



Quarks & Co Das Ende des Erdöls

Autoren: Jakob Kneser, Katrin Krieft, Michael Ringelsiep, Martin Rosenberg, Tilman Wolff, Stephan Witschas, Sarah Zierul
Redaktion: Claudia Heiss

Erdöl ist aus unserer Industriegesellschaft nicht mehr wegzudenken. Doch der Rohstoff geht zu Ende. Wann genau, darüber streiten die Experten. Wenn die Erdöl-Ressourcen versiegen, fällt nicht nur der Lieferant für Heizöl und Kraftstoff weg, sondern auch der Rohstoff für unzählige Produkte des alltäglichen Lebens.

Erdöl ist in nahezu allen Kunststoffprodukten enthalten: Möbel, Elektrogeräte, Büroartikel, Verpackungen, Farben, Düngemittel, Kleidung, Kosmetika und selbst Medikamente könnten nicht ohne Erdöl produziert werden. Wie würde eine Welt ohne Erdöl aussehen? Gibt es Alternativen? Wie erfolgversprechend sind neue, unerschlossene Ölquellen, beispielsweise in der Tiefsee? Und in wie weit bestimmen Händler an der Börse und Investoren den Preis des Öls?

Quarks & Co geht diesen Fragen nach und zeigt am Beispiel der Arktis, dass der Wettlauf um den kostbaren Rohstoff bereits begonnen hat.

Knappe Ressourcen, hoher Gewinn

Wer macht das Öl so teuer?



An der New Yorker Börse NYMEX, der New York Mercantile Exchange, wird der Preis fürs Öl ausgehandelt

Die Preisentwicklung beim Öl scheint unaufhaltsam zu sein. Experten schließen einen Rohölpreis von 150 bis 200 US-Dollar für das Barrel Rohöl (159 Liter) noch in diesem Jahr nicht mehr aus. Als Erklärung für den hohen Ölpreis wird meist die wachsende Nachfrage nach dem Rohstoff in China und Indien genannt. Dem steht ein nachlassendes Angebot gegenüber. Einige Experten meinen, dass die Produktionsspitze beim Erdöl überschritten ist, und dass nur noch begrenzte Reserven zur Verfügung stehen, die bald versiegen werden. Sie nennen das **Peak Oil**. Zudem können politische Krisen und Naturkatastrophen kurzfristige Lieferengpässe verursachen und so den Preis des Öls beeinflussen. Aber reicht das alles aus, den derzeitigen Höchststand beim Ölpreis zu erklären? Schließlich sind die Öl-Lager voll und es herrscht derzeit keine Knappheit auf den Öl-Märkten.

Peak Oil

Der Punkt, an dem die höchste Ölfördermenge erreicht wird und nach dem die Produktion nie wieder dasselbe Niveau erreicht (Produktionsspitze) und danach abnimmt, wird "Peak Oil" genannt. Die Pessimisten unter den Fachleuten haben vermutet, dass das Jahr 2000 bereits Peak Oil war, optimistischere Schätzungen glaubten, es wäre 2005 soweit. Heute sagen einige Experten, 2009 oder 2011 sei der Punkt erreicht, an dem uns langsam aber sicher das billige Öl ausgeht.

Wo der Preis fürs Öl gemacht wird



Seit 1861 hat sich der Preis fürs Öl bis in die 1970er Jahre kaum verändert. Erst da steigt der Preis an

Die Warenterminbörse von New York, die New York Mercantile Exchange (NYMEX), ist einer von fünf Handelsplätzen fürs Öl weltweit. Gehandelt werden sogenannte Futures – das sind Öl-Lieferverträge, in denen Käufer und Verkäufer einen Preis fürs Barrel Öl vereinbaren, lange bevor das Öl überhaupt gefördert wird. Mit diesen Warentermingeschäften will man sich absichern gegen allzu große Preisschwankungen bei den Rohstoffen: Der Käufer weiß schon lange vorher, wieviel er zahlen muss, und der Verkäufer weiß, welchen Preis er bekommen wird. Beim Abschluss eines solchen Öl-Liefervertrages ist nur eine Anzahlung fällig, den zuvor ausgehandelten Preis muss der Käufer erst bei Lieferung zahlen. Der Vertrag regelt dabei alle Bedingungen der Lieferung: wann geliefert wird (Termin), was geliefert wird (Sorte des Öls) und was dafür bezahlt werden muss (Preis). Zwar wurde dieses Handelssystem geschaffen, um mehr Preis-Sicherheit zwischen Öl-Produzenten und Öl-Konsumenten, also beispielsweise Raffinerien, herzustellen. Doch in diesem System lässt sich auch gut auf einen steigenden oder fallenden Ölpreis spekulieren.

Die Akteure auf dem Markt

Auf den Ölmärkten der Welt feilschen verschiedene Akteure mit gänzlich unterschiedlichen Interessen um den Preis fürs Öl. Die Anbieter wollen verständlicherweise einen möglichst hohen Preis erzielen. Das sind Firmen, die selbst Öl fördern, aber vor allem die Staaten, die eigenes Öl vermarkten können. Ihnen gegenüber stehen Verbraucher, die selbst Öl weiterverarbeiten und einen möglichst niedrigen Preis bezahlen wollen – beispielsweise Raffinerien, die chemische

Industrie, aber auch Fluggesellschaften, die einen hohen Kerosinverbrauch haben. Die Händler selber sind weniger an einem hohen Preis interessiert, sondern an hohen Preisschwankungen. Denn bei diesen Schwankungen können sie gute Geschäfte machen. Schließlich sind noch Anleger auf dem Markt, die auf einen steigenden Ölpreis spekulieren. Das sind beispielsweise Hedgefonds, Investoren, aber auch Banken und Pensionsfonds, die das Geld ihrer Kunden gewinnbringend im Ölmarkt anlegen wollen.

