



Weiterverarbeitung

Wie kommt Öl ins
Smartphone?

Auf dem Weg in die Zukunft

Welche Rolle spielt Öl in
Zukunft?

Erdöl bewegt die Welt

Energie für heute und morgen



Erdöl bewegt die Welt

Energie für heute und morgen

Herausgeber
BP Europa SE

Inhalt

5
Editorial

6–11
1 Exploration

12–19
2 Fördern und aufbereiten

20–23
3 Rohstofftransport

24–31
4 Weiterverarbeitung

32–35
5 Logistik

36–41
6 Handel

42–49
7 Ausblick

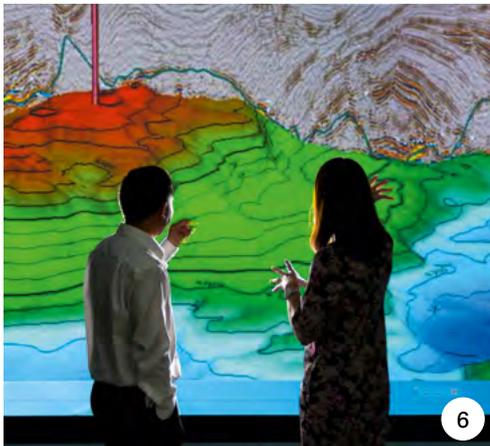
50
Impressum

i Weiterführende Links:

www.bp.de

www.aral.de

www.on.bp.com/energyoutlook





Liebe Leserinnen und Leser,

Erdöl ist und bleibt eine Konstante – für unseren Energiemix und für den Alltag jedes Einzelnen. Es ist wichtiger Energieträger im Verkehr oder beim Heizen. Genauso steckt es aber auch in unserem Smartphone, unserer Kleidung, in Medikamenten und Verpackungen. Ein moderner Alltag ohne den vielseitigen Rohstoff ist undenkbar.

So konstant seine Rolle für unsere heutige Welt ist, so wechselhaft ist das Marktumfeld: Mit der fortschreitenden technischen und geopolitischen Entwicklung verändert sich der Öl- und Energiemarkt ständig. Grund genug, die aktuellsten Entwicklungen in der dritten Auflage unserer Broschüre „Erdöl bewegt die Welt“ aufzugreifen.

Die Energiewelt steht derzeit vor einer doppelten Herausforderung: Zum einen muss eine weltweit wachsende Energienachfrage befriedigt werden. Zum anderen ist es notwendig, die CO₂-Emissionen zu senken. Ein wichtiger Ansatz dabei ist, fossile Brennstoffe künftig effizienter zu nutzen. Technische Fortschritte haben die Ölsuche und -förderung in den vergangenen Jahren bereits revolutioniert.

Wie sieht die Fördertechnik aktuell aus? Welche technischen Möglichkeiten und Grenzen gibt es? Welchen Einfluss haben neue Technologien auf den globalen Ölmarkt? Darüber hinaus stellen sich der Energiebranche weitere grundlegende Fragen: Wie wird sich die Öl- und Energienachfrage durch den wirtschaftlichen Aufstieg der Schwellenländer entwickeln? Wie sieht der zukünftige Energiemix vor dem Hintergrund internationaler Klimaschutzbestrebungen aus?

Mit dieser Broschüre schauen wir hinter die Kulissen, zeigen Ihnen die Welt des Erdöls von der Quelle bis zum Verbraucher und wagen einen Blick ins Jahr 2040. Wir erheben damit keinen Anspruch auf Vollständigkeit – aus gutem Grund. Denn für den Energiemarkt gilt: Nichts ist so beständig wie der Wandel.

Ich wünsche Ihnen viel Spaß beim Lesen!

Ihr Wolfgang Langhoff
Vorstandsvorsitzender BP Europa SE

1 Exploration

500 Millionen

Mikroorganismen kommen auf einen Liter Wasser. Sie sind Voraussetzung für die Entstehung von Öl.

40.000 Notebooks.

So hoch ist die Rechenleistung eines modernen Supercomputers zur Auswertung geophysischer Daten.

Jede zweite

Probebohrung ist heute erfolgreich.

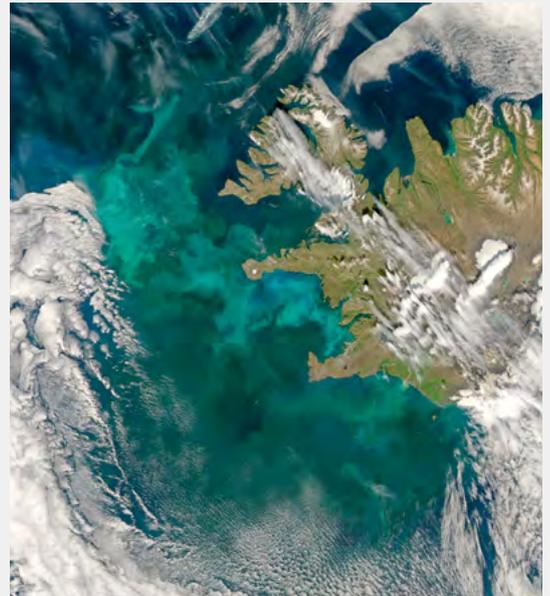
Dem Erdöl auf der Spur

Wer zum Ursprung des Erdöls gelangen will, muss eine Zeitreise in die Vergangenheit machen: Dort, wo einmal die Alpen in den Himmel ragen werden, liegt das mächtige Tethysmeer, in dem sich Fische um Seelilien und unzählige Einzeller tummeln. Auf einen Liter Wasser kommen 500 Millionen dieser Mikroorganismen. Sie sind die Voraussetzung für die Entstehung von Öl.

Vor 200 Millionen Jahren, im Erdzeitalter des Juras, entstand der Stoff, der uns heute bewegt. Wie beim fossilen Energieträger Kohle sind organische Substanzen für die Bildung von Erdöl verantwortlich wie Algen und Kleinstlebewesen (Plankton). Nach ihrem Tod sinken sie auf den Meeresgrund. Einige verwesen, andere werden von der Strömung in Mulden und Senken gespült, wo Sauerstoff sie nicht zersetzen kann. Es bilden sich Bakterien. Sie zerkleinern die Biomasse – Faulschlamm entsteht.

