

Übersichtsbeiträge

Die Ölkatastrophe am Golf

– Zwischenbilanz, Zustandsbeschreibung, Maßnahmen, Prognosen

Th. Höpner

Prof. Dr. Th. Höpner, Institut für Chemie und Biologie des Meeres (ICBM), Carl-von-Ossietzky-Universität, D-W-2900 Oldenburg

Zusammenfassung. Während eines Studien- und Beratungsaufenthalts des Autors bei der Saudi-Arabischen Umweltbehörde im Juni/Juli 1991 wurde der Zustand der Saudi-Arabischen Golfküste untersucht. Von der Kuwaitischen Grenze bis zur Insel Abu Ali sind ca. 770 km Küste lückenlos zwischen Hoch- und Niedrigwasserlinie verölt. Während an den energiereicheren Außenküsten eine biologische Regeneration erwartet werden kann, ist sie in den energiearmen Buchten nicht ohne technische Maßnahmen denkbar. Verölungen gibt es außerdem am Meeresgrund in noch unbekanntem Ausmaß. Für die Maßnahmen wird die Notwendigkeit betont, ein Umweltqualitätsziel festzulegen, das in der Entwicklung zu einem Naturreiservat bestehen sollte.

1 Vorgeschichte und Zwischenbilanz

Der GAU, der größte für das Vorsorgekonzept angenommene Ölunfall an der deutschen Nordseeküste, ist der, bei dem 15 000 t Öl freigesetzt werden. Darauf sind die Vorsorgemaßnahmen abgestellt. *Per definitionem* kann ein GAU übertroffen werden, doch reichen dann die Vorsorgemaßnahmen nicht mehr aus; für diesen Fall wurde der Terminus „Super-GAU“ geprägt.

Desinformation und Zurückhaltung von Informationen haben nicht nur den Golfkrieg begleitet, sondern auch den Sektor ökologische Kriegführung und seine Nachwirkungen. So sind Zeitpunkte, Orte, Mengen und auch Urheber der Katastrophe bis heute nicht völlig klar, doch kann man wohl davon ausgehen, daß die Öleinleitung willentlich oder wenigstens unter bewußter Inkaufnahme einer ökologischen Katastrophe erfolgte. Nach einer Zusammenstellung der Deutschen Gesellschaft für Meeresforschung [1] reichen Angaben über die von Januar bis Mai eingeleitete Menge von 2,0 bis 0,25 Mio t. Ordnet man solchen Zahlen angemessene Fehlerbreiten zu, so schließen sie ein Maximum von 3 Mio t und ein Minimum von 0,2 Mio t nicht aus. Als Bundesumweltminister TÖPFER im März mit seiner Expertendelegation die Saudi-Arabisches Meteorology and Environmental Agency (MEPA) besuchte, wurden dort 0,5 Mio t als gesicherte und konsolidierte Menge angegeben.

Anfang Juli 1991 konnte die MEPA die erste Phase der Bekämpfungsmaßnahmen abschließen: Auf dem Wasser schwimmendes Öl war entweder von Land aus aufgenom-

men bzw. biologisch abgebaut worden oder auf den Meeresgrund gesunken. Es gab jedenfalls nachweislich kein schwimmendes Öl mehr. Die aufgenommene Menge addierte die MEPA in ihrer Zwischenbilanz von Ende Juni auf 300 000 t, davon allein 100 000 t am Südende der Dawhat (Bucht) Ad Dafi bei der Insel Gurmah (→ *Abb. 2, Station 6 von Abb. 1, S. 359*).

Die Bucht wird durch die Inseln Al Batinah und Abu Ali gebildet, die Anfang der 80er Jahre durch Dämme mit dem Festland verbunden worden waren (→ *Abb. 1, S. 359*). Diese Maßnahme hat sich, zusammen mit relativ günstigen Wind- und Strömungsbedingungen des Frühjahrs 1991, als Glück im Unglück erwiesen: Nachdem das Öl die gesamte Küste von Kuwait aus betroffen hatte, fing es sich in der Bucht und kam über Abu Ali nicht hinaus, so daß die südlich anschließende Küste verschont blieb. Bei Gurmah stautete sich das Öl in zeitweise mehr als 10 cm dicker Schicht, so daß es auch ohne aufwendige (und langsame) Skimmer-einrichtungen abgesaugt werden konnte. *Abb. 2* (→ *S. 359*) zeigt diese Absaugstelle vom Festland aus, die schwimmenden Booms, die den „natürlichen“ Stauereffekt verstärkten, die Gräben, die der Trennung von Öl und Wasser dienten und aus denen das Öl mit Saugwagen entfernt wurde; es wurde in strandnahe, flache, foliengedichtete Deponien gebracht (→ *Abb. 3, S. 360*).

Außerdem waren aber 775 km laufende Küstenlänge und beträchtliche Flächen des Meeresgrundes verölt, was zusammengenommen das Vielfache von 200 000 t sein mußte. In dem Zwischenbericht wird die eingeleitete Menge auf 1 Mio t geschätzt, 66mal soviel wie beim norddeutschen GAU.