Wer am Ende den Preis zahlt



Eugen Weinberg ist Ölanalyst und beobachtet die weltweiten Ölmärkte für die Frankfurter Commerzbank

Der Frankfurter Öl-Analyst Eugen Weinberg schätzt, dass vom derzeitigen Ölpreis von circa 120 US-Dollar pro Barrel etwa 20 bis 30 Dollar auf die Spekulationsgeschäfte der Anleger, Investoren und Hedgefonds zurückzuführen sind. Das heißt, dass bis zu 25 Prozent des Ölpreises, den alle zahlen müssen, durch Spekulation entstehen. Das könnte, wie der Analyst meint, aber auch noch mehr werden, weil immer mehr Anleger ihr Geld in Öl investieren und sich durch Börsenspekulationen große Gewinne erhoffen. Als Auslöser für diesen Effekt wird unter anderem die weltweite Hypotheken- und Finanzkrise gesehen. Seit diese Märkte in 2007 und 2008 zusammengebrochen sind, suchen Fonds und Investment-Banken sich einen neuen Ort, um das Geld ihrer Kunden schnell zu vermehren und sie fanden die Rohstoffmärkte und das Öl. Je mehr Investorengeld dabei auf den Ölmarkt strömt, desto teurer wird das Öl. Und genau darauf spekulieren auch die Investoren und kaufen Öl am Warenterminmarkt, um es später weiterzuverkaufen, da sie es ja nicht selbst brauchen. Irgendwann in nicht allzu ferner Zukunft, sagt der Ölanalyst Eugen Weinberg, wird sich zeigen, ob die Öl-Verbraucher bereit sind, den hohen Ölpreis, der auch durch die Börsenspekulationen entsteht, mitzutragen. Dann könnte auch die gerade entstehende Blase auf dem Ölmarkt platzen und die Preise wieder nach unten gehen. Ganz preiswert wird das Öl aber nie mehr werden.

Autor: Tilman Wolff

Ein Liter Rohöl geht auf Reisen

Von der Quelle bis zur Raffinerie steigt der Ölpreis um ein Vielfaches



Öl-Aufbereitungsanlage in Al-Ahmadi/
Kuwait

Rechte: SWR

Die Reise unseres Liters Rohöl beginnt in Kuwait. Hier fördern Mitarbeiter der staatlichen kuwaitischen Ölgesellschaft täglich 1,8 Millionen Barrel Rohöl – eine Großtanker-Ladung von 285 Millionen Litern. Öl in Kuwait ist leicht zu fördern. Denn die Schwerkraft des Wassers, das unterirdisch auf der Ölschicht liegt, drückt jeden einzelnen Liter in Pipelines – dafür brauchen die Kuwaiter noch nicht mal Bohrtürme.

Wir begleiten einen Liter Rohöl von der Quelle in Kuwait bis nach Deutschland – auf einer 10.000 Kilometer langen Reise und wir verfolgen dabei die Preissteigerung, die unser Liter auf dieser Reise erfährt. Sein Wert in Kuwait: Nicht einmal ein halber Cent, genau 0,4 Euro-Cent. So viel kostet es, einen Liter Rohöl zu fördern. Bis zur Raffinerie in Gelsenkirchen wird sich der Preis um das 115-fache erhöhen. Die Transportkosten sind dafür aber nicht der einzige Grund.

Der Liter Öl geht an Bord



Schwimmende Pipelines: In diesen
Leitungen wird das Öl an Bord
gepumpt

Rechte: SWR

Im Hafen von Al Ahmadi wird das Öl in einem Pipeline-Netz aufbereitet. Das ausgeklügelte System trennt Wasser vom Öl. Denn Wasser würde unseren Liter verunreinigen. Eine der vielen Leitungen zweigt Gas ab, das im Öl eingeschlossen ist und leitet es in Tanks oder direkt zu einer Gasfackel. Das alles passiert fast vollautomatisch. Gereinigt verschwindet das braune, stinkende Öl in einer der Pipelines und fließt weiter, bis zum Schiff: Unser Liter Öl fließt in die Al Shuadaa – 322 Meter lang, 56 Meter breit, mit einem Tiefgang von 21 Metern. Direkt an der Küste kann der Tanker allerdings nicht voll betankt werden. Er würde auf Grund laufen. Also wird ein Großteil des Rohöls über schwimmende Pipelines an Bord befördert. Und genau da passiert es: In dem Moment, in dem das Öl den Tanker erreicht, klettert der Preis des Liters auf 44,3 Cent! Die Fracht wird plötzlich um das 111-fache teurer, aber warum? An diesem enormen Preissprung verdienen viele: in erster Linie die Verkäufer, also die Kuwaiter. Aber auch die Händler und. Zwischenhändler an den Börsen streichen Gewinne ein, sie spekulieren mit Öl. Auch die Mineralölkonzerne wollen ein gutes Geschäft machen. Fakt ist: Monate vor der Förderung hatte am 9. März 2008 ein Händler eines Mineralölkonzerns unseren Liter Öl an der New Yorker Börse gekauft – ein sogenanntes „Termingeschäft“. Für eine Öllieferung, die erst zwei Monate später zustande kommt, wurde bereits im Vorfeld ein Preis ausgehandelt. Der liegt bei 109 US-Dollar für das Barrel. Das macht umgerechnet genau 44,3 Cent pro Liter. Natürlich verursacht auch der Tanker Kosten. 2,5 Millionen US-Dollar kostet die Chartergebühr – das ist umgerechnet ein halber Cent pro Liter Öl. Der Preis von unserem Liter Öl steigt auf 44,8 Cent.

Der Liter Öl auf hoher See



So voll beladen würde der Tanker im
Suezkanal auf Grund laufen

Rechte: SWR

Die Reise der Al Shuadaa führt am Persischen Golf und an Krisengebieten in Richtung Arabisches und Rotes Meer. Nach 5.500 Kilometern erreicht das Schiff unbeschadet den Suezkanal. Das Öl im Bauch des Tankers ist fast 14 Tage hin und her geschwappt. Der Preis unseres Liters war in dieser Zeit den Nachrichten und Gerüchten der Welt und den damit verbundenen Preisspekulationen ausgesetzt. Er hat sich aber trotzdem nicht verändert.