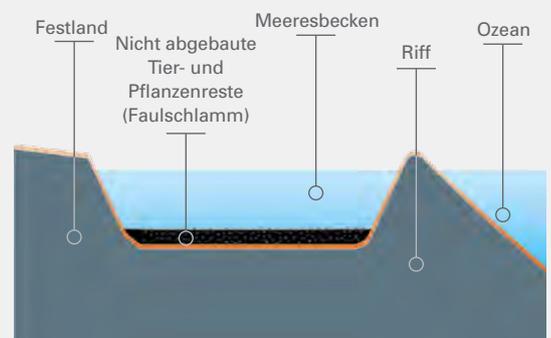
Der Druck der Tiefe

Nach und nach überlagern Sand- und Tonschichten den Planktonschlick und pressen ihn zusammen, bis er sich verfestigt und zu Muttergestein wird. In seinen Poren befindet sich die organische Substanz, aus der sich gasförmige und flüssige Kohlenwasserstoffe, Gas und Öl, entwickeln werden. Je mehr Sedimentschichten sich auf dem Muttergestein ablagern, desto stärker wird das Gestein zum Erdinneren gedrückt. Dort erhitzt es sich mit zunehmender Tiefe. Die Hitze spielt bei der Entstehung von >

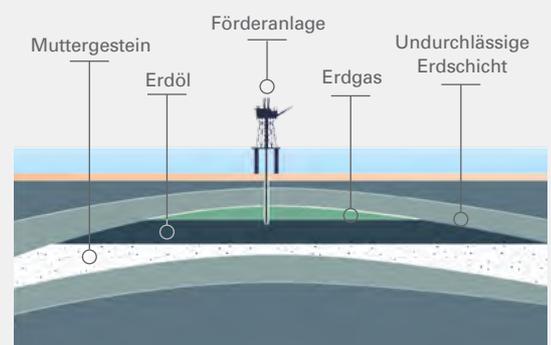


Ein Satellitenfoto zeigt eine Planktonblüte im Meer. Enorme Mengen von Kleinstlebewesen sind erforderlich, damit Erdöl entstehen kann.

Erdöl- und Erdgaslagerstätten sind in Jahrtausenden aus abgestorbenen Tier- und Pflanzenresten entstanden.



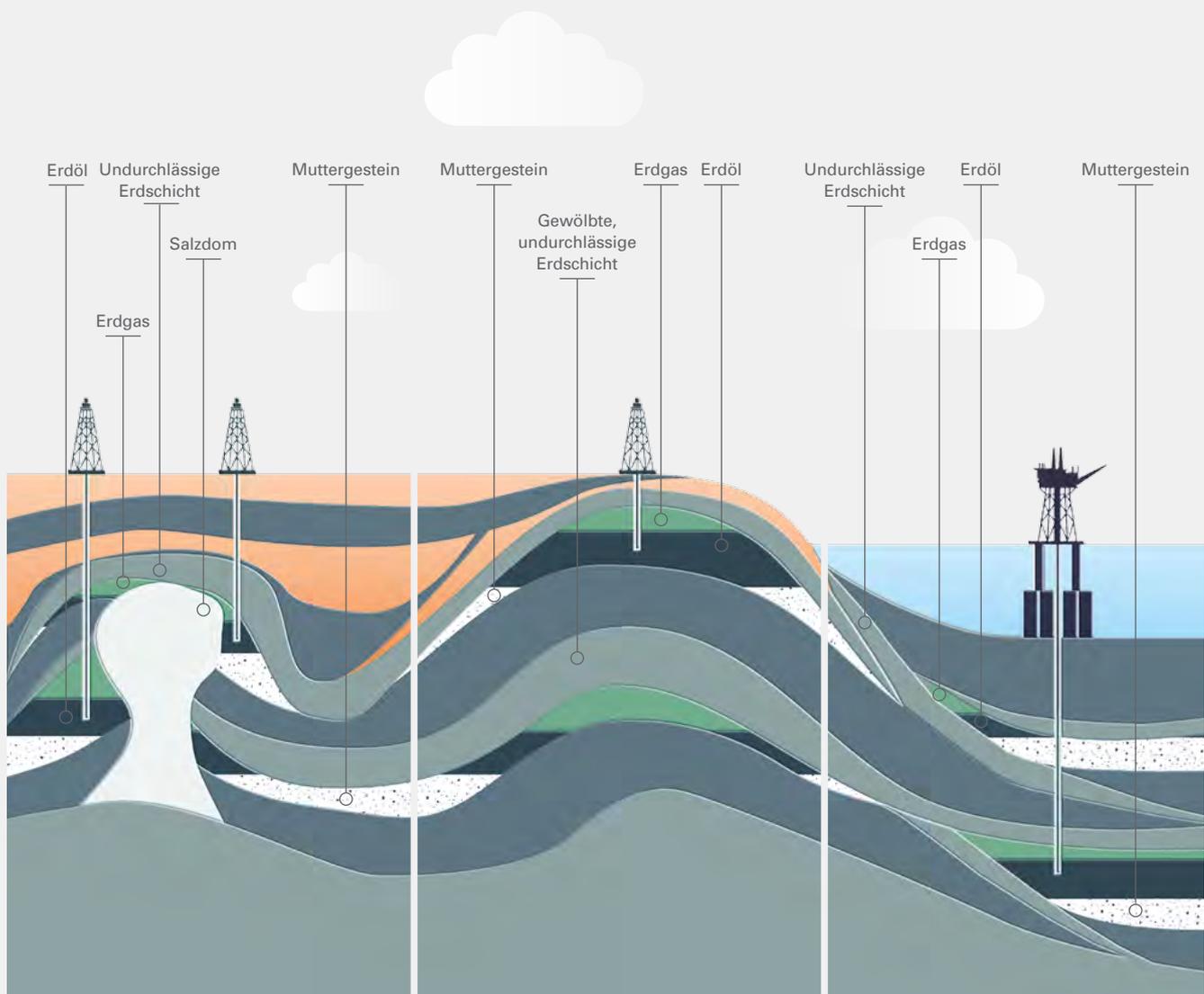
Abgestorbene und nicht zersetzte Tier- und Pflanzenreste (organische Substanzen) lagern sich auf dem Meeresgrund ab.



Durch den Druck neuer Erdschichten und Faltung der Erdkruste entstehen Erdöllagerstätten.

Die drei wichtigsten Lagerstättentypen

Als Öllagerstätte bezeichnet man Bereiche der Erdkruste, in denen sich ausreichend Kohlenwasserstoff angesammelt hat. Salzdom, Antiklinale und stratigrafische Falle sind die wichtigsten Arten.



Salzdom

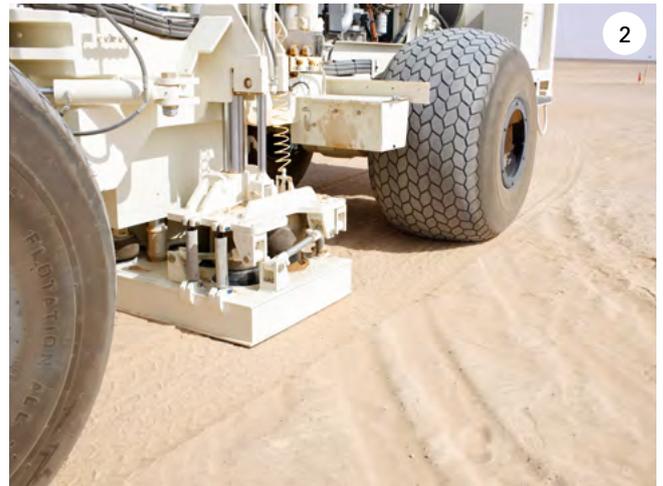
Wenn Salzstöcke eine pilzförmige Gestalt entwickeln, drängen sie das erdöhlaltige Muttergestein an den Rand. Etwa drei Prozent der Erdölvorkommen liegen in solchen Formationen.

