

Die artesischen Quellen von Dilmun

Auf der Insel Bahrain im Persischen Golf sprudelten bis vor Kurzem Quellen, die dort vor vier Jahrtausenden eine Hochkultur erblühen ließen und bereits im Gilgamesch-Epos erwähnt sind. Ihre rätselhafte Herkunft konnte nun geklärt werden. Doch heute sind sie durch Übernutzung versiegt.

Hören Sie dazu auch unseren Podcast **Spektrum Talk** unter www.spektrum.de/talk

Ein Relief aus Uruk zeigt Gilgamesch, den Helden des gleichnamigen Epos, und den sumerischen Gott Enki, wie er aus dem Apsu (einem unterirdischen Süßwassersee) das Wasser auf die Erde bringt.



Von **Randolf Rausch, Heiko Dirks und Katlen Trautmann**

Brütende Hitze lastet über Bahrain, der mit fünfzig Kilometer Länge und zwanzig Kilometer Breite größten unter den sechs Inseln im Persischen Golf. Während Said einen Schluck Tee trinkt, blickt er auf sein kleines Stück Land, auf dem ein paar vertrocknete Dattelpalmen stehen. Seine Gedanken schweifen zurück in die Zeit seiner Kindheit. Damals besaß seine Familie eine große Dattelplantage. In der Nähe trat Wasser aus einer Quelle. Said und den Jungen aus der Nachbarschaft machte es großen Spaß, in dem kühlen Nass zu planschen. Heute sprudelt kein Wasser mehr. Das Öl sei schuld, sagen die Leute. Said schert sich nicht darum. So gern er an die alten Zeiten zurückdenkt, ist er doch froh, nicht mehr die schwere Arbeit auf der Dattelplantage verrichten zu müssen. Seine Söhne haben gut bezahlte Jobs bei großen Firmen in Manama, der Hauptstadt der Insel, und versorgen ihn mit allem, was er benötigt.

Die Quellen, die heute versiegt sind, waren nicht nur in Suids Jugend das kostbarste Gut der Inselbewohner. Schon vor rund 4000 Jahren bildeten sie die Grundlage einer Hochkultur. Benannt ist sie nach dem mythologischen Ort Dilmun, der in sumerischen Keilschrifttexten erwähnt wird. Bis heute weiß man wenig über diese frühe Zivilisation, doch Altertumsforscher zählen sie zu den großen Seefahrerkulturen der antiken Welt.

Verantwortlich für ihren Aufstieg war neben den Wasservorkommen wohl die strategische Lage von Dilmun. Alle Schiffe auf dem

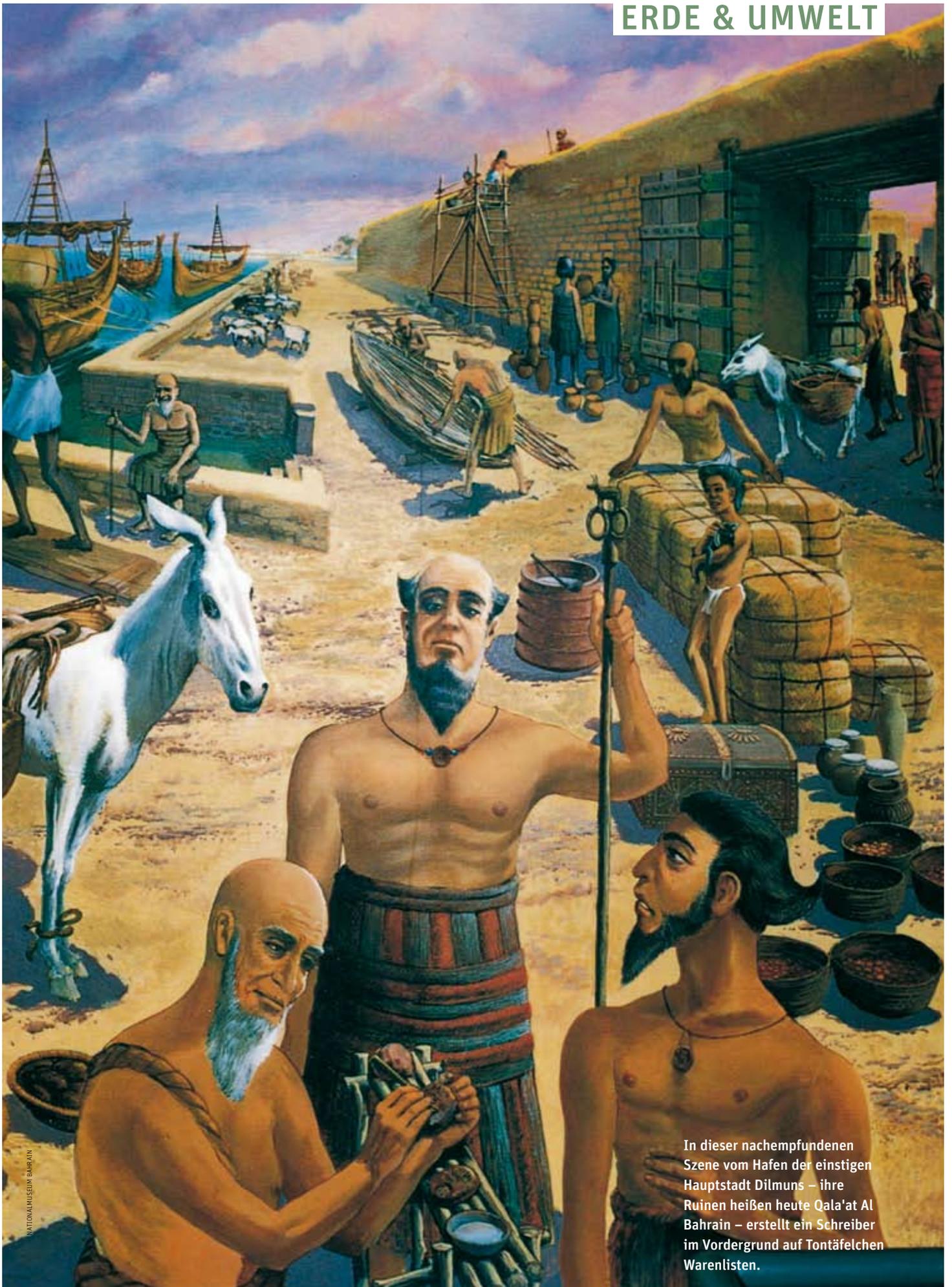
Weg zwischen Mesopotamien, Arabien (Magan), Afrika und Indien (Meluha) machten hier Station. Die Insel war Versorgungshafen für Trinkwasser, aber auch Umschlagplatz für Handelsgüter, was einen nie versiegenden Warenstrom garantierte. Rund um blühende Dattelpalmenoasen gediehen Gemüse und Getreide. Im Meer gab es Fisch im Überfluss. Den Wohlstand Dilmuns belegen archäologische Funde, wonach die Menschen in Häusern mit Steinfußböden wohnten.

