



**KLEINE**  
Die Klärwerksoptimierer



German Water  
Partnership



# Branchenstudie Landwirtschaftliche Bewässerung Länderprofil Ägypten

## Impressum

### Herausgeber

ideas into energy gGmbH  
Albrechtstraße 12  
10117 Berlin  
+49 30 886674090  
[lsg@ideas-into-energy.org](mailto:lsg@ideas-into-energy.org)  
<http://www.ideas-into-energy.org/>

### in Kooperation mit:

German Water Partnership e.V.  
Reinhardtstraße 32  
10117 Berlin  
+49 30 300199-1220  
[sand@germanwaterpartnership.de](mailto:sand@germanwaterpartnership.de)  
<http://www.germanwaterpartnership.de>

### Autor\*innen

Dr.-Ing. Paul Engelke, KLEINE Solutions GmbH  
Ing. Ireny Estmalek, German-International Cooperation e.V.

### Redaktion

Lucas Schimming  
ideas into energy gGmbH  
Albrechtstraße 12  
10117 Berlin  
+49 30 886674090  
[lsg@ideas-into-energy.org](mailto:lsg@ideas-into-energy.org)  
<http://www.ideas-into-energy.org/>

Hanna Sand  
German Water Partnership e.V.  
Reinhardtstraße 32  
10117 Berlin  
+49 30 300199-1220  
[sand@germanwaterpartnership.de](mailto:sand@germanwaterpartnership.de)  
<http://www.germanwaterpartnership.de>

### Gestaltung

Hanna Sand  
German Water Partnership e.V.  
Reinhardtstraße 3  
10117 Berlin  
+49 30 300199-1220  
[sand@germanwaterpartnership.de](mailto:sand@germanwaterpartnership.de)  
<http://www.germanwaterpartnership.de>

### Stand

April 2021

### Bildquellen

Titelbild: Repina Valeriya/shutterstock.com

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Umwelt, Naturschutz  
und nukleare Sicherheit



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

# INHALT

1.	EINFÜHRUNG.....	6
2.	LANDESSPEZIFISCHE BASISINFORMATIONEN IN BEZUG AUF DIE BEWÄSSERUNGSLANDWIRTSCHAFT .....	8
2.1.	GEOGRAFIE UND LANDSCHAFT .....	8
2.2.	BÖDEN .....	9
2.3.	NATÜRLICHE RESSOURCEN .....	9
2.4.	KLIMA .....	10
2.5.	WASSER .....	10
2.6.	BEVÖLKERUNG .....	11
2.7.	WIRTSCHAFT.....	12
3.	LANDWIRTSCHAFT IN ÄGYPTEN .....	15
3.1.	ENTWICKLUNG DER LANDWIRTSCHAFT.....	15
3.2.	DIE LANDWIRTSCHAFTLICHEN FLÄCHEN.....	16
3.3.	NEUERSCHLIEßUNG VON LANDWIRTSCHAFTLICHEN FLÄCHEN.....	19
3.4.	DER LANDWIRTSCHAFTLICHE SEKTOR.....	24
3.5.	ANGEBAUTE NUTZPFLANZEN .....	25
3.6.	PROFIL DER LANDWIRTSCHAFTLICHEN BETRIEBE .....	26
3.7.	STRATEGIEN DES ÄGYPTISCHEN STAATS ZUR LANDWIRTSCHAFTLICHEN ENTWICKLUNG.....	27
4.	LANDWIRTSCHAFTLICHES BEWÄSSERUNGSMANAGEMENT IN ÄGYPTEN.....	29
4.1.	ARTEN DER WASSERKNAPPHEIT IN ÄGYPTEN.....	29
4.2.	WASSERVERFÜGBARKEIT .....	29
4.3.	EINFLUSS DES KLIMAWANDELS AUF DIE WASSERVERFÜGBARKEIT.....	30
4.4.	EINGESETZTE WASSERRESSOURCEN .....	30
4.5.	KONVENTIONELLE WASSERRESSOURCEN .....	32
4.6.	ALTERNATIVE WASSERRESSOURCEN.....	35
4.7.	INFRASTRUKTUR ZUR VERTEILUNG DES NILWASSERS .....	37
4.8.	DRAINAGEN UND ENTWÄSSERUNGSKANÄLE .....	39
4.9.	DIE EINGESETZTE BEWÄSSERUNGSTECHNIK.....	40
4.10.	DEFIZITE IN DER BEWÄSSERUNGSPRAXIS .....	44
4.11.	MAßNAHMEN ZUR WASSEREINSPARUNG .....	44
4.12.	DIE ÄGYPTISCHE WASSERSTRATEGIE - ÜBERBLICK .....	46
4.13.	WASSERRECHTLICHE VORGABEN IN ÄGYPTEN .....	48
4.14.	BEHÖRDEN UND IHRE ZUSTÄNDIGKEITEN .....	48
4.15.	DIE ÜBERNATIONALEN PROGRAMME ZUR WASSERBEWIRTSCHAFTUNG IN ÄGYPTEN ...	49
4.16.	BEWÄSSERUNGSKOSTEN.....	50

5. NÜTZLICHE KONTAKTE .....	52
6. LITERATURVERZEICHNIS .....	55
ABBILDUNGSVERZEICHNIS .....	70
TABELLENVERZEICHNIS .....	71
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS .....	72

# Danksagung

Vielmals danken wir für das persönliche und informative Interview zur gegenwärtigen Situation und der Lage der ägyptischen Landwirtschaft:

- dem ägyptischen Minister des Ministry of Water Resources and Irrigation (MWRI), Herrn Mohamed Abdel Aaty und
- dem ägyptischen Minister des Ministry of Agriculture and Land Reclamation (MALR), Herrn Alsayed Marzook Alquasir.

Dies ermöglicht uns, die nachfolgenden Ausführungen zur komplexen Thematik der Bewässerungslandwirtschaft in Ägypten mit aktuellen und detaillierten Informationen und Daten zu vervollständigen. Das Gespräch führte Frau Ing. Ireny Estmalek am 16.02.2021 in Kairo.

# Zusammenfassung

Die landwirtschaftlich genutzte Fläche in Ägypten beträgt knapp 38.000 km<sup>2</sup> und macht damit ungefähr 4 % der Landesfläche aus. Drei Viertel davon entfallen auf die fruchtbaren Schwemmlandböden im Niltal und im Nildelta, die seit der Antike kultiviert werden. Diese traditionellen Ackerbaugebiete Ägyptens werden Old Lands genannt. In diesem Gebiet und in dessen Randzonen leben auch 98 % der heute über 100.000 Millionen Einwohnende zählenden Bevölkerung. Damit ist es das am dichtesten besiedelte Gebiet weltweit. Außerhalb des Niltals und des Nildeltas sind nur kleinere, räumlich begrenzte Gebiete besiedelt. Das andere Viertel der landwirtschaftlichen Flächen gehört zu den New Lands; dies sind Ackerflächen, die seit der Errichtung des Assuan-Staudamms in den 1960er Jahren durch Kultivierung von Wüstenböden gewonnen werden.

Die Landwirtschaft ist ein wichtiger Sektor der ägyptischen Wirtschaft. Sie trägt mehr als 10 % zum Bruttoinlandsprodukt bei, beschäftigt fast ein Viertel der Arbeitskräfte, leistet einen großen Beitrag zur Nahrungsmittelversorgung im Land und liefert dem Staat durch Agrarexporte einen wichtigen Teil seiner Devisen.

Da Niederschläge nur im äußersten Norden von Ägypten mit maximalen Jahresmengen von 200 mm fallen, ist die gesamte Landwirtschaft auf Bewässerung ausgerichtet. Der Nil ist neben Wasser aus fossilen Aquiferen die wesentliche Wasserquelle für die Landwirtschaft. Der jährliche Wasserbedarf Ägyptens liegt bei 76 km<sup>3</sup> Süßwasser, wovon 62 km<sup>3</sup> für die Landwirtschaft und 12 km<sup>3</sup> als Trink- und Brauchwasser verwendet werden.

Die Bewässerungstechniken in Ägypten können grundlegend in zwei unterschiedliche Verfahrenskategorien eingeteilt werden, in die traditionelle Überflutungsbewässerung, die vornehmlich in den Old Lands praktiziert wird, und in die Moderne Bewässerung mit Sprinkler- und Tröpfchenbewässerungstechniken, deren Einsatz auf neu gewonnen Ackerflächen der New Lands mittlerweile gesetzlich vorgeschrieben ist.

Das zentrale Problem Ägyptens liegt im Zusammenhang zwischen Bevölkerungswachstum (2,45 % pro Jahr), Siedlungsausweitung, Verlust von Kulturland und erhöhter Inanspruchnahme der verfügbaren Wasserressourcen und einem sich verändernden Wasserdargebot durch den Klimawandel. Es wächst ein Ungleichgewicht zwischen steigendem Wasserbedarf und begrenztem Angebot. Zudem wird die Wasserzufuhr über den Nil zukünftig durch den Bau des Grand Ethiopian Renaissance Dam (GERD) massiv beeinträchtigt. Bereits 2016 ist von einem Wasserdefizit in Höhe von 13,5 Milliarden m<sup>3</sup>/Jahr ausgegangen worden, welches fehlt, um eine vollumfängliche Wasserversorgung in Ägypten sicherzustellen.

Schätzungen gehen davon aus, dass Ägypten durch den GERD bis zu 51 % seiner landwirtschaftlichen Nutzflächen kurz- bis mittelfristig verlieren wird und die landwirtschaftliche Produktion in Ägypten bis 2060 um 47 % sinken wird. Daher bestehen bereits heute Ertragseinbußen im landwirtschaftlichen Sektor. Modellszenarien gehen bei unveränderter Bewässerungspraxis von einem Anstieg des Wasserdefizits auf 26 Milliarden m<sup>3</sup>/Jahr bis zum Jahr 2025 aus. Um die zukünftige Verfügbarkeit von Wasser zu gewährleisten, ist eine Koordination mit den neun Nilanrainerstaaten unerlässlich. Die Nilbecken-Initiative bietet ein Forum für eine solche Zusammenarbeit.

Um dem massiven Problem der sich zuspitzenden Wasserknappheit entgegenzuwirken, muss in Projekte investiert werden, die auf ein verbessertes Bewässerungsmanagement, Operation & Maintenance und die Sanierung von Bewässerungssystemen abzielen. Zur Wassereinsparung muss die Oberflächenbewässerung optimiert werden, indem Maßnahmen zur Defizitbewässerung angewandt, die wasserintensiven Fruchtfolgen auf kühlere Monate verlegt, wassersparende Sorten angebaut, die Managementpraktiken geändert, moderne Technologien für das landwirtschaftliche Wassermanagement eingeführt und ein Überwachungssystem für die Bewässerungswirtschaft eingerichtet werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Überflutungsbewässerung nicht per se als ineffizient und wasserverbrauchend gegenüber modernen Methoden wie Sprinkler- und Tröpfchenbewässerung eingestuft werden kann. Tatsächlich hat die Überflutungsbewässerung die nachhaltige Landwirtschaft in wasserarmen Regionen über Jahrhunderte oder Jahrtausende hinweg unterstützt, zumal das Wasser über Versickerung in die Drainagen oder direkt in den lokalen Aquifer dem Kreislauf des Nilwassers wieder zugeführt wird.

Wenn es gelingt, größere Mengen an Bewässerungswasser einzusparen, könnten die eingesparten Mengen genutzt werden, um neue Flächen zu kultivieren und die nationale landwirtschaftliche Produktion trotz aller Widerigkeiten zu steigern.

# 1. EINFÜHRUNG

Die wichtigste Wasserquelle für etliche Anwendungen in Ägypten, wie Trinkwassererzeugung, Industrie und Landwirtschaft, ist der Nil. Die landwirtschaftliche Produktion hängt fast ausschließlich von der Bewässerung ab; mehr als 80 % der verfügbaren Wassermenge des Nils wird dafür verwendet [1]. Die Landwirtschaft, die auf gerade einmal knapp 4 % der Landesfläche betrieben wird, ist nach wie vor ein wichtiger Sektor der ägyptischen Wirtschaft. Sie trägt mehr als 10 % zum Bruttoinlandsprodukt (BIP) bei, beschäftigt fast ein Viertel der Arbeitskräfte und liefert dem Land durch Agrarexporte einen wichtigen Teil seiner Devisen [2]. Der anhaltend rasante Anstieg der ägyptischen Bevölkerung auf mittlerweile mehr als 100 Millionen Einwohnende führt zu einem steigenden Druck auf die in Relation zu Bevölkerungs- und Landesgröße wenigen kultivierbaren Flächen. Es besteht längst ein Konflikt zwischen der Überbeanspruchung der Ressourcen Boden sowie Wasser durch eine bereits extrem intensiv betriebene Landnutzung und der Erwartungshaltung an eine stetig wachsende Ertragssteigerung in der landwirtschaftlichen Produktion.

Es ist davon auszugehen, dass Ägypten ab 2025 zu den zehn am meisten von Wasserknappheit betroffenen Ländern der Erde zählen wird [3]. Dieser Tatsache liegen mehrere parallele Entwicklungen zu Grunde. Ein höherer Wasserbedarf entsteht durch

- 1) die wachsende Bevölkerung,
- 2) den steigenden allgemeinen Lebensstandard mit einhergehender Wasserverschwendung,
- 3) die rasante wirtschaftliche Entwicklung mit der einhergehenden Industrialisierung,
- 4) unzureichende Wartung von Wasserversorgungsanlagen und -netzen,
- 5) die Intensivierung der Landwirtschaft,
- 6) ineffiziente Bewässerungsmethoden, sowie
- 5) die sich verschlechternden Umweltbedingungen. [3], [4], [5]

Zudem wird der Klimawandel den Ressourcenstress wahrscheinlich erhöhen, insbesondere beim Wasser, das der wichtigste und zentrale Faktor für die Entwicklung der Landwirtschaft ist. Und es ist zu berücksichtigen, dass große Mengen des verfügbaren Wassers durch die größtenteils immer noch angewendete klassische, seit der Antike wenig angepasste Bewässerungspraxis verloren gehen [1], [6].

Auf der anderen Seite wird die Wasserzufuhr über den Nil zukünftig durch den Bau des Grand Ethiopian Renaissance Dam (GERD) massiv beeinträchtigt. Die seit 2011 im Bau befindliche Talsperre mit einer knapp zwei Kilometer langen sowie 145 Meter hohen Hauptgewichtsmauer am Blauen Nil, etwa 10 km östlich der sudanesisch-äthiopischen Grenze, soll ab Juli 2021 geflutet werden [7]. Es wird vermutet, dass der Bau des GERD nicht nur während der ersten Vollfüllungsphase, sondern auch dauerhaft die verfügbare Wasserquote in Ägypten beeinflussen wird, indem dieser den Abfluss aus dem Assuan-Staudamm (Nasser-See) verringert [3], [6]. Schätzungen gehen davon aus, dass aufgrund des GERD bei unangepasster landwirtschaftlicher Bewässerungspraxis ungefähr ein Drittel der landwirtschaftlichen Flächen in Ägypten nicht mehr ausreichend mit Feuchtigkeit versorgt werden können, und somit auf diesen entsprechende Ernteaufträge zu erwarten sind [1]. Das zuständige ägyptische Ministry of Agriculture and Land Reclamation schätzt auf Grundlage wissenschaftlicher Studien, dass Ägypten bei einer Vollfüllungszeit von sechs Jahren etwa 17 % und bei einer Vollfüllungszeit von drei Jahren bis zu 51 % seiner landwirtschaftlichen Nutzflächen kurz- bis mittelfristig verlieren wird [8]. Andere Prognosen gehen bei einer Verknappung des Süßwassers bis zum Jahr 2025 davon aus, dass die landwirtschaftliche Produktion in Ägypten bis 2060 um 47 % sinken wird. [9]

Bereits 2016 ist von einem Wasserdefizit in Höhe von 13,5 Milliarden  $m^3$ /Jahr ausgegangen worden, welches fehlt um eine vollumfängliche Wasserversorgung in Ägypten sicherzustellen. Daher bestehen bereits heute Ertragseinbußen im landwirtschaftlichen Sektor. Modellszenarien gehen bei unveränderter Bewässerungspraxis von einem Anstieg des Wasserdefizits auf 26 Milliarden  $m^3$ /Jahr bis zum Jahr 2025 aus [10]. Die verfügbaren erneuerbaren Wasserressourcen sind von 2.189  $m^3$ /Kopf/Jahr im Jahr 1966 auf 1.035  $m^3$ /Kopf/Jahr im Jahr 1990 gesunken. 2019 lag der jährliche Anteil der Süßwasserressourcen pro Kopf in Ägypten bei etwa 800  $m^3$ , und es ist zu erwarten, dass dieser bis 2025 auf etwa 600  $m^3$ /Kopf/Jahr sinkt. [11] Ägypten ist bereits heute stark mit Wasserknappheit konfrontiert. In den Sommermonaten müssen die Behörden regelmäßig die Wasserversorgung einschränken.

In den administrativen Ebenen ist die Wassereffizienz inzwischen zu einem strategischen Ziel geworden. So müssen bei den staatlich gelenkten Projekten zur Gewinnung neuer landwirtschaftlicher Flächen in den Wüstengebieten zum Beispiel wassersparende Druckbewässerungssysteme zum Einsatz kommen. Jedoch verhindert die oben beschriebene Wasserknappheit die Umsetzung, Fortführung oder Fertigstellung etwaiger Projekte, weil das Wasser trotz hier geplanter wassersparender Technik schlichtweg fehlt. [2], [5], [6]

Dieses Beispiel verdeutlicht das Missverhältnis zwischen verfügbarem Wasser und geplanter Intensivierung der Landnutzung. Bewässerungswasser wird schnell zum wichtigsten begrenzenden Faktor in der Pflanzenproduktion. Damit die landwirtschaftliche Produktion überhaupt expandieren kann, vielmehr die aktuelle Produktion aufgrund der prognostizierten zukünftigen Wasserdefizite aufrechterhalten werden kann, müssen vor allem die Bewässerungspraktiken in den traditionellen Anbaugebieten im Niltal und Nildelta immens angepasst werden. Wasserverluste entstehen zum einen durch die altmodischen Anbau- und Bewirtschaftungsmethoden und zum anderen durch überalterte hochgradig ineffiziente Wasserversorgungsanlagen, wie Pumpen und Verteilsysteme. Nur durch die effizientere Nutzung von Wasser können die Wasserdefizite an anderen Stellen kompensiert werden.

Die Weiterentwicklung und Optimierung der Technik zur Bewässerung sowie Neuinvestitionen und der Einsatz neuer innovativer Technologien und Konzepte findet bisher kaum statt und hält nicht Schritt mit den wachsenden Erfordernissen [6]. Und das, obwohl die Bewässerungswirtschaft für die zukünftige Ernährungssicherheit existenziell und unerlässlich ist. Frühere Erfolge beim Ausbau der Bewässerung, insbesondere nach dem Bau des Assuan-Staudamms, verblasen aufgrund des Verlusts bewässerter Flächen durch Staunässe, Versalzung, Überbeanspruchung der Grundwasserleiter sowie der Siedlungsausdehnung auf fruchtbaren Böden und stiften weder Investitionsgeist noch Investitionsbereitschaft [1], [2], [12]. Zudem haben die Kleinstbauern, die 75 % der Flächen in Eigentum bewirtschaften, in der Regel kein Geld für die Erneuerung der Technik [6].

Dies erfordert staatlich gelenkte Maßnahmen und Förderprogramme sowie Aufklärungsinitiativen, damit moderne Technologien und innovative Lösungen für die Bewässerung sowie angepasste wassereinsparende Landbewirtschaftungsmethoden entwickelt und ausgebaut werden. Dazu muss zudem Kapital in Form von Staatshilfen in Kanäle, Drainagen, Dämme, Wasserpumpen, Staudämme und die Ausbildung von Fachleuten investiert werden.

Auf lange Sicht wird Ägypten seine Position als Hydro-Hegemon in der Nilregion nicht halten können. Es wird notwendig werden, auf die anderen Anrainerstaaten zuzugehen und die bisher oft praktizierte Blockadehaltung und Vormachtstellung als Wasserempfänger aufzugeben, um kooperative Lösungen zu ermöglichen, von denen alle Parteien profitieren [1], [6]. Ohne diesen Wandel in der ägyptischen Wasserpolitik wird es nicht möglich sein, ein nachhaltiges und langfristiges institutionelles Regime für ein gemeinsames Wassermanagement aufzubauen. Nur mit einer gerechten Verteilung der wertvollen Ressource Wasser in der Nilregion kann die Wasserversorgung für Ägypten langfristig gesichert und damit Frieden, internationale Sicherheit und soziale Stabilität gewährt werden. Dieser notwendige Prozess kann nur gelingen, indem die Landwirtschaftspraxis modernisiert und die Bewässerungstechniken auf die zukünftig verfügbaren Wasserreserven angepasst werden.

## 2. LANDESSPEZIFISCHE BASISINFORMATIONEN IN BEZUG AUF DIE BEWÄSSERUNGS-LANDWIRTSCHAFT

### 2.1. GEOGRAFIE UND LANDSCHAFT

Ägypten, offiziell Arabische Republik Ägypten (ARE), liegt im nordöstlichen Teil des afrikanischen Kontinents, mit einer Gesamtfläche von ungefähr 1 Million km<sup>2</sup>. Es grenzt im Norden an das Mittelmeer, im Osten an Israel und den Gaza-Streifen sowie an das Rote Meer, im Süden an den Sudan und im Westen an Libyen. Die Sinai-Halbinsel, als Teil Ägyptens, bildet eine Landbrücke zu Südwestasien. Ägypten ist damit auch ein transkontinentales Land, was zu seinem Status als Großmacht in Afrika, im Nahen Osten, im Mittelmeerraum sowie in der muslimischen und arabischen Welt beiträgt [13]. Der tiefste Punkt befindet sich mit -133 m Above Mean Sea Level [AMSL] im Nordwesten in der Qattara-Senke, und der höchste Punkt ist mit 2.637 m AMSL der Dschabal Katrina (Katharinenberg) auf der Sinai-Halbinsel.



[14]

**Abbildung 2.1:** Karte zur Übersicht von Ägypten mit Nil, Nildelta, Nasser-See, Kanälen, Oasen, Toshka-Projekt, El Salam Canal-Projekt

Ägyptens Relief ist gekennzeichnet durch ein ausgedehntes Wüstenplateau, das mittig in Süd-Nord-Ausrichtung durch das Niltal und das Nildelta unterbrochen wird, die ca. 4 % der Gesamtfläche des Landes einnehmen. Der Nil fließt auf etwa 1.545 km nach Norden. Von der sudanesischen Grenze bis Assuan befindet sich im Verlauf des ehemaligen Niltals der Nasser-See, der ab 1964 durch die Errichtung des Assuan-Staudamms geschaffen wurde. Er ist ca. 480 km lang und an seiner breitesten Stelle 16 km breit. Fast zwei Drittel des Sees liegen in Ägypten. Von Assuan bis Edfu fließt der Nil durch eine enges, von Felsen gesäumtes Tal. Ab Edfu flussabwärts weitet sich das Niltal bis auf eine Breite von 25 km. Nördlich von Kairo geht das Tal in das Nildelta über, bevor der Nil im Mittelmeer mündet. Das Nildelta ist eine dreieckige Ebene, die auf einer Länge von über 250 km an die Mittelmeerküste grenzt. Über viele Nebenflüsse des Nils ist hier Schlamm abgelagert worden, der das Delta zum fruchtbarsten Gebiet Ägyptens gemacht hat. Das westlich vom Nil gelegene Wüstengebiet ist Teil der Libyschen Wüste; das Gebiet östlich des Nils bis hin zum Roten Meer wird als Östliche Wüste bezeichnet.

Der größte Teil der Landesfläche ist Wüstenland. Die Flächen mit kultivierbarem Land sind 2016 auf eine Größe von 37.338 km<sup>2</sup> [13] geschätzt worden. Diese verteilen sich zu ungefähr 25 % auf kultivierte Wüstenböden, den sogenannten New Lands, und zu 75 % auf die sogenannten Old Lands. Die Flächen der Old Lands liegen an den Ufern des Nils, seiner Hauptarme und Kanäle, sowie im Nildelta. Das fruchtbare Schwemmland ermöglicht intensiven Bewässerungs-Ackerbau und die Haltung von Vieh. Seit Inbetriebnahme des Assuan-Staudamms ab 1964 wird das Wasser kontrolliert abgegeben, sodass die vormals regelmäßigen, jedes Jahr auftretenden Überschwemmungen ausbleiben. Damit wird auch kein fruchtbarer Schlamm aus den Oberläufen des Nils mehr abgelagert. Extensives Weideland ist auf einen schmalen, nur wenige Kilometer breiten Streifen entlang der Mittelmeerküste beschränkt. Für 2016 wird eine geschätzte Waldfläche von 450 km<sup>2</sup> angegeben [14].

Nur 5,5 % der Gesamtfläche Ägyptens werden tatsächlich von der Bevölkerung genutzt. Fast 100 % der 100,5 Millionen Einwohnenden (Stand 2019) [15] leben in drei großen Regionen des Landes: Kairo, Alexandria und im Nildelta. Diese Regionen gehören mit dem Niltal zu den am dichtesten besiedelten der Welt, mit durchschnittlich über 1.540 Personen pro km<sup>2</sup> [16]. Die Wüsten selbst sind sehr dünn besiedelt, mit kleinen Bevölkerungszentren, die sich um Oasen wie Fayum, Siwa, Bahariya, Farafra, Dakhla und Kharga im Westen gebildet haben, und viele kleine Siedlungsgebiete, die sich auf die große Anzahl von Wadis (Tälern) im Osten beschränken [13].

## 2.2. BÖDEN

Die Bodentypen und die Bodeneigenschaften in den Wüstengebieten außerhalb von Niltal und Nildelta werden sehr stark von geomorphologischen und pedogenen Faktoren beeinflusst. Im Allgemeinen sind die Böden in den Wüstengebieten, auch die der seit den 1960er Jahren neu erschlossenen landwirtschaftlich genutzten Wüstenbereichen, arm an Nährstoffen, insbesondere arm an Mikronährstoffen und sehr arm an organischer Substanz; sie sind alkalisch mit hohen pH-Werten und haben ungünstige physikalische Eigenschaften und Feuchtigkeitsmerkmale. In vielen Gebieten gehören zu den weiteren nachteiligen Merkmalen ein hoher Anteil an Kalziumkarbonat (CaCO<sub>3</sub>), ein hoher Salzgehalt und in einigen Fällen auch Gips. Die Kombination dieser unterschiedlich vorliegenden Parameter haben in den unteren Schichten der meist durch Windablagerung gebildeten Sedimente oft zur Ausbildung von wasserundurchlässigen Pfannen geführt. Die Geländeeigenschaften variieren generell von einem Ort zum anderen erheblich. [17]

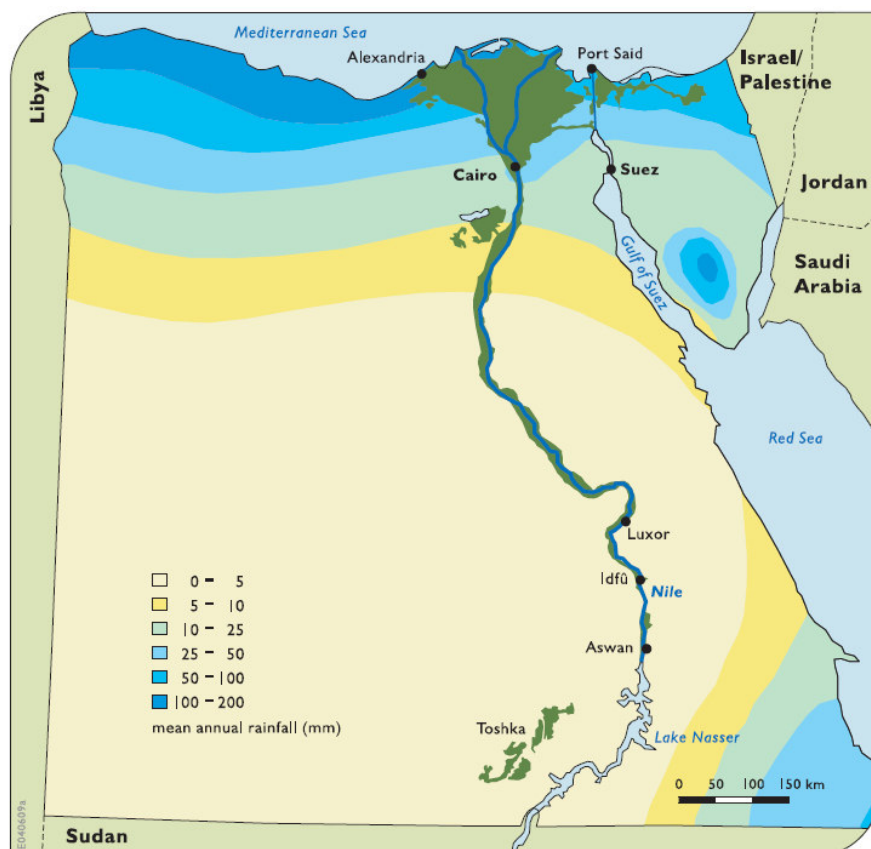
Entlang des Nils im Tal und im Delta haben sich über Jahrtausende durch die Nilfluten sehr fruchtbare alluviale Schwemmlandböden mit hohen Lehmantteilen aufgebaut.

## 2.3. NATÜRLICHE RESSOURCEN

Im Verhältnis zur physischen Größe des Landes verfügt Ägypten über relativ wenige Bodenschätze. Seit Mitte der 1970er Jahre wird Erdöl vor allem im Golf von Suez und in Teilen der westlichen Wüste gefördert; die Erdölförderung ist seit Anfang der 1980er Jahre stetig erhöht worden. Seit 2015 werden vor der Mittelmeerküste beträchtliche Mengen an Erdgas gefördert. Heute zählt Ägypten zu den größeren Erdöl- und Erdgasproduzenten. Folgende natürliche Ressourcen werden in kleineren bis mittelgroßen Mengen abgebaut und gewonnen: Eisenerz, Phosphate, Mangan, Kalkstein, Gips, Talk, Asbest, Blei, seltene Erdelemente und Zink. [2], [8], [13]

## 2.4. KLIMA

Ägypten hat ein semi-arides bis extrem arides Klima mit heißen, trockenen Sommern und gemäßigten Wintern. Niederschläge sind sehr spärlich und fallen nur während der Wintersaison in Form von vereinzelten, unregelmäßigen und zufallsabhängigen Schauern. Die jährliche Niederschlagsmenge schwankt zwischen einem Maximum von 200 mm in den nördlichen Küstenregionen und einem Minimum von fast Null im Süden. Niederschläge stehen daher nicht als verlässliche Wasserquelle zur Verfügung. Die Sommertemperaturen sind extrem hoch und erreichen 38 °C bis 43 °C mit Extremwerten von 49 °C in den südlichen und östlichen Wüstengebieten. In den nördlichen Gebieten an der Mittelmeerküste sind die Temperaturen ausgeglichener mit Maxima von etwa 35 °C. [13]



[14]

**Abbildung 2.2:** Durchschnittliche jährliche Niederschlagsmengen in Ägypten

Die jährlichen und heute durch den Assuan-Staudamm regulierten Hochwässer des Nils resultieren zum größten Teil aus Frühlings- und Sommerniederschlägen in den Hochländern von Äthiopien, die über den Blauen Nil in Richtung von Khartum im Sudan fließen und sich mit dem Wasser des Weißen Nils vereinigen [18].

## 2.5. WASSER

Aufgrund des vorherrschenden ariden Klimas ist Süßwasser in Ägypten nur in begrenzten Mengen verfügbar. Seit dem Altertum ist der Nil die Hauptquelle für die Versorgung des Landes mit Süßwasser. Der Nil als längster Fluss der Welt hat ein Einzugsgebiet von etwa 3,2 Millionen km<sup>2</sup>, was fast 10 % der Landmasse des afrikanischen Kontinents entspricht. Er hat zwei Hauptzuflüsse: den Weißen Nil, dessen flussaufwärts gelegene Einzugsgebiete von Flüssen aus Burundi und Ruanda gespeist werden, und den Blauen Nil, der in Äthiopien entspringt. Beide haben ein sehr unterschiedliches hydrologisches Regime. Weitere Zuflüsse des Nils sind der Sobat-Fluss, der Teile des südwestlichen Äthiopiens und östliche Teile des Südsudans entwässert, der Atbara-Fluss, der durch den Sudan fließt, und der Bahr el Ghazal, der den westlichen Teil des Südsudans entwässert. [18]

Grundwasser ist die zweitwichtigste Quelle nach dem Nil. Ägypten verfügt über vier Hauptgrundwasserleiter: den Nil-Aquifer, den Nubischen Sandstein-Aquifer, der sich bis auf die Territorien des Sudans, Tschads und Libyens erstreckt, den Moghra-Aquifer zwischen dem Westen des Nildeltas und der Qattara-Senke sowie die Küsten-

Aquifere an der Nordwestküste. Es wird zwischen drei unterschiedlichen Arten von Grundwasserleitern unterschieden [19], [20], [21]:

- 1) Flache, lokal eingegrenzte Grundwasserleiter, die in geringen Mengen durch Regenfälle wieder aufgefüllt werden; diese sind von untergeordneter Bedeutung, hierzu gehören die Küstenaquifere entlang der Küsten, die wiederum mit dem Meerwasser in Verbindung stehen.
- 2) Die Grundwasserleiter im Niltal und Nildelta; diese werden aus dem Wasser des Nils gespeist und sind daher höher anstehende Grundwasserleiter und ebenfalls eher flach; dies sind
  - a) der Niltal-Aquifer und
  - b) der Nildelta-Aquifer.
- 3) Die tief liegenden, nicht wieder auffüllbaren, fossilen Grundwasserleiter, wovon die wasserreicheren vor allem im Westen Ägyptens zu finden sind. Die Oasen beziehen ihr Wasser traditionell aus diesen Grundwasserreserven. Die nicht-erneuerbare Grundwasserausbeutung wird auf 1,65 Milliarden m<sup>3</sup>/Jahr geschätzt; sie konzentriert sich hauptsächlich auf die westlichen Wüstenoasen mit 0,5 Milliarden m<sup>3</sup>/Jahr; zu diesen zählen unter anderem
  - a) der Nubische Sandstein-Aquifer, enthält 150.000 Milliarden m<sup>3</sup> Süßwasser, entspricht dem 3.000-fachen des jährlichen Nilabflusses und
  - b) der Moghra-Aquifer.

Das Grundwasser wird durch Stickstoff und Düngemittel, deren Einsatz sich zwischen 1960 und 1990 mehr als vervierfacht hat, sowie durch die Auswirkungen des Einsatzes von Pestiziden und Herbiziden verunreinigt, wobei letztere zur Unkrautbekämpfung in den Kanälen eingesetzt werden. Flache Grundwasserleiter, insbesondere im Nildelta, sind oft stark verunreinigt.

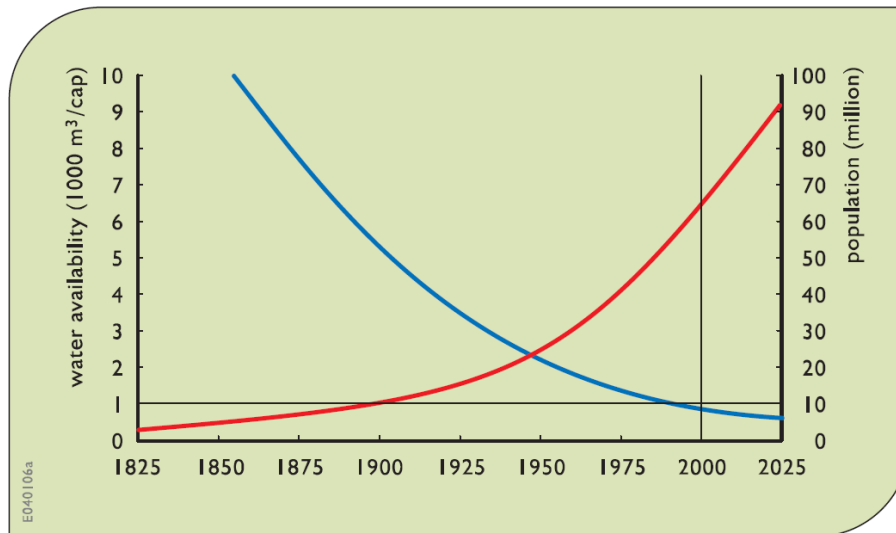
## 2.6. BEVÖLKERUNG

Ägypten ist das bevölkerungsreichste Land im Nahen Osten und das drittbevölkerungsreichste nach Nigeria und Äthiopien auf dem afrikanischen Kontinent. Das Bevölkerungswachstum gehört mit 2,45 % pro Jahr [22] zu den höchsten weltweit. Um 1800 hatte Ägypten eine Einwohnerzahl von ungefähr 3 Millionen, was in etwa der Hälfte der Bevölkerung während der Antike entsprach [23]. Gegen 1900 lag die Bevölkerungszahl bei 10.000 Millionen [24]. Von 1980 bis 2011 hat sich die Bevölkerung in gut 30 Jahren von 40,5 Millionen auf 80,5 Millionen verdoppelt. Bis Ende 2020 stieg die Bevölkerung auf schätzungsweise 101,6 Millionen an. Dies entspricht für den 40-jährigen Zeitraum von 1980-2020 einem Wachstumsfaktor von 2,5. Die Bevölkerungsprognose bis 2025 geht von einem weiteren Anstieg auf 113,9 Millionen aus. [24], [25] Schätzungsweise 75 % der ägyptischen Bevölkerung ist unter 25 Jahre alt und nur 3 % ist über 65 Jahre alt, was die Bevölkerung zu einer der jüngsten der Welt macht [6]. Die Lebensstandards der Menschen sind im Durchschnitt weiterhin niedrig. Daher werden von der Regierung Subventionen für Grundbedürfnisse bereitgestellt; diese haben im Jahr 2017 zu einem beträchtlichen Haushaltsdefizit in Höhe von -9,8 % des BIP beigetragen [26] und stellen eine erhebliche Belastung für die Wirtschaft dar.

**Tabelle 1:** Entwicklung der Bevölkerungszahlen in Ägypten

Jahr	1800	1900	1980	2011	2020	2025 (Schätzwert)
Bevölkerung in Millionen	3	10	40,5	80,5	101,6	113,9

[22], [23], [24], [25]



[14]

**Abbildung 2.3:** Bevölkerungswachstum und Wasserverfügbarkeit

Ab Mitte der 1970er bis in die 2000er Jahre kam es zu einer Verschiebung von städtischer zu ländlicher Bevölkerung, die städtische nahm um über 40 % ab und die ländliche nahm um denselben Wert zu [24], [25]. Eine solche Verschiebung ist weltweit einzigartig, liegt aber in der für Ägypten speziellen begrenzten Ausdehnungsmöglichkeit von Siedlungsstrukturen entlang der Wasser- und Lebensader des Nils. Im Zeitraum 2009-2019 ist der Anteil der städtischen Bevölkerung mit etwa 43 % relativ konstant geblieben [27]. [28]

Diese Zahlen verdeutlichen, dass der Druck auf die für die Landwirtschaft verfügbaren Flächen und auf die verfügbaren Wasserressourcen stetig weiter ansteigt.

