

# **Der Nilschlamm und sein Einfluß auf die Fruchtbarkeit der Ackerböden in Ägypten**

**The Nile mud and its influence on the fertility of the arable lands of Egypt**

**Von Peter Wolff\*)**

## **1. Einleitung**

In verschiedenen Veröffentlichungen hat IBRAHIM (1980, 1982, 1984) an dem ägyptischen Staudammprojekt von Assuan herbe Kritik geübt, es als Fehlplanung bezeichnet und die negativen Auswirkungen dieses Projektes zu einer sich angeblich anbahnenden ökologischen Katastrophe hochstilisiert. In einer Zeit, in der die »Ökologie« im Brennpunkt des öffentlichen Interesses steht, sich vom Politiker bis zum Wissenschaftler jeder gerne mit diesem oder davon abgeleiteten Begriffen kleidet, fallen kritische Äußerungen zu technischen Großprojekten auf fruchtbaren Boden, finden die Aufmerksamkeit breiter Bevölkerungsschichten, ohne allerdings immer auf ihren Wahrheitsgehalt überprüft zu werden. So wurden auch die Äußerungen IBRAHIMS, denen keinerlei eigene Untersuchungen zugrundeliegen, von vielen anderen Autoren übernommen. Die Veröffentlichung von WÜST (1983) sei hier nur beispielhaft für viele genannt.

Die Notwendigkeit zumindest einer Relativierung der gegen das Hochdammprojekt von Assuan gerichteten Argumente hat MEYER (1981) herausgestellt. Die Schlußfolgerungen IBRAHIMS in bezug auf das Staudammprojekt von Assuan können nach Auffassung von MEYER (1981) allenfalls als Meinungsäußerung, jedoch nicht als Tatsachenfeststellung gewertet werden.

Im Mittelpunkt der von IBRAHIM und durch die Medien verursachten Diskussionen über die ökologischen Folgen des Hochdammprojektes von Assuan, steht die angeb-

---

\*) Prof. Dr. Peter Wolff, Fachgebiet Kulturtechnik und Wasserwirtschaft am Fachbereich Internationale Agrarwirtschaft der Gesamthochschule Kassel in Witzenhausen  
Anschrift: Steinstraße 19, D-3430 Witzenhausen 1

lich rückläufige Bodenproduktivität der ägyptischen Ackerflächen als Folge der ausbleibenden Nilschlammablagerungen im Niltal und Nildelta. Nachfolgend soll diese Frage einer näheren Betrachtung unterzogen werden. Dabei stützt sich der Verfasser vor allem auf Erfahrungen, die er im Rahmen seiner vielfältigen kulturtechnischen Tätigkeiten in Ägypten seit 1978 gewinnen konnte. Ferner wurde versucht, durch eine eingehende Literaturrecherche, die zu diesem Themenkomplex vorliegenden Veröffentlichungen zu erfassen und auszuwerten.

Der Verfasser ist sich bewußt, daß eine kritische Analyse nur eines Teilaspektes der Auswirkungen dieses großen Staudammprojektes der ökologischen Gesamtsproblematik nicht voll gerecht werden kann. Hierzu bedarf es einer sehr differenzierten, die unterschiedlichen Ökosysteme des Niltales und Nildeltas berücksichtigenden Untersuchung, die angesichts der Komplexität der Gesamtsproblematik eine interdisziplinäre Bearbeitung erforderlich macht. Dies kann und soll die vorliegende Arbeit nicht leisten. Die Arbeit möchte lediglich, durch das Aufgreifen eines Teilaspektes, zu einer sachlichen, kritisch distanzierten, von Effekthascherei freien Betrachtung und Beurteilung des Hochdammprojektes von Assuan anregen. Der Teilaspekt, der hier einer näheren Betrachtung unterzogen werden soll, ist das Problem der nach Errichtung des Hochdammes ausbleibenden Nilschlammablagerungen auf den ägyptischen Ackerflächen. Die Entwässerungsproblematik in Ägypten wurde vom Verfasser bereits an anderer Stelle dargelegt (WOLFF, 1980 u. 1986).

## **2. Nilschlammablagerungen vor Errichtung des Hochdammes von Assuan**

### **2.1. Schwebstofffracht und Ausschlickungsrate**

Die fruchtbaren Böden des Niltales und Nildeltas in Ägypten verdanken ihre Entstehung der hohen Schwebstoffführung des Nil während der jährlichen Hochflutperiode. Bis zur Einführung der Dauerbewässerung, vor allem aber bis zur Fertigstellung des Hochdammes von Assuan im Jahre 1971 wurden die Schwebstoffe teilweise auf den Flächen der Talauen und im Delta abgelagert, da der Nil bei Hochwasser die Talflächen weiträumig überflutete. Dieser über einen Zeitraum von etwa 10.000 Jahren ablaufende Ausschlickungsprozeß hat zur Bildung mächtiger M-Horizonte geführt. Die Flußablagerungen weisen im Niltal und Nildelta heute Mächtigkeiten von 6 bis über 12 m, im Mittel von etwa 9 m auf.

Die Schwebstoffbelastung, Schwebstoffführung und Schwebstofffracht des Nil sind zumindest seit 1874 immer wieder ermittelt worden, meist auf der Basis monatlicher oder 14-tägiger, teilweise sogar wöchentlicher Probenahmen. Die Proben wurden vorwiegend in Kairo und Wadi Halfa (im Grenzgebiet zum Sudan) sowie in Gaafra (28 km flußabwärts von Assuan) genommen. Recht gründliche Untersuchungen der Schwebstoffbelastung und Schwebstofffracht des Nil wurden in den Hochflutperioden der Jahre 1929, 1930 und 1931 durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen hat BALL (1939) zusammengefaßt (Tabelle 1). Danach betrug die Schwebstofffracht des Nil im Mittel der drei Hochflutperioden bei Wadi Halfa 110 Mio t und bei Kairo

Tab. 1: Schwebstofffracht des Nil in den Hochflutperioden der Jahre 1929, 1930 und 1931

Ort der Probenahme	Schwebstofffracht (in Mio t)			
	1929	1930	1931	Mittel
Wadi Halfa	136,13	75,69	118,27	110,00
Kairo	73,81	41,62	57,39	57,60
Differenz	62,32	34,07	60,88	52,40

Quelle: Ball, 1939

57,6 Mio t. Untersuchungen über einen längeren Zeitraum, und zwar über 18 Jahre (1913–26 und 1929–32) ergaben auf der Höhe von Kairo eine mittlere Schwebstofffracht von 56,89 Mio t pro Jahr oder 55,2 Mio t für die jährliche Hochflutperiode von August bis November.

Mit der Errichtung des Hochdammes von Assuan ging die Schwebstoffbelastung des Nil, vor allem während der Flutmonate, sehr stark zurück. Während die Schwebstoffbelastung im Zeitraum 1958–63 im August durchschnittlich 2.702 ppm betrug, wurden im Zeitraum 1968–76 im Durchschnitt nur noch 45 ppm ermittelt (ZIKRI u. EL-SAWABY, 1979). Ein detaillierter Vergleich der Schwebstoffbelastung vor und nach der Errichtung des Hochdammes von Assuan, bezogen auf die einzelnen Monate des Jahres, wurde von ZIKRI und EL-SAWABY (1979) vorgenommen (Tabelle 2). Die Jahresfracht ging nach BALBA (1979) infolge der Errichtung des Hochdammes im Mittel auf ca. 2,1 Mio t zurück.