Ein paradiesischer Ort

Die Insel ist auch in einer der ältesten literarischen Dichtungen erwähnt: dem Gilgamesch-Epos. Dort erscheint sie als »paradiesischer Ort«, der ewiges Leben verheißt. Dass aber auch hier gestorben wurde, beweisen die rund 170 000 Gräber auf der Insel. Sie bilden den größten prähistorischen Friedhof der Welt. Aus seinen Ausmaßen schließen Archäologen, dass auf Bahrain zur Blütezeit der Dilmun-Kultur bis zu 46 000 Menschen lebten – eine für damalige Verhältnisse drangvolle Enge.

Möglich wurde diese hohe Bevölkerungsdichte durch den Überfluss an Süßwasser. Es schuf die Voraussetzung, um in einer eigentlich wüstenartigen Region mit nur rund hundert Millimeter Niederschlag im Jahr und einer extrem hohen Verdunstungsrate – bei einer Jahresmitteltemperatur von 26 Grad Celsius – intensive Landwirtschaft betreiben zu können. Außerdem boten die Quellen von Dilmun für die Schiffe im Persischen Golf die einzige strategisch sichere und leicht zugängliche Möglichkeit zur Versorgung mit Süßwasser.

Über die Herkunft der Quellen wurde seit frühester Zeit spekuliert. In der sumerisch-ba-

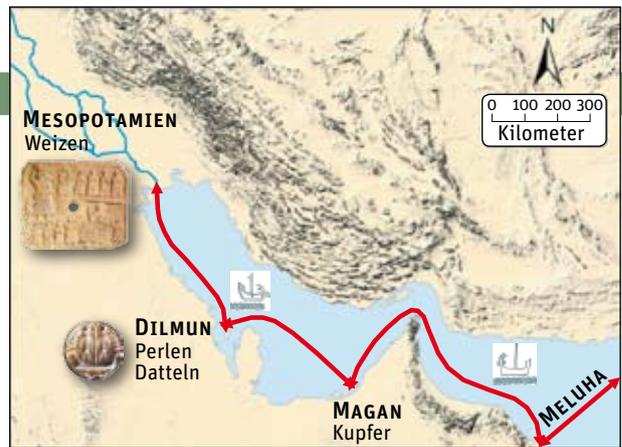


In dieser nachempfundenen Szene vom Hafen der einstigen Hauptstadt Dilmuns – ihre Ruinen heißen heute Qala'at Al Bahrain – erstellt ein Schreiber im Vordergrund auf Tontäfelchen Warenlisten.

HANDELS- UND VERSORGENSZENTRUM

In der Mitte des Persischen Golfs gelegen, war die Insel Bahrain einst eine strategisch günstige Zwischenstation für den Seehandel zwischen Mesopotamien, Afrika, Indien (Meluha) und Arabien (Magan). Das galt umso mehr, als sie mit ihren artesischen Quellen über die einzigen Trinkwasservorräte weit und breit verfügte. Als wichtigstes Gut wurde Kupfer aus dem Oman nach Mesopotamien transportiert.

Die Insel selbst war für die Qualität ihrer Perlen bekannt. Nach Aussage der Perlenfischer fanden sich die schönsten und wertvollsten Exemplare im Austrittsbereich der untermeerischen Quellen. In der Mischungszone von Süß- und Salzwasser herrschten demnach die besten Bedingungen für das Perlenwachstum. Die Perlentaucher nutzten die untermeerischen Quellen auf ihren mehrmonatigen Fahrten auch zur Trinkwasserversorgung und füllten das Wasser in Ziegenschläuche. Andere Exportgüter Dilmuns waren Datteln und andere landwirtschaftliche Erzeugnisse.