## 2.7. WIRTSCHAFT

Die Struktur der ägyptischen Wirtschaft hat sich seit den 1960er Jahren schrittweise verändert. Ab Ende der 1980er Jahre haben die Regierungen die bis dato stark zentralisierte Wirtschaft reformiert. 2005 wurden Steuersätze für Privatpersonen und Unternehmen gesenkt sowie Unternehmen privatisiert. Der Aktienmarkt boomte, und das BIP des Landes wuchs in den Jahren 2005 und 2006 um etwa 5 % pro Jahr und überstieg 2007 die 7 %-Marke. Der Anteil der Landwirtschaft am BIP hat sich von 1965 bis 2015 halbiert, während der der Industrie entsprechend zugenommen hat. Der größte Teil davon fällt auf die gestiegene Wertschöpfung im Erdöl- und Gassektor. Der Beitrag der Dienstleistungen blieb nahezu konstant. Das Verhältnis von Waren- und Dienstleistungsexporten zum BIP lag 1965 bei 17 % und 2015 bei 14 %, das von Importen zum BIP bei 21 % und 23 %. Ein wichtiger Strukturwandel auf dem Arbeitsmarkt war eine erhebliche Zunahme der Beschäftigung im informellen Sektor. [27] In diesem waren im Jahr 2009 etwa 8,25 Millionen Personen (7 % Frauen und 93 % Männer) beschäftigt, davon 48,8 % in der Landwirtschaft. [29], [30]

Die Revolution im Jahr 2011 als Teil des sogenannten Arabischen Frühlings führte zu innenpolitischen Unruhen und zu einer wirtschaftlichen Krise. Nach dem Militärputsch im Jahr 2013 gegen die der islamistischen ägyptischen Muslimbruderschaft nahestehende Regierung erholte sich die ägyptische Wirtschaft allmählich. Dieser Prozess wurde unterstützt durch das im Jahr 2016 vom Internationalen Währungsfonds - IWF (International Monetary Fund - IMF) gewährte dreijährige Kreditprogramm in Höhe von 12 Milliarden Dollar [31]. Dazu musste Ägypten seine Währung freigeben, Steuern erhöhen und Energiesubventionen kürzen. Dies trieb die Inflation 2017 auf einen Höchststand von über 30 %. Seit der Freigabe der Währung sind die ausländischen Investitionen in Ägyptens hochverzinsliche Schatzwechsel exponentiell gestiegen, was sowohl die Verfügbarkeit von USD als auch die Reserven der Zentralbank erhöht hat [32]. Der ägyptische Staat wird es schwer haben, ausländische und einheimische Investitionen in der verarbeitenden Industrie und anderen Sektoren zu erhalten, wenn es sich nicht nachhaltig um die Umsetzung einer Reihe von Unternehmensreformen bemüht. [33]

Ab März 2020 verlangsamte sich der Aufschwung aufgrund des Ausbruchs der COVID-19-Pandemie. Nach Schätzungen des IWF [31] fiel das BIP-Wachstum von 5,6 % im Jahr 2019 auf 3,5 % im Jahr 2020. Trotz dieser Verlangsamung war Ägypten im Jahr 2020 eines der wenigen Länder mit einer positiven Wachstumsrate. [33], [34]

Im Juni 2020 verabschiedete Ägypten ein Wirtschaftsreformprogramm, das durch ein 12-monatiges Stand-By Arrangement (SBA) mit dem IWF unterstützt wird. Im Rahmen dieses Programms werden insgesamt 6,13 Milliarden USD bereitgestellt, um die Auswirkungen der Pandemie zu lindern; ungefähr 528 Millionen USD werden zur Unterstützung des Gesundheitssektors bereitgestellt [35]. Das Haushaltsdefizit stieg 2020 leicht von -7,2 % auf -7,5 % des BIP und wird 2021 voraussichtlich auf -8,5 % anwachsen. Prognosen sehen, eine wirtschaftliche Erholung vorausgesetzt, für 2022 ein Abschwellen auf -5,7 % vorher. Die Staatsverschuldung im Verhältnis zum BIP stieg 2020 von 83,8 % auf 86,6 % und wird 2021 voraussichtlich 90,6 % erreichen, bevor diese 2022 wieder auf 87,8% sinkt. Dank einer vorausschauenden Finanzpolitik konnte die Inflationsrate 2020 weiter sinken und erreichte 5,7%. Sie sollte trotz eines erwarteten Anstiegs auf 6,2% im Jahr 2021 und 7,9% im Jahr 2022 unter Kontrolle bleiben. Für 2021 besteht die Priorität darin, die wirtschaftliche Erholung zu unterstützen, da das externe Umfeld weiterhin fragil ist und Risiken wie eine zweite Welle von COVID-19, ungünstigere Finanzierungsbedingungen für Schwellenländer und ein Rückgang von IWF-Hilfen bestehen. [36] Laut der IWF-Prognose vom Oktober 2020 soll das BIP-Wachstum im Jahr 2021 weiter auf 2,8% sinken und sich 2022 wieder auf 5% erholen, vorbehaltlich einer Erholung der Weltwirtschaft nach der Pandemie. In seiner jüngsten Aktualisierung des Weltwirtschaftsausblicks vom Januar 2021 hat der IWF seine BIP-Wachstumsprognosen für Ägypten auf 2,8 % im Jahr 2021 und 5,5 % im Jahr 2022 revidiert (was einer Differenz zu den WEO-Prognosen vom Oktober 2020 von +0,5 % im Jahr 2022 entspricht). [31], [33], [34], [2]

Die offizielle Arbeitslosenquote ist, nachdem sie 2015 den höchsten Stand der letzten 11 Jahre erreicht hatte, seither langsam gesunken und lag nach Schätzungen des IWF im Jahr 2020 bei etwa 8,3 % [31]. Dennoch werden schätzungsweise drei Viertel aller Beschäftigten als inoffizielle Arbeitskräfte bezahlt, und 32,5 % der Bevölkerung leben unterhalb der Armutsgrenze (staatliche Statistikbehörde CAPMAS). Die weibliche Jugendarbeitslosigkeit ist mit 48 % im Jahr 2018 weiterhin sehr hoch. Der IWF geht davon aus, dass die Arbeitslosenquote durch die negativen wirtschaftlichen Auswirkungen der COVID-19-Pandemie beeinträchtigt wird, wobei die Quote nach aktuellen Schätzungen in den Jahren 2021 und 2022 auf 9,7% ansteigen wird. [31]

Trotz oder gerade wegen dieser Krisen und Unwägbarkeiten bleibt die Landwirtschaft eine wichtige Säule der ägyptischen Wirtschaft. Sie trug 2019 11 % zum BIP bei und beschäftigte in den Jahren 2018-2020 21,4 % [37] bis 23 % [14], [36] der Berufstätigen; das macht den höchsten Anteil eines Wirtschaftssektors an der Gesamtbeschäftigung aus; 30 % der Arbeitskräfte in der Landwirtschaft sind Frauen, 70 % sind Männer [37]. Damit entsprechen diese Zahlen in etwa den allgemeinen Durchschnittswerten von Entwicklungsländern; die Landwirtschaft ist hier in der Regel einer der wichtigsten Wirtschaftssektoren [3]. Der Landwirtschaftssektor ist historisch wichtig für Ägypten und macht etwa 20 % der gesamten Exporte und Deviseneinnahmen aus. Er erscheint mit der Ölherzeugung als der widerstandsfähigste Sektor im Zusammenhang mit der COVID-19-Pandemie. Für 2020 meldete Ägypten eine Rekord-Ölfördermenge von mehr als 650.000 Barrel pro Tag. Die Gas-Fördermenge stieg im Geschäftsjahr 2019-2020 um 12,4 %, damit steht Ägypten mengenmäßig mittlerweile auf Platz 13 der gasfördernden Staaten. Mit dem Automobilbau, der Stahlherstellung, der Textilproduktion und der Bauindustrie macht der sekundäre Sektor 35,6% des BIP aus und beschäftigt 28% der Arbeitskräfte. Der Dienstleistungssektor, weitgehend Telekommunikation und Tourismus, macht 50,5 % des ägyptischen BIP aus und beschäftigt fast die Hälfte der Bevölkerung (49 %). Aufgrund der COVID-19-Pandemie sank der Überschuss im Dienstleistungssektor um 31,2 % von 13,0 Milliarden auf 9,0 Milliarden USD, was vor allem auf den Rückgang der Tourismuseinnahmen zurückzuführen ist. Die Reiseeinnahmen fielen zwischen Januar und Juni 2020 um 54,9 % [37], [38]. Trotz wirtschaftlicher Diversifizierungsbemühungen ist das Land weiterhin für einen großen Teil seiner Auslandseinnahmen vom Suezkanal abhängig. Im Jahr 2020 generierte die Suezkanal-Behörde 5,61 Milliarden USD an Einnahmen. [2]

Dass die Entwicklung und die Förderung des landwirtschaftlichen Sektors stets einen hohen Stellenwert für die ägyptischen Regierungen gehabt hat, drückte bereits eine von dieser im Jahr 1999 in Auftrag gegebene Studie aus, die feststellt, dass eine landwirtschaftliche Wachstumsrate von 5 %, basierend auf Bewässerung, 1 Million Arbeitsplätze schafft, eine Viertelmillion in der Landwirtschaft und eine Dreiviertelmillion in der nachgelagerten und nicht landwirtschaftlichen Produktion und im Dienstleistungssektor [39], [40].

**Tabelle 2:** Bruttoinlandsprodukt (BIP) von Ägypten 2017 - Zusammensetzung nach Herkunftssektor

Landwirtschaft	11,7 %
Industrie	34,3 %
Service/Dienstleistung	54 %

[26]

# 3. LANDWIRTSCHAFT IN ÄGYPTEN

## 3.1. ENTWICKLUNG DER LANDWIRTSCHAFT

Die Landwirtschaft im trockenen Klima Ägyptens hat eine über 5.000-jährige Geschichte, die stets vollständig vom Nil abhängig war. Bis in das 19. Jahrhundert erfolgte die Bewässerung für die Ackerwirtschaft in großen Teilen auf natürlichem Wege durch die jährlichen Überschwemmungen des Nils. Daraus resultierten die drei Jahreszeiten des ägyptischen Jahres [6]:

- Akhet, die Überschwemmung,
- Peret, das Land taucht aus der Flut auf und
- Shomu, die Zeit, in der das Wasser knapp wird.

Der jährliche Zyklus, in dem die Nilflut Schlammschichten mit einer Rate von mehreren Zentimetern pro Jahrhundert ablagerte, baute die hochfruchtbaren Böden im Niltal und im Nildelta auf. Die Nilflut beginnt in der Regel im August und endet im Oktober.

Die von der Antike bis in das 19. Jahrhundert angewandte Kultivierungs- und Bewässerungspraxis basierte auf großen eingedeichten zusammenhängenden landwirtschaftlichen Feldern, sogenannten Becken mit Größen von 10.000-20.000 ha auf einer Ebene. Diese Becken waren parallel zum Nilverlauf und zu den Bewässerungskanälen angelegt und durch Überläufe kaskadenmäßig miteinander verbunden. Das auftretende nährstoffreiche Wasser der Nilflut wurde über Zuleitungskanäle gleichmäßig auf alle landwirtschaftlichen Flächen verteilt. Das Wasser konnte über die gesamte Breite der bewirtschafteten Flächen von Kaskade zu Kaskade fließen, sodass auch die Geschwindigkeit des Hochwassers verlangsamt wurde. Dies ermöglichte das Auffüllen der gesamten Wasserkapazitäten bis in die tiefen Schichten der Böden und in den lokalen Aquiferen. Da die lehmhaltigen Böden des Niltals und des Nildeltas ein sehr hohes Wasserspeichervermögen haben, reichte die gespeicherte Feuchtigkeit aus, um eine Winterernte aufzuziehen. Höher und eventuell entfernter gelegene ebene Bereiche wurden während der Flut ebenfalls mit Wasser geflutet, indem das Wasser mit mechanischen Geräten, wie dem Schaduff, der Archimedes-Schraube oder dem Saqia-Wasserrad, angehoben wurde. Diese Beckenbewässerung genannte Landbewirtschaftung war saisonal auf das Winterhalbjahr beschränkt. [6], [41], [42]

Ab Beginn des 19. Jahrhunderts sind zur effizienteren Nutzung des Nilwassers Wehre und Dämme zur Kontrolle der Wasserströmungen errichtet worden. Die in den Jahren 1833-1862 errichteten Delta Barrages, zwei über die beiden Nilarme Rosetta und Damietta gebaute Staumauern, ungefähr 20 km unterhalb vom Stadtzentrum Kairos, waren das erste große Projekt, mit dem die von der Nilflut abhängige saisonale Bewässerung auf die ganzjährige Kanalbewässerung umgestellt wurde. Mithilfe der Delta Barrages konnte der Nil bei Niedrigwasser soweit aufgestaut werden, dass seitdem ein damals neu angelegtes Kanalsystem im Nildelta die Felder ganzjährig bewässern kann. Haupt- und Zweigkanäle verteilen das Wasser in Sommerkanäle, die nur im Sommer Wasser führen, und in Schwemmkanäle, die nur während der Flut geöffnet werden. Gegen Ende des 19. Jahrhunderts gab es im Delta bereits 7.200 km Sommer- und 4.000 km Schwemmkanäle. [41]

Mit der ganzjährigen Bewässerung waren erstmals zwei, manchmal sogar drei Ernten im Nildelta möglich. Außerdem konnte erstmals Baumwolle angebaut werden, eine wasserintensive Pflanze, die keine Trockenheit, aber auch keine Nässe im Boden verträgt und eine längere Wachstumsperiode hat. Dies ist als der Beginn der modernen Landwirtschaft in Ägypten anzusehen. [6]

Nilaufwärts wurde 1873 der in Asyut beginnende Ibrāhīmiyya-Kanal fertiggestellt. Der zunächst 320 km lange Kanal zweigte ursprünglich ohne besondere Wehre vom Nil ab und dient damals wie heute der ganzjährigen Bewässerung der Felder entlang seines Laufs. Zwischen 1898 und 1903 wurden das Asyut-Stauwehr und verschiedene Wehre in dem Kanal gebaut, um die Bewässerung besser steuern zu können, mit der eine Fläche von etwa 2.300 km<sup>2</sup> versorgt wird. Ende des 19. Jahrhunderts konnten in Ägypten 16.290 km<sup>2</sup>, davon 13.913 km<sup>2</sup> in Unterägypten und 2.377 km<sup>2</sup> in Oberägypten ganzjährig bewässert werden. [41]

Der größte Umbruch in der ägyptischen Landwirtschaft erfolgte mit dem Bau des Assuan-Staudamms, der seit 1964 den Abfluss des Nils vollständig kontrolliert. Nach dem Bau wurden parallel zum Nil ganze Systeme von Bewässerungskanälen angelegt, was auch zu einer Ausweitung der Anbaufläche in Wüstengebieten führte. Nach Inbetriebnahme des Assuan-Staudamms baute die ägyptische Regierung zudem eine Fischereiindustrie am Nasser-See auf. [6]

Damit wird im Niltal und Nildelta auch kein fruchtbarer Schlamm mehr aus den Oberläufen des Nils abgelagert. Einerseits erlaubt dies pro Jahr die häufigere Kultivierung und Bewirtschaftung der Flächen, andererseits bedarf dies auch einen erhöhten Einsatz an Kunstdünger, was sich wiederum nachteilig auf die Qualität der zur Verfügung stehenden Wasserressourcen auswirkt. Da nun auf derselben Fläche durchschnittlich der doppelte Ertrag pro Jahr erwirtschaftet werden kann, konnte auf diese Weise die reale Bewirtschaftungsfläche ideell verdoppelt werden. Dies bescherte der landwirtschaftlichen Produktion in Ägypten einen enormen Schub. Da das Wasser heute das ganze Jahr über verfügbar ist, wird von drei landwirtschaftlichen Jahreszeiten gesprochen: der Wintersaison, der Sommersaison und der Nilsaison. Das ermöglicht den Anbau unterschiedlichster Kulturen zu verschiedenen Monaten oder sogar von Dauerkulturen permanent über ein ganzes landwirtschaftliches Jahr, wie Zuckerrohr oder Obstkulturen. [6]

Die gesamten landwirtschaftlichen Flächen mussten dazu auf die neu geplante Anbaupraxis vorbereitet werden. Dazu sind die Felder in eine bestimmte maximale Größe neu aufgeteilt worden und ringsherum mit kleinen 30-50 cm hohen Erdwällen umgeben worden. Diese Art von umwallten Feldern werden Wasserbecken genannt; es ist auch der Begriff der Wasserbeckenbewirtschaftung gebräuchlich. Über das weit verzweigte damals neu angelegte Bewässerungskanalnetz wird das Bewässerungswasser auf das Feld geleitet, um dieses komplett intervallmäßig zu fluten. Die Steuerung erfolgt manuell. Das ist bis heute in den traditionellen Anbaugebieten die gängige Bewässerungspraxis; eine Bewässerungsmethode, die nicht ressourcenschonend ist und den Pflanzen auch kein optimales Wasserdargebot liefert. [6]

Der Bau des Assuan-Staudamms ermöglichte nicht nur die Kontrolle der Nilüberschwemmungen, sondern auch die Urbarmachung großer Landflächen für die Landwirtschaft. Ab 1964 sind neben der Intensivierung der Produktion in den traditionellen Anbaugebieten neue landwirtschaftliche Flächen in den Wüsten mithilfe staatlich gelenkter Projekte erschlossen worden. Diese Flächen sind großmaßstäbig angelegt, sodass eine industrielle Bewirtschaftung mit moderner Bewässerungstechnik nach westlichen Standards erfolgen kann. Es wurden eigene Bewässerungskanäle angelegt, die das Wasser vom Nasser-See zu den neu entstandenen landwirtschaftlichen Produktionsflächen leiten. Einige Projekte konnten nicht abschließend umgesetzt, fertiggestellt oder in Gänze betrieben werden, da schlichtweg nicht ausreichend Wasser geliefert werden kann. Daher müssen bei neuen Wüstenprojekten mittlerweile wassersparende Bewässerungstechniken eingesetzt werden. Seit 2015 werden bei neuen Projekten auch Tiefbrunnen zur Erschließung von fossilem Grundwasser gebaut.

Trotz der durchgeführten Intensivierungsmaßnahmen in der landwirtschaftlichen Produktion, die in den letzten 50 Jahren zu enormen Ertragssteigerungen beigetragen hat, reichen die angebauten Nahrungsmittel nicht aus, um die Bevölkerung Ägyptens autark zu ernähren. Der Ausbau der Landwirtschaft auf den begrenzt zur Verfügung stehenden Flächen kann nicht Schritt halten mit dem hohen Bevölkerungswachstum. Hinzu kommt, dass die landwirtschaftliche Produktion stark exportorientiert ist. Daher ist Ägypten auf eine große Anzahl von Importen angewiesen, um die Versorgung der Bevölkerung sicherzustellen.

Nach Stand Februar 2021 werden vom ägyptischen Staat gegenwärtig insgesamt 281 landwirtschaftliche Projekte in verschiedenen Sektoren zur Entwicklung des ländlichen Raums mit einem Finanzvolumen von mehr als 26 Milliarden EGP (ungefähr 1,37 Milliarden EUR) gefördert. Unter anderem soll der Lebensstandard der Kleinbauern und Landwirte durch Aus- und Fortbildung erhöht werden. [8]

### 3.2. DIE LANDWIRTSCHAFTLICHEN FLÄCHEN

Ägypten ist eines der Länder mit der geringsten landwirtschaftlichen Anbaufläche in Relation zur physischen Größe und der Einwohnerzahl des Landes. Die landwirtschaftlichen Flächen Ägyptens sind von der Entstehung her in drei Gruppen zu unterteilen [6]:

- 1) Das Niltal und das Nildelta mit den historischen Bewirtschaftungsgebieten. Deren meisten Böden sind rezentes Nil-Alluvium [43], die sehr fruchtbar sind. Die Besitzverhältnisse sind kleinbäuerlich. Die Feldstrukturen sind kleinflächig. Die Bewirtschaftung erfolgt in der Regel ohne großen Maschineneinsatz. Die Bewässerung erfolgt mit Nilwasser über Kanalsysteme ohne hohen Technikeinsatz. Es erfolgen bis zu drei Fruchtfolgen pro Jahr. Die Fayum-Oase wird im weiteren Sinn auch zum Niltal gezählt, da diese auch mit Wasser aus dem Nil versorgt wird; deren Böden sind allerdings kein Alluvium.
- 2) Die weiteren Oasen gehören ebenfalls zu den traditionellen althergebrachten landwirtschaftlichen Gebieten. Die Besitzverhältnisse und Bewirtschaftungsmethoden sind denen des Niltals und Nildeltas ähnlich. Die Bewässerung erfolgt in der Regel mit fossilem, nicht erneuerbarem, teilweise artesischem

Tiefengrundwasser. Die sandigen Böden sind durch jahrhundertelange Bewirtschaftung mit Humus angereichert, ähnlich einem Hortisol.

- 3) Die ab 1964 mittels staatlich gelenkter Projekte in den Wüsten angelegten großmaßstäbigen Produktionsflächen mit moderner Bewässerungstechnik nach westlichen Standards. Die sandigen Böden können durch eine jahrelange fachgemäße Bewirtschaftung, die auf Zuführung von Organik ausgerichtet ist, einen gewissen Humusanteil aufbauen.

Die Daten über Größenangaben zu den tatsächlich nutzbaren landwirtschaftlichen Flächen in Ägypten sind sehr unterschiedlich und variieren von Quelle zu Quelle und von Jahr zu Jahr. Es werden in der Regel nur Gesamtflächengrößen angegeben. Es wird keine Unterscheidung gemäß der oben beschriebenen Unterteilung nach Art und Entstehung in Old Lands und New Lands vorgenommen. Und es fehlen Erläuterungen zu den teilweise von Jahr zu Jahr sprunghaft zu- und abnehmenden Flächen, sodass diese zunächst nur interpretiert werden können. Nachfolgende Zusammenstellung soll einen Überblick verschaffen.

Die angegebene verfügbare Landwirtschaftsfläche für Ägypten pro Jahr für den Zeitraum von 1961 bis 2018 schwankt stark, nimmt aber tendenziell zu; für 2018 wird laut einer Quelle eine Fläche von 29.110 km<sup>2</sup> angegeben [44].

Andere Quellen bieten teils deutlich abweichende Schätzungen. Die landwirtschaftlich genutzten Flächen Ägyptens werden am Ende des 19. Jahrhunderts mit ungefähr 22.000 km<sup>2</sup> angegeben [24], bis zum Jahr 1960 hat die verfügbare Gesamtfläche um 3.000 km<sup>2</sup> auf ungefähr 25.000 km<sup>2</sup> zugenommen; dies entspricht einer Flächenzunahme um 16 %. In den Jahren 1961 bis 1991 blieb diese Flächengröße relativ konstant und betrug im Durchschnitt 25.000 bis 27.000 km<sup>2</sup>; für die Jahre 1967 bis 1975 lag die verfügbare Fläche bei etwas mehr als 28.000 km<sup>2</sup>. Ab 1992 ist die landwirtschaftlich nutzbare Fläche kontinuierlich angestiegen und erreichte 2015 knapp 38.000 km<sup>2</sup> [45]. Dies entspricht einer Zunahme um 43 % in den Jahren von 1992 bis 2015.

Betrachtungen zur Landgewinnung aus dem Jahr 1957 im Rahmen der Errichtung des Assuan-Staudamms schätzten, dass ein großer Teil der Kulturflächen (insgesamt 25.000 km<sup>2</sup>; dies entspricht dem Wert von 1960) durch die Beckenbewirtschaftung in eine intensivere Bewirtschaftung überführt werden kann. Aufgrund der dann möglichen zwei bis drei Ernten jährlich könnte über das Jahr betrachtet eine ideelle Flächengröße von 38.000 km<sup>2</sup> bewirtschaftet werden. Allerdings wird auch kritisch angemerkt, dass durch diesen vermeintlichen Zugewinn in Höhe von 15-20 % der bisherigen Nutzflächen durch Gräben und Dämme verloren gehen, da die Bewässerungswirtschaft die Aufteilung der Felder in kleine und kleinste Parzellen von oft nur Zimmergröße erforderlich macht. [46]

Die gesamte landwirtschaftliche Fläche, die nach dem Bau des Assuan-Staudamms neu gewonnen wurde, erreichte bis 1975 mehr als 400.000 ha (4.000 km<sup>2</sup>). Ebenfalls wird für 1975 die Größe der Flächen mit Beckenbewässerung mit etwa 284.000 ha (2.840 km<sup>2</sup>) angegeben; das heißt, dass diese Flächen von ehemals einer Ernte pro Jahr auf eine Bewässerung mit mindestens zweimaliger Ernte umgestellt wurden. Im gleichen Zeitraum ging jedoch eine fast ebenso große landwirtschaftliche Fläche an die Industrie und die wachsenden Siedlungen verloren.

Daten des Ministry of Agriculture and Land Reclamation (MALR) zeigen einen Anstieg der landwirtschaftlichen Nutzfläche von 23.800 km<sup>2</sup> im Jahr 1950 auf etwa 27.800 km<sup>2</sup> im Jahr 1982 und auf etwa 36.100 km<sup>2</sup> im Jahr 2013. 2017 wird für Ägypten eine gesamte bewirtschaftete Fläche von circa 33.000 km<sup>2</sup> angegeben [6]. 25 % davon sollen aus der Wüste gewonnenes Land sein; das sind 8.250 km<sup>2</sup>. Demzufolge müssen die verbleibenden 75 % mit 24.750 km<sup>2</sup> das traditionelle fruchtbare Ackerschwemmland des Niltals und des Nildeltas sein. Der Wert liegt jedoch höher als die 23.800 km<sup>2</sup> von 1950 und die 22.000 km<sup>2</sup> vom Ende des 19. Jahrhunderts. Das verwundert, da doch das fruchtbare Schwemmland deutliche Verluste durch Bebauung allgemein und Degradation an den Küsten des Nildeltas erlitten haben muss.

Die Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) geht 2015 von einer insgesamt potenziell für Bewässerung und damit für landwirtschaftliche Produktion geeigneten Fläche von 44.200 km<sup>2</sup> aus. Dies heißt, dass bei einer derzeitig bestehenden Fläche von 4.500 bis 5.000 km<sup>2</sup> in den New Lands, diese ungefähr um dieselbe Flächengröße erweitert werden könnten. [47]

**Tabelle 3:** Die Entwicklung der Größe der landwirtschaftlichen Flächen Ägyptens, 1900-2018

	1900	1950	1975	1982	2002	2013	2017	2018
<b>insgesamt</b>	22.000	23.800		27.800	34.222	36.100	33.000	29.110
<b>Old Lands</b>	22.000	22.000			29.089		24.750	
<b>New Lands</b>		1.800	4.000		5.133		4.200	

[24],[27],[43],[44],[45],[46],[47],[56],[58]

Für kultiviertes Wüstenland ist eine geringere Produktivität gegenüber dem fruchtbaren Schwemmland ermittelt worden; dieses trägt bei 25 % der Gesamtfläche nur 7 % zum Gesamtwert der landwirtschaftlichen Produktion bei. Obwohl das fruchtbare Schwemmland momentan hohe Erträge erwirtschaftet, wird dessen langfristige landwirtschaftliche Produktivität durch die zunehmende Versalzung abnehmen. Schätzungsweise 35 % der Anbauflächen sind, verursacht durch Entwässerungsprobleme, bereits davon betroffen. [6] Bereits 1977 hatten Staunässe- und Versalzungsprobleme in Ägypten rapide zugenommen haben, nachdem das Bewässerungssystem nach dem Bau des Assuan-Staudammes auf ganzjährige Bewirtschaftung umgestellt wurde [48]. Um 1990 waren etwa 28 % des Ackerlands in Ägypten von Staunässe und Versalzung betroffen [49]. [50]

Andere Untersuchungen deuten darauf hin, dass in Ägypten bereits etwa 20.000 km<sup>2</sup> der landwirtschaftlich wertvollen Böden unter Versalzungsproblemen leiden: 60 % des kultivierten Landes in der nördlichen Deltaregion, 20 % der südlichen Deltaregion und der mittleren Region und 25 % der Böden in der Region Oberägypten. Es wird angemerkt, dass die Verbreitung von versalzten Böden in engem Zusammenhang mit Umweltfaktoren wie Klima, Geologie, geochemischen und hydrologischen Bedingungen steht. [51], [52]

Aufgrund des schnellen Bevölkerungswachstums ist der durchschnittliche Pro-Kopf-Anteil an der landwirtschaftlichen Fläche stetig gesunken, von 0,12 ha im Jahr 1950 auf 0,1 im Jahr 1960 und 0,06 im Jahr 1990 [53]. Da die Bevölkerungswachstumsrate die Ausdehnung der landwirtschaftlichen Nutzfläche bei weitem übersteigt [54], sinkt der Pro-Kopf-Anteil an der landwirtschaftlichen Nutzfläche jährlich. Im Jahr 2013 lag der Pro-Kopf-Wert bei 0,04 ha und ist damit einer der niedrigsten weltweit. Ein weiterer wichtiger Grund für den kontinuierlichen Rückgang des Pro-Kopf-Anteils an landwirtschaftlicher Nutzfläche in Ägypten ist die Urbanisierung und die Ausdehnung der Wohngebiete auf Kosten der landwirtschaftlichen Fläche. Trotz mehrerer Gesetzesmaßnahmen zur Einschränkung dieses Trends findet immer noch eine Abnahme der landwirtschaftlichen Nutzfläche mit einer jährlichen Rate von 8.400 ha statt [55].

Auswertungen von 2011 lassen seit 2009 eine starke Zunahme der Wüstenbildung erkennen. Dadurch verliert Ägypten zudem jedes Jahr schätzungsweise 11.736 ha landwirtschaftlicher Nutzfläche; damit sind 31.000 km<sup>2</sup> landwirtschaftlicher Nutzfläche des Landes in absehbarer Zeit der totalen Zerstörung ausgesetzt [56]. Es ist nicht erkenntlich, ob es sich um kultiviertes Wüstenland oder Landflächen im Niltal und Nildelta handelt.

Andererseits geht die ägyptische Regierung davon aus, dass die bewässerten und damit die landwirtschaftlichen Flächen bis 2025 auf 4,7 Millionen ha ansteigen, was einer ideellen Anbaufläche von etwa 8,9 Millionen ha entspräche. [27]

Weiterhin ist anzumerken, dass sich die Qualität der landwirtschaftlichen Flächen in Ägypten in den letzten fünf Jahrzehnten aus verschiedenen Gründen verschlechtert hat [29][27]:

- Geringe Investitionen in die Entwässerung seit den 1950er Jahren, die zu den bereits erwähnten Versalzungsproblemen führen. Die FAO schätzte, dass bereits Mitte der 1970er Jahre 35 % der Anbauflächen in Ägypten unter Versalzungsproblemen litten, was zu Ertragsminderungen führte [57].
- Das Nachlassen der Bodenfruchtbarkeit mit einhergehender Verschlechterung der Bodenqualität
  - > aufgrund der Intensivierung des Anbaus mit doppelten Ernten,
  - > durch das Fehlen des Schlamms aus dem Nil und
  - > die Verwendung der obersten Schicht des Bodens zur Herstellung von Ziegeln [57].
- Der steigende Grundwasserspiegel, der auf die Nichtanwendung wissenschaftlich empfohlener Fruchtfolgen und den wiederholten Anbau bestimmter Kulturen zurückzuführen ist [55].

2017 gab der ägyptische Staat bekannt, dass 1,7 Millionen Feddan (7.140 km<sup>2</sup>) zurückgewonnen worden sind. Dabei handelte es sich um Landflächen, auf denen illegal Bauwerke errichtet worden waren. Diese wurden abgerissen und die Flächen wieder urbar gemacht [58].

Abschließend ist anzumerken, dass aufgrund der fehlenden Sediment-Ablagerungen im Nildelta seit Errichtung des Assuan-Staudamms die Erosion entlang der Nildelta-Mittelmeerküste immer stärker zunimmt. Dazu entstehen flache, salzhaltige Seen im ehemaligen fruchtbaren Schwemmland entlang der seewärtigen Seite des Deltas [59].

### **3.3. NEUERSCHLIEßUNG VON LANDWIRTSCHAFTLICHEN FLÄCHEN**

Vor dem Hintergrund einer Überbevölkerung im Niltal und im Deltagebiet fördern die ägyptischen Regierungen die Ansiedlung neuer Siedlungen in Wüstengebieten und haben neue Landgewinnungsprojekte angeschoben, um wertvolles Ackerland zu erhalten und neues Ackerland zu gewinnen. Generell besitzen derartige Projekte für die jeweilige Regierung einen hohen Prestigecharakter. Die Pläne sind in der Regel ambitioniert und haben hochgesteckte Ziele. Allerdings erfolgt deren Umsetzung schleppend, weil viele Probleme und Schwierigkeiten auftauchen, die im Planungsprozess oft unberücksichtigt bleiben. Daher werden die gesteckten Umsetzungszeiträume oft nicht erreicht. Einige Projekte kommen in der Umsetzungsphase sogar zum Stillstand. Die politischen Unruhen der 2010er Jahre haben sicherlich auch hierzu beigetragen. Es gibt auch Aussagen von Agrarexperten, die die großen staatlichen und privaten Investitionen und Initiativen zur Bewirtschaftung der Sahara-Wüste mit einem nur mäßigen Erfolg bewerten und die weitere landwirtschaftliche Intensivierung von Wüstenböden kritisch betrachten [60], [61].

Zahlen und Daten zum Umsetzungsstand etwaiger Projekte sind von offizieller Seite kaum vorhanden. Aufgrund des Prestigecharakters sind unabhängige Informationen schwer zu erlangen, kritische Fakten, wie zum Beispiel zu Umsetzungsproblemen, werden überhaupt nicht veröffentlicht. Die Daten aus den verfügbaren Quellen sind daher nicht aktuell und teilweise voneinander abweichend. Mitte der 1990er Jahre sind drei Megaprojekte zur Bewässerung und damit zur Urbarmachung von Wüstenboden außerhalb des Niltals, den Old Lands, zu neuen landwirtschaftlichen Produktionsflächen, den New Lands, angeschoben worden. Aus hydrologischer Sicht besteht ein wesentlicher Unterschied zwischen den New Lands und den Old Lands darin, dass die Rückflüsse der Bewässerung aus den New Lands nicht weiter flussabwärts zur Verfügung stehen, wie es bei der Bewässerung der Old Lands der Fall ist.



[14]

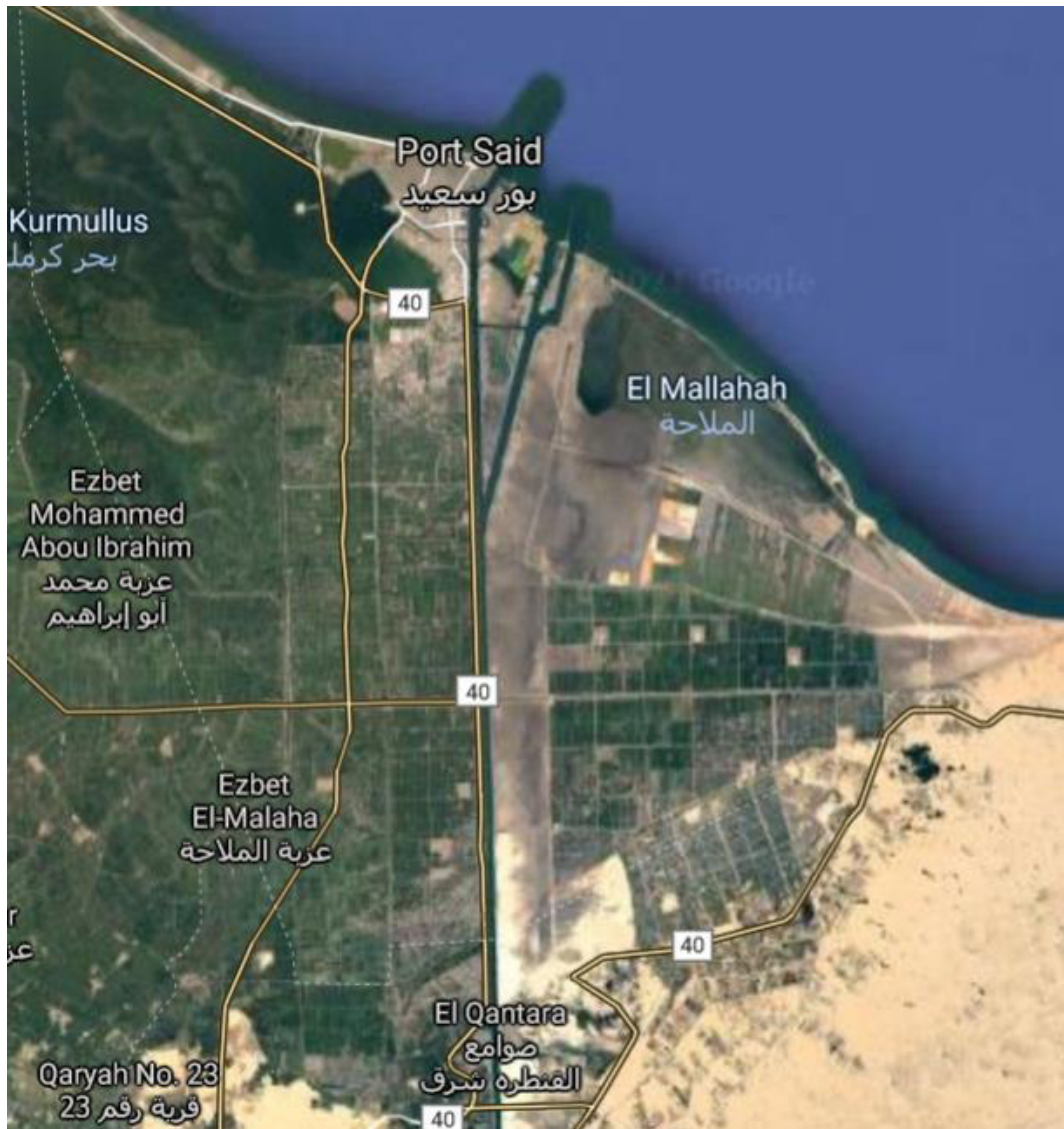
Abbildung 3.1: Landerschließungsprojekte

### 1) Das West Delta Region Project

Das West Delta Region Project ist ein Infrastrukturprojekt zur Verbesserung der Bewässerung in der West-Delta-Region. Es zielt darauf ab, die Bewässerung von 500.000 Feddan (210.000 ha) zu verbessern, 170.000 Feddan (71.400 ha) zu rekultivieren und die Infrastruktur für 250.000 Feddan (105.000 ha) zu sanieren. Bei diesem Projekt handelt es sich um eine öffentlich-private Partnerschaft gemäß einem Design-Build-Operate (DBO) Modell. [61] Ein privater Betreiber plant und baut die Maßnahmen und betreibt als Bewirtschafter 30 Jahre lang die gesamte Infrastruktur, einschließlich der damit verbundenen Nachfrage- und Geschäftsrisiken. Der öffentliche Sektor bleibt der Eigentümer der Anlagen und finanziert das Projekt. Die Einnahmen sollen aus einer festen Gebühr für die Landfläche und einer volumetrischen Gebühr für den Wasserverbrauch generiert werden. [62] Seit 2012 hat die neue ägyptische Regierung das Projekt auf Eis gelegt.

