

Uwe Menzel

Vergleichende ökologische Untersuchungen der natürlichen
Salzböden und ihrer Halophytenflora in den
Vereinigten Arabischen Emiraten unter besonderer
Berücksichtigung ihrer Makronährelementgehalte



Avicennia marina Vierh., Khor Kalba - UAE

1 Einleitung und Zielsetzung

Die wirtschaftliche Existenz von mehr als einer Milliarde Menschen in über 110 Staaten ist durch die fortschreitende Desertifikation, ausgelöst durch Klimawechsel und falsche Bodennutzung, bedroht. Die ariden Zonen der Erde umfassen etwa 13.000 Millionen Hektar (s. Tabelle 1). Nach Schätzungen der UNO beträgt der weltweite jährliche Wüstenzuwachs etwa 50.000 km² (BARSCH 1996). Dieser Flächenverlust führt zu einer immer intensiveren Nutzung der verbleibenden Böden durch die Landwirtschaft. Die Folge ist eine weitere Degeneration von fruchtbaren Ackerböden. Weltweit sind mehr als elf Prozent der landwirtschaftlich genutzten Flächen derart zerstört, dass sie ihrer biotischen Funktion, Nährstoffe für die Pflanzen aufzubereiten, kaum noch nachkommen können. Drei Prozent dieser Böden sind so stark degradiert, dass sie diese Funktion nicht mehr erfüllen (WORLD RESOURCES INSTITUTE 1995). Die konventionelle Land- und Forstwirtschaft verbraucht große Mengen Frischwasser, das in vielen Teilen der Welt zu einem begrenzenden Faktor geworden ist. Zweidrittel der globalen Wasserentnahme entfällt auf die Landwirtschaft (WORLD RESOURCES INSTITUTE 1993).

Wasser hat einen unterschiedlichen Gehalt an gelösten Salzen. Lösliche Salze werden durch perkolierendes Sickerwasser im Bodenkörper verlagert. Entsprechend der Wassermenge, in Abhängigkeit von Bodentyp und Temperatur, bilden sich Salz- und / oder Kalkanreicherungs-horizonte. Das führt vor allem in den Trockengebieten der Erde zu einer Bodenbelastung durch künstliche Bewässerung. Bei stark abesendierendem Wasserstrom werden die transportierten Salze im Oberboden angereichert. Die Folgen sind Salzablagerungen die zur völligen Bodenunfruchtbarkeit führen können.

Tabelle 1. Aride Zonen der Welt nach Regionen in Millionen Hektar. (MIDDLETON 1993)

Zone \ Region	Africa	Asia	Australasia	Europe	North Amerika	South Amerika	Total
Cold	0,0	1082,5	0,0	27,9	616,9	37,7	1765,0
Humid	1007,6	1224,3	218,9	622,9	838,5	1188,1	5100,4
Dry subhumid	268,7	352,7	51,3	183,5	231,5	207,0	1294,7
Semiarid	513,8	693,4	309,0	105,2	419,4	264,5	2305,3
Arid	503,5	625,7	303,0	11,0	81,5	44,5	1569,2
Hyperarid	672,0	277,3	0,0	0,0	3,1	25,7	978,1
Total	2965,6	4256,0	882,2	950,5	2190,9	1767,5	13012,7

Die Mehrzahl unserer Kulturpflanzen ist auf Süßwasser angewiesen und verträgt Salz nur in geringen Mengen. Deshalb gedeihen sie nicht auf versalzten Böden. Durch die Anpflanzung salzverträglicher Arten könnten diese Flächen wieder einer Nutzung zugeführt werden. Des Weiteren ist es möglich große Küstenwüstenbereiche durch Meerwasserbewässerung mit Ha-

lophyten zu begrünen. Die nachhaltige Kultivierung von Halophyten setzt Kenntnisse über ihre Ökologie voraus. Diese Arbeit möchte das Wissen über die ökologischen Ansprüche von Salzpflanzen erweitern.

Zahlreiche, geowissenschaftlich und geobotanisch orientierte Arbeiten über Salzstandorte, in Verbindung mit deren Vegetation, beziehen sich in der Hauptsache auf boden- und vegetationskundliche Aspekte. Landwirtschaftliche Arbeiten beschränken sich meist auf Ertragsstudien und Futtermittelanalysen. Untersuchungen, wie sie zahlreich für Pflanzengesellschaften auf nicht salzbelasteten Böden unter Vergleich der Nährelementkonzentrationen an unterschiedlichen Standorten durchgeführt wurden (s. u.a. HÄRDTLE, MENZEL & SCHRAUTZER 1996), sind auch für Halophytengesellschaften wünschenswert. Es gibt wenige Arbeiten, die sich detailliert mit den Zusammenhängen zwischen den Elementgehalten in Salzböden und den Elementgehalten in den auf ihnen gewachsenen Pflanzen auseinandersetzen.

Aus diesem Grund wurden vergleichende ökologische Untersuchungen an der Halophytenflora und ihren Böden in den UAE¹ durchgeführt. Insbesondere sollte der Einfluss natürlicher Salzböden auf die quantitative und qualitative Makroelementzusammensetzung der Pflanzen untersucht werden. Im Vordergrund standen die Fragen, in wieweit verschiedene Bodenparameter auf den Elementgehalt der Halophyten Einfluss haben und ob sich die untersuchten Halophytenarten und Salzböden in unterschiedliche Gruppen einteilen lassen. In diesem Zusammenhang sollte ebenso die Reaktionsbreite (= ökologische Potenz) der untersuchten Arten unter Freilandbedingungen in Bezug auf verschiedene Bodenparameter mit untersucht werden.

Um die gestellten Fragen zu beantworten, wurden an 28 verschiedenen Standorten Boden- und Pflanzenproben entnommen, unter Einbeziehung von 39 Halophytenarten aus neun Familien. Anhand von Literaturzitatzen ist zur Komplettierung der Untersuchungen eine Zusammenstellung der Elementgehalte von Halophyten und ein Vergleich mit anderen Pflanzengruppen durchgeführt worden.

Weiter soll eine im Rahmen dieser Arbeit aufgestellte Liste, mit über 2500 in der Literatur als salzverträglich eingestuften Pflanzenarten, einen Überblick über die Anzahl der Halophyten und deren Salzverträglichkeit geben.

¹ United Arab Emirates

dass der Gehalt in den Samen um mehr als 80 % unter dem der Blätter lag. Auch bei *Spartina alterniflora* lag nach eigenen Messungen der Natriumchloridgehalt des Samens deutlich unter dem der anderen Pflanzenteile. Die Na⁺-Exclusion von der Wurzel in den Spross ist von der O₂-Versorgung der Pflanze abhängig, wie Untersuchungen an Mais zeigten (DREW & LÄUCHLI 1985). Deshalb sind besonders Mangroven auf eine gute Sauerstoffversorgung angewiesen. Ionen wie z. B. Na⁺ die passiv in die Zellen gelangen werden aktiv herausgepumpt (LIBBERT 1987) und durch Kalk- oder Salzdrüsen als konzentrierte Lösungen von Ca- oder Na-Salzen exkretiert (LIBBERT 1987, WAISEL 1972). Beispiele hierfür sind *Avicennia marina*, *Spartina alterniflora*, *Limonium vulgare* oder verschiedene Tamarisken. Andere Pflanzen wie *Atriplex mollis*, *Halimione sp.* besitzen epidermale Blasenhaare, die durch Abwurf, Abrieb oder Auswaschung zur Salzabscheidung beitragen. Eine weitere Strategie ist der Abwurf älterer Blätter (*Avicennia marina*, *Zygophyllum*-Arten oder auch *Aster tripolium*).

2.2 Salzbodentypen

Die Entstehung von natürlichen Salzböden wird im wesentlichen durch Tag- oder Grundwasser beeinflusst. Bei der Tagwasserversalzung werden dem Boden mit den Niederschlägen atmogene Salze zugeführt. Die Zufuhr kann bis zu 10 kg / ha / Jahr betragen (SCHEFFER et al. 1992), dazu kommt in vegetationsfreien Wüsten noch eine Zufuhr als Staub. Diese Art der Versalzung findet nur unter ariden Klimaverhältnissen statt. Tabelle 2 gibt einen Überblick zur Klassifizierung der Salzböden.

Tabelle 2. Klassifizierung von Salzböden und deren physikalisch-chemische Abgrenzung.