Am Beispiel der AMOCO CADIZ-Katastrophe ist ein allgemein anerkannter Index für die Empfindlichkeit von Küstenformen gegenüber Ölunfällen ausgearbeitet worden [2]. Er läuft von Stufe 1 (unempfindlich) gegen 10 (extrem empfindlich). Stufe 10 sind unmittelbar an die Hochwasserlinie angrenzende Salzmarschen der Tidenküsten. Stufe 9 ist eine Tidenküste mit trockenfallenden Sand- und Schlickflächen. Die kuwaitische und saudi-arabische Golfküste gehört in diese Kategorie. Sie ähnelt in dieser und etlichen anderen Eigenschaften erstaunlich der deutschen Nordseeküste.

Bei dem Versuch, die Ölkatastrophe zu bewerten, trifft also

eine Ölmenge, die jede Erfahrung und Vorstellung sprengt, auf eine Küste, die der höchsten Sensitivitätsklasse angehört. Hinzu kommen noch weitere Erschwernisse:

- die Driftrichtung des Öls, die weiter südlich gelegene, mindestens ebenso sensible Küstenabschnitte gefährdete,
- das nahezu völlige Fehlen jeder Vorsorgemaßnahme,
- die durch Kriegseinwirkung und Kriegsnachwirkungen behinderten Bekämpfungsmaßnahmen.

Damit wird die Ölkatastrophe im Golf zu der mit Abstand größten in der Geschichte des Erdöls, zum Super-GAU.

2 Verhalten und Verteilung des Öls

Von Kuwait-Öl **verdampfen** ca. 40 % binnen kurzer Zeit. Es ist unklar, ob dieser Anteil in der Angabe des Zwischenberichts „1 Mio t Öl“ enthalten ist. 300 000 t befinden sich in den Deponien für die Raffinerien.

Unbekannte Mengen sind **biologisch** abgebaut worden. Verhalten und grundsätzliche Abbaubarkeit des relativ leichten Kuwait-Öls, zusammen mit den herrschenden Nährstoff- und Temperaturverhältnissen, hatten vermuten lassen, daß der Golf durch biologischen Abbau und Alterung des Öls binnen weniger Jahre mit der Belastung fertig werden sollte [3]: Er hatte sich an jahrzehntelange chronische Ölverunreinigungen adaptiert und auch den ersten Einsatz von Öl als Mittel der ökologischen Kriegführung (Beschuß der iranischen Nowruz-Ölförderanlagen durch den Irak 1983/84) ohne ökologisches Zusammenbrechen verkraftet [4]. Solange es um Öl geht, das flüssig auf dem offenen Meer treibt, ist dieser Optimismus begründet – in allen anderen Fällen leider nicht.

Schwimmendes Öl wurde nicht, wie sonst, durch Wellenenergie in die Form der Wasser-In-Öl-Emulsion (*chocolate mousse*) gebracht. Auch bis nach 300 km Driftstrecke war es flüssig und pumpfähig, ein Zeichen für die Windarmut am Golf zur fraglichen Zeit. Wie die Beobachtungen (s.u.) schließen lassen, war flüssiges Öl in großen Teppichen bei auflandigem Wind an die Strände gedrückt und bei Ebbe auf dem Sediment abgesetzt worden. Dies erklärt die großen Flächen verschmutzten Intertids (Fläche zwischen Niedrig- und Hochwasserlinie an Tidenküsten). Durch Sonneneinstrahlung und weitere Evaporation entstand ein Öl-Sand-Gemisch, das bei Flut nicht wieder aufschwamm. Nach den Feststellungen der MEPA sind 775 km Strand zwischen dem Haupt-Einleitungsort Mina Al Ahmadi (Kuwait) und der Insel Abu Ali lückenlos verschmutzt.

Unbekannte Ölmengen sind **abgesunken** und bedecken Flächen des Meeresgrundes, deren Lage und Größe bisher nicht untersucht worden sind. Der zugrunde liegende Prozeß konnte aus Nordsee-Erfahrungen nicht vermutet werden: Schwimmendes Öl fängt bei Sand- und Staubstürmen anorganisches Material, das zusammen mit Verdampfung leichterer Anteile, Aufnahme von Wasser und biogenem Material das spezifische Gewicht genügend weit erhöht. Der Zustand des Öls auf dem Grund zeigt, daß es, jedenfalls zum Teil, in flüssiger Form abgesunken war. Sichtprü-

fungen vom Schiff oder Hubschrauber aus, im Flachwasser wegen Klarheit des Wassers zeitweise möglich, geben keinen Aufschluß über das Ausmaß dieses Phänomens, weil die Ölschicht von einer dünnen hellen Sedimentschicht bedeckt und somit unsichtbar ist. Punktuelle Prüfungen zeigten, daß das Benthos in betroffenen Bereichen erloschen war. Das verölte Sediment war anaerob. Die biologische Regeneration dürfte sehr lange dauern. Unterstützende technische Maßnahmen sind bisher nicht konzipiert worden, unter anderem deshalb, weil das Problem erst spät erkannt worden ist.

Die zweite Phase der Bekämpfung der Katastrophe ist folglich die Konzipierung 1. der **Strandreinigung** und eventuell auch 2. der **Behandlung des ölverschmutzten Meeresgrundes**. Ersteres ist eine sehr differenzierte Aufgabe, abhängig von Strandtyp, Schwere und Art der Verunreinigung, biologischer Bedeutung, ökologischer Zielsetzung und schließlich auch technischer und finanzieller Möglichkeiten; die im folgenden beschriebenen detaillierten Prüfungen dienten der Klärung dieser Fragen. Letzteres ist hinsichtlich Ziel und Methode völlig offen.