Antiklinale

Rund 80 Prozent der bekannten Erdölvorkommen liegen im Erdinneren unter einer Wölbung oder Sattelstruktur (Antiklinale). Hier haben sich Erdschichten emporgewölbt, Erdöl sammelt sich unter der Kuppel.

Stratigrafische Falle

Bei dieser Lagerstättenart reicht ein Keil porösen Gesteins in undurchlässige Schichten. Erdöl sammelt sich an der höchsten Stelle. Ihr Anteil an den weltweiten Erdölvorkommen beträgt circa zehn Prozent.



1 Auf der Suche nach Öl erzeugen Fahrzeuge mit Vibratoren Schallwellen, die als Echo von den verschiedenen Erdschichten zurückgeworfen werden.

2 Das Echo wird durch Geophone, die in regelmäßigen Abständen in die Erde gesteckt werden, aufgezeichnet und liefert so ein Abbild des Erdinneren.

Öl eine wichtige Rolle, denn sie spaltet schwere Kohlenwasserstoffverbindungen in leichtere Moleküle. So löst sich bei einer Temperatur von 65 bis 120 Grad Celsius und unter dem Druck der Tiefe von 1.500 bis 3.000 Metern Erdöl aus den Poren des Muttergesteins: Die Erdöllagerstätten entstehen.

In der Falle

Der hohe Druck presst das Rohöl aus den Poren des Muttergesteins. In der Regel sammelt sich in den Porenzwischenräumen der einzelnen Gesteinsschichten Wasser an. Da aber Kohlenwasserstoffe leichter als Wasser sind, wandert das Rohöl so lange weiter nach oben, bis es auf eine undurchlässige Erdschicht stößt und aufgehalten wird – die Ölfalle. Der unter einer solchen Falle liegende poröse Kalk- oder Sandstein saugt die Ölmoleküle wie ein Schwamm auf.

Schatzsuche mit moderner Technologie

Die Lagerstätten fossiler Energieträger liegen oft in unzugänglichen Gebieten. Eine einzige Bohrung kostet häufig mehrere Millionen US-Dollar – das wirtschaftliche Risiko ist groß. Deshalb ist es wichtig, Informationen über Ölorkommen auf Satellitenbildern durch Analysen zu

bestätigen. Genauere Daten liefern geophysikalische Untersuchungen.

Mit künstlichen Beben auf Ölfeldsuche

Das am häufigsten angewandte Verfahren ist die reflexionsseismische Messung. Ähnlich wie ein Lichtstrahl, der in einem Spiegel reflektiert wird, verhalten sich Schallwellen, die auf Gesteinsschichten treffen: Sie werden unterschiedlich reflektiert und kehren zur Oberfläche zurück. Das Prinzip machen sich Geophysiker bei der Suche nach Ölfeldern zunutze: Wurden früher künstliche Beben durch unterirdische Sprengungen ausgelöst, so werden heute die Druckwellen meist durch schwere Vibratoren erzeugt. Diese befinden sich auf speziell dafür ausgerüsteten Fahrzeugen. Erdmikrofone (Geophone) nehmen das Echo der Erschütterungswellen auf. Sie werden in regelmäßigen Abständen in die Erde gesteckt und liefern Schalldaten zur Auswertung. Die Informationen werden in Messstationen in elektrische Impulse umgewandelt, digitalisiert und liefern ein Abbild der Erdschichten. Durch die von BP entwickelte Independent-Simultaneous-Source-Technologie können heute zahlreiche Fahrzeuge gleichzeitig ihre Schallwellen in den Boden leiten. Dadurch kann die Exploration >



Das Einholen der Technik an Bord eines Messschiffes ist keine leichte Arbeit.

bis zu 80 Prozent schneller und kostengünstiger erfolgen. Reflexionsseismik wird auch von Schiffen aus durchgeführt, um Ölvorkommen unter dem Meeresgrund aufzuspüren. Dabei sorgen sprengstofflose Druckluftpatronen (Luftpulser oder Airguns) für Erschütterungen des Meeresbodens. Wassermikrofone (Hydrophone), die Schiffe an kilometerlangen Kabeln hinter sich herschleppen, nehmen die Schallwellen auf.

Immer treffsicherer

Aus den seismischen Daten erstellen Geologen mit Computerprogrammen dreidimensionale Modelle des Untergrunds. Die Darstellungen zeigen, wo genau sich Erdöllagerstätten gebildet haben. Während früher im Schnitt nur jede elfte Bohrung Öl zutage förderte, wird heute nahezu jede zweite Probebohrung fruchtbar. Mit Hilfe der 3D-Bildtechnologie sind Geologen inzwischen in der Lage, den Aufbau des Untergrundes bis in Tiefen von 5.000 bis 6.000 Metern sehr genau zu untersuchen. Über leistungsfähige Computer werden die einzelnen Schichten in den Lagerstätten auf großformatigen Leinwänden wirklickeitsnah abgebildet. Um ein so genaues Bild vom Untergrund zu bekommen, sind Rechenzentren mit enormer Speicherkapazität notwendig.

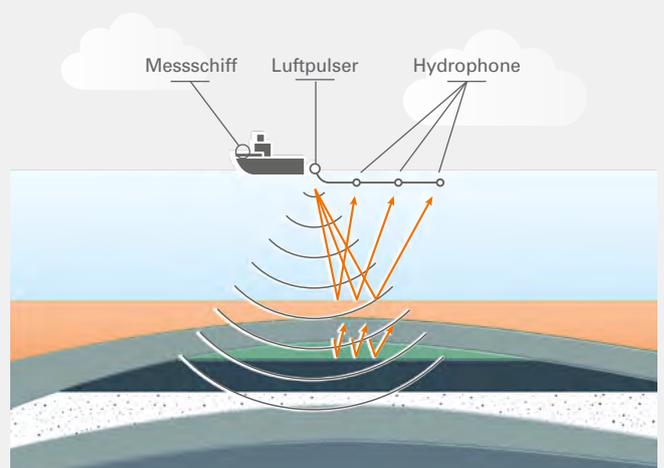
Während heimischen Computern mehrere Terabyte an Speicherkapazität zur Verfügung stehen, benötigen 3D-Abbildungen von unterirdischen Erdformationen mehr als 20 Petabyte. Ein Petabyte sind 1.000 Terabyte. In der Mineralölindustrie sind Rechner mit Speichern von bis zu 30 Petabyte bestückt. Das entspricht der Kapazität von 500.000 iPhones. Ein solcher Superrechner steht im BP Computerzentrum in Texas. Mit Hilfe einer gewaltigen Leistung von neun Petaflops schafft er eine Billion Rechenoperationen pro Sekunde. Damit sind Geologen in der Lage, sich mit 3D-Spezialbrillen frei im virtuellen Raum zu bewegen. Inzwischen arbeiten sie bereits in der vierten Dimension und können nachvollziehen, wie sich ein Ölfeld im Verlauf der Zeit verändert. So können eine höhere Sicherheit und eine bessere Ausbeutungsrate erzielt werden. ■



1 Anhand virtueller Modelle können sich Geologen heute eine Vorstellung von Lagerstätten und Plattformen machen.

2 Die zur 3D-Simulation eingesetzten Rechenzentren haben eine Speicherkapazität von bis zu 30 Petabyte.

Per Ultraschallwellen werden Informationen über Lage und Größe des Feldes ermittelt.