ANBLICK VON DILMUN (DOPPELSEITE); RANDOLF BRAUSCH UND HEIKO DIRKS

Auf dieser Karte der Handelsroute zwischen den wichtigsten Kulturen am Persischen Golf zur Zeit von Dilmun sind die jeweiligen Hauptausfuhrprodukte verzeichnet. Die ersten Schiffe waren nach Hinweisen auf Siegeln wahrscheinlich aus Schilf gebaut. Trotzdem hatten sie eine Ladekapazität von bis zu 20 Tonnen. 1977 bewies Thor Heyerdahl mit der Tigris-Expedition, dass sich der Persische Golf mit solchen Schiffen befahren ließ.



Bahrain liegt nur wenige Kilometer vom arabischen Festland entfernt im Persischen Golf. Die nun versiegten Quellen konzentrierten sich auf den Norden der Insel. Dort liegen auch die bedeutendsten archäologischen Relikte der Dilmun-Kultur.

bylonischen Mythologie ruht die Erde mit ihren Meeren auf einem unterirdischen Süßwassersee, dem »Apsu«. Dieser sollte sämtliche Quellen und Flüsse an der Oberfläche speisen. Bewacht wurde er von Enki, dem sumerischen Gott der »Weisheit und des Süßwassermeeres unter der Erde«. Nach dem Gilgamesch-Epos war er es auch, der die oberirdischen Quellen nach Dilmun brachte. Noch heute ist die alte Vorstellung von den übereinander liegenden Ozeanen im Wort »Bahrain« lebendig; Die wörtliche Übersetzung aus dem Arabischen bedeutet »zwei Meere«.

Aus moderner Sicht erscheint die sumerische Erklärung gar nicht so falsch. Das Wasser von Dilmun stammte tatsächlich aus einem unterirdischen Reservoir. Nur handelte es sich dabei nicht um einen weltumspannenden Ozean. Vielmehr war es ein zwar riesiger, aber auf die Arabische Halbinsel begrenzter Grundwasserleiter (Aquifer), der sich während der letzten Eiszeit gefüllt hatte. Sein Inhalt trat auf Bahrain in Form artesischer Quellen zu Tage. Das ergaben umfangreiche hydrogeologische Untersuchungen der Deutschen Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) im Auftrag der saudischen Regierung. Sie stützen sich auf Untersuchungen des Königreichs, die seit den 1980er Jahren durchgeführt wurden.

Insgesamt haben wir mit unseren Kollegen mehrere tausend Brunnen erfasst und unter anderem deren Wasserspiegel gemessen. Chemische Analysen der Brunnenwässer lieferten Informationen zur Qualität und Mineralisierung des Grundwassers. Aus Pumpversuchen, bei denen die Absenkung des Wasserspiegels nach dem Einschalten einer Pumpe beobachtet

wird, ermittelten wir hydrogeologische Kennzahlen wie die Durchlässigkeit und das Speichervermögen des Aquifers. Die geologischen Daten der Brunnenbohrungen gaben auch Hinweise zu Aufbau und Ausdehnung der Gesteinsschichten. Mit dem Computer erstellten wir schließlich ein Grundwassermodell, das alle Informationen zusammenfasst und so Aussagen, zum Beispiel über den Wasserspiegel oder die Fließrichtung, auch für Gegenden ermöglicht, in denen es keine Brunnen gibt.

Grüngürtel in der Wüste

Noch 1973 äußerte der ein Jahr später verstorbene Geologe Hans Georg Wunderlich von der Universität Stuttgart die Vermutung, das Grundwasser in Bahrain komme von Osten: Es stamme aus dem Zagrosgebirge im Iran, wo auch heute noch reichlich Niederschlag fällt. Wunderlich nahm an, dass Regenwasser dort versickert, den Persischen Golf

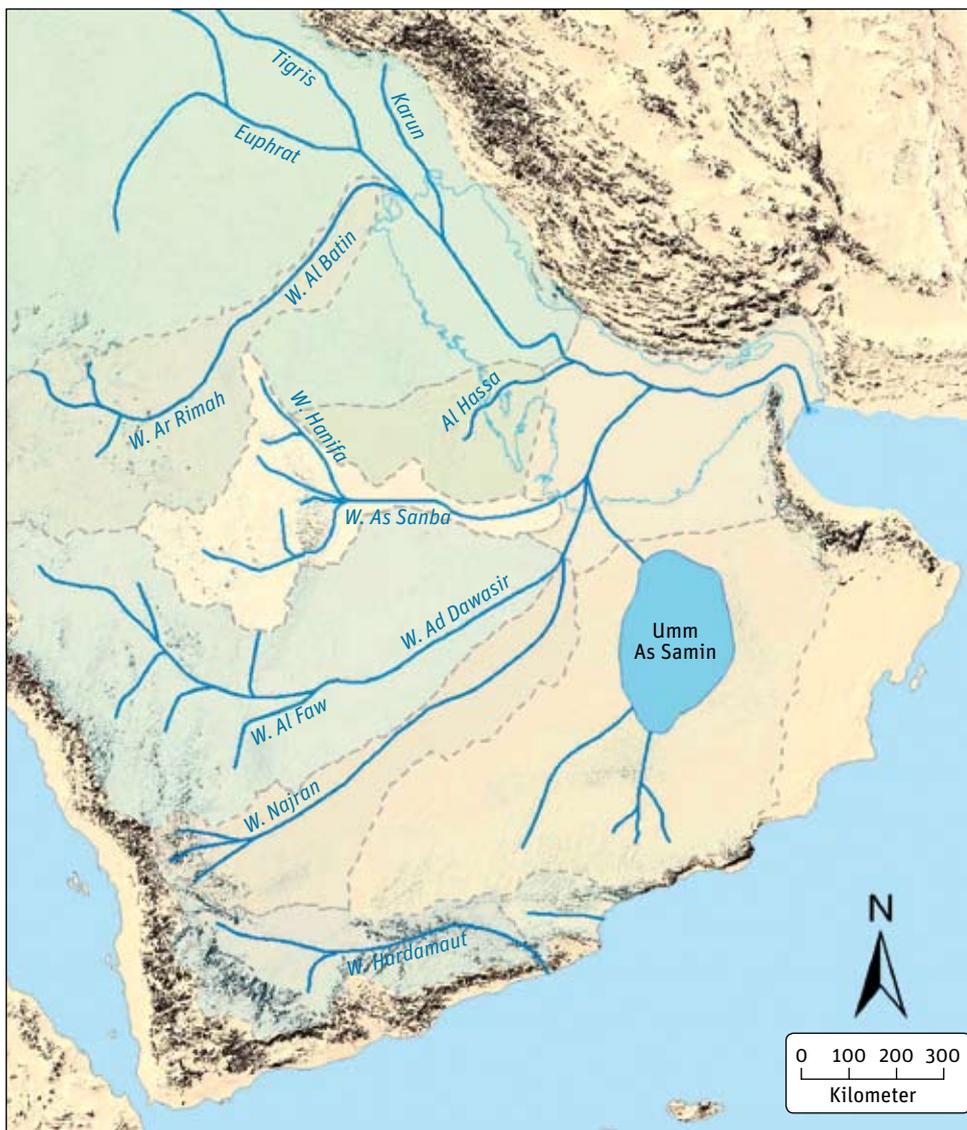
unterströmt und an kissen- und linienförmigen Salzdomen auf der anderen Seite wieder aufsteigt. Durch die neuen Untersuchungen ist diese These jedoch widerlegt.