3 Strände: Zustandsbeschreibung und Maßnahmen

Eigene Prüfung über ca. 400 km vom Hubschrauber aus bestätigte die Bilanz der MEPA: Die gesamte, durch alle Buchten und Vorsprünge 775 km lange Küste von der kuwaitischen Grenze bis Abu Ali ist durchgehend extrem schwer mit Öl verschmutzt. Die Breite dieser Verschmutzung erstreckt sich in der Regel von der Hoch- bis zur Niedrigwasserlinie, die bei bis zu 2 m Tidenhub und extrem flacher Küste an einigen Stellen bis zu 2 und mehr Kilometern auseinander, an anderen Stellen sehr dicht beieinander liegen. Der Charakter der Strandverschmutzung ist unterschiedlich, in Abhängigkeit von der Strandform und der Art und Weise, wie das Öl auf den Strand getroffen ist; hinzu kommen noch frühere Verölungen. Die Maßnahmen müssen denn auch auf die verschiedenen Kontaminationstypen abgestimmt werden: Sie reichen von In-Ruhe-lassen bis Abräumen. Letzteres scheint vor allem dann nötig, wenn sich asphaltartige Krusten oder Krusten aus Öl und Salz gebildet haben, die den Austausch zwischen Sediment und Wasser bzw. Atmosphäre völlig verhindern.

Die sechs Stationen (Strandstrecken) in **Abb. 1** repräsentieren die Strandtypen und Verschmutzungen (Felsenküsten wurden nicht berücksichtigt). Der folgende Begehungsbericht beschränkt sich auf die Beschreibung der Verschmutzung, die Prognose der Entwicklung und auf Empfehlungen von Maßnahmen. Ergebnisse der biologischen Charakterisierung bleiben einem späteren Bericht vorbehalten.

Station 1 an der Außenküste von Abu Ali wurde von der Verölung dieses Jahres nicht oder wenig getroffen. Der relativ steile Strand vor einem Dünengürtel ist aber auf wechselnder Breite zwischen Mittel- und Hochwasserlinie „asphaltiert“, nach älteren, nie registrierten oder gar bekämpften Verölungen. Die Asphaltsschicht trägt im unteren Bereich einen Biofilm und erweist sich so als untoxischer Fremdkörper im Ökosystem. Im oberen Teil war die

Schicht meist von Sand bedeckt. In der Sonnenhitze quoll stellenweise verflüssigtes Öl durch den Sand nach oben (→ Abb. 4, S. 360). Es fanden sich Spuren erfolgreicher Schildkrötenbrut und eine dichte Besiedelung mit Rennkrabben. Streckenweise sind Korallenriffe vorgelagert, die ältere Schäden haben, aber bei der neuen Verölung offensichtlich unbeeinträchtigt geblieben sind. *Es gibt keine überzeugenden Gründe für das Abräumen, zumindest keinen Zeitdruck.*

An der Außenküste von Station 2 war der Sand bis in ca. 15 cm Tiefe gleichmäßig mit wenig Öl verschmutzt. Er hatte deshalb nicht mehr die natürliche weißgelbe, sondern eine mittelbraune Farbe. Löcher grabender Strandkrabben hoben sich weit sichtbar ab, weil die Krabben weißen Sand von unten auf die braune Oberfläche gebracht hatten. Der Sand war trocken und rieselfähig, die Poren für Luft und Wasser zugänglich. Dies sind gute Voraussetzungen für **biologischen Ölabbau**. *Sie machen technische Maßnahmen oder gar das Abräumen entbehrlich, erfordern aber Beobachtung.*

Ein Sandwatt an der Innenküste der Station 2 war von der Hoch- bis zur Niedrigwasserlinie auf ca. 250 m Breite lückenlos verölt. Auf den höherliegenden, d.h. seltener bzw. kürzer überfluteten Flächen waren die zahllosen Löcher der kleinen grabenden Strandkrabbe *Scopimera crabri-cauda* „tot“ (→ Abb. 5, S. 360), und damit fehlte die das Biotop prägende und für die Regeneration wesentliche Bioturbation. Auf großen Flächen wurde die Tendenz zur Bildung einer Teer-Haut beobachtet (→ Abb. 6, S. 361), die den Austausch zwischen Sediment und Wasser bzw. Atmosphäre unterband. Deshalb war auf diesen Flächen jede Benthosaktivität erloschen. Die **Mindest-Maßnahme** der Behandlung ist regelmäßiges Auflockern der Oberfläche. Bei der Schwere der Verölung kommt auch ein Abtragen der Oberfläche in Frage.

Unterhalb der Niedrigwasserlinie wurde keine wesentliche Beeinträchtigung gefunden. Es gab in diesem Bereich keine Verölung des Meeresgrundes.