Tabelle 1 ist zu entnehmen, daß sich die Schwebstofffracht zwischen Wadi Halfa und Kairo im Mittel um 47,5% verringerte.

Da zwischen Wadi Halfa und Gaafra nur eine unbedeutende Verringerung der Schwebstofffracht registriert wurde, ist davon auszugehen, daß die Verminderung der Schwebstofffracht vor Errichtung des Hochdammes fast ausschließlich zwischen Assuan und Kairo stattfand. Bei oberflächlicher Betrachtung des Sedimentationsgeschehens könnte man annehmen, daß die Sedimentmenge, die im Niltal auf den Überflutungsflächen abgelagert wurde, sich aus der Differenz der Schwebstofffrachten bei Wadi Halfa und Kairo errechnet. Daß in Wirklichkeit wesentlich geringere Schwebstoffmengen im Niltal zur Ablagerung gelangten, konnte BALL (1939) nachweisen, indem er aus der relativ genau bekannten Schwebstoffbelastung des Nil und der relativ genau abschätzbaren Wassermenge, die in den Hochflutperioden 1929–1931 auf den Ackerflächen über Kanäle oder Pumpanlagen zugeleitet wurde, die Schwebstoffmenge berechnete, die auf den Bewässerungsflächen zur Ablagerung kam. Die Ergebnisse sind in Tabelle 3 aufgeführt.

**Tab. 2: Durchschnittliche Schwebstoffbelastung des Nil bei El-Gaafra vor und nach Errichtung des Hochdammes von Assuan**

Monat	Schwebstoffbelastung (ppm)		
	1958 - 63	1969	1968 - 76
Januar	64	52	44
Februar	50	48	47
März	45	46	45
April	42	45	50
Mai	43	49	51
Juni	85	53	49
Juli	674	121	48
August	2.702	353	45
September	2.422	215	41
Oktober	925	152	43
November	124	56	48
Dezember	77	44	47
im Mittel	605	104	46

Quelle: Zikri u. El-Sawaby, 1979

**Tab. 3: Entnahme von Wasser und Schwebstoffen aus dem Nil über Kanäle und Pumpeinrichtungen im Niltal (Oberägypten) und im Nildelta (Unterägypten) in den Jahren 1929, 1930 und 1931**

Jahr	Wassermenge (km <sup>3</sup> )			Schwebstoffmenge (Mio t)		
	Beckenbewässerungs- fläche in Oberägypten	Dauerbewässerungs- fläche in Oberägypten	Bewässerungsfläche in Unterägypten	Beckenbewässerungs- fläche in Oberägypten	Dauerbewässerungs- fläche in Oberägypten	Bewässerungsfläche in Unterägypten
1929	6,88	9,57	22,08	9,42	6,57	11,67
1930	6,45	5,85	22,14	8,23	4,96	9,12
1931	7,50	8,22	20,38	14,31	6,32	10,54
Im Mittel	6,94	8,01	21,54	10,65	5,95	10,44

Quelle: Ball 1939

Zusätzlich zu den mit dem Bewässerungswasser zugeführten Nilschlammengen (Tabelle 3) wurden den Bewässerungsflächen Sedimente zugeführt, die bei der jährlichen Räumung der Be- und Entwässerungskanäle anfielen. Im Bereich der Beckenbewässerungsflächen Oberägyptens fielen an Räumgut ca. 2,74 Mio m<sup>3</sup> und im Nildelta ca. 8,29 Mio m<sup>3</sup> pro Jahr an. Der überwiegende Teil dieses Räumgutes wurde allerdings für Instandsetzungsarbeiten an den Böschungen, Dämmen etc, sowie als Baumaterial verwandt. Nach BALL (1939) kamen auf den Dauerbewässerungsflächen Oberägyptens lediglich 0,16 Mio t und auf den Bewässerungsflächen in Unterägypten ca. 1,0 Mio t dieses Räumgutes zur Verteilung. Den Beckenbewässerungsflächen wurde davon in der Regel nichts zugeführt.

Aus den obigen Angaben errechnet sich eine mittlere Nilschlammmenge von insgesamt 13,08 Mio t, die den ägyptischen Ackerflächen jährlich vor Errichtung des Hochdammes von Assuan zugeführt wurde. Davon kamen 8,77 Mio t auf den Beckenbewässerungsflächen und 2,82 Mio t auf den Dauerbewässerungsflächen Oberägyptens und 1,49 Mio t auf den Bewässerungsflächen Unterägyptens zur Ablagerung. Im Gegensatz zu diesem, als sehr verlässlich geltenden Zahlenmaterial behauptet IBRAHIM (1984), daß dem Ackerland der Fellachen seit Errichtung des Hochdammes jährlich ca. 130 Mio t fruchtbaren Schlammes verlorengelange. IBRAHIM (1984) ist bei der Aufstellung dieser Behauptung fälschlicherweise davon ausgegangen, daß alle vom Nil mitgeführten Schwebstoffe in Ägypten zur Ablagerung auf den Ackerflächen kommen.

Der Vergleich zwischen den Werten in Tabelle 1 und 3 zeigt, daß mengenmäßig nur knapp ein Drittel der Schwebstoffe dem Nil entnommen und außerhalb des Flußbettes in Oberägypten zur Ablagerung gekommen ist. Zwei Drittel sind im Flußbett selbst sedimentiert und als Geschiebe an der Sohle des Wasserlaufes flußabwärts bewegt worden.

Nach BALL (1939) umfaßte die landwirtschaftliche Nutzfläche in den Jahren 1929–31 in Ägypten ca. 2.330.000 ha. Diese Fläche beinhaltete 473.800 ha Beckenwasserbewässerungsfläche und 500.600 ha Bewässerungsfläche in Oberägypten sowie 1.356.600 ha Bewässerungsfläche in Unterägypten. Unter Zugrundelegung dieser Aufteilung der landwirtschaftlichen Nutzfläche und der aus Tabelle 4 sich ergebenden jährlichen Nilschlammablagerung auf den betreffenden Teilflächen ergibt sich, daß vor Errichtung des Hochdammes von Assuan auf den Bewässerungsflächen 18,51 t/ha, auf den Dauerbewässerungsflächen Oberägyptens 5,63 t/ha und auf den Bewässerungsflächen Unterägyptens 1,1 t/ha jährlich abgelagert wurden. Geht man davon aus, daß 1 m<sup>3</sup> gut abgesetzter Nilschlamm ein Trockengewicht von 1,8 t hat, dann errechnet sich eine Aufschlickungsrate von 1,03 mm/a bei den Beckenbewässerungsflächen, von 0,31 mm/a bei den Dauerbewässerungsflächen Oberägyptens und von 0,06 mm/a bei den Bewässerungsflächen Unterägyptens. Daß die Aufschlickung sich tatsächlich in dieser Größenordnung vollzogen hat, haben Untersuchungen an verschiedenen Baudenkmalern ergeben (BALL, 1939).