Der Liter Öl am Suezkanal



Die Ruhr-Öl-Raffinerie in Gelsenkirchen
verarbeitet das Rohöl weiter

Rechte: SWR

Die Al Shuadaa erreicht 5500 Kilometer nach ihrem Start den Suezkanal. Etwa 200 Kilometer ist der lang, aber nur knapp 20 Meter tief. Der Tanker würde – voll beladen wie er ist – auf Grund laufen. Deshalb muss ein Großteil des Öls einen anderen Weg nehmen: Auch unser Liter wird aus dem Tanker gepumpt, um parallel zum Kanal über eine Pipeline zu fließen. Ein finanzieller Aufwand, der sich lohnt, denn der Suezkanal ist die kürzeste und wichtigste Route von den arabischen Ländern nach Europa. Trotzdem wird unser Liter Öl jetzt wieder teurer – um einen halben Cent. So viel kostet die Reise von Suez nach Port Said: Der Tanker zahlt Gebühren im Suezkanal und für das Öl werden Pipeline-Gebühren fällig. Drei Tage brauchen Schiff und Öl bis Port Said. Am Mittelmeeresende des Kanals nimmt die Besatzung das Öl wieder an Bord. Der Preis unseres Liters ist mittlerweile bei 45,3 Cent angelangt. Im Mittelmeer nimmt die Al Shuadaa Kurs in Richtung Gibraltar. Noch etwa 4.000 Kilometer Seeweg hat der Liter vor sich.

Der Liter Öl am Ziel

Unser Liter Öl ist in Rotterdam angekommen. Für das Schiff im Hafen werden 0,1 Cent Gebühr pro Liter veranschlagt. Am Ende der Schiffsreise kostet unser Liter Öl also 45,4 Cent. In Rotterdam lagert der Liter jetzt mit einem Großteil der gesamten Rohölvorräte Europas. 32 Tage Reise liegen hinter ihm. Aber das Ziel ist noch nicht ganz erreicht. Die Rotterdam-Rhein-Pipeline ist die letzte Zwischenstation. Pipeline-Gebühren gibt es auch hier. Als das Öl schließlich Anfang Mai 2008 in der Raffinerie in Gelsenkirchen ankommt, hat unser Liter seinen Preis ver-115-facht: von 0,4 Cent auf 46 Cent pro Liter Rohöl. An der Tankstelle klettert der Benzinpreis zeitgleich auf 1,48 Euro.

Autor: Stephan Witschas, Mitarbeit Reiner Luyken

Erdöl aus der Tiefsee

Konzerne erobern den Meeresboden



85 Milliarden Barrel Öl sollen in der Tiefsee vor Westafrika liegen

In Angola in Westafrika, einem der ärmsten Länder der Welt, herrscht Goldgräberstimmung. Immer mehr Ölkonzerne siedeln sich hier an. Einer der ersten war das französische Unternehmen Total. Was die Ölkonzerne anlockt, liegt nicht an Land, sondern weit vor der Küste Angolas. In über tausend Meter Tiefe im Atlantik haben sie riesige Erdölfelder entdeckt: 85 Milliarden Barrel vermuten sie vor der Küste Westafrikas – genug, um Deutschland 85 Jahre mit Öl zu versorgen. Doch noch vor zehn Jahren galt die Tiefsee als unerschließbar – zu tiefes Wasser, zu teure Technik, hieß es. Inzwischen scheinen sich die Milliardeninvestitionen zu lohnen. 2001 nimmt Total vor Angola das größte Förderschiff der Welt in Betrieb – mit finanzieller Beteiligung der Ölkonzerne Esso, BP und Statoil, die ebenfalls auf Gewinne aus der Tiefsee hoffen. 2006 leisten sich die Tiefsee-Pioniere ein zweites Schiff, so groß wie drei Fußballfelder. Die Menschen, die hier arbeiten, müssen eingeflogen werden und bleiben bis zu zwei Monate an Bord.

Tiefsee

In der Ölbranche gelten Wassertiefen ab 500 Metern als „Deep Offshore“, ab 1.500 Metern als „Ultradeep Offshore“. Derzeit werden Ölfelder in bis zu 3.000 Metern erforscht. Zum Vergleich: Ölplattformen in der Nordsee stehen in etwa 70 Metern Wassertiefe. Das Öl in der Tiefsee hat sich über Jahrmillionen durch Ablagerungen gebildet, die große Flüsse ins Meer gespült haben. Lukrative Tiefsee-Ölfördergebiete liegen deshalb nicht nur vor der Mündung des Kongo in Westafrika, sondern auch vor dem Mississippi im Golf von Mexiko und dem Amazonas im Atlantik vor Brasilien. Die Ölbranche ist die erste, die die Tiefsee erschließt. Für Metalle wie Kupfer oder Gold werden derzeit ebenfalls die Möglichkeiten des Tiefseebergbaus erkundet.

Förderschiff

Für die Tiefsee wurden neuartige Förderschiffe entwickelt, auf denen 150 Menschen arbeiten und die mit bis zu sechzehn Ankern am Ort gehalten werden. Im Bauch des Schiffes finden bis zu zwei Milliarden Barrel Öl Platz, so viel wie die Ladung eines Supertankers. Die in der Branche FPSO genannten Förderschiffe (FPSO steht für „Floating Production Storage and Offloading vessel“) sind über kilometerlange Pipelines und biegsame Leitungen mit den am Meeresboden installierten Förderköpfen verbunden. Bohrungen und Arbeiten am Meeresgrund finden von eigens dafür ausgerüsteten, kleineren Schiffen aus statt. Mithilfe dieser Bohr- und Arbeitsschiffe können mehrere Ölfelder an das Förderschiff angeschlossen werden.