Auf dem Meer werden die Druckwellen von einem Messschiff durch Luftpulser erzeugt. Hydrophone registrieren die reflektierten Schallwellen.

2 Fördern und aufbereiten

Mindestens
fünf Milliarden Barrel
förderbares Öl umfassen die
„Super-Giants“.

Bei bis zu
70 Prozent
liegt die Ausbeute einer
Lagerstätte heute.

Eine Förderplattform
benötigt so viel
**Energie wie eine
Kleinstadt.**

In die Tiefe bohren

Durch neue Technologien können heute Quellen in zuvor unzugänglichen Gebieten erschlossen und bestehende Ölfelder besser ausgeschöpft werden. Sicherheit steht dabei immer an erster Stelle.

Ein großer Teil der Erdölvorkommen wird nicht auf dem Festland (onshore) gewonnen, sondern auf dem Meer (offshore). Sie liegen vorwiegend in den küstennahen und flacheren Meeresgebieten der Kontinentalschelfe: in der Nordsee, im Karibischen Meer oder im Golf von Mexiko.

Trotz der unterschiedlichen äußeren Bedingungen werden die meisten Bohrungen senkrecht in die Tiefe getrieben. Am häufigsten kommt das Rotary-Verfahren zum Einsatz. Dabei hängt das Bohrgestänge an einem Flaschenzug im rund 30 bis 40 Meter hohen Bohrturm. Der Meißel am Ende des Bohrgestänges gräbt sich mit rotierenden Bewegungen durch die Erdschichten. Gesteinsbröckchen (Bohrklein), die sich bei der Bohrung lösen, müssen an die Erdoberfläche transportiert werden. Hierzu wird Spülflüssigkeit durch das hohle Bohrgestänge gepumpt und durch den Meißel in das Bohrloch geleitet. Die Spülung kühlt auch das Gestänge, schmiert den Meißel und stützt die Bohrlochwand, indem sie den Raum zwischen Rohr und Gestein ausfüllt.

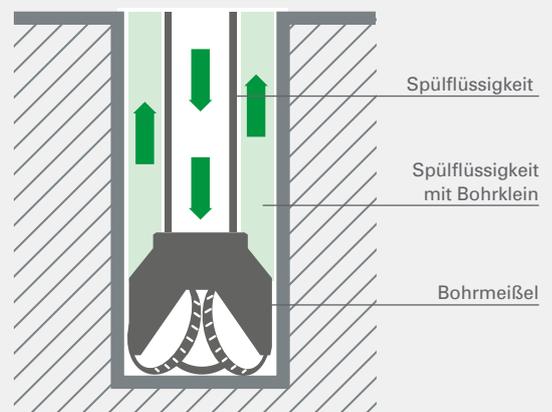
Ab einer gewissen Tiefe werden Stahlrohre einzementiert, um das Bohrloch dauerhaft zu stabilisieren. Trifft die Bohrung auf Speichergestein, entnehmen Experten ein größeres Gesteinsstück (Bohrkern) zur Analyse. Die Förderung beginnt, wenn die Ergebnisse auf eine wirtschaftlich interessante Quelle hinweisen. >



1 Bohrseln auf dem offenen Meer.

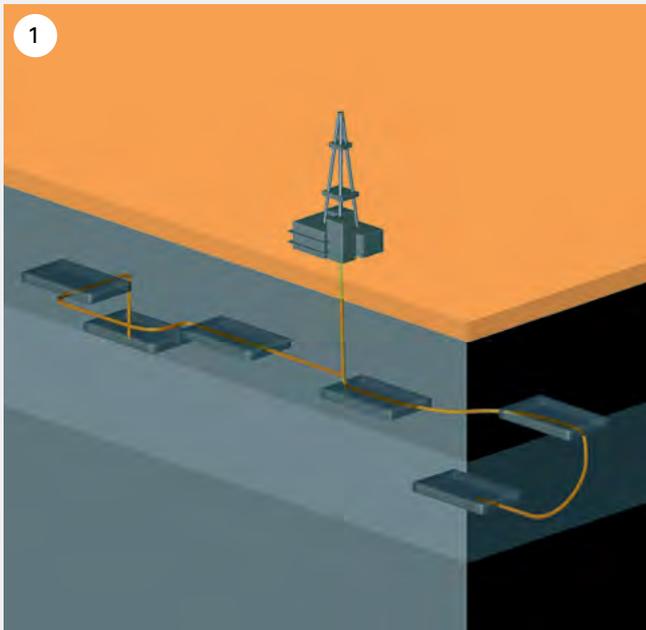
2 Bohrgestänge im Bohrturm.

Gerade bei Tiefseebohrungen müssen die Arbeitsgeräte hohen Temperaturen standhalten.



Kühlung des Bohrmeißels und Abtransport des Bohrkleins.

Sowohl die Erschließung als auch die Förderung erfordern spezielle technische Lösungen.



1 Durch das Richtbohrverfahren können schwer zugängliche Lagerstätten erschlossen werden.

2 Fließt das Erdöl durch Abnahme des natürlichen Lagerstättendrucks nicht mehr von allein nach oben, übernehmen Tiefenpumpen den Transport.

Um die Ecke bohren

Neben dem Rotary-Verfahren zählt das Richtbohren zu den wichtigsten Bohrmethoden. Die Technik ermöglicht es, eine senkrechte Bohrung horizontal wie eine sich windende Schlange umzuleiten. Von einer Plattform aus werden mit nur einer Bohrung die versetzten und in verschiedenen Tiefen liegenden Ölfelder einer Lagerstätte erreicht. Schwer zugängliche Ölfelder, die sich beispielsweise unter besiedelten Gebieten, am Fuß von Gebirgen, unter Sümpfen oder unter harten Gesteinsschichten befinden, werden auf diese Weise erschlossen.

Aus der Tiefe des Raums

Nachdem die Bohrmannschaft das Bohrloch auszementiert hat, installiert sie das Steigrohr. In der ersten Phase fließt das Erdöl durch den natürlichen Lagerstättendruck nach oben. Sinkt der Druck, übernehmen Tiefenpumpen oder Plungerpumpen mit einem langsam auf und ab wippenden Pferdekopftrieb den Transport. Lässt der Druck im Inneren des Felds weiter nach, wird zur Ankurbelung des Ölflusses Wasser in die Lagerstätte hineingepresst. Es lösen sich Erdöltropfen aus den dichten Gesteinsporen, die als Gemisch aus Wasser, Gas und Öl ins Steigrohr gedrückt werden. Durch Zugabe von Kohlensäure oder anderen chemischen Mitteln nimmt die Oberflächenspannung des festsitzenden Erdöls ab, es löst sich leichter aus dem Gestein und erhält eine bessere Fließgeschwindigkeit. Dadurch wird die Ausbeute gesteigert.