Solonchaks (Z) [*]	Vorwiegend in Senken mit anstehendem salzigem Grundwasser, über 0.3 % Salz im Oberboden, Salzkrustenbildung, dominante Salze NaCl, Na ₂ SO ₄ , Na ₂ CO ₃ , CaSO ₄ , MgSO ₄ , CaCO ₃ . Es kann zwischen Natrium-, Calcium-Solonchak unterschieden werden.		
Solonetz (S) [*]	Niedriger Salzgehalt im Oberboden, hohe Na-Sättigung bis 90 % im B-Horizont. Ausbildung eines Säulengefüges. Reicheres Vegetationsvorkommen.		
Solod	Entstanden aus Solonetz, schwach sauer. Na-Sättigung im B-Horizont < 7 %. Bei hohem CaCO ₃ -Anteil werden keine Solode, sondern Pseudogleyen und Parabraunerden verwandte Böden gebildet.		

	Elektrische Leitfähigkeit [dS/m]	Natriumabsorptions- verhältnis (SAR) ¹	pH
salzarme Böden	< 4	< 13 – 15	6,5 – 7,2
saurer Solontschak	< 4	< 13 – 15	< 6,5
neutraler Solontschak	> 4	< 13 – 15	< 8,5
neutral / alkalischer Solontschak	> 4	> 13 – 15	< 8,5
alkalischer Solonez	< 4	> 13 – 15	> 8,5

Nach KUNTZE et al. 1994, BRADY 1990, KREEB 1974. ^{*} Name nach FAO (1977).

Die Versalzung durch Grundwasser führt in ariden Zonen selbst bei salzarmen Wässern zur Bodenversalzung. Im Bereich der Meeresküsten entstehen auf diese Weise, wie z. B. an großen Teilen der Küste des Emirates Abu Dhabi, Sabkhaflächen, die auf Grund ihrer geringen

¹
(Sodium absorption ratio) SAR = [Na⁺] / √[1/2 ([Ca²⁺] + [Mg²⁺])]

Höhe auch öfter von Überschwemmungen beeinflusst werden. Im Binnenland entstammen die Salze dem Gestein. Sie steigen mit dem Kapillarwasser an die Bodenoberfläche und fallen bei der Verdunstung je nach ihrer Löslichkeit aus. Dabei entstehen manchmal mächtige Salzbanke. Wenn das Grundwasser bis zum oberen Bodenhorizont ansteht, bilden sich Salzkrusten.

Durch künstliche Bewässerung auf landwirtschaftlich genutzten Flächen werden die eingetragenen Salze unter ariden Bedingungen nicht wieder ausgewaschen. Die Salze können sowohl aus dem Bewässerungswasser stammen, als auch von Düngerrückständen. Im Gegensatz zur natürlichen Versalzung beschränkt sich hier die Versalzung auf die oberste Bodenschicht.

Zur Entstehung der Küsten- und Inlandsalzböden sowie zur Genese salziger Grundwässer sei auf die einschlägige Fachliteratur (FÜCHTBAUER 1988, TIJANI, M. N. 1997) verwiesen.

2.3 Das Untersuchungsgebiet

Die Vereinigten Arabischen Emirate (UAE¹) liegen auf dem nordöstlichen Teil der Arabischen Halbinsel, etwa zwischen dem 22ten und 26ten Breitengrad und dem 52ten und 56ten Längengrad. Die Gesamtfläche beträgt 83.000 km² (BÖER 1997). Die westliche Küstenlinie am Arabischen Golf erstreckt sich auf einer Länge von etwa 600 km, die östliche am Indischen Ozean auf 75 km. Die Küstenregion am Indischen Ozean wird durch eine Gebirgskette vom Westteil getrennt. Das Land ist durch ein arides Klima und seine Wüsten geprägt. Die Inlandsgrenzen verlaufen durch Wüsten- und Halbwüstengebiete. Der südliche Grenzverlauf führt streckenweise durch Teile der „Ar Rab al Khali“. Der Küste sind zahlreiche kleine Inseln vorgelagert. Die Haupteinnahmequelle der Emirate bildet das dort geförderte Erdöl.

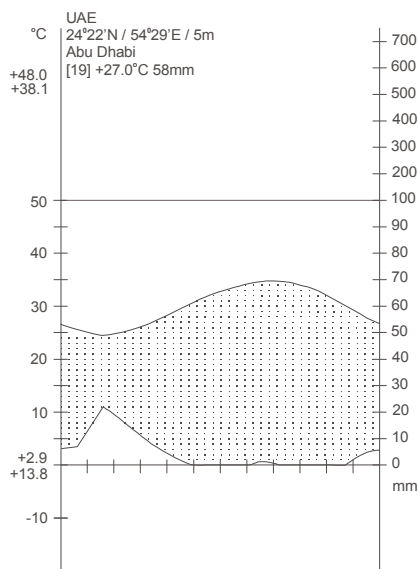


Abbildung 2. Klimadiagramm - Abu Dhabi Stadt (BÖER 1995).

über eine mit einer spärlichen Vegetationsdecke aus sukkulenten Chenopodiaceen bestehende Fläche, bis hin zu einer Ebene erstrecken, die eine Vielzahl von Halophytenarten aufweist.

2.3.1 Die Salzbodenflächen in den Vereinigten Arabischen Emiraten

Die ebenen versalzten Bodenflächen in den Vereinigten Arabischen Emiraten werden Sabkhas genannt (BARTH 1998). Man kann Sabkhas in Inland- und Küstensabkhas einteilen (WARREN 1991). Beide Arten sind in den Vereinigten Arabischen Emiraten vertreten.

Sabkhas kommen in allen Wüsten und Halbwüsten der Erde vor. Ihre Entstehung und ihr Aussehen ist abhängig vom Sandeintrag, dem Ausgangsmaterial und vom Wasser der Region. Orographie², Bodenarten und das Verhältnis zwischen Wasserzufuhr und Verdunstung schaffen eine Spanne von unterschiedlich fruchtbaren Bereichen und bestimmen so die Vegetationszusammensetzung und ihre Dichte. Diese kann sich von einer unfruchtbaren Fläche, auf der nur einige Algen existieren,

¹ United Arab Emirates

² Reliefform

2.3.1.1 Inlandsabkha

Die Dünenlandschaft der Inlandswüsten wird immer wieder von fluviolacustrin¹ entstandenen Sabkhaflächen unterbrochen. Auf ihnen findet man nur kleine Relikte der Dünenbildung. Der Sand wird über die ebenen Flächen hinweggeweht. Das Oberflächenmaterial besteht meist aus kleinen Partikeln mit eingestreuten Gesteinsstücken, in der Regel nicht größer als 5 cm. Grundwasser tritt selten offen zutage, steht aber häufig bis wenige cm unter der Oberfläche an und kann eine gesättigte Salzkonzentration aufweisen. Gespeist wird das Grundwasser vor allem durch die unterirdisch verlaufenden Bodenwasserströme mit Ursprung im Gebirge zum Oman. Vom Winter bis ins Frühjahr hinein fallen hier reichhaltige Niederschläge. Bei tieferliegendem Grundwasserspiegel ist die Oberfläche oft wie zementiert und von einer weißgrauen Farbe, teilweise auch von hellen Bereichen mit höherem Gipsanteil marmoriert. Umgeben sind diese Sabkhas mit Dünen, die leicht ansteigen oder wie in Liwa sofort eine Höhe von über 30 m erreichen können. Auf den untersuchten Inlandsabkhaflächen wuchsen hauptsächlich neben *Zygophyllum*-Arten *Seidlitzia rosmarinus* und *Haloxylon salicornicum*.

Viele Sabkhas werden mit Dünen sand aufgefüllt um landwirtschaftlich nutzbare Flächen zu gewinnen. Da diese künstlich mit fossilem Grundwasser bewässert werden, das oft einen Salzgehalt bis zu einem Prozent aufweist, sind sie nicht lange nutzbar. Andere Gebiete werden als Siedlungsraum genutzt. Da immer mehr Sabkhas auf Grund des steigenden Baulandbedarfes verschwinden, gibt es erste Bestrebungen einige Areale unter Schutz zu stellen.

2.3.1.2 Küstensabkha

An der Küstenregion zwischen Qatar und Dubai erstreckt sich eine bis 30 km ins Landesinnere ragende fast vegetationslose Küstensabkha. Sie bildet eine flache Ebene und ist durch fast jährlich wiederkehrende Überschwemmungen mit hohem Tidenhub geprägt. Bedingt durch die starke Evaporation und geringe Niederschläge ist der Salzgehalt des Bodens stetig angewachsen. Das Klima entspricht dem einer subtropischen Küstenwüste (s. Abbildung 2).

Der Boden hat einen hohen Salzgehalt und ist calcium- und magnesiumreich. *Halopeplis perfoliata* und *Arthrocnemum macrostachyum* sind fast die einzigen, hier unter natürlichen Bedingungen vorkommenden Pflanzen (WESTERN 1989).