### 2) Das North (and Central) Sinai Development Project

Das North Sinai Development Project, auch Al-Salam-Kanal-Projekt genannt, sieht vor, landwirtschaftliche Flächen westlich und östlich des Suez-Kanals zu kultivieren. Nach aktuellen Aussagen des Ministers für Landwirtschaft und Landgewinnung Alsayed Marzook Alquasir gehört dieses Projekt momentan zu den am stärksten forcierten Expansionsprojekten Ägyptens [8]. Hauptschlager des Projekts wird der 87 km lange in den 1990er Jahre gebaute Al-Salam-Kanal (Friedenskanal) sein. Von diesem wird das Nilwasser seit 1997 über vier Düker unter dem Suez-Kanal hindurch weitergeleitet in den östlich verlaufenden neu angelegten Al-Sheikh Gaber Al-Sabah-Kanal, benannt nach dem Sponsor, dem Emir von Kuwait. Dieser Kanal sollte bereits im Jahr 2002 das Wasser bis in das 175 km östlich des Suez-Kanals gelegene El-Arisch-Tal im Nordsinai leiten und dort etwa 300.000 ha Wüstenboden zum Leben erwecken. Drei Millionen Menschen sollten dort in neuen Städten angesiedelt werden. [63], [64], [65], [66]



[67]

**Abbildung 3.2:** Ausschnitt aus Google Maps: Abschnitt nördlicher Suez-Kanal mit neu gewonnen landwirtschaftlichen Flächen im Rahmen des North Sinai Development Project

Das Mitte der 1990er Jahre initiierte Projekt war zwischenzeitlich aufgrund terroristischer Kampfhandlungen auf dem Sinai zum Stillstand gekommen. 2018 hat der ägyptische Staat angekündigt, die allgemeine Entwicklung auf dem Sinai durch Investitionsmaßnahmen wieder vermehrt in Gang zu bringen. Dies erfordert wegen der immer noch bestehenden größtenteils instabilen Lage eine Sicherung mithilfe des Militärs. [68]

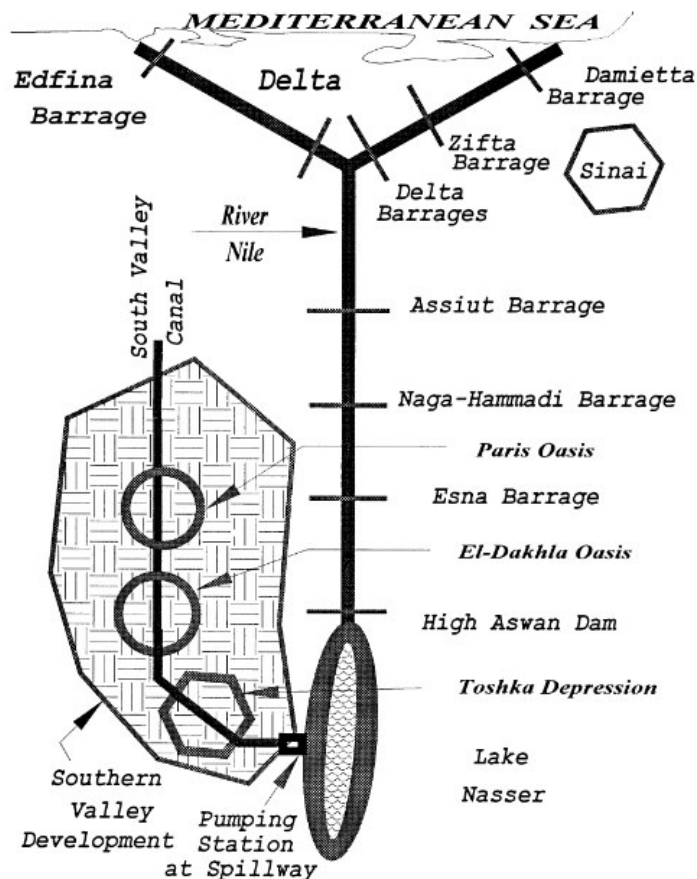
2019 gab das Ministry of Irrigation and Water Resources bekannt, dass im Rahmen des North-Sinai-Projects geplant sei, 400.000 Feddan (168.000 ha) neues Ackerland zu gewinnen, deren Wasserversorgung über den Al Salam-Kanal erfolgen soll; 125.000 Feddan (52.500 ha) würden bereits kultiviert [69].

Die geplanten landwirtschaftlichen Flächen für die Gebiete um Rabaa und Bir al-Abd werden mit 156.000 Feddan (65.520 ha) und für die Gebiete um Al-Serr und al-Qawarir mit 85.000 Feddan (35.700 ha) angegeben. Diese Gebiete sollen zusätzlich mit Wasser aus einer für 1 Milliarde Ägyptische Pfund (LE) (ungefähr 50.000,- EUR) am Meer geplanten Meerwasserentsalzungsanlage versorgt werden. Im Jahr 2018 sollen bereits zwölf von 25 geplanten Versorgungsleitungen fertiggestellt worden sein. [68], [70]

Aktuelle Informationen und Daten zum Stand des Projekts sind kaum verfügbar. Die in der Literatur enthaltenen Angaben zum Stand der geplanten und bereits realisierten Landwirtschaftsflächen sind widersprüchlich. Der Minister für Landwirtschaft und Landgewinnung Alsayed Marzook Alquasir sagte im Februar 2021 aus, dass mittelfristig insgesamt 600.000 Feddan (252.000 ha) bewirtschaftet werden und für die Bewässerung eine tägliche Bewässerungsmenge von 9,6 Millionen m<sup>3</sup> eingeplant ist [8].

Bei Betrachtung der Flächen des Sinai-Gebietes in Google Maps (Stand März 2021) [67] ist zu erkennen, dass ungefähr 40 % des geplanten Verlaufs des Al-Sheikh Gaber Al-Sabah-Kanals fertiggestellt sind; er endet auf Höhe der Stadt Bir al-Abd. Hier verläuft auch die Frontlinie zum terroristischen Kampfgebiet. Kultivierte landwirtschaftliche Flächen sind bisher zu erkennen auf dem gesamten Gebiet zwischen Nildelta und Suez-Kanal, diese werden mit einer Größe von 220.000 Feddan (92.400 ha) [65] angegeben, und eine zusammenhängende Fläche östlich entlang des Suez-Kanals, die schätzungsweise 25.000 ha groß ist; diese Flächen entlang des Suez-Kanals sind bis 2002 kultiviert worden.

### 3) Das New Valley Project (Toshka project)



[71]

**Abbildung 3.3:** Kartenskizze zum geplanten Southern Valley Development Project (SVDP) mit den Teilprojekten Toshka, El-Dakhla-Oase und Paris Oase

Das ehemals ambitionierte Vorhaben große Teile der südwestlichen Wüstengebiete, nordwestlich des Nasser-Sees zu erschließen und zu kolonisieren, ist ab 1997 als Megaprojekt unter dem Titel Southern Valley Development Project (SVDP) initiiert worden. Das Ziel war, in einem Zeitraum von 30 Jahren die Siedlungs- und Landwirtschaftsflächen des Landes von 4 % auf 24 % zu erweitern. Es sollten neue autarke Bevölkerungszentren für mehrere Millionen Einwohnende abseits der engen Grenzen des Niltals entstehen. Es waren drei zentrale Gebiete geplant, die über komplexe Bewässerungsinfrastrukturen landwirtschaftlich erschlossen werden sollten: New Valley (Toshka Project), El-Dakhla Oase und Paris Oase. [71]

Das Gebiet sollte über einen neuen Kanal, den South Valley Canal, mit Wasser aus dem Nasser-See und über Tiefbrunnen, die Wasser aus dem Nubischen Aquifer fördern, versorgt werden. Der 2017 fertig gestellte South Valley Canal verläuft von der Toshka-Bucht am Nasser-See in westlicher Richtung bis zum Darb el-Arbe'ien und dann in nördlicher Richtung entlang des Darb el-Arbe'ien bis zur Oase Baris mit einer Gesamtlänge von 310 km. Bis zum Jahr 2002 sollten 210.000 ha und bis 2017 420.000 ha Land urbar gemacht werden, am Ende des Projekts sollten es 1,43 Millionen ha sein. 5 Milliarden m<sup>3</sup> Oberflächenwasser pro Jahr werden für das Projekt benötigt. [71]

Mit dem im Rahmen des Southern Valley Development Projects 1997 initiierten Teilprojekts New Valley Projekt, auch Toshka-Projekt genannt, sollte quasi ein zweites Niltal geschaffen werden, daher der Name New Valley. Zu dessen Erschließung sollten 10 % des verfügbaren Wassers aus dem Nasser-See über ein komplexes

Bewässerungssystem für die Bewässerung von rund 240.000 ha Land bereitgestellt werden; andere Quellen geben 175.000 ha an. Das Wasser soll über den South Valley Canal zugeführt werden. Dieser wird über die 2005 fertiggestellte Mubarak-Pumpstation mit Wasser aus dem Nasser-See gespeist. Von 1997 bis 2015 sind nur ein Bruchteil der Projektziele umgesetzt worden. 2012 sollen 21.000 ha neues Land in Bewirtschaftung gewesen sein [72]. [73] Bis 2020 sollte das Projekt abgeschlossen werden. [74] Die Kanäle, die das Wasser von den Hauptkanälen zu den Ackerflächen leiten sollen, sollten durch private Investoren hergestellt werden. Ab 2012 hinkten diese Investitionen jedoch deutlich hinterher, sodass der Nutzen aus dem Projekt bisher viel geringer ist als erwartet. [75] Ab 2015 hat die ägyptische Regierung das Projekt erneut angeschoben. Erst 2017 wurde, wie bereits erwähnt, der Hauptkanal fertiggestellt. Und mit Stand 2017 werden 8.400 ha Wüstenboden kultiviert; widersprüchlich zu den im Jahr 2012 angegebenen 21.000 ha. Hauptsächlich werden Tafeltrauben, Melonen und Kartoffeln angebaut; alles Früchte, die in den Export nach Europa gehen. Bis 2022 soll das New Valley-Projekt/Toshka-Projekt abgeschlossen werden, ebenfalls Stand 2017; Informationen zum derzeitigen Stand (März 2021) sind zu diesem Zeitpunkt nicht verfügbar. [74], [76]

Neben der Finanzierung der Zuleitungskanäle sind die offensichtlich schnell auftretenden Versalzungserscheinungen der neu kultivierten Wüstenböden ein wesentliches Problem, das den Erschließungsprozess der Flächen im New Valley-Projekt/Toshka-Projekt ins Stocken bringt. Das liegt zum einen an den bodenbürtig vorkommenden hohen Salzgehalten in den Böden der Westlichen Wüste und zum anderen an der hohen Evaporation, die es fast unmöglich macht, die Mineralstoffe über die Bewässerung in tiefere Schichten oder über ein Drainagesystem aus den kultivierten Bodenhorizonten heraus zu spülen. Zudem verbinden sich die gelösten Salze mit den im Boden vorkommenden Tonmineralien, sodass undurchlässige Schichten entstehen, die wiederum ein Herausspülen von Salzen verhindern. [72], [74], [77]



[78][77]

**Abbildung 3.4:** Ausschnitt aus Google Maps: Das New Valley/Toshka-Projekt innerhalb Ägyptens

#### 4) Weitere Projekte

2015 startete ein Landgewinnungsprojekt für 6.300 km<sup>2</sup> in der Nähe der Stadt Farafra, zentral in der libyschen Wüste Ägyptens gelegen. Die dafür nötige Wasserversorgung mit Wasser aus dem Nubischen Aquifer soll über 13.225 Brunnen gewährleistet werden, die der Staat Ägypten finanziert. [79]

2020 ist im Gouvernement Ismailia am Suez-Kanal eine große landwirtschaftliche Kläranlage gebaut worden. Die Anlage mit einer Kapazität von 1 Million m<sup>3</sup>/Tag ist Teil der Politik der ägyptischen Regierung, die natürlichen Wasserressourcen (Oberflächen- und Grundwasser) zu erhalten. Das aufbereitete Drainagewasser aus der

Landwirtschaft wird über Düker auf die östliche Seite des Suez-Kanals geleitet und zur Bewässerung von 28.300 ha Plantagen auf der Sinai-Halbinsel genutzt. [80]

Ab 1997 hat der ägyptische Staat, unterstützt durch die FAO, 15 km südlich der Stadt Ismailia die Serapium-Forstplantage unter dem Namen GCP/RAB/013/ITA project anlegen lassen, die mit dem Wasser aus der Kläranlage der Stadt Ismailia bewässert wird. Ägyptische Wissenschaftler haben das Abwasserpotenzial für die Aufforstung im Land erforscht. Sie fanden heraus, dass damit 1,6 Millionen ha Wüste in Wirtschaftswälder verwandelt werden könnten, die ackerbaulich und wirtschaftlich sinnvoll sind [81]. Das Nationale Programm zur sicheren Nutzung von aufbereitetem Abwasser für die Aufforstung setzt die lobenswerten Ambitionen des Landes um. Das Bestreben wurde erstmals 1992 auf der UN-Konferenz in Rio zum Ausdruck gebracht [82].

Mit der Gründung der National Company for Protective Cultivations (NCPC) wurde vom Ägyptischen Staat 2017 das Greenhouse Project initiiert, mit dem die Errichtung von Gewächshäusern auf einer Fläche von 100.000 Feddan (42.000 ha) geplant ist [8]. Ägypten verfolgt damit den Ausbau der Selbstversorgung im Bereich der Lebensmittelproduktion und der Ernährungssicherheit sowie die Förderung des Exportmarkts. Der Beginn des Großprojektes startete in Al Amal, wo 40 ha Gewächshäuser realisiert wurden. In den folgenden Jahren wurden Gewächshäuser in der Nähe von Ramadan City, Abu Sultan und Allahun errichtet - insgesamt in einer Größenordnung von mehreren tausend ha. 2019 sind 1.300 Gewächshäuser in der Nähe der Mohamed Naguib Militärbasis eingeweiht worden. 2020 ist ein weiteres Gewächshausareal bestehend aus 126 Clustern mit jeweils 6, 8, 10 oder 12 Gewächshäusern auf 1.200 ha im Küstenbereich von Alexandria fertiggestellt worden. Die Gewächshäuser sind so konzipiert, dass die Temperaturen im Inneren reduziert werden können. Netzgewächshäuser werden im Winter für den Export nach Europa und im Sommer für den Export in den Mittleren Osten genutzt. [83], [84]

### 3.4. DER LANDWIRTSCHAFTLICHE SEKTOR

Der Agrarsektor spielt nach wie vor eine entscheidende Rolle in Ägyptens Wirtschaft. Er ist die Grundlage der sozioökonomischen Entwicklung des Landes. Bei Berücksichtigung der mit der Landwirtschaft verbundenen Aktivitäten - Weiterverarbeitung, Vermarktung und Produktion - sind über 40 % der Bevölkerung im Agrarsektor beschäftigt. Er ist wichtig für eine autarke Entwicklung des ägyptischen Staats; er liefert Nahrungsmittel für eine wachsende Bevölkerung und versorgt die heimische Industrie mit Rohstoffen. In den 1970er Jahren verlor die Landwirtschaft trotz erheblicher Investitionen in die Landgewinnung ihre Position als führender Wirtschaftszweig Ägyptens. Die landwirtschaftlichen Exporte, die 1960 wertmäßig 87 % aller Warenexporte ausmachten, fielen 1974 auf 35 % und 2001 auf 11 %.

Im Gegensatz zu der Situation in vergleichbaren Entwicklungsländern ist die ägyptische Landwirtschaft überwiegend auf kommerzielle und nicht auf Subsistenzproduktion ausgerichtet. Etwa drei Viertel des Gesamtwertes der ägyptischen Agrarproduktion entfallen auf Feldfrüchte, der Rest auf tierische Produkte, Obst und Gemüse sowie andere Sonderkulturen. Die Produktion von landwirtschaftlichen Produkten in Ägypten stieg 1969 bis 2018 mit einer durchschnittlichen jährlichen Wachstumsrate von 2,72 %. [85]

Zwischen 2014 und 2016 betrug der durchschnittliche Wert der Nahrungsmittelproduktion etwa 238 USD pro Person, verglichen mit 245 USD pro Person zwischen 2005 und 2007 [86].

Während der größte Teil der in Ägypten produzierten landwirtschaftlichen Güter für die Eigenversorgung im Land dient, gibt es auch Agrarerzeugnisse, die wichtig sind für die ägyptische Exportwirtschaft. Bei den Agrarprodukten Zwiebel, Aubergine, Tomate, Mandarine, Gartenerdbeere, Dattel, Echte Feige, Knoblauch, Büffelmilch, Gans und Kaninchen zählt Ägypten weltweit zu den jeweils fünf größten Produzenten. Das unterstreicht nochmals die Bedeutung des ägyptischen Agrarsektors, durch den mit ausgewählten und hochpreisigen Produkten gute Devisen erwirtschaftet werden (Tabelle 3). Im Jahr 2018 belegte Ägypten den ersten Platz unter den Datteln produzierenden Ländern mit einem Produktionsvolumen von rund 1,56 Millionen Tonnen Datteln. [87]

**Tabelle 4:** Auszug aus dem Ranking der weltweit je fünf größten Produzenten verschiedener landwirtschaftlicher Güter - hier die Güter, bei deren Produktion Ägypten zu den fünf größten Produzenten zählt.

Güter		Rankingnummer weltweit größter Produzent	Weltproduktion in t
Gemüse	Zwiebel	drittgrößter	93.168.548
	Aubergine	drittgrößter	51.288.169
Früchte	Tomate	fünftgrößter	177.042.359
	Mandarine	fünftgrößter	27.465.813
	Gartenerdbeere	viertgrößter	9.118.336
	Dattel	größter	8.460.443
	Echte Feige	zweitgrößte	1.050.459
Gewürze	Knoblauch	viertgrößter	26.573.001
Milchprodukte	Büffelmilch	viertgrößter	102.379.198
Fleisch	Gans	viertgrößter	2.698.322
	Kaninchen	viertgrößter	1.339.793

[88], [89]

### 3.5. ANGEBAUTE NUTZPFLANZEN

Die wichtigsten Kulturpflanzen, die in Ägypten angebaut werden, sind [90]:

- 1) Reis: Er ist eine der wichtigsten Getreidearten, die im Land angebaut werden. Er gehört zu den großen landwirtschaftlichen Exportgütern. Die Produktion des Landes im Jahr 2020 betrug 4 Millionen t. Ägypten ist der größte Produzent von Reis in Afrika.
- 2) Mais: Die Maiserzeugung ist seit 1960 ausgehend von 1,6 Millionen t gleichmäßig und stetig auf 6,4 Millionen t im Jahr 2020 angestiegen. Das Land ist der achtgrößte Verbraucher der Welt und der fünftgrößte Importeur sowie der drittgrößte Produzent in Afrika nach Nigeria und Südafrika. [91]
- 3) Weizen: Die Weizenproduktion ist seit Mitte der 1980er von durchschnittlich 1,9 Millionen t kontinuierlich auf 8,9 Millionen t im Jahr 2020 angestiegen. Das Land ist damit der größte Weizenproduzent in Afrika; eine beachtliche Leistung trotz der geringen verfügbaren Anbauflächen. Nach Ansicht des Autors ist diese enorme Ertragssteigerung auf neue Anbauflächen in der Wüste zurückzuführen; es gibt keine detaillierten Daten dazu. Nichtsdestotrotz bleibt Ägypten der zweitgrößte Importeur von Weizen weltweit.
- 4) Zuckerrohr: Die Zuckerproduktion aus Rohrzucker ist von unter 0,4 Millionen t im Jahr 1960 ebenfalls kontinuierlich angestiegen und lag 2020 bei 2,6 Millionen t.
- 5) Baumwolle: Die Produktion ist seit 1980 von 2.428.000 Ballen kontinuierlich und relativ stark rückläufig; 2020 betrug die Produktion nur noch 215.000 Ballen. Sie war die Hauptanbaupflanze, ist aber heutzutage als Exportgut nicht mehr wichtig. Der Anbau von Baumwolle wird zugunsten von Nahrungsmitteln begrenzt.
- 6) Futterpflanzen: Berseem, ägyptischer Klee, ist die am häufigsten angebaute Futterpflanze im Niltal und Nildelta.

Vereinfacht ausgedrückt werden in Ägypten auf etwa 60 % der Anbaufläche sechs verschiedene Hauptfrüchte angebaut: Weizen, Berseem, Reis, Mais, Baumwolle und Zuckerrohr.

Weitere wichtige Kulturpflanzen, die in Ägypten angebaut werden, sind Sorghum, Sojabohnen, Kartoffeln, Gerste, Zwiebeln, Kartoffeln, Wassermelonen, Tomaten, Zitrusfrüchte, Datteln, Mango, Orangen, Feigen und Weintrauben sind die wichtigsten Früchte nach Anbaufläche. Zunehmend werden moderne Techniken eingesetzt, um auch Obst, Gemüse und Blumen für den Export zu produzieren.

Das Anbaumuster in Ägypten ist in gewisser Weise an die Bodenbedingungen angepasst. Im nördlichen Teil des Nildeltas, wo der Salzgehalt des Bodens hoch ist, umfasst die Fruchtfolge Reis und Baumwolle als wichtigste Sommerkulturen sowie Weizen und Klee als wichtigste Winterkulturen. Diese Feldfrüchte haben sich als salztolerant oder halbsalztolerant erwiesen.

Die Viehzucht ist ein wesentlicher Bestandteil des ägyptischen Agrarsektors. Der Bestand hat zwischen 2000 und 2009 stetig zugenommen, die Zahl der Rinder stieg von 3,53 auf 5,00 Millionen, Büffel von 3,38 auf 4,00 Millionen, Ziegen von 3,43 auf 4,55 Millionen und Schafe von 4,47 auf 5,50 Millionen, Kamele hingegen sind von 141.000 auf 110.000 Stück zurückgegangen [92]. 50 % des landesweiten Bedarfs an rotem Fleisch wird durch einheimische Tierproduktion gedeckt [8].

In Ägypten klafft eine Lücke zwischen der Produktion und dem Verbrauch von Weizen, die durch Importe ausgeglichen wird, was das Budget des Landes belastet. Die derzeitige Weizenlücke beträgt 49 % und könnte mit geeigneten wassersparenden Landbewirtschaftungsmaßnahmen auf 32 % reduziert werden; siehe auch 4.8 Maßnahmen zur Wassereinsparung > Bedarfsorientierte Maßnahmen. Bei unveränderter Bewirtschaftungspraxis ist durch den zunehmenden Einfluss des Klimawandels und das Bevölkerungswachstum bis zum Jahr 2030 eine Weizenlücke von 63 % zu erwarten. [93]

### 3.6. PROFIL DER LANDWIRTSCHAFTLICHEN BETRIEBE

Das Profil der landwirtschaftlichen Betriebe unterscheidet sich prinzipiell in kleinbäuerlichen Besitz auf den Old Lands und in große Agrarbetriebe auf den New Lands.

In Ägypten sind durch die Regierungen mehrere Landreformen durchgeführt worden. Für individuellen Landbesitz wurde im Jahr 1952 mit dem Agrarreformgesetz Nr. 178 eine Grenze von 80 ha eingeführt, die 1961 auf 40 ha und 1969 auf 20 ha gesenkt wurde. Bis 1975 war weniger als ein Achtel der gesamten Anbaufläche im Besitz von Eigentümern mit 20 ha oder mehr. Den Pächtern wurden mehr Sicherheiten zugestanden, wie das Recht auf Vererbung von Pachtverträgen und durch staatlich geregelte niedrige Pachtpreise. Mit der Regulierung der Landbesitzverhältnisse und der Pachtkontrolle wurde der Prozess einer Landumverteilung in Gang gesetzt. Diese kontinuierliche Landfragmentierung stärkte die eigenverantwortliche Bewirtschaftung durch Kleinbauern, was in Ägypten zunächst zu einem erheblichen Anstieg der Bodenerträge führte. Trotz der forcierten Landfragmentierung wurden bäuerliche Betriebe bis 1971 durch staatlich gelenkte Kollektivierung wieder zusammengeslossen, besonders in Oberägypten und Teilen des Nildeltas. Mit Stand März 2021 sind keine Angaben zu Größe und Struktur etwaiger kollektiver Betriebe in Erfahrung zu bringen gewesen.

1997 wurde das Agrarreformgesetz Nr. 178 durch das 1992 erlassene Gesetz 96 abgelöst. Dies sieht nicht mehr den rechtlichen Anspruch auf Vererbung von Pachtverträgen vor. Der Anspruch bleibt nur bei Alt- Immobilien erhalten. Die Pachtkontrollen über geregelte Pachtpreise wurden aufgehoben. [94] Nach dem 1. Oktober 1997 konnten alle Landbesitzer ihr Land zurücknehmen und von den Pächtern marktgerechte Pachtpreise verlangen, die in einigen Fällen je nach Lage und Produktivität um 300-400 % anstiegen. Der Pachtzins wurde durchschnittlich vom Sieben- auf mindestens das 22-fache der Grundsteuer erhöht. Pachtverhältnisse werden nun zu Jahresverträgen angeboten. Landbesitzer können ihr Land veräußern, ohne die Pächter zu benachrichtigen. Bis 1997 stiegen die Pachtpreise an vielen Orten auf 2.500 EGP pro Feddan. [95]

In Ägypten gibt es drei Formen von Landbesitz [13], [16]:

- 1) Eigentum, Besitzer und Eigentümer sind dieselbe Person,
- 2) Pachtbesitz durch monetäre Zahlungen oder Sachleistungen an den Eigentümer und
- 3) gemischter Betrieb, bei dem der Besitzer Eigentümer und Pächter zugleich ist.

Im Jahr 1995 machten Männer etwa 86 % der Landbesitzer aus, während 14 % Frauen waren. Der größte Anteil der weiblichen Besitzer, 12 %, fällt in die Kategorie von weniger als einem Feddan. In der Kategorie von 10 Feddan machen weibliche Betriebsinhaber 6 % der Gesamtzahl der Betriebsinhaber aus [95].

Angaben zu Betriebsstrukturen lassen sich nur hinsichtlich der Betriebsgrößen der traditionellen familiären Betriebe in den Old Lands ausfindig machen. Ungefähr 75 % dieser Flächen der traditionellen Schwemmlandböden entlang des Nils und im Nildelta werden von den Kleinbauern bewirtschaftet. Viele Kleinbauern besitzen auch Kühe, Wasserbüffel, Schafe und Hühner.

Nach der Landwirtschaftszählung von 1990 waren landesweit, sowohl in den Old Lands als auch in den New Lands, fast 96 % der Betriebe weniger als 2,1 ha groß; 50 % weniger als 0,42 ha. Etwa 96 % der Kleinbauern

bewirtschaften 56 % der gesamten ägyptischen Ackerfläche. Landwirtschaftliche Flächen der Old Lands befinden sich in der Regel in Privatbesitz; 58 % werden als Eigentum und 42 % im Rahmen eines Pachtvertrags bewirtschaftet. Die Pachtzahlungen an die Verpächter erfolgen zu 82 % monetär und zu 18 % im Rahmen von Erntebeitragspachtverträgen.

Im Nildelta sind 90 % der landwirtschaftlichen Flächen kleiner als 2,1 ha und 59 % davon sind kleinbäuerliche Flächen mit  $\leq 0,42$  ha. Gegenwärtig tendieren die Landwirte aufgrund der Landfragmentierung dazu, ertragreichere Früchte anzubauen, die wiederum einen höheren Wasserbedarf haben, sodass sie ihre Felder über längere Zeiträume bewässern. So entscheiden diese Kleinbauern über die Anbaumuster und sind hauptsächlich von der Reisfrucht abhängig, die den höchsten Nettogewinn abwirft. Als Folge der Landfragmentierung war die Gesamtzahl der Bewässerungsereignisse im Jahr 2013 höher als im Jahr 2006 und höher als die Anzahl der Bewässerungsereignisse von 1994. Daher war auch der gesamte Wassereinsatz für die Bewässerung von Feldfrüchten im Jahr 2013 höher als 2006 (+10,5 %) und 1994 (+12,6 %). [96]

Für 2017 werden landwirtschaftliche Betriebe typischerweise mit einem durchschnittlichen Flächenbesitz von 0,40 ha angegeben. Im Jahr 2000 machten Kleinbetriebe mit 5-6 Feddan (2,1-2,5 ha) den größten Teil des landwirtschaftlichen Bodenbesitzes mit 49,6 % in Ägypten aus. 34,7 % der landwirtschaftlichen Betriebe hatten 1 Feddan (0,42 ha) oder weniger. [31]

Die schätzungsweise 420.000 ha New Lands gehören sowohl dem öffentlichen als auch dem privaten Sektor. Die Regierung ist stets bemüht, neu gewonnene Flächen an private Landwirte und Investoren zu verkaufen. Die aus Wüstenboden gewonnenen Flächen werden vornehmlich durch staatliche oder große private Unternehmen bewirtschaftet. Es gibt keine offiziellen Angaben zu diesen Betriebsstrukturen und -größen. Es ist davon auszugehen, dass diese bis zu mehrere 1.000 ha groß sind. [30]

Im Jahr 2013 gab es in Ägypten mehr als 5.000 große Agrar-Unternehmen mit einem Gesamtkapital in Höhe von 38,7 Milliarden EGP. Mehrere große, teilweise auch international agierende Lebensmittelhersteller haben Beteiligungen an den landwirtschaftlichen Großbetrieben, wie zum Beispiel Egyptian Sugar and Integrated Industries Company (SIIC), Farm Frites-Egypt, Halwani Bros, Wadi Group, KADCO Egypt oder Blumberg Grain; einige verwalten die Farmen auch in Eigenregie. [97]

### 3.7. STRATEGIEN DES ÄGYPTISCHEN STAATS ZUR LANDWIRTSCHAFTLICHEN ENTWICKLUNG

Die ägyptischen Staatsregierungen brachten in den 1980er, 1990er und 2000er Jahren drei landwirtschaftliche Strategien zur Entwicklung der Agrarwirtschaft Ägyptens auf den Weg. Die Entwicklungsstrategie der 1980er Jahre befasste sich hauptsächlich mit der Liberalisierung des Agrarsektors, der Preisgestaltung und der Erhöhung der jährlichen Wachstumsrate der landwirtschaftlichen Produktion. Die Strategie der 1990er Jahre konzentrierte sich auf die Vollendung der Wirtschaftsreform im Agrarsektor, die Ausdehnung der Agrarexporte und auf eine Steigerung der jährlichen Wachstumsrate der landwirtschaftlichen Produktion. Die Strategie zur Entwicklung der Landwirtschaft bis 2017 fokussierte sich auf das Erreichen der Selbstversorgung mit Getreide, die weitere Förderung der jährlichen Wachstumsrate der landwirtschaftlichen Produktion und die Fortsetzung der Landgewinnung. All diese Strategien waren kurzfristig angelegt und haben vornehmlich die Produktionssteigerung im Fokus gehabt, ohne einen langfristigen Blick auf Ressourcenverbrauch und Nachhaltigkeit zu haben. [98]

Bereits Untersuchungen aus 2012 zu ökologischen, sozialen und wirtschaftlichen Indikatoren haben aufgezeigt, dass die Agrarpolitik in Ägypten auch weiterhin wirtschaftlich fokussiert sein kann und gleichzeitig sowohl soziale als auch ökologische Aspekte der Nachhaltigkeit berücksichtigen könnte. Es ist klar, dass die drei Strategien weit von Nachhaltigkeit entfernt sind. Es besteht die Notwendigkeit, die landwirtschaftliche Produktion bis 2050 um 70 % zu steigern, um mit dem Bevölkerungswachstum und den sich ändernden Ernährungsgewohnheiten Schritt zu halten. Die in Tabelle 1 aufgeführten Daten zeigen einige Indikatoren über den Agrarsektor in Ägypten im Vergleich zu den Jahren 1965, 2000 und 2014. Trotz der Notwendigkeit, die Produktion zu erhöhen, gibt die Zunahme der landwirtschaftlichen Fläche keinen sicheren Indikator, um die Bedürfnisse der Bevölkerung zu decken, die auf das Doppelte der Zunahme der landwirtschaftlichen Fläche gestiegen ist. Dies zeigt sich in der Ackerfläche pro Kopf, die 0,03 ha/Person erreichte, was einen Rückgang der Möglichkeiten der landwirtschaftlichen Produktion zur Deckung des Bedarfs bedeutet. Darüber hinaus sank die Wertschöpfung des BIP um 61%. Dies wird als ein starker Indikator für das Scheitern der laufenden Strategien angesehen, die eine signifikante Entwicklung im ägyptischen Agrarsektor bewirken oder sogar die Situation so belassen, wie sie ist. Das Fehlen von sozialpolitischen Maßnahmen, um qualifizierte Arbeitskräfte in der Landwirtschaft zu halten, zeigt sich

deutlich im prozentualen Anteil der männlichen Beschäftigten im Agrarsektor. Dieser Rückgang der männlichen Beschäftigung wurde durch den Anstieg der weiblichen Beschäftigung in der Landwirtschaft ersetzt. Die ägyptische Sozialstruktur zeigt, dass dieser Ersatz nur dazu dient, das Einkommen der Familien der Arbeiter zu sichern. Von Frauen in Ägypten wird nicht erwartet, dass sie die gleichen Fähigkeiten oder Erfahrungen wie Männer haben. Das bedeutet, dass der landwirtschaftliche Sektor die Fähigkeit verloren hat, Arbeitskräfte anzuziehen, und diese es vorzogen, eine andere Tätigkeit als Einkommensquelle zu finden. Es besteht ein dringender Bedarf an sozialpolitischen Maßnahmen in landwirtschaftlichen Gebieten, um die Menschen zu ermutigen, einer landwirtschaftlichen Tätigkeit nachzugehen. [99]

Die 2009 vom ägyptischen Staat verfasste Strategie „Sustainable agricultural development strategy towards 2030 (SADS)“ [100] resümiert:

1. Die bis dahin angewandte Wasserpolitik führt nicht zu einer effizienten Wassernutzung, obwohl die Wasserressourcen knapp sind; der landwirtschaftliche Sektor verbraucht 81,1 % der gesamten Ressourcen.
2. Klar formulierte Erlässe der Politik zum Schutz landwirtschaftlicher Flächen vor Überbauung werden nicht befolgt; Verstöße finden weiterhin statt.
3. Es fehlt eine Politik zum Schutz landwirtschaftlicher Flächen vor Fragmentierung. Obwohl sich alle Beteiligten einig sind, dass die Zersplitterung der landwirtschaftlichen Betriebe ein ernsthaftes Entwicklungshindernis darstellt, wurde bisher keine Politik zum Schutz der landwirtschaftlichen Flächen vor Zersplitterung eingeführt.
4. Trotz der Erfolge auf dem Gebiet der Landgewinnung ist es nicht gelungen, durch das Verteilungssystem lebensfähige Gemeinschaften zu etablieren, die sich auf den neu gewonnenen Flächen ansiedeln können.
5. Aufgrund des fehlenden Gleichgewichts zwischen der Politik zur Entwicklung der Humanressourcen, den Investitionen und der Politik zur Entwicklung der Landwirtschaft sind qualifizierte Arbeitskräfte knapp, und das in einer Zeit, in der die ländlichen Gemeinden hohe Raten von Arbeitslosigkeit und Unterbeschäftigung aufweisen.
6. Viele Forschungsinstitutionen sind in die Entwicklung der landwirtschaftlichen Forschung involviert, aber es gibt keinen signifikanten Effekt für ihre Forschung.
7. Die Fischereientwicklungspolitik weist Widersprüche auf, die mehrere Beschränkungen geschaffen haben, die weitere Investitionen in diesem Bereich behindern.
8. Die Politik hat es versäumt, die geografische und historische landwirtschaftliche Basis Ägyptens zu nutzen. Die Beziehungen zwischen Ägypten und sowohl afrikanischen als auch arabischen Ländern wurden nicht genutzt, um bessere Vermarktungsmöglichkeiten zu erhalten.
9. Die Zusammenarbeit und Koordination zwischen Regierung und NGOs ist fast verloren.
10. Schwache Umsetzungs- und Nachverfolgungsmechanismen haben es unmöglich gemacht, die Ziele der Strategien zu erreichen, selbst bei möglicher Aufmerksamkeit des MALR.

# 4. LANDWIRTSCHAFTLICHES BEWÄSSERUNGSMANAGEMENT IN ÄGYPTEN

## 4.1. ARTEN DER WASSERKNAPPHEIT IN ÄGYPTEN

Es können drei Arten von Wasserknappheit unterschieden werden [101]:

- Knappheit der physischen Ressourcen,
- organisatorische Knappheit, betrifft das organisatorische Management Wasser zur richtigen Zeit am richtigen Ort zur Verfügung zu stellen aufgrund des Fehlens einer adäquaten Infrastruktur und aufgrund von finanziellen, technischen und anderen Einschränkungen,
- Knappheit nach politischer Verantwortlichkeit, meint das Fehlen ordnungspolitischer Regulierung und das Versagen von Institutionen.

## 4.2. WASSERVERFÜGBARKEIT

Ägypten ist von Wasserknappheit und Problemen bei der Bewirtschaftung der Wasserressourcen betroffen. Als Entwicklungsland ist Ägypten besonders gefährdet, weil es nicht in der Lage ist sauberes Trinkwasser und angemessene Sanitärsysteme für die Menschen im Land bereitzustellen, eine nachhaltige Bewässerung sicherzustellen, Wasserkraft zur Stromerzeugung zu nutzen und vielfältige Ökosysteme zu erhalten. In Ägypten wird ein Großteil von Abwässern nur ungenügend gereinigt in Vorfluter abgegeben; ebenso werden landwirtschaftliche, industrielle und kommunale Abfälle in die Gewässer eingeleitet, was gebietsweise zu miserablen Wasserqualitäten in Kanälen, Feuchtgebieten und oberflächennahen Grundwasserleitern führt. Dies wiederum hat erhebliche Auswirkungen auf alle wasserbezogenen Sektoren. Zudem hat die stets zunehmende Intensivierung und Produktionssteigerung in der Landwirtschaft mit mehrfachen Ernten pro Jahr und höheren Erträgen durch Kunstdüngereinsatz bis heute zu einem mehr als doppelt so hohen Wasserbedarf wie vor dem Bau des Assuan-Staudamms geführt.

Die tatsächlichen Wasserressourcen, die nach offiziellen Zahlen derzeit für die Nutzung in Ägypten zur Verfügung stehen, sind 55,5 Milliarden m<sup>3</sup>/Jahr Nilwasser, 1,3 Milliarden m<sup>3</sup>/Jahr effektive Regenfälle auf dem nördlichen Streifen des Nildeltas sowie 1 Milliarde m<sup>3</sup>/Jahr nicht erneuerbares Grundwasser. Der Bericht der ägyptischen Umweltbehörde stellt fest, dass Ägyptens Süßwasserhaushalt ein Defizit aufweist: Das Angebot, das aus dem Nil (95 %), Niederschlägen (3,5 %) und Grundwasser (1,5 %) stammt, ist geringer als der aktuelle Bedarf. Ägypten verfügt über 58 Milliarden m<sup>3</sup> Süßwasserreserven, hat aber einen jährlichen Wasserbedarf von etwa 77-80 Milliarden m<sup>3</sup>. Die Lücke zwischen dem Bedarf und der Verfügbarkeit beträgt damit etwa 20 Milliarden m<sup>3</sup>. Diese wird durch die Wiederverwendung von gereinigtem Abwasser aus Kommunen und Industrie (4 Milliarden m<sup>3</sup>) sowie die Wiederverwendung von Brauchwasser, hauptsächlich Drainagewasser aus der Landwirtschaft (8 Milliarden m<sup>3</sup>), gedeckt. Weitere 4 Milliarden m<sup>3</sup> werden aus den oberflächennahen Grundwasserleitern gewonnen und 3 Milliarden m<sup>3</sup> stammen aus dem Al-Salam-Kanal-Projekt. Der Wasserverlust durch Evapotranspiration von den Anbauflächen wird auf 3 km<sup>3</sup>/Jahr geschätzt. [14]

Ägypten hat einen Zustand erreicht, in dem die verfügbare Wassermenge der wirtschaftlichen Entwicklung des Landes Grenzen setzt. Als Indiz für Knappheit in absoluten Zahlen wird oft der Schwellenwert von 1.000 m<sup>3</sup>/Kopf/Jahr verwendet. Ägypten hat diesen Schwellenwert bereits unterschritten. Als Schwellenwert der absoluten Knappheit werden 500 m<sup>3</sup>/Kopf/Jahr angesetzt, ein Wert, der gemäß der Bevölkerungsprognosen wahrscheinlich im Jahr 2025 erreicht wird. [11] (Ministry of Irrigation and Water Resources, 2014). Da 85 % des insgesamt verfügbaren Wassers in der Landwirtschaft verbraucht wird und die meisten der Bewässerungssysteme wenig effizient sind, gepaart mit schlechtem Bewässerungsmanagement, wird sich die Wasserknappheit negativ auf die Ernährungssicherheit auswirken. Außerdem ist die wasserintensive Überflutungsbewässerung das wichtigste und am häufigsten angewandte Verfahren in Ägypten, auf 83 % der alten Anbauflächen (Niltal und -delta). Die Anwendungseffizienz der Oberflächenbewässerung liegt in Ägypten bei 60 %, was zu großen Verlusten des eingesetzten Bewässerungswassers in den Entwässerungskanälen führt.

