

## **Die landwirtschaftliche Nutzung grundwassernaher Standorte im Wadi el-Natrun, Ägypten**

**Agricultural use of sites with high ground-water tables at Wadi Al-Natrun,  
Egypt**

Von Peter Wolff\*)

### **1. Einführung**

Das starke Wachstum der Bevölkerung in den Ländern der Dritten Welt führt in den Trockengebieten der Erde zu weitaus größeren Problemen, als in anderen Klimazonen, da hier hinsichtlich der Landnutzung die Möglichkeit der Extension oft schon ausgeschöpft und eine Intension, aufgrund der Ungunst der natürlichen Standortverhältnisse, nur sehr begrenzt möglich ist. In der Schaffung von Bewässerungseinrichtungen wird in den Trockengebieten oft die einzige Möglichkeit zur Intensivierung der Landnutzung gesehen. Wegen des begrenzten Wasserdangebotes, den Gefahren der Bodenvernäsung und -versalzung, stellt die Bewässerung jedoch keine allgemeine Lösung des Landnutzungsproblems in den Trockengebieten dar. Wenn diese Gebiete nicht generell zu Räumen einer regressiven Siedlungsentwicklung werden sollen, müssen zur Bewässerung noch andere intensivierungsfähige Formen der Landnutzung hinzukommen.

Als Teilnehmer einer deutsch-ägyptischen Forschungsreise zu den Oasen der westlichen Wüste hatte der Verfasser Gelegenheit, im Sommer 1979 das westlich der Wüstenstraße Kairo – Alexandria gelegene Wadi el-Natrun zu besuchen. Im Rahmen der dort durchgeführten kulturtechnischen Untersuchungen stieß der Verfasser auf eine spezielle Landnutzungsform, die nachfolgend kurz beschrieben werden soll. Dies insbesondere, weil diese

---

\*) Professor Dr. Peter Wolff, Hochschullehrer für Kulturtechnik und Wasserwirtschaft an der Gesamthochschule Kassel, Fachbereich Internationale Agrarwirtschaft in Witzenhausen.

**Anschrift:** Steinstraße 19, D - 3430 Witzenhausen (Deutschland).

einfache, aber recht effiziente Form der landwirtschaftlichen Nutzung grundwassernaher Standorte unter ariden Klimabedingungen durchaus als beispielhaft für Gebiete mit vergleichbaren Standortverhältnissen angesehen werden kann.

## **2. Standortverhältnisse des Wadi el-Natrun**

Das Wadi el-Natrun, in der älteren deutschen Fachliteratur oft als Natrontal bezeichnet, erstreckt sich in einer Länge von mehr als 50 km westlich des Niltales, in unmittelbarer Nähe der Wüstenstraße Kairo – Alexandria. Der südliche Teil des Wadi liegt ca. 70 km nordwestlich von Kairo und der nördliche Teil 108 km südlich von Alexandria.

Das Wadi el-Natrun ist eine der vielen Depressionen in der westlichen Wüste Ägyptens, entstanden durch die physikalische und chemische Zersetzung des Gesteins, sowie der nachfolgenden Ausblasung des entstandenen Feinmaterials durch den Wind. Die Depression liegt mit ihrer Längsachse in NW–SE-Richtung und ist im mittleren Bereich ca. 13 km breit. Im Norden und Süden verengt sich die Depression auf wenige Kilometer.