Der untersuchte Küstensabkhabereich wurde nur selten durch einige niedrige Dünenreste unterbrochen, deren Oberfläche durch Salzablagerungen und Evaporation wie zementiert war. Er bildete eine flache Ebene und ist durch die fast jährlich im Februar wiederkehrenden Winterregen und Seewasserüberschwemmungen bei Springflut mit einem hohen Tidenhub geprägt. Das Wasser sammelt sich in seichten Pfannen, die eine Größe von mehreren Quadratkilometern erreichen können. Bedingt durch eine hohe Evaporation und geringe Niederschläge ist der Salzgehalt des Bodens angewachsen. Nach der Austrocknung bildet sich eine braun beige Salzkruste, auf der Staubstürme neues feines Dünenmaterial aus dem Landesinneren ablagern. Durch Überschwemmungen wurden an einigen Stellen über die Jahre große Mengen an Strandgut bis weit ins Landesinnere gespült. Die tiefergelegenen Bereiche, haben eine dickere durch gröberes Material gekennzeichnete Kruste, da das feinere Material durch die Strömung aufgewirbelt und verdriftet wird. Weiter landeinwärts bilden sich während der Regenzeit großflächige Seen. Bodenscherbenbildungen wie in Küstennähe sind hier nach Austrocknung selten.

¹ fluvial, von fließendem Gewässer, lacustrin, von Seen

Im Verlauf der Entwicklung des Abu Dhabi Emirats wurde der Sabkhabereich auf vielfältige Art von menschlichen Aktivitäten beeinflusst. Nahe bei Musafah bedeckt ein Müllberg große Bereiche. Durch sein Gewicht sind Teile des Mülls in das weiche Sabkhasubstrat bis unter das Grundwasserniveau gedrückt worden. Die jährlichen Regenfälle waschen eine Vielzahl der im Abfall enthaltenen Chemikalien in das benachbarte flache Land und in den Ozean. Vögel und Nagetiere sind jetzt regelmäßige Besucher solcher sonst trist erscheinenden Stellen.

Ein Damm entlang der Küstenautobahn soll neu entstandene Siedlungen und Industrieanlagen schützen und schneidet in Teilen das landeinwärts gelegene Gebiet von den ozeanischen Überschwemmungen ab. An vielen Orten drückt aber der bei Springflut steigende Grundwasserspiegel Salzwasser an die Oberfläche, so dass kleine Seen entstehen. Da diese nicht abfließen, trocknen sie langsam aus, verkrusten und bilden tückische Salzsümpfe.

Trotz des hohen Salzgehalts ist es möglich die Küstensabkha zu nutzen. Meerwasserbewässerung kann die Salzkruste entfernen und den Substratsalzgehalt auf Ozeanniveau reduzieren. Mit Ozeanwasser bewässert könnten hier eine Vielzahl von Halophyten gedeihen.

An einem kleinen Abschnitt auf der Höhe von Abu Al Abyadh befindet sich ein ausgeprägtes Wattenmeer, das an die Sabkha angrenzt. Es stellt ein für die Region einmaliges Refugium mit einer einzigartigen Meeresfauna und Flora sowie Vogelwelt dar.

2.3.1.3 Ufer und Mangrove

In den Vereinigten Arabischen Emiraten kommt die Mangrove *Avicennia marina* natürlich vor. Es können im Wesentlichen zwei unterschiedliche Areale unterschieden werden. Zum einen die im Einzugsbereich des Arabischen Golfs befindlichen Areale, zum anderen das bei Khor Kalba am Indischen Ozean befindliche. Innerhalb beider Bereiche kann man wiederum zwischen einer „Sand-“ und einer „Schlickmangrove“ unterscheiden. Der ausgeprägteste Schlammangrovenbestand ist am Golf von Oman zu finden. Am Arabischen Golf überwiegen die Sandmangroven. Zur Zeit werden große Küstenabschnitte aufgeforstet. Die Mangroven wachsen vornehmlich an geschützten Orten, wie Lagunen, Flussmündungen im Gezeitenbereich (Khor Kalba) oder in seichten Buchten. Die überwiegende Anzahl der Standorte fällt bei Ebbe trocken. Es gibt aber auch Bestände (nahe Umm al Qaiwain, s. Abbildung 19), die ständig überflutet sind. Hier ragen die Bäume nur mit ihren Kronen aus dem hüfthohen Wasser.

Die Mangrove *Avicennia marina* ist eine für die UAE interessante Pflanzeart da Untersuchungen in den 80iger Jahren gezeigt haben, dass sie gegen Ölverunreinigungen gute Resistenzeigenschaft zeigt (WESTERN 1989). Insofern tragen Mangroven nicht nur zur Küstenbegrünung bei, sondern sie können auch Küstenschutzfunktion übernehmen. Daneben kann die Pflanze als Tierfutter (junge Triebe) Verwendung finden. Die Blüten bilden eine Grundlage zur Honigerzeugung. Das Holz kann ebenso genutzt werden. Somit sind die Bestände auch für eine wirtschaftliche Nutzung interessant (MENZEL & LIETH 1998).

Die untersuchten Uferbereiche bildeten häufig nur schmale bis 20 m tiefe Streifen, die eine lockere Vegetationsdecke aufwiesen. An der Küstenlinie wuchsen neben *Zygophyllum qatarense* hauptsächlich *Limoneuem axillare*, *Cornulaca monacantha*, *Halopeplis perfoliata*, *Athrocneum mucronatum* sowie *Salsola baryosma*.

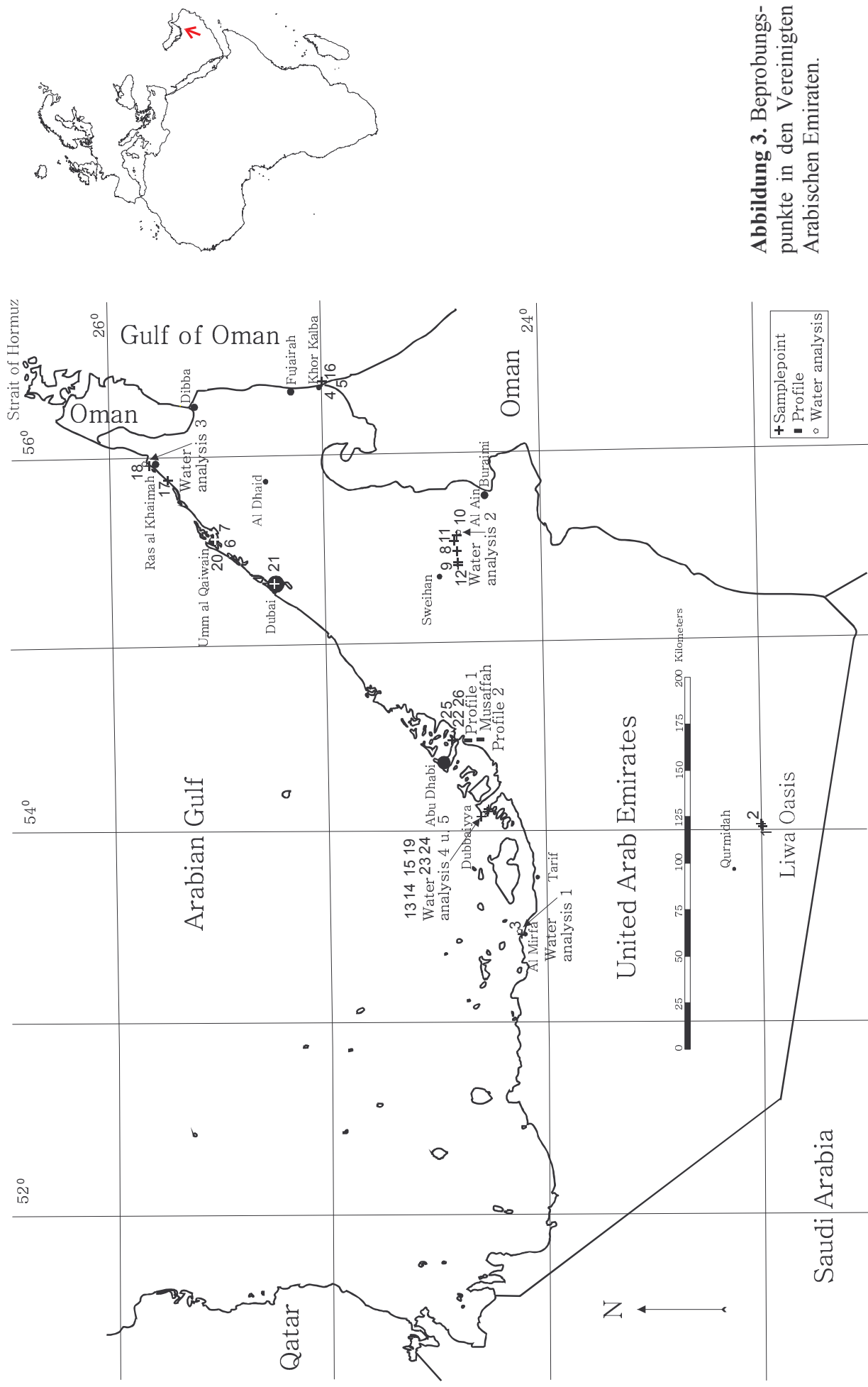


Abbildung 3. Beprobungspunkte in den Vereinigten Arabischen Emiraten.