Auf Bahrain waren bis zur Mitte des vergangenen Jahrhunderts mindestens 36 größere Quellen bekannt. Davon traten 15 an Land und 21 auf dem Meeresboden nahe der Küste aus. Sie schufen im Norden der Insel einen etwa drei Kilometer breiten Grüngürtel. In ihm lagen der Hafen und die größten Ansiedlungen, deren Überreste heute noch zu bewundern sind. Die Quellen an Land lieferten etwa 2,2 und die im Meer 0,6 Kubikmeter Wasser pro Sekunde. Letztere befanden sich ursprünglich ebenfalls auf dem Trockenen und sind durch den Anstieg des Meeresspiegels versunken.

Auch auf der Arabischen Halbinsel existieren solche artesischen Brunnen. Zwei besonders ergiebige Quellgebiete sind die Oasen Al

In Kürze

- ▶ Schon in sumerischer Zeit entwickelte sich auf der Insel Bahrain, die damals Dilmun hieß, eine **Hochkultur**, in der die Menschen in Häusern mit Steinfußböden wohnten.
- ▶ Reiche Süßwasservorkommen und die günstige Lage inmitten des Persischen Golfs machten die Insel zur **Versorgungsstation** für die Schifffahrt und zum Umschlagplatz für Handelsgüter.
- ▶ Bis in die 1970er Jahre war jedoch unbekannt, woher das **Süßwasser** stammte. Untersuchungen seither ergaben, dass es **fossilen Ursprungs** ist: Es sammelte sich während der Eiszeit in Grundwasserleitern unter der Arabischen Halbinsel.



Im Pliozän (vor 5,3 bis 1,8 Millionen Jahren) und zeitweise während der Eiszeit war das Klima wesentlich feuchter als heute. Damals entwässerten Flüsse die Arabische Halbinsel, und es gab einen großen Binnensee, wo sich heute die Sabkha (ein flaches, gelegentlich überschwemmtes Becken) Umm As Samin befindet.

BEIDE FOTOS: RANDOLF RAUSCH UND HEIKO DIRKS



Im Bereich des As Summan-Plateaus in Saudi-Arabien streicht der Umm-Er-Radhuma-Aquifer (siehe Kasten rechts) aus. Hier sind typische Verkarstungsformen wie Höhlen und Dolinen zu erkennen.

Hassa und Al Qatif. Erstere liefert allein rund zehn Kubikmeter Wasser pro Sekunde. Allerdings liegt sie rund fünfzig Kilometer im Landesinneren und damit weitab vom Seeweg. Die Oase Al Qatif befindet sich dagegen an der Küste. Trotz ihrer Schüttung von rund zwei Kubikmetern pro Sekunde besaß sie aber nur geringe Bedeutung für die Versorgung von Handelsschiffen, weil sie keinen Schutz vor Überfällen aus dem Hinterland bot. Außerdem war das Wasser dort so mineralreich, dass es sich zwar zur Landwirtschaft, aber kaum als Trinkwasser eignete.

Allein die beiden großen Oasen auf dem Festland machen bereits deutlich, dass das Grundwassersystem nicht auf Bahrain beschränkt ist. Laut den aktuellen Untersuchungen erstreckt es sich über den gesamten Ostteil der Arabischen Halbinsel – vom Irak über Kuwait, Saudi-Arabien, Bahrain, Qatar und

die Emirate bis nach Oman und in den Jemen. Es besteht aus vier mächtigen Grundwasserleitern, die stockwerkartig übereinander liegen und teilweise miteinander verbunden sind. Mit einer Gesamtfläche von rund 850 000 Quadratkilometern hat es die zweieinhalbfache Ausdehnung Deutschlands. Tatsächlich ist es eines der größten zusammenhängenden Karstaquifersysteme der Welt.