Die tiefsten Stellen der Depression, ca. 23 m unterhalb des Meeresspiegels, werden von 8 Salzseen eingenommen. Über die maximale Wassertiefe liegen unterschiedliche Angaben vor, sie dürfte in den meisten Fällen wohl kaum 1 m übersteigen. Im Verlauf des Jahres schwankt der Wasserstand dieser Salzseen mit großer Regelmäßigkeit. Der höchste Wasserstand wird im Dezember/Januar erreicht. In den Sommer hinein trocknen die meisten Salzseen fast völlig aus. Mit dem Wasserstand der Seen schwankt auch der Grundwasserstand des oberflächennahen Grundwasserleiters. Es gilt heute wohl als erwiesen, daß die Wasservorkommen der Depression aus dem Niltal gespeist werden. Abu Al-Izz (1) bezeichnet das Wadi el-Natrun sogar als „drainage outlet“ des westlichen Nildeltas. Die hydrogeologischen Verhältnisse sind für den Wassertransport vom Nildelta zum Wadi el-Natrun besonders günstig, da die Gesteinsschichten zwischen dem Nildelta und dem Wadi vorwiegend aus sandig-kiesigem Material bestehen und die Schichten ein Gefälle nach Westen aufweisen. Die Schwankungen der Wasserstände der Seen entsprechen den jahreszeitlichen Schwankungen des Nilwasserstandes und treten in der Depression mit einer gewissen zeitlichen Verzögerung auf. Der Wasserzufluß erfolgt überwiegend von Nordosten, was als ein weiterer Hinweis auf die Wasserspeisung durch den nordöstlich der Depression verlaufenden Nil gewertet wird (3). Allerdings treten auch im Bereich des südlichen Hangfußes erschließbare Grundwasservorkommen auf, wie die Existenz der koptischen Klöster Deir Amba Bishoi und Deir Suriani, sowie die Neulanderschließungsflächen an der Straße zu den Klöstern beweisen. Ein nördlich von Deir Amba Bishoi liegender artesischer Brunnen, dessen Wasser einen erheblich höheren Salzgehalt aufweist als die übrigen Grundwasservorkommen des Wadis, läßt zumindest vermuten, daß

an der Speisung der Salzseen auch Grundwasservorkommen anderer Herkunft beteiligt sein könnten. Für Bewässerungszwecke ist das Wasser dieses Brunnens wegen des hohen Salzgehaltes nicht geeignet und wird auch nicht genutzt.

Die elektrische Leitfähigkeit des oberflächennahen Grundwasservorkommens innerhalb der Grabenanbaufläche des Klosters Makaryus betrug nach unseren Messungen im September 1979 710 Mikromho/cm. Das Wasser ist im Hinblick auf den Salzgehalt damit noch als gut geeignet für die meisten Kulturpflanzen anzusehen.

Das Klima des Wadi el-Natron ist, wie das des umgebenden Wüstenplateaus arid bis extrem arid. Die in Tabelle 1 zusammengefaßten Klimadaten lassen dies deutlich erkennen. Die Jahresdurchschnittstemperatur beträgt 22,8° C und der langjährige mittlere Jahresniederschlag wird mit 55,1 mm angegeben. Die Winde wehen vorwiegend aus N, NW und NE.

Tabelle 1: Klimadaten des Wadi el-Natron/Ägypten (Mittel 1946–55)

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Temperatur (° C)												
max.	20,6	21,8	24,8	28,8	32,9	35,0	36,4	36,6	34,4	30,9	26,4	21,5
min.	7,2	7,8	9,6	12,4	16,4	18,9	20,6	21,0	19,3	16,6	13,0	9,1
Niederschlag (mm)	2,1	3,7	2,3	0,0	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0	20,6	25,1	18,5
Luftfeuchte (%)												
Morgens	74	70	67	64	60	66	71	72	74	73	76	78
Mittags	42	35	32	29	26	31	32	31	37	37	41	44
Abends	60	54	53	52	45	53	51	55	59	59	63	63
Windgeschwindigkeit (km/h)	11,3	13,0	15,5	15,5	18,9	19,8	17,8	16,9	15,9	13,1	13,1	10,9

Quelle: Zahram, M. A.; Girgis, W. A., 1970: On the ecology of Wadi el-Natron. – The Desert Institute Bulletin, ARE, Vol. XX (No. 1), 229–265.

Bei den Böden des Wadi el-Natron handelt es sich überwiegend um reine Sandböden mit geringen tonigen Beimengungen. Nur im Uferbereich der Salzseen und an einigen wenigen Stellen des Nordhanges kommen höhere Tonbeimengungen vor. Insgesamt handelt es sich im Wadi el-Natron aber um sehr leichte Böden. Die landwirtschaftliche bzw. gartenbauliche Nutzung der Böden erfolgt vorwiegend nur im Bereich der wenigen permanenten menschlichen Siedlungen. Es handelt sich hierbei mehr um eine gartenbauliche Nutzung, fast ausschließlich auf die Selbstversorgung der Bewohner

des Wadis abgestellt. Vor allem im Bereich des Nordhanges, aber auch in der Nähe des Klosters Deir Amba Bishoi, wurden seitens der ägyptischen Regierung Ödlandflächen für eine landwirtschaftliche Nutzung erschlossen. Über den derzeitigen Stand und die Probleme dieser Landerschließungsmaßnahmen, die im großen und ganzen als gescheitert angesehen werden müssen, wird an anderer Stelle ausführlich zu berichten sein. Gegenstand der nachfolgenden Ausführungen sind jene Flächen der Talsohle, die nicht von Salzseen eingenommen werden und im Übergangsbereich zum Hangfuß liegen. Charakteristisch für diese Flächen ist ein Grundwasserstand von etwa 1–2 m unter Geländeoberfläche, mit den bereits aufgezeigten Schwankungen im Jahreslauf.