Ägypten muss für verschiedene, meist negative Zukunftsszenarien planen, wenn der Klimawandel zu höheren Temperaturen und geringeren Niederschlagsmengen führt. Selbst wenn es keine negativen Auswirkungen des

Klimawandels gäbe, hätte Ägypten mit einem stetigen Bevölkerungswachstum, zunehmender Urbanisierung und Anrainern mit eigenen Plänen zur Sicherung des zukünftigen Wasserbedarfs zu kämpfen. All dies erfordert, dass Ägypten die Planung der Wasserressourcen zur obersten nationalen Sicherheitspriorität macht. [102]

#### 4.3. EINFLUSS DES KLIMAWANDELS AUF DIE WASSERVERFÜGBARKEIT

Die schwer abschätzbaren Auswirkungen des Klimawandels auf den Wasserhaushalt des Nils werden aller Wahrscheinlichkeit nach eine weitere Herausforderung neben der zu erwartenden Beeinflussung durch den GERD für das Wassermanagement in Ägypten darstellen. In dieser Überlegung sind zum einen die Temperaturzunahme und zum anderen die sich ändernden Niederschlagsintensitäten zu berücksichtigen. Die detaillierten Klimavorhersagen variieren je nach Emissionsszenario und verwendeten Modellen. Klimamodellierungen zu Vorhersagen von Niederschlägen sind mit großer Unsicherheit behaftet [103], [104], [105]. Im Gegensatz dazu werden die von Klimamodellen vorhergesagten Temperaturänderungen in der Regel als zuverlässiger angesehen [106]. Die Analyse des Klimawandels wird durch diese Unsicherheiten erschwert [107]. Tatsächlich ist die gesamte Modellierungskette aus Klimamodellierung, räumlichem und zeitlichem Downscaling, hydrologischer Modellierung und Folgenabschätzung von relevanten Unsicherheiten betroffen, die bei Entscheidungsprozessen unbedingt berücksichtigt werden müssen [108].

Sicher ist, dass die Nilregion und insbesondere Ägypten eine weitere Erwärmung erfahren werden. Dies erhöht die Evapotranspiration, sodass der Bewässerungsbedarf steigen wird [109], [110]. Ein Temperaturanstieg um 1 °C kann die Evapotranspiration um etwa 4-5 % erhöhen, während ein Anstieg um 3 °C die Evaporationsrate um etwa 15 % erhöhen kann [111], [112]. Betrachtungen, die bis zum Jahr 2100 reichen, sehen einen dramatischen Anstieg des Bewässerungsbedarfs aufgrund der steigenden Evapotranspirationsraten vorher [113], [114]. Berechnungen aus dem Jahr 2010, die auf Klimamodellen und der Bevölkerungsprognose fußen, sehen bereits für 2025 einen um 33 % höheren Wasserbedarf für die Bewässerung in Ägypten als Folge eines Temperaturanstiegs um 2 °C und des Bevölkerungswachstums vorher [93]. Somit wird die Pflanzenproduktion in Ägypten allein durch einen Temperaturanstieg stark gefährdet sein, da der erhöhte Wasserbedarf die Anbaufläche und damit die Gesamtproduktion reduzieren wird. [115]

Für den Niederschlag hingegen variiert nicht nur die Größenordnung hinsichtlich wechselnder Intensitäten zwischen den Modellen erheblich, sondern auch die generelle Tendenz, ob die Niederschläge in den Quellgebieten des Nils zu- oder abnehmen werden. Es gibt Prognosen, die sogar von einer Wasserzunahme aufgrund von mehr Regen in der äthiopischen Hochebene ausgehen [116]. Der Nilabfluss wird durch die stark nichtlineare Beziehung zwischen Niederschlag und Abfluss extrem empfindlich auf Klima- und insbesondere Niederschlagsänderungen reagieren [117], [110]. Daher könnte sich die Wasserlücke im gesamten Nileinzugsgebiet in Zukunft und unter dem erwarteten Klimawandel vergrößern [118], [119].

Ein weiteres Problem wird der zu erwartende Meeresspiegelanstieg verursachen. Dieser verstärkt den Druck auf die Landwirtschaft und die Wasserressourcen im Nildelta, in dem mehr als 35 Millionen Menschen leben und das 63 % Anteil an der landwirtschaftlichen Produktion Ägyptens hat [59]. Die intensive Bewässerung mit unzureichender Drainage und der damit einhergehenden Versalzung macht das Delta anfälliger für das Eindringen von Meerwasser, was sich negativ auf die landwirtschaftliche Produktivität und die lokalen Wasserressourcen auswirkt. [120]

Es ist zu resümieren, dass der Klimawandel wahrscheinlich die Wasserverfügbarkeit in Ägypten beeinflussen wird, auch wenn die Richtung der Veränderung ungewiss ist. Einige Studien sagen einen Rückgang der Nilwasserverfügbarkeit um bis zu 70 % voraus, während andere Studien einen Anstieg des Nilwasserspiegels um 25 % prognostizieren. [115], [121], [122]

#### 4.4. EINGESETZTE WASSERRESSOURCEN

Die in Ägypten verfügbaren und für die Landwirtschaft verwendbaren Wasserressourcen können zunächst in primäre und sekundäre Quellen und zudem in erneuerbare und nicht erneuerbare Quellen unterschieden werden. Zu den primären und erneuerbaren Wasserquellen zählen

- das Nilflusswasser mit dem Wasser aus den Aquiferen, welche direkt aus dem Nilwasser gespeist werden,
- der Niederschlag und Tawasser sowie

- entsalztes Meerwasser.

Als primäre und nicht erneuerbare Wasserressource gilt das

- in der Regel fossile Grundwasser aus den Aquiferen der Wüsten und der Sinai-Halbinsel.

Zu den sekundären Wasserressourcen zählen das

- abfließende Wasser aus landwirtschaftlichen Drainagen und
- aufbereitete oder auch nicht aufbereitete Abwasser aus Haushalten und Industrie.

Die Wiederverwendung von landwirtschaftlichem Drainagewasser und von gereinigtem Abwasser kann nicht als unabhängige Ressource betrachtet werden.

Des Weiteren werden die Wasserressourcen in konventionelle und nicht-konventionell beziehungsweise alternative unterschieden. Konventionelle Ressourcen sind Süßwasser aus dem Nil sowie die erneuerbaren und nicht erneuerbaren Grundwasservorkommen. Nicht-konventionelle Wasserressourcen bestehen aus wiederverwendetem Wasser, wie zum Beispiel aus behandelten Abwässern oder landwirtschaftlichen Drainagen sowie aus aufbereitetem Wasser, wie zum Beispiel aus entsalztem Meer- oder Brackwasser [123].

Vor allem aufgrund der geplanten Erweiterung von Neulandflächen zur landwirtschaftlichen Nutzung in den Wüsten wird von einem 1,4-fachen Anstieg von 58 Milliarden m<sup>3</sup>/Jahr im Jahr 2000 auf 82 Milliarden m<sup>3</sup>/Jahr im Jahr 2025 ausgegangen. Die durchschnittlich eingesetzte Menge an Bewässerungswasser pro ha liegt bei etwa 12.100 m<sup>3</sup>/Jahr. [27]

Wasserangebot und -bedarf in Ägypten sind in Tabelle 4 dargestellt. Oberflächenwasser war die Quelle für 83 % der bewässerten Fläche im Jahr 2000, während 11 % (361.176 ha) der Fläche mit Grundwasser in den Gouvernements Matruh, Sinai und New Valley bewässert wurden. Die restlichen 6 % (217.527 ha) werden aus gemischten Quellen bewässert [47].

**Tabelle 5:** Wasserressourcen, Gewinnung und ihre Verwendung in Ägypten (in Milliarden Kubikmeter pro Jahr)

Art der Wasserressourcen	Menge in Milliarden m <sup>3</sup> pro Jahr
Wasserressourcen gesamt	76,25/76,40
Nilwasser	55,50/56,8
Wiederverwendung Drainagewasser	11,90/11,7/7,5
Erneuerbare Grundwasserreserve	6,9/2,3
Fossiles Grundwasser	1
Grundwasser im Niltal und -delta	6,90
Wiederverwendung von Abwasser	1,2/1,3/2,9
Niederschlag	0,65/0,9/1,8/1,3
Entsalzung von Meerwasser	0,10
Abwasser	1,3
<b>Wasserverwendung</b>	<b>76,25/76,4</b>
Landwirtschaft	62,15/62,35
Trinkwasser	10,40/10,35
Verdunstung	2,50
Industrie	1,20

[16], [17], [27], [47], [124]

## 4.5. KONVENTIONELLE WASSERRESSOURCEN

### Regenwasser

Die Verteilung der eher geringen Niederschläge ist in Ägypten sehr unterschiedlich. Die mittlere jährliche Niederschlagsmenge konzentriert sich auf den nördlichen Teil des Landes. Sie liegt zwischen 150 - 200 mm und nimmt nach Süden hin allmählich ab, erreicht etwa 25 mm im mittleren Ägypten und geht gen 0 mm in den südlichen Wüstengebieten [125]. Der Regen fällt nur in der Wintersaison in Form von verstreuten Schauern [126]. Die maximale Gesamtmenge des Regens übersteigt 1,8 Milliarden m<sup>3</sup>/Jahr nicht. Gegenwärtig beträgt die durchschnittliche jährliche Regenwassermenge, die effektiv für landwirtschaftliche Zwecke genutzt wird, etwa 1 Milliarde m<sup>3</sup>/Jahr [125][124].

Aufgrund des weiterhin steigenden Bedarfs an der Nahrungsmittelproduktion kommt der Nutzung von Grenzertragsflächen für eine extensive landwirtschaftliche Produktion, vor allem für die Viehzucht, ein stetig zunehmender Stellenwert zu. Diese Flächen liegen vornehmlich in den nördlichen, verhältnismäßig niederschlagsreichen Gebieten. Regenwassernutzungs-, -sammel- und -verteilsysteme können dabei eine wichtige Rolle spielen, um die landwirtschaftliche Produktion auf diesen eher kleinbäuerlich bewirtschafteten Flächen, aber auch die Trinkwasserversorgung für Mensch und Vieh zu verbessern. Da die Niederschläge durchaus oft als Starkregenereignisse niedergehen, kann eine entsprechende Bewirtschaftung über den Zeitpunkt des Niederschlagsintervalls hinaus sehr effektiv sein. Im Gebiet westlich des Nildeltas sind im Rahmen von Forschungen Pilotanlagen für Wassergewinnungsanwendungen installiert worden, um Regenwasser während der Regenzeit zu speichern und in der Trockenzeit insbesondere für die landwirtschaftliche und häusliche Wasserversorgung zu nutzen. [125]

Zudem könnte die Regenwasserbewirtschaftung auf diesen extensiv bewirtschafteten Flächen mithilfe der Integration von Fernerkundungsdaten in GIS unterstützt werden. In Forschungsvorhaben sind entscheidungsunterstützende Werkzeuge entwickelt worden, die es erlauben, Auswahl und Anbau der anzubauenden Pflanzen sowie die erforderlichen Ackermethoden auf die natürliche Wasserverfügbarkeit anzupassen und gegebenenfalls durch Bewässerung zu unterstützen. Es wird der Aufbau einer zentralisierten Geodatenbank mit lokalen klimatischen und hydrologischen Eigenschaften für Wadis empfohlen, Flussbetten in der Wüste, die nur nach heftigen Regenfällen Wasser führen. [127]

Nach Schätzungen der FAO wird auf Flächen mit einer Größe von 1.335 km<sup>2</sup> im Nordsinai und in der Umgebung der Stadt Marsa Matruh Landwirtschaft mit Regenwassernutzung betrieben; konkretere Angaben sind nicht verfügbar. Es ist davon auszugehen, dass der Wasserbedarf dieser Flächen nicht ausschließlich über den natürlichen Niederschlag gedeckt wird, sondern durch die oben beschriebenen Maßnahmen ergänzt wird. [47]

### Nilwasser

Im Zuge des Baus des Assuan-Staudamms und der Entstehung des im ägyptisch-sudanesischen Grenzgebiet gelegenen Nasser-Stausees ist die Wasserverteilung neu geregelt worden. 1959 haben in einem bilateralen Abkommen die Staaten Ägypten und Sudan untereinander die Wasserentnahmen aus dem Nil geregelt. Demnach stehen Ägypten 55,5 km<sup>3</sup> und dem Sudan 18,5 km<sup>3</sup> Nilwasser jährlich zur Verfügung. Insgesamt entspricht dies 90 % des gesamten Nilabflusses. Die Verdunstungsverluste betragen rund 10 km<sup>3</sup> pro Jahr. Damit bleibt praktisch keine Quote für die Entnahme von Wasser durch die Anrainerstaaten am Oberlauf des Nils und dessen Zubringerflüsse Weißer und Blauer Nil übrig. Auch wenn mangels offizieller Zahlen nicht belegbar, wird weithin angenommen, dass der tatsächliche Wasserverbrauch Ägyptens über der Zuteilung gemäß dem Abkommen von 1959 liegt. Es gibt kein anderes Abkommen über die Wasseraufteilung zwischen allen zehn Anrainerstaaten des Nils. Die Anrainerstaaten arbeiten jedoch im Rahmen der Nile Basin Initiative (NBI) zusammen. [128]

Konflikte um Wasserressourcen sollten durch den Abschluss von Nutzungsabkommen der beteiligten Staaten nach völkerrechtlichen Vorgaben vermieden werden. Bisher, Stand März 2021, bestehen keine Vereinbarungen zur zukünftigen Wasserverteilung zwischen den Anrainerstaaten. Ägypten ist unnachgiebig und beharrt auf der vermeintlichen Rechtmäßigkeit des eigenen Anspruchs auf die Nilwasserressourcen. Somit ist ein Konflikt mit Äthiopien vorprogrammiert, sobald die Füllung des GERD beginnen wird. Zumindest müsste der Staat Ägypten sich kurzfristig darauf einstellen, dass im Land zukünftig weniger Nilwasser zur Verfügung stehen wird.

Der Nil wird in Ägypten vollständig durch den Assuan-Staudamm und zusätzlich durch eine Reihe von sieben Staudämmen zwischen Assuan und dem Mittelmeer kontrolliert. Ägypten ist auf den verfügbaren Wasserspeicher des Nasser-Sees angewiesen, um seinen jährlichen Anteil an Wasser gleichmäßig verteilt über das Jahr zu

erhalten. Das Nilwasser macht etwa 91,5 % der gesamten Frischwasserversorgung und 97 % der erneuerbaren Wasservorräte in Ägypten aus [129].

### Erneuerbares Grundwasser im Einzugsgebiet des Nils

Die Aquifere des Niltals und des Nildeltas, vereinfacht als Nil-Aquifer bezeichnet, die direkt durch das Nilwasser aufgefüllt werden, gelten als erneuerbare Ressourcen. Allerdings kann der Nil-Aquifer nicht als separate Wasserquelle betrachtet werden, da der Grundwasserleiter nur durch Sickerverluste aus dem Nil, den Bewässerungskanälen und -abläufen sowie durch Versickerungsverluste von bewässerten Flächen aufgefüllt wird. Daher darf sein Ertrag nicht zu den gesamten Wasserressourcen Ägyptens hinzugerechnet werden. Das Aquifersystem des nördlichen Nildeltas steht in direktem Kontakt mit dem Mittelmeer und dem Suezkanal im Osten. Da im Deltagebiet die Flusswasserquellen oft entfernt liegen, dominiert hier die Wasserversorgung aus dem flachen Grundwasserleiter.

Es wird ein Gesamtwasservorkommen in Höhe von 500 Milliarden  $\text{m}^3/\text{Jahr}$  angenommen; die maximale erneuerbare Menge, der sichere Ertrag des Aquifers, beträgt nur 7,5 Milliarden  $\text{m}^3/\text{Jahr}$ . Die Grundwasserentnahmen im Nildelta für den landwirtschaftlichen, häuslichen und industriellen Verbrauch lagen 2005 bei 4,5 Milliarden  $\text{m}^3/\text{Jahr}$  und sind bis 2015 auf 6,1 Milliarden  $\text{m}^3/\text{Jahr}$  angestiegen [119]. Für das Jahr 2013 wurde die Entnahme auf 6,5 Milliarden  $\text{m}^3$  geschätzt. Diese Entnahmen aus den Teil-Aquifern des Nildeltas machen etwa 85 % der gesamten Grundwasserentnahmen in Ägypten aus. Das Grundwasserpotenzial nimmt seit 1981 jährlich linear um 100 Millionen  $\text{m}^3$  ab. [130]

Zudem verschlechtert sich die Wasserqualität in den Be- und Entwässerungskanälen und damit auch die Qualität des Aquifers aufgrund der steigenden Einträge aus der intensivierten Landwirtschaft und der erhöhten Nährstoff- und Abfalleinträge durch die weiter zunehmende Bevölkerung. Landwirtschaftliche, häusliche und industrielle Abwässer sind die Hauptquellen für die Verschmutzung des Nildelta-Aquifers, in dem die Konzentrationen der meisten Wasserqualitätsparameter und Schwermetalle der WHO-Normen für Trinkwasser überschritten werden. Mit einer stetig steigenden Zunahme der Grundwasserentnahmen nimmt die Qualität im Grundwasserleiter weiterhin ab; vor allem in den Randbereichen des Deltas kommt es zum Rückgang der piezometrischen Oberfläche und zum Anstieg des Salzgehalts des Wassers. [131]

### Nicht erneuerbares Grundwasser in den Tiefenschichten der Wüsten

In den Wüstenregionen ist das nicht erneuerbare Grundwasser neben dem aus dem Nasser-See über Kanäle zugeführten Wasser die Hauptquelle für die Landwirtschaft und die kommunale Nutzung [132].

In Ägypten wird der größte Teil an nicht erneuerbarem Wasser in der westlichen Wüste aus dem Nubischen Sandstein-Aquifer gefördert. Es versorgt die historischen Oasen der westlichen Wüste und die neu angelegten Oasenorte des New Valley. Heute werden schätzungsweise 700.000  $\text{m}^3/\text{Jahr}$  aus tiefen Brunnen gepumpt. Die Menge an tiefem Grundwasser im Nubischen Sandstein-Aquifer mit schätzungsweise 150.000 Millionen  $\text{m}^3$  ist beachtlich groß, aber die Kosten für das Pumpen und die Förderung sind begrenzende Faktoren. Das Wasser befindet sich in Tiefen von 100 bis über 1.000 m. [133], [134], [135]

In den 1960er Jahren begann die ägyptische Regierung, Grundwasser aus dem Nubischen Sandstein-Aquifer System in der westlichen Wüste zu nutzen, um den landwirtschaftlichen Sektor zu erweitern. Die Zahl der Tiefenbrunnen in der westlichen Wüstenregion ist von 1960 mit knapp 30 Brunnen inzwischen auf 3.000 Brunnen angestiegen. Der höhere Wasserverbrauch hängt mit der Ausweitung der Landwirtschaft und dem Bevölkerungswachstum zusammen. Fast 2.000  $\text{km}^2$  Wüstenland der westlichen Wüste sind in den vergangenen 60 Jahren durch Bewässerung mit Grundwasser urbar gemacht worden. Auch hier wird zu großen Teilen nach wie vor die traditionelle Technik der so genannten Flutbewässerung angewendet. [133], [136]

Von 1980 bis 1998 stieg die Entnahme aus schlecht ausgelegten Brunnen rapide an, was zu einem Anstieg des Wasserverbrauchs um 336 % führte. Der Anstieg des überschüssigen Wassers mit der Nutzung der schlechten Drainage führte zur Bildung von Seen. Die Fernerkundung zeigte, dass es im Jahr 2000 21.348 ha Seen gab, was einem Anstieg von 89 % seit 1987 entspricht, welcher auf die unkontrollierte Entnahme zurückzuführen ist. Nach Einführung eines geregelten Bewässerungsmanagements verringerte sich der Wasserüberschuss zwischen 1998 und 2012 um 94,7 %, was zu einem Rückgang der Seenfläche um 24 % führte. Die elektrische Leitfähigkeit (EC) des Grundwassers stieg von 4,5 auf 10,5  $\text{ds/m}$  in den Jahren 1996 beziehungsweise 2013. Die Erträge von Oliven

und Dattelpalmen sanken von 2000 bis 2011 um 46 % bzw. 55 %, was zu einem Rückgang der Nettoeinnahmen von mehr als 60 % führte. Die Ergebnisse zeigen, dass der Salzgehalt eine starke negative Korrelation mit dem Ertrag und den Nettoeinnahmen hat. Die Ergebnisse zeigen, wie wichtig es ist, einen sinnvollen Plan zur Bewirtschaftung der Grundwasserressourcen in der Siwa-Region zu entwickeln. [136]

Beispielhaft werden nachfolgend Informationen zu zwei Oasenstandorten aufgelistet.

Die Oase Bahariya in der westlichen Wüste wurde bis in die 1990er Jahre über artesische Quellen aus dem Nubischen Sandstein-Aquifer mit Wasser versorgt. Seit dem Versiegen der Quelle wird das Wasser aus 1.000 m Tiefe mittels Pumpen gefördert. Das Wasser ist heiß und hat einen höheren Salzgehalt, sodass die Wurzeln der bewässerten Obstbäume geschädigt werden. [135]

Die Oase Dakhla ist seit jeher eine der fruchtbarsten Oasen, da das Aquifer nur etwa 100 Meter unter der Erdoberfläche verläuft. Doch auch hier werden inzwischen mechanische Pumpen benötigt. Mehr als 500.000 m<sup>3</sup> Wasser werden täglich gefördert. An einigen Stellen sinkt der Grundwasserspiegel jedes Jahr um fast 2 m. [133]

Hydrologen gehen davon aus, dass der Nubische Sandstein-Aquifer bei Förderraten, die nicht höher liegen als heute, nur noch Wasser für die nächsten 100 Jahre hat. Die übermäßigen Pumpaktivitäten haben Wasseradern bereits an einigen Stellen versiegen lassen. Daher hat die ägyptische Regierung das Bohren neuer Brunnen eingeschränkt und die Wassermenge, die aus den besonders intensiv genutzten Brunnen gepumpt wird, begrenzt. An den staatlich betriebenen Brunnen ist genau festgelegt, wie die Ressource aufzuteilen ist. Viele Bauern, die unbedingt mehr Wasser nutzen wollen, haben ohne behördliche Genehmigung eigene Brunnen erschlossen; auch wurden Behörden bestochen. Die Anzahl der illegalen Brunnen ist unbekannt. [137]

### Grundwasser auf dem Sinai

Im Sinai ist Grundwasser hauptsächlich in drei verschiedenen wasserführenden Formationen anzutreffen:

- den flachen Aquiferen im nördlichen Sinai,
- den Tal-Aquiferen und
- den tiefen Aquiferen.

Die flachen Aquifere im nördlichen Teil liegen unter Sanddünen, die die saisonalen Regenfälle aufnehmen; diese sind daher in der Regel erneuerbar. Die jährliche Niederschlagsmenge auf dem Sinai schwankt zwischen 40 mm und 200 mm/Jahr. 10 bis 20 % der tiefen Grundwasserleiter sind durch Regenfälle und Sturzfluten erneuerbar. Die Aquifere im Küstenbereich unterliegen der Salzwasserintrusion. Der Gesamtgehalt an gelösten Stoffen in diesem Wasser liegt zwischen 2.000 und 9.000 ppm, die behandelt werden können, um einen geeigneten Salzgehalt für die Bewässerung bestimmter Kulturen zu erreichen [126].

### Drainagewasser

Wiederverwendungsprojekte von landwirtschaftlichem Drainagewasser in Ägypten begannen in den 1870er Jahren, als die ägyptischen Behörden beschlossen, während der Zeit des Niedrigwassers des Nils 2 Millionen m<sup>3</sup>/Tag aus einem Hauptabfluss im Delta in einen Bewässerungskanal einzuleiten. Die Wiederverwendung wird seit Ende der 1970er Jahre von der ägyptischen Regierung vorgeschrieben und ist damit zu einer wichtigen ergänzenden Wasserressource geworden. Allerdings ist die Wasserqualität des Drainagewassers für dessen Wiederverwendung ein limitierender Faktor. In der Regel muss es mit Frischwasser aus Haupt- und Nebenkanälen gemischt werden. Das generelle Problem ist, dass Entwässerungs- und Bewässerungskanäle miteinander verbunden sind und so das oft belastete Drainagewasser das sauberere Wasser kontaminiert. Die Verschmutzungskette wirkt sich auf alle Gewässer aus, in denen das Drainagewasser abgeleitet wird, wie in die Seitenarme des Nils, in die Feuchtgebiete und letztendlich in das Grundwasser. Das Wasser wird in großen Teilen für die Bewässerung unbrauchbar und müsste aufbereitet werden. Erste Kläranlagen zur Aufbereitung als Bewässerungswasser werden gebaut und in Betrieb genommen [80], siehe auch Kapitel 3.3 4). Vor allem wird die Wiederverwendung durch die Salzkonzentration des Drainagewassers begrenzt. Von flussaufwärts nach flussabwärts nimmt der Salzgehalt zu, aber im größten Teil des Niltals und im südlichen Teil der Deltaregion bleibt der Salzgehalt unter dem kritischen Wert von 1.000 ppm, was eine Wiederverwendung ermöglicht. Im nördlichen Teil der Deltaregion sickern jedoch große Mengen an Salz aufgrund des Eindringens von Meerwasser durch das Grundwasser in das Drainagewasser ein. Die Menge an Meerwasser, die sich mit dem Drainagewasser mischt, wird auf etwa 2 Milliarden m<sup>3</sup>/Jahr geschätzt. Trotz dieser Problematiken stellt die Wiederverwendung von landwirtschaftlichem

Drainagewasser in Ägypten eine wesentliche Ergänzung zur Wasserversorgung dar. Pumpstationen übernehmen eine wichtige Aufgabe bei der Bewirtschaftung von Drainagewasser. So heben neben den staatlichen großen Hebewerken auch kleine Dieselpumpen der Kleinbauern Wasser aus den Entwässerungsgräben und leiten es zurück in die Bewässerungskanäle zur Wiederverwendung in der Landwirtschaft [100]. [138], [139], [140]

Der zusätzliche Bedarf an Oberflächenwasser im New Valley soll ebenso durch eine Erhöhung der Wiederverwendung von Drainagewasser in Höhe von 3,5-4,5 Milliarden m<sup>3</sup>/Jahr gedeckt werden, wobei eine ausreichende Menge von 6,0-7,0 Milliarden m<sup>3</sup>/Jahr verbleiben, um die Versalzung des Deltas und das Eindringen von Salzwasser zu vermeiden [6]. Der Anstieg der verfügbaren Wasserressourcen im Land durch die Wiederverwendung wird auf etwa 20 % geschätzt. Für 1995 wird die offizielle Menge an wiederverwendetem Drainagewasser mit insgesamt 4,4 Milliarden m<sup>3</sup>/Jahr angegeben [141]. Laut dem National Water Resources Plan (2005) sollte die wiederverwendete Menge im Jahr 2011 7,5 Milliarden m<sup>3</sup> und im Jahr 2017 8,8 Milliarden m<sup>3</sup> erreichen [14]. Allerdings ist laut Schätzung des ägyptischen Ministry of Water Resources and Irrigation (MWRI) für die Jahre um 2010 nur von einer gesamten wiederverwendeten Menge an Drainagewasser in Ägypten in Höhe von 2 bis 3 Milliarden m<sup>3</sup>/Jahr auszugehen; noch andere Quellen gehen von bis zu 4 Milliarden m<sup>3</sup>/Jahr aus [139]. Im Jahr 2013 sollen ungefähr 6,5 Milliarden m<sup>3</sup>/Jahr der geschätzten Gesamtmenge von 17,5 Milliarden m<sup>3</sup>/Jahr des Drainagewassers direkt oder nach Vermischung mit Frischwasser wiederverwendet worden sein; der größte Anteil mit 5 Milliarden m<sup>3</sup>/Jahr wird allein im Nildelta wiederverwendet. Zusätzlich werden zur weiteren Wiederverwendung schätzungsweise 650 Millionen m<sup>3</sup>/Jahr an Drainagewasser in die Kanäle El-Ibrahimia und Bahr Yousef gepumpt. Weitere 235 Millionen m<sup>3</sup>/Jahr an Drainagewasser werden in Fayoum wiederverwendet, und etwa 650 Millionen m<sup>3</sup>/Jahr an Drainagewasser werden aus Fayoum in den Qarun-See weitergeleitet. Darüber hinaus heben Entwässerungspumpstationen etwa 600 Millionen m<sup>3</sup>/Jahr aus den Abflüssen des Giza-Drainagesystems in den Rossita-Zweig direkt stromabwärts der Deltasperren zur weiteren Wiederverwendung stromabwärts. [139], [140] [141], [142] Eine umfassende Übersicht über die Wiederverwendung von landwirtschaftlichem Drainagewasser in Ägypten ist von Barnes [139] erstellt worden.

In den Jahren 1994-1995 sind drei große Mega-Pumpstationen zur Wiederverwendung errichtet worden [141], [142]:

- 1) El-Salam-Kanal-Projekt (östliches Nildelta): Umleitung von 2 Milliarden m<sup>3</sup>/Jahr aus den Hadous und Lower Serw in den neu gebauten El-Salam-Kanal, Verwendung von Süßwasser aus dem Damietta-Zweig des Nils zur Vermischung im Verhältnis von 1:1, um 268.800 ha zu bewässern [11], [95].
- 2) El-Oumum Entwässerungsprojekt (westliches Nildelta): Umleitung von 1 Milliarden m<sup>3</sup>/Jahr aus den drei Hauptzuflüssen des El-Oumum-Drain in den Nubaria-Kanal, um 210.000 ha in Nubaria zu bewässern; allerdings aufgrund der schlechten Wasserqualität des El-Oumum-Kanals bisher nicht in Betrieb gegangen [141].
- 3) Kalabsho Drainage Projekt (Mitte des Nildeltas): Wiederverwendung von etwa 1 Milliarde m<sup>3</sup>/Jahr aus dem Drainagewasser von Drain No. 1 und Drain No. 2 zur Bewässerung von 23.000 ha neuem Land in den Gebieten Kalabsho und Ziean [141].

#### 4.6. ALTERNATIVE WASSERRESSOURCEN

##### Tauwasser

Die Verwendung von Tauwasser als eine alternative saubere Wasserressource wäre ein Beitrag zur Begegnung der Wasserknappheit und der Verschlechterung der Wasserqualität in Ägypten. Die Kosten pro geernteter Wassermenge werden als relativ gering bewertet; dies macht somit den Einsatz für Ägypten interessant. Nebelwassersammelsysteme könnten an vielen Orten in Afrika Anwendung finden, bisher gibt es jedoch nur wenige Versuchsreihen, um dies zu verifizieren. In Ägypten sind Versuche mit zwei unterschiedlichen Systemen durchgeführt worden. [142]

Im Norden an der Mittelmeerküste ist von 2012-2013 das System „Atrapanieblas“, Spanisch für „Nebelfänger“, untersucht worden. Dabei werden große Netze aus Polypropylen-Material senkrecht zur Windrichtung in 100-200 m Entfernung von der Küste mittels Pfosten aufgespannt. Nebel passiert die Maschen, Tröpfchen bleiben an ihnen haften, sammeln sich an und wachsen, tropfen an der Masche herunter in eine darunter entlang der Basis installierte Tropfschiene. Die Abmessungen der Netze liegen bei 3 m Höhe und ungefähr 20 m Länge. Das in der Tropfschiene gesammelte Wasser wird durch PVC-Rohre per Schwerkraft zur Bewässerung abgeleitet. [143]

2015-2017 sind Untersuchungen und Studien zur Eignung der Ernte von Nebel- und Regenwasser für die Bewässerung mit einem Pilot-Nebelkollektor hinsichtlich Wassermenge, Wasserqualität und wirtschaftlicher Aspekte durchgeführt worden. Der Pilot-Nebelkollektor wurde an einem Standort an den Delta Barrages installiert. Zur Erhöhung der Kondensationsrate ist gefrierender Flüssigstickstoff an der Rückseite der Kondensationsplatte aus Glasfaser angebracht worden. Die Ergebnisse der physikalisch-chemischen Parameter, nämlich die gelösten Feststoffe, total dissolved solids (TDS), der Natrium-Adsorptionswert, Sodium Adsorption Ratio (SAR), die pH-Werte, die Al- und Fe-Konzentrationen sowie diverse Schwermetall-Konzentrationen zeigten, dass die Mehrheit der Proben dem ägyptischen Gesetz 48/1982 und dem Ministerialerlass 92/2013 für die Qualitätskriterien von Oberflächenwasser entsprechen, mit Ausnahme einiger Schwermetalle. Außerdem zeigte das Nebelwasser deutlich höhere Maximalwerte der Konzentrationen als das Regenwasser. [144]

## Abwasser

Die Wiederverwendung von Abwasser zur Bewässerung, früher meist ungereinigt, hat in Ägypten Tradition. Für 2008 wird der Anteil zur Bewässerung aus aufbereiteten häuslichen Abwässern mit 700 Millionen m<sup>3</sup>/Jahr angegeben, davon 260 Millionen m<sup>3</sup> nach mechanischer-biologischer Reinigung sowie 440 Millionen m<sup>3</sup> nach nur mechanischer Behandlung [138]. Die ägyptische Wasserpolitik sah die Steigerung der Wiederverwendung von gereinigtem Abwasser auf 2 Milliarden m<sup>3</sup> bis Ende 2017 vor [14]. Im Jahr 2014 bestätigte das MWRI, dass die Wiederverwendung von Abwasser und Drainagewasser in Ägypten notwendig ist, um die Lücke zwischen dem aktuellen Wasserbedarf und -angebot zu verringern [145]. Eine der Hauptnutzungen von gereinigtem Abwasser in Ägypten ist die Bewässerung von Waldplantagen zur Holzproduktion [146]. Das Ministry of Environment, das Ministry of Agriculture and Land Reclamation und das Ministry of Housing, Utilities and Urban Communities (MO-HUUC) organisieren gemeinsame nationale Programme mit dem langfristigen Ziel jährlich 2,4 Milliarden m<sup>3</sup> aufbereitetes Abwasser für Aufforstung und Grünanlagen zu verwenden [146]. Für diese Vorhaben wird als Bewässerungstechnik Tröpfchenbewässerung empfohlen [147].

2017 erreichte die Menge an wiederverwendetem Abwasser in Ägypten 1,3 Milliarden m<sup>3</sup>/Jahr [146]. Die gesamte Menge an über Kanalisationssysteme abgeleitetem Abwasser für die Jahre 2014-2015 wird auf 5,1 Milliarden m<sup>3</sup>/Jahr geschätzt. 74,4 % dieser Menge werden einer Behandlung zugeführt, davon werden 16,8 % nur mechanisch, 81,4 % mechanisch-biologisch und 1,8 % darüber hinaus mit einer zusätzlichen Reinigungsstufe aufbereitet [148]; diese Zahlen belegen, dass in der Nutzung von gereinigtem Abwasser noch ausbaufähiges Potenzial liegt. Allerdings ist anzumerken, dass viele Kläranlagen überlastet sind und/oder nicht ordnungsgemäß arbeiten. Die Qualität des behandelten Abwassers unterscheidet sich von Kläranlage zu Kläranlage und ist daher nicht bedingungslos für einen Gebrauch in der landwirtschaftlichen Bewässerung einsetzbar. Eine umfassende Nutzung von Abwasser wird kurz- bis mittelfristig nicht umsetzbar sein, da insgesamt relativ wenige Abwasserbehandlungsanlagen existieren. Momentan sind etwa 50 % der städtischen und 3 % der ländlichen Bevölkerung an die Kanalisation angeschlossen. Ein erheblicher Teil des Abwassers gelangt ohne Behandlung direkt in die Gewässer oder durch Versickerung in den Untergrund. Einige Industrien leiten ihre Abwässer immer noch mit begrenzter oder ohne Behandlung in Gewässer ein. [149] Mittel- bis langfristig wird die Abwasserreinigung in Ägypten in allen Bereichen modernisiert und weiter ausgebaut, sodass zukünftig mehr gereinigte Abwässer mit höheren Qualitäten zur Verfügung stehen werden. [150]

Abhängig vom Reinigungsgrad enthält das Abwasser relativ hohe Mengen an Nährstoffen, die einen Teil des Düngedarfs ersetzen können. Die Wiederverwendung von Abwasser für landwirtschaftliche Zwecke hat in der ägyptischen Bevölkerung eine relativ hohe Akzeptanz, insbesondere bei einem Einsatz für den Anbau von Futterpflanzen. [10]. Der Bedarf an landwirtschaftlichem Bewässerungswasser im New Valley soll langfristig durch 1 Milliarde m<sup>3</sup>/Jahr gereinigtes Abwasser gedeckt werden [6].

