich.

Die erhöhte Erosionswirkung des sauberen Wassers des Nassersees im unteren Nil läßt sich nicht durch den Transport von Schlamm aus dem oberen Bereich bis unterhalb des Assuanstaudammes minimieren. Die zur Verhinderung von Erosion und Folgeschäden an den Wehren und Bauwerken notwendigen Maßnahmen sind besser erreichbar durch den Bau von Stützwehren und durch die Errichtung von drei weiteren Wehren (Staustufen) zwecks Minimierung der Fließgeschwindigkeit des Nilwassers. Dies ergibt die gewünschte Verminderung der Erosion.

Bei der Anlage der hierfür erforderlichen und vorgesehenen neuen Stauseen müssen jedoch von vornherein die ökologischen Fragen durch eine Begleitstudie beantwortet werden. Es ist darauf zu achten, daß durch den Bau der neuen Stauseen nicht erneute Beeinträchtigungen des aquatischen Ökosystems des Nils unter Berücksichtigung der Auswirkungen auf das Umland entstehen, die

ihrerseits wiederum unerwünschte Konsequenzen nach sich ziehen. Dies betrifft nicht nur die Qualität des Wassers und die aquatische Biozönose, sondern auch Störungen des ökologischen Gleichgewichtes des ganzen Flußbereiches. Sie müssen auch im Zusammenhang mit der Grundwasserveränderung (Anstieg des Grundwassers) und der eventuell gegebenen Änderung der Strömungsrichtung des Grundwassers gesehen werden. Für die Möglichkeiten der Entwässerung bei erneutem, dauerndem Anheben des Wasserspiegels ist Sorge zu tragen. Diesen Begleitmaßnahmen kommt insgesamt gesehen eine hohe Priorität zu.

Die durch den Bau des Assuan-Staudammes mögliche Erhöhung der Bewässerung bedarf einer entsprechend ausgelegten Entwässerung. Letztere ist bisher nicht in dem notwendigen Umfang gegeben. Dies hat zu Grundwasserspiegelerhöhungen, Versalzungen des Bodens, usw. geführt. Diese ungünstigen Auswirkungen des Assuan-Staudammes als Folge einer nicht abgeschlossenen Gesamtbaumaßnahme (Fehlen der entsprechenden Entwässerungsmaßnahmen) bedarf der in Angriffnahme entsprechender Projekte. Hierbei scheint es sinnvoll zu sein, um Verzettelungen zu vermeiden, daß für deutsche Entwicklungshilfe bestimmte Bereiche in verschiedenen landwirtschaftlich genutzten Gebieten ausgewählt werden. In Abstimmung mit den ägyptischen Interessen und unter Einbeziehung ägyptischer diesbezüglicher Pläne kann eine Optimierung von Bewässerung und Entwässerung unter Berücksichtigung der Humanisierung der Arbeitsbedingungen als ein Projekt in ausgewählten Gebieten angegangen werden. In diesem Zusammenhang sind auch Empfehlungen zum Bewässerungsmanagement zu nennen.

Der schnelle Zuwachs der Bevölkerung Ägyptens verlangt die Sicherstellung der Trinkwasserversorgung und die damit im Zusammenhang stehende Abwasserbeseitigung. Außerdem wird man an der Notwendigkeit der Arbeitsplatzbeschaffung durch Industrialisierung nicht vorbeikommen. Hierdurch entstehen neue Ballungsräume. Dies erfordert rechtzeitig die Aufstellung von Bewirtschaftungsplänen für den Nil als wesentlichen Wasserspender für das Land, aber auch als Rezipient für Abwasser. Man muß vermeiden, daß

durch die genannten Faktoren die Wasserqualität des Nils in zunehmenden Maße beeinträchtigt, vielleicht sogar geschädigt wird, was erfahrungsgemäß in nicht allzu langer Zeit auch zu Störungen der Trinkwasserversorgung führt und u.U. gesamthygienische Konsequenzen für die Bevölkerung nach sich zieht.

Durch den Assuan-Staudamm ist die Wassermengenwirtschaftliche Voraussetzung geschaffen für die Sicherstellung der Trinkwasserversorgung der Bevölkerung aus dem Nil und die Nutzungsmöglichkeit des Nils als Gewässer und als Wasserspender für andere Zwecke (Bewässerung, Brauchwasserversorgung). Auch die Nutzung als Vorfluter für die Abwässer der Ballungszentren ist in Betracht zu ziehen, jedoch mit den hierfür unbedingt notwendigen Gewässerschutzmaßnahmen. Die Vergleichmäßigkeit des Abflusses ist u.a. eine der wesentlichen Voraussetzungen für die Möglichkeit dieser Entwicklungen. So werden Konzentrationsspitzen, die sonst bei Niedrigwasser auftraten, vermieden, ebenso hochwasserbedingte durch Abspülung hervorgerufene Stör- und Schadstoffkonzentrationsmaxima.

Dieser neue Aspekt sollte genutzt werden. Er erfordert jedoch die rechtzeitige Aufstellung von Bewirtschaftungsplänen unter Berücksichtigung konkurrierender Nutzungsarten für das ganze Flußsystem und für bestimmte Flußabschnitte. Die sich gleichfalls ergebenden erhöhten Anforderungen an die Abwasserreinigung und Abwasserbeseitigung sind deshalb ein Projekt mit einer hohen Priorität.

Hierzu können die in unserem Land vorhandenen Kenntnisse über die Abwasserwiederverwendung bzw. Abwasserbeseitigung unter gewässerschutzrelevanten Bedingungen und nach Anpassung an die ägyptischen Verhältnisse verwertet werden.

Zur Abstützung derartiger Bewirtschaftungspläne auf den derzeitigen Gewässerzustand sowie zur Aufstellung möglicher, zumindest mittelfristiger Prognosen hinsichtlich der Wasserqualität ist ein Monitoring-Programm durchzuführen, das am Zufluß des Nassersee beginnt, den Nassersee umfaßt und den Nil bis zur Mündung in das Meer mit enthält. Die Aufstellung und Inbetriebnahme dieses

Monitoring-Programmes sowie seine Übergabe an ägyptische Fachbehörden und Institute kann ein wesentlicher Beitrag für die ägyptische Gewässerschutzpolitik und das Gewässermanagement sein.

Die finanzielle Unterstützung zur Aufstellung, Inangriffnahme und Durchführung im Anfangsstadium eines solchen Monitoring-Programmes könnte unter Berücksichtigung der finanziellen Engpässe Ägyptens durchaus eine erstrebenswerte Hilfe für dieses Land darstellen.

Die Folgekosten für Ägypten ergeben sich aus dem Umfang, in dem ein derartiges Monitoring-Programm künftig zur Gewässerüberwachung fortgeführt wird. Sie liegen in der Entscheidung des Landes selbst.

Alle diese genannten Projekte stehen in einem unmittelbaren Zusammenhang mit dem Betrieb des Assuan-Staudammes und sind damit als Konsequenzen anzusehen. Sie sind jedoch keine Reparaturmaßnahme für den Bau des Assuan-Staudammes, sondern Nachfolgemeasures, die wir im Rahmen unserer technischen und finanziellen Möglichkeiten und aufgrund unseres diesbezüglichen Know How unterstützen und aufgreifen können.

Hartung, F., Prof. Dr.-Ing.

Vertretene Fachgebiete:

Wassermengenwirtschaft und Wasserbau

Wer einen schwierigen Fall beurteilen und danach dann helfen soll, sollte die Vorgeschichte kennen. Ich habe die Vorgeschichte unseres Falles wohl als einziger der Anwesenden von 1950 an aktiv erlebt und zurück bis 1830 studiert. Zu einer Darstellung ist hier kein Raum, daher Stichworte: Sie begann 1830 mit der Einführung der ganzjährigen Bewässerung durch Mohammed Ali. Bis auf Oberägypten ist sie nun seit 100 Jahren überall im Gebrauch. Sie ist nicht, wie man immer wieder lesen kann, eine Folge des Hochdammes. Sehr interessant ist auch die Geschichte der alten Assuan-Mauer, bei der durch die Genialität ihres Projektanten, Sir William Willcocks, Umweltschäden praktisch ausgeschlossen wurden. Ich habe diese Zusammenhänge in meinen Veröffentlichungen "The History of the Old Assuan Dam" und "75 Jahre Nilstau bei Assuan - Entwicklung und Fehlentwicklung" einigermaßen dargestellt und verweise deshalb darauf sowie auf die wenig bekannte Arbeit von May Exth "Das Wasser im alten und neuen Ägypten" vom Jahre 1901.

Jetzt will ich so vorgehen wie unsere Medien und über die Erfolge des Hochdammes schweigen, sondern nur die Folgeschäden ansprechen, die mir als Wasserbauer begegneten: Verlandung des Staubeckens, Eintiefung unterstrom, Gefährdung von Wehren, Brücken und anderen Anlagen, Zerstörung der Ufer, Inselbildung, Instabilität des Flußlaufes, Hebung des Grundwassers, Versalzung, Verbreitung der Bilharzia.

Dazu muß ich zuerst sagen, daß alle diese Folgeschäden vor Baubeginn bekannt waren und diskutiert wurden, auch mit den Ägyptern. Ich zitiere aus den Schluß-Gutachten des internationalen Expertengremiums vom Dezember 1954:

"Wenn der Hochdamm gebaut sein wird, werden die Sande und Schlämme nicht mehr Assuan passieren und eine gewisse dauernde Eintiefung ist zu erwarten.....

Im Falle beträchtlicher Eintiefung können schädliche Einflüsse, wie mögliche Unterkolkung von Wehren für Bewässerungsausleitungen, vorkommen. Gegenmaßnahmen werden notwendig werden. Anpassungen sind unvermeidlich.....

.....viel Information ist vorhanden, speziell über den Schwebstofftransport im Fluß. Diese Naturdaten sollten durch weitere detaillierte Beobachtungen ergänzt werden, die besonders darauf hinzielen, ein umfassenderes Verständnis der Eintiefungsvorgänge im Nil zu erhalten. Das soll Entwurf und Bau von geeigneten Abwehrmaßnahmen zur rechten Zeit sicherstellen, bevor schädliche Effekte besonders folgenschwer und dauernd werden können".

Besonders das deutsche Mitglied, Baudirektor Max Prüss vom Ruhrtalsperren-Verein, der schon viel Erfahrung mit Umweltproblemen hatte, die man nur damals noch nicht so nannte und Prof. Lorenz G. Straub vom St. Anthony-Falls Laboratory legten großen Wert auf diese Umwelt-Folgeschäden.

Die ägyptische Seite hörte diese Dinge nicht gerne. Man verwies sehr nachdrücklich auf eigene Erfahrung und wollte offenbar auch keine weiteren Mittel aufwenden. Dazu kam der starke politische Druck von oben, den ich am besten mit einem persönlichen Erlebnis aus jenen Tagen illustriere:

"Mit einem Kollegen auf dem Weg zu einer Besprechung mit einem Juntamitglied im Präsidentenpalais wurden wir in der Halle von der Polizei in einen Seitenraum geschoben, als Präsident Nasser unerwartet von außen kam. Er sah das noch, kam uns nach in das Zimmer, entschuldigte das Vorgehen und würdigte uns einer kurzen Unterhaltung über den Hochdamm. Auf unsere Frage, ob man nicht den indirekten Folgen dieses jähen Abbruches eines seit Menschengedenken wirksamen Naturvorganges noch mehr nachgehen müßte, kam erst ein warmer Blick, weil er unsere Sorge um Ägypten spürte, dann aber ein hartes Gesicht und die Worte: "No more discussions, it has to be built. I insist on it". Danach war eine weitere Diskussion mit dem Staatschef nicht mehr gut möglich."

Die Russen kümmerten sich später um diese Dinge überhaupt nicht und Prof. Straub, der sich eigentlich auch weiterhin der Umweltbelange annehmen sollte, wurde ausgebootet. Das Gabgaba-Projekt des bekannten Ingenieurbüros Gruner in Basel und des Institutes of Technology of California als eine Alternative, die auch dem Nilschlamm seinen Lauf gelassen hätte, kam erst 1962 auf, wurde aber ignoriert, denn es war zu spät. Es wurde ja schon gebaut.

Der Weltbankkredit wurde übrigens nicht zurückgezogen, weil man dem Projekt gegenüber skeptisch geworden war - dafür hatte man das positive Gutachten der internationalen Experten-Kommission, die alle auch Weltbankexperten waren - sondern weil John Forster Dulles und Konrad Adenauer mit Nasser keinesfalls zusammenarbeiten wollten und wegen seiner provokativen Politik gegenüber Israel einen Krieg erwarteten.

Es wurde also gebaut nach dem russischen Projekt. Dieses unterschied sich in vielen, vor allem sicherheitsrelevanten Einzelheiten negativ vom westlichen, speziell deutschen Projekt. Ich kann darauf hier nicht eingehen, so pikant es ist. Im Hinblick auf die umweltrelevanten Folgen besteht kein Unterschied. Sie wären in beiden Fällen in gleicher Weise eingetreten.

Diese erwarteten Folgen traten dann ab 1964 zunehmend ein. Unter Nasser durfte aber nicht darüber gesprochen, geschweige dann Kritik geübt werden. Es geschah auch nichts, um im Sinne des Rates der internationalen Expertengruppe die Entwicklung abzufangen. Erst unter Sadat und als die Folgen nicht mehr zu verheimlichen waren, wurde offen darüber gesprochen - z.B. auf dem ICOLD-Congress in Madrid - und es wurde wenigstens gemessen und begonnen, Daten zu sammeln. Eine ganze Reihe Gelehrter aller Nationen stellte Theorien über die zu erwartende Eintiefung auf, wobei die Ergebnisse zwischen 2 und 22 m hinter den bestehenden Wehren lagen und so differierten, daß kein Vertrauen zur Theorie aufkommen konnte.

Man muß sich dabei vergegenwärtigen, daß der Nil in einem Bett aus einem Einkorn von 0,22 mm mit starkem Kohäsionseinfluß fließt und ein mittleres, fast konstantes Gefälle von nur 8 cm/km hat. Mit Geschiebetheorien war da nichts anzufangen. Am brauchbarsten waren die Ergebnisse von Prof. Simons auf der Basis einer Theorie des stabilen Gefälles, das er für das neue Regime in der Größenordnung von 4 cm/km angab und diejenigen des Ägypters Dr. Shalash auf der Basis von Silt-Concentration-Messungen im Nil. Die Werte für die Absenkung des Wasserspiegels hinter der Stufe Esna betragen dabei z.B. zwischen 2,0 m bei Shalash und 3,5 m bei Simons, klangen also realistisch. Die Russen - jetzt offiziell um ihre Meinung gefragt - gaben 1970 aufgrund einer logarithmischen Interpolation der gemessenen Werte ebenfalls 3,5 m an, erhöhten dann 1976 ohne Angaben ihrer Methode diese Prognose auf 7,0 m, um 1977 wieder auf 2,5 m zu senken. Realität kam in diesen Streit erst ab 1974, als Dr. Shalash seine Messungen, Daten und Überlegungen in 4 Bänden "Facts about degradation" veröffentlichte. Er leitete für Esna sogar nur noch 1,0 m Spiegelsenkung ab, beim jetzigen Regime wohl zu günstig. Praktische Vorschläge, so nahe liegend sie auch waren, lagen nicht vor, mit Ausnahme von den Russen, die Stützwehre vorschlugen.

1975 erhielt ich die Anfrage im Rahmen des United Nations Development Program (UNDP) als Consultant nach Ägypten zu kommen. Ich kam dazu nach so vielen prominenten Gelehrten, weil ich mir in den 50er Jahren durch den Bau des Wehres Idfina, bei der Hochdamm-Vorprojektierung und durch von Firmentätigkeit unabhängige Beratungen bei den alten englischen Wehren und bei der alten Assuan-Mauer offenbar Vertrauen erworben hatte und der Kontakt in der Nasser-Zeit nicht abgerissen war. Man erwartete von mir allerdings keine neuen Theorien, sondern aufgrund der nun vorhandenen Fakten und Daten eine pragmatische Stellungnahme. Ich war dann 1976 dort und legte einen Bericht vor, der im Dezember 1976 veröffentlicht wurde. Es ging in erster Linie um die Sicherung der bestehenden drei alten Wehre und um die Verhinderung weiterer Eintiefung sowie auch um organisatorische Fragen. Erfreulicher-

weise hat man, wie auch schon früher, die nachdrückliche und notwendige Kritik nicht übelgenommen. Als Schutzmaßnahmen empfahl ich Stützwehre und den Bau der Toschka-Entlastung.

Inzwischen war auch die Dienststelle "Research Institute of the Sadd el Aali Side Effects" mit allerdings jammervoller Ausstattung geschaffen und Dr. Shalash zu ihrem Direktor bestellt worden. Dort war auch die Idee der Toschka-Entlastung entstanden, weil die von den Russen schulmäßig korrekt gebaute Entlastungsanlage am Damm für 6.000 m³/s keinesfalls in Aktion treten darf. Das dabei austretende klare Stauwasser würde im Niltal anstelle des schon abklingenden Erosionsvorganges erneute Zerstörungen in der Größenordnung der Jahre 1964/70 auftreten lassen und die drei alten Wehre, von denen die Bewässerung von Ober- und Mittelägypten total abhängt, mit Sicherheit zum Einsturz bringen. Bei Gelegenheit der Besuche an den Wehren bekam ich auch Kenntnis von der Verwilderung des Flußlaufes durch 450 km - inzwischen sind es 550 km - Uferzerstörung, neue Mäanderbildungen, Inselbildungen, Sandbänke, etc.