### **3. Grabenanbau zur Nutzung der Flächen mit oberflächennahem Grundwasser**

#### *3.1. Grundsätzliches zur Methode des Grabenanbaues*

Die im Wadi el-Natrun beheimateten Beduinen haben im Zuge ihrer zunehmenden Selbsthaftwerdung offensichtlich schon vor mehreren Jahrzehnten versucht, die Flächen des Wadi el-Natrun, die einen hohen Grundwasserstand aufweisen, zur Pflanzenproduktion zu nutzen. Daraus entwickelte sich im Laufe von einigen Jahrzehnten eine spezielle Landnutzungsform, der Grabenanbau. Im Wadi el-Natrun ist dieses Verfahren der Landnutzung unter der Bezeichnung „Bali“ bekannt, was soviel bedeuten soll wie „Anbau ohne Bewässerung“. Ob dieser Grabenanbau eine eigenständige Entwicklung der Einwohner des Wadi el-Natrun ist, und in welchem Umfang Einflüsse von außen die Entwicklung beeinflußt haben, ließ sich während des zeitlich sehr begrenzten Aufenthaltes im Wadi nicht feststellen. Heute wird der Grabenanbau auf ca. 400 feddan (168 ha) praktiziert, wovon ca. 300 feddan (126 ha) zum Kloster Makaryus gehören.

Der Grabenanbau beruht auf einer Geländeumformung, ähnlich dem in unseren Marschen früher verbreiteten Beetrückenbau, allerdings mit umgekehrter Zielsetzung. Während es bei dem Beetrückenbau das Ziel war, durch künstliche Anhebung der Geländeoberfläche den Abstand zwischen Grundwasseroberfläche und Geländeoberfläche zu vergrößern, strebt man beim Grabenanbau an, die Pflanzen möglichst nahe an die Grundwasseroberfläche heranzubringen, um ihnen so die Möglichkeit zu geben, ihren Wasserbedarf aus dem Kapillarsaum zu decken.

Gerade bei leichten Böden ist ein hinreichendes Wassernachlieferungsvermögen nur auf 1–2 Dezimeter oberhalb des Grundwassers beschränkt. Der Anbau der Pflanzen erfolgt daher auch auf der Grabensohle.

#### *3.2. Anlage eines Grabenanbausystems*

Bei Grundwasserständen von 1–2 m unter Geländeoberfläche und Böden geringen kapillaren Aufstiegs, wie sie im Wadi el-Natrun vorliegen, ist zur

Durchführung des Grabenanbaues eine nachhaltige meliorative Umgestaltung der Geländeoberfläche notwendig. Um das Ziel, die Pflanzen möglichst nahe an das Grundwasser heranzubringen, zu erreichen, werden in Abständen von 5–6 m ca. 1 m tiefe Gräben angelegt (Abb. 1). Der Grabenaushub wird zwischen den Gräben abgelagert. Die Grabensohle, als eigentlicher Pflanzenstandort wird meist 0,3–0,4 m breit angelegt. Um den Zugang zu der Grabensohle zu erleichtern, wird der Grabenaushub so abgelagert, daß zumindest an einer Grabenseite eine kleine Berme<sup>1)</sup> verbleibt. Die einzelnen Gräben sind im Regelfall ca. 20 m lang. Die in Richtung Grabenachse anschließenden Gräben werden jeweils leicht versetzt zum vorhergehenden Graben angeordnet.