Die Grundwasserleiter heißen von unten nach oben Aruma-, Umm-Er-Radhuma-, Dammam- und Neogen-Aquifer. Sie sind intensiv verkarstet und zeigen die dafür typischen Strukturen wie Karstwannen und -spalten, Dolinen (trichterförmige Senken), Höhlen und ein durch Kalklösung erweitertes Kluftsystem.

Die vier Gesteinsschichten bestehen überwiegend aus Karbonaten (Kalksteinen sowie teilweise Dolomit), Sulfaten (Anhydrit und Gips) und – untergeordnet – Tonsteinen. Ihre



Der Barbar-Tempel ist die spektakulärste archäologische Ausgrabung aus der Dilmun-Kultur. Das Bild zeigt die Überreste des Tempels und die heilige Quelle. Der aus Bronze bestehende Stierkopf wurde bei den Ausgrabungen im Tempel gefunden.

QUELLEN ALS KULTSTÄTTEN

Die Quellen von Dilmun waren einst heilig. An ihnen entstanden deshalb Kultstätten. Im Barbar-Tempel, dem bislang spektakulärsten Fund aus der Dilmun-Kultur, ist eine Steinkammer über einer Quelle errichtet. Eine Zeremonientreppe führt hinab zu dem Brunnen. Von dort gehen unterirdische Kanäle (»Qanate« oder »Faladsche« genannt) aus, die das Wasser auf die Felder leiteten.

Vermutlich organisierte die Priesterschaft die Verteilung. Das System muss jedenfalls sehr effektiv gewesen sein, da sich die besiedelten Gebiete in der frühen Dilmun-Periode im zweiten vorchristlichen Jahrtausend sehr rasch entwickelten. Die landwirtschaftlichen Flächen waren um die Quellen herum angeordnet und umfassten 50 bis 150 Quadratkilometer. Wie die geodätische Vermessung des ehemaligen Bewässerungssystems ergab, lagen sie maximal zehn Meter über dem Meeresspiegel. Offenbar erreichte die artesische Überlaufhöhe der Quellen nur dieses relativ niedrige Niveau.



BEIDE FOTOS: NATIONALMUSEUM BAHRAIN

Gesamtdicke schwankt zwischen 800 und 2500 Metern und nimmt zum Persischen Golf hin zu. Abgelagert wurde die Schichtfolge in der Oberkreide und im Tertiär – vor 75 bis 1,8 Millionen Jahren – auf der so genannten Arabischen Plattform. Damals war der größte Teil der Region vom Meer bedeckt.

Den Hauptteil des Grundwassers leitet der Aquifer Umm Er Radhuma. Auf Bahrain tritt er allerdings nicht an die Oberfläche. Die Quellen hier speiste der darüberliegende Dammam-Aquifer. Zwischen beiden befindet sich die so genannte »Rus-Formation«, die aus Anhydrit, Gips und geringen Mengen an Kalkstein besteht.

Die einzelnen Schichten verhalten sich unterschiedlich. So ist der Anhydrit praktisch wasserundurchlässig. Doch nicht überall isolieren die Trennschichten die Grundwasserleiter vollständig voneinander. So sind sie an Aufwölbungen (so genannten »Antiklinalen«) von Natur aus weniger dick und werden durch Kräfte aus dem Erdinnern mechanisch beansprucht. Vor allem hier entstehen deshalb Klüfte im Gestein, durch die das Grundwasser in gewissem Ausmaß hindurchtreten kann.

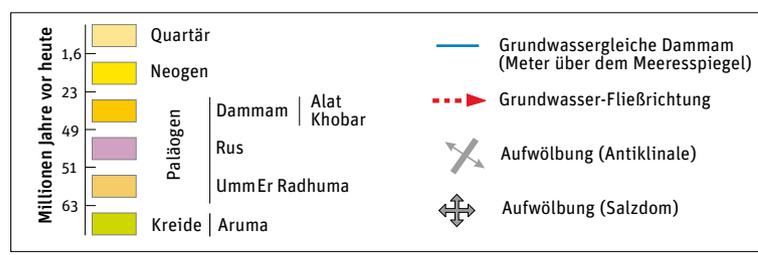
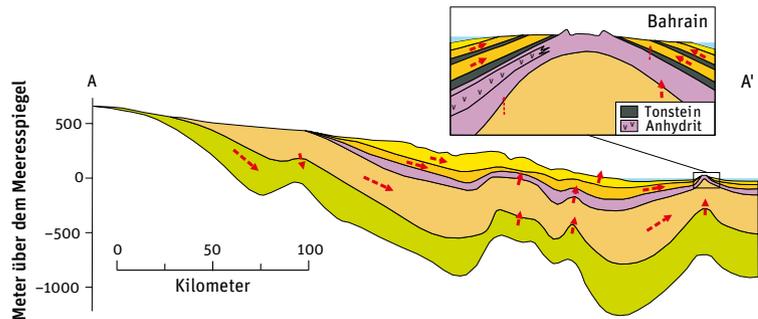
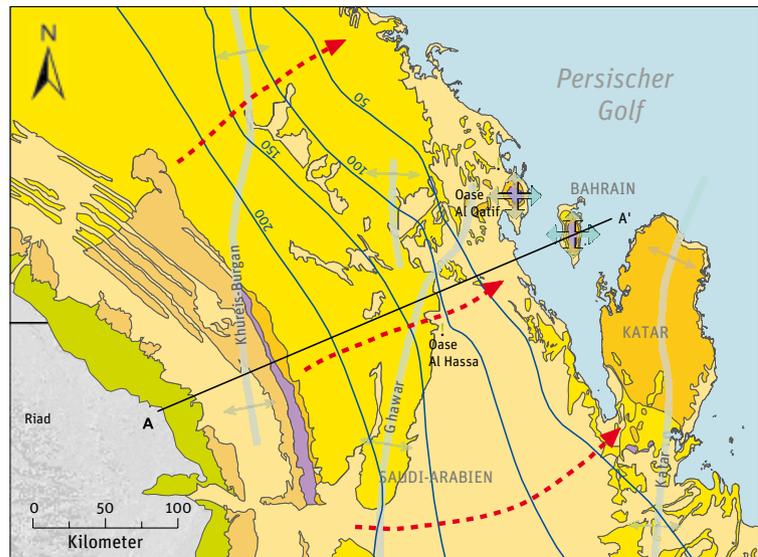
Als noch Flüsse und Seen die Arabische Halbinsel prägten