3.1.1 Al Manadir – Liwa Oasis (Probenpunkte 1 und 2)

Das ausgewählte Untersuchungsgebiet Al Manadir bei Liwa Oasis liegt im Westen der Vereinigten Arabischen Emirate, am Rand der „Ar Rab al Khali“¹, einer in früheren Zeiten aufgrund von Trockenheit und Hitze gemiedener Region. Die direkte Entfernung zum Golf von Arabien beträgt etwa 130 km. Beprobte wurden zwei, von bis zu 40 m hohen Dünen umgebenen Täler, die durch eine schmale Passage verbunden waren (s. Abbildung 7). Während in einem Tal (Beprobungspunkt 1) *Seidlitzia rosmarinus* dominierte, wuchs im anderen Tal (Beprobungspunkt 2) fast ausschließlich *Zygophyllum hamiense*. Der Bestand von *Seidlitzia rosmarinus* war zwei Jahre nach der Beprobung fast vollständig erloschen. Ursache ist wahrscheinlich eine Grundwasserabsenkung als Folge der zur künstlicher Bewässerung benötigten Wassermengen für die um Liwa einsetzende Landwirtschaft.

3.1.1.1 *Zygophyllum hamiense* und *Seidlitzia rosmarinus*, Boden und Nebkhas in Liwa. Probenpunkte 1 und 2

Als Nebkhas werden kleine Dünen bezeichnet, die durch Sandakkumulation am Pflanzenkörper entstehen (NICKLING & WOLFE 1995).

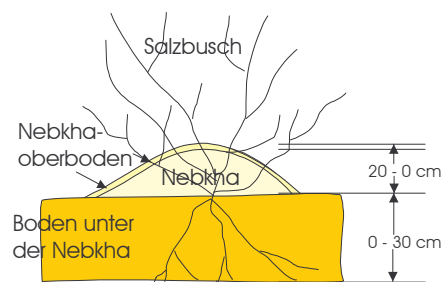


Abbildung 5. Aufbau einer Nebkha. Die 0 cm – Bezugslinie bildet die Oberfläche der obersten Bodenschicht über die sich die Nebkha erhebt. Sie wird in ihrer Gesamtheit von einer hier Nebkhaoberboden genannten Schicht bedeckt. Die Horizontangaben der Nebkhabodenschichten wurden zur Unterscheidung von Bodentiefenangaben in einer, zur üblichen Zählweise, gegensätzlicher Beschriftung vorgenommen und mit einem ^ versehen.

Beide Salzbusche bildeten im Untersuchungsgebiet Nebkhadünen aus (s. Abbildung 5). Es konnte gezeigt werden, dass die zwei Pflanzenarten den Salz- und Stickstoffgehalt der Nebkhas beeinflussen (s. Tabelle 4). Es ist wahrscheinlich, dass auch der pH-Wert und weitere Bodeneigenschaften ihrem Einfluss unterliegen.

Die Nebkhas unter den *Zygophyllum*-Pflanzen zeigen eine deutliche Oberflächenverkrustung. Ursache hierfür ist die hohe Salzkonzentration in den abgefallenen Blättern (teilweise >12% im Zellsaft² frisch abgefallener Blätter). Die Salzkonzentration im Zellsaft der abgeworfenen Blätter führt zu einem Verbacken des Bestandesabfalls mit dem Sand auf der Oberfläche der Nebkhas und damit nicht nur zu einer erhöhten Salzkonzentration, sondern auch zu einer Erhöhung des Stickstoffgehaltes im Oberboden. Tabelle 7 Nr. 42 zeigt ein Krustenstück.

Eine Krustenbildung ist auf den Nebkhas der *Seidlitzia*-Büsche nicht zu beobachten gewesen. Ihr Bestandesabfall enthält deutlich weniger Zellsaft in den Blättern und die Salzkonzentration ist geringer (etwa 4 % im Zellsaft²). Da die abgeworfenen Blätter leichter sind als die von *Zygophyllum hamiense* wird ihr Bestandesabfall wahrscheinlich häufiger verweht.

¹ Arabischer Ausdruck, übersetzt „Leeres Viertel“.

² Refraktometerwert, Vorort gemessen.



Abbildung 6.
Zygophyllum hamiense in Liwa Oasis. Im Vordergrund eine Nebkha, im Hintergrund ist der fast weiße vegetationslose Skelettboden zu sehen.

Wie aus Tabelle 4 zu entnehmen, sind die Salz- und Lf.-Werte¹ der *Seidlitzia*- und *Zygophyllum*-Nebkhas sehr unterschiedlich. Während für die der *Seidlitzia*-Pflanzen die Mittelwerte etwa denen des Bodens unter den Pflanzen entsprechen, überschreiten die Messwerte für *Zygophyllum* die des Bodens unter den Nebkhas.

In *Seidlitzia rosmarinus*-Nebkhas lag der Salzgehalt mit 0,7 % leicht über dem des unteren Bodenkörpers. Ähnlich verhielt es sich bei der Leitfähigkeit. *Zygophyllum hamiense*-Nebkhas dagegen erreichten einen Salzdurchschnittsgehalt von 2,5 %, der Unterboden 1,2 %. Die Leitfähigkeitsbestimmungen der Nebkhaproben ergaben einen höheren Durchschnitt als die, für die unteren Bodenproben. Nimmt man die 0 cm – 30 cm Schicht als Bezug, so hatten die *Zygophyllum*-Nebkhas eine 25 %ige höhere Leitfähigkeit, die Nebkhaoberböden eine mehr als 66 %ige. Die Salzkonzentrationen im Sandkörper der *Zygophyllum*-Nebkhas erreichten über das Doppelte, die der Nebkhabodenoberflächen über das Dreifache der umgebenden Boden-gehalte.

Eine ähnliche Versalzung des Bodens ist von Tamarisken in der Vollwüste bekannt. Tamariskenblätter scheiden durch das Grundwasser aufgenommene Salze aus. Unter den Pflanzen bilden sich sogenannte „Tamariskenhügel“ (SCHEFFER 1992).

In den Dünen sandproben der Umgebung, mit einer Leitfähigkeit von etwa 65 μ S, konnte kein Salz nachgewiesen werden.

Bei *Seidlitzia rosmarinus* betrug der Stickstoffgehalt der Nebkhas durchschnittlich 0,013 %. Im darunter liegenden Bodenkörper 0,007 %. *Zygophyllum hamiense*-Nebkhas hatten einen mittleren Stickstoffgehalt von 0,021 %. Im unteren Bodenkörper wurden ebenfalls 0,007 % gemessen. Diesen Wert erreichten auch die Bodenproben aus den vegetationslosen Flächen der näheren Umgebung. Im Dünen sand wurden maximal 0,002 % Stickstoff bestimmt.

¹ Lf. für Leitfähigkeit oder EC bzw. E.C. für electrical conductivity - allgemein gebräuchliche Abkürzungen.