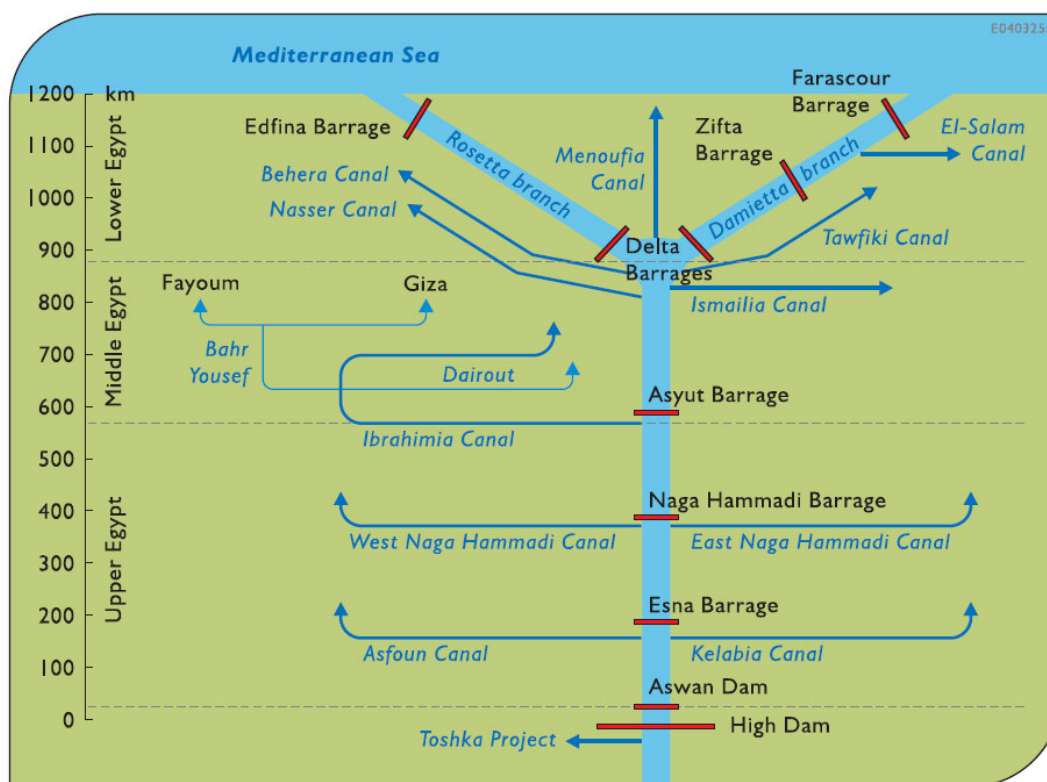
## Meerwasser - entsalzt

Die Meerwasserentsalzung, die bereits in einigen Urlaubsorten entlang des Roten Meeres eingesetzt wird, wird wahrscheinlich eine immer wichtigere Quelle für die kommunale Wasserversorgung in den Küstengebieten Ägyptens werden. So hat die West Delta Electricity Production Company im Oktober 2009 einen Auftrag für ein Kraftwerk mit einer Meerwasserentsalzungsanlage von 10.000 m<sup>3</sup>/Tag in der Nähe von Alexandria vergeben. [151], [152] Auch die Brackwasserentsalzung für die Bewässerung könnte an Bedeutung gewinnen [153].

Allerdings hat die Entsalzung von Meerwasser bisher in Ägypten eine relativ geringe Priorität. Der Grund dafür sind die Kosten für die Aufbereitung, die im Vergleich zu anderen Quellen hoch sind, selbst zu unkonventionellen Quellen wie der Wiederverwendung von Abwasser [122], [154]. Die durchschnittlichen Kosten für die Entsalzung eines Kubikmeters Meerwasser liegen zwischen 3 und 7 EGP (ungefähr 0,16 – 0,37 EUR), Stand 2014. Brackisches Grundwasser mit einem Salzgehalt von etwa 10.000 ppm kann zu günstigeren Kosten entsalzt werden, was ein mögliches Potenzial für entsalztes Wasser in der Landwirtschaft darstellt. Die zukünftige Nutzung dieser Ressource wird weitgehend von der Entwicklung der für die Entsalzung verwendeten Technologien und der Stromkosten, hier vor dem Hintergrund alternativer Energieerzeugung aus Sonne und Wind, abhängen. Die Menge an entsalztem Wasser in Ägypten liegt derzeit in der Größenordnung von 30.000 m<sup>3</sup>/Jahr. [139], [153]

#### 4.7. INFRASTRUKTUR ZUR VERTEILUNG DES NILWASSERS

Die Bewirtschaftung der Wasserressourcen des Nils erfolgt über eine komplexe Infrastruktur, die parallel auf der gesamten Länge des Nils verläuft und deren Anfänge im 19. Jahrhundert liegen (siehe 3.1). Das Schlüsselement dieser Infrastruktur ist der Assuan-Staudamm mit dem Nasser-See. Der Staudamm schützt Ägypten vor Überschwemmungen, speichert Wasser für die ganzjährige Bewässerung und erzeugt Wasserkraft. Mit einer Speicherkapazität von 90 Milliarden m<sup>3</sup> bevorratet der Damm mehr als das Anderthalbfache des durchschnittlichen jährlichen Durchflusses des Nils. Damit sorgt dieser im Vergleich zu anderen geregelten Flussläufen für ein sehr hohes Maß an Regulierung im stromabwärtigen Flussgebiet. [11], [155]



[14]

Abbildung 4.1: Die Verteilung des Nilwassers über Kanäle

Vom Nasser-See stromabwärts gesehen gibt es sieben Staustufen, die teilweise bereits vor Errichtung des Assuan-Staudamms errichtet worden sind, um das Nilwasser lokal aufzustauen und über regionale Bewässerungsnetze zu nutzen. Diese Staustufen sind heute komplett in das gesteuerte, über das Jahr vergleichmäßigte Abflussregime des Nasser-Sees integriert und dienen vornehmlich zur Verteilung des Nilwassers in die Bewässerungssysteme. Flussabwärts von Süden nach Norden bestehen folgende Stauwehre [156], [157]:

- die Assuan-Staumauer, auch Alter Assuan-Damm, befindet sich zwischen dem Assuan-Staudamm und der Stadt Assuan, 1902 fertiggestellt, 1912 sowie 1934 erhöht; sie diente in Verknüpfung mit dem ebenfalls 1902 fertiggestellten, ca. 540 km flussabwärts gelegenen Asyut-Stauwehr dazu, große Gebiete der ägyptischen Landwirtschaft auch außerhalb der Nilflut mit Wasser zu versorgen; nach den Delta Barrages waren diese das zweite große Projekt, mit dem die von der Nilflut abhängige saisonale Bewässerung

auf die ganzjährige Kanalbewässerung umgestellt werden konnte; heute spielt die Assuan-Staumauer eine untergeordnete Rolle in der Gesamtwasserbewirtschaftung des Nils;

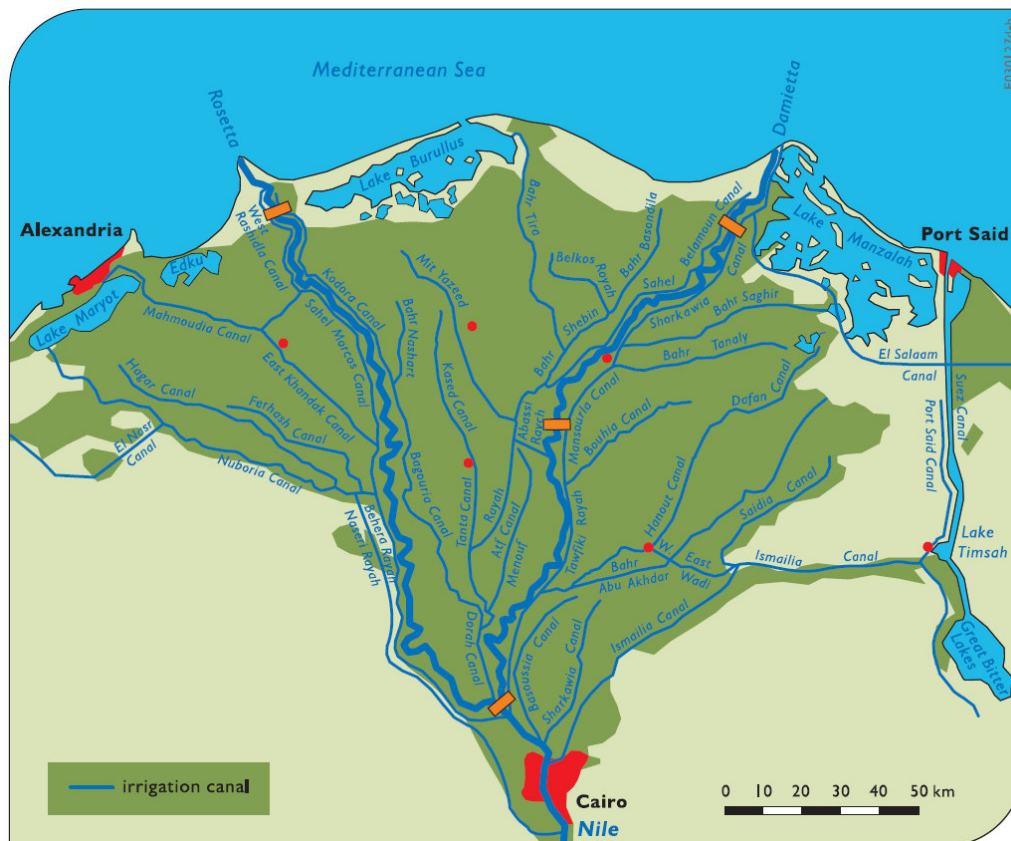
- das Esna-Stauwehr, 170 km flussabwärts der Assuan-Staumauer gelegen, errichtet 1906-1908 und 1945-1947 verstärkt; früher vornehmlich während der Niedrigwasserperiode zur Einleitung des von der Assuan-Staumauer zurückgehaltenen und bevorrateten Wassers über große Einlaufbauwerke in 120 km lange westlich (Aşfün-Kanal) und östlich des Nils verlaufende Kanäle; seit 1990 wird der Wasserzulauf durch den Esna-Damm geregelt;
- die Naga Hammadi-Staustufe, 165 km nördlich von Luxor und 650 km südlich von Kairo gelegen, 1927-1939 errichtet, 2002-2008 durch 4 km abwärts gelegenen Neubau ersetzt;
- das Asyut-Stauwehr bei der Stadt Asyut 375 km südlich von Kairo, erbaut zwischen 1898 und 1902, 1938 verstärkt und 2012-2018 zur Sicherung der Bewässerung von landwirtschaftlichen Flächen für 5 Millionen Menschen, die von kleinbäuerlicher Landwirtschaft leben, mit Mitteln der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) erneuert [158];
- die Delta Barrages sind zwei Staumauern über den Rosetta-Arm und den Damietta-Arm des Nils etwa 20 km unterhalb des Zentrums von Kairo unmittelbar nach der Verzweigung des Flusses in das Nildelta; von hier aus wird das aufgestaute Wasser in ein breitaufgefächertes Kanalsystem mehrerer Ebenen im Nildelta verteilt;
- das Zifta-Stauwehr, 1901-1902 über den Damietta-Arm des Nils im Nildelta ungefähr 110 km unterhalb von Kairo errichtet, diente zur Einleitung des von der Assuan-Staumauer zurückgehaltenen und bevorrateten Nilwasser während der früheren Niedrigwasserperiode in Kanäle, um die im nördlichen Teil des Deltas gelegenen Provinzen al-Gharbiyya, ad-Daqahliyya und Dumyat zu bewässern; es ergänzte damit die flussaufwärts gelegenen Delta Barrages.

Die eigentlichen Bewässerungskanäle werden eingeteilt in [18], [159]:

- Primärkanäle, die sogenannten Rayah (13.000),
- Hauptkanäle, Kanäle der ersten Ebene (18.000 km),
- Zweigkanäle, Kanäle der zweiten Ebene (19.000 km),
- Verteilerkanäle, Kanäle der dritten Ebene, die sogenannten Mesqas (100.000 km), die die Hauptverteiler zu den Feldern der Bauern bilden und
- Bewässerungsgräben, die sogenannten Merwas.

1994 verfügte Ägypten über ungefähr 30.000 km öffentliche Kanäle der ersten und zweiten Ebene, 17.000 km öffentliche Abwasserkanäle, 80.000 km private Kanäle der dritten Ebene (Mesqas) und Bewässerungsgräben (Merwas), 450.000 private Wasserhebevorrichtungen (Sakias oder Pumpen), 22.000 öffentliche Wasserkontrollstrukturen und 670 große öffentliche Pumpstationen für die Bewässerung. [160]

Die Primär- und Hauptkanäle werden kontinuierlich durchflossen. Der bedeutendste Primärkanal ist der 350 km lange Ibrahimiya-Kanal, der bereits 1873 erstellt wurde; er ist der größte künstliche Bewässerungskanal der Welt. Er zweigt in Asyut vom westlichen Nilufer ab und verläuft dann parallel zum Fluss. Sein Abfluss wurde durch die 1903 fertiggestellte Assiut-Staustufe erhöht. Über den bereits in der Pharaonenzeit angelegten Bahr-Yussef-Kanal wird die Oase Faiyum mit Nilwasser versorgt; Endpunkt des Wassers aus diesem Kanal ist der an die Oase anschließende Birket Qarun (Moesis-See). Der sogenannte Frischwasserkanal verläuft von Kairo nach Ismailia, und der Süßwasserkanal verläuft parallel zum Suezkanal, um parallel dazu liegende Städte mit Trinkwasser zu versorgen. Beide Kanäle wurden im Jahr 1863 fertiggestellt. Der Mahmoudiyah-Kanal verbindet den Nil mit Alexandria. Er wurde 1820 fertiggestellt und hatte früher eine wichtige Funktion für die Schifffahrt, wird aber heute vor allem für die Bewässerung und die Versorgung Alexandrias mit Trinkwasser genutzt.



[14]

**Abbildung 4.2:** Die Bewässerungskanäle im Delta-Gebiet

Die Zweig- und Verteilerkanäle werden rotierend mit Wasser beschickt. Langfristig streben die zuständigen Behörden für einen Großteil dieser Kanäle eine schrittweise Umstellung auf kontinuierlichen Durchfluss an. Die Landwirte pumpen bei einem Hub von 0,5-1,5 m das Wasser aus den Mesqas, um es direkt oder über die Merwas ihren Feldern zuzuführen. [47] Eine Mesqa versorgt eine Fläche von 50 bis 200 Feddan (20 bis 80 ha). [161]

In den New Lands wird das über Kanäle zugeführte Bewässerungswasser (South Valley Canal vom Nasser-See und El-Salam Canal vom Nil, siehe auch Kapitel 3.3 2) + 3)) durch Kaskaden von Pumpstationen über Gesamthöhen von bis zu 50 m in die Bewässerungskanäle gefördert [18].

Eine ordnungsgemäße Wasserverteilung ist flächendeckend nicht geregelt. Es gibt keine Wasserrechte, die an die Größe der zu bewässernden Flächen gekoppelt sind. Daher ist es oft die Regel, dass die Landwirte am Ende einer Bewässerungskette nicht genügend Wasser erhalten. So müssen diese von vornherein schlechter gestellten Landwirte Kulturen mit geringerem Wasserbedarf anbauen und haben dadurch einen generell geringeren Ertragsgewinn [162]. Seit den 1990er Jahren sind vereinzelt Wassernutzervereinigungen in Form von Kooperativen gegründet worden, mit dem Ziel, das Wasser aus einer Mesqa über gemeinschaftliche Pumpen zu heben und gemeinsam untereinander gerecht aufzuteilen. Dies kann die Wasserausnutzung effizienter machen, dadurch die Erträge steigern und die Pumpkosten reduzieren. [159]

#### 4.8. DRAINAGEN UND ENTWÄSSERUNGSKANÄLE

Wesentlicher Bestandteil einer intensiven Bewässerungswirtschaft auf landwirtschaftlichen Flächen in extrem ariden Gebieten ist die Gewährleistung einer funktionierenden Entwässerung. Ohne diese würden Böden über kurz oder lang unfruchtbar werden. Vor allem während der heißen Sommermonate kommt es auf bewässerten landwirtschaftlichen Flächen zu sehr hohen Evapotranspirationsraten. Kann dann durch zu wenig Wassernachschub kein Wasser in tiefere Schichten sickern, können keine Salze und Minerale ausgespült beziehungsweise in die Schichten verlagert werden, die für das Pflanzenwachstum nicht so wichtig sind. Die Salze und Minerale werden zum einen mit dem Bewässerungswasser eingetragen und kommen zum anderen vor allem auf den neu erschlossenen Wüstenböden bodenbürtig vor. Die Salze und Minerale akkumulieren sich in den Bodenschichten, bis in welche das Wasser durchsickert; diese werden dann auch wieder durch die Verdunstung über Kapillarkräfte entgegen der Schwerkraft nach oben befördert. Es entstehen Schichten mit einem für Pflanzen lebensfeindlichen

Umfeld. Zudem können die gelösten Salze mit den im Boden vorkommenden Tonmineralien Verbindungen bilden, sodass undurchlässige Schichten entstehen. Dann kommt es zur Ausbildung von Staunässebereichen mit salzhaltigem Wasser. Wertvolle Ackerstandorte können dauerhaft unbrauchbar werden. Das Herausspülen der Salze und Mineralien kann nur gewährleistet werden, wenn die zugeführte Wassermenge größer ist als die durch die Evapotranspiration verbrauchte Wassermenge.



[14]

**Abbildung 4.3:** Die Entwässerungskanäle im Delta-Gebiet

In den Zeiten vor dem Assuan-Staudamm fand der Anbau von Feld- und Gemüsekulturen während des kühleren Winterhalbjahres statt, währenddessen auch eine geringere Evapotranspiration besteht. Somit hat das Problem der Versalzung von Böden auch auf den Standorten der Old Lands stark zugenommen, seitdem die Flächen das ganze Jahr über kultiviert werden.

Vor allem im Nildeltabereich existiert ein Netz an Entwässerungsgräben, über die das teilweise mit Salzen hoch angereicherte Wasser in Richtung Mittelmeer abgeleitet wird [14]. Die Entwässerungsnetze umfassen zusammen 272.000 km mit 17.500 km Hauptdrainagen, 4.500 km offenen sekundären Drainagen und 250.000 km abgedeckten sekundären und Tonröhrendrainagen [18].

Abhängig von den geologischen und bodenkundlichen Beschaffenheiten müssen die neu angelegten Ackerflächen auf Wüstenböden oft mit Drainagen ausgestattet werden. Ein funktionierendes Drainagesystem ist insbesondere auf Standorten mit natürlich hohen Mineralgehalten unerlässlich. Bis zum Jahr 2003 waren mehr als 2 Millionen ha Ackerflächen mit einem unterirdischen Entwässerungssystem ausgestattet; ungefähr 7,2 Milliarden m<sup>3</sup> Wasser sind jährlich von diesen Flächen abgeleitet worden. Es war kein Hinweis zu den Standorten dieser Flächen zu finden. Die Gesamtinvestitionskosten in die landwirtschaftliche Entwässerung betragen in den 27 Jahren von 1973 bis 2002 3,1 Milliarden USD; darin enthalten waren die Kosten für Planung, Bau, Wartung, Forschung und Ausbildung. In diesem Zeitraum wurden elf Großprojekte mit finanzieller Unterstützung der Weltbank und anderer Geber umgesetzt. [163], [164]

#### 4.9. DIE EINGESETZTE BEWÄSSERUNGSTECHNIK

Die Bewässerungstechniken in Ägypten können grundlegend in zwei unterschiedliche Verfahrenskategorien eingeteilt werden, in die 1) Überflutungsbewässerung und in die 2) Moderne Bewässerung.

## 1) Überflutungsbewässerung (Oberflächenbewässerung)

Bei der traditionellen Überflutungsbewässerung oder auch ebenso genannten Oberflächenbewässerung wird das Wasser aus den Bewässerungskanälen direkt auf die Felder geleitet. In der Regel erfolgt die Zuleitung durch das natürliche Gefälle, vor allem im Deltabereich und in der Fayoum-Oase (hier zu 99 %) muss das Wasser über einfache Pumpen aus den Bewässerungskanälen auf höhere Ebenen um durchschnittlich 0,5-1,5 m angehoben werden. Diese Form der Bewässerung kommt ohne viel technisches Equipment aus. Der einzige Bedarf an technischem Equipment sind die Pumpen und wenige Rohrleitungen. Die Wartungen und Instandhaltungen für die Aufrechterhaltung eines funktionierenden Systems fokussieren auf die Pumpen, die Gräben, die Rohrleitungen, die Wehre und die Erddämme. Es gibt drei Varianten der Überflutungsbewässerung, die auch miteinander kombiniert werden: [165]

### I. Beckenbewässerung

Dies ist das am häufigsten verwendete Bewässerungssystem; es ist vor allem seit Errichtung des Assuan-Staudamms und der seitdem ermöglichten ganzjährigen Landbewirtschaftung flächendeckend auf den Old Lands eingeführt worden. Dazu sind die Felder in kleine und kleinste Parzellen von oft nur Zimmergröße aufgeteilt und mit maximal 0,5 m hohen einfachen Erddämmen umschlossen worden, sodass die namensgebende Beckenform entsteht [46]. Die Bewässerung erfolgt durch zeitweise Flutung der Becken.

### II. Furchenbewässerung

Diese Bewässerungsmethode wird hauptsächlich für Reihenkulturen verwendet. Sie wird bei Kulturen, wie zum Beispiel Weizen, angewendet, die nicht durch Überflutung unter Wasser gesetzt werden sollten. Dazu werden auf einem Feld rasterförmig verteilt 10-20 cm tiefe Furchen angelegt, die je ein Rasterfeld von ungefähr 3-5m x 5-10m umschließt. Über die Furchen wird das Bewässerungswasser um die bepflanzten Raster herum verteilt. Die großmaßstäbige Weiterentwicklung der Furchenbewässerung wird in den Old Lands seit Anfang der 2000er Jahre unter dem Begriff Raised-bed Planting umgesetzt; dabei werden mithilfe von maschinenbetriebener Landwirtschaftstechnik erhöhte Saatbeete mit umgebenen Furchen zur Bewässerung angelegt [166]; siehe auch unter 4.11.

### III. Streifenbewässerung

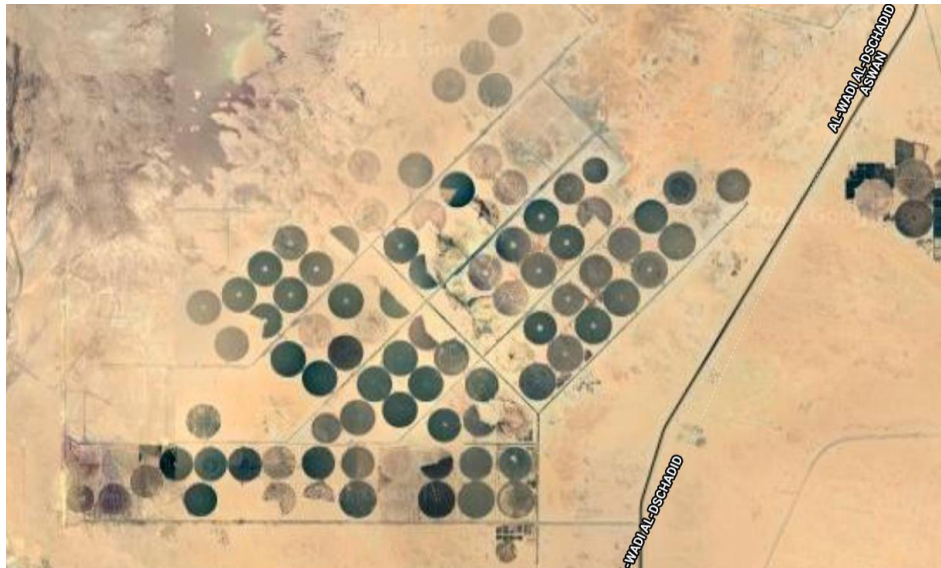
Bei der Streifenbewässerung werden Felder in parallel verlaufende längliche Streifen aufgeteilt und wie bei der Beckenbewässerung mit Dämmen umwallt. Das Wasser wird auf kurze oder lange Landstreifen aufgebracht, die auf beiden Seiten eingedeicht und am stromabwärts gelegenen Ende offen sind. Das Bewässerungswasser fließt gemäß der Geländeneigung über die Streifenparzelle hinweg, wobei mehrere Parzellen nacheinander kaskadenförmig durchlaufen werden können. Die Streifenbewässerung wird vor allem für dicht wachsende Kulturen wie Kleingetreide, Weiden und Feldfrüchte sowie für Obst- und Weingärten eingesetzt. [167]

Bei der Überflutungsbewässerung sollten folgende Vorgaben beachtet werden, damit eine optimale Wasserverteilung und Wassernutzung erfolgt: [168]

- Landnivellierung der einzelnen Becken- und Ackerflächen für eine ebene Oberfläche, dabei sind auch Feldgröße, Neigung sowie Lage der Zu- und Ablaufstellen zu berücksichtigen,
- gleichzeitige Verteilung des Wassers auf der Fläche während des Bewässerungsvorgangs über Furchen,
- bei der Furchen- und Streifenbewässerung die Furchenenden mit Erdreich schließen, um Abfluss vom Feld zu vermeiden,
- bei der Furchenbewässerung eine intermittierende, zyklische Wasserzuführung ermöglichen; dies kann bis zu 40 % Wasser einsparen; dies bedarf in der Regel einer Systemautomatisierung,
- bei Reisanbau keine permanente Beckenüberflutung, sondern temporäre, zwischenzeitliche Überflutung durchführen, die einen nahezu gesättigten Bodenwasserhaushalt gewährleistet; dies minimiert hohe Versickerungsraten und damit auch die Ausspülung von Nährstoffen,
- Bewässerung nach Plan, damit der richtige Bewässerungszeitpunkt und die richtige Bewässerungstiefe in Abhängigkeit der kultivierten Pflanzen und deren Wachstumsphasen eingehalten werden,
- Verwendung von wassereffizienten Systemen für die Wasserzufuhr zu den Becken und Furchen, die Sickerverluste minimieren, so zum Beispiel ausgekleidete Verteilerkanäle und Düker an den Ausläufen der Bewässerungsflächen. [167], [169]

## 2) Moderne Bewässerung

Die Anwendung der Modernen Bewässerung bedarf des Einsatzes von Technik. Dazu zählen komplexe Pumpen- und Rohrleitungssysteme sowie die jeweils eingesetzten Verteilsysteme. Die moderne Bewässerungstechnik kennt zwei Systemvarianten.



[77]

**Abbildung 4.4:** Ausschnitt aus Google Maps: Pivot-Beregnungssysteme im New Valley/Toshka-Projekt

### I. Sprinklerbewässerung / Beregnung

Pivot-Beregnungssysteme, im Deutschen als Karussell- oder Kreisberegnungsbewässerung bezeichnet, kommen in Ägypten vornehmlich im New Valley zum Einsatz [77].

Für einen wassersparenden Einsatz in Obst-, Wein- und Palmenplantagen werden in Ägypten Mikro-Sprinkler eingesetzt [170].

### II. Tröpfchenbewässerung

Diese ist in Ägypten als effiziente Bewässerungstechnik etabliert. Sie ermöglicht eine gleichmäßige Wasser- und Nährstoffausbringung. Seit 1950 kommen Systeme mit Tröpfchenbewässerung in Ägypten zum Einsatz. Es sind viele experimentelle Projekte durchgeführt worden, sodass heute leistungsfähige Tröpfchenbewässerungssysteme und ihre neuesten Typen zur Bewässerung verschiedener Kulturen Anwendung finden können. Als neueste Arten von Tröpfchenbewässerungssystemen kommen in Ägypten, das Ultra-Low-Drip-Irrigation-System (ULDI) und das Mobile Drip-Irrigation-System (MDIS) zum Einsatz. [171], [172]

## Daten

Es sind keine aussagekräftigen Daten über die Menge und Größe der eingesetzten Bewässerungstechniken in Ägypten verfügbar. Es lassen sich grobe Schätzungen machen über die Größe der Flächen, die mit Überflutungsbewässerung oder Moderner Bewässerung bewirtschaftet werden. Generell ist festzustellen, dass die Überflutungsbewässerung in den Old Land fast ausschließlich vorherrschend ist und die Moderne Bewässerung eher in den New Lands eingesetzt wird. Allerdings kommt in großen Teilen der New Lands auch die Überflutungsbewässerung zum Einsatz.

Für das Jahr 2000 wird für gesamt Ägypten eine Fläche von 1.719 km<sup>2</sup> angegeben, die mit Moderner Bewässerungstechnik ausgestattet ist. Alle anderen Flächen wurden demnach mit Überflutungsbewässerung bewirtschaftet. In Bezug zu den Flächenangaben in 3.2 wurden damals ungefähr 0,5 % der gesamten landwirtschaftlichen Flächen Ägyptens mit modernen Techniken bewässert. Davon ausgehend, dass diese Technik vornehmlich in den New Lands zum Einsatz kam oder kommt, wären ungefähr 35 % der Flächen in den New Lands mit moderner Bewässerungstechnik bestückt gewesen. [47] Für 2010 wird angenommen, dass 6 % der gesamten bewässerten Flächen mit verbesserten modernen Bewässerungssystemen ausgestattet sind [173]. Damit gehört Ägypten in Bezug auf den Einsatz Moderner Bewässerungstechniken zu den unteren 10 % der Middle East & North Africa-Länder (MENA) [174]. Dazu ist anzumerken, dass in den anderen MENA-Ländern auch keine mit dem Niltal und

Nildelta vergleichbaren landwirtschaftlichen Gebiete existieren, in denen die Überflutungsbewässerung vorherrscht.

Seit 2010 darf auf Ackerflächen, die neu gewonnen werden, keine Überflutungsbewässerung mehr installiert werden. Es sind mit Sprinkler- oder Tropfbewässerung die Techniken der Modernen Bewässerung einzusetzen, die für die meist sandigen Böden dieser Gebiete besser geeignet sind. Damit kann das Bewässerungswasser nicht mehr in zu großen Mengen ungenutzt und unkontrolliert versickern. [18]

Seit Ende der 2010er Jahre werden vom MWRI und MALR Programme initiiert, bei denen Ackerflächen der New Lands von Überflutungsbewässerung auf Sprinkler- und Tröpfchenbewässerung umgestellt werden. Auch wird die Umrüstung von dieselbetriebenen auf solarbetriebene Pumpen unterstützt. 2020 wurde im New Valley ein entsprechendes Projekt mit 175.000 Feddan (73.500 ha) und 85 Pumpen angeschoben. Das Projekt sieht auch die Installation eines modernen telemetrischen Überwachungssystems und die Anbindung der Brunnen an lokale Überwachungsnetzwerke vor. Eine ferngesteuerte Abschaltung der Solaranlagen, die die Brunnen betreiben, reduziert die Wahrscheinlichkeit von Fehlern durch menschliche Faktoren und senkt somit die Kosten. [175], [173]

Ebenfalls im Jahr 2020 ist im Norden des Landes ohne konkretere Ortsangabe, wahrscheinlich im Deltagebiet oder seinen Randbereichen, ein Modernisierungsprojekt für eine 3.140 ha große Fläche mit Plantagen veranlasst worden. Die Regierung wird insgesamt 183,7 Millionen EGP, also 11,6 Millionen USD, investieren, um Bewässerungsanlagen mit Solarsystemen auszustatten. [176]

Im New Valley dominiert im Jahr 2020 offensichtlich die Beregnung mit Pivot-Beregnungssystemen, wie auf Google Maps zu erkennen ist [77]. Für andere Flächen der New Lands ist es nicht möglich, präzise Annahmen zu machen. Die New Lands-Flächen des North Sinai Development Project werden in den zentralen Bereichen wahrscheinlich durch Überflutungsbewässerung und in den Randbereichen sowie den dezentral gelegenen Gebieten vermutlich über Tröpfchenbewässerung mit Wasser versorgt [67].

Die Anwendungseffizienz des eingesetzten Wassers, also das tatsächlich für das Pflanzenwachstum verbrauchte Wasser kann mit folgenden Maximal-Werten für die verschiedenen Bewässerungstechniken angesetzt werden: [177]

- Überflutungsbewässerung: 60 %,
- Beregnung / Sprinklerbewässerung: 80 %,
- Tröpfchenbewässerung: 95 %.

Des Weiteren wird davon ausgegangen, dass bei der Sprinkler- und Tröpfchenbewässerung durch die genauere Dosierung im Vergleich zur traditionellen Überflutungsbewässerung die landwirtschaftlichen Erträge um 15 bzw. 18 % ansteigen [177].

Nach Aussage des Ministers für Landwirtschaft und Landgewinnung Alsayed Marzook Alquasir vom Februar 2021 werden über Förderprojekte des Staats aktuell bis zum 30.06.2021 82.000 ha landwirtschaftlicher Fläche mit moderner Bewässerungstechnik ausgestattet. Mittelfristig soll moderne Bewässerungstechnik für 1 Million Feddan (420.000 ha) und langfristig für 5 Millionen Feddan (2,1 Millionen ha) vom Staat komplett finanziert werden ohne die Landwirte direkt an den Kosten zu beteiligen. [8]

### **Überflutungsbewässerung versus Moderne Bewässerung in Ägypten**

Die Überflutungsbewässerung kann nicht per se als ineffizient und wasserverbrauchend gegenüber modernen Methoden wie Sprinkler- und Tröpfchenbewässerung eingestuft werden. Tatsächlich hat die Überflutungsbewässerung die nachhaltige Landwirtschaft in wasserarmen Regionen über Jahrhunderte oder Jahrtausende hinweg unterstützt. Die Anwender haben lokale Management- und Ingenieursfähigkeiten entwickelt, die die Bewässerungstechnologien an die vorherrschenden Probleme angepasst haben. [165] Auch sei an dieser Stelle nochmals darauf hingewiesen, dass das Wasser bei der Überflutungsbewässerung im Niltal und im Deltabereich in der Regel über Versickerung in die Drainagen oder direkt in den lokalen Aquifer dem Kreislauf des Nilwassers wieder zugeführt wird.

Zum Beispiel führt Tröpfchenbewässerung nur zu einer Wassereinsparung, wenn die Bewässerungssysteme gut geplant und betrieben werden. Es muss Equipment ausgewählt werden, das für die Kulturen, den Boden, die Wasserqualität und die Umweltbedingungen geeignet ist. Auch muss dieses ausreichend gewartet werden. Oft fehlt den Landwirten die Einweisung in die relativ komplexe Handhabung dieser hoch technisierten

Bewässerungspraxis. Die Tropfbewässerung wird vor allem in sandigen Böden falsch eingesetzt, wenn die Tropfschläuche unterhalb der Wurzelschicht verlegt sind. [167], [172]

#### 4.10. DEFIZITE IN DER BEWÄSSERUNGSPRAXIS

Es wird geschätzt, dass die meisten ägyptischen Bewässerungssysteme, einschließlich der Be- und Entwässerungskanäle mit nur 50 % Effizienz arbeiten [178]. Die Wasserverluste im landwirtschaftlichen Sektor werden mit etwa 40 % der Gesamtentnahme aus dem Nil und mit 15 % der Gesamtentnahme aus Tiefengrundwasser angegeben. Diese Mengen ergeben sich aus

- Verdunstungsverlusten aus Kanälen und Brachflächen,
- Sickerverlusten aus den insgesamt 31.000 km Bewässerungskanälen,
- undichten Bewässerungsleitungen,
- Überwässerung von Flächen durch unpräzise Wasserverteilung durch zum Beispiel defekte Kontrollschieber und Pumpen,
- Infiltrationsverlusten von bewässerten Böden,
- Verbrauchsverlusten von Wasserunkräutern in Wasserläufen,
- unkontrollierten Abläufen und Versickerungsverlusten aus Entwässerungssystemen,
- Schäden an Systemen zur Tröpfchenbewässerung und
- dem Einsatz von Beregnungssystemen in Zonen, in denen Tröpfchenbewässerung besser geeignet wäre. [10], [179]

Zudem kann von der in Ägypten rein theoretisch verfügbaren Gesamtwassermenge ein stets größer werdender Anteil nicht für den weiteren Gebrauch verwendet werden. Die weiterhin stark ansteigende Überbevölkerung und die ebenso weiter erfolgende Intensivierung der Landwirtschaft führen zu großen Kontaminationen der Gewässer. Obwohl im Land vor allem große Kläranlagen nach westlichen Standards neu gebaut werden, hält der Ausbau der Infrastruktur zur Abwasserentsorgung mit dem Bevölkerungswachstum nicht mit. Bestehende Kläranlagen sind überlastet, und große Mengen an häuslichen und industriellen Abwässern werden bisher keiner Reinigung zugeführt. Für die Landwirtschaft existieren keine umfassenden Vorschriften für den Einsatz von Pestiziden, sodass vor allem die Drainage- und Sickerwässer von den landwirtschaftlichen Flächen hochgradig belastet sind; siehe auch 4.8. [180], [181]

#### 4.11. MAßNAHMEN ZUR WASSEREINSPARUNG

Als realistisches Ziel zur Wassereinsparung wird von Experten die Reduzierung der Wasserverluste von den derzeit 40 % auf 10 % durch direkte sowie bedarfsorientierte Maßnahmen angegeben. Dazu müssten direkte Maßnahmen in der Infrastruktur zur Bewässerung durchgeführt und die Bewässerungsstrategien in Verbindung mit der Landbewirtschaftung angepasst werden. Dies bedeutet die Kombination von agronomischen und Bewässerungspraktiken. [173], [182]

##### Direkte Maßnahmen

- Einbindung der Landwirte in das Bewässerungsmanagement durch Wassernutzerverbände,
- Schulung der Landwirte,
- Initiierung eines Bewässerungsberatungsdienstes,
- Gewährleistung einer kontinuierlichen Zurverfügungstellung des Wassers / geregelte Wasserverteilung,
- Ersetzung individueller durch kollektive Pumpen,
- Abdeckung der 31.000 km offen liegenden Bewässerungskanäle,
- Beseitigung von Wasserunkräutern,
- Auskleidung und Wartung der Bewässerungskanäle,
- Kontrolle der inoffiziellen Entnahmen von tiefem Grundwasser,
- Verbesserung und Optimierung der Bewässerungssysteme,
- richtige Auswahl und Nutzung der Bewässerungssysteme,
- Umstellung von Überflutungsbewässerung und Beregnungssystemen auf Tröpfchenbewässerung in den New Lands; damit kann die Verdunstung durch Interzeption stark eingeschränkt werden,

- regelmäßige Inspektion und Wartung der Tropfbewässerungssysteme, um Verluste durch Beschädigungen zu vermeiden,
- Kontrolle von Wasserverlusten im System,
- Aufspüren von Leckagen durch Einrichtung eines akustischen Lecksuchsystems mit automatischer Überwachung,
- richtig konzipiertes, installiertes, gewartetes und verwaltetes Bewässerungssystem, um das Volumen des Bewässerungswassers erheblich zu reduzieren und somit Energie und Geld zu sparen,
- Verbesserung der Effizienz des öffentlichen Wasserversorgungssystems durch die Reduzierung von Verlusten und die Verbesserung der Bewässerungsverteilung,
- Anwendung von Fernerkundung und geografischen Informationssystemen zur verbesserten und automatisierten aufeinander abgestimmten Landbewirtschaftung und Bewässerung,
- Einführung von Tarifen für die Wassereinsparung, die verschiedenen Arten von Land- oder Ernteabgaben, Produktionsgebühren und Wasserpreise; oder Subventionen für die Wassereinsparung,
- Wiederverwendung von Drainagewasser und behandeltem Abwasser. [183], [184]