Station 3 ist eine Landzunge in dem Buchtensystem von Musallamiya. Der von Station 2 bis Station 4 von fast 40 auf bis zu 70 % zunehmende Salzgehalt weist auf sehr beschränkten Wasseraustausch hin. Auf beiden Seiten der Halbinsel gibt es ausgedehnte Salicornia-Salzmarschen, die vor allem am Westufer (also der „Hinterseite“) und an der Spitze schwarz von Öl waren. Sie trieben aber an höhergelegenen Standorten wieder aus, erlauben also eine Bewertung der Schäden erst nach einer weiteren Vegetationsperiode. Die Sedimentoberfläche war großflächig schwer verölt, die sehr dicht liegenden Löcher der Krabben nicht mehr bewohnt. Bei auflaufendem Wasser stieg flüssiges Öl aus Krabbenlöchern, breitete sich auf der Wasseroberfläche schnell zu „oilsheen“ aus, der nach wenigen Minuten verschwand. Vögel irrten umher, offensichtlich unfähig, das Revier zu wechseln. **Maßnahmenempfehlung:** manuelles Auflockern der Sedimentoberfläche, kein Maschineneinsatz, regelmäßige Beobachtung.

Anschließende Strände waren zwischen Niedrig- und Hochwasserlinie gleichmäßig verölt. Die 3–5 cm dicke verölte

Schicht war meist von einer dünnen Schicht hellen Feinsandes bedeckt, so daß dieser Strand vom Hubschrauber aus nicht als verölt erkennbar war (→ Abb. 7, S. 361). Die Oberfläche war aber nicht versiegelt, die Poren luft- bzw. wassergefüllt. Die **Empfehlung** lautet hier: keine Maßnahme, aber Beobachtung.

Unterhalb der Niedrigwasserlinie gab es großflächigen *beach-rock*, d.h. biogene Kalk-Krusten mit zahlreichen Höhlen und Löchern der Bodentiere. Es konnten keine wesentlichen Schäden festgestellt werden. Das Vorherrschen kleiner und offensichtlich langlebiger Tiere sprach für oligotrophe Verhältnisse, d.h. für ungünstige Bedingungen des biologischen Ölabbau.

Station 4 ist eine Sabkha, die sich bei 1–2 km Tiefe viele Kilometer um den Westkopf der Bucht herumzieht. Sabkha sind Salzpflanzen, gekennzeichnet durch eine harte Sand-Salz-Kruste in der Trockenzeit (wie vorgefunden) und durch eine Algenmatte und (unbefahrbar) Weichheit im Winter. Die Salzkruste entsteht, wenn eine Fläche nur selten und dann möglicherweise auch nur für kurze Zeit überflutet wird. Extrem flache Neigung und Tidenhübe im Bereich von einem Meter schaffen ein Intertidal von bis zu Kilometern Breite, das allerdings nicht regelmäßig überflutet wird. Im Golf überlagern sich mindestens zwei Tidenregime mit dem Effekt komplizierter und unregelmäßiger Wasserstände. Dies erklärt, warum Öl auf Stränden abgelagert werden kann und danach nur noch selten überflutet wird. Solches war hier der Fall. Das Öl war zusammen mit dem Salz zu einer tödlich dichten und festen schwarzen Decke geworden, die sich bei bis zu einem Kilometer Tiefe mehrere Kilometer um die Bucht herumzog. Bei Annahme einer Verölung von 5 mm Dicke (als absolutes Minimum), was 5 000 Tonnen pro km² bedeutet, befanden sich allein hier mehrere zehntausend Tonnen Öl. Es gab sogar Lachen flüssigen Öls. **Mindestmaßnahme:** streifenweises Abräumen („Regenerationsstreifen“) bei gleichzeitiger Mahnung zur Vorsicht, weil die Effekte der dabei entstehenden Wälle auf das Ökosystem kaum vorhergesagt werden können.

Station 5 ist ein langgestreckter Strand, der auf unabsehbare Länge in seinem gesamten ca. 300 m breiten Intertidal extrem schwer verölt war (→ Abb. 8, S. 361). Dies war auch die einzige Stelle, bei welcher der Aufenthalt wegen schwerer Luftbelastung begrenzt werden mußte. Es gab auch hier noch flüssiges Öl. Das Leben war erloschen. Als **Maßnahme** kommt hier nur das Abräumen in Frage.

Station 6 ist die Haupt-Ölentnahmestelle (→ Abb. 2, S. 359), die von Februar bis Juni 1990 betrieben wurde. Die Insel Gurmah ist überwiegend von Mangroven bedeckt. Die tieferliegenden Flächen sind verölt worden, zum Teil auch die maximal 1,5 m hohen Pflanzen, deren Vitalität bereichsweise beeinträchtigt war: die Blätter welkten und die Ausscheidung extrem salzhaltigen Wassers auf der Blattunterseite fehlte. Wissenschaftler der King-Fahd-Universität für Petroleum und Minerale in Dhahran hatten in mühsamer Handarbeit Testareale gereinigt und ein **Langzeit-Monitoring** begonnen (→ Abb. 9, S. 361). Prognosen werden sich erst nach längerer Beobachtungszeit stellen lassen.

Abb. 10 (→ S. 361) ist nördlich des in Abb. 1 dargestellten Gebiets vom Hubschrauber aus aufgenommen worden. Es zeigt eine Landzunge, die eine Bucht (vorne) von der Außenküste (hinten) trennt. Die momentane Wasserlinie läuft ungefähr waagrecht durch die Mitte des Bildes. Darüber und darunter sind große Flächen verölt. Mit dem ablaufenden Wasser wird Öl in dünner Schicht mitgenommen (Mitte bis rechts). Grundsätzlich schwimmt das Öl aber nicht mehr auf, eine allgemein beobachtete Eigenschaft.

