

Aufforstungen in ägyptischen Wüstengebieten

Hany El Kateb und Reinhard Mosandl

In Ägypten ist fruchtbares Land äußerst knapp. Nur 3,6 % der Landesfläche sind für landwirtschaftliche Zwecke geeignet und die Fruchtbarkeit hängt von einer einzigen Ressource, dem Nil, ab. Noch vor 60 Jahren konnte sich Ägypten nahezu selbst mit Nahrungsmitteln versorgen. Heute hat sich die Situation ins Gegenteil verkehrt, und das nicht nur wegen der ständig wachsenden Bevölkerung, sondern auch wegen des Missmanagements und des Fehlens effizienter Systeme zum richtigen Umgang mit den knappen Ressourcen.

Ägypten verbraucht 80 % seines Wassers für die Landwirtschaft. In Zeiten des globalen Klimawandels ist besonders in ariden Regionen Trinkwasser eine der am meisten gefährdeten natürlichen Ressourcen. Für ein Land mit extrem beschränkten Anbauflächen ist es alarmierend, dass im Verlaufe der vergangenen 36 Jahre 9 % des Ackerbodens durch Bebauung verloren gegangen sind.

Laut dem Sekretariat der Konvention der Vereinten Nationen zur Bekämpfung der Wüstenbildung (UNCCD) steht Ägypten an der Spitze der Länder, die von Landverlust durch Desertifikation betroffen sind – der Verlust von täglich 35 ha fruchtbaren Ackerbodens im Nildelta ist einzigartig in der Weltstatistik [6].

Die Situation ist äußerst kritisch und es besteht dringender Handlungsbedarf. Ohne einen angemessenen Umgang mit den beiden essenziellen Ressourcen Land und Wasser kann es keine prosperierende Zukunft und keine wirkliche Entwicklung geben. Derzeit ist Ägypten mit politischen Veränderungen beschäftigt. Dabei sollte aber die Sicherung der Ernährung und der Wasserversorgung einer wachsenden Bevölkerung nicht vernachlässigt werden. Die politische, wirtschaftliche und gesell-

schaftliche Entwicklung in Ägypten muss eng mit einem nachhaltigen Management der verfügbaren Ressourcen verknüpft werden [2].

Der Erfolg der Demokratiebewegung hängt entscheidend von der Verbesserung des Lebensstandards und der wirtschaftlichen Lage der Bevölkerung ab. Dies ist wiederum eng verbunden mit der sozio-ökonomischen Entwicklung, der Bildung, den Beschäftigungsaussichten vor allem für die jungen Ägypter und mit den Innovationen, mit denen Ägypten der Ressourcenknappheit begegnen will. Hier müssen innovative Ansätze zum Tragen kommen, um einen erfolgreichen Wandel zu bewerkstelligen.

In der Vergangenheit hat das bis vor kurzem herrschende autoritäre Regime des Landes jedoch in keiner Weise Innovationen auf dem Gebiet der Landnutzung gefördert. Strategische Weichenstellungen zur Förderung von Innovationen sind für das Land jedoch dringend notwendig, um positive wirtschaftliche, ökologische und soziale Entwicklungen zu forcieren.

Forstwirtschaft in Ägypten

Im 11. Jahrhundert hatte die Forstwirtschaft in Ägypten eine große Bedeutung. Damals entstand im fatimidischen Ägypten die erste national organisierte Forstverwaltung weltweit [3], welche die Produktion und den Handel von hochwertigem Holz zum Bau von Handelsschiffen kontrollierte. Heute ist das Land auf weniger als 0,1 % der Fläche mit Bäumen bestockt [4]. Reste von Naturwäldern gibt es lediglich in der geschützten Bergregion Elba im Süden des Landes. Forstwirtschaft in Ägypten be-

steht vor allem aus Plantagenwäldern [5]. Mit der extensiven Kultivierung der Wüstengebiete seit den 70er-Jahren gewann die Aufforstung an Bedeutung, vor allem der Anbau von Windschutzanlagen mit Kasuarinen und Eukalypten.