Trotz meiner Kritik wurde ich 1978 vom Irrigation Minister direkt zu einer Bereisung der Uferstrecke Assuan-Assuit eingeladen, die ich in einem Bereisungsboot in 2 Wochen in aller Ruhe durchführen konnte. Dabei konnte ich mich auch davon überzeugen, daß die klassischen Methoden der Flußregelung, wie Bühnen, Leitwerke, Deckwerke etc., bei diesem Ufermaterial versagen. Es ist außerordentlich empfindlich gegen Turbulenz sowie gegen Wechsel der Wandeigenschaften. Ich konnte auch den Mechanismus der Uferzerstörung beobachten und feststellen, daß vielerlei Einflüsse ihren Beitrag dazu leisten - Ufertiere, Überbewässerung, Schifffahrt, neue Mäandertendenz, Eintiefung und Menschen mit ihrem Vieh. Auf die weiteren flußbaulichen Zusammenhänge einzugehen, fehlt hier der Raum. Ich habe sie in der Veröffentlichung "75 Jahre Nilstau" einigermaßen beschrieben und illustriert. Dabei begegneten mir auch die Folgeschäden: Überbewässerung, Versalzung, Pollution. Ich kann dazu folgendes sagen: Es ist eine alte Erfahrung: Sobald

ein Bewässerungssystem über dauernd und reichlich Wasser verfügt, wird überbewässert. Dagegen hilft kein mathematisches Modell, sondern nur künstlich erzeugter Wassermangel und/oder Erziehung der Bauern. 1976 traf ich des öfteren im Gelände mit einem alten Bewässerungsingenieur aus Texas zusammen, der über das was er sah, nur den Kopf schüttelte und sagte: "You can't fight ignorance with mathematical models".

Eine Delegation von Bewässerungsfarmern aus den USA faßte vor ein paar Wochen ihre Eindrücke in die Worte: "For heavens sake, take away that excess-water from those people."

Ich habe vorbildliche Erziehungsmaßnahmen dieser Art in Ecuador, Mexiko und Iran gesehen. Hier fehlt alles dergleichen. Überbewässerung führt, abgesehen von der geänderten Wasserführung, zu Grundwasseranhebung, Versalzung und hier auch noch zu Uferzerstörung. Zu jeder Bewässerung gehört eine im allgemeinen ebenso teure Entwässerung. Ich wäre schon 1933 bei Professor Ludin haushoch durchs Examen gefallen, wenn ich nicht auf die Frage: "Was ist die Voraussetzung für erfolgreiche Bewässerung in ariden Ländern?", wie aus der Pistole geschossen geantwortet hätte: "Wirksame Entwässerung". Auch dies ist gesicherte Erkenntnis seit zwei Generationen. Ändern sich die Grundwasserstände und die Eingabemengen derart wie hier, ist eine grundsätzliche Anpassung erforderlich. Von alledem war vor 7 Jahren noch nichts außer sporadischen Grabenvertiefungen zu sehen. Die Behauptung, früher habe die Flut die Versalzung abgeschwemmt, erledigt sich dadurch, daß sie erstens nur vor 1900 gelten könnte und daß es zweitens deswegen kaum Versalzung geben konnte, weil mit dem Wasser äußerst sparsam umgegangen werden mußte.

Vor allem aber war ich beeindruckt davon, daß im Staubereich der drei bestehenden englischen Wehre keine der flußbaulichen Folgeschäden zu sehen waren, daß hier das Gleichgewicht nicht gestört war. Diese Wehre, ursprünglich nur als Verteilwehre gebaut,

erfüllen jetzt in großartiger Weise die Aufgabe von Stützwehren. Auch sonst haben sie sich außerordentlich bewährt. Für Einzelheiten ist hier kein Raum. Diese Beobachtungen bestätigen mich in meiner Unterstützung des Stützwehervorschlages. Dazu kam noch ein weiterer Grund: Die bestehenden Wehre sind erstens 80 Jahre alt und nur einmal überholt. Sie sind außerdem aber nur sehr begrenzt überlastbar, nämlich nur mit 1,0 m zusätzlichem Staupotential. Eine Folge der Eintiefung ist aber eben bei niedriger Wasserführung eine Spiegelsenkung unterstrom, die eben diese Überbelastung herbeiführt und sich eben jetzt diesem Grenzwert von 1,0 m nähert. Bei Esna muß der Stau bei solcher Wasserführung bereits gesenkt werden, so daß die Bewässerung schon eingeschränkt wird. Es wird jetzt eine Notmaßnahme zur Stabilisierung ausgeführt, die ich schon 1976 empfohlen habe, die aber keineswegs für Dauerbetrieb geeignet ist aus flußbaulichen Gründen. Für Einzelheiten ist hier kein Raum. Alle diese Probleme der drei alten Wehre werden mit je einem Stützwehr etwa 70 km unterstrom eines jeden von ihnen behoben. Auch für Einzelheiten der neuen Wehre ist hier kein Raum, außer vielleicht dem Hinweis, daß ihr Staupotential 5,0 nicht überschreiten soll und alle 6 Anlagen zum Sauerstoffeintrag und zur Stromerzeugung herangezogen werden können.

Von 1980 bis 1982 wurde auf Veranlassung von Dr. Shalash endlich eine exakte Kartierung des Flußtales in 20 km Breite 1:10.000 und des Flußbettes 1:5.000 durchgeführt. Vorher gab es überhaupt nichts dergleichen.

1983 legte das Research Institute schließlich einen sogenannten Masterplan für die Nilsanierung vor, der, basierend auf exaktem ausführlichen Datenmaterial, zur Flußhydrologie und Flußmorphologie und auf den Erfahrungen an den drei Wehren, einen Sanierungsvorschlag für die oberen 600 km Flußstrecke beschreibt, der auch die Fragen der Stromerzeugung (ca. 250 MW gesicherte Leistung!) und der Bewässerung und Entsorgung einschließt, u.a. 60 Kläranlagen, neue Entwässerungsauslässe etc. Er trägt der Ver-

änderung der sozialen Verhältnisse durch die Verfünffachung der Bevölkerung seit der Alten Assuan-Mauer Rechnung. Das Projekt ist bestrebt, dem Niltal wieder Anziehungskraft für die unteren Bevölkerungsschichten zu geben und so die Slumentwicklung in Kairo und Alexandria zu bremsen. Die Pollution hat nur indirekt mit dem Hochdamm, sondern vor allem mit der Bevölkerungsexplosion zu tun, die auch zur Industrialisierung zwingt. Die Behauptung, die Flut hat früher alles weggespült, ist für 9 Millionen Einwohner ohne Industrie vielleicht vertretbar. Bei 50 Millionen mit Industrie und den bestehenden sanitären Verhältnissen ist das aber eine sehr dubiose Theorie.

Der sogenannte Masterplan wurde 1985 vom neuen Irrigation-Minister genehmigt. Jetzt kommt es zur umfassenden Feasibility Studie und zu konkreten Bauentwürfen. Dr. Shalash, der als Direktor des Research-Institute nur consultative Funktion hatte, wurde als Vizepräsident der Entwässerungsbehörde im Irrigation Ministerium in die Exekutive versetzt. Dadurch ist gewährleistet, daß Entsorgung und Entwässerung im Masterplan mit Sicherheit endlich zu ihrem Recht kommen. Der neue Irrigation-Minister und der neue Staatssekretär sind nicht für neue Theorien, sondern dafür, daß endlich etwas geschieht. Ihre Vorgänger haben 15 Jahre nutzlos verstreichen lassen. Die Deutsche Botschaft ist über diese Entwicklung unterrichtet und auch an ihr interessiert, weil es sich um ein fundiertes Projekt zur akuten Sanierung handelt, das keinerlei Risiko mit sich bringt. Man muß nur über die Reihenfolge der Prioritäten wachen: Erst der Fluß, dann die Landwirtschaft, dann die Reinhaltung und dann als Abfallprodukt die Energie. So sieht dies auch der Projektverfasser. Eine Kurzfassung des Masterplanes hat er im Oktober 1985 in Budapest auf einem internationalen Kongreß vorgetragen. So etwas kann er nur mit Genehmigung des Ministers. Im übrigen hat Dr. Shalash seine Studien und Messungen über die Eintiefung 1983 in der Water Power ausführlich veröffentlicht. Eine gleiche Veröffentlichung über den Verhandlungsvorgang im Stausee folgt in drei Monaten. Ich will ihr nicht vorgreifen. In journalistischen Publikationen findet man immer die Darstellung, als ob nach Füllung des Totraumes der

Hochdamm außer Funktion sei. Erst nach etwa 1000 Jahren ist mit einer Einschränkung seiner Möglichkeiten zu rechnen. Durch richtige Gestaltung der Toschka-Entlastung läßt sich dieser Zeitpunkt auf 1500 Jahre hinausschieben. Für Einzelheiten ist hier kein Raum.

Zur Düngewirkung des Nilschlammes kann ich aus meiner Sicht nur sagen, daß schon vor dem Hochdamm von 130 Mio t Jahresfracht etwa 90 % ins Mittelmeer gingen und vom Rest noch viel in den Kanälen liegen blieb. Mengenmäßig und bei 2 - 3 Ernten im Jahr kann der Schlamm nur marginal wirksam gewesen sein.

Verzögert wurde die sachliche Entwicklung durch die traditionelle Gegnerschaft zwischen Energie- und Irrigationsministerium. Mit französischer Initiative und Unterstützung entstand ein Projekt, an der Stelle des alten Esna-Wehres einen über 20 m hohen weiteren Staudamm zu bauen und das Niltal nochmals um 160 km bis Assuan einzustauen. Auf die Einzelheiten dieses baulich, flußbaulich und ökologisch sinnlosen und politisch gefährlichen Projektes kann ich hier ebenfalls nicht eingehen. Es diene ausschließlich energiewirtschaftlichen Zielen als Ausgleichsbecken für das Assuankraftwerk zum Zwecke der Spitzenproduktion. Ich habe zu seiner Abwehr dem Research Institute ein außerordentlich kritisches Memorandum geschickt, das man nach Übersetzung an geeignete Stellen gelangen ließ. Dieses Memorandum habe ich im Oktober 1984 vor dem Deutschen Ausschuß für Wasserkraft vorgetragen, von einer Veröffentlichung aber aus verständlichen Gründen abgesehen. Zweifellos ist das Sanierungsprojekt des Masterplans jetzt abgesichert und ein ganz und gar konkretes Konzept. Diese Entwicklung verläuft folgerichtig und zwingt zu konkreten Baumaßnahmen.

Nun noch zur Toschka-Entlastung. Sie war 1978 in der Vorplanung. Dabei fehlten jedoch alle Vorstellungen vom hydraulischen Vorgang und auch über die notwendigen Untergrundabdichtungen. Zu Einzelheiten ist hier kein Raum. Auch ein sehr primitiver Modellversuch in verzerrem Maßstab, den ich besichtigen konnte, änderte daran nichts. Ich habe damals auch die abgesteckte Trasse begangen und mit den ägyptischen Geologen vor Ort besprochen. In meinen be-

reits erwähnten Berichten habe ich aus meinen schweren Bedenken - keineswegs gegen das Projekt an sich, sondern gegen die dilettantische Art der Planung - keinen Hehl gemacht. Auch sind die wasserwirtschaftlichen Möglichkeiten für den Hochdamm selbst nicht erkannt. Dann habe ich nichts mehr gehört, zumal Toschka nicht dem Irrigation Ministerium sondern der Sadd el Aali Authority untersteht. Als dann Anfang der 80er Jahre der Stauspiegel mit 177 in den HW-Schutzraum stieg, bekam man es mit der Angst, lieh von den Amerikanern die nötigen Bagger und riß die Rinne in fast voller Größe auf unter Vernachlässigung aller hydrodynamischen und geotechnischen Probleme. Eine Studie eines deutschen Ingenieurbüros enttäuschte, weil sie außer einer Unmenge Computerausdrucken keine konstruktiven Vorschläge und keine Lösung des Absturzproblems brachte. Daß man dort eine Bewässerungsoase schaffen könne, ist eine typisch ägyptische Illusion. Mit Wasser, das nur in unvorhersagbarer Häufigkeit - z.B. alle 10 - 20 Jahre - und ebenso unvorhersagbarer Menge auftritt, kann man keine Bewässerungswirtschaft betreiben. Ich meine, eine systematische Untergrundversickerung wäre die geeignete Lösung.

Jedenfalls, so wie die Toschka-Entlastung meines Wissens jetzt aussieht, ist sie, sobald das Wasser wieder den HW-Schutzraum erreicht, ein gefährliches Sicherheitsrisiko. Für Einzelheiten ist hier kein Raum. Jedenfalls muß bis dahin etwas geschehen sein. Ein Konzept scheint jedoch nicht zu bestehen. Dazu müßte wohl erst verholten werden. Zur hydraulisch konstruktiven Konzeption habe ich wohl eine Vorstellung und wir haben auch andere, die das vielleicht noch besser können. Über die Probleme in der Toschka-Senke selbst ist Herr Dr. Döscher sehr gut im Bilde. Er hat die Baustelle erst im Dezember 1985 besucht und wohl auch bessere Beziehungen zu Sadd el Aali Authority als ich. Leider ist er nicht hier.

Zusammenfassend meine grundsätzliche Meinung: Der Assuan-Hochdamm ist einfach nicht fertig gebaut worden. Man kann nicht ein im

Gleichgewicht befindliches System grundsätzlich ändern, ohne durch entsprechend wohlüberlegte Anpassungsmaßnahmen ein neues Gleichgewicht zu schaffen bzw. zu ermöglichen. So etwas ist hier restlos unterblieben, aber durchaus möglich und im Interesse des Niltales und der 50 Millionen in ihm lebenden Ägypter auch bitter notwendig. Dieser Herausforderung entspricht man aber nicht mit radikalen, wirklichkeitsfremden Theorien, sondern durch taktvolle, sachliche, intensive und vor allem pragmatische Arbeit vor Ort, allerdings in besserer Zusammenarbeit aller Fachrichtungen. Die negativen Medienberichte und Diskussionen bei uns über den Hochdamm haben drüben bereits eine Reizwirkung ausgelöst.

Meine Herren, Ägypten ist keine Kolonie, sondern ein souveräner Staat und die Bundesregierung kann nur mit den ägyptischen Regierungsstellen, nicht aber mit Professoren oder fanatischen Einzelgruppen verhandeln. Wir dürfen den Ägyptern nichts aufzwingen wollen und wir dürfen uns vor allem nicht blamieren, wie schon des öfteren geschehen.

Zu den Themen Bilharzia, Wasserpflanzen, Fischerei im See und Meer und Küstenerosion kann ich nur wenig beitragen, weil ich damit nicht direkt konfrontiert wurde. Ich überlasse es dem Herrn Vorsitzenden, ob ich das Wenige gleich sagen soll oder später gelegentlich einfügen, damit sich die Herren Kollegen nicht zu sehr gekürzt fühlen.

Vierhuff, H., Dr.

Vertretenes Fachgebiet:

Hydrogeologie

1. Einführung

Der Nil ist die Lebensader des Wüstenlandes Ägypten, weil er Wasser aus dem tropischen Klimabereich Zentralafrikas heranzuführt. Ägypten besitzt keine eigenen nutzbaren Oberflächenwasser und seine Grundwasservorkommen sind der Menge nach sehr klein, wenn sie auch abseits vom Niltal und dem Delta große Bedeutung haben können./1/

An Grundwasservorkommen gibt es in Ägypten:

- die fossilen Grundwässer im nubischen Sandstein, die in den westlichen Oasen (New Valley) genutzt werden,
- kleine Vorkommen an der Mittelmeerküste, die die einzigen sich durch Regen erneuernden Grundwasservorkommen Ägyptens darstellen,
- salzige Grundwässer im Sinai und in der östlichen Wüste,
- Grundwässer im Niltal,
- Grundwässer im Delta.

Alle nutzbaren Grundwassermengen zusammen betragen mit etwa $5 \cdot 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$ weniger als 1 % des vom Nil zugeführten Wassers.

Die beiden letztgenannten Grundwasservorkommen stammen ausschließlich vom Oberflächenwasser des Nils, sind deshalb ebenso exotisch und durch jede Veränderung, die das Oberflächenwasser in der Menge oder der Qualität betrifft, verletzlich.

2. Das frühere naturnahe System

Im ariden Klima ist ein Flußlauf meist der Ursprung von nutzbarem Grundwasser, das sich vom Fluß nach den Seiten in den Untergrund ausbreitet. Im Niltal sind diese Verhältnisse nur weit im Süden und im Norden, nahe am Delta, vorhanden. Im übrigen Bereich liegt das Niltal tiefer als der Grundwasserspiegel im nubischen Sandstein, so daß dieser keine Versickerungsanteile vom Nil erhalten kann /2/. Dort, wo Grundwasserleiter im Niltal vorhanden sind, sind sie entweder durch undurchlässige Gesteine eingeschlossen oder sie erhalten von den Seiten fremdes Grundwasser, das häufig schlechtere Qualität hat als das Nilwasser. Vor dem Bau des Hochdammes konnte das Reservoir alljährlich während des Niedrigwassers bis zum Vorflutenniveau ausfließen; der freie Raum wurde durch das folgende Hochwasser mit frischem Wasser wieder aufgefüllt.

Im Delta entstammte das Grundwasser ausschließlich dem versickernden Nilwasser. In den mehrere hundert Meter dicken Schwemmschichten bildete sich (wie an allen Küsten) eine Gleichgewichtsgrenze zwischen dem Salzwasser des Mittelmeeres und dem Süßwasser aus. Diese Grenzschicht liegt an der Küste auf dem Meeresspiegelniveau und im Süden etwa 150 - 200 m tief. Die wechselnden Wasserstände des Delta-Systems bewirkten eine ständig wiederkehrende Durchspülung der obersten Schichten des Grundwassers.

3. Heutiges System

Heute wird das Wasser im Nasser-See um 150 m angehoben. Es kann dadurch im Kontakt mit Wasserleitern in diese einströmen und Grundwasser bilden. Die Sickerverluste werden auf Werte zwischen 10^7 und 10^8 m³/a geschätzt und stellen damit in der hydrologischen Wasserbilanz des Stausees eine quantité negligible dar /3/. Dicht neben dem See und unterhalb des Dammes kann aber an Stellen, die früher trocken waren, Grundwasser gefunden werden. Große

wirtschaftliche Bedeutung kann dieses neu gebildete Grundwasser nicht haben, da sein Spiegelniveau in jedem Fall niedriger liegt als das Wasser im See und es auch noch nicht weit gewandert sein kann. Schätzungen besagen, daß sich der Wasserspiegel in 10 km Entfernung erst nach mehr als 100 Jahren um 30 m angehoben haben wird /4/.