Öl aus 2.400 Metern Tiefe



Mit Rohren und Leitungen fördert Total Öl in über 1400 Metern Meerestiefe – noch vor zehn Jahren galt das als technisch unmöglich

Wie schwierig die Ölförderung aus der Tiefsee ist, lässt sich an Deck des Förderschiffs kaum erkennen: Der Laie erkennt nur Rohren und Stahlbehältern. In ihnen wird der Ölschlamm aus dem Meeresboden von Gas, Sand und Wasser gereinigt und in den riesigen Bauch des Schiffes gepumpt. Als Betreiber der Anlagen fördert Total in Angola täglich über 70 Millionen Liter Öl aus der Tiefsee – vollautomatisch. Von einem Kontrollraum aus steuern und überwachen eine Handvoll Angestellte Hunderte von Pumpen und Ventile.

Was unter Wasser geschieht, zeigen ihnen nur Sensoren und Kameras. Die Bilder sehen aus wie aus einer anderen Welt. Nie zuvor wurde Öl in so tiefem Wasser gefördert. Mit jedem Meter nach unten steigt der Druck und sinkt die Temperatur. Auf 1.400 Meter mussten die Rohre und Leitungen hinab – dort sind sie verbunden mit Förderköpfen, deren Rohre weitere 1.000 Meter tief unter den Meeresboden reichen. Dorthin, wo unter dichten Gesteinschichten die Ölfelder liegen.

Meeresboden voller Pipelines

Nur Roboter können in diesen Tiefen arbeiten. Vom Schiff aus steuern die Mitarbeiter die Greifarme, um Rohre zu installieren und Anlagen zu warten. Der Meeresboden vor Angola ist mit Förderköpfen und Ölleitungen übersät. Über 150 km Pipelines sollen die Tiefsee durchlaufen – auf einer Fläche so groß wie die Stadt Düsseldorf. Durch biegsame Leitungen steigt das Öl mehr als 1300 Meter hoch zum Förderschiff an der Wasseroberfläche. Doch bei aller technischen Meisterleistung: Die Tiefsee ist kaum erforscht und das Meer oft unberechenbar – für die Ölpioniere ein ständiges Risiko. Französische Meeresforscher, die den Tiefseeboden rund um die Bohrköpfe von Total untersucht haben, stießen zudem auf bis dahin unbekannte, empfindliche Ökosysteme. Ein Riss in einer Leitung, ein leckes Ventil – die Folge wäre eine Ölkatastrophe, mit Schäden für die Umwelt und für Total. Insgesamt 150 Mitarbeiter überwachen auf dem Förderschiff deshalb ständig die Sicherheit und die Abläufe. Und sie kontrollieren täglich das wertvolle Öl – seine Qualität ist fast so gut wie die der Standardsorte Brent aus der Nordsee.

Angola wird OPEC-Mitglied



Die Einnahmen aus dem Ölgeschäft könnten für das kriegsgeschundene Angola eine echte Chance sein

Alle vier Tage wird das geförderte Öl auf See abgeholt. Angola ist eine der wichtigsten neuen Anlaufstellen für die Supertanker, die die Meere kreuzen. Über lange Schläuche pumpen die Mitarbeiter von Total ihre Fracht an Bord des Tankers. Das heikle Manöver spart Zeit und lange Umwege über Pipelines und Häfen. Das meiste Öl aus Angola geht auf dem Schiffsweg nach China und in die USA. Die Amerikaner beziehen inzwischen mehr Öl aus Angola als aus Kuwait. Und Total und andere Ölkonzerne planen bereits die nächsten Förderschiffe in der Tiefsee vor Westafrika.

Das Öl aus der Tiefsee sorgt auch an Land für Aufbruchstimmung. Angola ist seit 2007 das jüngste Mitglied der OPEC, der Organisation Erdöl produzierender und exportierender Länder. Die Wirtschaft wächst mit bis zu 20 Prozent im Jahr – dank dem Öl aus der Tiefsee. Nach jahrzehntelangem Bürgerkrieg könnte der neue Reichtum für das Land eine echte Chance sein, sofern die Regierung die Öleinnahmen auch in Bildung und Infrastruktur investiert. Dann hätte sich das Projekt „Tiefsee“ doppelt gelohnt – für die Ölonternehmen und für die Angolaner.

Autorin: Sarah Zierul

Der kalte Krieg ums Öl

Die Arktis taut und löst ein Wettrennen um ihre Bodenschätze aus



Die Arktis wird zugänglich – die polare Eiskappe ist nur noch halb so groß wie vor 50 Jahren

Rechte: SWR

Im August 2007 rammen die Russen im Arktischen Ozean in 4261 Metern Tiefe ihre Flagge in den Meeresboden. Stolz präsentieren sie die Bilder der Weltöffentlichkeit. Sie wollen zeigen, dass ihnen der größte Teil der Arktis gehört und damit natürlich auch ihre Bodenschätze. Eine amerikanische Studie geht davon aus, dass in der von den Russen beanspruchten Region bis zu 10 Milliarden Tonnen Öl und Gas liegen, also etwa ein Viertel der weltweiten Öl- und Gasressourcen. Die Ölindustrie will an diese Schätze herankommen. Und die Umstände sprechen dafür, dass dies auch gelingen könnte: Durch den Klimawandel schmelzen die Polarkappen und lassen die Region zugänglicher werden. Durch den hohen Ölpreis lohnt es sich immer mehr mit teurer moderner Fördertechnik in immer größere Tiefen vorzudringen. Durch seine Aktion beansprucht Russland den Nordpol für sich und fordert neue Grenzen. Kanada, Dänemark, die USA und Norwegen reagieren empört und lehnen die Forderung ab.

Der Festlandsockel unter Wasser regelt die Grenze



Der Lomonosow-Rücken: Wer ihn besitzt, kontrolliert den Nordpol

Die Fahnenaktion der Russen gefällt den anderen Arktis-Anrainern Kanada, USA, Dänemark und Norwegen gar nicht. Sie erheben ebenfalls Gebietsansprüche. Anders als die Antarktis ist die Nordpolregion nicht vertraglich geschützt. In dem Eismeer gilt das internationale Seerecht. Es regelt auch die Gebietsansprüche. Vom Festland aus gemessen, kann eine Nation 200 Meilen (etwa 370 Kilometer) Richtung offene See für sich beanspruchen und somit wirtschaftlich nutzen. Dieses Gebiet kann aber auch noch ausgedehnt werden, wenn ein Land nachweist, dass sich sein Festlandsockel im Meer weiter fortsetzt. Russische Geologen behaupten nun, dass der Lomonosow-Rücken – ein 1.800 Kilometer langer Gebirgszug unter Wasser – Teil des sibirischen Festlands ist. Und sie schlussfolgern daraus, dass der Nordpol zu Russland gehört.