Das Aquifersystem selbst mit seinen ausgedehnten Höhlen und Klüften entstand erst vor rund 5,3 Millionen Jahren, also im Pliozän. Zu dieser Zeit hob sich die Arabische Halbinsel und wurde endgültig zu Festland. Der Persische Golf sank dagegen ab. Als Folge davon begannen in einem relativ feuchten Klima die Grundwasserleiter zu verkarsten. Bei diesem Vorgang wandelt sich sehr gering lösliches Kalziumkarbonat in das sehr gut lösliche Kalziumhydrogenkarbonat um. Je mehr Kohlendioxid – und damit Kohlensäure – das Wasser enthält, desto mehr Kalk kann es zersetzen und aufnehmen.

Außer einer Mindestmenge an Niederschlag erfordert die Verkarstung im Untergrund gewöhnlich aber auch eine Vegetationsdecke an der Oberfläche. Sickerwasser aus belebtem Boden enthält nämlich weit mehr Kohlendioxid als Regenwasser, weil die Pflanzen über ihre Wurzeln Kohlendioxid abgeben. Allerdings können auch aus der Tiefe aufsteigende Gase wie Kohlendioxid, Methan oder Schwefelwasserstoff in Verbindung mit Wasser das Kalkgestein lösen. Eine Quelle für diese Gase sind die riesigen Erdöllagerstätten, die sich unterhalb des Aquifersystems im Osten der Arabischen Halbinsel befinden. Außerdem kann sich Gips, der zusätzlich zum Kalkstein vorkommt, direkt im Wasser lösen – ohne Mitwirkung von Kohlendioxid oder anderen Stoffen. Bis zu 2,4

WIE DAS WASSER NACH DILMUN KAM

Die ehemaligen Quellen von Bahrain gehörten zu einem großen Karstaquifersystem (große Karte), das weite Teile der Arabischen Halbinsel durchzieht. Die Gesteine an der Oberfläche oder unter dem Quartär, das die anderen Schichten großenteils wie ein Teppich überdeckt, werden von Westen nach Osten immer jünger. Die Grundwassergleichen (blaue Linien) stellen die Wasserstände im Dammam-Aquifer dar, aus dem die Quellen Bahrains gespeist wurden. Das Wasser fließt auf seiner jahrtausendlangen Reise in östlicher Richtung (rote Pfeile). Im Westen tritt es in die Aquifere ein (Profilschnitt unten) und folgt dann dem Einfallen der geologischen Schichten in den Untergrund. Im Osten steigt es an Aufwölbungen der Gesteinsschichten wieder auf. Eine solche Aufwölbung ist die Insel Bahrain (Detailansicht). Hier ist der Dammam-Aquifer in den Khobar- und Alat-Aquifer zweigeteilt. Dazwischen bilden Tonsteine (dunkelgrau) eine Barriere, die nur wenig Wasser durchlässt. Sie trennen die beiden Aquifere auch von der darunterliegenden Rus-Formation (lila). Diese wirkt überall dort, wo sie aus Anhydrit besteht (mit »v« markiert), gleichfalls als Sperrschicht. An anderen Stellen besteht sie aus Kalkstein, so dass Wasser vom Umm-Er-Radhuma-Aquifer empordringen kann. Es ist allerdings salzhaltiger als das des Dammam-Aquifers. Die übermäßige Wasserentnahme auf Bahrain seit Mitte des letzten Jahrhunderts hat den Aufstieg dieser stark mineralisierten Lösungen begünstigt.





Die Quellen von Bahrain speisten auch beliebte Bäder, die inzwischen jedoch ausgetrocknet sind. Dargestellt sind die Adari-Quelle (links) und eine Quelle auf der Insel Nabi Saleh (rechts) Mitte des letzten Jahrhunderts (oben) und nach dem Versiegen in den 1990er Jahren (unten).

Die Schüttung der Quellen von Bahrain hat ab 1932, als das Erdöl eine rasche wirtschaftliche Entwicklung auslöste, stetig abgenommen. Zur Wasserversorgung wurden damals viele neue Brunnen gebohrt. Seit den 1990er Jahren sind die Quellen deshalb versiegt.

Gramm pro Liter werden dabei dem Gestein entzogen. Zurück bleiben Hohlräume.

Die durchgehend feuchte Klimaperiode endete mit dem Beginn der Eiszeiten vor 1,8 Millionen Jahren. In deren Verlauf wechselten lange sehr kalte Phasen mit kurzen wärmeren ab. Auf der Arabischen Halbinsel waren die Temperatursprünge allerdings geringer als in Europa und Nordamerika. Stattdessen alternierten feuchte und trockene Perioden. Während der Feuchtphasen breitete sich die Savanne aus; in den Trockenzeiten bildeten sich Wüsten.