Im Niltal hat sich die hydrogeologische Situation vollkommen geändert. Die Seitenkanäle führen ganzjährig Wasser und die Felder werden mehrmals jährlich bewässert, so daß sich ein neues Grundwasser-Abstromsystem von den bebauten Terrassen zur Flußrinne, die als Basisniveau der Drainage wirkt, ausgebildet hat. An den zwischenliegenden Staustufen ist es umgekehrt: Hier führt das hohe Flußniveau zur Grundwassererneuerung und Drainagekanäle müssen für die Vorflut sorgen, wenn die Böden nicht versalzen sollen.

Im Delta liegen die Kanäle teilweise hoch über dem übrigen Landniveau. Sie verlieren, sofern nicht sorgfältig gedichtet, Wasser an den Untergrund. Werden hochliegende Terrassen bewässert, dann wird versalzene Grundwasser und Sickerwasser künstlich in Bewegung gesetzt, das dann an anderer Stelle aufsteigt und drainiert werden muß. Da das Niveau der Dränkanäle langfristig abgesenkt ist, wird das Grundwasserspiegelniveau in großen Bereichen ebenfalls abgesenkt, so daß die Gleichgewichtslage der Salz/Süßwassergrenze geändert wird und Salzwasser aufsteigt. Dadurch werden die Süßwasservorräte kleiner /5/.

Alle diese geschilderten Beeinflussungen des Grundwassersystems durch die Veränderungen der Vorfluthöhe sind aus ähnlichen Vorhaben des landwirtschaftlichen Wasserbaus in ariden Ländern bekannt oder sind allgemeine Gesetzmäßigkeiten der Hydrogeologie. Die Veränderungen des Grundwassersystems wirken sich hauptsächlich auf die Dauer der Ertragsfähigkeit der bewässerten Flächen aus. Sie sollten daher so früh wie möglich günstig beeinflusst werden, wenn keine bleibenden Schäden an der landwirtschaftlichen Produktivität der Böden entstehen sollen.

4. Von Ägypten angemeldeter Bedarf an Forschungsvorhaben

Die verschiedenen mit der Wasserversorgung oder der Landwirtschaft befaßten ägyptischen Stellen haben schon sehr früh auf die Beeinflussung des Grundwassers durch die veränderte hydrologische Situation aufmerksam gemacht und auch viele Projektvorschläge oder -skizzen eingereicht. Eines der ersten hatte das Studium und die Beseitigung von Gefahren zum Ziel, die durch die Bewässerung von randlichen Gebieten des Deltas ausgingen, wie steigende Grundwasserspiegel und Aufstieg von versalztem Tiefen- und Sickerwasser (UNDP/FAO) /6/.

Außerdem wurde auf die Sickerverluste am Damm aufmerksam gemacht und darauf, daß durch Versickerung aus dem See oder im geplanten Überlauf-Becken in der Toschka-Depression das Grundwasserangebot in der Wüste erhöht werden könnte. Abschätzungen haben jedoch ergeben, daß zusätzlich erschließbare Grundwassermengen im Bereich Toschka oder New Valley in absehbarer Zeit nicht erwartet werden können /4/. Allenfalls könnte man örtlich in der Nähe des Stausees kleine Mengen in Brunnen als Trinkwasser gewinnen, das durch die Gesteinspassage hygienisch einwandfrei ist.

Am umfassendsten sind die Vorschläge, das ganze Niltal und das Delta wasserwirtschaftlich durchzuplanen, um zu einem sogenannten conjunctive use, also der geplanten und überwachten Nutzung von Oberflächen- und Grundwasser mit integrierter Drainage-Planung zu kommen /5/, /7/.

Daneben wurden und werden natürlich sehr viele Grundwasserprojekte vorgeschlagen, die sich aus der wachsenden Bedeutung der Wasserwirtschaft und dem größeren Bedarf an Wasser ergeben, die aber nicht als direkte Folge des Hochdammes gelten können und deshalb hier auch nicht betrachtet werden.

5. Prioritäre Vorhaben im Bereich Grundwasser

Größte Priorität haben meines Erachtens Untersuchungen zum Grundwasser-Haushalt im Einflußgebiet der Flußbaumaßnahmen im Niltal. Die dringend durchzuführenden Erhaltungsmaßnahmen an Stützwehren und der Neubau von Stützwehren sollte immer mit einer gründlichen Erkundung der Grundwasser-Verhältnisse kombiniert werden, so daß Folgekosten für die Erhaltung oder Neuschaffung von Vorflut vermieden werden. Steigende Grundwasserspiegel, die die Landwirtschaft oder auch Kulturdenkmäler bedrohen würden, dürfen nicht erst später als Folgen solcher Bauten erkannt werden, sondern müssen gleich vermieden werden.

Solche Studien können organisatorisch auch unabhängig vom Bauvorhaben durchgeführt werden, da es sich um mehr wissenschaftliche Methoden handelt und die Partnerdienststellen verschieden sein können.

Ähnliche Untersuchungen wurden mit amerikanischer und deutscher Unterstützung im Jordantal und dem Wadi Araba in Jordanien durchgeführt.

Daneben gibt es im Niltal und im Delta einen großen Nachholbedarf an allgemeinen Erkundungen der Grundwasservorkommen. Die traditionelle Grundlage der Wasserversorgung im ländlichen Bereich, das Nilwasser, sollte in Zukunft durch das häufig billiger zu gewinnende und hygienisch bessere Grundwasser abgelöst werden (z.B. Bilharziose-Verhütung, Algen-Toxine). Entsprechende Erfahrungen der BGR in der hydrogeologischen Erkundung für die ländliche Wasserversorgung aus Grundwasser liegen vor.

Schriften

- /1/ U.N. Water Conference, African Preparatory Meeting Egypt Country Report, Ministry of Irrigation, Cairo 1976
- /2/ AHMAD, M.U., LLOYD, J.W., FARAG, M.H., BURDON, D.J.: Fossil Ground-water Gradients in Arid Regional Sedimentary Basins.- Ground Water 17, 217-219, 1979

- /3/ ELRAMLY, I.M.: Final Report on Geomorphology, Hydrogeology, Planning for Groundwater Resources and Land Reclamation in Lake Nasser Region and its Environs. - Water Res. Dept., Desert Institute, Cairo 1973
- /4/ THOMAS, : FAO Consultant Report for Lake Nasser Project, 1972, zitiert in /3/
- /5/ KASHEF, Abdel-Aziz, I.: Salt Water Intrusion in the Nile Delta.- Ground Water, Vol. 21, Nr. 2; 160-167, 1983
- /6/ ROFAIL, N.: The Water Salinity in the Main Irrigation Canals in West Nubareya Area, Egypt.- Proc. of II World Congress on Water Res., Vol.IV, 321-330, New Delhi, 1975
- /7/ HEFNY, Kamal: The Strategy for Ground Water Development in the Nile Valley; 4^e Conf. Int. sur la Planification et la gestion des Eaux, Marseille 1982, Doc. BRGM, 43, 91-97, 1982

Führböter, A., Prof. Dr.-Ing.

Vertretene Fachgebiete:

Küstenwasserbau und Hydromechanik

Der Küstenabschnitt des Nildeltas zwischen Alexandria und Port Said liegt in einem Bereich, wo der Springtidehub 3 bis 4 dm beträgt; bei auflandigen Stürmen kann sich dem mittleren Tidehochwasser ein Windstau bis zu 5 dm überlagern. Die resultierenden küstenparallelen Strömungen aus Wind- und Tideinflüssen sind vorwiegend von West nach Ost gerichtet.

Unterwasserstrand, Strand und der unmittelbare Küstenbereich sind vorwiegend aus Sand aufgebaut, die feineren Sedimente (Ton) befinden sich in solchen Wassertiefen, daß sie von wellenerzeugten Strömungen i.a. nicht erreicht werden.

Bereits vor dem Bau des Assuan-Hochdammes wurde von Erosionen berichtet, die in gewissen Gebieten auch periodisch auftraten und Verlagerungen der Hochwasserlinie bis zu 300 m bewirkten; dabei traten zeitweilig auch Dünenabbrüche auf. Es ist unklar, ob diese Erosionen bereits vor der Jahrhundertwende einsetzten; es kann auch der Säkularanstieg des Meeresspiegels dafür verantwortlich sein (ORLOVA und ZENKOVICH 1974).

Um das gegenwärtige Erosionsgeschehen beurteilen zu können, sind dringend Auswertungen früherer Kartenwerke und Vermessungen (gegebenenfalls auch von alten Luftbildern) zu empfehlen; nur mit solchen Untersuchungen kann festgestellt werden, ob, wo und in welchem Maße nach der Fertigstellung des Assuan-Hochdammes eine Beschleunigung des Erosionsgeschehens stattgefunden hat bzw. stattfindet. Außerdem sollten an geeigneten Pegeln (Alexandria, Port Said u.a.) sorgfältige Auswertungen in Hinblick auf säkulare Änderungen der Wasserstände durchgeführt werden.

Für die Beurteilung des zukünftigen Erosionsgeschehens ist es weiterhin von großer Bedeutung festzustellen, woher der Sand an den einzelnen Strandabschnitten kommt. Es liegen Hinweise dafür vor, daß er teilweise durch die östlich gerichteten Küstenströmungen aus lybischem Gebiet stammt; weiterhin besteht die Frage, wieweit der mit den Nilhochwassern eingetriebene Sand aus dem Einzugsgebiet oberhalb Assuan stammt oder ob er teilweise auf den Stromstrecken von Assuan bis zum Delta aus den umliegenden Wüstengebieten eingeweht wurde/wird.

Auf jeden Fall haben die Erosionen an den Halbinseln vor der Rosetta- und der Damietta-Mündung große Bedeutung, weil diese buhnenartig einen großräumigen Schutz für weite Küstenstrecken bieten (ORLOVA und ZENKOVICH 1974).

Zusammenfassend ist zu sagen, daß Küstenschutzmaßnahmen von großräumigen meeresgeologischen, küstenmorphologischen und ozeanografischen Untersuchungen begleitet werden müssen. Nur wenn klar erkannt werden kann, in welcher Richtung und mit welcher Schnelligkeit zukünftige Entwicklungen fortschreiten werden, ist eine sinnvolle und erfolgreiche Abwehr möglich.

Wolff, P., Prof. Dr.

Vertretene Fachgebiete:

Landwirtschaft und Kulturtechnik

1. Vorbemerkung

Die nachfolgenden Ausführungen basieren auf Erfahrungen, die der Verfasser in den vergangenen 10 Jahren, in Zusammenhang mit verschiedenen kulturtechnischen Tätigkeiten, in Ägypten gewinnen konnte. Ferner wurde eine umfangreiche Literaturrecherche durchgeführt. Aufgrund des noch immer unzureichenden Dokumentations- und Bibliothekswesens in Ägypten blieb die Erfassung und Auswertung der zum Thema Folgewirkungen des Assuan-Hochdammes vorliegenden Literatur allerdings unvollkommen.

Ungeachtet der oben aufgezeigten Probleme ist, aufgrund der vorliegenden Erfahrungen und der bisher erfaßten und ausgewerteten Veröffentlichungen, eine erste Wertung der Folgewirkungen des Hochdammes von Assuan jedoch möglich. Die nachfolgenden Ausführungen beschränken sich auf die Bodenfruchtbarkeit im Niltal und Nildelta. Aufgrund der vorgegebenen seitenmäßigen Begrenzung dieses Berichtes kann nur eine zusammenfassende Wertung erfolgen. Eine detaillierte Ausarbeitung ist in Vorbereitung, sie kann von Interessenten beim Verfasser angefordert werden.

2. Kriterien für die Bewertung

Die Bewertung der Folgewirkungen großer wasserbaulicher Eingriffe in den Wasserhaushalt ist äußerst schwierig, wenn nicht gar unmöglich. Im Rahmen dieses Berichtes soll auf die methodischen und sonstigen Probleme der Bewertung nicht eingegangen werden. Hier muß die Feststellung genügen, daß der Verfasser den Versuch

unternommen hat, die Folgewirkungen des Hochdammes von Assuan auf die Bodenfruchtbarkeit im Niltal und Nildelta anhand der nachfolgenden sechs Kriterien zu beleuchten:

- a) Nilschlammablagerung auf den Ackerflächen
- b) Beschaffenheit des Nilschlammes
- c) Beschaffenheit des Nilwassers
- d) Grundwasserstände im Niltal und Nildelta
- e) Versorgungszustand der Böden mit Nährelementen
- f) Erträge der wichtigsten Feldkulturen.

3. Auswirkungen auf die Bodenfruchtbarkeit

3.1 Begriff Bodenfruchtbarkeit

Unter dem Begriff Bodenfruchtbarkeit soll hier die auf bestimmten Eigenschaften basierende Fähigkeit des Bodens verstanden werden, Frucht zu tragen, d.h. in seiner natürlichen Umgebung Pflanzenerträge hervorzubringen. Die Bodenfruchtbarkeit wird durch die Bodeneigenschaften: Bodentiefe, Bodentextur, Bodengefüge, Bodenreaktion, Nährstoffgehalt, Humusgehalt und -zusammensetzung, Sorptionseigenschaften, Gehalt an schädlichen Stoffen, Bodenerodierbarkeit etc. bestimmt.

3.2 Nilschlammablagerungen auf den Ackerflächen

Vor Errichtung des Hochdammes von Assuan gelangten von der jährlichen Schwebstofffracht während der Hochflutperiode des Nil 12,5 Mio t auf die Ackerflächen Ägyptens. Bei einer mittleren Schwebstofffracht bei Wadi Halfa (nördl. Sudan) von 110 Mio t sind dies 11,4 % der vom Nil transportierten Schwebstoffe. Von den 12,5 Mio t/a gelangten 11 Mio t/a in Oberägypten (südl. von Kairo) und 1,5 Mio t/a im Nildelta zur Ablagerung auf den Ackerflächen.

Die Angaben in der Literatur über die jährliche mittlere Schwebstofffracht schwanken zwischen 100 Mio und 130 Mio t. Diese Unterschiede dürften insbesondere auf die Technik der Probenahme, die Untersuchungsmethodik insgesamt und auf die jeweilige Fragestel-

lung der Untersuchungen zurückzuführen sein. Da die im Bereich der Sohle des Flußlaufes gemessenen Schwebstoffbelastungen für die Schlammablagerung auf den Ackerflächen nur von geringer Bedeutung gewesen sein dürften, für die Nilschlammablagerung auf den Ackerflächen vor allem die Schwebstoffführung während der Hochflutperiode relevant war, sind die den obigen Berechnungen zugrundeliegenden 110 Mio t als realistisch anzusehen.

Ausgehend von den obigen Ablagerungsmengen errechnen sich je Flächeneinheit Nilschlammablagerungen auf den Beckenbewässerungsflächen in Oberägypten von 18,5 t/ha, auf den Dauerbewässerungsflächen Oberägyptens von 5,6 t/ha und auf den Bewässerungsflächen im Nildelta von 1,1 t/ha pro Jahr. Daraus ergeben sich Aufschlickungsraten von 1,03 mm bzw. 0,31 mm in Oberägypten und 0,06 mm pro Jahr im Nildelta. Untersuchungen an verschiedenen Baudenkmalern, deren Alter hinreichend genau bekannt ist, haben die Größenordnung obiger Aufschlickungsraten bestätigt.

3.3 Beschaffenheit des Nilschlammes

Aus den zahlreichen vorliegenden Korngrößenanalysen ist zu ersehen, daß es sich bei dem Nilschlamm um ein sehr tonhaltiges Material handelt. Von der Bodenart her wäre der Nilschlamm als lehmiger Ton einzustufen. Die guten Sorptionseigenschaften, die hohe Basensättigung bei einem hohen Calciumanteil, der mittlere Gehalt an organischer Substanz und der gute Kaliumversorgungsgrad machen den Nilschlamm zu einem guten Ausgangssubstrat für die Bodenbildung, zumindest im Hinblick auf die chemische Beschaffenheit der daraus entstehenden Böden. Hinsichtlich der physikalischen Beschaffenheit ist der hohe Tongehalt des Nilschlammes in Verbindung mit dem relativ hohen Schluffanteil eher als nachteilig anzusehen, zumal auch das sehr enge Mg:Ca-Verhältnis von ca. 1:2,8 einer günstigen Bodengefügeentwicklung entgegensteht.

Die Nilschlammablagerungen haben in Ägypten im Verlauf der letzten 10.000 Jahre 6-12 m, im Mittel 9 m Mächtigkeit erreicht. Da die Pflanzenwurzeln der Kulturpflanzen nur einen Bodenraum von 0,8 - 1,0 m aktiv durchwurzeln und damit nutzen können, Erosion im Niltal und Nildelta äußerst gering ist, besteht kein weiterer

Bedarf für eine Aufschlickung, d.h. für eine Nilschlammablagerung auf den dortigen Ackerflächen.

Der Gehalt des Nilschlammes an mobilen und leicht mobilisierbaren Nährelementen ist im Verhältnis zu dem Nährstoffbedarf der angebauten Kulturpflanzen als äußerst bescheiden anzusehen. Dies gilt auch für den Humusgehalt, wenngleich die Humusqualität aufgrund des engen C/N-Verhältnisses als hoch einzustufen ist. Das heute in Ägypten erreichte hohe Intensitätsniveau der Pflanzenproduktion ist nur durch die praktizierte organische und mineralische Düngung möglich und auch nur damit aufrechtzuerhalten. Allerdings sind in den Mineraldüngeranwendung im Sinne einer optimalen Düngerausnutzung durchaus noch erhebliche Verbesserungen möglich. Der Ausfall der Nilschlammablagerungen auf den Ackerflächen nach Errichtung des Hochdammes von Assuan hat offensichtlich keine Auswirkungen auf die Nährstoffversorgung gehabt, zumindest soweit es die Makronährstoffe betrifft. Die Oase Fayoum, die seit mehreren hundert Jahren praktisch keine Nilschlammzufuhr mehr erfahren hat, kann als Beispiel für die geringe Bedeutung des Nilschlammes als Nährstofflieferant angesehen werden.