Tabelle 4. pH-Wert, Leitfähigkeit, Salz, Sättigungsextraktwassermenge und Gesamtstickstoffgehalt der Böden von *Seidlitzia rosmarinus* und *Zygophyllum hamiense* Standorten in Liwa.

	pH-Wert ± Stabw. [KCl]	Leitfähigkeit 1 : 5 Boden : H ₂ O ± Stabw. [µ S]	Salz Sättigungsextrakt ± Stabw. [%]	Sättigungsextraktwassermenge Boden : H ₂ O ± Stabw. [%]	N-Wert ± Stabw. [%]	Mischproben [N]
<i>Seidlitzia rosmarinus</i>						
Nebkhaoberboden						
Min.:	8,79	634	0,6	21,4	0,007	2
Max.:	8,87	2412	0,9	23,3	0,013	
Mittelwert:	8,83	1523	0,8	22,3	0,010	
Nebkha (einschließlich Nebkhaoberboden)						
Min.:	8,70	634	0,5	21,4	0,007	4
Max.:	8,87	2412	0,9	24,0	0,017	
Mittelwert:	8,77 ± 0,07	2028 ± 438	0,7 ± 0,2	23,3 ± 0,8	0,013 ± 0,004	
Oberboden 0 – 10 cm unter der Nebkha						
Min.:	8,4	227	0,4	19,6	0,005	5
Max.:	8,9	2693	0,7	25,5	0,010	
Mittelwert:	8,53 ± 0,23	1194 ± 910	0,6 ± 0,1	21,9 ± 2,2	0,007 ± 0,002	
Boden 0 – 30 cm unter der Nebkha						
Min.:	7,92	227	0,4	19,3	0,004	
Max.:	8,93	2939	1,0	25,5	0,010	
Mittelwert:	8,20 ± 0,31	2006 ± 777	0,6 ± 0,0	21,6 ± 0,5	0,007 ± 0,001	13
<i>Zygophyllum hamiense</i>						
Nebkhaoberboden						
Min.:	8,40	3884	3,4	21,9	0,016	4
Max.:	8,63	4948	4,4	23,3	0,027	
Mittelwert:	8,50 ± 0,12	4537 ± 463	3,8 ± 0,5	22,8 ± 0,7	0,024 ± 0,006	
Nebkha ^20 – 0 cm (einschließlich Nebkhaoberboden)						
Min.:	8,20	2139	0,7	21,0	0,015	6
Max.:	8,63	4948	4,4	24,9	0,030	
Mittelwert:	8,44 ± 0,10	3396 ± 993	2,5 ± 1,3	23,0 ± 0,7	0,021 ± 0,003	
Oberboden 0 – 10 cm unter der Nebkha						
Min.:	8,08	712	0,7	20,0	0,006	12
Max.:	9,04	2973	1,4	26,4	0,020	
Mittelwert:	8,68 ± 0,34	2363 ± 947	1,0 ± 0,3	23,7 ± 2,6	0,012 ± 0,004	
Boden 0 – 30 cm unter der Nebkha						
Min.:	8,08	712	0,7	20,0	0,002	13
Max.:	9,15	4347	2,6	26,4	0,020	
Mittelwert:	8,68 ± 0,30	2731 ± 918	1,2 ± 0,7	22,1 ± 4,9	0,009 ± 0,005	



Abbildung 17.
Dubbaiyya, Punkt
13. *Zygophyllum*
qatarense und
Limonium axilla-
re im Uferbe-
reich.

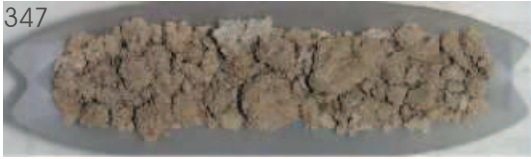


Tabelle 20. Dubbaiyya.

Probenpunkt:	13
Geographische Koordinaten:	E: 54.06; N: 24.19
Geographischer Name	Dubbaiyya, Farm ¹ .
Höhe:	< 1 m.
Physiogeographie:	Strand, Halbinsel, Küstensabkha.
Drainage:	gut
Vorherrschendes Material:	Sand, Muschelreste.
Vegetation:	Salzbüsche: <i>Anabasis setifera</i> Moq. (<i>Chenopodiaceae</i>), <i>Arthrocnemum macrostachyum</i> K. Koch (<i>Chenopodiaceae</i>), <i>Halopeplis perfoliata</i> Bunge, ex Schweinf. & Aschers. (<i>Chenopodiaceae</i>), <i>Salsola cyclophylla</i> Baker (<i>Chenopodiaceae</i>), <i>Suaeda vermiculata</i> Forsk. (<i>Chenopodiaceae</i>), <i>Limonium axillare</i> Kunze (<i>Plumbaginaceae</i>), <i>Zygophyllum qatarense</i> M. N. Hadidi (<i>Zygophyllaceae</i>) ² . Deckung 40 %.
Klima:	Heißes subtropisches Küstenwüstenklima.
Sonstiges:	-
Probenpunkt:	14 und Wasseranalyse 4 Golf von Arabien und 5 Bewässerungswasser.
Geographische Koordinaten:	E: 54.06; N: 24.19
Geographischer Name:	Dubbaiyya, Farm ¹ .
Höhe:	< 1 m.
Physiogeographie:	Lagune.
Drainage:	?
Vorherrschendes Material:	Sand, Schlick, Muschelreste.
Vegetation:	Mangrove <i>Avicennia marina</i> Vierh. (<i>Verbenaceae</i>) ² . Deckung 30 %, teilweise bis 50 %.
Klima:	Heiße subtropische Küste.
Sonstiges:	Bäume bis 6 m Höhe.

¹ Versuchsfarm für Halophyten, United Arab Emirates University

²Fett und kursivgedruckte Arten wurden an dem jeweiligen Ort beprobt.

Tabelle 21. Dubbailyya, Punkt 15 (*Arthrocnemum macrostachyum*).

Bodentiefe	pH-Wert ± Stabw.	Leitfähigkeit 1 : 5 Boden : H ₂ O ± Stabw.	Salz Sätti- gungs- extrakt ± Stabw.	Sättigungsextrakt- wassermenge Boden : H ₂ O ± Stabw.	Gesamtstick- stoff ± Stabw.	Abbildungen typischer Bodenproben aus den angegebenen Horizontschichten	Misch- proben
[cm]	[KCl]	[μ S]	[%]	[%]	[%]	[Maßstab 1 : 1]	[N]
Punkt 15						<i>Arthrocnemum macrostachyum</i>	
0 - 5	8,96 ± 0,19	34613 ± 1724	} 21,9	} 44,9	0,020 ± 0,005		3 (1)
5 - 10	8,31 ± 0,18	5027 ± 507				0,022 ± 0,012	
Min.:	8,13	4558			0,008		
Max.:	9,18	36025			0,030		
Mittelwert:	8,64	19820	21,9	44,9	0,021		
Punkt 15						Dubbailyya, Punkt 15 (vegetationsfrei).	
0-5	8,89	134182	n.b. ¹	n.b. ¹	0,005		1
5-10	9,55	10327	28,6	24,8	0,043		1
Min.:	8,89	10327			0,005		
Max.:	9,55	134182			0,043		
Mittelwert:	9,22	72254	28,6	24,8	0,024		

347



Hart verkrusteter Oberboden bis 5 cm mächtig und einem Durchmesser bis etwa 10 cm. Auf der Oberfläche befinden sich Salzkristalle.

(1 : 1)

¹nicht bestimmt

350



Hart verkrusteter, Oberboden einer vegetationsfreien Fläche, bis 5 cm mächtig und einem Durchmesser bis etwa 20 cm. Auf der Oberfläche ist eine ausgeprägte Salzablagerung erkennbar.

(1 : 1)

53



Abbildung 18. Dubbailyya, Punkt 15. Im Vordergrund *Arthrocnemum macrostachyum* als Strandvegetation. Dahinter eine vegetationslose stark versalzte Sabkhafläche.

Tabelle 22. Dubbailyya.

Probenpunkt:	15
Geographische Koordinaten:	E: 54.06 N: 24.19
Geographischer Name:	Dubbailyya, Farm.
Höhe:	< 1 m.
Physiogeographie:	Strand an einer Lagune.
Drainage:	Mäßig.
Vorherrschendes Material:	Sand, Muschelreste.
Vegetation:	Salzbusch <i>Arthrocnemum macrostachyum</i> K. Koch (<i>Chenopodiaceae</i>) ¹ Deckung 20 %.
Klima:	Heißes subtropisches Küstenwüstenklima.
Sonstiges:	Salzbüsche bis 2 m Höhe.






¹Fett- und kursivgedruckte Arten wurden an dem jeweiligen Ort beprobt.

Tabelle 23. Umm al Qaiwain, Punkt 7 (*Zygophyllum qatarense*, *Arthrocnemum macrostachyum*).

Umm al Qaiwain, Punkt 17 (*Zygophyllum qatarense*, *Arthrocnemum macrostachyum*, *Salicornia pulvinata*).

Umm al Qaiwain, Punkt 6 (*Avicennia marina*).

Ras al Khaimah, Punkt 18 (*Avicennia marina*, *Arthrocnemum macrostachyum*).