Wird Öl gefördert, strömt in der Regel aufsteigendes Wasser, das sich unterhalb des Öls angesammelt hat, in die Poren des Speichergesteins und verhindert eine Absenkung der Erdschichten. Es entstehen so keine Hohlräume wie beim Kohlebergbau.

Jede Tonne zählt

Durch die aufwendige Erschließung von schwer zugänglichen Erdölvorkommen erhöhen sich die Förderkosten. Zu den großen Herausforderungen der Branche zählt deshalb neben der Entdeckung neuer Ölvorkommen auch die Steigerung der

Förderausbeute, in Fachkreisen bekannt als Enhanced Oil Recovery. Die Ausbeute einer Lagerstätte liegt heute dank neuester Technologien und Bohrverfahren bei bis zu 70 Prozent.

Fördermengen können zum Beispiel durch das seit Jahrzehnten angewandte „Water-Flooding“ gesteigert werden. Dabei wird Wasser genutzt, um einen möglichst großen Anteil des restlichen Öls aus den Gesteinen herauszuspülen. Zur weiteren Optimierung dieses Verfahrens hat BP diverse Technologien entwickelt, unter anderem sogenanntes Designer Water®. Der geringere Salzgehalt dieses speziellen Bohrwassers erleichtert das Eindringen in mikroskopisch kleine Gesteinskanäle, sodass dort mehr Öl ausgeschwemmt wird. Auch Nanotechnologie wird zur Enhanced Oil Recovery verwendet. Bei dieser Technik fließen Polymere, die kleinste Kügelchen bilden, gemeinsam mit dem kalten Wasser in die winzigen Gesteinshohlräume. Da die Temperaturen in der Tiefe rapide ansteigen, dehnen sich diese Nanopartikel aus und versperren Gesteinskanäle. Das Wasser ist gezwungen, auch weniger durchlässige Gesteinsschichten

zu erschließen – und damit auch das dort liegende Öl. Durch solche technischen Fortschritte wird sich die Förderausbeute auch zukünftig noch weiter erhöhen.

Neben herkömmlichen Öllagerstätten werden zusätzlich andere Formen von Lagerstätten erschlossen: In Millionen von Jahren hat sich durch abgestorbenes Plankton Erdöl auch in Poren von Gesteinen als Ölsand und in porösen Gesteinsschichten als Ölschiefer abgelagert. Die größten Lagerstätten von Ölsanden liegen in Venezuela und Westkanada. Sie werden im Tagebau oder durch die sogenannte In-situ-Technik durch eine Bohrung gefördert. Die gängigste Methode bei den In-situ-Techniken ist die Steam Assisted Gravity Drainage (SAGD). Dabei wird durch Wasserdampf der Rohölanteil vom Sandkorn getrennt, fließfähiger gemacht und danach abgepumpt. Die SAGD-Methode ist wesentlich landschaftsschonender als der Tagebau. Die Förderung von Ölsanden ist wasserintensiv, gegenüber herkömmlichen Fördermethoden energieaufwendiger und daher auch mit höheren Kosten verbunden. Schieferöl wird seit den >

Nach erfolgreichen Probebohrungen werden über den Ölvorkommen Bohrtürme installiert, um die Felder zu erschließen.



2000er Jahren insbesondere in den USA verstärkt mit der Methode des Hydraulic Fracturing gefördert. Dabei werden ölhaltige Gesteine – insbesondere Schiefer – aufgebrochen. Das „Fracking“ ermöglicht als standardisierte und wiederholbare Methode, auf fabrikähnliche Weise Schieferöl in großen Mengen zu fördern. Wasser wird mit Sand und Chemikalien angereichert und unter hohem Druck in das Gestein gepresst, um es zu brechen oder Risse zu erzeugen. Das ansonsten nicht erreichbare Öl wird durch diese freigelassen. Besonders ertragreich ist eine neue Herangehensweise, bei der das Fracking in Verbindung mit Horizontalbohrungen eingesetzt wird. Beide Fördermethoden werden zunehmend kombiniert, um die Ausbeute zu steigern.

Welt der Tiefseebohrung

Ölvorkommen können mehrere tausend Meter unter der Meeresoberfläche liegen. Sie sind eingeschlossen von Felsgestein, dicken Salzablagerungen oder kompakten Sandschichten. Diese Öllagerstätten der Tiefsee liegen abgeschieden und sind schwierig zu erreichen. Um aus bislang unzugänglichen Ressourcen nutz-

Reserven zu machen, ist leistungsfähige Technik gefragt. Offshorebohrungen erfolgen in der Regel von Plattformen, Hubinseln oder Halbtauchern aus. Bei den Plattformen trägt ein Stahl- oder Betonfuß, der bis zum Meeresboden reicht, die über dem Wasserspiegel liegenden Einrichtungen. Hubinseln stehen auf höhenverstellbaren Stahlgerüststelzen. Sie kommen in Küstengebieten zum Einsatz. Halbtaucher werden von Schwimmkörpern (Pontons) getragen, von Stahlseilen stabilisiert und am Meeresboden verankert. Damit sind sie mobil einsetzbar und liegen vor allem in offenen tiefen Ozeanen wie dem Golf von Mexiko und Alaska oder dem Beringmeer.

Giganten aus Stahl

Die Dimensionen der Förderplattformen sind riesig. Die größten Halbtaucher sind so breit wie drei Fußballfelder und höher als die Frauenkirche in München. Diese Giganten aus Stahl kommen dann zum Einsatz, wenn es sich bei den Feldern um sogenannte Super-Giants handelt. Von Super-Giants sprechen Geologen, wenn in den Ölfeldern mindestens fünf Milliarden Barrel förderbares Öl eingelagert sind – umgerechnet 682 Millionen Tonnen. Das Feld Kashagan >



1

1 Je nach Größe arbeiten 100 bis 1.000 Menschen auf einer Plattform. Ihre Aufgabenfelder reichen vom Bohren bis hin zum Telefondienst.