Das internationale Seerecht

Der internationale Vertrag wird auch UN-Seerechtskonvention genannt. Er regelt das Recht auf dem Meer und ist das Gesetzbuch für die Ozeane. 155 Staaten haben ihn bislang unterzeichnet, darunter auch Deutschland. Es gibt beim Seerecht drei Rechtszonen:

Die 12-Seemeilen-Zone

Sie gehört zum Staatsgebiet. Das jeweilige Land muss zivilen Schiffen die friedliche Durchfahrt erlauben.

Die 24-Seemeilen-Zone

In diesem Bereich gilt noch das Hoheitsrecht des jeweiligen Landes, wie zum Beispiel die Zoll- und Einwanderungsbestimmungen.

Die 200-Seemeilen-Zone

In dieser Wirtschaftzone dürfen Staaten alle Schätze des Meeres und Bodens nutzen. Sie erweitert sich um 150 Seemeilen, wenn sich der Festlandsockel weiter als 200 Seemeilen ins Meer erstreckt.

Kanada rüstet auf



Gesteinsproben sollen klären, wem der

Lomonossow-Rücken gehört

Rechte: IODP/Marum

Die Dänen sehen das anders. Sie gehen davon aus, dass der Lomonossow-Rücken ein Fortsatz Grönlands ist. Die Insel steht seit 1814 unter dänischer Verwaltung. Es gibt aber auch eine dritte Möglichkeit. Es ist aber durchaus auch denkbar, dass sich der Gebirgszug durch die Bewegung der Kontinentalplatten vom Festland gelöst hat und somit keinem gehört. Den Streit um den Nordpol beobachten Kanada, die USA und Norwegen mit großer Sorge. Sie befürchten, dass der Konflikt auch militärisch eskalieren könnte. Die kanadische Regierung kündigte bereits an, einen neuen Polarhafen zu bauen und will bis zu acht polartaugliche Kriegsschiffe kaufen – eine Investition von umgerechnet mehr als 4 Milliarden Euro. Vor allem die Russen wollen die Kanadier mit ihrer Fahnenaktion abschrecken.

Das letzte Wort hat die UN

Entschieden wird der Streit von den Vereinten Nationen. Schon 2001 hatte Russland dort vorsorglich seine Besitzansprüche auf die Arktis angemeldet. Zurzeit werden die Grenzen noch durch die Genfer **Kommission zur Begrenzung des Festlandssockels (CLCS)** von 1958 bestimmt. Russland fordert, dass der alte Vertrag geändert wird und der Nordpol ihnen zugesprochen wird. Wissenschaftler und Geologen sind jetzt gefragt. Die UN verlangt vor einer Änderung von den Anrainern eindeutige wissenschaftliche Beweise, dass ihr Festlandssockel tatsächlich bis zum Pol reicht. Bis dahin gilt die Region als internationales Gewässer, das von der internationalen Meeresbehörde in Kingston, Jamaika, verwaltet wird.

Kommission zur Begrenzung des Festlandssockels (CLCS)

Die Festlandssockel-Kommission besteht aus 21 Geologen und Hydrologen, die für fünf Jahre von der Versammlung der Vertragsstaaten gewählt werden. Sie prüfen, ob die Anträge auf Anerkennung eines Festlandssockels wissenschaftlich belegt sind. Im Falle der Arktis hat Russland bereits 2001 einen solchen Antrag eingereicht. Kanada, Dänemark und Norwegen haben angekündigt, ihre Anträge nachzureichen. Nach der Prüfung aller Unterlagen wird die Kommission eine Empfehlung abgeben. Entscheiden muss dann die UN. Wird man sich nicht einig, bleiben drei Wege: Die Staaten ziehen vor das Internationale Seegericht in Hamburg, vor den Internationalen Gerichtshof in Den Haag oder vor ein von ihnen aufgestelltes Schiedsgericht.

Autor: Michael Ringelsiep

Macht Erdöl gesund?

Viele Medikamente werden mit Erdöl hergestellt



Salben, die direkt in der Apotheke hergestellt werden, enthalten fast immer Erdöl

Dass Erdölbestandteile außer im Tank, im Heizkessel oder in Kunststoff auch in Medikamenten enthalten sind, weiß kaum jemand. Dabei müsste sich die pharmazeutische Industrie ganz schön etwas einfallen lassen, wenn sie auf Erdöl verzichten wollte. Zwar verbraucht die chemische Industrie nur zehn Prozent des gesamten Erdöls, aber immerhin 85 bis 90 Prozent aller Chemikalien werden aus Erdöl gewonnen. Und das gilt auch für die pharmazeutische Industrie.

Rund 50.000 **Fertigarzneimittel** gibt es – mit etwa 3.000 Wirkstoffen. Hier herauszufinden, welche Stoffe aus Erdöl hergestellt werden, ist selbst für einen Apotheker nicht ganz einfach. Denn es gilt zwar eine Kennzeichnungspflicht für alle Bestandteile der Tablette, die ursprünglichen Roh-Chemikalien, aus denen diese gewonnen wurden, muss man aber nicht kennzeichnen. Dabei ist der Weg vom Erdöl zum Wirkstoff oft gar nicht so weit.

Fertigarzneimittel

Fertigarzneimittel sind laut Arzneimittelgesetz industriell gefertigte Medikamente, die in einer zur Abgabe an den Verbraucher bestimmten Verpackung in den Verkehr gebracht werden – also quasi alle Salben, Tabletten und Tinkturen, die wir in der Apotheke fertig kaufen können. Im Gegensatz hierzu werden Rezeptur-Arzneimittel für den Patienten individuell in der Apotheke vor Ort zusammengestellt – etwa Salben, die der Apotheker nach Angaben des Rezeptes anrührt.