3.4 Beschaffung des Nilwassers

Soweit dies aus den seit 1874/75 vorgenommenen periodischen Analysen des Nilwassers zu entnehmen ist, hat der Gesamtsalzgehalt des Nilwassers bei Kairo seit Einführung der Dauerbewässerung zugenommen. Ein deutlicher Anstieg ist seit Errichtung des Hochdammes von Assuan zu verzeichnen. Zur Zeit liegt der Gesamtsalzgehalt bei Kairo etwa bei maximal 250 mg/l und damit deutlich unter dem für Bewässerungswasser tolerierbaren Grenzwert von 500 mg/l. Die Zunahme des Gesamtsalzgehaltes des Nil auf der Höhe Kairo ist vor allem eine Folge der Einleitung von Entwässerungswasser und des Zulaufes oberflächennahen Grundwassers. Beides eine Folge der ganzjährigen Bewässerung bei relativ hohen Bewässerungsgaben. Inwieweit der zunehmende Anfall von Siedlungsabwasser hierbei eine Rolle spielt, ist noch unklar, die Mineraldüngung ist mit großer Sicherheit an dem Anstieg des Gesamtsalzgehaltes nicht beteiligt.

Der Salzgehalt des Wassers im Stausee selbst blieb mit etwa 175 mg/l bisher deutlich unter dem vorausberechneten Werte von 235 mg/l bei Erreichen der maximalen Stauhöhe.

Auch die Ionenkonzentration des Nilwassers hat zugenommen. Das Natriumadsorptionsverhältnis, als ein wichtiges Bewertungskriterium für die Eignung des Wassers für Bewässerungszwecke, blieb bisher mit 2 unter dem tolerierbaren Grenzwert von 10. Mit dem Anstieg der Ionenkonzentration hat auch der Gehalt des Nilwassers an den Pflanzennährstoffen Ca, Mg und K zugenommen.

3.5 Grundwasserstände im Niltal und Nildelta

Die Grundwasserstände sind im Niltal und Nildelta mit der Einführung der ganzjährigen Bewässerung angestiegen und damit hat auch die Bodenversalzung stellenweise zugenommen. Bereits Ende des vergangenen Jahrhunderts wurde das Problem erkannt. Es wurden Entwässerungskanäle angelegt und schon 1898 das erste Schöpfwerk gebaut. In den Folgejahren kam es zu einer zunehmenden Verdichtung des Entwässerungsnetzes und ab 1938 zur individuellen Feldentwässerung mittels Dränung (unterirdische Abzüge).

Mit der Errichtung des Hochdammes und der grundlegenden Verbesserung der Wasserbereitstellung nahm das Problem der Bodenvernässung und Bodenversalzung zu. Dies vor allem, weil die Dränung, als notwendig anerkannte Folgemaßnahme des Hochdammprojektes, nicht in der erforderlichen zeitlichen Folge zur Errichtung des Hochdammes ausgeführt wurde.

Vernässungs- und Versalzungsprobleme sind in Ägypten überall dort besonders akut, wo der Grundwasserstand über 1 m unter Flur ansteht. Dies ist vor allem im nördlichen Deltabereich der Fall, aber auch auf allen tiefergelegenen Flächen im Nildelta und Niltal. Dränversuche, sowie die im Rahmen des seit 1970 laufenden landesweiten Entwässerungsprogrammes gewonnenen Erfahrungen haben gezeigt, daß das Bodenvernässungs- und Bodenversalzungsproblem durch Vorflutausbau und Dränung lösbar ist. Bis jetzt sind im

Rahmen des landesweiten Entwässerungsprogrammes etwa 60 % der dränbedürftigen Fläche gedränt worden. Durch die Dränung wurde eine Kontrolle der Grundwasserstände und des Bodensalzhaushaltes erreicht und im Mittel eine Ertragssteigerung von 10 - 15 % bei den wichtigsten Feldkulturen erzielt.

3.6 Versorgungszustand der Böden mit Nährelementen

Über den derzeitigen Versorgungszustand der Böden des Niltales und des Nildeltas mit Nährelementen liegen z.T. sehr widersprüchliche Aussagen vor. Dies ist wohl auch kaum anders zu erwarten, da der Entzug und die Zufuhr von Nährelementen mit der Intensität der Bodennutzung und Düngungsmaßnahmen von Fläche zu Fläche und von Betrieb zu Betrieb schwankt.

Generell kann festgestellt werden, daß der Nährstoffbedarf nach Errichtung des Hochdammes zugenommen hat, weil die Intensität der Pflanzenproduktion erheblich angestiegen ist. Neben der Steigerung der Flächenerträge bedürfen zwei bis drei Ernten pro Jahr zwangsläufig höherer Nährstoffmengen als nur eine Ernte pro Jahr. Außerdem führt die zunehmende Verstädterung zu einer Einschränkung des innerbetrieblichen Nährstoffkreislaufes, da zunehmend Nahrungsmittel und damit auch Pflanzennährstoffe den städtischen Siedlungen zugeführt werden, ohne daß die Nährstoffe wieder in die Landwirtschaft zurückfließen.

Das Ausbleiben der Nilschlammablagerungen ist hinsichtlich der Nährstoffversorgung der Feldfrüchte als unbedeutend anzusehen, da der Gehalt des Nilschlammes an mobilen und leicht mobilisierbaren Nährstoffen im Verhältnis zum Nährstoffbedarf der Kulturpflanzen sehr gering ist.

3.7 Erträge der wichtigsten Feldkulturen

Die Ertragsentwicklung der wichtigsten Feldkulturen ist in Ägypten wie in anderen Ländern auch, nicht allein von den natürlichen Standortverhältnissen, sondern vor allem auch von den wirtschaftlichen und agrarpolitischen Rahmenbedingungen abhängig. Diese

Rahmenbedingungen waren und sind auch heute noch nicht als sonderlich stimulierend für die Agrarproduktion anzusehen. Die Entwicklung der Erträge und der Anbaustruktur im Niltal und Nildelta spiegelt daher auch mehr die Wirkungen der ökonomischen und politischen Rahmenbedingungen wider, als die Auswirkungen des Hochdammes von Assuan. Trotz allgemein ungünstiger Rahmenbedingungen hat der Hochdamm von Assuan und die damit verbundene Verbesserung in der Bereitstellung von Bewässerungswasser vor allem den Kleinbauern die Möglichkeit eröffnet, flexibler auf die Agrarmarktentwicklung zu reagieren. Die Veränderungen in der Anbau- und Produktionsstruktur machen dies deutlich. So waren die für die Landwirte weniger wirtschaftlichen Kulturen, wie Weizen und Baumwolle, in den letzten beiden Jahrzehnten rückläufig in der Anbaufläche und im Flächenertrag, während vor allem die wirtschaftlich interessanten, arbeitsintensiven Kulturen, wie Gemüse und Obst, stark zugenommen haben. Die Zunahme der Viehhaltung hat zu einer Ausdehnung des Anbaues von Alexandrinerklee geführt, und zwar durch Verlängerung der Winteranbauperiode und durch Ausdehnung der Sommeranbaufläche. Beides ging zu Lasten des Baumwollanbaues. Schließlich hat sich besonders im Nildelta die Anbaustruktur durch die Ausweitung des Reisanbaues verändert. Auch hier waren es die wirtschaftlichen Verhältnisse, die diese Entwicklung bestimmten. Durch den Hochdamm wurde diese Entwicklung allerdings erst möglich, da durch ihn die notwendige Sicherheit in der Wasserbereitstellung geschaffen wurde.

Generell kann festgestellt werden, daß die Flächenerträge seit Errichtung des Hochdammes von Assuan kontinuierlich angestiegen sind. Eine Ausnahme bilden die vernäbten Flächen, bei denen erst nach der Dränung Ertragssteigerungen erzielbar wurden.

Trotz des für die nordafrikanische und nahöstliche Region außergewöhnlich hohen Ertragsniveaus wird das Ertragspotential der Böden in Ägypten zur Zeit noch nicht ausgeschöpft. Weitere Ertragssteigerungen sind durchaus möglich.

4. Empfehlungen für die wirtschaftliche Zusammenarbeit

Zur Überwindung der auf landwirtschaftlich/kulturtechnischem Gebiet in Ägypten bestehenden Probleme und Hemmnisse ist eine Unterstützung auf den nachfolgenden Gebieten als vordringlich anzusehen:

4.1 Unterhaltung der Be- und Entwässerungseinrichtungen

Während die Unterhaltung der Dränanlagen hinreichend gut geregelt ist und befriedigend ausgeführt wird, wurde die Unterhaltung der offenen Zuleiter und Entwässerungsgräben bzw. -kanäle in den letzten Jahren zu einem großen Problem. Ursache hierfür ist die Verknappung von Arbeitskräften in den ländlichen Gebieten Ägyptens. Für die körperlich sehr schweren und hygienisch äußerst problematischen manuellen Unterhaltungsarbeiten sind kaum noch Arbeitskräfte zu gewinnen. Die Folge ist ein unzureichender Unterhaltungszustand der offenen Zuleiter und Entwässerungsgräben, sowie die als untauglich anzusehenden Versuche, das Krautungsproblem mit Hilfe von Schürfkübelbaggern und Herbiziden zu lösen. Die Entwicklung angepaßter Unterhaltungskonzepte mit sinnvollen mechanisierten Krautungs- und Räumungsverfahren ist von großer Dringlichkeit.

Die ägyptische Regierung, insbesondere das Ministry of Irrigation, ist sich der obigen Problematik bewußt und hat in Zusammenarbeit mit dem FAO/World Bank Cooperative Programme Investment Center ein "Egypt-Channel Maintenance Project" geplant. Das Projekt sieht zwei Projektphasen (7 + 5 Jahre) vor. Die Kosten für die erste Phase werden auf 126,6 Mio US \$ geschätzt.

Eine Beteiligung der Bundesrepublik Deutschland an der Durchführung dieses Projektes, oder spezieller Teile des Projektes, ist besonders zu empfehlen.

4.2 Vorflutausbau und Dränung

Der Ausbau der Vorflut und die Ausführung der Dränung der Ackerflächen gehört zu jenen Maßnahmen, die als Folgemaßnahme, d.h. als Teil des Hochdammprojektes anzusehen sind. Daß sie erst relativ spät in Angriff genommen wurden, liegt vor allem daran,

daß die finanziellen und personellen Ressourcen, bedingt durch die kriegerischen Auseinandersetzungen mit Israel, nicht verfügbar bzw. äußerst knapp waren.

Um die Vorteile des Hochdammes von Assuan in allen Ackerbaugebieten Ägyptens voll nutzen zu können, und um die Bodenvernässung und Bodenversalzung überall zum Stillstand zu bringen bzw. rückgängig zu machen, ist die möglichst schnelle Durchführung des landesweiten Entwässerungsprogrammes zwingende Voraussetzung.

Das im Rahmen obigen Entwässerungsprogrammes in Kürze anlaufende Drainage-V-Project bietet die Möglichkeit für eine Unterstützung Ägyptens auf diesem Gebiet. Das Projekt umfaßt den Ausbau der Vorflut für 280.000 feddan (117.600 ha) und die Dränung von 465.000 feddan (195.300 ha) sowie eine Reihe begleitender Maßnahmen. Es wird mit Gesamtkosten von 198,1 Mio US \$ gerechnet. Die Laufzeit des Projektes beträgt 6 Jahre. Es ist denkbar, daß sich die deutsche Seite an dem Gesamtprojekt beteiligen könnte, oder ein Teilgebiet (Wassereinzugsgebiet) des Projektes übernimmt.

5. Schlußbemerkung

Durch die Negativberichterstattung der Medien sowie einiger Fachzeitschriften ist in der Öffentlichkeit der Eindruck entstanden, als bahne sich durch die Realisierung des Hochdammprojektes von Assuan in Ägypten eine ökologische und wirtschaftliche Katastrophe an. Anzeichen hierfür werden u.a. in der angeblich abnehmenden Bodenfruchtbarkeit gesehen. Die entsprechenden Berichte enthalten fast ausnahmslos pauschale Behauptungen ohne auch nur beispielhaft konkrete Hinweise anzuführen. Die sogenannten visuellen Beweise, die verschiedentlich Gegenstand der Berichterstattung im Fernsehen waren, sind ausnahmslos in den Marginalzonen der Altländereien oder den Neulandgebieten entstanden, wo beispielsweise die Bodenversalzung schon vor Schließung des Hochdammes ein Problem war oder wo deren Ursache nicht in Zusammenhang mit dem Hochdammprojekt steht.

Der vorliegende Bericht ist das zusammengefaßte Ergebnis einer Analyse der Auswirkungen des Staudammprojektes von Assuan auf die Fruchtbarkeit der Böden im Niltal und Nildelta. Diese Analyse hat ergeben, daß der Wert des Nilschlammes als Nährstofflieferant generell überschätzt wird und daß das Ausbleiben der Nilschlammablagerungen auf den ägyptischen Ackerflächen hinsichtlich der Nährstoffversorgung der Feld- und Dauerkulturen als unbedeutend anzusehen ist, da der Gehalt des Nilschlammes an mobilen und leichtmobilisierbaren Nährstoffen im Verhältnis zum Nährstoffbedarf der Kulturpflanzen sehr gering ist. Die Agrarproduktion Ägyptens ist nach Schließung des Hochdammes trotz der eingetretenen Bodenvernässungs- und versalzungsprobleme kontinuierlich um 2 % pro Jahr gestiegen. Durch die systematische Dränung der Ackerflächen und die dadurch möglich gewordene Kontrolle der Grundwasserstände ist das Problem Bodenvernässung und -versalzung als lösbar anzusehen. Auch der eingetretene Anstieg des Salzgehaltes des Nilwassers ist gegenwärtig nicht problematisch. Von einer ökologischen Katastrophe als Folgewirkung des Staudammprojektes von Assuan kann, soweit es die Bodenfruchtbarkeit der ägyptischen Ackerflächen betrifft, somit keine Rede sein. Diese Klarstellung entbindet weder die ägyptischen Behörden noch die einschlägigen Wissenschaften von der Verpflichtung, die Entwicklung in Ägypten weiter aufmerksam zu verfolgen. Dabei sollte man sich allerdings mit den konkreten Fakten und nicht wie bisher mit Hypothesen befassen.

Im Hinblick auf die entwicklungspolitische Zusammenarbeit erscheint es vordringlich, Ägypten bei der Fertigstellung des Hochstaudammprojektes und seiner Folgemaßnahmen Hilfestellung zu leisten. Hierzu gehören u.a. die Sanierung der alten Stauwehre sowie deren Sicherung durch entsprechende wasserbautechnische Maßnahmen. Ferner gehört hinzu der Vorflutausbau und die Implementation der Dränung im Niltal und Nildelta sowie die Entwicklung und Umsetzung eines wirkungsvollen, angepaßten Unterhaltungskonzeptes für die Be- und Entwässerungsanlagen.

Weiterführende Veröffentlichungen des Verfassers zum Thema

1. Wolff, P., 1980: Aktuelle kulturtechnische Probleme der ägyptischen Bewässerungslandwirtschaft. - Z. f. Kulturtechnik und Flurbereinigung 21, 232 - 241
2. Wolff, P., 1981: Current problems of land reclamation and land improvement in Egypt. - Plant Research and Development Vol. 14, 50 - 60
3. Wolff, P., 1986: Zur Entwässerungsproblematik und deren Lösung im Niltal und Nildelta. - In: Wolff, P., 1986: Zur Entwicklungsproblematik in den Tropen und Subtropen.- Der Tropenlandwirt, Beiheft Nr. 28, 74 - 84
4. Wolff, P., 1986: Der Nilschlamm und sein Einfluß auf die Fruchtbarkeit der Ackerböden in Ägypten.- Der Tropenlandwirt 87 (im Druck)
5. Wolff, P., 1986: Auswirkungen des Staudammprojektes von Assuan auf die Fruchtbarkeit der Böden im Niltal und Nildelta (Ägypten) - Versuch einer Analyse. - Arbeiten und Berichte Nr. 14 des Fachgebietes Kulturtechnik und Wasserwirtschaft, Fachbereich Internationale Agrarwirtschaft der Gesamthochschule Kassel in Witzenhausen
6. Wolff, P., 1987: Veränderungen der chemischen Beschaffenheit des Nilwassers nach Schließung der Hochstaudammes von Assuan (Ägypten). - Zur Veröffentlichung in Wasser und Boden Heft 2/1987 angenommen

Diestel, Heiko, Dr.-Ing.

Vertretenes Fachgebiet:

Kulturtechnik (Versalzungen)

1. Allgemeines

Mit dem hier vorgelegten Projektvorschlag soll ein praktikabler Weg aufgezeigt werden, wie den entwicklungspolitischen Zielen der Bundesrepublik

- Partizipation auf niedriger Ebene im Nehmerland,
- Schutz landwirtschaftlicher Nutzflächen,
- Steigerung der landwirtschaftlichen Produktion und
- Erreichung positiver ökologischer Wirkungen

ohne große Investitionen und ohne Folgekosten zu verursachen, in einer Flußlandschaft am Nil Rechnung getragen werden kann. Das Projekt wäre im Kern ein Ausbildungsprojekt. Es hätte nur Sinn, wenn nicht deutsche Experten es in kürzester Zeit zum Laufen bringen, sondern wenn - unter Tolerierung einer längeren Laufzeit - dafür Sorge getragen würde, daß die ägyptischen Ingenieure und Techniker auf dem unmittelbar mit den Bauern in Berührung kommenden administrativen Niveau die Alltagsroutine der Bewirtschaftung einer Bewässerungslandschaft erlernen.

Wahrscheinlich gäbe es für die Verwirklichung des Projektes nur dann eine Chance, wenn es mit dem Stützwehr in Esna und/oder der Toschka-Überleitung gekoppelt würde. Gerade diese Kopplung würde aber diesen beiden wasserbaulichen Maßnahmen zusätzlichen Sinn geben. Sie wäre ein Hinweis darauf, daß die Bundesrepublik ein Interesse daran hat, daß die Nutzer größerer Bauvorhaben lernen, mit den ökologischen Auswirkungen solcher Projekte zu leben. Finanziell würde das hier vorgeschlagene Projekt beim Esna-Stütz-

wehr und bei der Toschka-Überleitung kaum ins Gewicht fallen. Seine Gesamtkosten werden auf 3 Mio DM geschätzt. Das vorgeschlagene Projekt ist meines Erachtens auch als Einzelprojekt empfehlbar. Es wäre als solches ein Schritt in die Richtung, die Assuan-Staumauer "zu Ende zu bauen". Allerdings wäre dann eine andere Personalplanung erforderlich.