Tab. 4: Durchschnittliche jährliche Nilschlammablagerung auf den ägyptischen Ackerflächen vor Errichtung des Hochdammes von Assuan (in Mio t)

	Oberägypten		Unterägypten
	Beckenbe- wässerungsfläche	Dauerbe- wässerungsfläche	Bewässe- rungs- fläche
Schwebstoffmenge, die dem Nil über Kanäle und Pumpen entnommen wurde	10,65	5,95	10,44
davon Ablagerung in Be- und Entwässerungskanälen	1,88	3,29	9,95
Ablagerung auf den Ackerflächen	8,77	2,66	0,49
Verteilung von Nilschlamm aus den Kanälen auf den Ackerflächen	0,00	0,16	1,00
Nilschlammablagerung auf den Ackerflächen insgesamt	8,77	2,82	1,49

Quelle: Ball, 1939

ACHTNICH (1980) vertritt die Auffassung, daß das im Flußwasser suspendierte Material, sofern es keine Schadstoffe enthält, bei Sedimentation auf landwirtschaftlichen Flächen als Bodenverbesserung anzusehen sei. Wie viele andere Autoren führt er als Beweis hierfür die Jahrtausende währende Ablagerung des Nilschlammes auf den Feldern Ägyptens an. Alle Autoren, die sich nach Kenntnis des Verfassers zu dieser Frage geäußert haben, bleiben allerdings die Antwort auf die Frage schuldig, worauf diese »bodenverbessernde Wirkung« des Nilschlammes zurückzuführen ist, worin sie zum Ausdruck kommt. Da für die Beantwortung dieser Frage sicher die Zusammensetzung des Nilschlammes von Bedeutung ist, sollen nachfolgend die Bestandteile des Nilschlammes einer näheren Betrachtung unterzogen werden.

## 2.2 Bestandteile des Nilschlammes

### 2.2.1 Korngrößenzusammensetzung

Die Korngrößenzusammensetzung etc. des Schwebstoffmaterials des Nil wurde von MOSSÉRI in monatlichen Intervallen von Dezember 1924 bis Juli 1927 systematisch untersucht. Darüber hinaus war die Korngrößenzusammensetzung des Schwebstoffmaterials Gegenstand zahlreicher anderer Untersuchungen, so daß hierüber sehr detaillierte Daten vorliegen (BALL, 1939).

MOSSÉRI hat bei seinen Untersuchungen im Mittel 0,2% Grobsand, 12,7% Feinsand, 25,3% Schluff und 61,8% Ton ermittelt. Etwa 12,1% des Tonanteils kam selbst nach 3 Monaten noch nicht zur Sedimentation, so daß davon auszugehen ist, daß der Ton z.T. in sehr feiner Körnung bzw. im kolloidalen Zustand vorlag.

Die Untersuchungsergebnisse von MOSSÉRI (Tabelle 5) zeigen, daß die Korngrößenzusammensetzung des Schwebstoffmaterials gewissen Schwankungen von Jahr zu Jahr und innerhalb eines Jahres unterlag. Der Anteil an Feinsand und Schluff war größer, und der Tonanteil geringer während der Hochwasserführung. Insgesamt waren die Schwebstoffe des Nil bei Kairo jedoch durch einen hohen Tonanteil gekennzeichnet. Der Anteil abschlämmbarer Teilchen lag meist deutlich über 80%.

Tab. 5: Korngrößenzusammensetzung des Schwebstoffmaterials im Nil bei Kairo, 1924 - 1927 nach Mosséri<sup>1</sup>

	Grobsand %	Feinsand %	Schluff %	Ton %
Mittel während der Flurperiode August-November 1925	0,3	15,9	24,8	59,0
Mittel während der Flutperiode August-November 1926	0,1	21,1	27,9	50,9
Mittel in den vier Flutmonaten August-November	0,2	18,5	26,3	55,0
Mittel Dezember 1924 - Juli 1925	0,3	12,7	24,4	62,6
Mittel Dezember 1925 - Juli 1926	0,2	10,9	25,4	63,5
Mittel Dezember 1926 - Juli 1927	0,1	8,9	24,9	66,1
Mittel der acht Monate Dezember - Juli	0,2	10,8	24,9	64,1

<sup>1</sup>Probenahme erfolgte 2 m unter Wasserspiegel in der Strommitte  
Quelle: Ball, 1939

Seitens des Physical Department der ägyptischen Regierung wurden in den Jahren 1930 und 1931 bei Wadi Halfa, d.h. im sudanesisch-ägyptischen Grenzgebiet, Proben genommen und die Korngrößenzusammensetzung analysiert. Allerdings wurden hierbei die Proben über den gesamten Flußquerschnitt verteilt entnommen. Nach den Ergebnissen dieser Untersuchung enthielt das Schwebstoffmaterial bei Wadi Halfa in der Zeit von August bis Mitte Oktober, d.h. zur Zeit der Hochflut, im Mittel 34% Feinsand, 38% Schluff und 28% Ton. Grobsand wurde nicht gefunden. Der Unterschied zu den Werten, die durch MOSÉRIE bei Kairo ermittelt wurden (Tabelle 5), erklärt sich dadurch, daß ein Teil der Schwebstoffe zwischen Assuan und Kairo zur Sohle des Gewässers absank und als Geschiebe auf der Sohle oder unmittelbar darüber transportiert wurde. Da dabei natürlicherweise vor allem die gröberen Bestandteile (Feinsand und Schluff) absanken, veränderte sich die Korngrößenzusammensetzung bis Kairo zugunsten des Tonanteils.

Zur Veränderung der Korngrößenzusammensetzung zwischen Wadi Halfa und Kairo trug ferner die Ablagerung auf den landwirtschaftlichen Nutzflächen Oberägyptens bei. Auch hier sedimentierten vor allem Feinsand und Schluff, während der Ton mit

dem von den Flächen abgeleiteten Überschußwasser teilweise wieder zurück in den Flußlauf gelangte. Den Grobsandanteil des Schwebstoffmaterials, der bei den Untersuchungen in Wadi Halfa nicht festgestellt wurde, führt BALL (1939) auf den Windeintrag aus den das Niltal umgebenden Wüsten zurück.

Nach SHALASH (1977) entstammen die vom Nil mitgeführten Sedimente fast ausschließlich den Einzugsgebieten des Blauen Nils und des Atbara. Der Weiße Nil führt eine äußerst geringe Schwebstofffracht. Zur Schwebstofffracht des Nil tragen hin und wieder auch die Abflüsse aus den östlich des Nil gelegenen Wadis bei, wenn es dort in den Wintermonaten einmal zu Starkregen kommt. Schwebstoffbelastungen von 3.000 bis 5.000 ppm wurden registriert. Das von dort stammende Schwebstoffmaterial ist sehr fein und besteht aus Schluff und Ton.