Wie aus Erdöl Nasentropfen werden

Viele Wirkstoffe werden tatsächlich aus Erdölprodukten hergestellt. So zum Beispiel Xylometazolin, das in Nasentropfen enthalten ist und das Abschwellen der Schleimhäute fördert. Über sechs chemische Schritte wird aus Naphtha, einem Erdölbestandteil, der Wirkstoff hergestellt. Ein weiteres Beispiel: Ibuprofen, eines der meistverkauften rezeptfreien Schmerzmittel, wird aus dem Gas Propen und der Flüssigkeit Toluol hergestellt. Und diese sind wiederum in Naphtha enthalten.

Noch extremer ist es bei den Trägerstoffen, insbesondere für die Nicht-Fertigarzneimittel, die in der Apotheke vor Ort zusammengerührt werden. Hier sind fast in jeder Zubereitung Erdölbestandteile im Spiel: Isopropanol bei Tinkturen, Vaseline bei Salben und Paraffin bei Augentropfen und -cremes.

Erdöl ist überall



In den Labors der Chemikonzerne werden Hilfs- und Wirkstoffe aus Erdöl hergestellt

Neben den Wirkstoffen enthalten Medikamente auch viele sogenannte Hilfsstoffe. Rund 3,6 Milliarden Euro werden jährlich mit Hilfsstoffen für die Pharmaindustrie umgesetzt. Das sind Zusätze, die zum Beispiel das Auflösen der Brausetablette fördern oder im Herstellungsprozess der Tablette benötigt werden. Die chemische Industrie bietet den Pharmaherstellern eine ganze Palette von Hilfsstoffen an. Schon eine einfache Kopfschmerztablette kann mehrere solcher Hilfsstoffe enthalten: Tablettengrundstoffe, Bindemittel und Sprengmittel, die für den schnellen Zerfall der Tablette und damit die rasche Freisetzung des Wirkstoffs sorgen. Auch der glatte Überzug vieler sogenannter Dragees besteht aus Erdölbestandteilen – aus sogenannten **Polymere**.

Polymere

Polymere sind Moleküle, die aus mehreren gleichen, verzweigten Molekülen oder Molekülketten aufgebaut sind. Der Begriff setzt sich aus den griechischen Worten poly für viel und meros für Teil zusammen. Die meisten Kunststoffe sind Polymere.

Diese Überzüge sorgen für einen besseren Geschmack, eine verzögerte Freisetzung des Wirkstoffs oder eine leichtere Einnahme. Früher wurden Tabletten meist mit Zuckerlösungen drapiert – meist eine tagelange Prozedur, denn der Überzug ist aus etwa 500 Schichten aufgebaut. Mithilfe der aus Erdöl gewonnenen Polymere dauert das Beschichten nur noch wenige Stunden.

Suche nach Alternativen

Erdöl wird immer knapper – deshalb suchen Forscher fieberhaft nach erdölfreien Alternativen für die Pharmaindustrie. Biotechnologie heißt das Zauberwort. Pilze und Bakterien sollen künftig die Grundstoffe zur Medikamentenherstellung liefern. Einige Chemieunternehmen haben bereits einzelne Verfahren erfolgreich auf **Biotechnik** umgestellt und dabei beachtliche Erfolge erzielt. Der Chemiekonzern BASF zum Beispiel nutzt bereits seit 15 Jahren den Pilz *Ashbya gossypii* zur Produktion von Vitamin B2: Der Pilz wandelt Pflanzenöl in einem Schritt in das Vitamin um. Bis 1990 stellte BASF das Vitamin in einem komplexen, mehrstufigen, petrochemischen Prozess her – also mithilfe von Erdöl. Die chemische Synthese war komplizierter, verursachte 30 Prozent mehr Kohlendioxid, 95 Prozent mehr Abfall und 40 Prozent mehr Kosten als die Biotechnik.



Ohne Erdöl gäbe es 90 Prozent dieser
Medikamente nicht

Für viele andere Medikamente ist die Erdöl-basierte Synthese hingegen der günstigere Weg. Noch. Denn mit steigenden Ölpreisen rücken auch alternative Produktionswege immer mehr in den Fokus.

Biotechnik

Mithilfe der Biotechnologie werden die Erkenntnisse aus Biologie und Biochemie technisch nutzbar gemacht. Biotechnik ist die Kurzform des Begriffs und wird meist auf kommerzielle Einrichtungen angewandt, die in diesem Bereich forschen und produzieren.

Autorin: Katrin Krief

Vom Holzabfall zur Armlehne Auf der Suche nach alternativen Kunststoffen



Auch das geht: kompostierbare CD-ROMs aus Biomasse

Erdöl bildet den Grundstoff für fast alle Kunststoffe. Als Rohmaterial macht es etwa 80 Prozent der Kunststoffkosten aus – deshalb schlagen Preisschwankungen beim Erdöl schnell auf die Preise für Kunststoffe durch. Dennoch lassen sich Kunststoffe nicht ohne Weiteres durch ‚natürliche‘ Werkstoffe wie zum Beispiel Holz, Stein oder auch Glas ersetzen, denn auf die besonderen Eigenschaften der Kunststoffe kann man heute kaum noch verzichten. Sie sind beliebig verformbar, elastisch, leicht, stabil und man kann ihnen je nach Rezeptur weitere Eigenschaften verleihen, ganz wie man sie braucht: hart oder weich, lichtundurchlässig oder transparent. Die Branche ist inzwischen besonders stark daran interessiert, Kunststoffe aus anderen Rohstoffen als aus dem immer knapper und teurer werdenden Erdöl zu produzieren.