Bodentiefe	pH-Wert ± Stabw.	Leitfähigkeit 1 : 5 Boden : H ₂ O ± Stabw.	Salz Sätti- gungs- extrakt ± Stabw.	Sättigungsextrakt- wassermenge Boden : H ₂ O ± Stabw.	Gesamtstick- stoff ± Stabw.	Abbildungen typischer Bodenproben aus den angegebenen Horizontschichten	Misch- proben
[cm]	[KCl]	[μ S]	[%]	[%]	[%]	[Maßstab 1 : 1]	[N]
Punkt 7						<i>Zygophyllum qatarense</i>, <i>Arthrocnemum macrostachyum</i>	
0 - 5	9,71 ± 0,11	24355 ± 13673	17,4 ± 7,5	26,1 ± 3,4	0,032 ± 0,004		5
5 - 10	9,43 ± 0,16	8868 ± 6547	12,1 ± 11,0	29,9 ± 5,5	0,030 ± 0,009		5
10 - 20	9,52 ± 0,24	5310 ± 2405	4,1 ± 1,5	30,1 ± 5,5	0,026 ± 0,008		4
20 - 30	9,31	6730	8,2	29,4	0,020		1
Min.:	9,17	3567	3,2	22,2	0,015		
Max.:	9,80	46283	30,2	36,0	0,042		
Mittelwert:	9,49	11316	10,4	28,9	0,027		
Punkt 17						<i>Zygophyllum qatarense</i>, <i>Arthrocnemum macrostachyum</i>, <i>Salicornia pulvinata</i>	
0 - 5	9,45 ± 0,13	804 ± 150	1,2 ± 0,3	19,2 ± 0,4	0,011 ± 0,002		3

5 - 10	9,48 ± 0,10	644 ± 620	1,5 ± 1,0	19,1 ± 0,5	0,010 ± 0,001
10 - 20	9,32	1005	2,6	17,1	0,011
Min.:	9,28	235	0,3	17,1	0,010
Max.:	9,59	1775	2,6	19,7	0,013
Mittelwert:	9,42	818	1,8	18,5	0,011



3

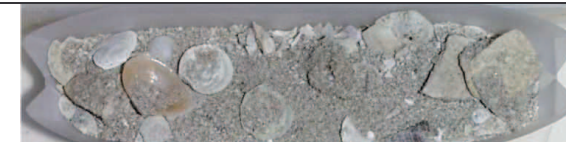


2

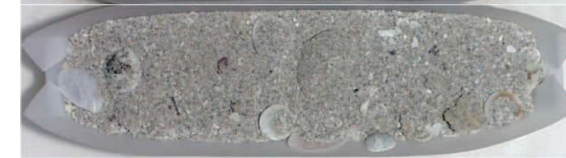
Punkt 6

Avicennia marina

0 - 5	9,60 ± 0,33	7967 ± 2587	6,4	25,6	0,053 ± 0,004
5 - 10	9,09 ± 0,08	10981 ± 10604			0,028 ± 0,003
Min.:	9,02	4442			0,024
Max.:	9,95	23216			0,056
Mittelwert:	9,34	9474	6,4	25,6	0,041



3 (1)



3 (1)

Punkt 18

Avicennia marina, Arthrocnemum macrostachyum

0 - 5	8,28	7002	5,4	25,1	0,041
5 - 10	8,24	6286	4,6	24,7	0,023
Min.:	8,24	5480	4,6	24,7	0,021
Max.:	8,29	8517	5,4	25,1	0,046
Mittelwert:	8,26	6644	5,0	24,9	0,032



2



2



Abbildung 19.
Umm al Qaiwain. Punkte 7,
17 und 6.







Tabelle 24. Umm al Qaiwain.

Probenpunkt:	7
Geographische Koordinaten:	E: 55.34.17; N: 25.30.50
Geographischer Name:	Umm al Qaiwain.
Höhe:	< 1 m.
Physiogeographie:	Ebene Küste, geringfügig ansteigend.
Drainage:	?
Vorherrschendes Material:	Sand, Muschelbruch, gedroschenes Algenmaterial.
Vegetation:	<i>Arthrocnemum macrostachyum</i> K. Koch (<i>Chenopodiaceae</i>) <i>Halopeplis perfoliata</i> Bunge, ex Schweinf. & Aschers. (<i>Chenopodiaceae</i>), <i>Zygophyllum qatarense</i> M. N. Hadidi (<i>Zygophyllaceae</i>) ¹ . Küstenvegetation vorwiegend Salzbüsche. Deckungsgrad unter 50 %.
Klima:	Heißes subtropisches Küstenwüstenklima.
Sonstiges:	Sonstige Arten etwas höher an der Küstenlinie: <i>Halopyrum mucronatum</i> Stapf. (Gramineae), <i>Heliotropium bacciferum</i> Forsk. (Boraginaceae), <i>Sporobolus spicatus</i> Kunth (Gramineae), <i>Zygophyllum hamiense</i> Schweinf. (<i>Zygophyllaceae</i>), <i>Arnebia hispidissima</i> DC. (Boraginaceae), <i>Cornulaca monacantha</i> Delile (<i>Chenopodiaceae</i>), <i>Herniaria hemistemon</i> J. Gay (<i>Illecebraceae</i>) <i>Lotus garcini</i> DC. (<i>Leguminosae</i>).

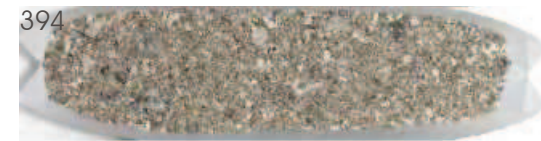
Probenpunkt:	17
Geographische Koordinaten:	E: 55.53; N: 25.44
Geographischer Name	Umm al Qaiwain.
Höhe:	< 1 m.
Physiogeographie:	Ebener Strand an einer Lagune.
Drainage:	?
Vorherrschendes Material:	Sand, Muschelreste.
Vegetation:	Salzbüsche: <i>Heliotropium bacciferum</i> Forsk. (<i>Boraginaceae</i>), <i>Arthrocnemum macrostachyum</i> K. Koch (<i>Chenopodiaceae</i>), <i>Salicornia pulvinata</i> R. Fries. (<i>Chenopodiaceae</i>), <i>Halopyrum mucronatum</i> Stapf. (<i>Gramineae</i>), <i>Zygophyllum qatarense</i> M. N. Hadidi (<i>Zygophyllaceae</i>) ¹ .
Klima:	Heißes subtropisches Küstenklima. (Golf von Oman, Ind. Ozean).
Sonstiges:	
Probenpunkt:	6
Geographische Koordinaten:	E: 55.34.17; N: 25.30.50
Geographischer Name	Umm al Qaiwain.
Höhe:	- 1 m.
Physiogeographie:	Seichtes Meerwasser, Lagune.
Drainage:	?
Vorherrschendes Material:	Sand, kaum Schlick.
Vegetation:	Mangrove <i>Avicennia marina</i> Vierh. (<i>Verbenaceae</i>) ¹ . Deckungsgrad < 1 %.
Klima:	Heißes subtropisches Küstenwüstenklima.
Sonstiges:	<i>Avicennia marina</i> bei Flut teilweise vollständig untergetauchte Pflanzen. Etwa 1 – 2 m hohe Bäume.
Probenpunkt:	18 und Wasseranalyse 3 (Golf von Arabien)
Geographische Koordinaten:	E: 55.59.76; N: 25.51.18
Geographischer Name:	Ras Al Khaimah.
Höhe:	< 1 m.
Physiogeographie:	Ebenes Feuchtgebiet völlig unter Meerwassereinfluss.
Drainage:	?
Vorherrschendes Material:	Sand, Muschelreste, Schlick.
Vegetation:	Mangrove und Salzbüsche: <i>Arthrocnemum macrostachyum</i> K. Koch (<i>Chenopodiaceae</i>), <i>Halocnemum strobilaceum</i> Bieb. (<i>Chenopodiaceae</i>), <i>Avicennia marina</i> Vierh. (<i>Verbenaceae</i>) ¹ .
Klima:	Heißes subtropisches Küstenwüstenklima.
Sonstiges:	Gebiet im Stadtbereich von Ras Al Khaimah.

¹Fett und kursivgedruckte Arten wurden an dem jeweiligen Ort beprobt.

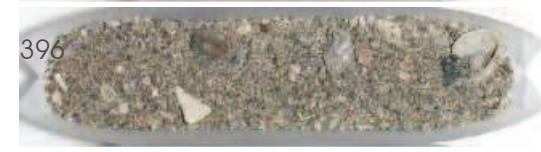
Tabelle 25. Khor Kalba, Punkt 5 (*Suaeda vermiculata*), Khor Kalba Punkt 16 (*Salsola schweinfurthii*).