## 2.22. Chemische Zusammensetzung

Die chemische Zusammensetzung des Schwebstoffmaterials wurde wiederholt sehr eingehend untersucht, u. a. von BRAZIER in 1950, LETHEBY in 1874, BRUNS von 1888–90, LUCAS in 1906 und MOSSÉRI von 1925–27. BALL (1939) hat die Ergebnisse dieser Untersuchungen zusammenfassend dargestellt und kritisch bewertet. Von allen vorliegenden Untersuchungsergebnissen erscheinen die von MOSSÉRI am verlässlichsten und aufschlußreichsten zu sein, zumal es sich um die Analyse monatlicher Proben und um eine Untersuchungsdauer von über einem Jahr handelt. Die von MOSSÉRI ermittelte durchschnittliche chemische Zusammensetzung des Schwebstoffmaterials des Nil bei Kairo während der Flutperiode ist in Tabelle 6 aufgeführt.

Tab. 6: Durchschnittliche chemische Zusammensetzung des Schwebstoffmaterials des Nil bei Kairo während der Hochflutperioden 1924 – 1927 nach Mosséri

	% <sup>1</sup>		% <sup>1</sup>
SiO <sub>2</sub>	50,44	K <sub>2</sub> O	1,07
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9,91	Na <sub>2</sub> O	0,95
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19,01	S	0,09
TiO <sub>2</sub>	2,21	CO <sub>2</sub>	1,03
MnO <sub>2</sub>	0,23	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,24
CaO	4,16	Organ. Substanz	2,48
MgO	3,43	Gebundenes Wasser	6,00

<sup>1</sup>Die Summe liegt leicht über 100 %, dies ist vor allem darauf zurückzuführen, daß das Eisen in einer geringeren Oxidationsstufe als im Falle von Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> vorliegt.

Quelle: Ball, 1939



Anhand der ihm 1939 verfügbaren Daten und Untersuchungsergebnisse kam BALL (1939) zu der Schlußfolgerung, daß die Tonmineralsubstanz des Schwebstoffmaterials des Nil vorwiegend der Kaolingruppe zuzuordnen sei und Montmorillonit kaum darin vorkomme. Das relativ enge  $\text{Al}_2\text{O}_3:\text{SiO}_2$ -Verhältnis von 1 : 2,6 scheint dies zu bestätigen. Berücksichtigt man die geringe Austauschkapazität des Kaolinit, dann erstaunt die relativ große Menge an austauschbaren gebundenen Basen (S-Wert), wie sie von WILLIAMSON und ALADJEN von der Chemical Section des ägyptischen Ministry of Agriculture im Jahre 1926 bei Giza und 1929 bei Assuan mit 52,9 bzw. 50,9 mval/100 g Schwebstoffmaterial (lufttrocken) ermittelt wurden. Mit 38,0 bzw. 36,4 mval/100 g nahm das Calcium den Hauptteil ein, der Anteil des Magnesiums betrug 13,6 bzw. 13,2 mval/100 g. Kalium war mit 1,0 und Natrium mit 0,3 mval/100 g am obigen S-Wert beteiligt.

BALL (1939) sah eine Erklärung für die relativ hohen S-Werte in dem Vorkommen von Zeolithen im Schwebstoffmaterial. Den Nachweis dafür blieb er allerdings schuldig.

Nach HASSAN (1967) fanden HAMDI und EPPRECHT mit Hilfe von Röntgenaufnahmen und Differentialthermoanalyse-Kurven in der Tonfraktion einer Probe des Nilalluviums Illit geringe Mengen Quarz und amorphe Fe-haltige Gele. In einer Untersuchung von HAMDI und NAGA (HASSAN, 1967) zeigten auch Elektronenmikroskop-Aufnahmen, daß der Ton des Nilalluviums zu den glimmerähnlichen Mineralien vom Illit-Typ gehört. HAMADI und EPPRECHT stellten in einer weiteren Untersuchung fest, daß das im frischen Nilschlamm vorhandene Tonmineral Illit in den tieferen Schichten mehr und mehr in Montmorillonit übergeht. Diese Umwandlung wird auf den Einfluß des Bewässerungswassers zurückgeführt, da im Laboratoriumsversuch eine Behandlung von frischem Nilschlamm mit  $\text{CO}_2$ -haltigem Wasser dieselbe Wirkung hatte (HASSAN, 1967). Auch andere Untersuchungen der alluvialen Böden Ägyptens brachten vergleichbare Ergebnisse (ELGABALY und KHADR, 1962; KHADR, 1961, MUTSCHER, 1982). Aufgrund dieser Untersuchungsbefunde muß eigentlich davon ausgegangen werden, daß auch die Tonfraktion des Schwebstoffmaterials überwiegend aus Illiten besteht und nicht aus Kaolinit, wie BALL (1939) annahm.

Mit einem S-Wert von über 50 mval/100 g besitzt das Schwebstoffmaterial eine sehr große Menge an austauschbar gebundenen Basen. Vor allem der Anteil an Calcium und Magnesium ist als sehr hoch einzustufen. Der Anteil an Kalium ist als hoch und der des Natriums als gering zu bezeichnen. Allerdings kann aus dieser scheinbar günstigen Ionenbelegung nicht zwangsläufig eine optimale bodenphysikalische Entwicklung abgeleitet werden. Das sehr enge Ca:Mg-Verhältnis von ca. 2,8:1 kann zu negativen Rückwirkungen auf die physikalischen Bodeneigenschaften führen.

An mineralischen Bestandteilen wurden im Nilschlamm Quarz, Feldspäte, Hornblende, Glimmer, Apatit, Magnetit, Ilmenit neben weiteren aus eruptivem oder metamorphem Gestein stammende Mineralien nachgewiesen (HAMADI und NAGA, 1949).

Insgesamt kann der Nilschlamm als ein gutes Ausgangssubstrat für die Bodenbildung angesehen werden. Da die Nilschlammablagerungen aber bereits Mächtigkeiten von 6 bis 12 m und mehr erreicht haben, die Pflanzen nur ca. 1 m davon als Wurzelraum nutzen können und Erosion kaum stattfindet, besteht kein weiterer Bedarf für eine Aufschlickung bzw. Nilschlammablagerung auf den Ackerflächen Ägyptens.

### 2.23 Nährstoffgehalt

Die Bedeutung des Nilschlammes für die ägyptische Landwirtschaft wurde und wird allgemein in dessen Gehalt an Pflanzennährstoffen gesehen. Wobei allerdings oft der Fehler gemacht wird, daß man den Gesamtgehalt an »Nährstoffen«, wie er sich beispielsweise aus Tabelle 6 ergibt, zur Grundlage entsprechender Betrachtungen oder Berechnungen macht. Man vergißt dabei, daß die Pflanzennährstoffe im Boden in verschiedener unterschiedlich fester physiko-chemischer Bindung vorliegen und daß nur ein sehr geringer Anteil in mobiler, d.h. in pflanzenaufnehmbarer, Form im Boden vorliegt. Den größten Teil, meist über 98%, bilden die sogenannten Reserve-Nährstoffe, die nur schwer mobilisierbar sind. Aus der bisher durch den Verfasser ausgewerteten Literatur lassen sich keine konkreten Hinweise auf den Anteil an mobilen Nährstoffen am Gesamtnährstoffgehalt des Schwebstoffmaterials gewinnen. Die hierzu gemachten Aussagen basieren meist auf theoretischen Berechnungen oder sind hypothetischer Natur.