2. Projektziel

Seit dem Bau des Assuan-Dammes haben sich die hydrologischen Gegebenheiten der schmalen Flußlandschaft entlang des Nils geändert. Sie werden sich auch weiterhin ändern, vor allem, wenn - was auf lange Sicht sehr wahrscheinlich ist - Stützwehre entlang des Nils gebaut werden. Ich habe während des Expertengesprächs die hydrologische Situation, die bis 1971 vorherrschte, und diejenige, die bis zur Aufsedimentation des Stausees vorherrschen wird, kurz skizziert. Sehr vieles an dieser Darstellung mußte rein spekulativ sein, weil sehr wenig über den Wasserhaushalt dieser Landschaft bekannt ist. Das ist auch bereits ein Grund für die Notwendigkeit dieses Projektes: Eine Erfassung der hydrologischen Kennwerte - und die Erlernung dieser Erfassung - ist unbedingt erforderlich. Das Hauptziel des Projektes wäre es, an einem Segment des Niltals eine Behörde zu befähigen, unter sich ständig wandelnden hydrologischen Bedingungen die Wasser- und Salzbilanzen in ihrem Verantwortungsbereich aktiv und sinnvoll zu steuern.

3. Projekthinhalte

Die Mitarbeiter der für einen Bereich des Niltals verantwortlichen Behörde (z.B. in der Region Esna) würden unter anfänglich intensiver, im Laufe der Zeit zurückgestufter Betreuung durch einen vor Ort lebenden, durch Expertenbesuche unterstützten deutschen Kulturtechniker folgende Schritte durchführen:

- 3.1 Erfassung und Messung von Schlüssel-Abflüssen im Be- und Entwässerungssystem bei Beginn der Untersuchungen.
- 3.2 Auswahl einer ersten Landschaftseinheit.
- 3.3 Einteilung der ersten Landschaftseinheit in Wasserbewirtschaftungseinheiten.
- 3.4 Sanierung der hydraulischen Infrastruktur der ersten Landschaftseinheit.
- 3.5 Einführung eines Routine-Programmes für Unterhaltung und Reinigung der hydraulischen Infrastruktur.
- 3.6 Inventur von Landschafts-Kennwerten.
- 3.7 Einführung eines Routine-Meßprogrammes.
- 3.8 Durchführung von Sondermessungen in Wasserbewirtschaftungseinheiten.
- 3.9 Optimierung der Wasserbewirtschaftung in der ersten Landschaftseinheit.
- 3.10 Einführung der Sanierungsmaßnahmen in einer zweiten Landschaftseinheit.
- 3.11 Koordinierte Bewirtschaftung der beiden Landschaftseinheiten.
- 3.12 Optimierung der Wasserbewirtschaftung im gesamten Projektbereich.
- 3.13 Ständige Erfassung von Landschafts-Kennwerten.
- 3.14 Sonderuntersuchungen.

4. Kurze Erläuterungen

Der für diesen Bericht gesetzte Rahmen erlaubt keine Erklärung der einzelnen Schritte dieser Vorgehensweise zur Sanierung und Erhaltung einer Bewässerungslandschaft. Zu einigen Punkten seien kurze Kommentare gegeben:

Zu 3.2 und 3.10:

Die erste Landschaftseinheit von etwa 100 bis 500 ha läge entlang des Nilufers. In ihr würde die Bewirtschaftung des Oberflächen- und Grundwassers rational dem veränderten Flußregime sowie den

neuen Grundwasserständen angepaßt werden. Als zweite Landschaftseinheit von etwa 100 bis 500 ha würde man voraussichtlich ein Gebiet wählen, das relativ weit vom Nil, von einem Hangkanal und von einem Hauptdrän entfernt läge. (Das Arbeiten mit einer oder drei Landschaftseinheiten könnte sich auch als sinnvoll erweisen).

Zu 3.4:

In der Schätzung von 3 Mio DM sind die Anschaffung und der Betrieb von Grabenreinigungsmaschinen nicht enthalten, wohl aber die Einrichtung von Meßquerschnitten mit den entsprechenden Meßeinrichtungen.

Zu 3.7:

Der entscheidende Landschaftskennwert ist der Salz-Bilanz-Index, der eine Zustandsbeschreibung der Wasser- und Salzbilanzen einer Wasserbewirtschaftungseinheit liefert. Man ermittelt ihn durch die Messung von Abflüssen und Salzgehalten an geeigneten Meßstellen zu bestimmten Zeitpunkten. Man erhält nicht die absoluten Salzeinträge und -austräge für ein Gebiet, aber, wenn Salz-Bilanz-Indexe über einen längeren Zeitraum erfaßt werden, Hinweise auf Ver- und Entsalzungsprobleme und auf ihre Rate. Zusammen mit anderen landschaftsbeeinflussenden Faktoren interpretiert (Klima, Fruchtfolge, bodenkundliche Daten, Grundwasserstände, etc.), stellen Salz-Bilanz-Indexe diagnostische Kennwerte dar, die unmittelbar im Alltagsbetrieb des Bewässerungsvorhabens verwertbar sind.

Allgemeine Hinweise

Es wäre mit einer Dauer von 3 bis 6 Jahren für das Vorhaben zu rechnen. Zwar läßt sich auch bei diesem Projekt über den Multiplikator-Effekt nur spekulieren, aber die Kosten des Vorhabens dürften nicht auf die 200 - 1000 ha Musterfläche bezogen werden. Sie müssen auf weite Bereiche des gesamten oberen Niltales umgelegt werden.

Ich halte mich in dem Zeitraum, für den die Regierungsverhandlungen geplant sind, in Ägypten auf und wäre gerne bereit, soweit erforderlich, fachliche Beratung beizusteuern.

Meier-Brook, C., P.D. Dr.

Vertretenes Fachgebiet:

Wasserinduzierte Krankheiten

Zu den Krankheiten, vor deren Ausbreitung als Folge des Assuan-Staudamm-Baus gewarnt worden war, gehören Malaria, Kala Azar (= Viscerale Leishmaniose), Hakenwurmkrankheit und mückenübertragene Virusinfektionen (Farid, 1975). Diese Befürchtungen sind bisher alle nicht eingetreten: Die Malaria ist weiterhin nicht über ca. 150 km südlich Halfa nach Norden vorgedrungen. Die Gefahr ist jedoch grundsätzlich nicht beseitigt. Ich füge den Warnungen den Rattenlungenwurm (*Angiostrongylus cantonensis*) hinzu. Er trat bisher im Pazifikraum gelegentlich beim Menschen auf und verursacht eine oft tödlich verlaufende Hirnhautentzündung. In Schnecken, welche als obligate Zwischenwirte dienen, wurde der Parasit inzwischen auch in Ägypten gefunden (Yousif et al., 1978). Er muß demnach dort in Ratten vorkommen. Angesichts der ungeheuren Rattenvermehrung als Folge des Staudammbaus (s. Beitrag Dieterlen, diese Anhörung) ist eine überproportionale Zunahme des Parasitenbestandes zu erwarten (m.W. noch nicht untersucht) und somit eine erhebliche Risikosteigerung für den Menschen im Niltal. Hier tickt m.E. eine Zeitbombe.

Eine reale Verschlechterung der Gesundheitssituation zeichnet sich schon heute bei der Bilharziose ab. Sie kommt in zwei Formen vor. Die Urogenitalbilharziose oder Blasenbilharziose mit Blasen-schäden und einer hohen Korrelation an Blasenkrebskrankungen seit jeher in ganz Ägypten, die Darmbilharziose mit vor allem Leberschäden nur im Nildelta und nilaufwärts bis nach Kairo. Beiden Krankheiten sind praktisch ganz auf den Menschen begrenzt; sie verlaufen ausgesprochen chronisch: Die Schäden summieren sich erst im Laufe von Jahren und führen über Lethargie und Siechtum

zu Arbeitsunfähigkeit. Tödlicher Verlauf ist nicht die Regel; die wirtschaftliche Belastung der Gemeinschaft ist jedoch erheblich.

Der Lebenszyklus des Erregers läuft zwischen Mensch und Wasserschnecken ab, welche innerhalb von Wasservegetation ihre Nahrung finden. Ausschalten des Schneckenwirts durch Vergiften oder natürliche Feinde unterbricht die Übertragungskette. Schneckenbekämpfung wird auch in Ägypten seit 1963 mit stark wechselndem Erfolg durchgeführt. Weitere Eingriffsmöglichkeiten in den Zyklus, außer der Therapie beim Menschen, bestehen

- vor der Infektion des Menschen durch Vermeiden des Kontaktes mit kontaminiertem Wasser
- nach erfolgter Infektion und Erkrankung durch Fernhalten der parasiteneierhaltigen Exkremente (Urin und Stuhl) von Oberflächengewässern.

Letzteres ist in einem überwiegend islamischen Land in ländlicher Umgebung wegen der vom Koran gebotenen rituellen Waschung nach Bedürfniserledigung praktisch aussichtslos.

Düstere Prognosen der Bilharziose-Situation ergaben sich in zweierlei Hinsicht:

1. Die Erfahrung von anderen Stauprojekten, z.B. dem Lake Volta, wo in randlich gelegenen Dörfern die Befallsrate bei Schulkindern - einem relativ empfindlichen Indikator für Veränderungen - von Vorher-Ziffern von 3 und 8 (in verschiedenen Ufersiedlungen) innerhalb eines Jahres auf 98 und 99 % hochschnellten (Paperna, 1970), ließen Befürchtungen für Uferansiedlungen aufkommen.

2. Die Ausweitungen landwirtschaftlich genutzter Fläche in ariden Klimazonen hat überall in Afrika und dem Mittleren Orient die Bilharziose als Massenerkrankung eingeführt, da alle landwirtschaftlichen Bewässerungssysteme Schneckenbiotope neu schaffen. Darüber hinaus lagen Erfahrungen vor, nach denen der Wechsel von Beckenbewässerung zu Dauerbewässerung die Befallsrate der

Bevölkerung mit Bilharziose drastisch erhöhen, so z. B. in ägyptischen Projekten von < 5 % auf 60 %. In Kom Ombo stieg die Befallsrate zwischen 1934 und 1937 in mehreren Dörfern von 2 auf 64 %, nachdem lediglich ein Bewässerungskanal angelegt worden war.

Dabei ist zu berücksichtigen, daß damit nicht lediglich eine größere Zahl Menschen erkrankt, sondern die Erkrankung schwerer zu werden pflegt. Es besteht eine strenge Korrelation zwischen Intensität der Erkrankung (gemessen an der Zahl ausgeschiedenen Eier) und der Befallsrate (King et al., 1982; s. Grafik in der Anlage links oben).

Wie hat sich die tatsächliche Situation der Bilharziose in Ägypten seit dem Staudambau verändert? Zwei Fakten erschweren das Urteil:

Zum ersten fehlen zu den meisten Populationsstichproben, die heute hohe Befallsraten liefern, die Vergleichsziffern von vorher. Die untersuchten Menschen lebten dort nämlich vorher nicht, und die Neusiedler sind nicht auf Bilharziose untersucht worden. Außerdem gehört die Bilharziose zu den parasitären Krankheiten, die sehr verzögert auf Änderungen der Übertragungsbedingungen reagieren, so daß man Verschlechterungen bisher nur lokal registrieren kann, die bei den großflächigen Erhebungen nicht ins Gewicht fallen.

Zum zweiten werden die örtlichen Steigerungen der Befallsraten weitgehend überlagert von dem landesweiten Rückwärtstrend, wie er sich in Vergleichserhebungen abzeichnet, die seit 1937 unternommen wurden (vgl. Anlage, Tabellen 5 und 6). Die Verbesserungen der landesweiten Situation gehen auf die langjährigen Erfahrungen der Ägypter mit der Bilharziose-Bekämpfung zurück, die neueren auch auf ausländische Hilfe. So spricht die Studie an Nubiern, die aus dem Überflutungsgebiet umgesiedelt worden sind, von einer Halbierung der Befallsrate auf 7,2 % zwischen 1964 und 1978 (Miller et al., 1979).

In den drei südlichsten Governoraten fand Scott (vgl. auch Anlage, Tab. 5 und 6) 1937 Befallsziffern zwischen 1 und 5 % (Blasenbilharziose). Im Lake Nasser selbst hat sich randlich hier und da Wasservegetation gebildet, in der *Bulinus truncatus*, die Wirtsschnecke der Blasenbilharziose, regelmäßig angetroffen wird. Das Erkrankungsrisiko hängt stark vom berufsbedingten Wasserkontakt ab. Bereits 1971, drei Jahre nach Fertigstellung des Dammes, waren von 111 untersuchten Fischern 61 % infiziert, während die 134 Beschäftigten am neuen Standort von Abu Simbel nur zu 9 % erkrankt waren (Dazo & Biles, 1972). Von den Fischern stammten nur zwei aus dem (immer stark befallenen) Delta. Sie könnten den Parasiten mitgebracht haben. Alle anderen kamen aus Oberägypten und waren mit höchster Wahrscheinlichkeit vorher nicht erkrankt gewesen. Die höchste Erkrankungswahrscheinlichkeit - wenn 61 % repräsentativ war und noch ist - betrifft allerdings nur eine (geschätzte) Gesamtzahl von 3.440 Fischern und wirkt sich in überregionalen Statistiken nicht aus.

Die in den ägyptischen Plänen als neu kultivierbare Flächen ausgewiesenen Areale zu beiden Seiten des Sees scheinen noch nicht in dem vorgesehenen Rahmen besiedelt zu sein (mdl. Auskunft Wolf, 20.2.86), da Möglichkeiten für den Abtransport des Erntegutes noch fehlen. Hier liegen noch keine Erhebungen über Bilharziosebefall vor. Mit einer etwaigen Intensivierung der Bewässerung und Ansiedlung in diesen Gebieten ist mit erheblicher Ausweitung der Bilharzioseverbreitung zu rechnen.

Unterhalb des Assuan-Staudammes hat sich der Wechsel im Bewässerungsregime bisher auch nur lokal ausgewirkt. 1976 wurde 1/4 der Bevölkerung des Governorats Assuan untersucht. Je nach Lage der Dörfer ergaben sich Durchseuchungsraten zwischen 24,8 % - in einem ganz von bewässerten Feldern umgebenen Dorf der Kom Ombo-Ebene - und 4,1 %, dem Durchschnitt aus 21 Wüstendörfern der näheren Umgebung (Miller et al., 1981). Zur gleichen Zeit waren in Ober-Mittelägypten (Beni Suef) 27 % (Bereich 17-37) der dörflichen Bevölkerung befallen und im Delta (Kafr El Sheikh) 30 % (Bereich 11-53 %) (Anlage, Tab. 5 + 6). Aus diesen Zahlen geht insgesamt eine negative Folge des Nilstaus nicht zwingend hervor.

Das heißt nicht, daß man die Frage nach erhöhter Gefährdung der Bevölkerung verneinen kann. Man wird die lokalen Bedingungen differenzieren und weiterverfolgen müssen. Malek (1975) weist aus eigenen Vergleichen auf die starke Verkräutung der Delta-Arme hin, die er auf tiefere Sonneneinstrahlung (als Folge des schwebstoffärmeren Wassers) und das Ausbleiben der vegetationsausdünnenden Fluten zurückführt. Die Schneckenpopulationen haben sich durch die verstärkte Vegetation und Inselbildung in den Nilarmen und durch Ausbleiben der "winter-closure" (Austrocknen und Ausbaggern im Dezember bis Februar) in den Kanälen und Gräben erheblich vermehrt. Leider konnte er dies nicht mit Zahlen belegen.

Anders als bei der Blasenbilharziose ist die Situation bei der Darmbilharziose. Hier wurde an verschiedenen Stellen eine Umkehrung der früheren Bedeutung der beiden Krankheitsformen berichtet. In einem Dorf bei Qalyub hat sich zwischen 1935 und 1977 folgende Veränderung ergeben: Blasenbilharziose ging von 85 % auf 7 % herunter und die Darmbilharziose stieg von 15 auf 56 % an (Saif et al., 1978). In einem anderen Dorf des Deltagebietes macht eine ähnliche Umkehrung zwischen 1935 und 1979 von sich reden: Blasenbilharziose von 74 auf 2 %, Darmbilharziose von 3 auf 73 % (Abdel-Wahab et al., 1979). Auch wenn andere Autoren bezweifeln, daß dies repräsentativ für das ganze Gebiet sei (Stek, 1979; Cline, 1979; u.a.), so wäre dies nicht unerwartet, da (1) gut erklärbar und (2) im Einklang mit der gegenwärtigen Arealausweitung der Zwischenwirtschnecken, *Biomphalarion alexandrina*. Diese bevorzugt nämlich ruhigere Gewässer und könnte den Blasenbilharziose-Zwischenwirt, *Bulinus truncatu*, durchaus da verdrängen, wo dieser früher im tolerierten strömenden Wasser lebte und sich im jetzt schwächer bewegten Wasser Konkurrenten ausgesetzt sieht.

In jüngster Zeit neu erobertes Areal des Darmbilharziose-Zwischenwirts findet sich, außer in Fayoum (eigene Feststellung), auch in einem 45 km langen Talbereich von Assuan abwärts (Mallett et al., 1979). Nachdem menschliche Fälle von Darmbilharziose südlich von Kairo bisher, wohl zu Recht, als eingeschleppt galten

(z.B. Angaben über Befallsrate von $\ll 1$ % in Ober-Mittelägypten (Miller et al.)), dürfte diese Krankheitsform sich inzwischen dort als Zyklus etabliert haben oder sich in naher Zukunft einstellen.