Es mag auf den ersten Blick erstaunlich erscheinen, dass der Forstwirtschaft in Ägypten ein großes Gewicht im politischen Transformationsprozess zukommt. Aber gerade in diesem Bereich zeichnet sich ein innovativer Ansatz zur Lösung einer Reihe von Problemen ab, u.a. der Abwasserproblematik des Landes.

In Ägypten leben über 89 Millionen Menschen hauptsächlich im Nil-Delta, der größten Oase der Welt. Die Bewohner des Landes produzieren schon heute riesige Abwassermengen (über 5,5 Mrd m³), deren Entsorgung problematisch ist. Zudem sind ungenutzte Abwässer ein Umweltisiko und gleichzeitig eine Verschwendung wertvoller Nährstoffe und Energieressourcen.

Mitte der 90er-Jahre wurde im Rahmen des „Nationalen Programms für die sichere Nutzung von behandeltem Abwasser für Aufforstungen“ [7] die Aufforstung zur Bewältigung der Abwasserproblematik des Landes vorangetrieben. So entstanden in verschiedenen Wüstengebieten erste Aufforstungen von über 4 000 ha mit verschiedenen Baumarten unter Verwendung von hauptsächlich städtischen Abwässern, welche nach einem einfachen Reinigungsverfahren zur Bewässerung der Aufforstungsflächen eingesetzt wurden.

Inzwischen hat Ägypten mit Unterstützung des Lehrstuhls für Waldbau der TU München das nationale Aufforstungsprogramm erweitert, und zwar mit dem Ziel einer Etablierung von großflächigen Aufforstungen zur Verminderung der Treibhausgasemissionen, zum Schutz der Städte und der landwirtschaftlichen Flächen vor Wind und Sandstürmen, zum Schutz des Bodens vor Erosion, zur Holz- und Bioenergie-Produktion sowie zur Errichtung von Grünflächen für die ägyptische Bevölkerung und auch zur Schaffung neuer Arbeitsplätze [1].

Neben ihren ökologischen und wirtschaftlichen Vorteilen können die Auf-

H. El Kateb ist Wissenschaftler am Lehrstuhl für Waldbau der Technischen Universität München. Prof. Dr. Dr. R. Mosandl ist der Ordinarius des Lehrstuhls.



Hany El Kateb
ecoland@t-online.de



Abb. 1: 8-jähriger *Eucalyptus citriodora*-Bestand



Abb. 2: 9-jähriger *Eucalyptus camaldulensis*-Bestand

forstungen eine Rolle bei der Bekämpfung der fortschreitenden Bebauung des knappen Ackerlandes im Nildelta, eine der größten Herausforderungen Ägyptens, spielen. Die illegalen Bebauungsflächen beherbergen Zuwanderer aus ländlichen Gebieten mit niedrigen Einkommen. Die Forstplantagen liegen unweit der Städte in Wüstengebieten. Die Plantagen stellen, wenn sie entsprechend gestaltet sind, eine Attraktion für diese Bevölkerungsgruppe dar, da eine Anbindung an den Nil und das Nildelta mit seinen grünen Flächen gegeben ist. Die Menschen sind eher bereit, sich in der Nähe solcher Forstplantagen als inmitten einer Wüstenregion ohne Grünflächen niederzulassen.

Ägypten konnte in den letzten Jahren viele Erfahrungen in der Einrichtung von Forstplantagen in Wüstengebieten sammeln. Dennoch hat die Forstwirtschaft in Ägypten bis dato keine große Bedeutung. Folglich fehlt es an Erfahrung zur nachhaltigen Bewirtschaftung der neuen Aufforstungen.