Bodentiefe [cm]	pH-Wert ± Stabw. [KCl]	Leitfähigkeit 1 : 5 Boden : H ₂ O ± Stabw. [μ S]	Salz Sätti- gungs- extrakt ± Stabw. [%]	Sättigungsextrakt- wassermenge Boden : H ₂ O ± Stabw. [%]	Gesamtstick- stoff ± Stabw. [%]	Abbildungen typischer Bodenproben aus den angegebenen Horizontschichten [Maßstab 1 : 1]	Misch- proben [N]
Punkt 5						<i>Suaeda vermiculata</i>	
0 - 5	9,12 ± 0,57	15979 ± 15860	7,7 ± 4,5	19,3 ± 0,4	0,010 ± 0,002		3
5 - 10	9,03 ± 0,27	8110 ± 5740	7,7 ± 6,5	20,7 ± 3,5	0,020 ± 0,009		4
10 - 20	8,88	3191	3,7	23,0	0,029		2
Min.:	8,79	519	0,8	18,3	0,008		
Max.:	9,77	33934	13,6	25,2	0,041		
Mittelwert:	9,01	9093	6,4	21,0	0,020		
Punkt 16						<i>Salsola schweinfurthii</i>	
0 - 2	9,46	846	1,0	21,2	0,018		1
0 - 5	8,69	130	0,3	15,2	0,010		1
5 - 15	8,68	101	0,0	16,9	0,008		1

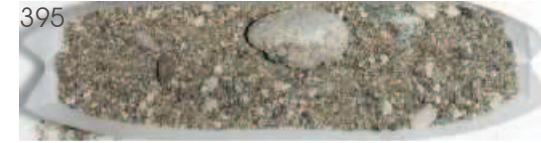
15 - 35	8,68	112	0,0	17,4	0,008
25 - 35	8,85	355	0,4	16,4	0,008
35 - 45	8,80	254	0,5	17,2	0,005
Min.:	8,68	101	0,0	15,2	0,005
Max.:	9,46	846	1,0	21,2	0,018
Mittelwert:	8,86	300	0,4	17,4	0,010



1



1



1




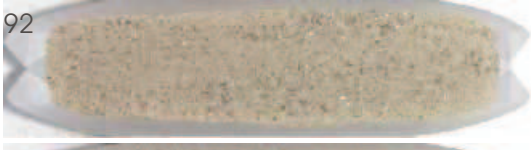



Abbildung 20. Khor Kalba, Ufer an einem Flussdelta (Punkt 16).




Tabelle 26. Khor Kalba.

Probenpunkt:	5
Geographische Koordinaten:	E: 56.22; N: 25.00
Geographischer Name:	Khor Kalba.
Höhe:	< 1,5 m.
Physiogeographie:	Strand, ansteigend.
Vorherrschendes Material:	Sand, mit Schnecken- und Muschelschalen.
Vegetation:	Salzbüsche <i>Haloxylon salicornicum</i> Bunge, ex Boiss. (<i>Chenopodiaceae</i>), <i>Halocnemum strobilaceum</i> Bieb. (<i>Chenopodiaceae</i>), <i>Suaeda vermiculata</i> Forsk. (<i>Chenopodiaceae</i>) ¹ , Cf. <i>Salsola schweinfurthii</i> Solms-Laub. (<i>Chenopodiaceae</i>), <i>Heliotropium kotschyi</i> Guerke (Boraginaceae).
Klima:	Heißes subtropisches Küstenklima (Golf von Oman, Ind. Ozean).
Sonstiges:	Vereinzelt <i>Aerva javanica</i> Juss. (<i>Amaranthaceae</i>), <i>Avicennia marina</i> Vierh. (<i>Verbenaceae</i>), <i>Cenchrus ciliaris</i> Linn. (<i>Gramineae</i>), <i>Cornulaca monacantha</i> Delile (<i>Chenopodiaceae</i>), <i>Cyperus conglomeratus</i> Rottb. (<i>Cyperaceae</i>), <i>Fagonia indica</i> Burm. f. (<i>Zygophyllaceae</i>), <i>Polycarpaea repens</i> (Forsk.) Aschers. & Schweinf. ex Aschers. (<i>Caryophyllaceae</i>). Gedroschenes Algenmaterial. Kleine Muscheln besiedeln den Boden im Flutsaum, Winkerkrabben.
Probenpunkt:	16
Geographische Koordinaten:	E: 56.22; N: 25.00
Geographischer Name:	Khor Kalba.
Höhe:	< 1 m
Physiogeographie:	Ufer an einem Flussdelta.
Vorherrschendes Material:	Sand, Muschelreste.
Vegetation:	Halophytische Strandvegetation: <i>Polycarpaea repens</i> (Forssk.) Asch. & Schweif. (<i>Caryophyllaceae</i>), <i>Sphaerocoma aucheri</i> Boiss. (<i>Caryophyllaceae</i>), <i>Salsola schweinfurthii</i> Solms-Laub. (<i>Chenopodiaceae</i>), <i>Cyperus conglomeratus</i> Rottb. (<i>Cyperaceae</i>) ¹ , <i>Heliotropium bacciferum</i> Forsk. (Boraginaceae).
Klima:	Heißes subtropisches Küstenklima (Golf von Oman, Ind. Ozean).
Sonstiges:	Pflanzen im Sommer meist nur unter Salzwassereinfluss.

¹ Fett und kursivgedruckte Arten wurden an dem jeweiligen Ort beprobt.

Tabelle 27. Khor Kalba, Punkt 4 (*Avicennia marina*).

Bodentiefe ^ Aufschüt- tungshöhe	pH-Wert ± Stabw.	Leitfähigkeit 1 : 5 Boden : H ₂ O ± Stabw.	Salz Sätti- gungs- extrakt ± Stabw.	Sättigungsextrakt- wassermenge Boden : H ₂ O ± Stabw.	Gesamtstick- stoff ± Stabw.	Abbildungen typischer Bodenproben aus den angegebenen Horizontschichten	Misch- proben
[cm]	[KCl]	[μ S]	[%]	[%]	[%]	[Maßstab 1 : 1]	[N]
Punkt 4 a						<i>Avicennia marina</i>	
0 - 5	8,47 ± 0,16	6415 ± 1607	3,2 ± 0,6	30,2 ± 3,8	0,039 ± 0,004	91 	4
5 - 10	8,28 ± 0,05	6053 ± 1679	3,3 ± 0,7	32,7 ± 2,6	0,033 ± 0,004	92 	4
10 - 20	8,25 ± 0,04	6292 ± 1259	4,1 ± 0,6	34,2 ± 4,4	0,031 ± 0,005	93 	3
20 - 30	8,20	6155	4,3	34,4	0,029	94 	2
Min.:	8,20	4302	2,4	25,6	0,024		
Max.:	8,59	8494	4,5	37,7	0,043		
Mittelwert:	8,30	6229	3,7	32,9	0,033		
Punkt 4 b						<i>Avicennia marina</i>	
^ 10-5	8,45 ± 0,08	4279 ± 594	4,4	34,4	0,043 ± 0,006	114 	3 (2)

^ 5-0	8,34 ± 0,21	3756 ± 1221	3,0 ± 1,0	36,2 ± 3,0	0,033 ± 0,006		3
0-5	8,14 ± 0,04	5697 ± 1375	4,1 ± 0,6	37,1 ± 2,9	0,063 ± 0,014		4
5-10	8,01 ± 0,03	4945 ± 238	4,5 ± 0,3	34,9 ± 1,6	0,056 ± 0,006		3
Min.:	7,97	2479	2,0	32,7	0,026		
Max.:	8,58	7384	4,8	41,3	0,079		
Mittelwert:	8,24	4669	4,0	35,6	0,049		

Punkt 4 c

Avicennia marina



0-5	7,58 ± 0,13	16517 ± 626	5,0	79,8	0,304 ± 0,053		3 (2)
5-10	7,48 ± 0,02	13428 ± 1864	4,4 ± 2,1	75,8 ± 5,2	0,213 ± 0,027		3
Min.:	7,46	11926	2,0	69,9	0,193		
Max.:	7,72	17181	5,6	87,1	0,335		
Mittelwert:	7,53	14972	4,7	77,8	0,258		



Abbildung 21. Khor Kalba.





Tabelle 28. Khor Kalba.

Probenpunkt:	4 (a-c)
Geographische Koordinaten:	E: 56.22; N: 25.00
Geographischer Name:	Khor Kalba.
Höhe:	0 m.
Physiogeographie:	Küstenwatt.
Drainage:	?
Vorherrschendes Material:	Feiner Schlick mit hohem Anteil organischer Materialien.
Vegetation:	Mangrove <i>Avicennia marina</i> Vierh. (Verbenaceae) ¹ , geschlossene Bestände; teilweise aber auch vereinzelt. Probenstellen unter ausschließlichem Salzwassereinfluss. Bestandeshöhe bis 6 m bei 100% Deckung; sonst bis 2 - 4 m erreichend. An den Rändern wenige <i>Salsola baryosma</i> (Schult.) Dandy – Büsche (Chenopodiaceae) bis 50 cm Höhe.
Klima:	Heißes subtropisches Küstenklima (Golf von Oman, Ind. Ozean).
Sonstiges:	Höhere Mangrovenbestände unter Brackwassereinfluss (Flussdelta). Starke Bodendurchwurzelung. Teilweise Ablagerungen gröberer Materials, nicht von Mangroven durchwurzelt. Hohe Besiedlungsdichte an Schnecken, Winkerkrabben, Vögeln und Jungfischen. Wenige fädige Grünalgen. Wattbereich bei Flut etwa 1m überschwemmt. Kamele weiden in den Mangroven junge Triebe und Blätter ab.