Die Frage der Eindämmung der Bilharziosegefahr

Die Frage, ob technische Maßnahmen, die primär die hydrographischen Folgen des Assuan-Staudammes beseitigen oder abschwächen, die erhöhte Bilharziosebedrohung rückgängig machen könnten, muß ich klar verneinen. Wirksame Gegenmaßnahmen beschränken sich vielmehr auf Wege, die ohnehin überall in Bilharziosegebieten beschrritten werden, auch und vor allem in Ägypten. Die Hoffnung, mit Eingriffen in den Zyklus an einer beliebigen Stelle die Übertragungskette zuverlässig unterbrechen zu können, ist schon lange als graue Theorie begraben worden. Alle aussichtsreichen Bilharziosebekämpfungsaktionen bauen daher auf gleichzeitigem Eingreifen an mehreren Stellen: Medikamentöse Behandlung der befallenen Menschen und Schneckenbekämpfung stehen dabei an erster Stelle. Aufklärung, wie man sich vor Infektion und die Gewässer vor Kontamination mit den Erregern schützt, ist hingegen ein Prozeß, der außerordentlich zäh verläuft. Nichtsdestoweniger wird auf Dauer nur die Verbesserung der sanitären Ver- und Entsorgung die Gefahr dauerhaft eindämmen. Welche Bedeutung der Weg hat, auf dem man zu Wasser kommt, zeigen die Tabellen 3 und 4 der Anlagen: Wer sich Wasser vom Kanal holen muß, begibt sich dreimal so stark in Erkrankungsgefahr wie jemand mit dem Wasserhahn im Haus. Sanitäre Verbesserungen werden natürlich überall angestrebt. Um sie zu forcieren wäre es immerhin ratsam, damit neben den allgemein-hygienischen Zielen besonders auch das der Bilharzioseeindämmung im Auge zu behalten.

Behandlung der Menschen und Schneckenbekämpfung kosten zwar im Moment weniger als Wasserleitungen und Kanalisation mit Kläranlagen, bedeuten aber im Gegensatz zu den langfristig lebensstandarderhöhenden Investitionen, Ausgaben für kurzlebige Ziele: Wer erkrankt war und mit Medikamenten geheilt wird, kann sich immer wieder neu infizieren. Eine praktikable Schutzimpfung ist auf

Jahre nicht in Aussicht. Schneckenbekämpfung muß kontinuierlich über lange Zeit die Populationen der Zwischenwirte niederhalten; erkrankte Menschen scheiden nämlich, solange nicht alle erfolgreich behandelt werden - und angesichts des Reiseverkehrs sind Lücken unvermeidlich -, noch 10, manche noch mehr als 20 Jahre nach der Infektion Eier aus. Solche Eier dürften auf keinen Fall in die Nähe der Wirtsschnecken gelangen dürfen.

Mit zunehmender Ausdehnung von Bewässerung wird die Menschheit sich demnach noch lange erhöhter Bilharziosegefahr aussetzen.

Kurzgefaßte Literaturliste

- Abdel-Wahab, M.F. et al., 1979, Lancet 1979, 2: 242-244
Cline, B.J. et al., 1979, Lancet 1979, 2: 792
Dazo, B.C. & Biles, J.E., 1972, WHO/Schisto/72.23 (mimeogr.document)
Farid, M.A., 1975, in Stanley&Alpers, Man-made lakes and human health, London
King, C.L., 1982, Amer.J.Trop.Med.Hyg. 31: 320-327
Malek, E.A., 1975, Trop.Geogr.Med. 27: 359-364
Mallett, J.C. et al., 1979, Malacol.Rev. 12: 91-92
Miller, F.D. et al., 1979, Progr. Water Technol. 11: 173-180
Miller, F.D. et al., 1981, Trop.Geograph.Med. 33: 355-365
Paperna, I., 1970, Z.Tropmed.Par. 21: 411-425
Saif, M. et al., 1978, J.Egypt.Med.Assoc. 61: 803-813
Stek, M., 1979, Lancet 1979, 2:521
Yousif, F. et al., 1978, Z.Parasitenkunde 56: 73-80

Zur Bilharziosesituation
in Ägypten

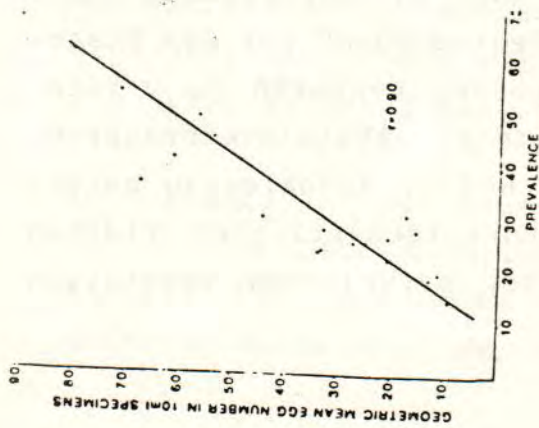


FIGURE 2. Relationship between prevalence and geometric mean egg-counts in 10 ml urine. Each point represents a hamlet.
Fig. 2) ex: King et al. 1982
Am. J. Trop. Med.
Hyg. 31 : 320-327

Befallsraten: Mittelägypten

Table 6. Upper-Middle Egypt: percent prevalence of *S. haematobium* by selected years

Year	Percent prevalence*
1937 Scott	
1955 Ministry of Health	75 (64-90)*
1968 Hamman, et al.	36 (NA)
1976 Current Study (Beni Suef)	35 (32-46)
	27 (17-37)

* The lowest and highest prevalence figures recorded in the area per village.

Eindämmung durch sanitäre Maßnahmen

Table 3. Percent prevalence of infection by source for drinking water in the sample from Kafr El Sheikh, Nile Delta

Water source	Percent prevalence	
	<i>S. haematobium</i>	<i>S. mansoni</i>
Piped inside house*	13.3	6.7
Public faucet*	19.2	12.3
Canal	33.3	24.7

* Both piped sources were either pumped from deep borehole wells or from water treatment plants. Water from treatment plants was chlorinated although chlorine residual was not always present at the respective water point.

Table 4. Percent prevalence of *S. haematobium* infection by source of drinking water in the sample from Beni Suef, Upper-Middle Egypt

Water source	Percent prevalence	
	<i>S. haematobium</i>	<i>S. mansoni</i>
Piped inside house*	10.5	
Public faucet*	21.4	
Hand pump (shallow well) inside house	27.7	
Hand pump (shallow well) outside house	30.6	
Canal	35.3	

* Both piped sources were either pumped from deep borehole wells or from water treatment plants. Water from treatment plants was chlorinated although chlorine residual was not always present at the respective water point.

Tab. 3, 5, 6 ex: Miller et al. 1981
Trop. Geogr. Med. 33 : 355-365

Befallsraten: Mildelta

Table 5. Nile Delta: percent prevalence of schistosomiasis by year and selected studies

Governorate Year	Source	Percent prevalence		Infection with either or both species
		<i>S. haematobium</i>	<i>S. mansoni</i>	
Kafr El Sheikh (North Central)	1937 Scott			
	1955 Ministry of Health	53 (28-64)*	51 (37-70)	83
	1976 Current Study	31 (NA)	171 (NA)	NA
Qalyubiya (South Central)		30 (11-53)	20 (14-28)	42
	1937 Scott			
	1952 Welt et al.	62 (33-85)	26 (1-49)	60
	1955 Ministry of Health	38 (31-53)	13 (NA)	NA
Behira (North Western)	1976 Alamy & Cline	31 (NA)	3 (NA)	NA
		27 (NA)	41 (NA)	NA
Mildelta (North Western)	1937 Scott			
	1955 Ministry of Health	53 (36-79)	54 (43-72)	83
	1966 Farooq et al.	46 (NA)	31 (NA)	NA
Mildelta (North Western)	1972 Gilles et al.	30 (11-51)	29 (6-65)	41
		23 (0-62)	NA	NA

* The lowest and highest prevalence figures recorded in the area, NA = Not available. † Includes specimen samples from Gharbiya where *S. mansoni* prevalence was lower.

Dieterlen, F., Dr.

Vertretenes Fachgebiet:

Schadnager

1. Voraussetzungen für Schadnagerprobleme

Wo eine Vielzahl von Nahrungspflanzen gedeiht, günstiges Klima und hohe Bevölkerungsdichte herrschen, gibt es überall in der Welt auch kommensale Mäuse und Ratten meist in großer Zahl. So auch im Niltal und Nildelta, von wo Probleme mit Schadnagern schon aus pharaonischen Zeiten überliefert sind. Naturforscher des 19. Jahrhunderts erwähnen schon einzelne Arten, ohne allerdings genaueres zu berichten. So wurde die Nilgrasratte (*Arvicantis niloticus*) schon vor 125 Jahren "auf Feldern und Wiesen Ägyptens" als "häufig" beschrieben, "vorzüglich längs der Ufer des Nils". Ebenso wird die Hausmaus (*Mus musculus praetextus*) von vielen Orten Ägyptens und Nubiens erwähnt und gleichermaßen die Hausratte (*Rattus rattus alexandrinus* und *R.r. frugivorus*). Auch die Wanderratte (*Rattus norvegicus*) wurde schon von Unterägypten und den Ufern des Roten Meeres genannt.

Mit diesen vier Nagetierarten haben die Ägypter auch heute, d.h. heute erst recht ihre Probleme. Alle Arten sind typische Kulturfolger, in Notzeiten anspruchslos und unauffällig vertreten, aber unter günstigen Bedingungen zu starker oder gar explosionsartiger Vermehrung imstande. Unter "günstigen Bedingungen" ist das Zusammentreffen anthropogener und naturgegebener Faktoren zu verstehen. Anthropogene Ursachen sind meistens a) Habitatsverbesserungen, b) Erhöhung des Nahrungsangebotes und c) Reduzierung natürlicher Feinde. Die Anlage großer landwirtschaftlicher Flächen bedingt zwangsläufig eine Zerstörung der natürlichen Vegetation

und eine Vereinheitlichung des Habitats, der den Bedürfnissen des Schadnagers entspricht. Nichtkulturfolgende Arten werden abgedrängt und fallen als Konkurrenten weg.

Durch den Anbau hochwertiger Nahrungspflanzen und durch Bewässerung verbessert sich die Ernährungslage qualitativ und quantitativ ebenso, wie die zeitliche Verfügbarkeit ausgedehnt wird. Mit der Zerstörung der natürlichen Biotope geht auch die Zahl der natürlichen Feinde zurück. Bestenfalls kann nur ein Teil der Predatoren mit der Anpassungsfähigkeit der Nagerart, von der er lebt, Schritt halten. Der Rückgang der natürlichen Dauerkontrolle hat dann eine höhere Populationsdichte der Schadnager zur Folge.

All die genannten Bedingungen sind im Niltal und Nildelta gegeben. Hinzu kommen die naturgegebenen Faktoren der Art, nämlich die schon erwähnte Anpassungsfähigkeit an bestimmte Habitate. Sodann die Fähigkeit zu rascher Vermehrung, d.h. zu mehreren aufeinanderfolgenden Würfen mit hoher Jungenzahl pro Wurf und die Eigenschaft, in hohen Populationsdichten zu leben. Auch die Konditionen treffen für die vier wichtigsten Schadnagerarten in Ägypten zu. Alle Arten sind fähig, im Freiland zu leben, und zwar vorwiegend unterirdisch in schwer zugänglichen Bauten, die sie meist in die Dämme der Bewässerungskanäle graben oder direkt in den Feldern und im Brachland. Überdies können Haus- und Wanderratte und die Hausmaus dauernd oder zeitweise auch in Häusern, Speichern und Ställen wohnen, haben also auch Möglichkeiten zum Leben in unmittelbarer Nähe des Menschen und seiner Nahrungsvorräte. Alle vier Arten haben Tragezeiten von nur 20 - 24 Tagen, können mehrere Würfe in kurzen Abständen bringen und haben durchschnittliche Wurfgrößen zwischen fünf und zehn Jungen. Hausmäuse sind schon mit sechs Wochen geschlechtsreif, die anderen Arten mit etwa zwei bis drei Monaten.

Im Freiland ist die häufigste, weitverbreitetste Art die Nilgrasratte. Sie lebt bevorzugt in den Feldern und den Dämmen der Kanäle, ist vorwiegend Getreide- und Gemüsefresser und liebt grüne Pflanzenteile ebenso wie reife Früchte und Samen. Es folgen

die freilebenden Populationen der Hausmaus. Sie lebt vorwiegend in den Feldern und besiedelt auch trockene, aus der Wüste erschlossene Anbaugelände. Stellenweise stark zunehmend ist die Wanderratte, die in Erdbauten direkt am Wasser leben kann, sehr gut schwimmt und taucht und als Allesfresser ohnehin keine Ernährungsprobleme hat. Auch die Hausratte kann freilebende Populationen bilden und in Dämmen leben, bevorzugt aber auch Gebäude, wie teilweise auch die Hausmaus, und lebt als hervorragender Kletterer auch in Obstplantagen und Palmenhainen. Es sei erwähnt, daß es auch Probleme mit zwei weiteren Nagern (Acomys und Meriones) und 1 Flughundart (Rousettus) gibt, allerdings von viel geringerer Bedeutung.

2. Das Schädnerproblem nach Mitte der 70er Jahre

2.1 Gesteigerte Schäden und Theorien über die Ursachen

Die vier genannten wichtigsten Schädner sind etwa seit Mitte der Siebziger Jahre zu einem Dauerproblem geworden. Wenn berichtet wurde, daß der angerichtete Schaden 1980 etwa 300 Mio DM betragen hat, daß die Schäden allein beim im Feld stehenden Weizen 20 % betragen, daß eine einzige Ratte durchschnittlich pro Jahr 45 kg Korn fressen bzw. verderben kann oder daß in besonders betroffenen Gebieten die Zahl der Schädner 15mal so hoch ist, wie diejenige der menschlichen Bewohner, so waren diese Meldungen sicher nicht übertrieben. Und es ist nur verständlich, daß solche Kalamitäten auch in ursächlichen Zusammenhang mit dem Assuan-Hochdamm gebracht wurden.

Die Theorien über die Ursachen reichen vom Wegfall der Nilflut in den Monaten August bis Oktober und damit verbundener Schonung der Nagerpopulationen über das gesteigerte Nahrungsangebot durch häufigere Ernten bis zur sog. Explosion der Rattenpopulationen in den evakuierten Städten der Suezkanalzone nach dem Krieg von 1967 und daran anschließender Ausdehnung auf das Nildelta etc.

2.2 Die Situation vor dem Bau des Hochdammes

Um zu einer Klärung der Probleme zu kommen, müssen wir uns orientieren, wie die Situation vor dem Bau des Hochdammes war. Zunächst ist zu sagen, daß die Nager Ägyptens (wie auch anderer Gebiete) natürliche, jahreszeitlich bedingte Fortpflanzungszeiten haben, die aber durch anthropogene Einflüsse modifizierbar sind. So war die kühle, nahrungsarme Zeit zwischen November und Februar stets auch mit einem allgemeinen Fortpflanzungstief verbunden. Darüber hinaus gibt es naturbedingte, langjährige und überregional wirksame Populationszyklen, über deren Ursache wir noch wenig wissen.

Schließlich muß bedacht werden, daß die Beckenbewässerung i.d.R. nur eine jährliche Ernte möglich machte, was zur Folge hatte, daß es für die Nager über mehrere Monate des Jahres nur wenig, vielleicht auch nichts zu fressen gab. Dies bedeutete gedrosselte oder stockende Fortpflanzung und damit Populationsschwund. Hinzu kamen die jährlichen Überflutungen mit Eintreten der Nilschwelle im Juli. Sie hatten zwar nicht immer direkt den Tod der Ratten und Mäuse zur Folge, jedoch schränkten sie deren Lebensraum gewaltig ein, was zur Zusammendrängung der Populationen führte. Dies wiederum bedeutete Streß und wirkte sich erschwerend auf Fortpflanzung und Jungenaufzucht aus, die von Natur aus gerade in diesen Monaten stattfand, z.B. bei der Nilgrasratte zwischen Juni und November. Auf diese Weise verhinderten die Überflutungen ein gesteigertes Populationswachstum. Überdies war damals die stärkere natürliche Kontrolle durch Predatoren wirksamer als heute.

2.3 Die Situation nach dem Bau des Hochdammes

Nach dem Bau des Hochdammes hat sich die Lage total verändert. So brachte die Dauerbewässerung eine beträchtliche räumliche Erweiterung der Anbaufläche und eine jahreszeitliche Ausdehnung des Anbaus, die jetzt zwei (stellenweise drei) jährliche Ernten möglich machte.

Dies bedeutet, daß jetzt fast ganzjährige Nahrungsquellen, wenn auch in unterschiedlicher Qualität zur Verfügung stehen und daß

jetzt ganzjährig Vegetation nicht nur als Nahrung, sondern auch als Schutz vorhanden ist, und zwar sowohl in den Feldern selbst, als auch an den durch die Staunässe verkrauteten Kanalrändern und im Brachland. Verkrautetes Brachland hat, bedingt durch die Versalzung des Bodens, stark zugenommen. Werden Felder abgeerntet, stehen in der Umgebung also meist Ausweichmöglichkeiten bereit. All dies sind das Populationswachstum fördernde Faktoren.

Hinzu kommt, daß es keine Überflutungen mehr gibt. Bei gleichbleibendem Wasserstand ist auch die ständige Bedrohung durch Hochwasser von früher und der damit verbundene Streß weggefallen. Dies kommt natürlich der Fortpflanzung und dem Populationswachstum zugute. Die natürlichen Fortpflanzungszeiten können, bedingt durch die gute Ernährungs- und Habitatssituation, sogar ausgedehnt werden.

Von den populationsmindernden Faktoren spielt die natürliche Kontrolle der Predatoren nur noch eine geringe Rolle. Viele Freßfeinde sind sekundär durch Habitatsentzug und durch Vergiftung mit Rodentiziden reduziert worden. Daher ist für die Kontrolle jetzt fast ausschließlich der Mensch zuständig, was verstärkte Bekämpfung mit Rodentiziden im Freiland und Gebäude bedeutet.

2.4 Die gegenwärtige Situation

Die gewaltige Zunahme der Nagetierschäden hatte schon bald verstärkte Bekämpfungsmaßnahmen zur Folge, die seit Ende 1982 unter dem Namen "Egyptian German Field Rat Control Project" laufen. Im Rahmen des Projektes wurde zunächst eine Eindämmung des Schadens für ganz Ägypten im Jahre 1984 auf 2 - 3 % erreicht, gegenüber wesentlich höheren Werten für 1983, ferner eine weitere Begrenzung im Jahre 1985 auf weniger als 1 % (die Hauptkulturen betreffend). Der Rückgang der Schäden ist dabei größtenteils auf die direkte Bekämpfung zurückzuführen, doch wird auch ein naturbedingter Rückgang der Nagerpopulationen mitverantwortlich gemacht.