Vorstudie über das Wuchs-Potenzial

Der Lehrstuhl für Waldbau der TU München hat sich in der Vergangenheit immer wieder mit internationalen Waldbaufragen befasst [8] und war deshalb auch sofort bereit, mitzuhelfen bei der Beschaffung der notwendigen Informationen über den Zustand und das Potenzial der Aufforstungen in Ägypten. Als erster



Abb. 3: 4-jähriger *Khaya senegalensis*-Bestand

Material und Methode

Insgesamt wurden zwölf Parzellen verschiedener Baumarten und Alter, acht in Ismailia (130 km nordöstlich von Kairo) und vier in Sadat City (90 km nordwestlich von Kairo) zur Untersuchung herangezogen. Die Pflanzung in Ismailia wird durch städtische Abwässer bewässert, während in Sadat City eine Mischung aus städtischen und industriellen Abwässern zum Einsatz kommt. Jede der ausgewählten Parzellen hat eine Fläche von 25 x 25 m. Für jeden Baum, insgesamt 950 Bäume, wurde der Brusthöhendurchmesser (Bhd) registriert. Die Höhe wurde lediglich von den zehn stärksten Bäumen in jeder Parzelle gemessen. Anhand von sechs Bäumen wurden die Oberhöhe (Höhe der 100 stärksten Bäume pro ha), das Volumen und der durchschnittliche jährliche Zuwachs der 100 stärksten Bäume pro ha errechnet.

Tab. 1: Bhd und Höhe des stärksten Baumes in einer Parzellengröße von 625 m²

Ort	Baumart	Alter	Bhd	Gesamthöhe
Ismailia	<i>Eucalyptus citriodora</i>	4 Jahre	19 cm	20 m
Sadat City	<i>Eucalyptus citriodora</i>	12 Jahre	30 cm	24 m
Ismailia	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	6 Jahre	26 cm	19 m
Sadat City	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	9 Jahre	30 cm	21 m
Ismailia	<i>Khaya senegalensis</i>	4 Jahre	23 cm	11 m
Sadat City	<i>Khaya senegalensis</i>	9 Jahre	28 cm	13 m

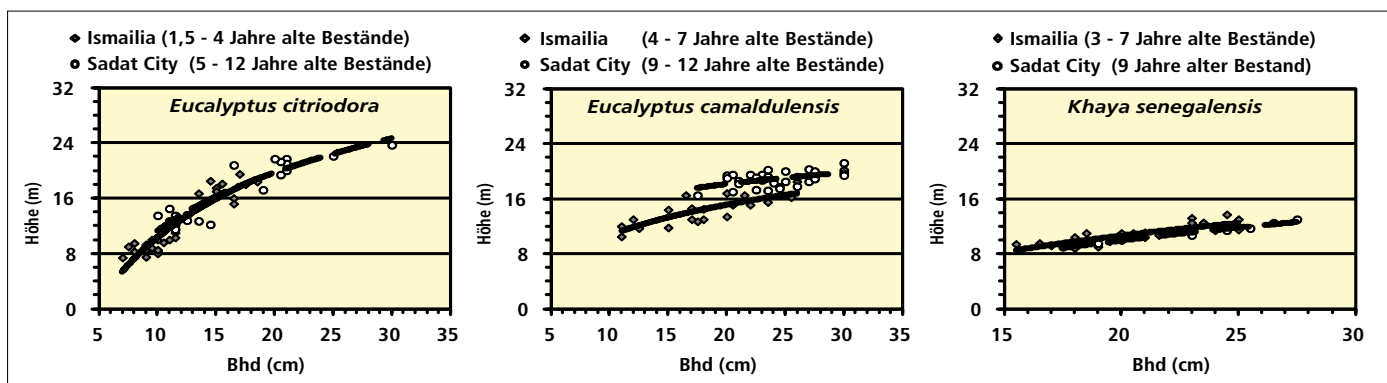


Abb. 4: Zusammenhang zwischen Brusthöhendurchmesser (Bhd) und Höhe der 100 stärksten Bäume je ha in Ismailia und Sadat City

Schritt wurde vom Lehrstuhl für Waldbau eine Vorstudie durchgeführt, die Erkenntnisse über das Potenzial dreier häufig gepflanzter Baumarten, nämlich *Eucalyptus citriodora*, *Eucalyptus camaldulensis* und *Khaya senegalensis* erbringen sollte (Abb. 1 bis 3).