SCHANZ (1913) gibt an, daß der Nilschlamm etwa 0,12% Stickstoff, 0,21% Phosphorsäure und 0,58% Kali enthält. Diese Aussage wird allerdings nicht durch exakte Analysenergebnisse oder durch entsprechende Quellenangaben belegt. Somit bleibt unklar, ob es sich hierbei um Gesamtgehalte oder um den Gehalt an mobilen und leicht mobilisierbaren Nährstoffen handelt. Zur Beurteilung des Düngewertes des Nilschlammes sind diese und ähnliche Zahlenangaben als nicht brauchbar anzusehen.

Nach WULFF (1930) wird die Fruchtbarkeit des ägyptischen Ackerbodens folgenden zwei Faktoren zugeschrieben: 1. der jährlichen Zufuhr von Nilschlamm und 2. dem jährlichen Brachliegen. Letzteres als Folge der zwangsweisen Sommerbrache im traditionellen Beckenbewässerungssystem, in dem nur Winteranbau möglich war. Mit dem Vordringen der ganzjährigen Bewässerung seit 1820 wurde die Sommerbrache durch den Sommeranbau (Mais, Reis, Zuckerrohr, Baumwolle etc.) abgelöst. Die Ablösung der Beckenbewässerung führte, wie auch aus den in Abschnitt 2.1 dargelegten Aufschlickungsraten hervorgeht, zu einem Rückgang der auf den Ackerflächen abgelagerten Nilschlammengen. Der im ersten Viertel dieses Jahrhunderts registrierte Rückgang der Baumwollerträge wurde auf die verminderten Nilschlammablagerungen zurückgeführt, da man davon ausging, daß der Flußschlamm Bodenbildner sei und zwangsläufig den Boden fruchtbar mache und die hohe Fruchtbarkeit erhalte. Diese »Tatsache« schien damals wie heute unumstößlich zu sein, obwohl damals wie heute eindeutige Nachweise fehlten. Einer Mitteilung von MCKENZIE TAYLOR (1929) ist zu entnehmen, daß von 1922 bis 1925 im Niltal Vergleichsversuche durchgeführt wurden, die eine Klärung im Hinblick auf die fruchtbarkeitssteigernde Wirkung des

Nilschlammes und der Brache bringen sollten. Hierzu wurden verschiedene Flächen bewässert

- »a) mit Schlamm ohne Brachliegen,
- b) ohne Schlamm mit Brachliegen,
- c) mit Schlamm und Brachliegen«.

Im wesentlichen wurden dabei folgende Ergebnisse erzielt: Die Baumwollerträge auf den Parzellen mit Schlammzufuhr ohne Brachliegen lagen um 17–19% niedriger als auf den Parzellen ohne Schlammzufuhr mit Brachliegen, wenn man die Erträge von letzteren Parzellen gleich 100% setzt. Die Parzellen mit Schlammzufuhr und Brache erbrachten in einem Jahr 17% und im anderen Jahr keine Mehrerträge gegenüber den Parzellen, die nur eine Schlammzufuhr erhielten. Die Schlußfolgerungen, die nach MCKENZIE TAYLOR (1929) aufgrund der erzielten Baumwollernte aus den Versuchsergebnissen zu ziehen sind, hat WULFF (1930) wie folgt zusammengefaßt:

- »1. Eine Schlammzufuhr mit Nilwasser ohne Brachliegen im Sommer kann die Baumwollernte nicht auf gleicher Höhe erhalten.
- 2. Eine Schlammzufuhr nach Brachliegen bedeutet keine Erhöhung der Ernterträge.
- 3. Bei der Bewässerung muß das Brachliegen als ein aktiver Düngefaktor angesehen werden.
- 4. Der Nilschlamm hat nicht die Eigenschaften der Fruchtbarkeit, die ihm oft zugeschrieben werden.«

Die Frage des Nährstoffgehaltes des Nilschlammes und damit seines Düngewertes wurde nach Errichtung des Hochdammes von Assuan wieder aktuell. RAAFAT et al. (1981) haben versucht, den Düngewert des Nilschlammes mit Hilfe eines Gefäßversuches zu klären. Als Versuchspflanze wählten sie Spinat. Der Nilschlamm wurde dem Stausee (Lake Nasser) entnommen. Der Ort der Entnahme wird von den Autoren nicht genannt. In der Korngrößenzusammensetzung unterscheidet sich dieser Nilschlamm von dem in Abschnitt 2.21 beschriebenen Schwebstoffmaterial durch einen höheren Feinsand- und Schluffanteil und einen geringeren Tonanteil. Der Nilschlamm wurde in diesem Versuch in salzsäuregewaschenem Sand in Anteilen von 0, 25 und 50% beigemischt. Eine weitere Variante bestand zu 100% aus Nilschlamm. Ferner wurde Sandboden der Tahrir-Provinz mit in den Versuch einbezogen. Eine weitere Variante in diesem Versuch war die Zugabe von Mineraldünger unterschiedlicher Zusammensetzung. Die Ergebnisse dieses Versuches zeigten, daß durch steigende Anteile von Nilschlamm Wachstum und Produktivität des Spinats stimuliert wurden. Allerdings vermochte selbst die 100%-Nilschlammvariante nicht voll den Bedarf der Spinatpflanze an Hauptnährstoffen zu befriedigen, denn die Zugabe von Hauptnährstoffen führte zu einem signifikant höheren Ertrag an Pflanzenmasse.

Kritisch muß zu diesen Versuchen vermerkt werden, daß sie nur bedingt eine Aussage über den Düngewert des Nilschlammes ermöglichen. Die in diesen Versuchen verabreichten Nilschlammgaben liegen weit über den Mengen, die auf den Ackerflächen vor Errichtung des Hochdammes jährlich zur Ablagerung kamen.

Von offizieller ägyptischer Seite wird der Düngewert des Nilschlammes in entsprechenden Verlautbarungen meist heruntergespielt. Beispielsweise bewerten KINAWY und SHENOUDA (1975) den Düngewert des Nilschlammes ausschließlich anhand des Stickstoffgehaltes und stellen fest, daß von den 0,13 Gewichtsprozent Stickstoff im Schwebstoffmaterial höchstens ein Drittel pflanzennutzbar gewesen sei. Durch das Ausbleiben der jährlichen Nilschlammablagerung auf den Ackerflächen errechnete BALBA (1979) einen N-Verlust von 12.000 t/Jahr, wobei er einen mittleren N-Gehalt von 0,09% angenommen hat. Legt man einen N-Gehalt von 0,13% zugrunde, dann würde sich der N-Verlust auf 17.000 t/Jahr erhöhen. Auf den Hektar landwirtschaftliche Nutzfläche bezogen wären dies 6 kg Stickstoff je Jahr. In Relation zum jährlichen N-Bedarf der ägyptischen Landwirtschaft ist dies in der Tat eine relativ unbedeutende Menge. WALLACE et al. (1978) gehen für die ägyptische Landwirtschaft bei zwei Ernten pro Jahr von einem Stickstoffbedarf von 120 kg/feddan (286 kg/ha) und Jahr aus. Von dieser Menge werden allerdings erhebliche Anteile durch den Anbau von Leguminosen, vor allem Alexandrinerklee, die Ernterückstände und die Zufuhr wirtschaftseigener Dünger gedeckt. Der Verfasser vermag allerdings WALLACE et al. (1978) nicht in der Auffassung zu folgen, daß hierdurch 80% des N-Bedarfs sichergestellt werden. Realistischer dürfte es sein, wenn man von einer etwa 50%-igen Bedarfsdeckung über wirtschaftseigene organische Dünger ausgeht. Die übrigen 50% müssen über die mineralische Düngung bereitgestellt werden, wenn das hohe Ertragsniveau der ägyptischen Landwirtschaft aufrechterhalten werden soll. Der Stickstoffverbrauch der ägyptischen Landwirtschaft deutet darauf hin, daß in der Praxis auch so verfahren wird.