### Bedarfsorientierte Maßnahmen

- Anwendung von Bewässerungspraktiken, die zu einer hohen Bewässerungsleistung und Wassereinsparung führen,
  - Bewässerung in der Nacht, minimiert die Verdunstung,
  - Auswahl von Sorten oder Anbaumustern mit geringem Wasserbedarf; die ägyptische Regierung hat für das Deltagebiet ab August 2019 Beschränkungen für den Anbau von Nahrungsmittelpflanzen mit einem hohen Wasserverbrauch erlassen; dazu zählen vornehmlich Baumwolle, Reis, Zuckerrohr und Bananen [80], [183], [184]; genauere Angaben waren nicht in Erfahrung zu bringen,
  - Umstellung von Zuckerrohranbau (Wasserverbrauch: 11.000 m<sup>3</sup>/Feddan) auf Zuckerrübenanbau (Wasserverbrauch: 4.000 m<sup>3</sup>/Feddan); dies bedarf allerdings Änderungen im Verarbeitungsprozess,
  - Beibehaltung der offiziell genehmigten Anbaufläche für Reis (Wasserverbrauch: 7.000 m<sup>3</sup>/Feddan) in den Old Lands mit 1.095.117 Feddan; die tatsächliche Fläche betrug im Jahr 2020 jedoch 1.902.519 Feddan, dies entspricht einer illegalen Reisanbaufläche von 807.402 Feddan,
  - Entwicklung idealer auf Reisanbau angepasster Bewässerungsmanagementmethoden; damit könnten 43-52 % (4,7-5,7 Milliarden m<sup>3</sup>) eingespart werden, [185], [186], [187]
  - Etablierung saisonaler Fruchtfolgen; Früchte, die mehr Biomasse produzieren und somit einen höheren Wasserbedarf während ihres Wachstums haben, sollten im Winterhalbjahr angebaut werden, wenn das Evapotranspirationspotenzial geringer ist; hitzeresistente Pflanzen mit generell geringerem Wasserbedarf sollten im Sommerhalbjahr kultiviert werden. Die zu erwartenden Einsparungen werden mit 25 bis 1.517 m<sup>3</sup>/ha angegeben [93],
  - Anwendung der Defizitbewässerung, Bewässerung mit einer bewusst unterhalb des optimalen Wasserbedarfs der Kulturpflanzen angesetzten Wassermenge, bei bestimmten Kulturen, wie zum Beispiel Kurzzeitklee, Sojabohnen oder Bohnen,
  - Verwendung von organischen Düngern, wie Mist und Kompost, in den New Lands zum Aufbau von stabilen Humusanteilen in den Bodenschichten; damit können das Wasserbindungsvermögen sowie die physikalischen, chemischen und biologischen Eigenschaften der leichten und gut entwässerbaren Böden erhöht werden, [188]
  - Einführung von erhöhten Saatbeeten - Raised-bed Planting; zur Umsetzung des Raised-bed Plantings werden die kleinteiligen Parzellen beziehungsweise Bewässerungsbecken zu größeren planen Flächen verkoppelt, sodass die Bewirtschaftung mit Traktoren und maschinenbetriebenen mechanischen Geräten erfolgen kann; dies erfordert eine präzise Landnivellierung; in der Gesamtfläche steht mehr Land zur Verfügung, weil die Zwischendämme wegfallen; auf der Fläche werden mittels Grubbern Raster aus flach erhöhten Saatbeeten und dazwischenliegenden Furchen erstellt; die Furchen dienen der temporären Bewässerung und werden dazu geflutet; die Saatbeete werden nicht überflutet; die Bewirtschaftung sollte in Kooperativen erfolgen, da ein Kleinbauer über zu wenig Land verfügt und das erforderliche technische Equipment nicht eigenständig erwerben könnte. [166], [189], [190]
- Schätzungsweise werden bereits 19 % der gesamten Weizenfläche in den drei wichtigen Weizen produzierenden Provinzen Ägyptens mit erhöhten Saatbeeten bewirtschaftet; Modellergebnisse aus

Untersuchungen zeigen, dass diese Bewirtschaftungsmethode zu einer Ertragssteigerung von 937 kg/ha (12,5-15 %), einer Steigerung der Bruttomargen um 77,60 USD/ha (9,5 %), einer Reduzierung des Wasserverbrauchs um 824,6 m<sup>3</sup>/ha (15-20 %), einer Reduzierung der Aussaatmenge um 17 %, einer Steigerung der Wasserproduktivität um 5,6 % und einer Reduzierung des Ertragsrisikos um 11,8 % führt; diese Form der Bewirtschaftung hat keine signifikanten Auswirkungen auf den Salzgehalt des Bodens sowie die Menge an Düngerbedarf und Arbeitseinsatz. [190], [191], [192]

Die in Ägypten klaffende Lücke zwischen Produktion und Verbrauch von Weizen, die durch Importe ausgeglichen wird, beträgt ungefähr 50 %; diese Weizenlücke könnte durch eine Umstellung auf erhöhte Saatbeete auf 32 % gesenkt werden; bei einem kombinierten Anbau von Weizen als Zwischenfrucht zu Tomaten, Zuckerrüben oder Baumwolle könnte die Lücke auf 23 % reduziert werden. [93]

#### 4.12. DIE ÄGYPTISCHE WASSERSTRATEGIE - ÜBERBLICK

Wassereinsparungen in der Landwirtschaft sind ein wichtiges Ziel der ägyptischen Wasserstrategie, um eine wachsende Bevölkerung mit begrenzten Ressourcen zu versorgen. Das Ausmaß der potenziellen Wassereinsparungen in der Landwirtschaft und die Frage, wie diese Einsparungen am besten erreicht werden können, sind jedoch Gegenstand einiger Diskussionen. Während die "klassische" Bewässerungseffizienz auf Feldebene aufgrund der vorherrschenden Überflutungsbewässerung niedrig sein mag, ist die Gesamtsystemeffizienz - die "effektive Bewässerungseffizienz" - aufgrund der Rückflüsse über die Drainagen relativ hoch. [193] Wassereinsparungsstrategien in Ägypten konzentrieren sich daher nicht so sehr auf wassersparende Bewässerungstechnologien wie Sprinkler- oder Tröpfchenbewässerung. Stattdessen basieren sie auf der Beobachtung, dass Landwirte zu früh bewässern und zu viel Wasser ausbringen, wenn sie keine Kontrolle über den Zeitpunkt und die Menge der Wasserzufuhr haben. [160]

Die Machbarkeit von Wassereinsparungen in der ägyptischen Landwirtschaft wurde erstmals durch Pilotprojekte im Rahmen dem von der United States Agency for International Development (USAID) unterstützten Egypt Water Use and Management Project (EWUP) untersucht, das 1977 begann. [161]

Die "Strategie für die Entwicklung der Bewässerung in Ägypten bis zum Jahr 2000" von 1980 sah bereits die Verbesserung der Kontrolle und Verteilung des Bewässerungswassers als erste Phase der Strategie vor. Dem sollte die Entwicklung von Feldbewässerungssystemen und die direkte Bepreisung des Bewässerungswassers folgen. [160] Basierend auf den Erkenntnissen des EWUP [194] und der Bewässerungsstrategie stellte die Regierung 1984 das National Irrigation Improvement Program (IIP) auf, das 1985 von der Nationalversammlung verabschiedet wurde. Seine Umsetzung begann, wiederum mit Unterstützung von USAID, in elf Pilotgebieten, beginnend mit dem Serri-Kanal mit 120.000 Feddan (50.400 ha) im Gouvernement Minya. [160] Das Projekt ersetzte die alten, tief liegenden Mesqas entweder durch erhöhte Mesqas, von denen das Wasser durch Schwerkraft zu den Feldern fließen sollte, oder durch erdverlegte Druckleitungen. Mit Hilfe von Value-Engineering-Techniken wurde die optimale Mesqa-Alternative evaluiert, die auf minimale Kosten abzielte. [195] Bis 1998 wurden etwa 1.100 Wassernutzergemeinschaften gegründet und Systeme zur Bewässerung von 129.000 Feddan (54.180 ha) modernisiert. [161], [196] Das Projekt reduzierte Wasserverluste, verbesserte die Wasserqualität am Ende der Mesqas, stellte den Landwirten am Ende der Kanäle mehr Wasser zur Verfügung, sparte aufgrund der geringeren Größe der neuen Mesqas Land, reduzierte die Pumpkosten um mehr als 50 % und steigerte die Erträge zwischen 5 und 30 %. [161] Aufbauend auf diesem Erfolg wurde das Konzept der Beteiligung der Landwirte am Bewässerungsmanagement auf die Zweigkanäle ausgedehnt, indem 1997 in Qemri, Bahr el Dahram und Balaqtar (Unterägypten) sowie im El-Reity-Kanal (Oberägypten) und in Fayoum Zweigkanal-Wassernutzervereinigungen (Branch Canal Water Users Associations, BCWUAs) gegründet wurden. Dieser Prozess wurde durch zwei von USAID finanzierte Projekte unterstützt, das LIFE-Projekt (Livelihood and Income from the Environment) (2005-2008) und das Projekt Integrated Water Resources Management II (2009-2012). [197]

Ab 1996 unterstützten die Weltbank und die deutsche Entwicklungsbank KfW das IIP mit dem Ziel, die landwirtschaftliche Produktion und das Einkommen zu steigern. Im Rahmen dieses Projekts wurden 2.906 Wassernutzergemeinschaften gegründet, die mehr als 200.000 Feddan (84.000 ha) im westlichen Delta (Mahmoudia) und im nördlichen Delta (Manaifa und Wasat) bewässern. Allerdings stiegen die Nettoeinnahmen aufgrund der reduzierten Pumpkosten nur um 6-9% im Vergleich zu den angestrebten 30%, so dass das Projekt 2007 von der Weltbank als "geringfügig zufriedenstellend" bewertet wurde. [198]

Ab 1996 initiierte die Regierung auch die Gründung von Entwässerungsnutzerverbänden (DUAs), um Entwässerungskanäle kollektiv zu verwalten. Diese Verbände blieben jedoch marginal und offenbar sind die Bauern nicht daran interessiert, sich nur in Entwässerungsfragen zu organisieren. [161]

Im Rahmen der allgemeinen Entwicklungspolitik und des Comprehensive Africa Agriculture Development Programme (CAADP), dem gemeinsamen Landwirtschaftsprogramm der Afrikanischen Union, hat Ägypten verschiedene politische Dokumente und Investitionspläne in Bezug auf Landwirtschaft und Ernährungssicherheit erstellt. 2005 hat das MWRI den National Water Resources Plan, 2005 [14], [199][199] herausgegeben, der sich auf die Bewässerung durch Verbesserung der allgemeinen Wassernutzungseffizienz in der Landwirtschaft, die Verbesserung der Wasserzuteilung und Verteilung des Nilwassers, die Vermeidung oder Reduzierung von Emissionen und die Behandlung von Abwasser konzentriert [14], [199]. Das NWRP empfiehlt die Fortführung des Bewässerungsverbesserungsprojekts und des integrierten Bewässerungsverbesserungsprojekts, die Bereitstellung von Bewässerungsberatungsdiensten, die Verwendung kontrollierter Drainage während des Reisanbaus, die Verwendung moderner Bewässerungstechniken, die Verbesserung der Betriebs- und Wartungsaktivitäten durch private Beteiligung (Wasserverbände und Wassernutzervereinigungen), die Reduzierung der Bewässerungszufuhr nach Regenfällen sowie die Verwendung neuer Pflanzensorten (zum Beispiel frühreife und salztolerante Sorten). Es gibt jedoch einen Mangel an Investitionen für Betrieb und Wartung (operation & maintenance) und die Notwendigkeit, das Investitionsportfolio auf die Sanierung von Bewässerungsanlagen auszurichten. Später, im Jahr 2009, bereitete Ägypten seine Strategie für nachhaltige landwirtschaftliche Entwicklung bis 2030 (SADS) vor. Die Hauptziele der SADS in Bezug auf Landwirtschaft und Bewässerung konzentrierten sich auf zwei Säulen, [100]

- 1) die nachhaltige Nutzung der natürlichen Ressourcen der Landwirtschaft und
- 2) die Verbesserung der landwirtschaftlichen Produktivität.

Die SADS empfiehlt die Verbesserung der Wassernutzungseffizienz in der Bewässerungslandwirtschaft, die nachhaltige Ausweitung von wiedergewonnenen Flächen, die nachhaltige Entwicklung der Land- und Wasserproduktivität, den Einsatz verbesserter Wassergewinnungstechniken zur Maximierung der Regenwassernutzung zusammen mit zusätzlicher Bewässerung aus Grundwasserquellen, die Erhaltung und den Schutz von landwirtschaftlichen Flächen und die Bodenerhaltung, den Anbau neu entwickelter Sorten mit Resistenz gegen Trockenheit, Salzgehalt und Schädlinge, den Anbau früh reifender Pflanzensorten, die Steigerung der Kleeproduktivität, die Entwicklung von lang- bis mittelstapeligen Baumwollsorten mit hohen wirtschaftlichen Erträgen und die stärkere Beachtung von integriertem Farmmanagement und verbesserten Anbaumethoden [55]. Das CAADP hat das Hauptziel, Hunger zu beseitigen und Armut durch Landwirtschaft zu reduzieren. Um dieses Ziel zu erreichen, haben sich die afrikanischen Staats- und Regierungschefs darauf geeinigt, die öffentlichen Investitionen in die Landwirtschaft um mindestens 10 % ihrer nationalen Budgets zu erhöhen und die landwirtschaftliche Produktivität zu steigern. Das CAADP wurde um vier Säulen herum entwickelt:

- 1) Land- und Wassermanagement,
- 2) Marktzugang,
- 3) Nahrungsmittelversorgung und Hunger,
- 4) Agrarforschung.

Die SADS zielt darauf ab, Ernährungssicherheit durch die Förderung von Selbstversorgung mit strategischen Nahrungsmitteln, die Rationalisierung der lokalen Nachfrage und des Konsums, die Verbesserung der Konsummuster zur Verbesserung des Ernährungsstandards, die Verringerung der Lebensmittelverluste vor und nach der Ernte, die Verbesserung der Lebensmittelqualität und -sicherheit und die Verbesserung der sozialen Sicherheitsnetze zu erreichen [55]. Die vorrangigen strategischen Nutzpflanzen zur Erreichung von Ernährungssicherheit sind Weizen, Ackerbohnen, Linsen, Ölpflanzen, Zuckerpflanzen und Mais. In diesem Zusammenhang liegt der Fokus der SADS auf der Steigerung der landwirtschaftlichen Produktion, der Etablierung eines ägyptischen Verhaltenskodex für die Sicherheit von Lebens- und Futtermitteln, der Festlegung ägyptischer Standards für maximale Rückstände, der Etablierung ägyptischer Standards für Lebensmittelzusatzstoffe, Konservierungsmittel, Farbstoffe und Geschmacksverstärker, der Abschaffung von Nahrungsmittelsubventionen in Form von Sachleistungen und der Umstellung auf ein direktes finanzielles Unterstützungssystem oder finanzielle Unterstützung durch Lebensmittelgutscheine sowie der Entwicklung einer Medienkampagne zur Förderung der vorgeschlagenen Politik und zur Klärung ihrer Relevanz und Auswirkungen auf einkommensschwache Bevölkerungsgruppen [55].

Die drei Hauptsäulen innerhalb der Politik des MWRI, die sich auf Wasserressourcen konzentrieren, sind:

- 1) die Erschließung zusätzlicher Wasserressourcen und die Zusammenarbeit mit den Anrainerstaaten des Nilbeckens,
- 2) die bessere Nutzung der vorhandenen Wasserressourcen und die Steigerung der Wassernutzungseffizienz,
- 3) der Schutz der Wasserqualität und der Umwelt [14], [199].

Dieser nationale Plan des MWRI beschreibt, wie Ägypten seine Wasserressourcen schützen wird. Dieser Plan versucht, die nationalen Ziele zu erreichen, indem neue Wasserressourcen erschlossen werden, die Effizienz der gegenwärtigen Nutzung verbessert wird und Umwelt und Gesundheit durch die Verhinderung von Verschmutzung und durch die Behandlung und Kontrolle von verschmutztem Wasser geschützt werden. Viele dieser Aktivitäten werden in Zusammenarbeit mit anderen Ministerien wie dem Ministerium für Landwirtschaft und Landgewinnung, dem Ministerium für Wohnungsbau, Versorgungsbetriebe und neue Gemeinschaften, dem Ministerium für Gesundheit und Bevölkerung und dem Umweltministerium durchgeführt [14], [199]. Die Aktionen und Maßnahmen zur Erschließung zusätzlicher Ressourcen hängen von der Fortsetzung der Zusammenarbeit mit den Anrainerstaaten des Nilbeckens ab und von der Untersuchung der Möglichkeiten zur Erhöhung der Nilwasser-versorgung, der Erschließung von tiefem Grundwasser in der westlichen Wüste, der Untersuchung des Entwicklungspotenzials von Brackwasser für Aquakultur und Landwirtschaft und der Verbesserung der Bewirtschaftung des flachen Grundwassers des Nil-Aquifers, der Stimulierung von Regenwassernutzung im kleinen Maßstab entlang der Mittelmeerküste sowie der Durchführung von Machbarkeitsstudien zur Nutzung von Sturzfluten im Sinai in Kombination mit Hochwasserschutz und der Steigerung der Brack-/Salzwasserentsalzung entsprechend dem Bedarf [14], [199].

#### 4.13. WASSERRECHTLICHE VORGABEN IN ÄGYPTEN

Die Bewirtschaftung und der Schutz der Ressource Wasser werden in Ägypten in keinem einheitlich übergreifenden Gesetz geregelt. Zu den wichtigsten Gesetzen, die für das Wasserressourcenmanagement relevant sind, gehören einerseits Gesetze zur Be- und Entwässerung und andererseits Gesetze zum Schutz der Umwelt. Zu den Be- und Entwässerungsgesetzen gehören: [14], [199]

- Law 12 for the year 1984 for the Irrigation and drainage [200],
- Law 213 for the year 1994 for farmer participation and cost sharing.

Zu den Gesetzen und Verordnungen zum Umweltschutz gehören: [199]

- Law 93 for the year 1962 for the discharge to open streams and its modifications for the years 1962, 1982, and 1989,
- Law 27 for the year 1978 for the regulation of water resources and treatment of wastewater,
- Law 48 for the year 1982 Regarding the protection of the River Nile and waterways from pollution,[38]
- Law 4 for the year 1994 for Environment Protection [201].

#### 4.14. BEHÖRDEN UND IHRE ZUSTÄNDIGKEITEN

Die Bewirtschaftung der Wasserressourcen in Ägypten ist ein komplexer Prozess, an dem zahlreiche Akteure beteiligt sind, die Wasser für die Bewässerung, die kommunale und industrielle Wasserversorgung, die Erzeugung von Wasserkraft und die Schifffahrt nutzen. Darüber hinaus unterstützt das Wasser des Nils aquatische Ökosysteme, die durch Entnahme und Verschmutzung bedroht sind.

In Ägypten sind im Bereich des Wassersektors mehrere Ministerien an der Bewirtschaftung der Wasserressourcen beteiligt:

- das Ministry of Water Resources and Irrigation (MWRI) spielt eine Schlüsselrolle. Es ist zuständig für die Entwicklung und das Management der Wasserressourcen sowie für den Betrieb und die Wartung von Dämmen, Wehren, Be- und Entwässerungskanälen. Außerdem überwacht es die Wasserqualität; eine wichtige Funktion innerhalb des MWRI hat die Abteilung für Grundwasser und Bewässerungsentwicklung inne,
- das Ministry of Agriculture and Land Reclamation (MALR) ist für die Entwicklung der landwirtschaftlichen Produktion und die Landgewinnung zuständig, einschließlich des Wassermanagements auf Ebene der landwirtschaftlichen Betriebe,

- das Ministry of Water Supply and Sanitation Facilities (MWSSF), dem die Wasserversorgung für die Siedlungs- und Infrastruktur sowie die Abwasserentsorgung obliegt,
- weitere Institutionen, die ebenfalls mit spezifischen Aufgaben am Wassersektor beteiligt sind, sind das Ministry of Health and Population (MoHP), das Ministry of State for Environmental Affairs (MSEA) zusammen mit der Egyptian Environmental Affairs Agency (EEAA) und das Ministry of Local Development (MoLD). [199]

Die wichtige Aufgabe der Überwachung der Wasserqualität wird zwischen MWRI, MoHP und MSEA aufgeteilt. Jedes der drei Ministerien hat seine eigenen Messstellen entlang des Nils und der Kanäle. Die Grundwasserqualität wird ausschließlich vom MWRI überwacht. [202] Darüber hinaus überwachen drei Institute innerhalb des National Water Research Center die Wasserqualität. In einem UN-Bericht heißt es: "Trotz der Vielzahl von (Wasserqualitätsüberwachungs-)Programmen mangelte es ihnen manchmal an genauen Informationen und sie waren nicht miteinander verbunden". Um die Qualität der Überwachung und Berichterstattung zu verbessern, hat Ägypten Unterstützung von der Canadian Association for Environmental Analytical Laboratories erhalten. Darüber hinaus wurde eine Wasserqualitätseinheit eingerichtet, die Wasserqualitätsdaten von verschiedenen Abteilungen des MWRI und anderen Ministerien sammelt und in einer Datenbank mit "mehr als 40 Indikatoren und über 435 Standorten" zusammenfasst. [203]

Um die Koordination zwischen den an den Wasserressourcen beteiligten Ministerien zu gewährleisten, gibt es mehrere Komitees, darunter das Oberste Nilkomitee, das vom Minister für Wasser und Bewässerung geleitet wird, das Komitee für Landgewinnung und das Interministerielle Komitee für Wasserplanung. Letzteres wurde 1977 im Rahmen des Projekts Master Water Plan gegründet. [160]

Folgende Behörden arbeiten unter dem MWRI: [204]

- Die Egyptian Public Authority for the High Dam and Aswan Reservoir ist für den Betrieb des Assuan-Hochdamms zuständig.
- Die Egyptian Public Authority for Drainage Projects (EPADP) ist für den Bau und die Instandhaltung von Entwässerungsanlagen zuständig.
- Die Egyptian Public Authority for Shore Protection, auch Shore Protection Authority (SPA) genannt, ist für die Planung von Uferschutzmaßnahmen zuständig.
- Das National Water Research Center umfasst zwölf Institute und ist die wissenschaftliche Einrichtung des MWRI für alle Aspekte der Wasserwirtschaft.

#### 4.15. DIE ÜBERNATIONALEN PROGRAMME ZUR WASSERBEWIRTSCHAFTUNG IN ÄGYPTEN

Die internationale Zusammenarbeit leistet bis heute einen wichtigen Beitrag zur Gestaltung der modernen ägyptischen Wasserwirtschaft, sowohl durch Investitionsfinanzierung als auch durch technische Unterstützung.

##### **Investitionsfinanzierung**

Die Sowjetunion finanzierte in den 1960er Jahren den Bau des Assuan-Staudamms. Nachdem sich Ägypten in den 1970er Jahren dem Westen geöffnet hatte, stellten die Vereinigten Staaten, verschiedene europäische Länder und die Weltbank wichtige Investitionsfinanzierungen für die Wasserversorgung und Abwasserentsorgung sowie für die Be- und Entwässerung bereit. Die Golfstaaten finanzierten teilweise Megaprojekte zur Erschließung neuer Flächen für die Bewässerung im New Valley, unterstützt von den Vereinigten Arabischen Emiraten, und im Nordsinai, unterstützt von Kuwait und Saudi-Arabien.

##### **Technische Hilfe**

Auf diesem Gebiet spielen seit den 1980er Jahren die Niederlande, die Weltbank und die Vereinten Nationen - United Nations Development Programme (UNDP) eine wichtige Rolle bei der Unterstützung aufeinander folgender nationaler Wasser-Masterpläne. Das Entwicklungsprogramm der UNDP und das National Water Research Center haben ein computergestütztes Decision Support System für Wasserressourcen entwickelt, das verschiedene Szenarien des Klimawandels für das Nilbecken erstellen kann und damit zur Verbesserung der Planung und des Managements der Wasserressourcen beiträgt. [116], [118] USAID leistete erhebliche Unterstützung bei der Verbesserung der Bewässerungsinfrastruktur und bei der Unterstützung von Wassernutzerverbänden. Mit Unterstützung von USAID wurde eine Managementebene - die Inspektionsstufe - aus dem MWRI-Verwaltungssystem entfernt, verschiedene Befehlsketten wurden in Form von Integrierten Wassermanagement-Distrikten zusammengeführt und Zweigkanal-Wassernutzervereinigungen wurden auf etwa 40 % der bewässerten Fläche

Ägyptens gegründet. Ab 2012 arbeiteten Geber und Regierung an einem gemeinsamen integrierten Sektoransatz (Joint Integrated Sector Approach, JISA), der auf dem Nationalen Wasserressourcenplan basiert, um die Bemühungen verschiedener Geber, insbesondere im Bereich Bewässerung, besser zu koordinieren. [197]

Der Minister für Kommunikation und Informationstechnologie sowie der Minister für Landwirtschaft und Landgewinnung haben 2020 ein zweijähriges Kooperationsprojekt zur Entwicklung einer technologischen Infrastruktur für den Einsatz in einer effizienten Bewässerungslandwirtschaft angestoßen. Es umfasst die Schaffung eines elektronischen Portals, welches automatisiert landwirtschaftliche, bodenkundliche und klimatologische Daten sowie Daten zu Bodenfeuchte und Wasserbedarf automatisiert durch Unterstützung von GIS verwaltet und ausgewertet, um diese wiederum dem Anwender für eine optimierte und wassereinsparende Landbewirtschaftung zur Verfügung zu stellen. [8]

#### 4.16. BEWÄSSERUNGSKOSTEN

Die zunehmende Bedeutung der Ressource Wasser in Ägypten zeigt sich in rasant steigenden Preisen des Versorgungswassers. Im August 2017 sind durch die ägyptische Regierung die Trinkwasser- und Abwassergebühren um bis zu 50 % für alle Verbraucher erhöht worden. Für den Hausgebrauch sind die Preise je nach Verbrauch auf 0,45-2,15 EGP/m<sup>3</sup> (ungefähr 0,024-0,11 EUR) angehoben worden. Die Abwassergebühren, die als Prozentsatz des Wasserpreises berechnet werden, stiegen von 57 % auf 63 %. Die Preise für die Nutzung durch Unternehmen reichen von 2,00-6,95 EGP/m<sup>3</sup> (ungefähr 0,11-0,37 EUR) In diesem Sektor sind die Abwassergebühren auf 92 % des Wasserpreises gestiegen. [205]

Das tatsächliche Bewässerungswasser wird bisher kostenfrei an die Landwirte abgegeben. Sie tragen nur die Kosten für die eigenständig durchgeführte Förderung und Verteilung des Wassers auf ihren landwirtschaftlichen Flächen. Daher sind die Anreize gering, mit Wasser sparsamer umzugehen oder in moderne und effizientere Bewässerungsmethoden zu investieren. [156] Nur die Einführung eines Wasserpreises wäre eine Stellschraube, die zur Reduzierung des Wasserverbrauchs genutzt werden kann [206].

Zur Förderung von Nilwasser auf höher gelegene Bewässerungsebenen werden heute Pumpstationen benötigt, ebenso für die Förderung von Grundwasser. Die Kostenkriterien für solche Pumpstationen umfassen die Anschaffungskosten und die jährlichen Betriebs- und Wartungskosten. Die beispielhafte Auswertung der Daten von 13 Bewässerungspumpstationen, unterteilt in die zwei Gruppen kleine Gebiete und größere Gebiete, zeigt, dass die geschätzten Anfangskosten pro Feddan für alle Pumpstationen mit der Zunahme der bewässerten Fläche abnehmen. Bei den geschätzten Betriebs- und Wartungskosten pro Feddan verhalten sich diese Kosten nicht für alle Pumpstationen gleich. Die Kosten nehmen folglich für Pumpstationen der kleinen Flächen von nicht mehr als 1.000 Feddan (4,2 ha) ab. Die Kosten für Pumpstationen der großen Flächen mit bis zu 34.000 Feddan (14.280 ha) steigen an. Dies ist auf den steigenden Betriebsbedarf mit zunehmender Größe der zu bewässernden Flächen zurückzuführen. [207] Diese reinen Förderkosten, die die Landwirte eigenständig zu tragen haben, werden für Ägypten mit durchschnittlichen jährlichen Kosten in Höhe von 75 EGP pro Feddan und 10,7 EGP pro 1.000 m<sup>3</sup> Wasser (ungefähr 3,95 beziehungsweise 0,56 EUR) angesetzt. [208]

Die Nutzung moderner Bewässerungstechnologien in Ägyptens Landwirtschaft wird durch hohe Kapitalkosten für Tropf- und Sprinklerbewässerung eingeschränkt, zumal die Kleinbauern mit ihren begrenzten Anbauflächen und durch die Landfragmentierung nur über geringe Gewinnmargen verfügen. Des Weiteren verfügen die Landwirte in der Regel nur über geringe Kenntnisse und Fähigkeiten zum Betreiben technisierter Bewässerungsmethoden. [209]

Die aus Kanälen bestehende Infrastruktur des komplexen ägyptischen Bewässerungssystems (siehe 4.7) gilt bis zu dem Punkt, an dem die Landwirte das Wasser entnehmen, als öffentliches Gut. Somit obliegt deren Unterhaltung der öffentlichen Hand. An der gesamten teilweise maroden Infrastruktur besteht ein großer Bedarf an Investitionen zur Verbesserung der Effizienz, welcher den Staatshaushalt stark belastet. Daher zieht die ägyptische Regierung zukünftig direktere Methoden zur Kostendeckung seitens der Landwirte in Betracht, um die wiederkehrende fiskalische Belastung der Regierung zu reduzieren und gleichzeitig die Effizienz und Nachhaltigkeit der Operation & Maintenance-Dienstleistungen zu verbessern. Somit könnten auch die effiziente Ressourcennutzung gefördert, eine effiziente Bereitstellung von Bewässerungsdienstleistungen unterstützt und eine gerechte Wasserverteilung erreicht werden. [210]

Von Experten wird die kulturbasierte Regelung in Abhängigkeit des Wasserverbrauchs der jeweils angebauten Früchte als die effektivste Handhabung betrachtet, um die Kosten zur Instandhaltung der

Bewässerungsinfrastruktur decken zu können. Eine solche Methode auf Grundlage des Residualwertverfahrens würde bei den Landwirten zunächst zu einer Erhöhung der Gesamtkosten der Bewässerung führen. Eine entsprechende Politik könnte Berechnungen für das Gouvernement Dakahlia zufolge eine Wassereinsparung von mindestens 500.000 m<sup>3</sup> pro Jahr einbringen. Die Einführung einer entsprechenden Politik bedingt einen ausreichenden Zugang der Landwirte zu Wissen und eine Verbesserung der Kommunikationskanäle zwischen den Landwirten und dem qualifizierten landwirtschaftlichen Beratungspersonal über die schädlichen Auswirkungen der Überbewässerung, den empfohlenen Wasserbedarf der Pflanzen, die Rolle der Wassernutzervereinigungen und wassersparende Managementtechniken. Außerdem ist eine öffentliche Aufklärungskampagne über die Notwendigkeit, einen Teil der Betriebs- und Wartungskosten für die Bewässerung zu decken, eine der wichtigsten Maßnahmen, die vor der Einführung einer Kostendeckungspolitik für die Bewässerung durchzuführen wäre. [210]

Im April 2021 ist verkündet worden, dass Ägypten die Auflagen für die Nutzung der Wasserressourcen erhöhen will. Das ägyptische Parlament erwägt den Erlass eines 134 Artikel umfassenden Gesetzes, über das Gebühren für Bewässerungswasser erhoben werden sollen. Die neue Gesetzgebung soll Vorgaben zum Umgang mit Abwässern enthalten, so zum Beispiel dessen Wiederverwendung in der Landwirtschaft oder für die Grundwasseranreicherung. Der Gesetzesentwurf sieht auch vor, dass jeder ägyptische Landwirt, der Wasserpumpenanlagen zur Förderung von Nilwasser einsetzt, dem ägyptischen Staat mehr als 1.250 EGP (80 USD) für eine fünfjährige (erneuerbare) Betriebslizenz zahlen muss, also etwa 250 EGP (16 USD) pro Jahr. Bewässerungswasser soll nicht an Landwirte verkauft, sondern dessen Nutzung rationalisiert werden, indem Gebühren nur für große Mengen Wasser zur Bewässerung von Großbetrieben erhoben werden. Von dieser Maßnahme wären 1-2 % der Landwirte betroffen. [9]

## 5. NÜTZLICHE KONTAKTE

### Außenwirtschaftsförderung und -beratung

Organisation:	Deutsch-Arabische Industrie- und Handelskammer
Adresse:	Alexandrien Büro 7, El Fardos Street Alfa Scan Building 4, 2nd Floor Semouha, Alexandria, Egypt Tel. and Fax: (+203) 4273338
	Suez-Kanal Region Büro: 135, Orabi and Misr St. Ismailia, Egypt Tel: (+20) 64 391 5534 Fax: (+20) 64 392 1902 / 391 3440
Website:	<a href="https://aegypten.ahk.de/">https://aegypten.ahk.de/</a>

### Anbieter für landwirtschaftliche Bewässerungslösungen

Organisation:	Agricultural Sciences, Inc., (AgSci)
Adresse:	Distributor in Egypt
E-Mail:	<a href="mailto:info@globalgreenplanet.com">info@globalgreenplanet.com</a>
Website:	<a href="https://www.agsciinc.com/html/contact.html">https://www.agsciinc.com/html/contact.html</a>

Organisation:	Nawras Drip
Adresse:	167 industrial zone , Sadat city , Menufia
Telefon:	(+2) 0102 748 9999
E-Mail:	<a href="mailto:info@nawrasdrip.com">info@nawrasdrip.com</a>
Website:	<a href="https://www.nawrasdrip.com/our-products/">https://www.nawrasdrip.com/our-products/</a>

Organisation:	Steenbergen HollandDrain Egypt
Adresse:	40 Nehro Street, Heliopolis, Cairo
Telefon:	(+2) 02 2450 9998
E-Mail:	<a href="mailto:info@shdegypt.com">info@shdegypt.com</a>
Website:	<a href="http://shdegypt.com/">http://shdegypt.com/</a>

Organisation:	MZT Pumpi
Adresse:	Giza
E-Mail:	<a href="mailto:info@pumpi.com.mk">info@pumpi.com.mk</a>
Website:	<a href="https://pumpi.com.mk/pumps/">https://pumpi.com.mk/pumps/</a>

Organisation:	Waterman Industries of Egypt
Adresse:	20 Ezz El Din Omar street from Pyramids Street, Giza - Greater Cairo
Telefon:	(+2) 0 2 3386 6163
E-Mail:	<a href="mailto:sales@waterman-industries.com">sales@waterman-industries.com</a>
Website:	<a href="http://www.waterman-industries.com/">http://www.waterman-industries.com/</a>

Organisation:	Omnivent Techniek BV
Adresse:	Office Cairo
E-Mail:	<a href="mailto:info@omnivent.nl">info@omnivent.nl</a>
Website:	<a href="http://www.omnivent.nl/en-us/About-Omnivent/About-Omnivent;">http://www.omnivent.nl/en-us/About-Omnivent/About-Omnivent;</a> <a href="https://www.linkedin.com/authwall?trk=gf&amp;trkInfo=AQHAbLpRSqY9zwAAAXkQOBsYk-PJQBrLs_DMBUzQAocUO5m7f2Y0WF2O-5hylSxCkWK9MC-">https://www.linkedin.com/authwall?trk=gf&amp;trkInfo=AQHAbLpRSqY9zwAAAXkQOBsYk-PJQBrLs_DMBUzQAocUO5m7f2Y0WF2O-5hylSxCkWK9MC-</a>

	<a href="https://www.google.de/&amp;sessionRe-direct=https%3A%2F%2Feg.linkedin.com%2Fin%2Fibrahim-yehia-43b7a6aa">mGikpaA1WFls3WGS3V3bwoIXdPjyDQxiAY9bYiBL-SlYvaT_R7M8Wb1GOKO_QOU=&amp;originalReferer=https://www.google.de/&amp;sessionRe-direct=https%3A%2F%2Feg.linkedin.com%2Fin%2Fibrahim-yehia-43b7a6aa</a>
--	--

Organisation:	Allweiler-Farid Pumps
Adresse:	1373 Kornish El-Nil Avenue, Agha-Khan-Towers, 11241 Cairo
Ansprechpartner:	Nabil Farid
Telefon:	+20 (2) 24 301 817
E-Mail:	<a href="mailto:headoffice@allweilerfarid.com">headoffice@allweilerfarid.com</a> ; <a href="mailto:nabil_farid@allweilerfarid.com">nabil_farid@allweilerfarid.com</a>
Website:	<a href="http://www.allweilerfarid.com/">http://www.allweilerfarid.com/</a>

Organisation:	Hotraco Horti
	Gartenbauprojekt in Ägypten mit 1200 Hektar mit niederländischer Klimaregelung
Ansprechpartner:	Jon Hesen
Telefon:	+31 (0)6 - 42 73 96 00
E-Mail:	<a href="mailto:jon.hesen@hotraco.com">jon.hesen@hotraco.com</a>
Website:	<a href="http://www.hotraco-horti.com">www.hotraco-horti.com</a>

## Netzwerke und Verbände

Die großen Agrar-Unternehmen in Ägypten

Organisation:	Egyptian Sugar and Integrated Industries Company (SIIC)
Adresse:	Al Hawamdeyya, Gawad Hosni Street, Building 12, Cairo, Egypt
Ansprechpartner:	Mohamed Abd El-Rehim Hussein, Chairman
Telefon:	+20 2-2392-9138
E-Mail:	<a href="mailto:info@siicegypt.com">info@siicegypt.com</a>
Website:	<a href="http://www.siicegypt.com/">http://www.siicegypt.com/</a>

Organisation:	Farm Frites-Egypt - The International Company for Agricultural Development
Adresse:	Tenth of Ramadan City-A2 Lot C, Egypt
Ansprechpartner:	
Telefon:	+2 0554411431/38
E-Mail:	<a href="mailto:marketing@farmfrites.com.eg">marketing@farmfrites.com.eg</a>
Website:	<a href="http://www.farmfrites.com.eg/contactus/">http://www.farmfrites.com.eg/contactus/</a>

Organisation:	Halwani Bros
Adresse:	57 Nile Corniche, Athar an Nabi, المعادي, Cairo Governorate, Egypt Area164, 10th Of Ramdan City, Gouvernement asch-Scharqiyya, Egypt
Ansprechpartner:	Khaled Akl, Chief Executive Officer
Telefon:	+20 2 25287201
E-Mail:	
Website:	<a href="https://www.halwani.com.sa/">https://www.halwani.com.sa/</a> und <a href="https://www.linkedin.com/company/halwani-brothers-egypt">https://www.linkedin.com/company/halwani-brothers-egypt</a>

Organisation:	Wadi Group
Adresse:	26th of July Corridor, Capital Business Park, Al Sheikh Zayed Area, P.O. Box: 12588, 6th of October City, Egypt
Ansprechpartner:	Musa Freiji, Shareholder & Director
Telefon:	+20 2 38278203/4
E-Mail:	<a href="mailto:wadi@wadigroup.com">wadi@wadigroup.com</a>
Website:	<a href="https://www.wadigroup.com/">https://www.wadigroup.com/</a>

Organisation:	KADCO Egypt
Adresse:	3 Gamaaiet El Haq Fe El Hyah, Sheraton, Heliopolis, Cairo, Egypt
Ansprechpartner:	
Telefon:	+202 2267 20 52
E-Mail:	<a href="mailto:dleroux@kadco-egy.com">dleroux@kadco-egy.com</a>
Website:	<a href="http://kadcoegy.com/">http://kadcoegy.com/</a>

Organisation:	Blumberg Grain
Adresse:	255 Alhambra Circle, Suite 1100, Coral Gables, FL 33134, USA
Ansprechpartner:	Eric Flohr
Telefon:	+20 120 4148813
E-Mail:	<a href="mailto:eflohr@blumberggrain.com">eflohr@blumberggrain.com</a>
Website:	<a href="http://www.blumbergpartners.com/">http://www.blumbergpartners.com/</a>

### Deutschsprachige Rechtsanwaltskanzleien

Von der Botschaft der Bundesrepublik Deutschland in Ägypten wird eine Liste von Rechtsanwälten veröffentlicht.  
<https://kairo.diplo.de/blob/1505068/c5f4e765d33dcdea8218e5112bf8a939/anwaltsliste-data.pdf>

### Ministerien und wichtige Behörden

Organisation:	Ministry of Water Resources and Irrigation (MWRI)
Minister:	Mohamed Abdel Aaty
Adresse:	1 Gamal abd El Nasiar ST. Embaba, Giza
Telefon:	(+2) 02 3544 9417
E-Mail:	<a href="mailto:minister@mwri.gov.eg">minister@mwri.gov.eg</a>
Website:	<a href="https://www.mwri.gov.eg/">https://www.mwri.gov.eg/</a>