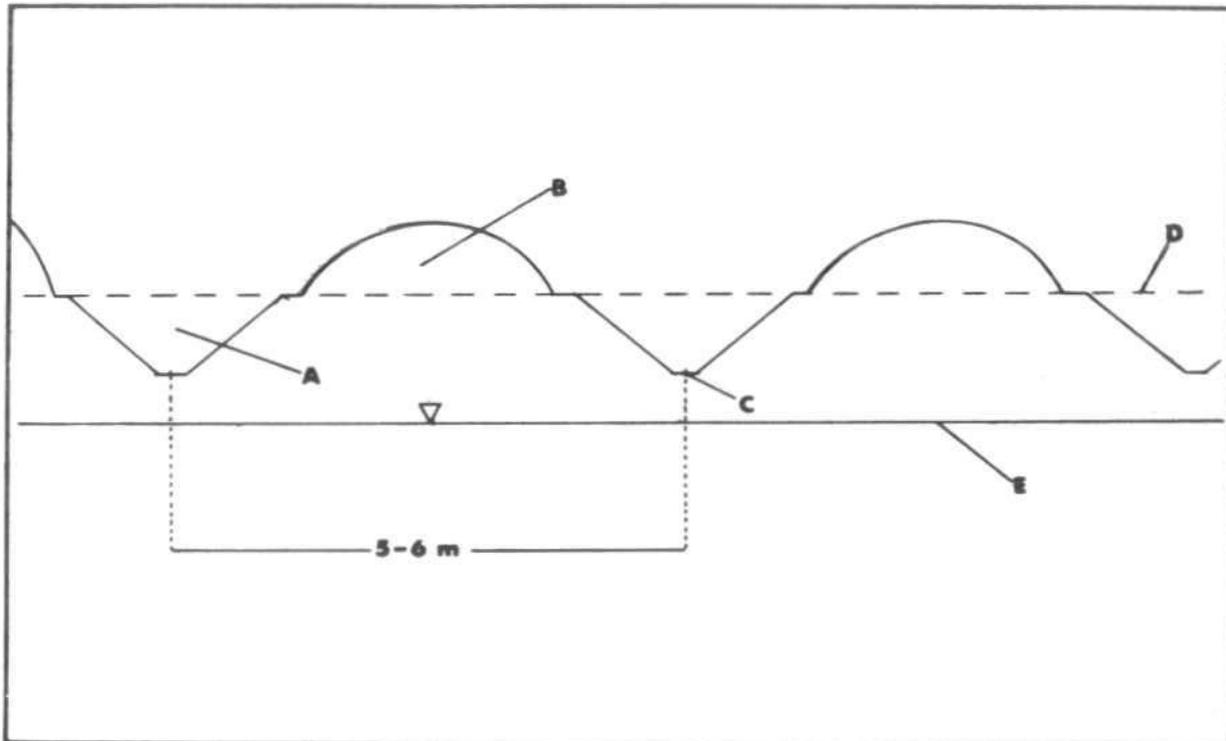


Abb. 1: Querschnitt eines Grabenanbausystems (A = Graben; B = Grabenaushub; C = Grabensohle; D = natürliche Geländeoberfläche; E = Grundwasserspiegel).

Nach Abschluß der Geländeumformung werden zur Vermeidung von Erosionserscheinungen, insbesondere durch Wind, die relativ steilen Grabenböschungen wie auch der Grabenaushub mit Stroh abgedeckt. Ob für die versetzte Anordnung der Gräben und die relativ kurzen Grabenlängen der Zwang zu einem aktiven Erosionsschutz oder arbeitswirtschaftliche Überlegungen ausschlaggebend waren, konnte nicht ermittelt werden.

<sup>1)</sup> Berme = ein horizontaler Streifen oder Absatz in einem Deich oder Einschnitt, um eine sonst sehr lange Böschung zu unterbrechen.

### 3.3. Anbauverfahren

Das Grabenanbausystem dient im Wadi el-Natron vor allem dem Anbau von Wassermelonen. In geringem Umfang werden auch Tomaten angebaut. Die Aussaat der Wassermelonen erfolgt im Februar, nach dem der Grundwasserstand seinen Höchststand überschritten hat. Geerntet werden die Wassermelonen im Mai. Der Tomatenanbau vollzieht sich von September bis November. Zur Vorbereitung der Aussaat der Wassermelonen werden im Bereich der Grabensohle ca. 3 kg Stallmistkompost je laufenden Meter eingearbeitet und bei älteren Anlagen, wo erforderlich die Strohmulchschicht der Grabenböschung und des Beetrückens erneuert. Zur Aussaat kommen nur vorgekeimte Samen und zwar wird im Regelfall 4 Tage vorgekeimt, bzw. bis der Keim gerade sichtbar wird. Die Aussaat erfolgt in einem Abstand von 1 m. Pro Pflanzstelle werden von Hand ca. 10 Samen ausgelegt und zwar 5 cm tief. Etwa vier Wochen nach der Aussaat wird auf zwei Pflanzen je Pflanzstelle vereinzelt. 2–4 Wochen nach dem Vereinzeln wird eine Kopfdüngung verabfolgt, dabei werden im Idealfall 0,5 kg Harnstoff jeweils zwischen zwei Pflanzstellen in den Boden eingearbeitet. Der Pflegeaufwand beschränkt sich auf das Entfernen von Unkräutern.