Bestandsentwicklung auf den beiden Standorten

Die Anzahl der Bäume variiert zwischen 650 und 1 200 pro ha für die verschiedenen Baumarten und Alter. Die Grundfläche der bislang unbehandelten Bestände variierte zwischen 6 und 26 m²/ha.

Obwohl es an beiden Standorten an professionellem Management der Forstplantagen mangelte, haben sich die Bestände gut entwickelt. Allerdings waren das Wachstum (durchschnittlicher jährlicher Bhd-, Höhen- und Volumenzuwachs der 100 stärksten Bäume pro ha) und der Ertrag (Grundfläche und Volumen) in Ismailia höher als in Sadat City. Dies war besonders ausgeprägt bei *Eucalyptus camaldulensis* und bei *Khaya senegalensis*. Die Entwicklung von *Eucalyptus citriodora* verlief hingegen an den beiden Standorten im Wesentlichen gleich. Die Ursachen des geringeren Wachstums in Sadat City (sei es

die Wasserqualität, das Management oder der Standort) sollen in weiteren Untersuchungen geklärt werden.

Wachstumspotenzial

In den ersten vier Jahren nach der Anpflanzung erreichte der durchschnittliche jährliche Durchmesserzuwachs der 100 stärksten Bäume pro ha einen unerwartet hohen Wert von über 4 cm für die drei untersuchten Baumarten (Abb. 5). Einen Eindruck von dem gewaltigen Wachstumspotenzial geben die jeweils stärksten Bäume, die auf den 625 m² großen Parzellen gefunden wurden (Tab. 1).

Vergleich des Wachstums der drei untersuchten Baumarten

Eucalyptus citriodora, eine sehr gerade wachsende Baumart, weist mit über 4 m Höhenzuwachs in den ersten 4 Jahren das schnellste Höhenwachstum pro Jahr der drei untersuchten Arten auf (Abb. 5), gefolgt von *Eucalyptus camaldulensis* und von *Khaya senegalensis*. Das Dickenwachstum geht mit 5 cm Bhd-Zuwachs in den ersten vier Jahren bei *Khaya senegalensis* pro Jahr am schnellsten vonstatten. Diese Baumart zeigte jedoch kein so rasantes Höhenwachstum, was möglicherweise auf eine Schädigung des Höhentriebes zurückzuführen ist. Weitere Untersuchungen sind notwendig, um die Ursache für das vergleichsweise langsame Höhenwachstum dieser Baumart zu klären.

Eucalyptus citriodora scheint die Art zu sein, die am wenigsten auf die Qualität des zur Bewässerung verwendeten Wassers reagiert, da sich kein erkennbarer Unterschied der Wachstumsparameter auf den zwei Standorten zeigte (Abb. 4).

Folgerungen und erste Managementvorschläge

Obwohl das zur Aufforstung verwendete Samenmaterial nicht nach Qualitätskriterien ausgesucht und das Management wenig ausgeprägt war, zeigen die ersten Ergebnisse ein beachtlich hohes Wachstumspotenzial der Forstplantagen. Um dieses richtig ausschöpfen zu können, sind