Organisation:	Ministry of Agriculture and Land Reclamation (MALR)
Minister:	Alsayed Marzook Alquasir
Adresse:	Nady Alseid ST 1, Al Dokki, Cairo
Telefon:	(+2) 02 33372596
E-Mail:	<a href="mailto:info.malr@agr-egypt.gov.eg">info.malr@agr-egypt.gov.eg</a>
Website:	<a href="https://www.sis.gov.eg/Story/68079/Ministry-for-Agriculture-and-Land-Reclamation?lang=en-us">https://www.sis.gov.eg/Story/68079/Ministry-for-Agriculture-and-Land-Reclamation?lang=en-us</a>

Organisation:	Ministry of Water Supply and Sanitation Facilities (MWSSF)
	Holding Company for Water and Wastewater
Adresse:	Corniche El Nile, Rod-El-Farag, Cairo,
Website:	<a href="http://www.hcww.com.eg/en/">http://www.hcww.com.eg/en/</a>

Organisation:	Egypt Water Regulatory Agency
Adresse:	12 El Tesaeen St., 5th Compound., New Cairo - Cairo
Website:	<a href="http://www.ewra.gov.eg/Pages/default.aspx">http://www.ewra.gov.eg/Pages/default.aspx</a>

# 6. LITERATURVERZEICHNIS

## QUELLEN KAPITEL EINFÜHRUNG

- [1] Chen, Huiyi; Swain, Ashok, 2014. The Grand Ethiopian Renaissance Dam: Evaluating Its Sustainability Standard and Geopolitical Significance. *Energy Development Frontier*, Volume 3, Issue 1, pp. 11-19. Uppsala Centre for Sustainable Development, Uppsala University, Sweden
- [2] Nordea, 2021. Country profile Egypt, The economic context of Egypt. <https://www.nordeatrade.com/en/explore-new-market/egypt/economical-context?>, letzter Zugriff 24.02.2021
- [3] Omran, E-SE, Negm, A. 2018. Environmental impacts of the GERD project on Egypt's Aswan high dam lake and mitigation and adaptation options. In: Negm A, Abdel-Fattah S (eds) *Grand Ethiopian Renaissance Dam Versus Aswan High Dam. The Handbook of Environmental Chemistry*, Volume 79. Springer. Cham, Schweiz
- [4] Omran, ESE; Negm, AM, 2020. Introduction to Technological and Modern Irrigation Environment in Egypt: Best Management Practices and Evaluation. In: *The handbook of Technological and Modern Irrigation Environment in Egypt*. Springer. 978-3-030-30375-4. Cham, Schweiz
- [5] Omran, ESE. 2017a. Cloud-based non-conventional land and water resources for sustainable development in Sinai Peninsula, Egypt. In: *The handbook of environmental chemistry*. Springer, Berlin. [https://www.springerprofessional.de/cloud-based-non-conventional-land-and-water-resources-for-sustai/16196712?fulltextView=true&doi=10.1007%2F698\\_2017\\_63](https://www.springerprofessional.de/cloud-based-non-conventional-land-and-water-resources-for-sustai/16196712?fulltextView=true&doi=10.1007%2F698_2017_63), letzter Zugriff 16.02.2021
- [6] Satoh, Masayoshi; Aboulroos, Samir, 2017. *Irrigated Agriculture in Egypt – Past, Present, Future*. Faculty of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba, Japan + Faculty of Agriculture, Cairo University, Giza, Egypt. Springer. ISBN 978-3-319-30215-7. Cham, Schweiz
- [7] Ethiopian Renaissance Dam Construction „Making Progress“. *Ethiopian Monitor*, 2. Februar 2020. <https://ethiopianmonitor.com/2020/02/02/ethiopian-renaissance-dam-construction-making-progress/>, letzter Zugriff 17.02.2021
- [8] Ministry of Water Resources and Irrigation (MWRI) und Ministry of Agriculture and Land Reclamation (MALR), Arab Republic of Egypt, 2021. Persönliche Mitteilungen der Minister Mohamed Abdel Aaty und Alsayed Marzook Alquasir an Ireny Estmalek, Kairo, 16.02.2021
- [9] Magoum, Inès, 2021. EGYPT: Irrigation water will soon be charged. In: *Afrik 21 - News on the green economy, the environment and sustainable development in Africa*, published on April 9 2021. <https://www.afrik21.africa/en/egypt-irrigation-water-will-soon-be-charged/>, letzter Zugriff 20.04.2021
- [10] Omar, Mohie El Din M.; Moussa, Ahmed M.A., 2016. Water management in Egypt for facing the future challenges. *Journal of Advanced Research*, Cairo University. Nile Research Institute, National Water Research Centre (NWRC), Cairo, Egypt
- [11] Elshemy, Mohamed, 2019. Review of Technologies and Practices for Improving Agricultural Drainage Water Quality in Egypt. In: *The Handbook of Environmental Chemistry*. Negm, Abdelazim M. *Unconventional Water Resources and Agriculture in Egypt*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-95071-6>
- [12] Omran, ESE. 2017b. Land and groundwater resources in the Egypt's Nile Valley, Delta and its Fringes, Egypt. In: *The handbook of environmental chemistry*. [https://www.springerprofessional.de/land-and-groundwater-resources-in-the-egypt-s-nile-valley-delta-/16360450?fulltextView=true&doi=10.1007%2F698\\_2017\\_64](https://www.springerprofessional.de/land-and-groundwater-resources-in-the-egypt-s-nile-valley-delta-/16360450?fulltextView=true&doi=10.1007%2F698_2017_64), letzter Zugriff 16.02.2021

## QUELLEN KAPITEL LANDESSPEZIFISCHE BASISINFORMATIONEN

- [13] Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO, 2016. Country profile – Egypt, Version 2016. Rome Italy. <http://www.fao.org/countryprofiles/index/en/?iso3=egy>, letzter Zugriff 16.02.2021

- [14] Ministry of Water Resources and Irrigation (MWRI), Planning sector, Arab Republic of Egypt, 2005. National Water Resources Plan for Egypt – 2017. Cairo. <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/egy147082.pdf>, letzter Zugriff 20.02.2021
- [15] The World Bank, 2021. <https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.TOTL?locations=EG>, letzter Zugriff 20.02.2021
- [16] Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO. Egypt. <http://www.fao.org/3/w4356e/w4356e0c.htm>, letzter Zugriff 22.02.2021
- [17] Schlüter, Thomas, 2008. Geological Atlas of Africa: With Notes on Stratigraphy, Tectonics, Economic Geology, Geohazards, Geosites and Geoscientific Education of Each Country. Springer Science & Business Media. Cham, Schweiz
- [18] Nile Basin, Water Resources Atlas, 2017. <http://atlas.nilebasin.org/treatise/the-nile-basin/>, <http://atlas.nilebasin.org/treatise/irrigation-areas-in-egypt/>, letzter Zugriff 28.02.2021
- [19] Abdel-Shafy, H. I.; Kamel, Aziza H., 2016. Groundwater in Egypt Issue: Resources, Location, Amount, Contamination, Protection, Renewal, Future Overview. Water Research & Pollution Control Department, National Research Center, Cairo, Egypt. Egyptian Journal of Chemistry, Volume 59, No.3, pp. 321-362. [https://www.researchgate.net/publication/316557606\\_Groundwater\\_in\\_Egypt\\_issue\\_Resources\\_location\\_amount\\_contamination\\_protection\\_renewal\\_future\\_overview](https://www.researchgate.net/publication/316557606_Groundwater_in_Egypt_issue_Resources_location_amount_contamination_protection_renewal_future_overview), letzter Zugriff, 28.02.2021
- [20] El Tahlawi, M R; Farrag, A A; Ahmed, S S, 2008. Groundwater of Egypt: “an environmental overview”. Environmental Geology, Volume 55, pp. 639–652, Springer. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00254-007-1014-1>, letzter Zugriff 28.02.2021
- [21] RIGW/IWACO, Research institute for groundwater, 1993. Hydrogeological map of Egypt, scale 1:2,000,000. Cairo, Egypt
- [22] The World Factbook, Central Intelligence Agency – CIA, 2020. Egypt: Population. <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/eg.html>, letzter Zugriff 28.02.2021
- [23] McCarthy, Justin A., 2006. Nineteenth-century Egyptian population. Published online: 06 Dec 2006. <https://doi.org/10.1080/00263207608700321>, letzter Zugriff 10.03.2021
- [24] CAPMAS, 1986. Zensus 1986, Gouvernorat Buhaira, Kairo (arab.)
- [25] Statista, 2020. Ägypten: Gesamtbevölkerung von 1980 bis 2018 und Prognosen bis 2025. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/261548/umfrage/gesamtbevoelkerung-von-aegypten/>, letzter Zugriff 28.02.2021
- [26] The World Factbook, Central Intelligence Agency – CIA, 2020. Egypt: State Budget. <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/gm.html#field-anchor-economy-budget>, letzter Zugriff 28.02.2021
- [27] Statista, 2020. Egypt: Urbanization from 2009 to 2019. <https://www.statista.com/statistics/455821/urbanization-in-egypt/>, letzter Zugriff 28.02.2021
- [28] Aboulroos, S.; Satoh, M., 2020. Challenges in Exploiting Resources—General Conclusion. In: Satoh, Masayoshi; Aboulroos, Samir, 2017. Irrigated Agriculture in Egypt – Past, Present, Future. Faculty of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba, Japan + Faculty of Agriculture, Cairo University, Giza, Egypt. Springer. ISBN 978-3-319-30215-7. Cham, Schweiz
- [29] Fedi, L.; Amer, M.; Rashad, A., 2019. Growth and precariousness in Egypt. In: International Labour Organization, working paper No.2. Genf, Schweiz. [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed\\_emp/documents/publication/wcms\\_735169.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_emp/documents/publication/wcms_735169.pdf), letzter Zugriff, 10.03.2021
- [30] Ikram, Khalid, 2019. Structural Transformation in Egypt, 1965–2015. The Oxford Handbook of Structural Transformation. Edited by Célestin Monga and Justin Yifu Lin, DOI: 10.1093/oxfordhb/9780198793847.013.21. Oxford und New York: Oxford University Press
- [31] International Monetary Fund - IMF, 2020. IMF AND EGYPT FREQUENTLY ASKED QUESTIONS. <https://www.IWF.org/en/Countries/EGY/Egypt-qandas>, letzter Zugriff 24.02.2021

- [32] Reuters, 2017. Gaballa, Arwa: UPDATE 1-Yields drop sharply on Egypt T-bills after foreign currency reserves surge. <https://www.reuters.com/article/egypt-treasury-bonds-idUSL5N1KP6SA>, letzter Zugriff 28.02.2021
- [33] Index mundi, 2020. Egypt Economy Profile. [https://www.indexmundi.com/egypt/economy\\_profile.html](https://www.indexmundi.com/egypt/economy_profile.html), letzter Zugriff 28.02.2021
- [34] Knoema, 2020. IWF: World Economic Outlook (WEO) Database, October 2020. <https://knoema.com/IWFWEO2020Oct/IWF-world-economic-outlook-weo-database-october-2020?country=1000480-egypt>, letzter Zugriff 24.02.2021
- [35] International Monetary Fund - IWF, 2020. Mathai, Koshy; Duenwald, Christoph; Guscina, Anastasia. Social Spending for Inclusive Growth in the Middle East and Central Asia. [https://www.google.de/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKewjVrMucr57vAh-VNDOWKHbRJA\\_sQFjABegQIAxAD&url=https%3A%2F%2Fwww.imf.org%2F-%2Fmedia%2Ffiles%2FPublications%2FDP%2F2020%2FEnglish%2FSSIGMECAEA.ashx&usg=AOvVaw1QNIp4ZMY23VpAphfZPAs9](https://www.google.de/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKewjVrMucr57vAh-VNDOWKHbRJA_sQFjABegQIAxAD&url=https%3A%2F%2Fwww.imf.org%2F-%2Fmedia%2Ffiles%2FPublications%2FDP%2F2020%2FEnglish%2FSSIGMECAEA.ashx&usg=AOvVaw1QNIp4ZMY23VpAphfZPAs9), letzter Zugriff 04.03.2021
- [36] The World Bank in Egypt – Overview, 2020. <https://www.worldbank.org/en/country/egypt/overview>, letzter Zugriff 04.03.2021
- [37] Egyptian Commercial Service, 2021. <https://www.ecrg.de/de/geschaefte-in-aegypten/wirtschaftssektoren>, letzter Zugriff 20.02.2021
- [38] Schuler, Tobias, 2021. Impact of the COVID-19 lockdown on trade in travel services. In: European Central Bank, 2021. [https://www.ecb.europa.eu/pub/economic-bulletin/focus/2020/html/ecb.eb-box202004\\_01~d1a38decec.en.htm](https://www.ecb.europa.eu/pub/economic-bulletin/focus/2020/html/ecb.eb-box202004_01~d1a38decec.en.htm), letzter Zugriff 04.03.2021
- [39] Mellor, J. W.; Gavian, S., 1999. Determinants of Employment Growth in Egypt: The Dominant Role of Agriculture and the Rural Small-Scale Sector. Study sponsored by the Government of Egypt and USAID. Cairo: USAID Office for Economic Growth
- [40] The World Bank, 2006. Reengaging in Agricultural Water Management Challenges and Options. The International Bank for Reconstruction and Development. Washington, DC, USA. <http://documents1.worldbank.org/curated/en/957061468160762591/pdf/355200PAPER0Re1water01OFFICIAL0USE1.pdf>, letzter Zugriff 15.03.2021

## QUELLEN KAPITEL LANDWIRTSCHAFT IN ÄGYPTEN

- [41] Johnston, Clarence T., 1903. Egyptian Irrigation: A Study of Irrigation Methods and Administration in Egypt. United States Department of Agriculture. Washington, USA. <https://ufdc.ufl.edu/AA00014535/00001>, letzter Zugriff 10.03.2021
- [42] Butzer, Karl W., 1976. Early Hydraulic Civilization in Egypt: A Study in Cultural Ecology. The University of Chicago Press, Chicago und London. [https://oi.uchicago.edu/sites/oi.uchicago.edu/files/uploads/shared/docs/early\\_hydraulic.pdf](https://oi.uchicago.edu/sites/oi.uchicago.edu/files/uploads/shared/docs/early_hydraulic.pdf), letzter Zugriff 10.03.2021
- [43] Hegazi AM, Afifi MY, EL-Shorbagy MA, Elwan AA, El-Demerdashe S (2005) Egyptian national action program to combat desertification. Desert Research Center, Egypt
- [44] Knoema, 2018. World Data Atlas Egypt Topics Land Use Agricultural area & arable land. <https://knoema.com/atlas/Egypt/topics/Land-Use/Agricultural-area-and-arable-land/Arable-land>, letzter Zugriff, 12.03.2021
- [45] Tilasto, 2016. Ägypten: Landwirtschaftliche Nutzfläche (Quadratkilometer). <https://www.tilasto.com/land/aegypten/geographie-und-landwirtschaft/landwirtschaftliche-nutzflaeche>, letzter Zugriff 13.03.2021
- [46] Decken von der, Hans, 1956. Pläne und Kosten der Landgewinnung in Ägypten. Wirtschaftsdienst, ISSN 0043-6275, Verlag Weltarchiv, Hamburg, Volume 36, Iss. 8, pp.454-458. [https://www.econstor.eu/bitstream/10419/132329/1/wd\\_v36\\_i08\\_pp454-458.pdf](https://www.econstor.eu/bitstream/10419/132329/1/wd_v36_i08_pp454-458.pdf)
- [47] Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2016. Aquastat: Country profile Egypt. <http://www.fao.org/aquastat/en/countries-and-basins/country-profiles/country/EGY>, letzter Zugriff 28.02.2021

- [48] Abul-Ata, A.A., 1977. The conversion of basin irrigation to perennial systems in Egypt. In: Worthington, E.B. (Ed.), *Arid Land Irrigation in Developing Countries: Environmental Problems and Effects*. Pergamon Press, Oxford, Großbritannien
- [49] Wichelns, D., 1999. An economic model of waterlogging and salinization in arid regions. In: *Ecological Economics*, Volume 30, Issue 3, pp. 475–491. Elsevier. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921800999000336>, letzter Zugriff 16.03.2021
- [50] Singh, Ajay, 2016. Managing the water resources problems of irrigated agriculture through geo-spatial techniques: An overview. In: *Agricultural Water Management*, Volume 174, pp. 2–10. Elsevier. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20163265224>, letzter Zugriff 15.03.2021
- [51] Eynard, A.; Lal, R.; Wiebe, K., 2005. Crop Response in Salt-Affected Soils. In: *Journal of Sustainable Agriculture* 27(1), pp. 5-55. DOI: 10.1300/J064v27n01\_03. The Haworth Press. [https://www.researchgate.net/publication/48855697\\_Crop\\_Response\\_in\\_Salt-Affected\\_Soils](https://www.researchgate.net/publication/48855697_Crop_Response_in_Salt-Affected_Soils)
- [52] Kotb, Tarek H.S.; Watanabe, Tsugihiko; Ogino, Yoshihiko; Tanji, Kenneth K., 2000. Soil salinization in the Nile Delta and related policy issues in Egypt. In: *Agricultural Water Management* 43(2), pp. 239-261. Elsevier. [https://doi.org/10.1016/S0378-3774\(99\)00052-9](https://doi.org/10.1016/S0378-3774(99)00052-9)
- [53] Suliman, M.K., 1991. Universities and development of the desert land in the ARE. The second annual University Conference, 2–5 November 1991. Kairo, Ägypten
- [54] Hanna, F.; Osman, M.A., 1995. Agricultural land resources and the future of land reclamation and development in Egypt. In: Abdel Hakim, T.: *Egyptian Agriculture Profile*. Montpellier: CI-HEAM Options Méditerranéennes. p 15–32. <https://om.ciheam.org/om/pdf/b09/CI950933.pdf>, letzter Zugriff 10.3.2021
- [55] Ministry of Agriculture and Land Reclamation (MALR), 2009. *The Sustainable Agricultural Development Strategy Towards 2030*. Kairo, Ägypten
- [56] Attia, Abdel Rahman, Professor für Landwirtschaft an der Universität Kairo, gegenüber IRIN - Integrated Regional Information Networks. In: *The New Humanitarian*. 11 July 2011: Desertification threat to local food production. <https://www.thenewhumanitarian.org/news/2011/07/11/desertification-threat-local-food-production>, letzter Zugriff 15.03.2021
- [57] Richards, A., 1982. *Egypt's agricultural development, 1800–1980: Technical and Social Change*. Boulder. CO: West view Press
- [58] Egyptian Independent, 2017. Egypt PM says recovered 1.7 million feddans of agricultural land. *Egypt Independent*. 6 June 2017. <https://www.egyptindependent.com/recovered-agricultural-land-egypt/>, letzter Zugriff 15.03.2021
- [59] Climate Diplomacy, 2017. Security Implications of Growing Water Scarcity in Egypt. <https://climate-diplomacy.org/case-studies/security-implications-growing-water-scarcity-egypt>, letzter Zugriff 15.03.2021
- [60] Maloy, T.J., 2014. Agribusiness overview: Egypt's agriculture is poised for growth.". *Marcopolis.net*. <https://marcopolis.net/agribusiness-overview-egypts-agriculture-is-poised-for-growth.htm>, letzter Zugriff 20.02.2021
- [61] Ministry of Water Resources and Irrigation (MWRI), 2012. *Infrastructure Project for Irrigation Improvement in the West Delta Region*. Archived 23 February 2012 at the Wayback Machine. <https://www.mwri.gov.eg/complaints/>, letzter Zugriff 10.03.2021
- [62] The World Bank, 2020. *Public-Private Partnership in Infrastructure Resource Center - PPPs in Irrigation*. <https://ppp.worldbank.org/public-private-partnership/ppp-sector/water-sanitation/ppps-irrigation#examples>, letzter Zugriff 15.03.2021
- [63] Alexander, Dietrich, 1999. Die Welt: Der Präsident will mit aller Macht die Wüste blühen lassen. <https://www.welt.de/print-welt/article567750/Der-Präsident-will-mit-aller-Macht-die-Wueste-bluehen-lassen.html>, letzter Zugriff 15.03.2021
- [64] Earth observatory, 2001. Egypt's North Sinai Agricultural Development. <https://earthobservatory.nasa.gov/images/1495/egypts-north-sinai-agricultural-development>, letzter Zugriff 15.03.2021

- [65] Ministry of Water Resources and Irrigation (MWRI), 2020. North Sinai Development Project. Archived. [http://www.mwri.gov.eg/En/project\\_sinai.html](http://www.mwri.gov.eg/En/project_sinai.html), letzter Zugriff 10.03.2021
- [66] Othman, A.A.; Rabeh, S.A.; Fayez, M.; Monib, M.; Hegazi, N.A., 2012. El-Salam Canal is a potential project reusing the Nile Delta drainage water for Sinai desert agriculture: microbial and chemical water quality. *Journal of Advanced Research*, Volume 3(2), pp. 99–108
- [67] Google Maps, 2021: <https://www.google.de/maps/place/Deutschland/@31.0409998,32.3962169,78665m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x479a721ec2b1be6b:0x75e85d6b8e91e55b!8m2!3d51.165691!4d10.451526>, letzter Zugriff 15.03.2021
- [68] Al-Youm, Al-Masry, 2018. Egyptian Independent: 400,000 feddans allocated to North Sinai development project. <https://egyptindependent.com/400000-feddans-allocated-north-sinai-development-project/>, letzter Zugriff 15.03.2021
- [69] Egypt Today, 2019. State completes Sarabium Siphon, infrastructure of North Sinai Development Project. <https://www.egypttoday.com/Article/1/72601/State-completes-Sarabium-Siphon-infrastructure-of-North-Sinai-Development-Project>, letzter Zugriff 15.03.2021
- [70] The Arab Weekly, 2020. Development projects part of Egypt's arsenal in Northern Sinai. <https://thearabweekly.com/development-projects-part-egypts-arsenal-northern-sinai>, letzter Zugriff 15.03.2021
- [71] Elarabawy, M.; Tosswell, P., 1998. An appraisal of the Southern Valley Development Project in Egypt. *J Water SRT – Aqua*. Volume 47, No. 4, pp. 167-175, Department of Civil and Environmental Engineering, University of Southampton, SO17 1BJ, UK.
- [72] Bradley Hope, 2012. Egypt's new Nile Valley: grand plan gone bad. In: *The National News*, 22.04.2012. <https://www.thenationalnews.com/world/mena/egypt-s-new-nile-valley-grand-plan-gone-bad-1.402214>, letzter Zugriff 15.03.2021
- [73] Water Technology, 2005. Toshka Project – Mubarak Pumping Station. <https://www.water-technology.net/projects/mubarak/>, letzter Zugriff 10.03.2021
- [74] Ministry of Water Resources and Irrigation (MWRI), 2020. South Valley Development Project in Toshka. [http://www.mwri.gov.eg/En/project\\_toshka%20.html](http://www.mwri.gov.eg/En/project_toshka%20.html), letzter Zugriff 20.02.2021
- [75] El Gamal, T.; Zaki, N., 2017. Egyptian Irrigation After the Aswan High Dam. In: Satoh, Masayoshi; Aboulroos, Samir, 2017. *Irrigated Agriculture in Egypt – Past, Present, Future*. Faculty of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba, Japan + Faculty of Agriculture, Cairo University, Giza, Egypt. Springer. ISBN 978-3-319-30215-7. Cham, Schweiz
- [76] Heise, Susanne, 2017. *Das Toshka-Projekt*. Ernst Klett Verlag, 5. September 2017. [https://www.klett.de/sixcms/detail.php?template=terrasse\\_artikel\\_layout\\_pdf&art\\_id=1006257](https://www.klett.de/sixcms/detail.php?template=terrasse_artikel_layout_pdf&art_id=1006257), letzter Zugriff 19.02.2021
- [77] Ministry of Water Resources and Irrigation (MWRI), 2009. South Valley Development Project in Toshka. [https://web.archive.org/web/20091104132655/http://www.mwri.gov.eg/En/project\\_toshka%20.html](https://web.archive.org/web/20091104132655/http://www.mwri.gov.eg/En/project_toshka%20.html), letzter Zugriff 10.03.2021
- [78] Google Maps, 2021. <https://www.google.de/maps/place/Toshka+Lakes/@26.9051218,32.5466273,1167069m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x143bbbe65d265f29:0x7959133edbf7b0b2!8m2!3d23.4325123!4d30.5969758>, letzter Zugriff 10.03.2021
- [79] Masr, Madr, 2015. Sisi inaugurates 1st phase of 1.5 million feddan reclamation project. In: *MADA - Agriculture Policy*, 31.12.2015. <https://www.madamasr.com/en/2015/12/31/news/u/sisi-inaugurates-1st-phase-of-1-5-million-feddan-reclamation-project/>, letzter Zugriff 15.03.2021
- [80] Takouleu, Jean Marie, 2020. EGYPT: Metito and Hassan Allam to reuse agricultural wastewater in Ismailia. In: *Afrik 21*, 24.04.2020. <https://www.afrik21.africa/en/egypt-metito-and-hassan-allam-to-reuse-agricultural-wastewater-in-ismailia/>, letzter Zugriff 15.03.2021
- [81] Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2012. GCP/RAB/013/ITA project: Use of treated waste water in forestry and agroforestry systems -Egypt: in country activities to date. <http://www.fao.org/forestry/tww/80063/en/>, letzter Zugriff 15.03.2021

- [82] Steffen, Luana, 2020. Egyptian Desert Transformed Into Forest With Recycled Sewage Water. In: Intelligent Living, 19.01.2020. <https://www.intelligentliving.co/egyptian-desert-forest-recycled-sewage-water/>, letzter Zugriff 15.03.2021
- [83] Al-Youm, Al-Masry, 2019. Egypt builds 1,300 greenhouses as part of the largest greenhouse project in the Middle East. Egypt Independent, Egypt, August 17, 2019. <https://egyptindependent.com/egypt-builds-1300-greenhouses-as-part-of-the-largest-greenhouse-project-in-the-middle-east/>, letzter Zugriff 10.04.2021
- [84] Horti Daily, 2020. 100,000 feddans of greenhouses: Egypt's step to self-sufficiency and beyond - that's 42.000 hectare. Horti Daily, 19 May 2020. <https://www.hortidaily.com/article/9216148/100-000-feddans-of-greenhouses-egypt-s-step-to-self-sufficiency-and-beyond/>, letzter Zugriff 10.04.2021
- [85] Knoema, 2019. World Data AtlasTopicsAgricultureAgricultural Products. Production of agricultural products in Egypt. <https://knoema.com/data/agricultural-products+egypt+agriculture-indicators-production>, letzter Zugriff 15.03.2021
- [86] Statista, 2020. Agriculture - Average value of food production Egypt 2005-2016. Published by Saifaddin Galal, 11.09.2020. <https://www.statista.com/statistics/984684/egypt-average-value-food-production/>, letzter Zugriff 15.03.2021
- [87] Statista, 2021. Agriculture - Farming - Major date producing countries worldwide 2019. Published by M. Shahbandeh 05.02.2021. <https://www.statista.com/statistics/811299/leading-producers-of-dates-worldwide/>, letzter Zugriff 15.03.2021
- [88] Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Crops - Produktionsstatistik. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>, letzter Zugriff 16.02.2021
- [89] Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Livestock Processed - Produktionsstatistik. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QP>, letzter Zugriff 16.02.2021
- [90] Index Mundi, 2021. Agriculture – Egypt. <https://www.indexmundi.com/agriculture/?country=eg&graph=production>, letzter Zugriff 10.03.2021
- [91] World Trade Organization (WTO), 2019. World TradeStatisticalReview2019. ISBN 978-92-870-4778-6 (print) / 978-92-870-4781-6 (pdf). Genf, Schweiz. [https://www.wto.org/english/res\\_e/statistics\\_e/wts2019\\_e/wts2019\\_e.pdf](https://www.wto.org/english/res_e/statistics_e/wts2019_e/wts2019_e.pdf), letzter Zugriff 10.03.2021
- [92] Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 1992. Plant Nematode Problems and their Control in the Near East Region (FAO Plant Production and Protection Paper – 144. M. El-Sherif. Egypt. <http://www.fao.org/3/v9978e/v9978e0e.htm>, letzter Zugriff 15.03.2021
- [93] Ouda, Samiha A.; Zohry, Abd El-Hafeez, 2017. Crops Intensification to Reduce Wheat Gap in Egypt. In: Ouda, Samiha A; Zhory, Abd El-Hafeez; Alkitkat, Huda; Morsy, Mostafa; Sayad, Tarek; Kamel, Ahmed, 2017. Future of Food Gaps in Egypt – Obstacles and Opportunities. Springer, DOI: 10.1007/978-3-319-46942-3\_4. [https://www.researchgate.net/publication/311316558\\_Crops\\_Intensification\\_to\\_Reduce\\_Wheat\\_Gap\\_in\\_Egypt](https://www.researchgate.net/publication/311316558_Crops_Intensification_to_Reduce_Wheat_Gap_in_Egypt), letzter Zugriff 10.03.2021
- [94] Petit, Michel; Montaigne, Etienne; El Hadad-Gauthier, Fatima, 2015. Sustainable Agricultural Development: Challenges and Approaches in Southern and Eastern Mediterranean Countries. Springer. pp. 28–. ISBN 978-3-319-17813-4.
- [95] Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2015. Gender and Land Rights Database, Egypt - Prevailing systems of land tenure. [http://www.fao.org/gender-landrights-database/country-profiles/countries-list/land-tenure-and-related-institutions/en/?country\\_iso3=EGY](http://www.fao.org/gender-landrights-database/country-profiles/countries-list/land-tenure-and-related-institutions/en/?country_iso3=EGY), letzter Zugriff 15.03.2021
- [96] El Hassan, Waleed H. Abou, 2017. Irrigation Management Assessment from Land Fragmentation Perspective in the Nile Delta. In: Irrigation and Drainage, Volume 67, pp. 354-362, 2018. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ird.2213>, letzter Zugriff 16.02.2021
- [97] Macropolis, 2015. The List of Top Agriculture & Agribusiness Companies in Egypt, 08.05.2015. <https://marcopolis.net/top-agriculture-agribusiness-companies-in-egypt.htm>, letzter Zugriff 16.03.2021

- [98] Elnemr, Moataz, 2019. Applicability of Sustainable Agriculture in Egypt. In: Negm, Abdelazim M.; Abu-hashim, Mohamed. The Handbook of Environmental Chemistry. Volume 76: Sustainability of Agricultural Environment in Egypt: Part I, Soil-Water-Food Nexus. Springer. Cham, Switzerland. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-95345-8>, letzter Zugriff 15.02.2021
- [99] Abdel-Maksoud, BM; Abdel-Salam, MFS, 2012. OIDA. Int J Sustain Dev 3:1
- [100] Arab Republic of Egypt, 2009. Sustainable agricultural development strategy towards 2030 (SADS). Agricultural Research & Development Council, Arab Republic of Egypt, Ministry of Agriculture & Land Reclamation, Giza

## QUELLEN KAPITEL LANDWIRTSCHAFTLICHES BEWÄSSERUNGSMANAGEMENT

- [101] Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2008. Coping with water scarcity - An action framework for agriculture and food security. Rom, Italien. ISBN 978-92-5-107304-9. <http://www.fao.org/3/i3015e/i3015e.pdf>, letzter Zugriff 10.03.2021
- [102] Elsaheed, Gamal H., 2011. Effects of Climate Change on Egypt's Water Supply. Conference: The NATO Advanced Research Workshop on climate Change, Human Health and National Security, Dubrovnik, Croatia. Volume: 30. DOI: 10.1007/978-94-007-2430-3\_30. [https://www.researchgate.net/publication/277853243\\_Effects\\_of\\_Climate\\_Change\\_on\\_Egypt%27s\\_Water\\_Supply](https://www.researchgate.net/publication/277853243_Effects_of_Climate_Change_on_Egypt%27s_Water_Supply), letzter Zugriff 15.03.2021
- [103] Roe, Gerard H.; Baker, Marcia B., 2007. Why is climate sensitivity so unpredictable? In: Science, Volume 318, Issue 5850, pp. 629-632. DOI: 10.1126/science.1144735. [https://science.sciencemag.org/content/318/5850/629.abstract?casa\\_token=qbce7cYHLEYAAAAA:LaevFEZ-d-j-5XkNfeGzcSLiJcvOf7y0zyzuKgiAhXUggP\\_C-9WK4GHa3zb65ZHR2M01AMrvvSWrQ](https://science.sciencemag.org/content/318/5850/629.abstract?casa_token=qbce7cYHLEYAAAAA:LaevFEZ-d-j-5XkNfeGzcSLiJcvOf7y0zyzuKgiAhXUggP_C-9WK4GHa3zb65ZHR2M01AMrvvSWrQ), letzter Zugriff 10.03.2021
- [104] Anagnostopoulos, G. G.; Koutsoyiannis, D.; Christofides, A.; Efstratiadis, A.; Mamassis, N., 2010. A comparison of local and aggregated climate model outputs with observed data. In: Hydrological Sciences Journal, Volume 55, Issue 7, pp. 1094–1110. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/02626667.2010.513518>, letzter Zugriff 10.03.2021
- [105] Kundzewicz, Zbigniew W.; Stakhiv, Eugene Z., 2010. Are climate models “ready for prime time” in water resources management applications, or is more research needed? In: Hydrological Science Journal, Volume 55, Issue 7, pp. 1085–1089. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/02626667.2010.513211>, letzter Zugriff 10.03.2021
- [106] Meehl, G. A. 2007. “Global climate projections”. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis, Edited by: Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K. B., Tignor, M. and Miller, H. L. Cambridge: Cambridge University Press. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press. [https://books.google.de/books?hl=en&lr=&id=o4gaBQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR1&ots=WhkzbQJuLI&sig=W8Ao1Z-TKe8n4sXPn2rOEBjGsFQ&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.de/books?hl=en&lr=&id=o4gaBQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR1&ots=WhkzbQJuLI&sig=W8Ao1Z-TKe8n4sXPn2rOEBjGsFQ&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false), letzter Zugriff 10.02.2021
- [107] Koutsoyiannis, D.; Efstratiadis, A.; Georgakakos, K., 2007. Uncertainty assessment of future hydroclimatic predictions: a comparison of probabilistic and scenario-based approaches. In: Journal of Hydrometeorology, Volume 8, Issue 3, pp. 261–281. [https://journals.ametsoc.org/view/journals/hydr/8/3/jhm576\\_1.xml](https://journals.ametsoc.org/view/journals/hydr/8/3/jhm576_1.xml), letzter Zugriff 10.03.2021
- [108] Pappenberger, F.; Beven, K. J.; Hunter, N.; Gouweleeuw, B.; Bates, P.; de Roo, A.; Thielen, J., 2005. Cascading model uncertainty from medium range weather forecasts (10 days) through a rainfall–runoff model to flood inundation predictions within the European Flood Forecasting System (EFFS). In: Hydrology and Earth System Sciences, European Geosciences Union. Volume 9, pp. 381–393. <https://hess.copernicus.org/articles/9/381/2005/>, letzter Zugriff 10.03.2021
- [109] Elshamy, Mohamed E.; Sayed, Mohamed A.-A.; Badawy, Bakr, 2009. Impacts of climate change on Nile flows at Dongola using statistically downscaled GCM scenarios. In: Nile Water Science & Engineering Magazine, Special issue on Water and Climate, Volume 2, pp. 1–14. <https://www.researchgate.net/profile/Mohamed-Elshamy->

- [4/publication/267566435 Impacts of Climate Change on the Nile Flows at Dongola Using Statistical Downscaled GCM Scenarios/links/547e19990cf2c1e3d2dc19aa/Impacts-of-Climate-Change-on-the-Nile-Flows-at-Dongola-Using-Statistical-Downscaled-GCM-Scenarios.pdf](https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/02626667.2011.557378), letzter Zugriff 10.03.2021
- [110]Di Baldassarre, Giuliano; Elshamy, Mohamed; van Griensven Ann; Soliman, Eman; Kigobe, Max; Ndomba, Preksedis; Mutemi, Joseph; Mutua, Francis; Moges, Semu; Xuan, Yunqing; Solomatine, Dimitri; Uhlenbrook, Stefan, 2011. Future hydrology and climate in the River Nile basin: a review. In: Hydrological Sciences Journal, Volume 56, Issue 2. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/02626667.2011.557378>, letzter Zugriff 10.03.2021
- [111]Eid, H., 2001. Climate change studies on Egyptian Agriculture. Soils, Water and Environment research institute (SWERI) ARC, Ministry of Agriculture, Giza, Egypt
- [112]Ouda, Samiha A.; Ewis, M.; Badawi, M., 2015. Water Requirements for Clover and Cotton under Climate Change Conditions. Journal of Soil Sciences and Agricultural Engineering, Volume 6, Issue 3, pp. 375-383. DOI: 10.21608/jssae.2015.42172. [https://www.researchgate.net/publication/334739462\\_WATER\\_REQUIREMENTS\\_FOR\\_CLOVER\\_AND\\_COTTON\\_UNDER\\_CLIMATE\\_CHANGE\\_CONDITIONS](https://www.researchgate.net/publication/334739462_WATER_REQUIREMENTS_FOR_CLOVER_AND_COTTON_UNDER_CLIMATE_CHANGE_CONDITIONS), letzter Zugriff 10.03.2021
- [113]Attaher, S.M; Medany; M.A.; Abdel Aziz, A.A.; El-Gindy, A., 2006. Irrigation - water demands under current and future climate conditions in Egypt. Misr Journal of Agricultural Engineering, Volume 23, Issue 4, pp. 1077-1089. [https://www.researchgate.net/profile/Samar-Attaher/publication/259390511\\_Irrigation-water\\_demands\\_under\\_current\\_and\\_future\\_climate\\_conditions\\_in\\_Egypt/links/54cfaf340cf29ca811001eba/Irrigation-water-demands-under-current-and-future-climate-conditions-in-Egypt.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Samar-Attaher/publication/259390511_Irrigation-water_demands_under_current_and_future_climate_conditions_in_Egypt/links/54cfaf340cf29ca811001eba/Irrigation-water-demands-under-current-and-future-climate-conditions-in-Egypt.pdf), letzter Zugriff 10.03.2021
- [114]Khalil, A.A., 2013. Effect of climate change on evapotranspiration in Egypt. Researcher, Volume 5, Issue 1, pp. 7-12. [http://www.sciencepub.net/researcher/research0501/002\\_12547research0501\\_7\\_12.pdf](http://www.sciencepub.net/researcher/research0501/002_12547research0501_7_12.pdf), letzter Zugriff 10.03.2021
- [115]Beyene, Tazebe; Lettenmaier, Dennis P.; Kabat, Pavel, 2006. Hydrologic Impacts of Climate Change on the Nile River Basin: Implications of the 2007 IPCC Scenarios. University of Hawai'i System, World Meteorological Organization (WMO). [https://www.researchgate.net/publication/225758734\\_Hydrologic\\_Impacts\\_of\\_Climate\\_Change\\_on\\_the\\_Nile\\_River\\_Basin\\_Implications\\_of\\_the\\_2007\\_IPCC\\_Scenarios](https://www.researchgate.net/publication/225758734_Hydrologic_Impacts_of_Climate_Change_on_the_Nile_River_Basin_Implications_of_the_2007_IPCC_Scenarios), letzter Zugriff 18.02.2021
- [116]Integrated Regional Information Networks The New Humanitarian (IRIN) - UN Office for the Coordination of Humanitarian Affairs, 2008. Scientists uncertain about climate change impact on Nile. In: The New Humanitarian, Food, 02.03.2008. <https://www.thenewhumanitarian.org/feature/2008/03/02/scientists-uncertain-about-climate-change-impact-nile>, letzter Zugriff, 10.03.2021
- [117]Sayed, M A-A; Nour El-Din, M; Nasr, F, 2007. Impacts of global warming on precipitation patterns on the Nile basin. Second Regional Conference on Action Plans for Integrated Development. April12–152004, Cairo, Egypt.
- [118]Sanchez, P.; Swaminathan, M.S.; Dobie, P.; Yuksel, N., 2005. Halving hunger: it can be done, UN Millennium Project. Task Force. United Nations Development Programme, New York USA. [https://vtechworks.lib.vt.edu/bitstream/handle/10919/66358/1768\\_Having\\_Hunger.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://vtechworks.lib.vt.edu/bitstream/handle/10919/66358/1768_Having_Hunger.pdf?sequence=1&isAllowed=y), letzter Zugriff 10.02.2021
- [119]Ouda, Samiha, 2016. Major Crops and Water Scarcity in Egypt Irrigation Water Management under Changing Climate. Springer, Cham, Schweiz. ISSN 2194-7244
- [120]Uhlenbrook, Stefan, 2009. Climate and Man-made Changes and their Impact on Catchments. In: Water Policy - Water as a Vulnerable and Exhaustible Resource. Proc. Joint Conf. of APLU and ICA. June23–26 2009, Prague, Czech Republic. Edited by: Kovar, P.; Maca, P.; Redinova, J. pp.81–87. ISBN 978-80-213-1944–8. <https://scholar.google.com/scholar?hl=en&q=%0AUhlenbrook+%2C+S.+Water+Policy+2009%2C+Water+as+a+Vulnerable+and+Exhaustible+Resource.+Proc.+Joint+Conf.+of+APLU+and+ICA.+June23%E2%80%93262009%2C+Prague%2C+Czech+Republic.+Climate+and+man-made+changes+and+their+impacts+on+catchments%2C+Edited+by%3A+%0AKovar+%2C+P.+%2C+%0AMaca+%2C+P.+and+%0ARedinova+%2C+J.+pp.81%E2%80%9387.+ISBN+978-80-213-1944%E2%80%9387>, letzter Zugriff 10.03.2021