Die Begehung zeigte also ein breites Spektrum von Strandtypen und Verschmutzungen; schon deshalb erwiesen sich die von Europa aus gemachten Überlegungen als allzu pauschal. Was für eine Außenküste gelten kann, die noch in ständigem Kontakt mit der Küstenströmung steht, braucht nicht mehr für das Innere der ausgedehnten Buchtensysteme zu gelten. Diesen fehlt die Dynamik aller Prozesse, welche die deutsche Wattenküste auszeichnet, als wesentliche Grundlage der Regenerationsfähigkeit. Wir finden statt dessen eine sehr **statische Situation** vor, durch biologische Kalkausscheidung felsenartig verfestigte Sedimente („*beach rock*“), zwar viele, aber kleine und langlebige Organismen und **Armut an frei verfügbaren Nährstoffen**. Dies alles begrenzt die Regenerationsfähigkeit und ist ein weiteres Merkmal der besonderen Schwere der Katastrophe. *Sie macht es notwendig, die biologische Regeneration durch technische Maßnahmen zu unterstützen, wozu vor allem das streifenweise oder völlige Abräumen ölverunreinigter Sande gehört.*

4 Zusammenfassende Einschätzung

Solange Öl im Golf flüssig auf der Wasseroberfläche schwimmt oder in der Wassersäule verteilt ist, wird es offensichtlich problemlos biologisch abgebaut. Für 1978 war kalkuliert worden, daß jährlich 160 000 t Öl allein durch unerlaubte Einleitungen des Schiffsverkehrs in den Golf gelangen [5], was aber weder zu einer Akkumulation noch zu erkennbaren biologischen Schäden geführt hat. Es ist deshalb zu erwarten, daß eventuelle Ölrreste, die weder abgeschöpft noch abgesunken sind, sehr schnell und ohne Folgeschäden verschwinden. Die Beobachtung vor Ort zeigt, daß gute Voraussetzungen für Ölabbau im „offenen“ Golf [2] nicht unbedingt auch in den Buchten gelten müssen. Dem in die Buchten hinein gerichteten Gradienten zunehmenden Salzgehalts entspricht offensichtlich ein Gradient abnehmender Nährstoffkonzentrationen. Die Flachwasserbuchten sind Nährstoffsenken, Quelle ist der Einstrom von Oberflächenwasser aus dem Ozean in den Golf [6, 7]. Biologische Regeneration in den Buchten ist deshalb skeptischer zu sehen als an den Außenküsten.

775 km verölter Strände sind gleichbedeutend mit dem Verschwinden intertidaler Biologie auf 775 km Strecke. Die ökologische Bedeutung dieses Verlusts ist sicherlich hoch, aber nicht präzise zu beschreiben. Biologische Untersuchungen im Golf haben sich bisher überwiegend mit den Besonderheiten beschäftigt, den Seegraswiesen, den Mangrovenbeständen und mit speziellen Organismen, weniger aber mit der großflächigen Normalität. Diese scheint von

hoher Individuen- und Biomassendichte, wenn auch wahrscheinlich von niedriger Produktivität, geprägt. Wie das Nordsee-Watt ist auch das Golf-Watt Nahrungsbasis einer bedeutenden Zug- und Brutvogelpopulation, die als Hauptleidtragende aus der Katastrophe hervorgehen könnte.

Natürliche Regeneration kann auf großen Flächen erwartet werden, überall da, wo Öl und verölte Sedimente dem mikrobiologischen Ölabbau eine große Oberfläche zur Verfügung stellen. Wo verölte Sedimente durch eine asphaltartige Haut oder Kruste versiegelt sind, kann der biologische Abbau ohne technische Unterstützung kaum stattfinden. Asphaltartig verfestigte Ölmassen sind einerseits nur sehr langsam abbaubar, andererseits ist ihre ökotoxikologische Wirkung begrenzt. Sie werden Fremdkörper im Ökosystem von geringer biologischer Bedeutung.

Aus solchen Überlegungen ergeben sich Prioritäten für die Maßnahmen, bei denen z.B. die Entfernung von Asphalten weit hinten steht.

Sublitorale Flächen sind sehr viel weniger geschädigt. Toxische Wirkungen wassergelöster Ölbestandteile mag es gegeben haben, doch sind sie offensichtlich im Juni/Juli 1991 nicht mehr manifest gewesen. Deshalb muß auch nicht befürchtet werden, daß der Wasseraustausch zwischen dem Golf und dem Indischen Ozean toxische Stoffe exportiert und Schäden im Ozean herbeiführt.

Ausgedehnte Schäden auf dem Meeresgrund müssen erwartet werden. Zwischen den Inseln Gurmah und Batinah waren sie jedenfalls leicht zu erkennen. Eine planmäßige Erfassung hat noch nicht stattgefunden.

5 Maßnahmen

Küsten- und Strandreinigung ist die nächste Aufgabe für die MEPA. Von beauftragten ausländischen Kontraktoren sind dafür Planentwürfe vorgelegt worden. Sie versuchen, die Strände nach ökologischer Bedeutung zu unterscheiden und die Maßnahmen darauf einzustellen. Sie kommen zu dem Schluß, daß bis zu 1,3 Mio Kubikmeter ölverschmutzter Sande anfallen, für die bisher ein akzeptables Konzept fehlt. Die Pläne gehen bisher davon aus, in der Wüste Deponien zu errichten. Das Abräumen soll mehr als 100 km neuer Straßen erfordern und wird allein schon durch die Transporte das küstennahe Ökosystem nachhaltig schädigen. Die Kosten sollen 500 Mio \$ betragen.