Tab. 2: Managementoptionen für die drei untersuchten Baumarten				
	Bei Anpflanzung	Erste Durchforstung	Zweite Durchforstung	Ende des Betriebszeitraumes
<i>Eucalyptus citriodora</i>				
		3 Jahre nach Anpflanzung	6 Jahre nach Anpflanzung	11 Jahre nach Anpflanzung
Dichte	1 984 N/ha	992 N/ha	496 N/ha	0 N/ha
Standraum	2,1 x 2,4 m	4,2 x 2,4 m	4,2 x 4,8 m	
Entnahme		893 N/ha	446 N/ha	471 N/ha
Erwarteter Bhd		11,9 cm	17,9 cm	23,0 cm
Erwartete Höhe		12,7 m	18,6 m	22,4 m
Holzanfall		57 Vfm/ha	94 Vfm/ha	197 Vfm/ha
Gesamtertrag Gesamte Biomasse Jährliche CO ₂ -Sequestrierung				348 Vfm/ha 306 t/ha 51 t/ha/Jahr
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>				
		4 Jahre nach Anpflanzung	7 Jahre nach Anpflanzung	12 Jahre nach Anpflanzung
Dichte	1 610 N/ha	805 N/ha	402 N/ha	0 N/ha
Standraum	2,4 x 2,7 m	4,8 x 2,7 m	4,8 x 5,4 m	
Entnahme		725 N/ha	362 N/ha	382 N/ha
Erwarteter Bhd		14,6 cm	21,8 cm	25,8 cm
Erwartete Höhe		12,3 m	17,0 m	19,4 m
Holzanfall		68 Vfm/ha	103 Vfm/ha	175 Vfm/ha
Gesamtertrag Gesamte Biomasse Jährliche CO ₂ -Sequestrierung				346 Vfm/ha 325 t/ha 50 t/ha/Jahr
<i>Khaya senegalensis</i>				
		4 Jahre nach Anpflanzung	7 Jahre nach Anpflanzung	15 Jahre nach Anpflanzung
Dichte	1 610 N/ha	805 N/ha	402 N/ha	0 N/ha
Standraum	2,4 x 2,7 m	4,8 x 2,7 m	4,8 x 5,4 m	
Entnahme		725 N/ha	362 N/ha	382 N/ha
Erwarteter Bhd		16,8 cm	22,6 cm	30,0 cm
Erwartete Höhe		9,6 m	12,5 m	15,0 m
Holzanfall		69 Vfm/ha	82 Vfm/ha	182 Vfm/ha
Gesamtertrag Gesamte Biomasse Jährliche CO ₂ -Sequestrierung				333 Vfm/ha 241 t/ha 30 t/ha/Jahr

jedoch einige Maßnahmen dringend erforderlich. Dazu gehören:

- Aufbau einer nationalen Forstadministration und Zusammenlegung von Aufgaben und Verantwortlichkeiten für die Aufforstung in Ägypten unter dem Dach einer einzigen Behörde,
- Aus- und Aufbau von Kapazitäten der Ausbilder und des technischen Personals,
- Neuerstellung eines Aufforstungsprogramms mit klaren Zielsetzungen, wobei die Menge der Abwässer und die Flächengröße der Wüstengebiete, die für Aufforstungszwecke benutzt werden kann, genau bestimmt werden muss,
- Verbesserung der Infrastruktur und der Abwasserbehandlung,
- Nutzung des Potenzials der Abwässer zur Energiegewinnung,
- Erarbeitung von wissenschaftlichem Basiswissen über das Management von Forstplantagen, wie die Ermittlung von geeigneten Baumarten, Bewässerungstechnik, Techniken zur Verbesserung des Bodens und waldbauliche Maßnahmen sowie die Bestimmung des Wasserbedarfs der verschiedenen, in der Aufforstung verwendeten Arten,
- Verwendung von hochwertigem Saatgut bei neuen Aufforstungen,
- Verbesserung des Managements der Forstplantagen, beginnend bei der Anpflanzung, Pflege und Durchforstung, bis hin zur Ernte und zum Schutz vor Wind, Seuchen, Insektenplagen und Bränden,
- Erfassung und Speicherung aller Daten, die mit den Aufforstungsaktivitäten zusammenhängen sowie der Aufbau von Datenbanken. Diese werden zur Identifizierung von Problemen, zur Überwachung der Fortschritte im Hinblick auf die Zielsetzungen und als unterstützendes Tool für die Erstellung geeigneter Managementkonzepte dienen.