Außer der erreichten Begrenzung der Schäden hat das Projekt methodische Erfolge zu verzeichnen, z.B. die Bevorzugung der chronisch wirkenden Antikoagulantien-Rodentizide vor dem für Menschen, Haustiere und Predatoren gefährlichen Akutgift Zinkphosphid. Ferner wurde eine Konzentrierung der Bekämpfung auf den unmittelbar vor dem Anwachsen der Populationen liegenden Zeitpunkt (Februar-März) erreicht, wodurch eine starke Einschränkung der Vermehrung bewirkt werden kann. Feldhygienische Maßnahmen, weitere Schulung einheimischer Rattenbekämpfer und der Bauern, sollten ebenfalls zur Minderung der Schäden beitragen. Darüber hinaus sollte als langfristige Maßnahme auch Biotop- und Predatortenschutz betrieben werden. Eine stärkere Förderung der Nagetierforschung bei ägyptischen Wissenschaftlern wäre ebenfalls wünschenswert.

3. Zusammenfassung

Die durch den Assuan-Hochdamm ermöglichte Dauerbewässerung hat für die Schadnager Ägyptens in bezug auf Ernährung und Habitat nahezu ganzjährig optimale und dadurch das Populationswachstum begünstigende Verhältnisse geschaffen. Als populationsmindernde Faktoren sind vom Menschen durchgeführte Bekämpfungsmaßnahmen und naturbedingte rückläufige Phasen von Populationszyklen anzusehen.

Bilio, M., Dr.

Vertretenes Fachgebiet:

Fischerei

1. Allgemeines

Vor dem Bau des Assuan-Staudammes spielte der Nil mit seinen jährlichen Hochwassern für die Fischerei Ägyptens eine sehr bedeutende Rolle:

- Neben der Landwirtschaft profitierte auch die Fischerei von der Düngewirkung des mitgeführten Schlamms und organischen Detritus in Fluß, Delta und vorgelagertem Mittelmeer bis weit über die Grenzen der ägyptischen Hoheitsgewässer hinaus.
- Das überschwemmte Tiefland bildete die Hauptlaichplätze und "Kinderstuben" für die wichtigsten Nutzfischarten des Nils (z.B. Tilapien, Nilhechte).

2. Fischerei im Stausee

Eine Fischerei im Nasser-Stausee existiert erst seit 1963. 1967 lag der Ertrag schon über 4.000 t, 1977 erreichte er ca. 17.000 t. Danach gingen die Erträge z.T. durch Wassermangel zurück. Für die Periode nach 1977 liegen uns allerdings keine Zahlen vor.

Die Potentialschätzungen für den ägyptischen Teil des Stausees reichen von 20.000 bis 25.000 t/Jahr. Der gegenwärtige Ertrag kann nicht voll genutzt werden, da noch erhebliche Lagerungs- und Transportprobleme zu lösen sind.

3. Fischerei im Unterstrom

Über die Fischerei im Unterstrom liegen uns keine Fangdaten vor, doch können einige allgemeingültige Aussagen gemacht werden (z.T. nach BMZ-Forschungsbericht Nr. 60): Nach Schließung eines Dammes werden Abfluß, Abflußschwankungen, Temperatur, Trübung und Nährstoffgehalt dermaßen verändert, daß die Primärproduktion erheblich sinkt und das Verhalten der an die vorher herrschenden Umweltbedingungen angepaßten Organismen nachhaltig gestört wird.

Die angestammten Laichzonen in den Überschwemmungsgebieten, die gleichzeitig als "Kinderstuben" der Fischbrut dienen, gehen verloren, und die natürliche Rekrutierungsstrategie der Bestände wird hinfällig.

Ein signifikanter Rückgang der Erträge im Unterstrom ist daher zwangsläufig.

4. Fischerei im Delta

Für die Fischerei im Delta gilt grundsätzlich das gleiche wie für den Unterstrom. Auch hier macht sich der verringerte Nährstoffgehalt des Wassers nachhaltig bemerkbar.

Besonders problematisch ist die Versorgung des Quarûn Sees und der Teichanlagen (Aquakultur) im Deltagebiet mit Meeräschenbrut. Meeräschen laichen im Meer, die Jungfische wandern aber in brackige Küstengewässer ein, wo sie mehr Nahrung und Schutz finden. Auch ihre Bestände (Detritusfresser!) sind stark zurückgegangen, so daß es zunehmend schwieriger wird, die Versorgung von Teichanlagen und isolierten Seen mit Satzfischen aufrechtzuerhalten.

5. Mittelmeerfischerei

Die ägyptische Mittelmeerfischerei entwickelte sich von 5.000 - 6.000 t im Jahre 1929 auf 35.000 - 38.000 t/Jahr Ende der 50er

Jahre. Seit Beginn der 60er Jahre gingen die Fänge aus dem Mittelmeer zurück, was allgemein einer Überfischung zugeschrieben wird.

Mitte der 60er Jahre fielen dann die Fänge dramatisch ab, und 1970 wurden nur noch 8.000 t gefangen, was einem Rückgang um etwa 80 % entspricht. Die Sardinenfänge gingen noch drastischer zurück: von 18.000 t im Jahre 1959 auf 500 t im Jahre 1977 (- 97 %).

Diese enormen Anlandungsverluste gingen mit der Fertigstellung des Assuan-Dammes einher und sind dem ausgebliebenen Düngeeffekt zuzuschreiben.

Gehrig, W., Dr.-Ing.

Vertretenes Fachgebiet:

Flußbau (Feststofftransport)

Wird ein geschiebe- und feststofftransportierender Fluß durch eine oder mehrere Stauhaltungen ausgebaut, so wird sein Sedimenttransport deutlich verändert. Das Gefälle des Flusses wird von der Stauwurzel kommend zur Staustelle hin stetig flacher. Die Wassertiefe nimmt zu und das Sedimenttransportvermögen nimmt ab. Die in die Stauhaltung eingebrachte Sedimentmenge wird mit der verlangsamten Wasserbewegung je nach Korngröße zum Absetzen gebracht. An der Stauwurzel das gröbere und weiter stromab das feinere Material.

Die Zusammenträge für einen Fluß im Gleichgewicht lassen sich vereinfacht durch die LANE-Bezeichnung (1955) erklären:

$$Q \propto J G_s d_s$$

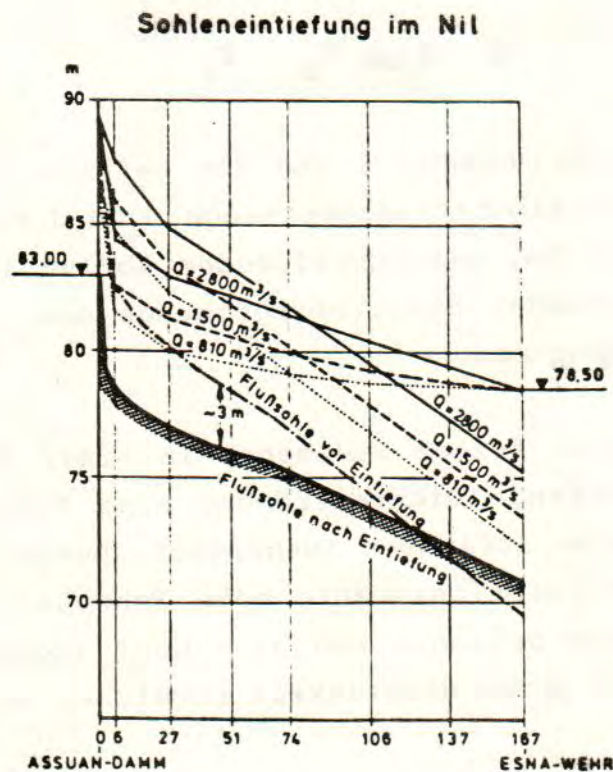
Das Produkt aus Abflußmenge Q und dem Gefälle J ist proportional dem Produkt aus Sedimenttransportmenge G_s und Korndurchmesser d_s . Nimmt das Gefälle bei gleichbleibendem Abfluß in der Stauhaltung ab, so müssen entweder die Transportmenge oder der Korndurchmesser oder beide abnehmen.

Beim Transport sehr feiner Sedimente in einer Stauhaltung spielt eine oft anzutreffende Dichteströmung eine Rolle. Diese ist vor allem bei kleineren Abflüssen ausgeprägt. Durch diese Dichteströmung können noch verhältnismäßig hohe Schwebstoffkonzentrationen bis zur Stauanlage gelangen und sich dort ablagern, wobei diese Ablagerungen eine große Mächtigkeit erreichen können.

Wesentlich anders als oberhalb einer Staustufe wird der Feststofftransport und damit auch die Flußsohle unterhalb einer Staustufe verändert. Die von oben kommenden Feststoffmengen werden in der Stauhaltung zum größten Teil abgelagert. Nur bei großen Abflüssen wird ein geringer Teil durch das Wehr in das Unterwasser geführt.

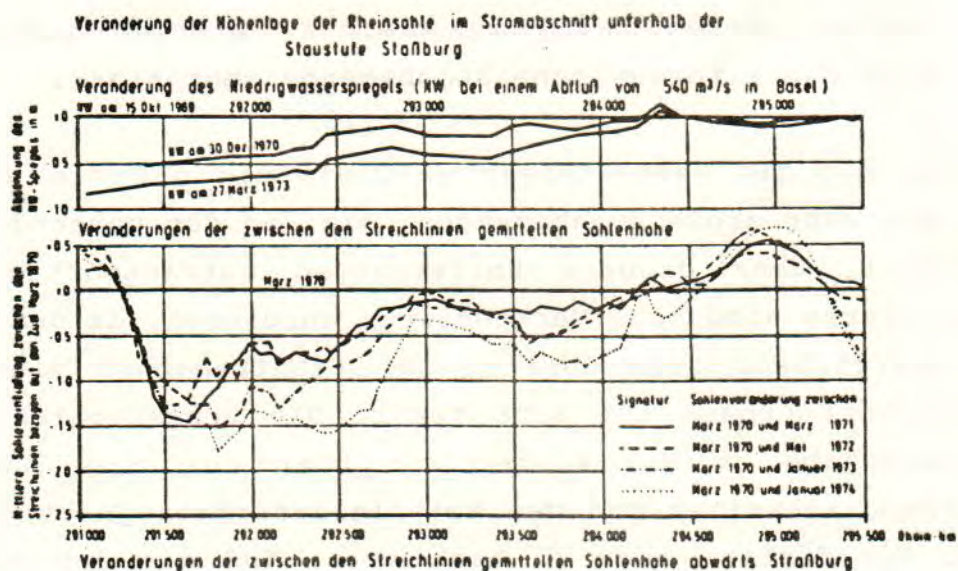
Der Mangel an Geschiebe im Flußabschnitt unterhalb der Stauanlage bewirkt, daß dort der Fluß entsprechend seiner Schleppkraft Geschiebematerial aus der bestehenden Sohle aufnimmt und weiter transportiert. Dadurch entsteht eine Sohleneintiefung, die mit der Zeit in die Tiefe und stromab fortschreitet.

Eine solche Sohleneintiefung hat sich im Nil unterhalb des Assuan-Dammes eingestellt. Sie betrug etwa 3 m bis das ESNA-Wehr stromab errichtet war und die Flußstrecke einstaute. An den unterstrom liegenden Nil-Wehren wurden ähnliche, teilweise noch stärkere Sohleneintiefungen beobachtet. Sie führten z. T. zu starken Gefährdungen der Bauwerke.



Ähnliche Sohleneintiefungen wie am Nil wurden beim Ausbau des Oberrheins mit Staustufen festgestellt. Obwohl der Oberrhein nach Abfluß und nach Geschiebemenge wesentlich kleiner ist als der Nil, kann er als Beispiel für die Sohlenentwicklung und die Erosionsbekämpfung dienen. Der Oberrhein wurde zuerst mit einem Seitenkanal, dann mit der sogenannten Schlingenlösung und mit Staustufen im Fluß ausgebaut. Die letzteren sind hier interessant.

Bei allen Staustufen zeigten sich unterhalb des Wehres oder der Kanalrückleitungen Sohleneintiefungen von 2,5 bis 3,0 m, die sich 2,5 bis 3,0 km nach stromab erstreckten. Da in einem zeitlichen Abstand von etwa 3 Jahren die nächste Staustufe fertiggestellt war, wurde die Erosionsstrecke eingestaut und konnte sich nicht mehr weiter entwickeln. Als Beispiel sei hier die Sohlenentwicklung unterhalb der Staustufe Straßburg angeführt. Es sind die Veränderungen der zwischen den Streichlinien gemittelten Sohlenhöhe bezogen auf den Ausgangszustand und die Veränderung des Niedrigwasserspiegels dargestellt.



Der Ausbau der Staustufenkette nach stromab löste das Problem der Sohlenerosion auf einfache und sichere Weise bis auf die letzte Staustufe - Iffezheim -. Man beschloß zunächst keine weiteren Staustufen mehr zu bauen, so daß das Erosionsproblem auf eine andere Art gelöst werden mußte. Es wurden Überlegungen und Versuche angestellt, die Erosionsstrecke zu "pflastern". Dabei sollte auf die Flußsohle ein grobes Material aufgebracht werden, daß die Sohle sich nicht mehr bewegte. Das ist in der Ausführung umständlich und sehr teuer. Am Ende der "Abpflasterungs"-Strecke trifft der Fluß jedoch wieder auf eine weiche Sohle, die sich erneut eintieft. Das Problem war damit nicht gelöst, sondern nur verschoben.

Nach diesem Ergebnis lag der Gedanke nahe, dem Fluß die durch die Staustufe oder Staustufenkette entzogene Geschiebemenge von außen zuzuführen (Geschiebezugabe). Dieses Verfahren wurde probeweise zuerst unterhalb der Staustufe Gamsheim (derzeit vorletzte Staustufe) in der Natur eingesetzt. Nach Fertigstellung der letzten Staustufe (1977) wird die Geschiebezugabe auch unterhalb Iffezheim praktiziert. Es wird etwa die Geschiebejahresfracht von 160.000 - 170.000 m³ in einem mittleren Abflußjahr zugegeben, wobei die Korngrößen der ursprünglichen Geschiebeführung eingehalten werden müssen. Wird zu kleines Material zugegeben, so erhöht sich die erforderliche Zugabemenge sehr stark.

Überträgt man die Verhältnisse am Oberrhein auf die am Nil, so erhält man sehr große Zugabemengen, die, in der passenden Körnung aufbereitet, über größere Entfernungen antransportiert werden müssen. Hierzu sind neue Verkehrswege anzulegen, da der Wasserweg nicht ausreichend sein dürfte. Der Landtransport mit dem dazu notwendigen Fuhrpark ist sehr teuer. Die Gesamtkosten für eine Geschiebezugabe am Nil können von hier aus ohne Analyse der Verkehrsmöglichkeiten und des Materialaufkommens nicht angegeben werden. Sie dürften aber so hoch sein, daß sie der ägyptischen Wirtschaft nicht zugemutet werden können.

Zusammenfassung und Vorschlag

Die Eintiefung der Nil-Sohle unterhalb des Assuan-Dammes hat Parallelen zu der Sohleneintiefung an den Oberrheinstaufufen. Überträgt man die am Oberrhein gefundenen Lösungsmöglichkeiten auf die Verhältnisse am Nil, so scheiden die Sohlenpflasterung und die Geschiebezugabe als ungeeignet und zu teuer aus. Es kann nur der Bau von Staustufen - d.h. von Stützwehren - empfohlen werden. Dies war am Oberrhein oberhalb der letzten Staustufe Iffezheim erfolgreich. Mit den Stützwehren kann eine Kraftnutzung verbunden werden. Das hat den Vorteil, daß mit Annäherung der Kraftwerke an die Verbraucherzentren die oft beklagten Leitungsverluste geringer werden.

Führböter, A., Prof. Dr.-Ing.

Vertretene Fachgebiete:

Küstenwasserbau und Hydromechanik

Vorbemerkung

Es soll hier nicht die Frage behandelt werden, wieweit allein durch eine künstliche Schlammzugabe die bekannten Folgeschäden des Assuan-Dammes behoben oder gemindert werden können, sondern es soll lediglich geprüft werden, ob eine solche Lösung technisch möglich ist und mit welchen Anlage- und Betriebskosten gerechnet werden muß. Die wichtigste Frage dabei ist, wie groß das Förderziel (in t/Jahr) gewählt wird; dieses kann aber nur aus eingehenden Untersuchungen des bestehenden Flußregimes einschließlich des Deltas ermittelt werden. Als Wertevorrat für mögliche Förderziele werden hier die Grenzwerte

Minimum: rd. 30 Mio t

Maximum: rd. 80 Mio t

untersucht.

Die folgenden Berechnungen sind bewußt auf der unsicheren Seite gehalten. Durch Optimierungen sowohl von der hydromechanischen als auch von der technischen Seite können die ermittelten Werte wesentlich verbessert werden; zur Durchführung solcher Optimierungen müssen aber die Eingangsparameter, die hier nur geschätzt werden können, besser bekannt sein.