Die Kenntnisse über Wirkung, Verhalten und Abbau von Kohlenwasserstoffen in marinen Ökosystemen sind sehr gut [2, 9] und erstrecken sich auch auf den spezielleren Fall der Verschmutzung von Sedimenten in einem Wattenmeer [8]. Im Zusammenhang der Golf-Sanierung kann nicht von einer Forschungslücke gesprochen werden, weil es die anzuwendenden Erkenntnisse gibt. Das Problem ist das Fehlen eines durch die Sanierungsmaßnahmen zu erreichenden Umweltqualitätsziels. Solange dieses nicht definiert ist, werden technische Realisierbarkeit und Finanzierbarkeit oder der politische Wille Ausmaß und Zeitbedarf der Maßnahmen bestimmen. Es ist erkennbar, daß dieses Problem den Verantwortlichen nicht unbewußt ist, denn es sind 140

Strandstrecken nach Kriterien der Sensibilität definiert und in eine Priorität gebracht worden. Dennoch bleibt bisher offen, welcher Zustand erreicht und aufrecht erhalten werden soll.

An dieser Stelle setzt der anspruchsvolle Plan „Marine Habitat and Wildlife Sanctuary for the Gulf Region“ der Europäischen Gemeinschaften an [10]. Mit zunächst 2 Mio ECU sollen eine Statusaufnahme und die Entwicklung zu einem Naturreservat der sensibelsten und zugleich am stärksten geschädigten Buchtensysteme Dafi und Musallamiya (→ Abb. 1) gefördert werden. Mit der näheren Beschreibung, was mit diesem Naturreservat gemeint ist, wird die Festlegung eines Umweltqualitätsziels verbunden sein. Die Durchführung liegt bei einem internationalen Konsortium von Forschergruppen unter deutscher Leitung. Seine Mittel sind für Analyse und Konzeptfindung bestimmt, nicht für die Durchführung der Sanierung und für die ökologische Entwicklung selbst.

6 Schlußbemerkung

Saudi-Arabien hatte sich offensichtlich wegen der Größe, der dünnen Besiedlung und des Reichtums für ökologisch unverwundbar gehalten, soweit überhaupt über diese Frage bisher ernsthaft nachgedacht worden war. Die Katastrophe ist ein Schock, der für die ganze Nation manches bewirken kann. Dennoch sitzt die Küstenverölung bisher in dem Bewußtsein der Bevölkerung nicht tief. Küste ist Wüste, und Küste ist in der Regel schwer erreichbar. Küste steht unter den klimatischen Voraussetzungen dieses Landes, die eine Freizeitnutzung der Küste ebenso beschränken wie die Regeln des Islam. Die Luftverschmutzung, die zumindest an der Ostküste seit dem Beginn der Brände der Ölquellen fast alltägliche bestürzende Erfahrung ist, trägt mehr zu dem Schock bei als die Verölung. Sie ist aber gleichzeitig eine Erscheinung, die nicht oder nur durch Spezialisten beeinflussbar ist. So bleibt die Frage nach der Nachhaltigkeit des ökologischen Schocks offen.

Danksagung: Die Begehungen wurden im Auftrag des Bundesumweltministers während eines Studien- und Beratungsaufenthaltes bei der Saudi-Arabischen Umweltbehörde MEPA gemeinsam mit Dipl. biol. Carlo van BERNEM (GKSS-Forschungszentrum Geesthacht) vom 15. 06. bis 04. 07. 1991 durchgeführt und vom Umweltbundesamt finanziert. Dank gilt einer großen Anzahl von Mitarbeitern des BMU, des UBA, des Auswärtigen Amtes, der GKSS und der deutschen Botschaft in Riad für das Zustandekommen der Reise. Die MEPA hat Auf-

enthalt und Untersuchungen in dankenswerter Weise unterstützt. Besonderen Dank schulden wir Herrn Dr. Y. H. FADLALLAH von der King-Fahd-Universität für Petroleum und Minerale in Dhahran (Saudi-Arabien) für die Weitergabe von Regionalkenntnissen.