Ein erster Managementplan und eine grobe Abschätzung der Karbon-Sequestrierung der Aufforstungen in Ägypten mit hohem Wachstumspotenzial konnten bereits auf der Grundlage der hier präsentierten Vorstudie erstellt werden (Tab. 2). Der Plan geht aufgrund des schnellen Wachstums der drei Baumarten von einem kurzen Produktionszeitraum aus. Innerhalb dieses Zeitraums können zwei Durchforstungen vorgenommen werden. Um das Land ständig mit Vegetation bedeckt zu halten, kann in Erwägung gezogen werden, eine zweite Baumgeneration mit schattentoleranten Arten nach der zweiten oder sogar nach der ersten Durchforstung anzupflanzen. Damit kann sich allmählich eine nachhaltige Forstwirtschaft in Wüstengebieten entwickeln.

Ausblick

Ägypten hat eine Landfläche von über 1 Mio km², die überwiegend aus Wü-

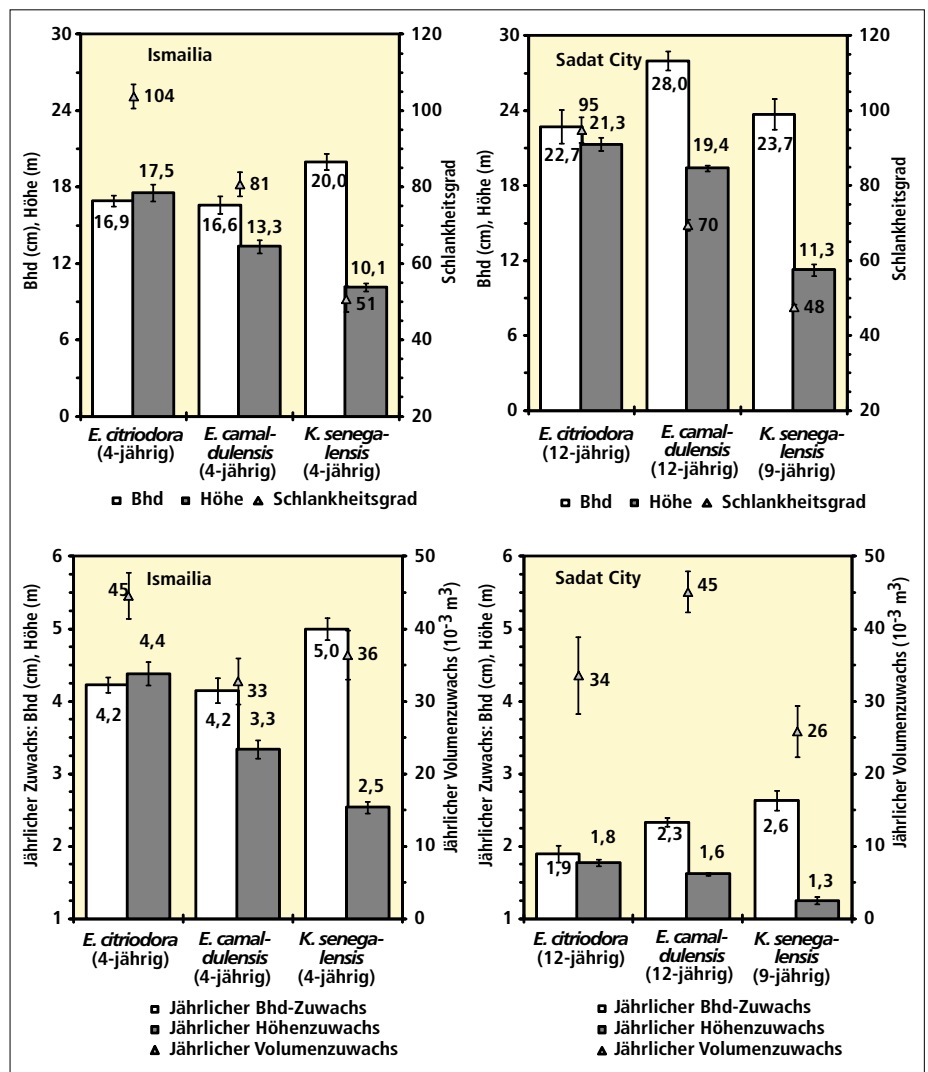


Abb. 5: Ein Vergleich zwischen den 100 stärksten Bäumen je ha der untersuchten Baumarten in Ismailia und Sadat City

ten besteht. Das Land hat einen festen jährlichen Anteil am Nilwasser von 55,5 Mrd m³, der zu 10 % in Abwässer umgewandelt wird (5,5 Mrd m³ jährlich). Genügend Landfläche und ein umfangreiches Angebot an Abwässern – damit bietet Ägypten derzeit hervorragende Möglichkeiten für großflächige Aufforstungen. Die ersten Auswertungsergebnisse der vom Lehrstuhl für Waldbau der TU München durchgeführten Vorstudie zeigen ein unerwartet hohes Wachstumspotenzial der Aufforstungen. Für die großflächige Aufforstung müssen die sich bietenden Möglichkeiten richtig genutzt werden, wie z.B. die Verwendung des Abwassers nicht nur für die Bewässerung der Plantage, sondern auch zur Energiegewinnung (z.B. Biogas). Ein Teil dieser Energie kann zur Verbesserung der Abwasserreinigung und des Abwassertransports zu den Plantagen sowie zu deren Bewässerung benutzt werden. Überschüssige Energie kann für andere Zwecke eingesetzt werden.