Der Stickstoff ist jedoch keinesfalls allein bestimmend für den Düngewert des Nilschlammes. Wichtig für die Bewertung seiner fruchtbarkeitsfördernden Wirkung ist u.a. die in ihm enthaltene organische Substanz. Auch unter ägyptischen Verhältnissen dürfte die Bedeutung des Humus für die physikalische, chemische und biologische Wirksamkeit des Bodens unbestritten sein. Auch hier gilt der Grundsatz: Ackerbau ohne Humusersatz versagt auf Dauer. Ob und in welchem Umfang eine Humuszufuhr von außen notwendig ist, scheint für die ägyptischen Ackerböden noch nicht geklärt zu sein. Bei einem mittleren Gehalt an organischer Substanz von 2,48% sind im Mittel den Beckenbewässerungsflächen 460 kg/ha, den Dauerbewässerungsflächen Oberägyptens 140 kg/ha, und den Bewässerungsflächen Unterägyptens 30 kg/ha jährlich mit dem Nilschlamm zugeführt worden. Im Verhältnis zum möglichen Humusverzehr unter den dortigen Bedingungen sind dies relativ geringe Mengen. Die Humusqualität des Nilschlammes ist aufgrund des engen C/N-Verhältnisses allerdings als hoch einzustufen.

Aus der dem Verfasser bei Anfertigung dieses Berichtes vorliegenden Literatur waren keine Hinweise auf die P-Bindungsformen im Nilschlamm zu gewinnen. Damit sind auch keine Aussagen über den verfügbaren und leichtmobilisierbaren P-Anteil am Gesamtphosphatgehalt möglich. EL-TOGBA schätzt den jährlichen Verlust an  $P_2O_5$  durch das Ausbleiben des Nilschlammes auf 7.000 t (zit. in RICHARDSON u. CLYMA, 1979).

Mit etwa 1 mval Kalium/100 g Nilschlamm bei einem S-Wert von 51,9 mval/100 g kann von einer guten K-Versorgung ausgegangen werden. Hinsichtlich der sonstigen Pflanzennährstoffe im Nilschlamm sind aufgrund des dem Verfasser vorliegenden Datenmaterials kaum hinreichend qualifizierte Bewertungen möglich.

Daß die ägyptische Landwirtschaft nicht in der Lage ist, ein hohes Produktionsniveau auf der Grundlage bodenbürtiger und mit dem Nilschlamm zugeführter Nährstoffgrundmengen aufrechtzuerhalten, zeigte sich u.a. während des 2. Weltkrieges. Die unzureichende Mineraldüngerversorgung führte im Zeitraum 1942 bis 1945 zu Ertragseinbußen bei allen Kulturen. Bei Mais ging der Ertrag um 24%, bei Weizen um 22%, bei Reis um 16% und bei Hirse um 10% zurück (SIMONS, 1968). Der Ertragsabfall wäre sicher noch größer ausgefallen, wenn die Fellachen nicht mit dem Baladidünger, einem wirtschaftseigenen Kompost, und dem seit altersher benutzten Taubenmist sowie den Siedlungsabfällen einen Teil des Nährstoffbedarfs hätten abdecken können.

Die schon vor Errichtung des Hochdammes übliche Anwendung von Mineraldünger, wie auch die Ergebnisse zahlreicher Düngungsversuche (ATANASIU; ALKÄMPER, 1964) zeigen deutlich die offensichtlich geringe Düngewirkung des Nilschlammes.

SCHANZ (1913) berichtet, daß die Fellachen bereits im letzten Jahrhundert sehr aufwendige Düngungsmaßnahmen im Baumwollanbau praktizierten. So benutzten sie die an Nährsalzen meist reichen Schutthügel oder »Koms«, die Reste unzähliger ehemaliger Ortschaften und Siedlungen als Dünger. Diese Schutterde oder »Sebakh« enthielt bis zu 12% Salze, namentlich Salpeter, Natrium und Ammoniak und bedurfte bei ihrer Verwendung großer Vorsicht, da sie auch schädliche Salze enthielt. Ferner wurden nach SCHANZ (1913) zwei natürlich vorkommende stickstoffhaltige Erden zur Düngung verwandt. Es handelte sich dabei um einen schwarzblauen Lehm, den sogenannten »Tafla«, der Stickstoff in Form von Natronsalpeter enthält; und »Marog«, eine Salzschiefer, die wegen ihres Stickstoffgehaltes angelich einen ansehnlichen Düngewert besitzt.

Aber auch organische Dünger wurden benutzt. Hierzu gehörten die wirtschaftseigenen Dünger, wie Stallmist aus der Rinder- und Büffelhaltung sowie der Taubenmist, ferner die sogenannte Poudrette, das Kloakenprodukt besonders der Städte. Auch die Asche, die beim Verbrennen von Holz, Baumwollstauden und Getreidestroh anfiel, wurde gesammelt und zur Düngung verwandt. Schließlich unterzog man sich gar der Mühe und gewann Fledermausguano in den zahlreichen Höhlen und Felsspalten der Wüste, um ihn als Dünger einzusetzen. Im Jahre 1909 wurde mit einem Kapital von LE 30.000 die Compagnie des Engrais d'Egypte (MANURE COMPANY OF EGYPT) gegründet, die an drei Orten der Umgebung von Kairo die organischen Abfälle der Stadt, wie Knochen, Blut, Fleisch, usw. zu Düngemitteln aufarbeitete. Auch der Müll der Städte kam als Dünger zum Einsatz. Die Hofabfälle der landwirtschaftlichen Betriebe wurden gleichfalls zu Düngungszwecken gesammelt, oft, wie oben bereits aufgeführt, mit dem Kot und Urin der Tiere verkompostiert,

wobei Erde als Einstreumittel benutzt wurde. Im Mittel enthielt dieser als Baladidünger bezeichnete Kompost nach SCHANZ (1913) 1,5% Kali, 0,4% Stickstoff und 0,25% Phosphorsäure. Insgesamt wurden von der ägyptischen Landwirtschaft somit schon lange vor Errichtung des Hochdammes von Assuan sehr aufwendige Düngungsmaßnahmen praktiziert. Die meist doch sehr mühselige Beschaffung und Herstellung der Dünger wäre mit Sicherheit nicht betrieben worden, wenn nicht ein akuter Nährstoffbedarf vorgelegen hätte, d.h. wenn der Nilschlamm den Nährstoffbedarf hätte decken können.