7 Literatur

- [1] R. BASEMANN: Das Öl im Persischen Golf im Spiegel der Presse. Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Meeresforschung 1/91, 17–18 (1991)
- [2] L. D'OZOUVILLE; S. BERNÉ; E. R. GUNDLACH; M. O. HAYES: Évolution de la pollution du littoral Breton par les hydrocarbures de l'AMOCO CADIZ entre Mars 1978 et Novembre 1979. 55 ff., in: AMOCO CADIZ, Conséquences d'une pollution accidentelle par les hydrocarbures. Centre National pour l'Exploitation des Océans, Paris 1981
- [3] Th. HÖPNER: The offshore oil biodegradation capacity of the Persian Gulf (an assessment from literature data). 65 ff., Proceedings of The First International Conference on the Impact of Oil Spill in the Persian Gulf. Teheran, May 20–27, 1984. Tehran University Press, Teheran 1985
- [4] Th. HÖPNER; L. BERTHE-CORTI; H. HARDER; M. MICHAELSEN: Die Ölkatastrophe im Persisch-Arabischen Golf. Erdöl und Kohle – Erdgas – Petrochemie 44, 197–200 (1991)
- [5] B. L. OOSTDAM: Oil pollution in the Persian Gulf and approaches, 1978. Mar. Pollut. Bull. 11: 138–144 (1980)
- [6] G. S. QURAISSHEE: Regional effects of the Persian Gulf oil slick and damage to the environment. 451 ff., Proceedings of The First International Conference on the Impact of Oil Spill in the Persian Gulf. Teheran, May 20–27, 1984. Tehran University Press (1985)
- [7] H. KHORDAGUI: Comments on Current Environmental Events in Kuwait. Environmental Management 15, 455–459 (1991)
- [8] S. WÜRDEMANN; H. HARDER; Th. HÖPNER: Hydrocarbon biodegradation in sediments and soils. A systematic examination of physical and chemical conditions. I. Grain size, surface area and soil type. Erdöl und Kohle – Erdgas – Petrochemie 3: 217–224 (1990). U. DALYAN; H. HARDER; Th. HÖPNER: Hydrocarbon biodegradation in sediments and soils. A systematic examination of physical and chemical conditions. III. a.a.O. 43: 435–437 (1990). H. HARDER; B. KÜRZEL-SEIDEL; Th. HÖPNER: Hydrocarbon biodegradation in sediments and soils. A systematic examination of physical and chemical conditions. IV. Special aspects of nutrient demand. a.a.O. 44: 59–62 (1991)
- [9] J. A. C. M. VAN OUDENHOVEN; V. DRAPER; G. P. EBBON; P. D. HOLMES; J. L. NOOYEN: Characteristics of petroleum and its behaviour at sea. CONCAWE Report 8/83. CONCAWE, Den Haag (1983)
- [10] COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES, DG 1: Marine Habitat and Wildlife Sanctuary for the Gulf Region. Proposal for a cooperation project contributing to the long-term restoration of coastal marine resources affected by the Gulf oil spill. Brussels 1991

Nachtrag

Am 6. November 1991 ist die letzte der insgesamt 725 brennenden Ölquellen gelöscht worden. Die Kosten der Löscharbeiten belaufen sich auf 75 Mio \$. Der Löscherfolg ist ähnlich einzuschätzen wie das Löschen der Flammen eines Großbrandes: Erst anschließend wird die Brandstelle zugänglich, kann der Schaden aufgenommen werden, können Aufräumarbeiten und Wiederaufbau beginnen, kann man anfangen, die Folgeschäden – hier vor allem die Bodenverunreinigungen – abzuschätzen. Die Folgen der Luftbelastung sind noch nicht abzusehen.