Grundwasser aus der Eiszeit

Dieser Klimawechsel beeinflusste auch die Verkarstung: Sie ließ bei Trockenheit nach und beschleunigte sich in Phasen mit höherem Niederschlag. Während der relativ ariden Kaltzeiten lag der Meeresspiegel weltweit zudem mehr als hundert Meter unter dem heutigen Niveau, weil viel Wasser in den Gletschern gebunden war.

Dadurch trocknete der Persische Golf – der maximal hundert Meter tief ist – mehrfach aus. Flüsse bahnten sich ihren Weg, wo sich heute

Meeresgrund befindet, und auch tiefer gelegene Gesteinsschichten verkarsteten: Hohlräume entstanden, die Grundwasser aufnehmen und speichern konnten.

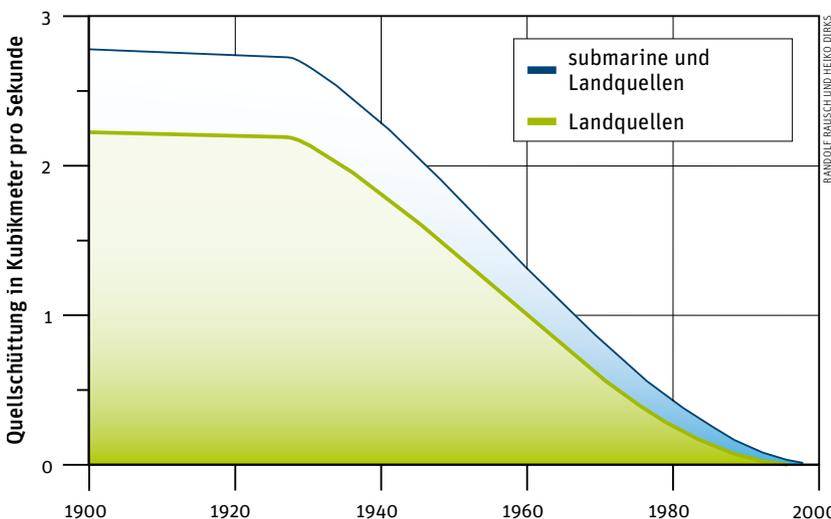
Da seit dem Ende der letzten Eiszeit vor etwa 8000 Jahren auf der Arabischen Halbinsel wieder ein wüstenhaftes Klima herrscht, erhält das Aquifersystem schon lange kaum noch Zufuhr durch Regen. In ihm ist deshalb fast nur mehr altes, fossiles Wasser gespeichert. Das bestätigen Untersuchungen der stabilen Isotope Sauerstoff-18 und Deuterium, die auf feuchte Bedingungen zur Zeit der Grundwasserneubildung hinweisen. Radiometrische Datierungen mit Hilfe von Kohlenstoff-14 ergaben Alter zwischen 5000 und 25000 Jahren.

Das Wasser aus den Quellen Bahrains war also viele tausend Jahre unterwegs, bevor es wieder an die Oberfläche gelangte. Der Höhenunterschied zu dem Inneren der Arabischen Halbinsel, das 600 Meter über dem Meeresspiegel liegt, verlieh ihm genügend Druck für den Austritt in Form von artesischen Brunnen. Unterirdisch fließt das Grundwasser sehr langsam nach Osten. Dabei erreicht ein Teil direkt den Persischen Golf, während der andere in Sabkhas (flachen Wassertümpeln) oder Oasen entlang der Küste hervorquillt.

Die Strömung des Grundwassers von West nach Ost zeigt sich auch darin, dass es im Westen nur 0,6 bis 1 Gramm gelöste Feststoffe pro Liter enthält. Da es unterwegs weitere Mineralien aufnimmt, steigt deren Gehalt – oft bis auf mehr als fünf Gramm pro Liter im Bereich der Küste. Damit war und ist dieses Wasser meist weder zum Trinken noch zur Bewässerung in der Landwirtschaft geeignet. Der Mineralgehalt variiert jedoch in Abhängigkeit vom durchflossenen Gestein. Das Wasser der Quellen Bahrains enthielt deshalb nur etwa 2,5 bis 3,5 Gramm Mineralstoffe pro Liter und war damit gerade noch trinkbar.

Probleme bereitete allerdings der hohe Fluorid-Anteil. Er reichte – bei großen lokalen Schwankungen – von ungefähr 0,5 bis über 2,5 Milligramm pro Liter. Einige Quellen überschritten damit den heutigen Grenzwert der Weltgesundheitsorganisation für Fluorid im Trinkwasser, der in warmen Gebieten bei 1,5 Milligramm pro Liter liegt. Eine zu hohe Zufuhr des Minerals führt nicht nur zu einer Verfärbung der Zähne (Zahnfluorose), sondern auch zu einer Verwachsung der Knochen (Knochenfluorose/Osteosklerose). Ein Skelettfund aus der frühen Dilmun-Zeit zeigt dies sehr drastisch: Die Wirbelknochen sind teilweise zusammengewachsen und versteift, so dass die Person schwer behindert war.