Zusammenfassend kann aufgrund des derzeitigen Kenntnisstandes festgestellt werden, daß die jährliche Nilschlammablagerung auf den Ackerflächen Ägyptens vor Errichtung des Hochdammes von Assuan zu einer laufenden mineralischen Verjüngung der Böden geführt hat. Der Beitrag zur Nährstoffversorgung der Pflanzen ist als äußerst bescheiden anzusehen. Auch die anderen, die Bodenfruchtbarkeit bestimmenden Bodeneigenschaften wie Bodentiefe, Textur, Gefüge, Bodenreaktion, Humusgehalt, Sorptionseigenschaften, Gehalt an schädlichen Stoffen usw. sind zum Zeitpunkt der Errichtung des Hochdammes von Assuan nicht mehr entscheidend durch die Nilschlammablagerungen beeinflußt worden.

### **3. Versorgungszustand der Böden mit Nährelementen**

Eine hinreichend gute Versorgung der Pflanze mit verfügbaren Nährstoffen ist abhängig von dem Gehalt des Bodens an Nährstoffreserven und einem optimalen Gehalt an mobilen Nährstoffen. Vor Errichtung des Hochdammes von Assuan wurde den Böden des Niltals und des Nildeltas generell von Außenstehenden ein guter Versorgungszustand mit Nährelementen zugesprochen, was vor allem auf die jährliche Nilschlammzufuhr zurückgeführt wurde. Entsprechende Hinweise finden sich u.a. in fast allen geographischen und selbst in zahlreichen akerbaulichen Lehrbüchern. Umso erstaunter war der Verfasser, daß er bei seinen Literaturrecherchen bisher keine Untersuchungsergebnisse ausfindig machen konnte, die exakt den Zusammenhang zwischen hoher Bodenfruchtbarkeit und Nilschlamm nachweisen. In diesem Zusammenhang sei auch auf die Ausführung unter 2.23 dieser Arbeit hingewiesen. Über den Einfluß des Hochdammes von Assuan auf den Versorgungsgrad der Böden im Niltal und Nildelta mit Nährelementen sind daher derzeit wohl nur Vermutungen bzw. Hypothesen möglich.

Die Menge an mobilen Nährstoffen, die den Ackerflächen mit dem Nilschlamm zugeführt wurde, ist offensichtlich schon lange vor Errichtung des Hochdammes nicht ausreichend für die Aufrechterhaltung eines hinreichenden Ertragsniveaus gewesen. Die ägyptischen Landwirte haben seit altersher durch die recht mühselige Herstellung des Baladidüngers, der Gewinnung von Taubenmist u.a. versucht, die Nährstoffversorgung der angebauten Kulturpflanzen zu verbessern. Sie hätten sich mit Sicherheit dieser Mühe nicht unterzogen, wenn durch die jährliche Nilschlammablagerung auch nur annähernd der Nährstoffbedarf gedeckt worden wäre.

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

FOULY (1984) berichtet, daß bei Blatt- und Bodenanalysen ein Mangel an Stickstoff, Phosphor und Kalium festgestellt wurde. Ferner zeigte sich bei diesen Untersuchungen eine Unterversorgung mit Eisen, Mangan, Zink und Kupfer. Er kommt zu dem Schluß, daß auf dem gegenwärtigen Intensitätsniveau der Pflanzenproduktion in Ägypten keine ausreichende Versorgung mit Nährelementen für Höchsterträge gegeben ist. Der Grad der Unterversorgung schwankt allerdings von Untersuchungsgebiet zu Untersuchungsgebiet und von Kultur zu Kultur, z.T. erheblich. Im Gegensatz zu FOULY (1984) berichtet z.B. MUTSCHER (1982), der die Ergebnisse des Dauerdüngungsversuches von Bahtim bei Kairo teilweise ausgewertet hat, daß keine K-Wirkung festzustellen sei. Die Schließung des Assuandammes habe zwar die Zufuhr an strukturellem Kalium völlig unterbunden, was jedoch durch den höheren Gehalt des Nilwassers an Kalium wieder ausgeglichen werde.

Insgesamt kann wohl davon ausgegangen werden, daß die durch den Hochdamm ermöglichte Erzielung mehrerer Ernten pro Jahr der Nährstoffhaushalt der ägyptischen Ackerböden verstärkt beansprucht und daß durch entsprechende Düngungsmaßnahmen ein Ausgleich herbeigeführt werden muß. Ferner ist zu vermuten, daß im Zuge der weiteren volkswirtschaftlichen Entwicklung die sehr arbeitsaufwendige Herstellung wirtschaftseigener Kompostdünger weiter stagnieren oder sich gar rückläufig entwickeln wird. Die hierdurch bedingte Unterbrechung des betriebsinternen Nährstoffkreislaufes muß durch entsprechende Maßnahmen aufgefangen werden. Ferner führt die zunehmende Verstädterung und der damit in Zusammenhang stehende wachsende Transport von Nahrungsmitteln vom Land in die Städte zu einer weiteren negativen Beeinflussung des betriebsinternen Nährstoffkreislaufes, denn die in die Städte abgeführten Nährstoffe werden ja nur höchst selten wieder zurückgeführt. Positiv im Hinblick auf die Nährstoffversorgung dürfte die Ausweitung des Alexandrinerkleeanbaues zu werten sein, da hierdurch die Stickstoffversorgung verbessert wird.

Aus den vorliegenden Informationen kann man die Schlußfolgerung ziehen, daß in Ägypten schon lange vor Errichtung des Hochdammes von Assuan nicht mehr von einem Gleichgewicht zwischen dem natürlichen Nährstoffangebot und dem Nährstoffbedarf der angebauten Kulturpflanzen gesprochen werden konnte. Schon seit alterher versuchten die Landwirte in Ägypten, im Rahmen ihrer Möglichkeiten die Nährstoffversorgung der angebauten Kulturpflanzen zu verbessern. Mit der Einführung der Dauerbewässerung und den sich vollziehenden volkswirtschaftlichen Veränderungen kam es zu einer weiteren Beanspruchung des Nährstoffhaushaltes der Böden, und zwangsläufig führte dies zu der Notwendigkeit, die Düngungspraxis den veränderten Verhältnissen anzupassen. Dieser Prozeß ist noch lange nicht abgeschlossen.

#### 4. Zusammenfassung und Schlußfolgerungen

Vor der Errichtung des Hochdammes von Asuan gelangten von der jährlichen Schwebstofffracht während der Hochflutperiode des Nil 13,1 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 13,1 Mio t/a gelangten 11,6 Mio t/a in Oberägypten (südl. von Kairo) und 1,5 Mio t im Nildelta zur Ablagerung auf den Ackerflächen.

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.

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 Ausgangsubstrat 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 und mehr, 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 keine 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 der Minereraldüngeraufwendung 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 Fayum, die seit mehreren hundert Jahren praktisch keine Nilschlammzufuhr mehr erfahren hat, kann als Beispiel für die geringe Bedeutung des Nilschlammes als Nährstofflieferant angesehen werden.