Der Anbau der Wassermelonen ist bei diesem Anbauverfahren allerdings auch mit einem Unsicherheitsfaktor belastet, der sich aus den jahreszeitlichen Schwankungen des Grundwasserstandes ergibt. Zur Erzielung günstiger Marktpreise ist der Anbauer bemüht, mit der Aussaat möglichst früh zu beginnen, dem steht jedoch der Höchststand des Grundwassers entgegen. Bei zu früher Aussaat besteht die Gefahr, daß es bei verspätetem Eintritt des Grundwasserhöchstzustandes zum Verfaulen der jungen Wurzeln kommt und damit zu einem Produktionsausfall. Der Anbauer steht den Schwankungen des Grundwasserstandes hilflos gegenüber, da er über keine Möglichkeit der Grundwasserbeeinflussung verfügt.

### 3.4. Kosten und Erträge

Die Produktionskosten für den Anbau von Wassermelonen wurden seitens der Anbauer mit ca. LE 300,— je feddan<sup>1)</sup> für 1979 angegeben, ohne daß eine genaue Aufschlüsselung der Kosten gegeben wurde. Da der Stallmistkompost aus dem Niltal mit LKW's herangeschafft wird und da insbesondere zur Erntezeit Arbeitskräfte aus dem Niltal angeheuert werden, erscheinen die Kostenangaben realistisch.

Nach Angaben der Anbauer werden im Grabenanbau etwa 10–12 t Wassermelonen je feddan geerntet, das sind ca. 24–29 t/ha. 1979 wurden je kg Wassermelonen 3–7 Piaster ab Hof erzielt, das entspricht bei einem Ertrag von 10 t/feddan einem Geldrohertrag von 300–700 LE je feddan. Hier wird deutlich, daß der Anbauer zwangsläufig bemüht sein muß, einen Großteil

---

<sup>1)</sup> LE = ägyptische Pfund (1 LE = ca. DM 2,50).

seiner Ernte zur jährlichen Hochpreisperiode auf den Markt zu bringen, um einen Reinertrag zu erwirtschaften. Andererseits lassen sich mit diesem Anbauverfahren aber auch gute Gewinne erzielen und zwar auf Flächen, die ansonsten nur schwer mit wirtschaftlichem Erfolg zu bewirtschaften sind.

#### **4. Diskussion**

Der aus den besonderen Standortverhältnissen des Wadi el-Natrun heraus entwickelte Grabenanbau kann durchaus auch für andere Trockengebiete als alternative Landnutzungsform angesehen werden. So erscheint es denkbar, daß man mit diesem Verfahren Flächen nutzt, die in oder im Umfeld von Bewässerungsgebieten liegen, aber wegen ihrer Bodenverhältnisse oder Höhenlage nicht bewässerbar sind. Gerade in den Bewässerungsgebieten arider und semiarider Gebiete steht das Grundwasser oft sehr oberflächennah an, was dem Grabenanbau sehr entgegen kommt. Ferner können damit u. U. auch die in Wüstengebieten anzutreffenden Geländesenken mit oberflächennahen Grundwasserständen einer ackerbaulichen Nutzung zugeführt und damit u. a. eine Diversifizierung des Nahrungsmittelangebotes für die diesen Gebieten lebenden Menschen erreicht werden. Solange keine andersartigen Erfahrungen vorliegen, kann wohl davon ausgegangen werden, daß auch noch andere Kulturpflanzen als nur Wassermelonen und Tomaten für den Grabenanbau geeignet sind. Aufgrund des relativ weiten Grabenabstandes und einer möglichst optimalen Nutzung der zwischen den Gräben liegenden Flächen, werden sich für den Grabenanbau bevorzugt Pflanzen eignen, die sich vor allem horizontal stark ausbreiten.