Aus dem Förderziel in t/Jahr ergibt sich der Massenstrom Q_M (in kg/s); mit dem Mineralgewicht der Feststoffe ρ_F (in kg/m³) und der Transportkonzentration der Feststoffe k_T (ohne Porenraum) der Gemischstrom Q (in m³/s):

$$Q = \frac{Q_M}{\rho_F \cdot k_T} \dots\dots\dots(1)$$

bei vorgegebener Geschwindigkeit v (in m/s) des Gemisches wird nach der Kontinuitätsgleichung die Querschnittsfläche A (in m^2) erhalten:

$$A = \frac{Q}{v} \dots\dots\dots (2)$$

Damit wird die Rohrlichtweite D (in m) für den Kreisrohrquerschnitt

$$D = \left(\frac{4 \cdot Q}{\pi}\right)^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots (3)$$

Für homogene Suspension (Korngrößen d unter 0,1 mm) und bei Geschwindigkeiten, die größer als die kritische Geschwindigkeit v_{krit} sind (unterhalb derer Ablagerungen auftreten), ist der Druckhöhenverlust H (in N/m^2) auf der L (in m).

$$H = \rho \cdot \lambda \cdot \frac{v^2}{2gD} \cdot L \dots\dots\dots (4)$$

mit

$\rho =$ mittlere Dichte des Gemisches

$$= \rho_F \cdot k_T + \rho_W (1 - k_T) \dots\dots\dots (5)$$

$\lambda =$ dimensionsloser Widerstandsbeiwert

$g =$ Erdbeschleunigung = 9,81 m/s²

$\rho_W =$ Dichte des Wassers = 1000 kg/m³

Der Nutzleistungsbedarf beträgt

$$N_N = \rho \cdot g \cdot H \cdot Q \dots\dots\dots (6)$$

Mit dem Wirkungsgrad η ist dann der Leistungsbedarf

$$N = \frac{N_N}{\eta} \dots\dots\dots (7)$$

Berechnungsannahmen:

Förderziele: a) $Q_M = 1000 \text{ kg/s} \hat{=} 31,5 \text{ Mio t/Jahr}$

b) $Q_M = 2500 \text{ kg/s} \hat{=} 79 \text{ Mio t/Jahr}$

Fördergeschwindigkeiten:

a) $v = 1 \text{ m/s}$

b) $v = 1,5 \text{ m/s}$

c) $v = 2 \text{ m/s}$

Förderlänge: $L = 500 \text{ km}$

Transportkonzentration: $k_T = 0,3$

Mineralgewicht der Feststoffe: $\rho_F = 2 \text{ t/m}^3$

Widerstandsbeiwert $\lambda = 0,013$

Wirkungsgrad $\eta = 0,7$

Die Ergebnisse Q nach Gleichung (1), D nach Gleichung (3), H nach Gleichung (4) und (5) und N nach Gleichung (7) sind auf der Tafel auf Seite 127 aufgetragen und auf Seite 128 grafisch dargestellt.

Die grafische Darstellung auf Seite 128 kann wie folgt zusammengefaßt werden:

- a) Druckhöhen- und Leistungsbedarf steigen nicht so sehr mit dem Förderziel (in t/Jahr) als mit der gewählten Strömungsgeschwindigkeit an. Dies geht unmittelbar in die Betriebskosten ein.
- b) Die erforderliche Rohrlichtweite nimmt mit zunehmender Geschwindigkeit ab, was eine Senkung der Anlagekosten bedeutet.

$Q_M = 1000 \text{ kg/s} \hat{=} 31,5 \text{ Mio t/Jahr:}$

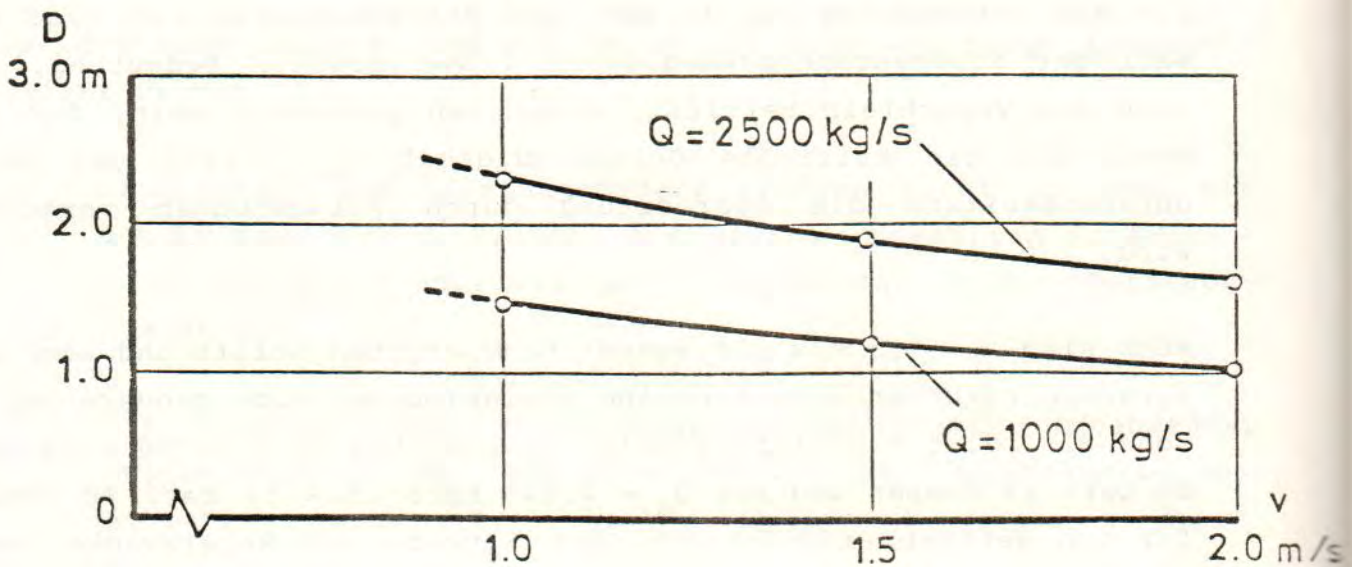
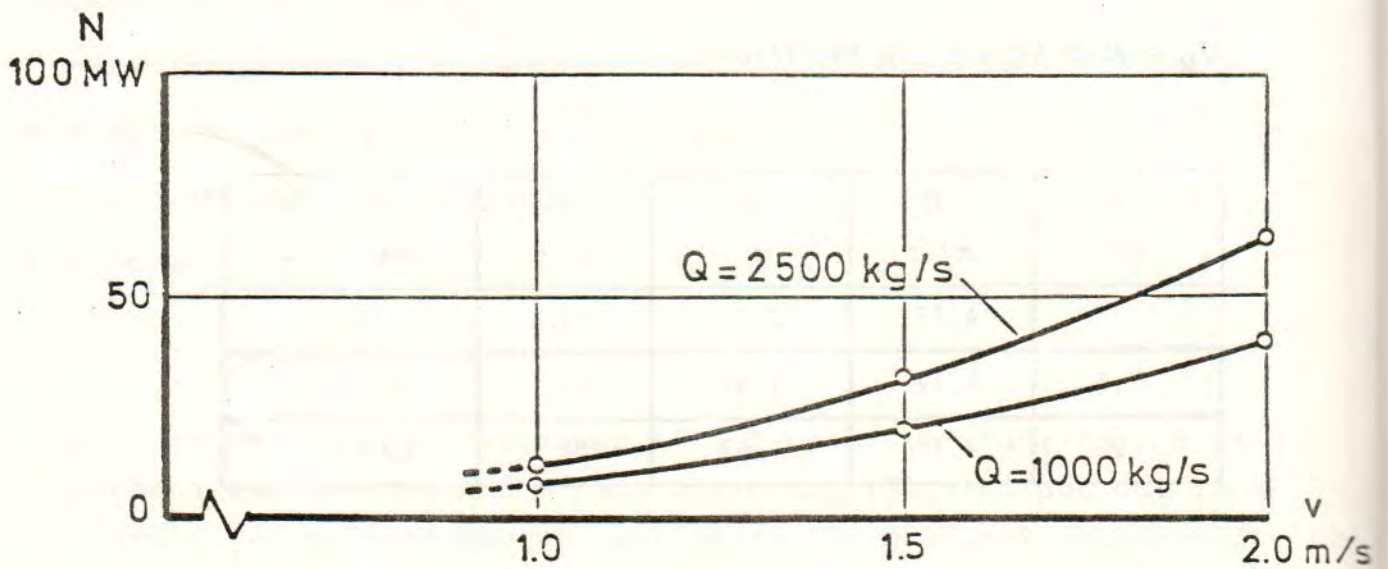
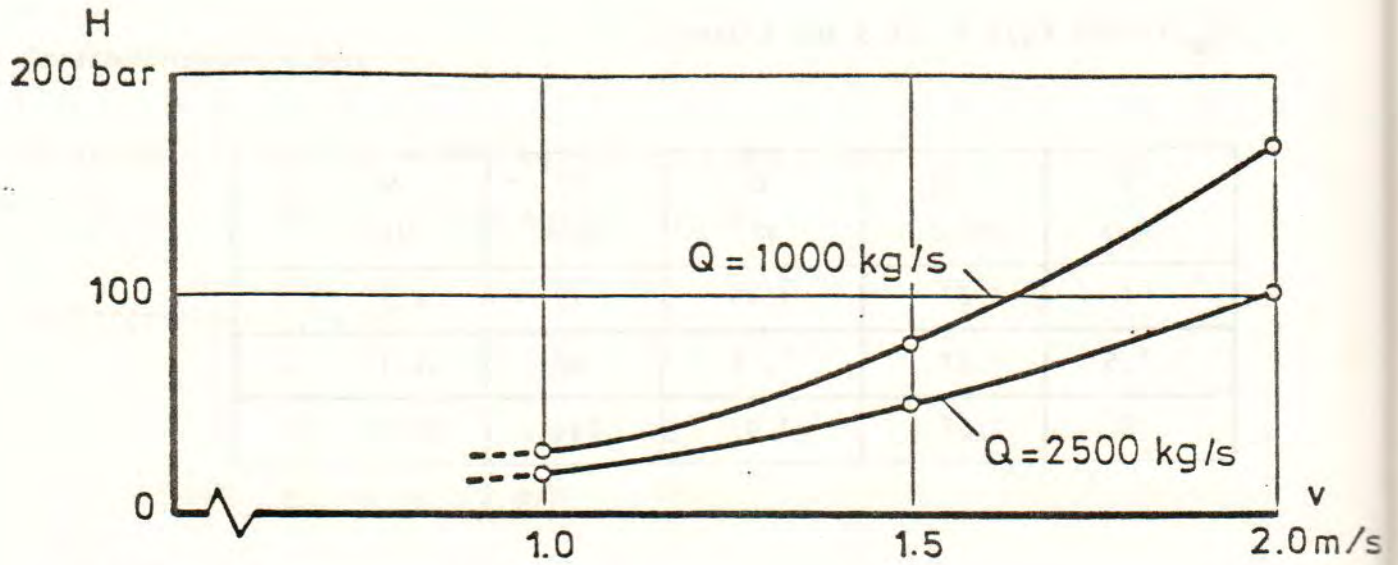
v m/s	Q m ³ /s	D m	H bar	N MW
1	1,67	1,46	29	6,9
1,5	1,67	1,19	80	19,1
2	1,67	1,03	164	39,2

$Q_M = 2500 \text{ kg/s} \hat{=} 79 \text{ Mio t/Jahr:}$

v m/s	Q m ³ /s	D m	H bar	N MW
1	4,17	2,3	18,4	11,0
1,5	4,17	1,88	51	30,2
2	4,17	1,63	104	62,0

Für die Optimierung von Anlage- und Betriebskosten ist also die Wahl der Strömungsgeschwindigkeit v von größter Bedeutung, was auch den Verschleiß betrifft; dabei muß gesichert sein, daß sie höher als die kritische Geschwindigkeit v_{krit} ist, bei deren Unterschreitung die Rohrleitung durch Ablagerungen verstopft wird.

Wenn sich $v = 1,5 \text{ m/s}$ als ausreichend ergeben sollte und wenn aus Verschleißgründen eine einzelne Kreiselpumpe keine größere Druckhöhe als rd. 5 bar liefern soll, so sind bei $Q_M = 1.000 \text{ kg/s}$ ($H = 80 \text{ bar}$) 16 Pumpen und bei $Q_M = 2.500 \text{ kg/s}$ ($H = 51 \text{ bar}$) 10 Pumpen für den Betrieb erforderlich. Für Steuer- und Regelzwecke sowie für bestimmte Betriebszustände (z.B. Anfahren der Leitung mit abgelagerten Feststoffen) sind außerdem Reservepumpen vorzusehen.



Druckhöhenbedarf H , Leistungsbedarf N und erforderliche Rohrlichtweite D für eine 500 km lange Förderleitung

Wenn - wie in der Naßbaggerei üblich - die Rohrleitung keinen höheren Drücken als 10 bar im Betriebszustand ausgesetzt sein soll, so sind bei $Q_M = 1.000 \text{ kg/s}$ 8 und bei $Q_M = 2.500 \text{ kg/s}$ 5 Stationen mit je 2 Pumpen für den Normalbetrieb erforderlich. Zumindestens die ersten drei Stationen hinter der Aufgabe sollten dabei je eine Reservepumpe erhalten.

Da die Pumpen mit kleineren Rohrlichtweiten als die Rohrleitung (Anschluß mit Diffusoren) ausgeführt werden, kann hier für die Pumpen (und den Antrieb durch Elektromotoren) auf Standardausführungen z.B. für die Naßbaggertechnik zurückgegriffen werden. Spülrohre mit Rohrlichtweiten über 1100 mm wurden bisher allerdings noch nicht verwendet. Hier ist besonders der Verschleiß von größter Bedeutung, weil die Rohrleitung mehr als 60 % der gesamten Anlagekosten (aus Rohrleitung, zwei Saugbaggern, Aufgabestation, Zwischenstationen und Hochspannungsleitung) erfordert.

Die Kosten für eine Rohrtransportanlage mit rd. 30 Mio t/a (Rohrleitung $D = 1,19 \text{ m}$) können mit einiger Vorsicht aus den Preisen für Rohrleitungen und Maschinenanlagen der Naßbaggerindustrie zu etwa 750 Mio DM veranschlagt werden (500 Mio DM für 500 km Stahlrohrleitung, 150 Mio DM für zwei Saugbagger und die Pumpenstationen, 100 Mio DM für 500 km Hochspannungsleitung); die Betriebskosten ergeben sich außer durch den Verschleiß durch die rd. 19,1 MW Antriebsleistung, was im Jahr rd. 170 Mio kWh ergibt. Bei einer Anlage mit rd. 80 Mio t/a steigen die Kosten besonders durch die größere Rohrlichtweite ($D = 1,88 \text{ m}$) und den um rd. 50 % größeren Stromverbrauch.

Es ist fraglich, ob Zahlen dieser Größenordnungen Kosten-Nutzen-Analysen standhalten können. Als Alternative sollte eher geprüft werden, ob aus Entnahmen seitlich des Nils unterhalb des Dammes mit kurzen Rohrleitungen (etwa 10 km) dem Nil geeignetes Feststoffmaterial zugegeben werden kann; hier würden sich die Anlage- und Betriebskosten auf einen Bruchteil der genannten Summen reduzieren.

TEILNEHMERLISTE

Sachverständige

Professor Dr. H. Bernhardt

5200 Siegburg-Siegelsknippen
(Wassergütewirtschaft)

Dr. M. Bilio*

Deutsche Gesellschaft für tech-
nische Zusammenarbeit (GTZ)
6360 Eschborn 1
(Fischerei)

Professor Dr. W. E. H. Blum

Universität für Bodenkultur
Institut für Bodenforschung und
Baugeologie, A 1180 Wien
(Bodenphysik und Nährstoffe)

Dr.-Ing. H. Diestel

3440 Wolfenbüttel
(Kulturtechnik/Versalzung)

Dr. F. Dieterlen

Staatliches Museum für Naturkunde
7000 Stuttgart
(Schadnager)

Professor Dr.-Ing. A. Führböter

Technische Universität Braunschweig
Leichtweiß-Institut für Wasserbau
3300 Braunschweig
(Küstenwasserbau, Hydromechanik)

Professor Dr.-Ing. W. Gehrig

Bundesanstalt für Wasserbau
7500 Karlsruhe
(Flußbau, Feststofftransport)

* Dr Bilio hat seine Teilnahme so kurzfristig absagen müssen, daß für das Sachverständigengespräch kein Vertreter mehr gefunden werden konnte; sein im Nachhinein übergebener Bericht wurde - soweit wie möglich - berücksichtigt.

Professor Dr.-Ing. F. Hartung

ehem. Vorstand des Lehrstuhls für
Wasserbau und Wassermengenwirt-
schaft und Direktor der Versuchs-
anstalt für Wasserbau und Wasser-
mengenwirtschaft an der Technischen
Universität München
Oskar v. Miller-Institut, München
8036 Herrsching/Ammersee
(Wasserbau und Wassermengenwirt-
schaft)

Professor Dr. Fouad N. Ibrahim

Abtl. Regionalgeographie Afrikas
Institut für Geowissenschaften der
Universität Bayreuth
8530 Bayreuth
(Geowissenschaften)

Privatdozent Dr. C. Meier-Brook

Universität Tübingen
Zentrum für innere Medizin
Tropenmedizinisches Institut
7400 Tübingen
(Wasserinduzierte Krankheiten)

Dr. H. Vierhuff - Geologieoberrat -

Bundesanstalt für Geowissenschaften
und Rohstoffe
3000 Hannover
(Hydrogeologie)

Professor Dr. D. Weiss

Freie Universität Berlin
Fachbereich Wirtschaftswissen-
schaften, Institut für Volks- und
Weltwirtschaft, Fachgebiet Volks-
wirtschaft des Vorderen Orients
1000 Berlin
(Volkswirtschaft, Sozio-Ökonomie)

Professor Dr. P. Wolff

Fachgebiet Kulturtechnik und
Wasserwirtschaft am Fachbereich
Internationale Agrarwirtschaft
Gesamthochschule (Universität)
Kassel in Witzenhausen
3430 Witzenhausen
(Landwirtschaft, Kulturtechnik)

Professor Dipl.-Ing. H. St. Wüst

Universität Kaiserslautern
Lehr- und Forschungsgebiet, Land-
wirtschafts- und Grünordnungsplanung
6750 Kaiserslautern
(Raumordnung und Landesplanung)

Planungsbüros

Dr.-Ing. H. Rueff

Ingenieurbüro Kling
8908 Krumbach

Herr C. Strese
Herr H. Wurster

EAT-Systemtechnik GmbH
8025 Unterhaching

Gesprächsleitung

Professor Dr.-Ing. K. Roske

ehem. Kreditanstalt für Wiederaufbau
und Technische Universität Berlin
6242 Kronberg/Taunus
(Diskussionsleitung)

Herr R. Offermann

Ministerialrat
Bundesministerium für Wirtschaft-
liche Zusammenarbeit
5300 Bonn

Dr.-Ing. K. Erbel

GTZ Gesellschaft für Technische
Zusammenarbeit
6236 Eschborn 1

Dr.-Ing. W. Günzel

KfW Kreditanstalt für Wiederaufbau
6000 Frankfurt am Main

Dr.-Ing. H. Vahl

KfW Kreditanstalt für Wiederaufbau
6000 Frankfurt am Main