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 Nährstoffkreislaufs, 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.

## **Conclusions**

In spite of the many benefits of the Aswan High Dam the dam and the reservoir have been and still are subjected to irresponsible, sensational exposes in newspapers and magazines calling it an ecological and financial disaster. The loss of fertility to the »old lands« by trapping of the sediments is often quoted along with the fact that with this loss chemical fertilizers would have to be used.

The author examined the influence of the Nile mud on the fertility of the arable lands of Egypt through an extensive study of literature and by his personal experience gained while working in Egypt in intervals during the last ten years. He comes to the conclusion, that the fertility provided by the Nile mud was very small and could not cope with the increase in cropping intensity. Long before the Aswan High Dam was constructed egyptian farmers had difficulties to meet nutrient requirements of their crops. In order to maintain and improve soil fertility they were putting much effort in obtaining farmyard manure, composed manure, night soil or poudrette, concentrated and bulky organic manures as well as earth relatively rich in nutrients.

The author agrees with RICHARDSON and CLYMA (1979) that more significant to

the nutrient requirement of the »old lands« is the increase in yield through regular availability of an adequate supply of irrigation water, the growing of two or more crops per year and the resulting high levels of production with consequent increases in withdrawals of fertility from the soil. These requires replacement and supply of adequate amounts of the major elements and probably is a major contributing factor to the need for a number of trace elements in recent years. This increased production has an effect many magnitudes greater than the loss of sediment.

### Literaturverzeichnis

1. ACHTNICH, W., 1980: Bewässerungslandbau. Agrotechnische Grundlagen der Bewässerungswirtschaft., Verlag E. Ulmer, Stuttgart
2. ATANASIU, N.; ALKÄMPER, J., 1964: Zur Steigerung der Weizenproduktion in Ägypten, Zeitschrift für ausländische Landwirtschaft 3 (H. 3), 249–253
3. BALBA, A. M., 1979: Evaluation of changes in the Nile water composition resulting from Aswan High Dam., Journal of Environmental Quality Vol. 8 (No.2), 153–156
4. BALL, J., 1939: Contribution to the Geography of Egypt., Government Press, Bulag–Cairo
5. EL-FOULY, M. M., 1984: Soil testing and leaf analysis for optimizing fertilizers use in field crops in Egypt., Proc. (Vol.1) VI<sup>th</sup> International Colloquium for the optimization of plant nutrition, Montpellier (Frankreich), 2.–8.Sept. 1984
6. ELGABALY, M. M.; KHADR, M., 1962: Clay mineral studies on some Egyptian desert and Nile alluvial soils, J. Soil Sci., 13, 333–334
7. HAMADI, H.; NAGA, M., 1949: Chemische und mineralogische Untersuchungen an ägyptischen Böden, Schweizerische Mineralogische und Petrographische Mitteilungen, Band 29 (H.2)
8. HASSAN, F. M. H., 1967: Böden des ägyptischen Niltals und ihre Charakterisierung durch das Ribbild, Dissertation, Gießen
9. IBRAHIM, F., 1980: Der Assuan–Staudamm – eine Fehlplanung, Umschau 80, 58–59
10. IBRAHIM, F., 1982: Der Hochdamm von Assuan – Ein schwerer Eingriff in das Ökosystem. –Entwicklung und Zusammenarbeit 10/1982, 5–7.
11. IBRAHIM, F., 1982: Der Hochdamm von Assuan – eine ökologische Katastrophe ?, Geographische Rundschau 36, 236–242
12. KHADR, H., 1961: The clay mineral composition of some soils of the UAR, UAR J. Soil Sci. 1, 142–154
13. KINAWY, J.; SHENOUDA, W. K., 1975: Ecological, social and economic impacts of damming the Nile at Aswan, ICID 9, Congress on Irrigation and Drainage (Moscow), Selbstverlag ICID, New Dehli
14. MEYER, G., 1981: Ziele, Realisierung und Schädfolgen großer Staudammprojekte. Der Hochdamm bei Assuan und der syrische Euphratdamm, In: MEYER, G. (Hrsg.), Geographische Aspekte der Entwicklungsländerproblematik, Reihe der Forschungen 8, Schäuble Verlag, Rheinfelden

15. MUTSCHER, H. 1982: Auswertung des Dauerdüngungsversuchs Bahtim bei Kairo: Untersuchungen zum Kalium-Status der Böden auf dem Nilalluvium und zur Rolle der Kaliumzufuhr mit dem Bewässerungswasser, Beiträge trop. Landwirtschaft. Veterinärmed., 20 (H.4), 335-346
16. RAAFAT, A.; ABDEL-RASOUL, M.; ABDEL-MACKSOUND, J., 1981: Investigating the nutritional value of the Nile suspended matter, Anuals Agric. Sci. 26/1-2, 109-142
17. RICHARDSON, E. V.; CLYMA, W., 1979: Egypts High Dam, Progress or retrogradation, Paper presented to National Committee of ICID Annual Meeting (vervielfältigtes Manuskript)
18. SCHANZ, M., 1913: Die Baumwolle in Ägypten und im englisch-ägyptischen Sudan, Taylor, Gernett, Evans + Co. Ltd., Manchester
19. SALASH, M.S.E., 1977: Erosion and solid matter transport in inland waters with references to the Nile basin, Proc. of the Paris Symposium: IAHS-AJSH Publication, No. 122, International Assoc. of Hydrol. Science
20. SIMONS, P., 1968: Die Entwicklung des Anbaues und die Verbreitung der Nutzpflanzen in der ägyptischen Nilstromoase, Verlag F. Steiner, Wiesbaden
21. TAYLOR, E. Mck., 1929: Agricultural value of Nile silt held fallacious, Engineering News-Record 102. 993-995
22. WALLACE, A.; EL-GAZZAR, A.; HASSAN, M. N., 1978: Generalized plant nutritional status of the agricultural lands of Egypt, Egypt. J. Hort., 5, 213-219
23. WOLFF, P., 1980: Aktuelle kulturtechnische Probleme der ägyptischen Bewässerungswirtschaft, Z.f.Kulturtechnik und Flurbereinigung, 21, 232-241
24. WOLFF, P., 1986: Zur Entwässerungsproblematik und deren Lösung im Niltal und Nildelta. In: WOLFF, P. (Hrsg), Zur Entwicklungsproblematik in den Tropen und Subtropen, Beiheft Nr. 28 zu Der Tropenlandwirt, Selbstverlag, Witzenhausen
25. WULFF, 1930: Die Fruchtbarkeit des Nilschlammes, Der Kulturtechniker, 33, 214-215
26. WÜST, H. St., 1983: Assuan-Staudamm - Auswirkungen und Folgen eines gigantischen Bauwerkes, Umschau, (H. 25/26), 764-768
27. ZIKRI, B. S.; EL-SAWABY, M. S., 1979: Studies on Nile-Water quality before and after the High Dam and its effect on soil fertility, Paper prepared for International Expert Consultation on irrigation and agricultural development (24.02.-01.03. in Baghdad, Iraq), FAO Publication Nr. 8000319