Die Pflanzen können Wasser bekanntlich nicht direkt aus dem Grundwasserleiter, sondern nur aus dem über dem Grundwasser liegenden Kapillarsaum entnehmen. Die Mächtigkeit des Kapillarsaumes ist abhängig von der Kapillarität des Bodens. Bei schweren Böden kann der kapillare Aufstieg des Wassers bis zu 2 m und bei gröberem Sand max. nur 0,15 m betragen. Für die Wasserversorgung der Pflanzen, die wie beim Grabenanbau ihren Wasserbedarf ausschließlich aus dem Grundwasservorkommen decken, ist nicht der maximale kapillare Aufstieg, sondern vielmehr die Förderleistung, d. h. die Wasserlieferung in mm/d von Bedeutung. Letztere nimmt mit der Entfernung von der Grundwasseroberfläche ab und ist, wie Tabelle 2 zeigt, von der Bodenart abhängig. Geht man davon aus, daß die Pflanzen in ariden Gebieten mindestens 10 mm/d zur Deckung ihres Bedarfs benötigen, wird deutlich, wie stark gerade der Grabenanbau auf eine gute Förderleistung angewiesen ist, und wie schnell bei diesem System schon geringfügige Schwankungen und Veränderungen des Grundwasserstandes zu negativen Auswirkungen führen können.

Wegen der sicher nicht unerheblichen Kosten für die meliorative Umgestaltung der Bodenoberfläche, die Unterhaltung der Anlagen und den Anbau kann der Grabenanbau durchaus nicht als ein billiges Landnutzungsverfahren angesehen werden. Angesichts der günstigen Verkehrsanbindung des Wadi

Tabelle 2: Wasserlieferungsvermögen verschiedener Bodenarten aus dem Grundwasserleiter in den Kapillarsaum in mm/d.

Bodenart	Höhe über dem Grundwasser in cm			
	10	20	30	50
anlehmiger Sand	31,0	11,0	3,4	1,1
Lößlehm	7,0	4,5	2,2	0,7
schluffreicher Lehm	13,0	2,1	0,5	0,3

Quelle: Baumann, H. et al. (1974).

el-Natrum und der Nähe des großen Absatzmarktes Kairo, sind die ökonomischen Bedingungen für den Grabenanbau hier besonders günstig. Auch stehen hier, aufgrund der Nähe des überbevölkerten Niltales, reichlich Saisonarbeitskräfte zur Bewältigung der Arbeitsspitzen zur Verfügung. Dies sollte man bedenken, wenn an eine Übertragung auf andere Gebiete mit ähnlichen natürlichen Standortverhältnissen gedacht wird.

## 5. Zusammenfassung

Unter Ausnutzung der besonderen natürlichen Standortverhältnisse des Wadi el-Natrun, deren Kennzeichen hohe Grundwasserstände im Bereich der Talsohle und des Hangfußes sind, entwickelte sich dort mit dem Grabenanbau eine besondere Landnutzungsform. In der vorliegenden Arbeit werden die Grundlagen, die Anlage und die Anbaumethode des Grabenanbaues beschrieben. Abschließend werden die, durch Befragung der Anbauer ermittelten Kosten und Erträge des Wassermelonenanbaues mitgeteilt. Auch wird deutlich gemacht, daß der Grabenanbau im Wadi el-Natrun seinen relativ hohen Entwicklungsstand nicht zuletzt der günstigen Verkehrsanbindung verdankt.

## Summary

Because of the special site conditions, i. e. high ground water table near the bottom of the valley, an unusual form of land use has developed at Wadi Al-Natrun/Egypt, west of the Nil-delta. In order to make use of the groundwater supply without lifting the water, watermelons and tomatos are planted at the

bottom of ditches, just above the capillary fringe. In this paper the preparation of the fields, the way of cultivation, the cost of production and the production level are described.

When transforming this most successful method of land use, to other sites one should consider, that there are good marketing opportunities for watermelons in Cairo and Alexandria, and that this two cities are easily reached via the desert road.

### **Literaturverzeichnis**

1. ABU AL-IZZ, 1971: Landforms of Egypt. – The American University in Cairo/Press, Cairo, UAR.
2. BAUMANN, H.; SCHENDEL, U.; MANN, G., 1974: Wasserwirtschaft in Stichworten. Wasserhaushalt und seine Regelung. – Verlag F. Hirt, Kiel.
3. HETZEL, W., 1961: Wadi el-Natrun. Beispiel eines Entwicklungsvorhabens in Ägypten. – Die Erde 92, 43–54.
4. ZAHRAM, M. A.; GIRGIS, W. A., 1970: On the ecology of Wadi el-Natrun. – The Desert Institute Bulletin, ARE., Vol. 20 (No. 1), 229–265.