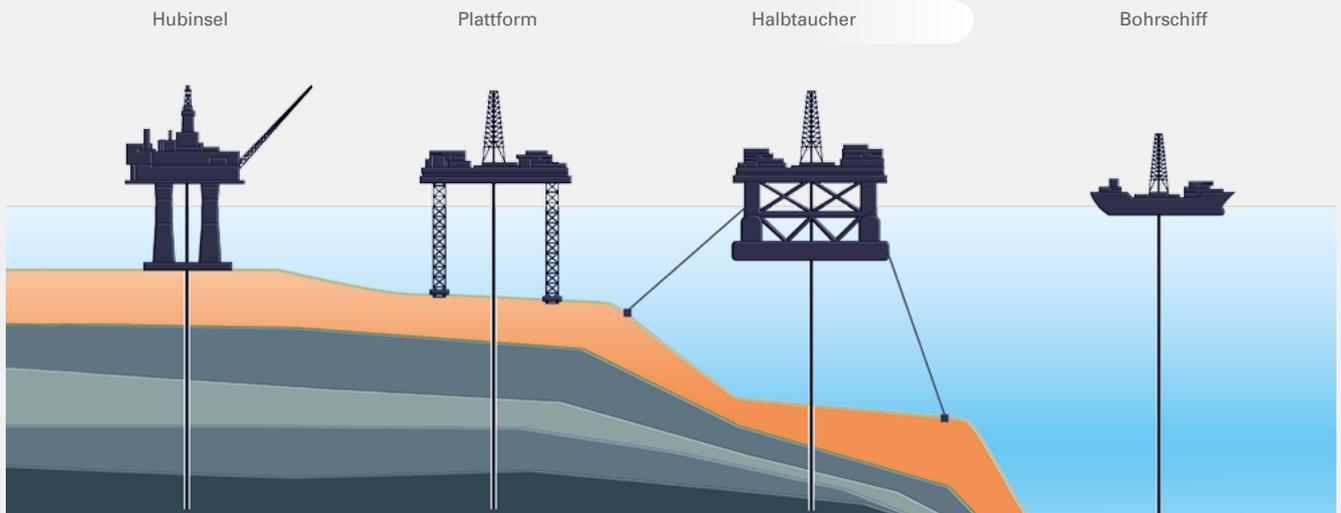
2 Erdöl wird auf den langen Wegen zwischen seinen Fundstätten und seiner Weiterverarbeitung nicht nur durch Pipelines, sondern auch mit Tankschiffen transportiert.



2

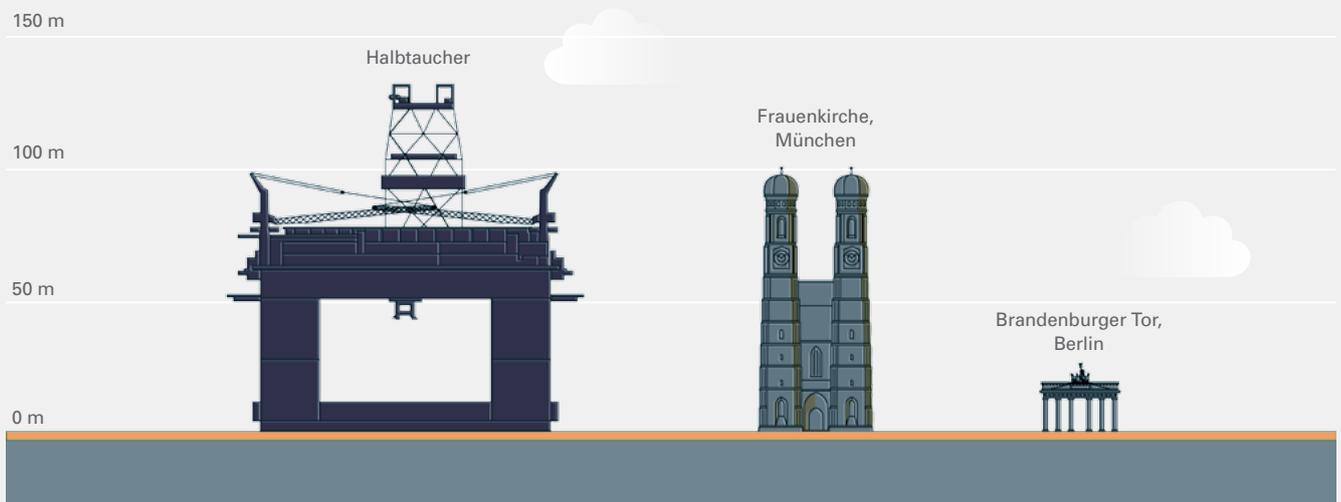
Bohrinseltypen

Je nach Meerestiefe kommen verschiedene Modelle zum Einsatz.



Halbtaucher

Große Halbtaucher, wie sie bei Tiefseebohrungen zum Einsatz kommen, sind rund sechsmal höher als das Brandenburger Tor in Berlin.



im Norden des Kaspischen Meeres beispielsweise ist ein solcher Super-Ölgigant, ebenso die Felder Lula, Carioca und Libra vor der Küste Brasiliens. Selbst in der Nordsee werden noch bedeutende Vorkommen entdeckt. 175 Kilometer westlich der Shetland-Inseln liegen die Shiehallion- und Loyal-Ölfelder. Seit Produktionsstart 1998 wurden dort bereits 400 Millionen Barrel Öl gefördert. Im Rahmen des Projektes „Quad 204“ entdeckte BP gemeinsam mit den Partnern Shell und Siccar Point Energy weitere Ressourcen von rund 450 Millionen Barrel Öl. Die Förderung ist bis 2035 geplant. Ein weiteres Beispiel für große Vorkommen in der Nordsee ist zudem das Johan-Sverdrup-Feld, 140 Kilometer vor der norwegischen Küste gelegen. Die Produktion soll 2019 beginnen und voraussichtlich über einen Zeitraum von 50 Jahren Öl zutage fördern.

Wunder der Technik

Die Förderung von Öl in rund 8.000 Metern Tiefe, wie beispielsweise im Atlantik vor der brasilianischen Küste, stellt hohe Anforderungen an die Technologie. Die Arbeitsgeräte müssen einer Temperatur von 135 Grad Celsius standhalten und einem Druck, der mit 1.200 Bar 600-mal höher ist als bei einem Autoreifen – Bedingungen, die für Ingenieure immer wieder große Herausforderungen bedeuten.

Zudem müssen die Halbtaucher auch bei stürmischer See ihre Position stabil halten. Dafür sorgen Stahlseile. Diese verbinden die Pontons mit dem Meeresboden. Ebenfalls zur Sicherheit trägt eine spezielle Isolierung der Steigrohre bei. Mit einem Durchmesser von 60 Zentimetern zählt die Ummantelung zu den stärksten ihrer Art. Auch die Infrastruktur dieser Plattformen ist gigantisch. Die Anlage arbeitet mit einer Stromleistung von 100.000 Kilowatt. So viel Energie ist notwendig, um den Betrieb des Produktionssystems zu sichern. Diese Energiemenge reicht aus, um eine Kleinstadt mit 80.000 Einwohnern mit Strom zu versorgen.

Aber auch die Halbtaucher selber, wie sie bei den großen Tiefsee-Förderprojekten im Atlantik zum

Einsatz kommen, sind eigene kleine Städte auf hoher See. Umfangreiche Technik verschafft ihren Bewohnern – also den Plattform-Mitarbeitern – auf den Förderplattformen einen komfortablen Standard.