Kunststoffe aus nachwachsenden Rohstoffen



Bioplastik: In manchen Fällen so gut, dass man es trinken kann

Es gibt aber durchaus Alternativen zum Erdöl. Zum Beispiel Biokunststoffe. So werden Kunststoffe bezeichnet, die vollständig biologisch abbaubar sind. Sie werden zum Großteil aus nachwachsenden Rohstoffen wie Stärke und Zellulose produziert, die von stärkehaltigen Pflanzen wie Mais oder Zuckerrüben stammen. Das Angebot geht von der Bioplastiktüte aus Mais über Blumentöpfe aus Kartoffelabfällen (Pommesproduktion), über Pralinenschachteln, Verpackungen für Erdbeeren oder Tomaten, Einweggeschirr, Zahnputzbecher bis hin zu der Urne aus ‚Fasal‘, einem Granulat aus Holz, Mais und biologisch abbaubaren Polymeren. Wegen der Verrottungsfähigkeit sind es vor allem kurzlebige Konsumgüter, die aus solchen Stoffen hergestellt werden.

Damit der Verbraucher Biokunststoffe von konventionellen Kunststoffen unterscheiden kann, kennzeichnen die Hersteller ihre Produkte mit dem ‚Keimling-Label‘: Es soll versichern, dass der Kunststoff, auf dem es angebracht ist, kompostierbar ist.

Rund 50.000 Tonnen Kunststoff aus nachwachsenden Rohstoffen werden derzeit jährlich in Deutschland verbraucht – bei einer Gesamtproduktion von 18 Millionen Tonnen Kunststoffen ist dies im Moment nur ein verschwindender Anteil. Je teurer jedoch das Erdöl wird, desto größer dürfte der Marktanteil der Biokunststoffe werden.

Kunststoff aus Holzabfällen



Lignin dient bisher nur als Brennstoff – kann aber mehr

Die Heilbronner Firma Tecnar setzt auf einen anderen Rohstoff, der reichlich vorhanden ist und für den es bisher kaum Verwendung gibt: Lignin. Lignin ist nach der Zellulose das zweithäufigste Polymer in der Natur. Es macht etwa 30 Prozent jedes Baumes und jeder verholzenden Pflanze aus und dient der Pflanze als Stützkorsett. Bei der Papierherstellung fällt Lignin als Abfallprodukt an. Im Papier selbst ist es unerwünscht, denn es verursacht das Vergilben des Papiers. Um sogenanntes „holzfreies“ Papier zu produzieren – was in Wirklichkeit „ligninfrei“ bedeutet – kocht man das Lignin aus dem Holz heraus. Weltweit fallen jährlich rund 50 Millionen Tonnen Lignin an, die meist nur verfeuert werden und so die Energie für die Papiermühle liefern.

Polymer

Polymere bezeichnen eine Klasse von Kunststoffen, deren Moleküle aus langen, ineinander verschlungenen Kohlenstoffketten bestehen. Diese Ketten sind wiederum aus vielen identischen Grundeinheiten zusammengesetzt, die sich stets wiederholen. Diese Grundeinheiten nennt man Monomere.

Doch aus Lignin lassen sich wertvolle Grundstoffe für die Kunststoffindustrie herstellen – verfeuern kann man es hinterher immer noch. Die Kunst besteht in der richtigen Mischung von Lignin, Zellulose, Wachsen und Harzen. Das entstehende Produkt der Firma Tecnaró, „Arboform“, ist unter Druck und bei hohen Temperaturen verformbar und behält auch nach Abkühlung die Form. Der ideale Kunststoff. Aus dem Granulat, wie es bei Tecnaró entsteht, lassen sich Produkte herstellen, die sonst aus Holz nicht herstellbar wären – und normalerweise auf Erdölbasis produziert werden müssten. Der besondere Vorteil des Granulats liegt außerdem darin, dass es ohne weitere technische Änderungen auf herkömmlichen Maschinen verarbeitet werden kann. Es kann in der Produktion gleichberechtigt neben den üblichen erdölbasierten Granulaten eingesetzt werden. Die Verwendungsmöglichkeiten sind vielfältig: Aus „Arboform“ werden zum Beispiel Lautsprecherboxen, Uhrengehäuse, Autoarmaturen, Spielwaren und Knöpfe hergestellt. Auch Computer-, Fernseh- oder Handygehäuse aus dem „flüssigem Holz“ sind möglich. Tecnaró produziert pro Jahr rund 500 Tonnen Granulat und beliefert damit Kunden in der ganzen Welt.

Kunststoffproduktion mit Biotechnologie

Eine für die Industrie sehr interessante Möglichkeit, aus nachwachsenden Rohstoffen Kunststoffe zu produzieren, besteht darin, Mikroorganismen wie Bakterien, Hefen, Pilze oder Algen zur Produktion einzusetzen. Diese kleinen Helfer verwandeln dann auf biologischem Wege Ausgangsstoffe wie Stroh, Holz, Zuckerrüben oder Mais in die für den industriellen Einsatz gewünschten Produkte. Dabei sucht man entweder die passenden Organismen aus der Natur, die ohnehin schon solche Umwandlungsprozesse in kleinem Maßstab für ihre eigenen Zwecke vornehmen, und bringt sie durch gezielte Züchtung dazu, in industriellen Dimensionen zu produzieren. Oder man baut sich die passenden Organismen durch gentechnische Manipulationen gleich selbst. Experten rechnen damit, dass in den kommenden 10 bis 20 Jahren etwa 20 Prozent der chemischen Industrie mit biotechnologischen Methoden arbeiten wird.