Wenn die gesamte vorhandene Menge an Abwässern für Aufforstungszwecke verwendet wird, können 650 000 ha

Wüstenland aufgeforstet und jährlich 25 Mio t CO₂ gespeichert werden. Eine großflächige Aufforstung könnte möglicherweise zudem die Wolkenbildung stimulieren und Regenfälle nach sich ziehen [9], die das Land dringend braucht, um seine landwirtschaftlichen Produktionsflächen ausdehnen zu können.

Literaturhinweise:

- [1] EL KATEB, H. im Interview mit Bley Müller, H. (2009): Nachhaltige Forstwirtschaft in Wüstengebieten Ägyptens – Von der Wüste zum Wald. Forst und Holz 64, Heft 11: 16-17. [2] EL KATEB, H. (2011): A better future for Egypt. Al-Ahram – The Agricultural Magazine, August 2011, 633: 44-45. [3] GOLDMANN, G. (2001): Wiege der Forstwirtschaft in Ägypten. Das Fatimiden-Kalifat. AFZ-DerWald 56(2): 74-75. [4] ITTO (2005): Annual review and assessment of the world timber situation 2005. Yokohama, Japan. [5] ITTO (2006): Status of tropical forest management 2005. Yokohama, Japan. [6] METWALI, S. (2011): UN report: Egypt sustains severe land loss to desertification and development. In: Egypt Independent URL: <http://www.egyptindependent.com/news/un-report-egypt-sustains-severe-land-loss-desertification-and-development> (Stand: 17.06.2011, 15:31). [7] Ministry of Agriculture and Land Reclamation and Ministry of State for Environmental Affairs (2003): The National Programme for Safe Use of Treated Sewage Water for Afforestation. Information Bulletin, 6 p. [8] MOSANDL, R.; EL KATEB, H.; STIMM, B. (2003): Waldbau – weltweit. Beiträge zur internationalen Waldbauforschung. München: Forstliche Forschungsberichte 192: 236 p. [9] Universität Hohenheim (2012): Plantagen könnten Regen in die Wüste bringen. Pressemitteilung, 2 p., Text: Weik/Lembens-Schiel. URL: <http://idw-online.de/de/news482104> (Stand: 08.06.2012, 13:01)