Sicherheit unter extremen Bedingungen

Mit zunehmender Tiefe wachsen die sicherheitstechnischen Herausforderungen. Ein wichtiger Baustein ist die Prävention. Dazu zählt die Entwicklung neuer Bohrtechniken wie des BP-Well-Advisor-Programms. Es informiert jederzeit genauestens über jeden Arbeitsfortschritt. Die Anlagen sind dafür mit der neuesten Sensortechnik ausgestattet, sodass die Experten sicherheitsrelevante Daten einer Bohrung in Echtzeit erhalten und im Ernstfall schnell einschreiten können. Genauso wichtig ist eine direkte Kommunikation zwischen Offshore-Bohrinseln und den Experten an Land – mit dem Ziel, bessere und sicherere Entscheidungen zu treffen. Um Unfälle zu verhindern oder auf diese bestmöglich reagieren zu können, entwickeln Unternehmen auch eigene Technologien. Ein Beispiel aus dem Bereich Tiefseebohrungen ist das sogenannte Deepwater Well Cap von BP, ein 100 Tonnen schweres Ventilsystem, das über ein leckendes Bohrloch gestülpt werden kann. Es besteht aus mehr als 250 Einzelkomponenten und kann innerhalb kürzester Zeit an jeden Standort in aller Welt transportiert werden.

Weltweit kommen Unternehmen und Organisationen zusammen, um sich über Erfahrungen auszutauschen und Erkenntnisse zu teilen. Eine von ihnen ist die Oil Spill Prevention and Response Advisory Group (OSPRAG). Sie gehört zum britischen Verband der Öl- und Gasindustrie. Auch die Subsea Well Response (SWRP) ist eine der Organisationen. Sie wurde gegründet, um im Ernstfall Bohrlöcher effektiver abzudichten. ■



Weiterführender Link:
Internationale Energieagentur (IEA)
www.iea.org/tcp/fossilfuels/eor



IEA



Bevor der Halbtaucher an seinen Bestimmungsort gebracht wird, erhält er noch weitere Aufbauten.

3 Rohstoff- transport

159 Liter

ergeben ein Barrel Öl – die Maßeinheit, auf die sich der Ölmarkt weltweit bezieht.

Über

2 Milliarden Tonnen

Ölprodukte werden jährlich weltweit befördert.

Rund

7.400 Tanker

sind ständig im Einsatz, um Mineralöl über die Meere zu transportieren.

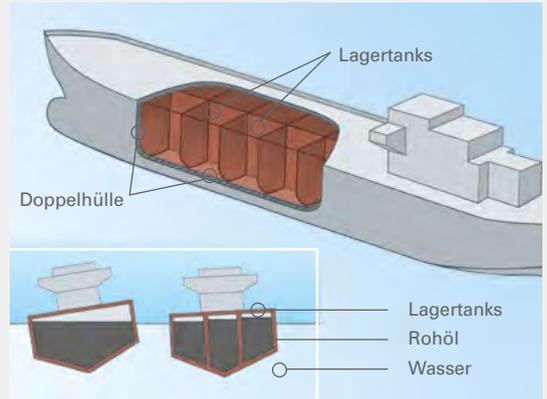
Vor der großen Reise

Um Menschen mit Erdöl zu versorgen, muss es in Raffinerien verarbeitet werden. Doch wie gelangt es dorthin? Zunächst bringen Tanker das Öl zu Häfen. Sie dienen als Umschlagplätze, von denen aus es in Pipelines auf die Reise geht. Etwa 100 Millionen Tonnen kommen allein in Rotterdam jedes Jahr an.

Bevor es dort angeliefert wird, sind die ersten Schritte zur Weiterverarbeitung bereits passiert. In speziellen Aufbereitungsanlagen wird das Rohöl von Lagerstättenwasser und Sand befreit. Dann werden in einem Gasabscheider die Gasanteile entfernt und Wasserreste sowie Salzrückstände herausgefiltert. Das Rohöl wird bis zum Weitertransport in Öltanks gelagert. Es gibt unterschiedliche Möglichkeiten für den Transport: Die einfachste Methode ist heute, das Öl durch lange Rohrleitungen (Pipelines) von der Sammelstelle im Ölfeld zur Raffinerie zu leiten. Das lohnt sich jedoch nur bei sehr großen Ölmengen und einer günstigen Entfernung. Ansonsten werden Tankschiffe eingesetzt. Ursprünglich wurden im vorletzten Jahrhundert Holzfässer benutzt. Von damals stammt die Maßeinheit Barrel (Fass) mit 159 Litern, auf die sich der weltweite Ölpreis bezieht.

Öl auf großer Fahrt

Zwischen den Förderstätten des Erdöls und den Raffinerien, in denen es weiterverarbeitet wird, liegen meist Tausende von Kilometern. Rohöl aus außereuropäischen Förderländern kommt hauptsächlich mit Seeschiffen nach Europa. Neben Rohöl werden heute auch Endproduk-



Die Unterteilung der Lager tanks in mehrere Zellen stabilisiert das Schiff und sorgt gleichzeitig für eine bessere Manövrierbarkeit.

Das geförderte Öl kommt an speziellen Terminals an und wird durch ein Pipeline-Netz verteilt.



1 Das meiste Rohöl, das in den Raffinerien weiterverarbeitet wird, gelangt über den Seeweg nach Europa.

2 Die Arbeitskräfte an den Terminals koordinieren die Weiterleitung des Erdöls.



Eine zentrale Versorgungsader ist die Nord-West-Ölleitung (NWO). Knapp 3,8 Millionen Tonnen Rohöl erhält die BP Lingen darüber jedes Jahr. Ins Gelsenkirchener Werk Scholven fließen bis zu 7,5 Millionen Tonnen pro Jahr.

te wie Benzin oder Heizöl über die Meere transportiert. Dafür sind ständig 7.400 Mineralöltanker im Einsatz. Die jährlich und weltweit beförderte Menge an Ölprodukten übersteigt zwei Milliarden Tonnen. Allein die USA haben einen jährlichen Verbrauch von mehr als 913 Millionen Tonnen Öl.

Die in der Vergangenheit ansteigende Nachfrage nach Transportkapazität für Rohöl verlangte nach immer größeren Tankschiffen. Um die Stabilität eines Schiffs beim Transport von großen Mengen flüssiger Ladung zu gewährleisten, ist der Laderaum zellenförmig in mehrere Tanks (Schotten) untergliedert. Dadurch sind Tankschiffe in der Lage, gleichzeitig verschiedene Rohölsorten beziehungsweise Endprodukte zu transportieren.

Die Schotten sowie die doppelwandige Außenhülle tragen auch zur Sicherheit der Tankschiffe bei, sodass bei einem Unfall nur kleine Mengen der Ladung austreten können. Die Ladetanks

sind mit Heizstäben durchzogen, um die Volumenänderung der Ladung beim Transport durch verschiedene Klimazonen zu vermeiden und das Öl pumpfähig zu halten. Von den Löschterminals der Seetanker wird das Öl durch Pipelines zu den Raffinerien befördert.