Die entscheidende Rolle des Kohlenstoffs

Aber auch bei der biotechnologischen Produktion werden natürliche Kohlenstofflieferanten gebraucht, vor allem Zucker. Der Vorteil der Produktion auf Kohlenstoffbasis: Die Produktion verläuft CO₂-neutral, weil nur so viel CO₂ freigesetzt wird, wie die Pflanze beim Wachsen aufgenommen hat. Der Nachteil: Egal, welche Pflanze man anbaut, um daraus Kunststoffe oder Chemikalien zu produzieren – man gerät immer in eine Konkurrenz zum Lebensmittelanbau. Und die landwirtschaftlichen Flächen sind begrenzt. Ein Ausweg könnte darin bestehen, dass man nach Pflanzenteilen sucht, die bei der Lebensmittelproduktion mit anfallen, aber nicht verwertet werden können. Auf einem Weizenfeld zum Beispiel wächst eine große Menge Biomasse, von der nur ein winziger Teil, nämlich die Körner, letztendlich als Lebensmittel Verwendung findet. Der Rest – das Stroh – ist gerade noch als Unterlage im Kuhstall zu gebrauchen. Trotzdem besteht es im Wesentlichen aus Kohlenstoffverbindungen – also genau aus den Bestandteilen, aus denen auch Erdöl aufgebaut ist. Bislang stehen die Wissenschaftler noch ganz am Anfang bei der Suche nach Möglichkeiten, diese Kohlenstoffketten aus dem organischen Material herauszubekommen.

Autor: Martin Rosenberg

Lesetipps

Peak Oil

Autor: Jeremy Leggett
Verlagsangaben: Kiepenheuer & Witsch, Köln 2006
ISBN 10: 3-462-03351-4 ISBN 13: 978-3-462-03351-9_
Sonstiges: 320 Seiten, 16,90 Euro

Jeremy Leggett zieht den Leser von der ersten Seite an in seinen Bann. Was zunächst mit einem äußerst charmanten Abriss der Erdgeschichte beginnt, wird im weiteren Verlauf zu einer fesselnden Betrachtung der Frage: Wie lange reicht das Öl denn nun noch? Geduldig beschreibt der Geologe das Problem des endlichen Rohstoffes, die Schwierigkeiten bei der Neuentdeckung und Erschließung von Lagerstätten. Leggett wagt auch einen Ausblick auf die seiner Meinung nach nahende Energiekrise. Der Autor hat selbst viele Jahre im Auftrag von Erdölkonzernen gearbeitet und kennt die Strategie der Magnaten bei der Verharmlosung des Problems. Ihm ist ein durchweg gelungenes Sachbuch geglückt.

Die Energiefalle - Rückblick auf das Erdölzeitalter

Autor: Wolfgang Gründinger
Verlagsangaben: 2006, Verlag C. H. Beck, München ISBN 978-3406540981
Sonstiges: 287 Seiten, 12,90 EUR

Für dieses Buch erhielt der Autor den Umweltpreis 2007 der Deutschen Umweltstiftung. Er belegt, warum es notwendig ist, aus der Erdölnutzung auszusteigen und warum die Entscheidungen hierfür schnell getroffen werden müssen. Er rüttelt auf und macht Mut für eine Energiewende.

Linktipps

Ein Liter Öl auf großer Fahrt

http://www.zeit.de/2004/36/oe1_36?page=1

Ein unterhaltsamer Artikel in der Zeit online über einen Liter Öl auf großer Fahrt.

Seite der Firma Total zu Tiefsee-Projekten im Golf von Guinea vor Angola

http://www.total.com/en/group/activities/upstream/exploration_production/techno_perf/deep_offshore_875.htm

Seite der Firma Chevron zu Tiefsee-Projekten im Golf von Mexiko

<http://www.chevron.com/investors/eventspresentations/deepwatergulfomexico/>

Tiefsee-Untersuchungen des französischen Meeresforschungsinstitut Ifremer vor Angola

<http://www.ifremer.fr/francais/produits/zaingo/projet.htm>

Artikel „Erdöl aus der Tiefsee“ in „Spektrum der Wissenschaft“

www.wissenschaft-online.de/artikel/835749

IODP – Integrated Ocean Drilling Program

<http://www.marum.de/iodp.html>

Ein Verbund von internationalen Wissenschafts- und Forschungseinrichtungen mit dem Ziel, die Erdstrukturen unterhalb des Meeresbodens zu erforschen.

Stoffwechselwege in Pilzen und Bakterien zur Herstellung von neuen Wirkstoffen

<http://www.bio-pro.de/de/region/freiburg/magazin/03315/index.html>

Interessanter Artikel auf dem Biotech-Portal Baden Württembergs über die Forschungsarbeit vom Prof. Michael Müller von der Universität Freiburg, der alternative, erdölunabhängige Stoffwechselwege in Pilzen und Bakterien zur Herstellung von neuen Wirkstoffen untersucht.

Homepage des Chemiekonzerns BASF

http://www.corporate.basf.com/de/stories/wipo/arznei/story.htm?id=V00-dArTOCBtubcp.*6

Hier werden einzelne Pharmahilfsstoffe des Konzerns vorgestellt und ihre Funktionen erklärt. Leider findet sich auf der Seite kein Hinweis auf den Erdöl-Ursprung dieser Hilfsstoffe. Nach Firmenangaben werden aber die Produkte aus der Kollidon- und Kollicoat-Familie aus Erdöl gewonnen.

Homepage der Firma, die das Flüssigholz „Arboform“ herstellt

<http://www.tecnaro.de>

Die Homepage der Firma, die das Flüssigholz „Arboform“ herstellt – mit detaillierten Erklärungen zu Verwendungsmöglichkeiten und Eigenschaften.

Seite des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF)

<http://www.biotechnologie.de>

Die Seite des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) stellt aktuelle Projekte vor, bei denen es um die Erforschung biotechnologischer Mittel u. a. für die Verwendung in der Chemieindustrie geht.

European Bioplastics

<http://www.european-bioplastics.org/index.php?id=1>

“European Bioplastics” ist der Branchenverband der industriellen Hersteller, Verarbeiter und Anwender von Biokunststoffen und biologisch abbaubaren Werkstoffen (BAW), sowie daraus hergestellter Produkte in Europa. Auf seiner Webseite stellt er die aktuellen Entwicklungen der Biokunststoff-Branche vor.

Impressum:

Herausgegeben
vom Westdeutschen Rundfunk Köln

Verantwortlich:
Quarks & Co
Claudia Heiss

Redaktion:
Claudia Heiss
Gestaltung:
Designbureau Kremer & Mahler

Bildrechte:
Alle: © WDR

außer:
bezeichnet

© WDR 2008