8 Bildtafeln

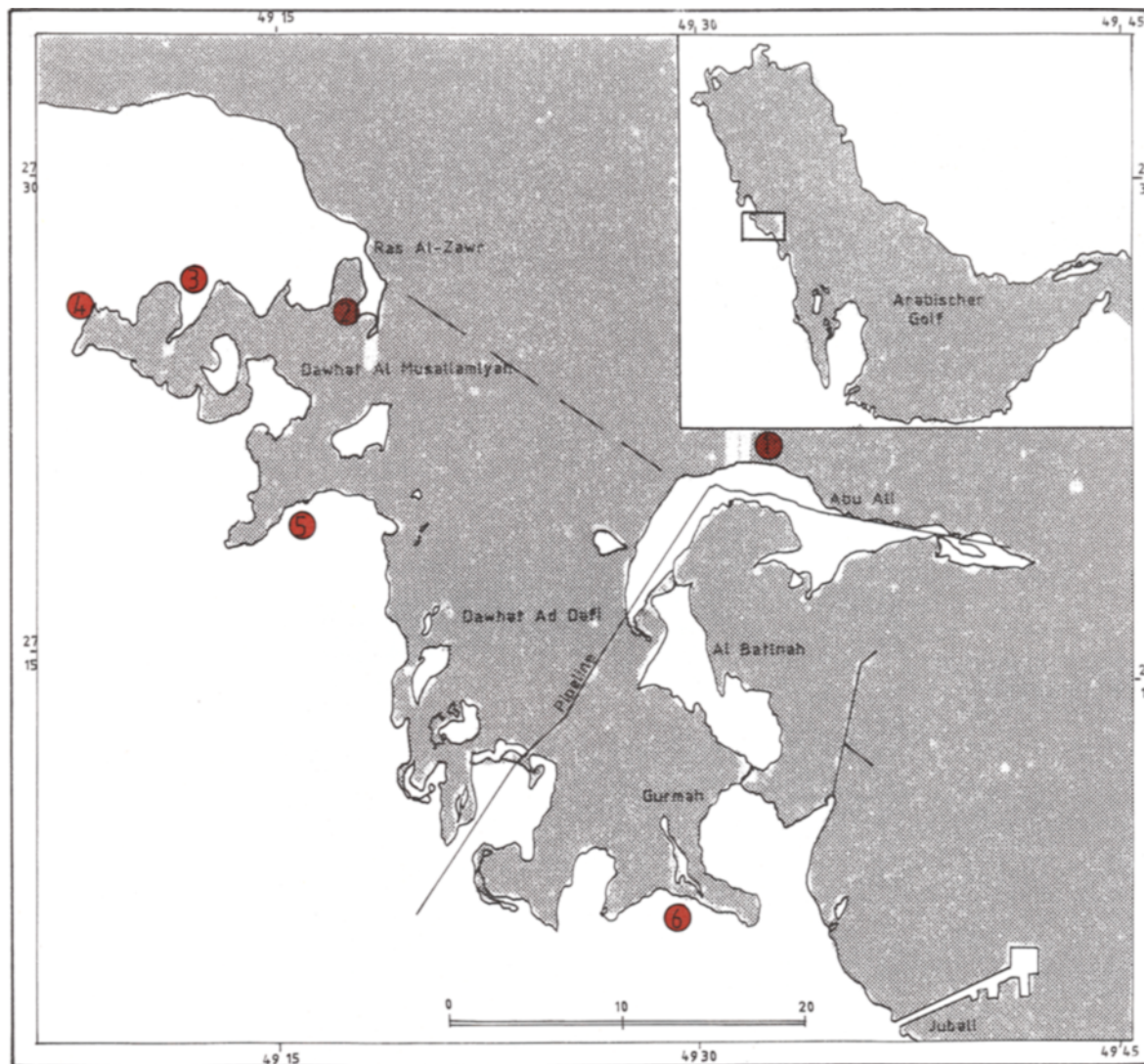


Abb. 1: Das am stärksten geschädigte Buchtensystem von Musallamiya und Dafi an der Saudi-Arabischen Golfküste. Die unterbrochene Linie zeigt die ungefähre Grenze des Sanierungs- und Entwicklungsgebiets des EG-Vorhabens.



Abb. 2: Haupt-Ölentnahmestelle nahe dem Süden der Bucht von Dafi. Blick von Westen über die Entnahmestation, die schwimmenden Ölsperren und die Mangroveninsel Gurmah (Station 6 von Abb. 1).



Abb. 3: Eines der Zwischenlager für abgeschöpftes Öl. Am linken Rand des Pools sind zwei Tankwagen zu erkennen, die Öl zum Transport in die Raffinerie entnehmen.



Abb. 4: Die Verölung dieses Strandes ist von einer hellen Sandschicht überdeckt. In der Sonnenhitze quillt flüssiges Öl auf (Station 1 von Abb. 1).



Abb. 5: Die zahllosen Löcher der kleinen Strandkrabbe *Scopimera crabricauda* sind „tot“, sonst wäre um die Löcher herum frisches Sediment abgelagert. Damit fehlt die Biotop-prägende Bioturbationsaktivität. Das Öl verhindert Versickerung des Flutwassers, so daß an tieferen Stellen Salz auskristallisiert (Binnenstrand der Station 2 von Abb. 1).



Abb. 6: Über dem ölschmutzten und braun gefärbten Sand des intertidalen Binnenstrandes der Station 2 (→ Abb. 1) liegt eine teer- bis asphaltartige Haut, die den Austausch zwischen Sediment und Wasser/Atmosphäre verhindert.

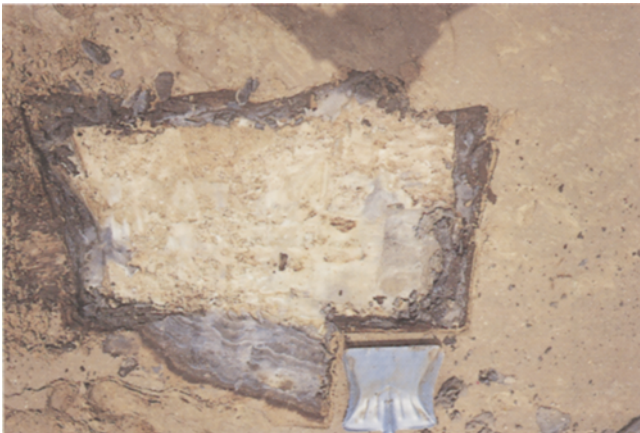


Abb. 7: Unter einer dünnen Sanddecke ist dieser intertidale Strand (Station 3 von Abb. 1) 3 bis 5 cm tief verölt. Unter der verölten Grobsandschicht folgt eine Ton-Feinsand-Schicht, die weiteres Eindringen des Öls verhindert hatte.



Abb. 8: Bei Station 5 (→ Abb. 1) ist der ca. 300 m breite intertidale Strand auf unabsehbare Länge extrem schwer verölt. Im Mittelgrund sind Lachen flüssigen Öls erkennbar.



Abb. 9: Mangrovenbestand der Insel Gurmah (Station 6 von Abb. 1). Die Markierung teilt ein manuell gereinigtes Testareal der Universität Dhahran ab. Links vorne erkennt man die Luftwurzeln, die möglicherweise Ort der Öl-Schadwirkung sind. Die Fläche fällt bei Niedrigwasser trocken.



Abb. 10: Landzunge zwischen Golf (hinten) und einer Bucht bei Tanajib, ca. 50 km nördlich von Musallamiya. Aufnahme aus ca. 300 m Höhe. Die momentane Wasserlinie verläuft etwa waagrecht in der Mitte des Bildes. Das *Salicornia*-Marschland auf der Landzunge und das Intertidal sind ausgedehnt verölt. Abgesehen von Spuren (erkennbar als graue Schleier) schwimmt das Öl mit dem Tidewasser nicht auf.