- [121]El-Raey, Mohamed, 2009. Egypt: Costal Zone Development and Climate Change - Impact of Climate Change on Egypt. Environmental Software and Services, Chapter 1: Water Resources, GAIA Case Study. <https://www.ess.co.at/GAIA/CASES/EGY/impact.html#Water>, letzter Zugriff 10.03.2021
- [122]El-Kady, M.; El-Shibini, F., 2001. Desalination in Egypt and the future application in supplementary irrigation. Desalination, Volume 136, Issues 1-3, pp. 63-72. Elsevier, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0011916401001667>, letzter Zugriff 10.03.2021
- [123]Allam, M.N.; Allam G.I., 2007. Water resources in Egypt: future challenges and opportunities. Water International. Volume 32, pp. 205–218. International Water Resources Association (IWRA)
- [124]Abu-Zeid, Mahmoud; Shiklomanov, I.A., 2004. Water Resources as a challenge of the Twenty-First Century. Tenth IMO lecture, World Meteorological Organization Weather, Climate - Water WMO-No. 959 2003, ISBN: 92-63-10969-9. [https://library.wmo.int/doc\\_num.php?explnum\\_id=9027](https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=9027), letzter Zugriff 10.03.2021
- [125]Abdel-Shafy, H.I.; El-Saharty, A.A.; Regelsberger, M.; Platzer, C., 2010. Rainwater in Egypt: quantity, distribution and harvesting. Mediterranean Marine Science, Volume 11, No. 2, pp. 245-258. <https://doi.org/10.12681/mms.75>, letzter Zugriff 28.02.2021
- [126]Abdel-Shafy, H.I.; Aly, R.O., 2002. Water issue in Egypt: resources, pollution and protection endeavors. Central European Journal of Occupational & Environmental Medicine, Volume 8, Issue 1, pp. 1-21. [https://www.researchgate.net/publication/292749033\\_Abdel-Shafy\\_HI\\_and\\_RO\\_Aly\\_Water\\_issue\\_in\\_Egypt\\_resources\\_pollution\\_and\\_protection\\_endeavors\\_Central\\_European\\_J\\_of\\_Occupational\\_Environ\\_Medicine\\_Vol\\_8\\_1\\_1-21\\_2002](https://www.researchgate.net/publication/292749033_Abdel-Shafy_HI_and_RO_Aly_Water_issue_in_Egypt_resources_pollution_and_protection_endeavors_Central_European_J_of_Occupational_Environ_Medicine_Vol_8_1_1-21_2002), letzter Zugriff 28.02.2021
- [127]Rashash, A.; El-Nahry, A., 2015. Rain Water Harvesting Using GIS and RS for Agriculture Development in Northern Western Coast, Egypt. Journal of Geography & Natural Disasters, Volume 5, Issue 2. DOI: 10.4172/2167-0587.1000. <https://www.longdom.org/open-access/rain-water-harvesting-using-gis-and-rs-for-agriculture-development-in-northern-western-coast-egypt-2167-0587-1000141.pdf>, letzter Zugriff 28.02.2021
- [128]Link, P. Michael; Scheffran, Jürgen, 2015. Konfliktfeld Wasser Argumente für mehr Kooperation am Nil. In: Wissenschaft & Frieden, 2015-1: Afrika, pp. 25–27. <https://www.wissenschaft-und-frieden.de/seite.php?artikelID=2030>, letzter Zugriff 17.02.2021
- [129]Abdel-Shafy, Hussein; Aly, Raouf O., 2007. Wastewater Management in Egypt. In: Wastewater Reuse–Risk Assessment, Decision-Making and Environmental Security May. DOI: 10.1007/978-1-4020-6027-4\_38. [https://www.researchgate.net/publication/225337218\\_Wastewater\\_Management\\_in\\_Egypt](https://www.researchgate.net/publication/225337218_Wastewater_Management_in_Egypt), letzter Zugriff, letzter Zugriff 18.02.2021
- [130]Zeidan, Bakenaz A., 2017. Groundwater Degradation and Remediation in the Nile Delta Aquifer. In: The Nile, published by Negm, Abdelazim M. pp. 159-232. Springer, Cham, Schweiz. <https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-94283-4>, letzter Zugriff 28.02.2021
- [131]Negm, Abdelazim M.; Sakr, Sameh; Abd-Elaty, Ismail; Abd-Elhamid, Hany F., 2019. An Overview of Groundwater Resources in Nile Delta Aquifer. In: The Handbook of Environmental Chemistry Negm. Abdelazim M., 2019. Groundwater in the Nile Delta. Volume 73, pp. 3-44. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-94283-4>, letzter Zugriff 18.02.2021
- [132]El-Fellaly, SH; Saleh, EM, 2004. Egypt experience with regard to water demand management in agriculture. In: Proceedings of eighth international water technology conference, Alexandria, Egypt
- [133]Sefelnasr, Ahmed M., 2007. Development of Groundwater Flow Model for Water Resources Management in the Development Areas of the Western Desert, Egypt. Dissertation, Naturwissenschaftliche Fakultät, Martin Luther Universität Halle-Wittenberg. <https://sundoc.bibliothek.uni-halle.de/diss-online/07/07H178/prom.pdf>, letzter Zugriff 15.03.2021
- [134]El-Rawy, Mustafa; De Smedt, Florimond, 2020. Estimation and Mapping of the Transmissivity of the Nubian Sandstone Aquifer in the Kharga Oasis, Egypt. Water MDPI, Volume 12. doi:10.3390/w1202060

- [135]Hamdan, Ali M.; Sawires, Rashad F., 2013. Hydrogeological studies on the Nubian sandstone aquifer in El-Bahariya Oasis, Western Desert, Egypt. Arab Journal of Geosciences, Volume 6, pp. 1333–1347. DOI 10.1007/s12517-011-0439-8. [https://www.researchgate.net/publication/275032152\\_Hydrogeological\\_studies\\_on\\_the\\_Nubian\\_Sandstone\\_Aquifer\\_in\\_El-Bahariya\\_Oasis\\_Western\\_Desert\\_Egypt](https://www.researchgate.net/publication/275032152_Hydrogeological_studies_on_the_Nubian_Sandstone_Aquifer_in_El-Bahariya_Oasis_Western_Desert_Egypt), letzter Zugriff 10.03.2021
- [136]Moghazy, Noha H.; Kaluarachchi, Jagath J., 2020. Assessment of groundwater resources in Siwa Oasis, western Desert, Egypt. Alexandria Engineering Journal, Volume 59, pp. 149-163. Alexandria University. Elsevier. <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1110016819301590?token=22E5F58E8CCFFC4AFD80E9E3FD2B938B046EFA321D1C439723FAD5900EDD820A868BE25ABA61DCE2F1493EE6C028F8F4>, letzter Zugriff 28.02.2021
- [137]McGrath, Cam, 2014. Ägypten: "Zu viele Strohhalme in einem Glas Wasser" - Wachsende Wüstenbevölkerung, sinkende Grundwasserspiegel. afrika.info, newsroom, 30.07.2014. <https://afrika.info/newsroom/aegypten-zu-viele-strohhalme-in-einem-glas-wasser/>, letzter Zugriff 10.03.2021
- [138]Abdel-Gawad, S., 2008. Actualizing the right to water: An Egyptian perspective for an action plan. International Development Research Centre, IDRC-CDRI, Canada
- [139]Barnes, Jessica, 2014. Mixing waters: the reuse of agricultural drainage water in Egypt. Geoforum Volume 57, pp. 181–191, Elsevier
- [140]El Quosy, D, 1989. Drainage water reuse projects in the Nile delta: the past, the present and the future. Land drainage in Egypt. Drainage Research Institute, Cairo 34. El Gammal HA, Ali HM, 2011, Commissioning of abandoned drainage water reuse systems in Egypt: a case study of upgrading the Umoum Project, Nile Delta. Irrig Drain, Volume 60, Issue 1, pp. 115–122
- [141]Mostafa, H; El-Gamal, F; Shalby, A, 2005. Reuse of low quality water in Egypt. In: Hamdy A, El Gamal, F; Lamaddalena, N; Bogliotti, C; Guelloubi, R. Non-conventional water use: WASAMED project. Options Méditerranéennes: Série B. Etudes et Recherches, n. 53. CIHEAM/EU DG Research, Bari, pp. 93-103
- [142]Makled, K.H.M.; Abou El Eni, M.M., 2016. Fog Water Collection for Agriculture Use (Peanut Irrigation) Under Semi-Arid Region Conditions in North Coast of Egypt. Agronomy, Department of Agriculture, Al-Azhar University, Cairo, Egypt. Advances in Crop Science and Technology. ISSN: 2329-8863. <https://www.omicsonline.org/open-access/fog-water-collection-for-agriculture-use-peanut-irrigation-under-semiarid-region-conditions-in-north-coast-of-egypt-2329-8863-1000219.php?aid=72469>, letzter Zugriff 10.03.2021
- [143]Harb, O.M.; Salem M.S.H.; Abd EL-Hay, G.H.; Makled, Khaled, 2016. Fog water harvesting providing stability for small Bedwe communities lives in North cost of Egypt. Faculty of Agriculture, Ain Shams University, Annals of Agricultural Sciences, Volume 61, Issue 1. DOI: 10.1016/j.aosas.2016.01.001. [https://www.researchgate.net/publication/303779781\\_Fog\\_water\\_harvesting\\_providing\\_stability\\_for\\_small\\_Bedwe\\_communities\\_lives\\_in\\_North\\_cost\\_of\\_Egypt](https://www.researchgate.net/publication/303779781_Fog_water_harvesting_providing_stability_for_small_Bedwe_communities_lives_in_North_cost_of_Egypt), letzter Zugriff 10.03.2021
- [144]Salema, Talaat A.; El Din M. Omar, Mohie; El Gammal, H.A.A., 2017. Evaluation of fog and rain water collected at Delta Barrage, Egypt as a new resource for irrigated agriculture. Journal of African Earth Sciences, Volume 135, pp. 34-40. <https://doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2017.08.012>, letzter Zugriff 10.03.2021
- [145]Ministry of Water Resources and Irrigation (MWRI), 2014. Water scarcity in Egypt: the urgent need for regional cooperation among the Nile Basin countries. Technical report, 2014. Giza, Ägypten
- [146]Elbana, T.A.; Bakr, N.; Elbana, M., 2017. Reuse of Treated Wastewater in Egypt: Challenges and Opportunities, Unconventional Water Resources and Agriculture in Egypt, Handbook of Environmental Chemistry. Springer International Publishing AG. Cham Schweiz
- [147]International Resources Group (IRG), 2008. Task 6: improved waste water reuse practices environmental evaluation of using treated wastewater in agriculture. Luxor demonstration site. Report No. 45. US Agency for International Development

- [148]Central Agency for Public Mobilization and Statistics (CAPMAS), 2015. Water resource and its rationalization use in Egypt. Kairo, Ägypten. <https://www.capmas.gov.eg/>, letzter Zugriff 15.02.2021
- [149]Shalan, N.S., 2011. Egypt country paper on wastewater reuse. Joint FAO/WHO Consultation for launching the Regional Network on Wastewater Reuse. Amman, Jordan
- [150]Abd-Elhamid, Hany F.; Daiem, Mahmoud M. Abdel; El-Gohary, Emad H.; Elnaga, Zeinab Abou, 2018. Safe Reuse of treated Wastewater for Agriculture in Egypt. Faculty of Engineering, Zagazig University, Zagazig, Egypt und Faculty of Science, Mansoura University, Mansoura, Egypt. <http://mena.exceed-swindon.org/wp-content/uploads/2015/03/0024-Abd-Elhamid-Manuscript-Marra-kech-2018-02-27-final-pp.pdf>, letzter Zugriff 15.03.2021
- [151]Ondrey, Gerald, 2009. Aquatech wins Water Projects in Egypt. Chemical Engineering, Business & Economics, 30.10.2009. <https://www.chemengonline.com/aquatech-wins-water-projects-in-egypt/>, letzter Zugriff 15.03.2021
- [152]Water World, 2009. Aquatech awarded thermal desalination, industrial water reuse projects in Egypt. Water World, 29.10.2009. <https://www.waterworld.com/international/article/16218002/aquatech-awarded-thermal-desalination-industrial-water-reuse-projects-in-egypt>, letzter Zugriff 15.03.2021
- [153]El-Kady M.; El-Shibini F., 2012. Desalination in Egypt and the future application in supplementary irrigation. National Water Research Center, 11.08.2012. <https://web.archive.org/web/20120811032539/http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsid=972539>, letzter Zugriff 10.03.2021
- [154]Magdy, Abou; Abou-Rayan, Rayan; Djebedjian, Berge; Ibrahim, K.A., 2001. Water supply and demand and a desalination option for Sinai, Egypt. In: Desalination, Volume 136, pp. 73–81. DOI: 10.1016/S0011-9164(01)00167-9. [https://www.researchgate.net/publication/228468774\\_Water\\_supply\\_and\\_demand\\_and\\_a\\_desalination\\_option\\_for\\_Sinai\\_Egypt](https://www.researchgate.net/publication/228468774_Water_supply_and_demand_and_a_desalination_option_for_Sinai_Egypt), letzter Zugriff 15.03.2021
- [155]Negm, Abdelazim M; Abu-hashim, Mohamed, 2019. Sustainability of Agricultural Environment in Egypt: Part I - Soil-Water-Food Nexus. The Handbook of Environmental Chemistry. Volume 6, Springer. ISSN 1867-979X. Cham, Schweiz
- [156]Willcocks, William; Craig, James Ireland, 1913. Egyptian Irrigation. Volume 1 + Volume 2, 3. Auflage. Spon, London/New York. <https://archive.org/details/egyptianirrigat01craigooq/page/n7/mode/2up?view=theater>, letzter Zugriff 15.03.2021
- [157]Schulze, F.W. Otto, 1900. Die Stauwerke des Niltals. In: Zeitschrift für Bauwesen, Heft VII–IX, 1900, Seiten 361-373. [https://digital.zlb.de/viewer/image/15239363\\_1900/184/](https://digital.zlb.de/viewer/image/15239363_1900/184/) + [https://digital.zlb.de/viewer/image/15244658\\_1900/49/](https://digital.zlb.de/viewer/image/15244658_1900/49/), letzter Zugriff 10.03.2021
- [158]Albrecht-Heider, Christoph; Jacobi, Sebastian, 2018. Das neue Asyut-Stauwehr über den Nil sichert Wasserversorgung von fünf Millionen Ägyptern. Infrastruktur: Mammutbau für Kleinbauern. Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) > Stories > Wirtschaft > Infrastruktur. KfW, 22.10.2018, <https://www.kfw.de/stories/wirtschaft/infrastruktur/stauwehr-aegypten/>, letzter Zugriff 16.03.2021
- [159]Allam, M.N., 2009. Participatory Irrigation Water Management in Egypt: Review and Analysis. In: Journal Option méditerranéennes. Series B, No. 48. Department of Irrigation and Drainage Engineering, Faculty of Engineering, Cairo University. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=QC2005002288>, letzter Zugriff 15.03.2021
- [160]Hvidt, Martin, 1995. Water resource planning in Egypt. In: Watkins, Eric (Editor): The Middle Eastern Environment, ISBN 1-898565-03-1, St Malo Press, Cambridge
- [161]Allam, M.N., 2004. Participatory Irrigation Water Management in Egypt: Review and Analysis. In: Journal Option méditerranéennes, Series B, No. 48, Department of Irrigation and Drainage Engineering, Faculty of Engineering, Cairo University. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=QC2005002288>, letzter Zugriff 17.03.2021

- [162]International Programme for Technology and Research in Irrigation and Drainage (IPTRID) Secretariat, 2005. Rapid Assessment Study: Towards Integrated Planning of Irrigation and Drainage in Egypt Final Report 2005. <http://www.fao.org/3/a0021e/a0021e01.htm>, letzter Zugriff 17.03.2021
- [163]Ministry of Water Resources and Irrigation (MWRI), 2010. The National Drainage and Drainage Water Reuse Programs, Egypt. Egyptian Public Authority for Drainage Projects, Drainage Research Institute, 2006, Kairo, Ägypten
- [164]Jagannathan, N. Vijay; Mohamed, Ahmed Shawky; Kremer, Alexander, 2009. Water in the Arab World - Management Perspectives and Innovations. The International Bank of Reconstruction and Development/The World Bank, Washington DC, USA. [https://www.pseau.org/outils/ouvrages/worldbank\\_water\\_arab\\_world\\_en.pdf](https://www.pseau.org/outils/ouvrages/worldbank_water_arab_world_en.pdf), letzter Zugriff 17.03.2021
- [165]Pereira, L.S.; Trout, T.J., 1999. Irrigation Methods. In: van Lier, H.N., Pereira, L.S., Steiner, F.R. (Eds.) CIGR Handbook of Agricultural Engineering, Volume 1: Land and Water Engineering, ASAE, St. Joseph, MI, pp. 297-379
- [166]Swelam, Atef, 2017. Raised-bed planting in Egypt: an affordable technology to rationalize water use and enhance water productivity. Amman, Jordan: International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA). In: Researchgate.net, February 2017. [https://www.researchgate.net/publication/328858306\\_Raised-bed\\_planting\\_in\\_Egypt\\_an\\_affordable\\_technology\\_to\\_rationalize\\_water\\_use\\_and\\_enhance\\_water\\_productivity](https://www.researchgate.net/publication/328858306_Raised-bed_planting_in_Egypt_an_affordable_technology_to_rationalize_water_use_and_enhance_water_productivity), letzter Zugriff 20.03.2021
- [167]Pereira, L.S.; Cordery, I.; Iacovides, I., 2009: Coping with Water Scarcity, Addressing the Challenges. Chapter 2, pp. 7-9. Springer Science+ Business Media B.V.
- [168]Abdelhafez, Ahmed A.; Metwalley, Sh.M.; Abbas, H.H., 2020. Irrigation: Water Resources, Types and Common Problems in Egypt. In: Technological and Modern Irrigation Environment in Egypt, pp. 15-34. Springer. 978-3-030-30375-4. Cham, Schweiz
- [169]Pereira, L.S.; Oweis, T.; Zairi, A., 2002. Irrigation management under water scarcity. In: Agricultural Water Management, Volume 57, pp. 175-206. DOI: 10.1016/S0378-3774(02)00075-6. [https://www.researchgate.net/publication/223843129\\_Irrigation\\_management\\_under\\_water\\_scarcity](https://www.researchgate.net/publication/223843129_Irrigation_management_under_water_scarcity), letzter Zugriff 16.03.2021
- [170]Abdelhafez, Ahmed A.; Mahmoud, M.A.; El-Bably, A.Z., 2020. Micro-sprinkler Irrigation of Orchard. In: Technological and Modern Irrigation Environment in Egypt, pp. 257-274. Springer. 978-3-030-30375-4. Cham, Schweiz
- [171]Rout, Birabhadra, 2020. Irrigation Engineering. Centurio University, Odisha, Indien. [http://courseware.cutm.ac.in/wp-content/uploads/2020/06/Lec-10\\_Methods-of-Irrig.pdf](http://courseware.cutm.ac.in/wp-content/uploads/2020/06/Lec-10_Methods-of-Irrig.pdf), letzter Zugriff 15.03.2021
- [172]Mostafa, Fayed, 2020. Drip Irrigation Technology: Principles, Design, and Evaluation. In: Technological and Modern Irrigation Environment in Egypt, pp. 275-303. Springer. 978-3-030-30375-4. Cham, Schweiz
- [173]Soussa, Hoda, 2010. Effects of Drip Irrigation Water Amount on Crop Yield, Productivity and Efficiency of Water Use in Desert Regions in Egypt - Project: Drip irrigation efficiency at Sekem farm. Ain Shams University, Department irrigation and hydraulics. Cairo, Egypt. [https://www.researchgate.net/publication/267194628\\_Effects\\_of\\_Drip\\_Irrigation\\_Water\\_Amount\\_on\\_Crop\\_Yield\\_Productivity\\_and\\_Efficiency\\_of\\_Water\\_Use\\_in\\_Desert\\_Regions\\_in\\_Egypt/stats](https://www.researchgate.net/publication/267194628_Effects_of_Drip_Irrigation_Water_Amount_on_Crop_Yield_Productivity_and_Efficiency_of_Water_Use_in_Desert_Regions_in_Egypt/stats), letzter Zugriff 15.02.2021
- [174]Power, Lauren, 2014. Death on the Nile: Egypt's Burgeoning Food and Water Security Crisis. Global Food and Water Crises Research Programme. Future Directions International. <https://www.futuredirections.org.au/publication/death-on-the-nile-egypt-s-burgeoning-food-and-water-security-crisis/>, letzter Zugriff 15.02.2021
- [175]Daily News Egypt, 2020. Egypt explores using modern irrigation methods in 175,000 feddan land - Irrigation and Agriculture Ministries to coordinate in implementing project. Daily News Egypt, Politics, 15.07.2021. <https://dailynewsegypt.com/2020/07/15/egypt-explores-using-modern-irrigation-methods-in-175000-feddan-land/>, letzter Zugriff 16.03.2021

- [176]Takouleu, Jean Marie, 2020 EGYPT: \$11.6 million to modernise several irrigation systems in the north. In: Afrik 21, 29.04.2020. <https://www.afrik21.africa/en/egypt-11-6-million-to-modernise-several-irrigation-systems-in-the-north/>, letzter Zugriff 15.03.2021
- [177]Taha, A., 2012. Effect of climate change on maize and wheat grown under fertigation treatments in newly reclaimed soil. Ph.D. Thesis, Tanta University, Egypt
- [178]El-Gindy, A.M., 2011. Opportunities and challenges in the old and new lands of Egypt. Background paper for the Egypt-Australia-ICARDA workshop on on-farm water-use efficiency, 26-29 July 2011, Cairo, Egypt
- [179]Integrated Regional Information Network, as part of the United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs - IRIN, 2011. Water challenges forcing a rethink on usage. In: The New Humanitarian, Food, News, 18 October 2011. <https://www.thenewhumanitarian.org/news/2011/10/18/water-challenges-forcing-rethink-usage>, letzter Zugriff 20.03.2021
- [180]Dakkak, Amir, 2020. Egypt's Water Crisis – Recipe for Disaster. In: EcoMena – Echoing Sustainability in MENA, Environment, Middle East, Pollution, Water, August 11, 2020. <https://www.ecomena.org/egypt-water/>, letzter Zugriff 20.03.2021
- [181]El Bedawy, Randa, 2014. Water Resources Management: Alarming Crisis for Egypt. In: Journal of Management and Sustainability, Volume 4, No. 3, pp. 108-124. <http://www.ccsenet.org/journal/index.php/jms/article/view/38703>, letzter Zugriff 20.03.2021
- [182]El Gamal, F.; Hesham, M.; Shalaby, A.R., 2007. Country paper on harmonization and integration of water saving options in Egypt. In: Karam, F., Karaa, K.; Lamaddalena, N.; Bogliotti, C. (Editors). Harmonization and integration of water saving options - Convention and promotion of water saving policies and guidelines, CIHEAM/EU DG Research, Bari, pp. 81–90
- [183]Abou Zeid M.A., 1992. Major Issues in Egypt's Water Resources and Irrigation Policy: To the Next Century. Key Note Address, Roundtable on Egyptian Water Policy, In: Proceedings of a Seminar on Egyptian Water Policy, sponsored by the Water Research Center, the Ford Foundation and Winrock International
- [184]FAO, 2003 The State of Food Insecurity in the World 2003 Ministry of Water Resources and Irrigation (MWRI) (2005) National Water Resources Plan 2017, MWRI
- [185]Al-Din, Hossam; Hiekal, M., 2020. Improving Performance of Surface Irrigation System by Designing Pipes for Water Conveyance and On-Farm Distribution. In: Technological and Modern Irrigation Environment in Egypt, pp. 223-256
- [186]Abdin, A.E.; Afify, A.; Adel, A., 2011. Comparative analysis of Egyptian water policy and water framework directive. In: Junier S, El Moujabber M, Trisorio-Liuzzi G, Tigrek S, Serneguet M, Choukr-Allah R, Shatanawi M, Rodríguez R (eds) Dialogues on Mediterranean water challenges: rational water use, water price versus value and lessons learned from the European water framework directive. CIHEAM, Bari, pp. 169–179
- [187]Abdin, A.E.; Gaafar, I., 2009. Rational water use in Egypt. In: El Moujabber et al (eds) Technological perspectives for rational use of water resources in the Mediterranean Region, CIHEAM, Bari, pp. 11–27 (Options Méditerranéennes: Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 88)
- [188]Venkataramana, P.; Kiraman, N.J., 2012. Influence of different levels of organic and inorganic fertilizers on groundnut cultivars. Environment and Ecology, Volume 20, pp. 89-91
- [189]Ahmad, Rai Niaz; Mahmood, Naeem, 2005. Impact of raised bed technology on water productivity and lodging of wheat. In Researchgate.net, February 2005. [https://www.researchgate.net/publication/256542962\\_Impact\\_of\\_raised\\_bed\\_technology\\_on\\_water\\_productivity\\_and\\_lodging\\_of\\_wheat](https://www.researchgate.net/publication/256542962_Impact_of_raised_bed_technology_on_water_productivity_and_lodging_of_wheat), letzter Zugriff 20.03.2021
- [190]ICARDA - Science for resilient livelihoods in dry areas, 2016. Raised-Bed Planting: Maximizing Water Efficiency. In: ICARDA.org, Home/Media/ICARDA News, November 09, 2016. <https://www.icarda.org/media/news/raised-bed-planting-maximizing-water-use-efficiency>, letzter Zugriff 20.03.2021

- [191]Abouelenein, R.; Oweis, T.; El Sherif, M.; Awad, H.; Foad, F.; Abd El Hafez, S.; Hammam, A.; Karajeh, F.; Karo, M.; Linda, A., 2009. Improving wheat water productivity under different methods of irrigation management and nitrogen fertilizer rates. *Egyptian Journal of Applied Science*, Volume 24, pp. 417-431
- [192]Zohry, Abd El-Hafeez; Ouda, Samiha; Abdel-Wahab, Tamer, 2020. Sustainable intensive cropping to reduce irrigation-induced erosion: Intercropping systems under surface irrigation practice. In: *Journal of Agricultural Science*, Cambridge University Press, Volume 1, Issue 2, pp. 63-71, Cambridge UKpp
- [193]Keller, Andrew A.; Keller, Jack, 1995. Effective Efficiency: A Water Use Efficiency Concept For Allocating Freshwater Resources. Center for Economic Policy Studies, Winrock International, Discussion Paper 22. Retrieved 25 November 2013. <http://www.pacificwater.org/userfiles/file/IWRM/Toolboxes/WUE/Effective%20Efficiency%20and%20water.pdf>, letzter Zugriff 20.03.2021
- [194]Egyptian Water Use Management Project (EWUP), 1984. Improving Egypt's Irrigation System in the Old Lands, Final Report. Colorado State University and Ministry of Public Works and Water Resources
- [195]Elsanabary, Mohammed Helmy Mahmoud Moustafa, 2012. Application of Construction Management in Irrigation Projects Utilizing Value Engineering Techniques, port Said, Egypt: Suez Canal University (Port Said University), 2004, retrieved 24 January 2012. [http://srv1.eulc.edu.eg/eulc\\_v5/Libraries/Thesis/BrowseThesisPages.aspx?fn=PublicDrawThe-sis&BibID=11279375](http://srv1.eulc.edu.eg/eulc_v5/Libraries/Thesis/BrowseThesisPages.aspx?fn=PublicDrawThe-sis&BibID=11279375), letzter Zugriff 20.03.2021
- [196]Oosterbaan, R.J., 2010. Impacts of the Irrigation Improvement Projects in Egypt, Consultancy Report to the Egyptian-Dutch Advisory Panel on Land Drainage and Drainage Related Water Management, International Institute for Land Reclamation and Improvement (ILRI), Wageningen, The Netherlands, 1999. Retrieved 28 April 2010. <https://www.waterlog.info/pdf/irrimpr.pdf>, letzter Zugriff 20.03.2021
- [197]Svendsen, Mark; Fahim, Wadie, 2013. Monitoring and Evaluation Coordinator. In: *Integrated Water Resources Management II: Final Project M&E Report*. USAID. Retrieved 25 November 2013
- [198]World Bank, 2007. Implementation Completion and Results Report: Irrigation Improvement Project, Report No: ICR0000442, 29 June 2007. <http://documents1.worldbank.org/curated/en/288161468023075898/pdf/ICR0000442.pdf>, letzter Zugriff 20.03.2021
- [199]The Ministry of Water Resources and Irrigation (MWRI), Arab Republic of Egypt, 2005. *Integrated Water Resources Management Plan*. Retrieved 7 November 2009. <http://documents1.worldbank.org/curated/en/561611468234311417/pdf/341800EGY0whit11public10Action0Plan.pdf>, letzter Zugriff 20.03.2021
- [200]Arabische Republik Ägypten, 1984. Law No. 12 of 1984 promulgating the Law of Irrigation and Drainage. <https://www.ecolex.org/details/legislation/law-no-12-of-1984-promulgating-the-law-of-irrigation-and-drainage-lex-faoc121428/>, letzter Zugriff 20.03.2021
- [201]Egyptian Environmental Affairs Authority, 2009. Law 4 for the Protection of the Environment, amended by Law 9/2009. Retrieved 15 November 2009. <http://www.eeaa.gov.eg/english/main/law4.asp>, letzter Zugriff 20.03.2021
- [202]Egyptian Environmental Affairs Agency, 2008. *Egypt State of the Environment Report 2007, 2008*, p. 94, [http://www.eeaa.gov.eg/english/reports/SoE2008En/Part%202%20Water/Chapter%20\(5\)%20Fresh%20Water%20\(English\).pdf](http://www.eeaa.gov.eg/english/reports/SoE2008En/Part%202%20Water/Chapter%20(5)%20Fresh%20Water%20(English).pdf), letzter Zugriff 20.03.2021
- [203]United Nations, Economic and Social Commission for Western Asia (ESCWA), 2008. Implementation of the millennium development goals and water quality management in the ESCWA region. Committee on Water Resources, Eighth session, Beirut, 17–19 December 2008, Archived 22 July 2011 at the Wayback Machine, p. 12. <http://css.escwa.org.lb/sdpd/WT19dec08/wat8E7.pdf>, letzter Zugriff 20.03.2021

- [204]Euro-Mediterranean Water Information System (EMWIS), 2009. Egypt Institutions, Archived 23 March 2017 at the Wayback Machine. Retrieved 11 November 2009. <http://www.emwis-eg.org/>, letzter Zugriff 20.03.2021
- [205]Egypt Independent, 2017. Egypt increases cost of water by up to 50%. Egypt Independent, Epypt, August 3, 2017. <https://egyptindependent.com/water-prices-increased/>, letzter Zugriff 20.03.2021
- [206]Rohayem, Sherif, 2020. Landwirtschaft ist größter Wasserverbraucher. GTAI – Germany Trade & Invest. <https://www.gtai.de/gtai-de/trade/branchen/branchenbericht/aegypten/landwirtschaft-ist-groesster-wasserverbraucher-258246>, letzter Zugriff 10.04.2021
- [207]El-Hazek, Alaa N., 2018. Unit Costs for Pumping Irrigation Water in Egypt. International Conference Water resources and wetlands, Tulcea, Romania, September 14-16, 2012. [https://www.bu.edu.eg/portal/uploads/Engineering,%20Shoubra/Civil%20Engineering/3015/publications/alaa%20nabil%20el-hazek\\_UNIT%20COST%20FOR%20PUMPING%20IRRIGATION%20WATER%20IN%20EGYPT.pdf](https://www.bu.edu.eg/portal/uploads/Engineering,%20Shoubra/Civil%20Engineering/3015/publications/alaa%20nabil%20el-hazek_UNIT%20COST%20FOR%20PUMPING%20IRRIGATION%20WATER%20IN%20EGYPT.pdf), letzter Zugriff 10.03.2021
- [208]Allam, Mohamed N.; Elassiouti, Ibrahim M.; Riley, Paul, 2009. Irrigation Water Costs in Egypt. In: Water International, Volume 19, Issue 3, pp. 145-151. <https://doi.org/10.1080/02508069408686218>, letzter Zugriff 20.02.2021
- [209]Meguid, Mohamed Abdel, 2019. Key Features of the Egypt's Water and Agricultural Resources, In: Conventional Water Resources and Agriculture in Egypt, Volume Editor: Negm, Abdelazim M. The Handbook of Environmental Chemistry 74, Springer, ISBN 978-3-319-95065-5 (eBook), Cham, Schweiz. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-95065-5>, letzter Zugriff 10.03.2021
- [210]Abbas Saleh, Enas Moh., 2018. The economic value and cost recovery of water in the Egyptian irrigated agriculture. Egyptian Journal of Agricultural Research, Volume 96, Issue 2, pp. 787-813. [https://www.researchgate.net/publication/332465302\\_THE\\_ECONOMIC\\_VALUE\\_AND\\_COST\\_RECOVERY\\_OF\\_WATER\\_IN\\_THE\\_EGYPTIAN\\_IRRIGATED\\_AGRICULTURE](https://www.researchgate.net/publication/332465302_THE_ECONOMIC_VALUE_AND_COST_RECOVERY_OF_WATER_IN_THE_EGYPTIAN_IRRIGATED_AGRICULTURE), letzter Zugriff 10.03.2021

# ABBILDUNGSVERZEICHNIS

<b>Abbildung 2.1:</b> Karte zur Übersicht von Ägypten mit Nil, Nildelta, Nasser-See, Kanälen, Oasen, Toshka-Projekt, El Salam Canal-Projekt .....	8
<b>Abbildung 2.2:</b> Durchschnittliche jährliche Niederschlagsmengen in Ägypten.....	10
<b>Abbildung 2.3:</b> Bevölkerungswachstum und Wasserverfügbarkeit.....	12
<b>Abbildung 3.1:</b> Landerschließungsprojekte .....	20
<b>Abbildung 3.2:</b> Ausschnitt aus Google Maps: Abschnitt nördlicher Suez-Kanal mit neu gewonnen landwirtschaftlichen Flächen im Rahmen des North Sinai Development Project .....	21
<b>Abbildung 3.3:</b> Kartenskizze zum geplanten Southern Valley Development Project (SVDP) mit den Teilprojekten Toshka, El-Dahkla-Oase und Paris Oase.....	22
<b>Abbildung 3.4:</b> Ausschnitt aus Google Maps: Das New Valley/Toshka-Projekt innerhalb Ägyptens ...	23
<b>Abbildung 4.1:</b> Die Verteilung des Nilwassers über Kanäle .....	37
<b>Abbildung 4.2:</b> Die Bewässerungskanäle im Delta-Gebiet .....	39
<b>Abbildung 4.3:</b> Die Entwässerungskanäle im Delta-Gebiet .....	40
<b>Abbildung 4.4:</b> Ausschnitt aus Google Maps: Pivot-Beregnungssysteme im New Valley/Toshka-Projekt .....	42

# TABELLENVERZEICHNIS

<b>Tabelle 1:</b> Entwicklung der Bevölkerungszahlen in Ägypten .....	11
<b>Tabelle 2:</b> Bruttoinlandsprodukt (BIP) von Ägypten 2017 - Zusammensetzung nach Herkunftssektor	14
<b>Tabelle 3:</b> Die Entwicklung der Größe der landwirtschaftlichen Flächen Ägyptens, 1900-2018.....	18
<b>Tabelle 4:</b> Auszug aus dem Ranking der weltweit je fünf größten Produzenten verschiedener landwirtschaftlicher Güter - hier die Güter, bei deren Produktion Ägypten zu den fünf größten Produzenten zählt. ....	25
<b>Tabelle 5:</b> Wasserressourcen, Gewinnung und ihre Verwendung in Ägypten (in Milliarden Kubikmeter pro Jahr) .....	31

# ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

AMSL	above mean sea level
ARE	Arabische Republik Ägypten
BIP	Bruttoinlandsprodukt
CAADP	Comprehensive Africa Agriculture Development Programme
dS/m	deciSiemens pro Meter
EEAA	Egyptian Environmental Affairs Agency
EGP	Ägyptisches Pfund
EPADP	Egyptian Public Authority for Drainage Projects
EUR	Euro
EWUP	Egypt Water Use and Management Project
FAO	Agriculture Organization of the United Nations
GERD	Grand Ethiopian Renaissance Dam
GIS	geografisches Informationssystem
ha	Hektar
IIP	National Irrigation Improvement Program
IWF	International Monetary Fund
IWF	Internationaler Währungsfonds
JISA	Joint Integrated Sector Approach
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
LIFE	Livelihood and Income from the Environment
MALR	Ministry of Agriculture and Land Reclamation
MDIS	Mobile Drip-Irrigation-System
MENA	Middle East & North Africa-Länder
MOHUCC	Ministry of Housing, Utilities and Urban Communities
MoHP	Ministry of Health and Population
MoLD	Ministry of Local Development
MWRI	Ministry of Water Resources and Irrigation
MWSSF	Ministry of Water Supply and Sanitation Facilities
NBI	Nile Basin Initiative
NCPC	National Company for Protective Cultivations
SADS	Sustainable agricultural development strategy
SBA	Stand-By Arrangement
SPA	Shore Protection Authority

SVDP	Southern Valley Development Project
TDS	total dissolved solids, Gesamtheit aller gelösten Stoffe in [mg/l]
ULDI	Ultra-Low-Drip-Irrigation-System
UNDP	United Nations Development Programme
USAID	United States Agency for International Development
USD	US-Dollar