Es entbehrt nicht einer gewissen Tragik, dass die Quellen von Dilmun jetzt, da Geolo-





Bedingt durch die stellenweise hohen Fluoridkonzentrationen im Grundwasser litten viele Bewohner von Bahrain an Zahn- und Knochenfluorose. Bei diesem Skelettfund aus der frühen Dilmun-Zeit sind deshalb die Wirbelknochen zusammengewachsen und versteift, so dass die Person schwer behindert war.

gen ihre Entstehung und Herkunft endlich geklärt haben, erschöpft sind. Der Grund ist auch von anderen Orten nur zu gut bekannt. Seit den 1930er Jahren haben Landwirte und Unternehmer sich nicht mehr mit der natürlichen Quellschüttung begnügt, sondern durch Pumpen künstlich weiteres Wasser entnommen. Der Hauptteil wurde auf die Felder geleitet, der Rest diente der Trinkwasserversorgung und industriellen Zwecken.

Versiegende Quellen

Die übermäßige Nutzung ließ den Grundwasserspiegel mehr als zehn Meter unter die Landoberfläche sinken. Außerdem drang aus der Tiefe und aus dem Meer salziges Wasser nach und verschlechterte die Wassergüte. Die Versalzung machte den Anbau von Nutzpflanzen schließlich unmöglich.

Seit den 1990er Jahren sind die Quellen von Bahrain versiegt und die ehemals blühenden Oasen wieder zu Wüsten geworden. Die Chance einer kostengünstigen, sicheren Trinkwasserversorgung für die Insel ist damit für immer vertan. Bahrain muss heute auf die Meerwasserentsalzung zurückgreifen. Die Anlagen liefern derzeit etwa 3,4 Kubikmeter Trinkwasser pro Sekunde. Dies ist nur geringfügig mehr als die frühere natürliche Quellschüttung. Momentan sind die Kosten kein Problem, da sie aus dem Verkauf von Erdöl und Erdgas bestritten werden können. Doch was geschieht, wenn die Vorräte an fossilen Brennstoffen zur Neige gehen? Ein Problem ist auch die mangelnde Versorgungssicherheit. Während des zweiten Golfkriegs, ausgelöst durch den Einmarsch Iraks in Kuwait (1990/91), bestand zeitweise die Gefahr, dass die Anlagen wegen der Ölverschmutzung des Golfs hätten abgeschaltet werden müssen. Nur einen Vorteil hat das entsalzte Meerwasser: Es enthält praktisch kein Fluorid.

Die Insel Bahrain wurde durch die rücksichtslosen Grundwasserentnahmen bereits trockengelegt. Auch in Saudi-Arabien, wo der

Großteil des Aquifersystems liegt, sind die Quellen von Al Hassa und Al Qatif versiegt. Doch dort scheint man aus den Fehlern der Vergangenheit offenbar Lehren ziehen zu wollen. Zwar werden jährlich immer noch etwa 22 Milliarden Kubikmeter Grundwasser aus nicht erneuerbaren fossilen Reservoirs entnommen. Davon gehen 92 Prozent in die Landwirtschaft, sechs Prozent in die Trinkwasserversorgung und zwei Prozent in die Industrie. Saudi-Arabien plant aber, diesen Verbrauch innerhalb der nächsten Dekaden drastisch zu senken.

Betroffen ist vor allem die Landwirtschaft. Die Zeitung »Arab News« berichtete am 9. Januar dieses Jahres über ein geplantes Sparprogramm. Demnach will das Königreich in den nächsten acht Jahren den Getreideanbau schrittweise drosseln. Ein Regierungsbeschluss sieht vor, den Ankauf von im eigenen Land angebautem Weizen jährlich um 12,5 Prozent zu reduzieren, so dass ab 2016 kein Getreide in Saudi-Arabien mehr produziert wird. An die Stelle wasserhungriger Feldfrüchte sollen besser an Trockenheit angepasste Pflanzen treten.

Dazu kommen die Optimierung von Bewässerungstechniken und die Wiederverwendung von geklärtem Abwasser. All das soll dazu dienen, die noch vorhandenen Wasserreserven zu schonen, damit die Menschen auf lange Sicht zumindest mit Trinkwasser versorgt werden können.

Skeptiker meinen allerdings, die Maßnahmen kämen zu spät und griffen zu kurz. Die Öl- und Gasreserven auf der Arabischen Halbinsel – und das daraus zu erzielende Einkommen – reichen noch etwa dreißig bis fünfzig Jahre. Bis dahin muss die Transformation in ein von Bodenschätzen unabhängiges Wirtschaftssystem gelungen sein, soll das Land nicht in Armut zurückfallen. Wie so oft liegt die Verantwortung für die Sicherung der Zukunft in der Gegenwart. Said kann es gleichgültig sein, welche Maßnahmen ergriffen werden: Sein Leben ändern sie nicht mehr. Wohl aber das seiner Söhne und Enkel. <



Randolf Rausch (oben) ist Geologe und Technischer Direktor für »Grundwasserstudien arider Gebiete« bei der Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit in Saudi-Arabien. **Heiko Dirks** ist Hydrogeologe und Mitarbeiter bei Dornier Consulting in Saudi-Arabien. **Katlen Trautmann** arbeitet von Deutschland aus überregional als Journalistin mit den Schwerpunkten Wissenschaft und Wirtschaft.

Bibby, G.: Looking for Dilmun. Stacey International, London 1996.

Larsen, C. E.: Life and Land Use on the Bahrain Islands: The Geoarchaeology of an Ancient Society. Pre-historic Archeology and Ecology Series. The University of Chicago Press, Chicago/London 1983.

Pint, J.: The Desert Caves of Saudi Arabia. Stacey International, London 2003.

Weblinks zu diesem Thema finden Sie unter www.spektrum.de/artikel/951087.