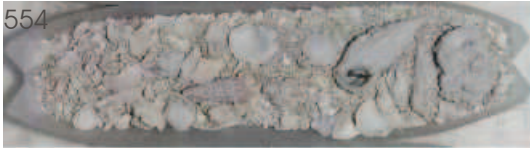


¹Fett und kursivgedruckte Arten wurden an dem jeweiligen Ort beprobt.

Tabelle 29. Dubbairya, Punkt 23 (*Avicennia marina*, *Arthrocnemum macrostachyum*).

Dubbairya - Lagune, Punkt 24 (*Avicennia marina*, *Arthrocnemum macrostachyum*).

Bodentiefe	pH-Wert ± Stabw.	Leitfähigkeit 1 : 5 Boden : H ₂ O ± Stabw.	Salz Sätti- gungsextrakt ± Stabw.	Sättigungsextrakt- wassermenge Boden : H ₂ O ± Stabw.	N-Wert ± Stabw.	Abbildungen typischer Bodenproben aus den angegebenen Horizontschichten	Misch- proben
[cm]	[KCl]	[µ S]	[%]	[%]	[%]	[Maßstab 1 : 1]	[N]
Punkt 23						<i>Avicennia marina</i>	
0 - 10	8,85	11658	6,5	41,8	0,096		2
10 - 15	8,86	10612	8,1	41,2	0,064		2
Min.:	8,81	9597	5,5	39,5	0,044		
Max.:	8,91	12143	8,7	42,9	0,096		
Mittelwert:	8,86	11135	7,3	41,5	0,080		
Punkt 23						<i>Arthrocnemum macrostachyum</i>	
0 - 5	8,87	7722	9,7	24,1	0,041		1
5 - 20	8,76	7948	5,4	23,4	0,027		1
Min.:	8,76	7722	5,4	23,4	0,027		
Max.:	8,87	7948	9,7	24,1	0,041		
Mittelwert:	8,82	7835	7,6	23,8	0,034		

Punkt 24*Avicennia marina*

0 - 10	8,85	5403	3,4	23,5	0,033		2
10 - 20	8,76	7021	2,7	24,9	0,034		2
20 - 30	8,66	5334	3,6	23,8	0,021		2
Min.:	8,65	4480	2,3	22,4	0,015		
Max.:	8,85	7188	3,9	25,4	0,047		
Mittelwert:	8,76	5919	3,2	24,1	0,029		

Punkt 24*Arthrocnemum macrostachyum*



0 - 10	8,92	4239	3,4	24,6	0,013		2
10 - 20	8,84	5072	4,5	28,3	0,024		2
Min.:	8,80	3940	3,2	24,1	0,013		
Max.:	8,94	5143	4,6	29,1	0,026		
Mittelwert:	8,88	4656	4,0	26,4	0,018		



Abbildung 22. Dubaiyya. Küstenstreifen vor und im Uferbereich einer Lagune, mit *Avicennia marina* im Hintergrund und *Arthrocnemum macrostachyum* im Vordergrund und im Wasser (Punkt 23).






Tabelle 30. Dubaiyya.

Probenpunkt:	23
Geographische Koordinaten:	E: 54.06; N: 24.19
Geographischer Name:	Dubaiyya.
Höhe:	< 0 m.
Physiogeographie:	Küstenstreifen vor und im Uferbereich einer Lagune.
Drainage:	?
Vorherrschendes Material:	Sand, Muschelreste, Schlick.
Vegetation:	<i>Avicennia marina</i> Vierh. (<i>Verbenaceae</i>), <i>Arthrocnemum macrostachyum</i> K. Koch (<i>Chenopodiaceae</i>) ¹ ,
Klima:	Heiße subtropische Küstensabkha.
Sonstiges:	Halbinsel.
Probenpunkt:	24
Geographische Koordinaten:	E: 54.06; N: 24.20
Geographischer Name:	Dubaiyya.
Höhe:	< 1,5 m.
Physiogeographie:	Küstenstreifen vor und im Uferbereich.
Drainage:	Kaum.
Vorherrschendes Material:	Sand, Schnecken- und Muschelreste, Schlick.
Vegetation:	Mangrove und Salzbusch: <i>Avicennia marina</i> Vierh. (<i>Verbenaceae</i>), <i>Arthrocnemum macrostachyum</i> K. Koch (<i>Chenopodiaceae</i>) ¹ ,
Klima:	Heißes subtropisches Küstenwüstenklima.
Sonstiges:	Halbinsel.

¹Fett und kursivgedruckte Arten wurden an dem jeweiligen Ort beprobt.

Tabelle 31. Abu Dhabi, Umm Al Narr - Al Maqta Bridge, Punkt 25, (*Avicennia marina*).

Abu Dhabi, Umm Al Narr - Khor al Maqta, Punkt 26 (*Avicennia marina*).

Bodentiefe	pH-Wert ± Stabw.	Leitfähigkeit 1 : 5 Boden : H ₂ O ± Stabw.	Salz Sätti- gungsex- trakt ± Stabw.	Sättigungsextrakt- wassermenge Boden : H ₂ O ± Stabw.	Gesamtstick- stoff ± Stabw.	Abbildungen typischer Bodenproben aus den angegebenen Horizontschichten	Misch- proben
[cm]	[KCl]	[μ S]	[%]	[%]	[%]	[Maßstab 1 : 1]	[N]
Punkt 25						<i>Avicennia marina</i>	
0 - 10	8,99 ± 0,06	4846 ± 1148	3,7 ± 0,9	39,3 ± 1,5	0,037 ± 0,010		
10 - 30	8,90	7006	2,1	38,2	0,038		2
30 - 40	8,83	8746	5,0	43,3	0,035		1
40 - 50	8,63	12576	5,5	39,3	0,095		1
Min.:	8,63	3736	2,0	36,5	0,024		
Max.:	9,05	12576	5,5	43,3	0,095		
Mittelwert:	8,84	8294	4,1	40,0	0,051		
Punkt 26						<i>Avicennia marina</i>	
0 - 10	9,02 ± 0,03	5830 ± 1542	5,0 ± 0,4	30,8 ± 4,0	0,042 ± 0,041		3

10 - 20	9,04 ± 0,01	3886 ± 220	4,4 ± 0,6	23,1 ± 0,2	0,014 ± 0,007
20 - 30	9,03	3953	4,6	23,4	0,018
30 - 40	8,91	4399	4,5	27,1	0,015
Min.:	8,84	3653	3,8	22,5	0,008
Max.:	9,05	7601	5,4	35,5	0,089
Mittelwert:	9,00	4517	4,6	26,1	0,022



3
2
2

Tabelle 32. Abu Dhabi – Stadt.

Probenpunkt:	25
Geographische Koordinaten:	E: 54.28; N: 24.26
Geographischer Name:	Abu Dhabi Stadt, Khor Al Maqta, Al Maqta Bridge.
Höhe:	< 0,5 m.
Physiogeographie:	Uferbereich, Kanal.
Drainage:	?
Vorherrschendes Material:	Grober Sand, an der Oberfläche Gruß, in tieferen Schichten feineres Material.
Vegetation:	Mangrove: <i>Avicennia marina</i> Vierh. (Verbenaceae) ¹ .
Klima:	Heißes subtropisches Küstenwüstenklima.
Sonstiges:	Halbinsel, Stadtbereich.

Probenpunkt:	26
Geographische Koordinaten:	E: 54.28, N: 24.26
Geographischer Name:	Abu Dhabi Stadt – Umm al Narr, Khor Al Maqta.
Höhe:	0 m.
Physiogeographie:	Uferbereich, Lagune.
Drainage:	
Vorherrschendes Material:	Sand, Muschelreste, Schlick.
Vegetation:	Mangrove: <i>Avicennia marina</i> Vierh. (Verbenaceae) ¹ .
Klima:	Heißes subtropisches Küstenwüstenklima.
Sonstiges:	Halbinsel, Stadtbereich.

¹Fett und kursivgedruckte Arten wurden an dem jeweiligen Ort beprobt.