Pipelines für jeden Zweck

Für den Weitertransport an Land sind Pipelines das schnellste und sicherste Transportmittel. Pipelines verlaufen meist nicht über Land, sondern sind unterirdisch verlegt und durchqueren auch Gewässer. Die einzelnen Rohrsegmente, aus denen eine Pipeline besteht, sind in der Regel aus Stahl. Das hängt von der zu überbrückenden Transportstrecke ab. Pipelines variieren in der Länge. Manche sind ganz kurz, beispielsweise beim Transport von Öl innerhalb einer Raffinerie zu einem Lagertank. Andere erstrecken sich über viele Hundert Kilometer und überwinden Ländergrenzen. Gerade Pipelines über lange

In Deutschland liefern Pipelines Erdöl an 12 Raffineriestandorte.

Distanzen erfordern eine sorgfältige Planung im Vorfeld des Baus. Hierbei gilt es, neben den Anforderungen an die Sicherheit und den Umweltschutz auch die Belange der Anwohner zu beachten. Da die Rohrleitungen nicht selten durch sensible Umweltzonen verlaufen oder den Lebensraum von Menschen berühren, ist es zwingend notwendig, alle vom Bau betroffenen Parteien von Anfang an mit einzubeziehen, um möglicherweise auftretende Probleme auszuräumen oder zu minimieren.

Pumpen sorgen für Bewegung

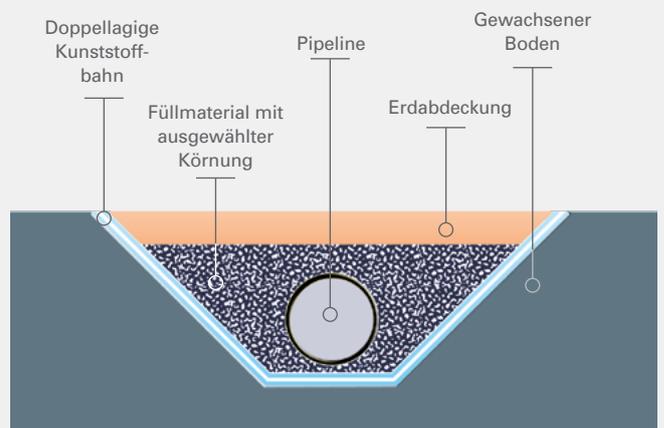
Damit das Rohöl durch eine Pipeline fließen kann, gibt es in regelmäßigen Abständen Pumpstationen. Sie halten das Öl in Bewegung. Computerunterstützte Prozessleitsysteme helfen den speziell ausgebildeten Mitarbeitern im Kontrollzentrum dabei, den Fluss des Öls sowie die Pipeline zu überwachen. Jede Unregelmäßigkeit, beispielsweise ein Leistungsabfall in der Pipeline, wird sofort angezeigt.

Die Fließgeschwindigkeit kann aus verschiedenen Gründen abnehmen, etwa, wenn eine Pumpstation ausfällt. Um mögliche undichte Stellen an der Pipeline zu finden, verlassen sich die Leitungsbetreiber nicht nur auf die Technik. Zusätzlich überwachen Mitarbeiter sie vor Ort bei Kontrollgängen. Außerdem werden die Fernleitungstrassen regelmäßig per Hubschrauber überflogen. Wird ein Ölaustritt festgestellt, kann der entsprechende Streckenabschnitt abgeschottet werden, damit das Öl nicht unkontrolliert austritt.

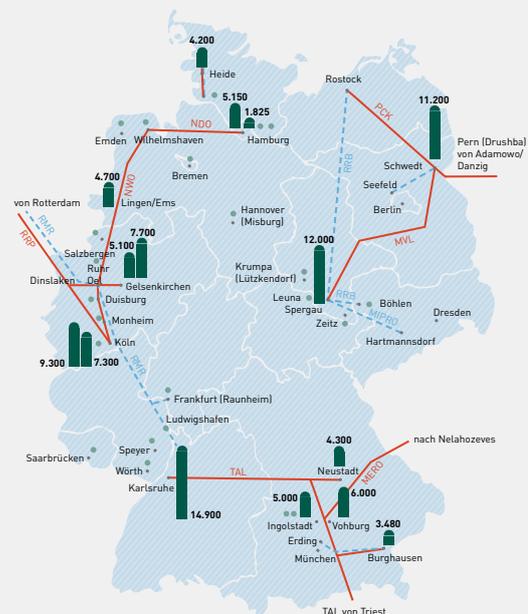
Auch Rückstände im Rohr können die Fließgeschwindigkeit des Öls mindern. Sogenannte Reinigungsmolche, gerade so groß, dass sie mit dem Öl durch die Leitung passen, befreien diese von Ablagerungen. Spezielle Inspektionsmolche prüfen die Rohre zudem auf Rostschäden. ■



Durch Pipelines wird das Rohöl von den Lösschterminals im Hafen zu den Raffinerien gepumpt.



Lage einer Pipeline in der Erde.



- Rohölleitung ■ Produktenleitungen
- Rohöl verarbeitende Raffinerien (mit atmosphärischer Destillation) Verarbeitungskapazität in Tsd. t/a; 1 Kästchen entspricht 1 Mio. t
- Ehemalige Raffinerie/stillgelegte Rohölverarbeitung

Über ein Netz an Pipelines gelangen sowohl Rohöl als auch fertige Produkte innerhalb Deutschlands an ihr Ziel.



Weiterführender Link:
Institut für Wärme und Öltechnik (IWO)
www.zukunftsheizen.de



IWO

Quelle: MWV 2019

4 Weiter- verarbeitung

Nahezu

90 Prozent

aller Chemieprodukte werden
aus Erdöl gewonnen.

Auf

400 Grad Celsius

wird Rohöl beim
Destillationsvorgang erhitzt,
bevor es sich in Gas umwandelt.

Um bis zu

66 Kilometer

pro Tankfüllung erhöht sich die
Fahrzeugreichweite mit modernen
Hochleistungskraftstoffen.

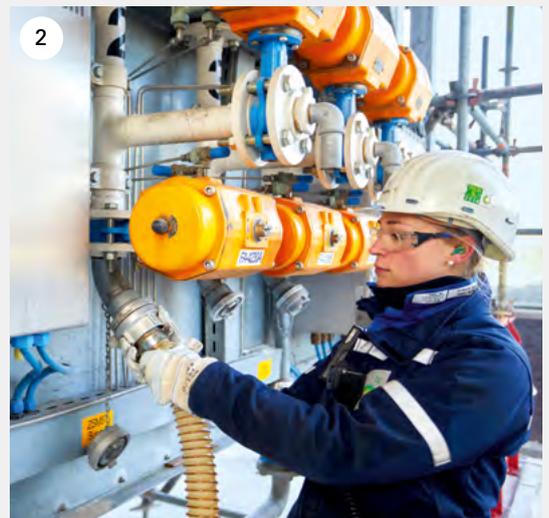
Raffinierte Verwandlung

Öl ist nicht gleich Öl. Jede Ölsorte hat andere Eigenschaften – so wie Rebsorten, die aus verschiedenen Anbaugebieten stammen. Rohöl aus Algerien ist dünnflüssig und strohgelb. Venezolanisches Rohöl ist dickflüssig und tiefbraun. Chemisch betrachtet haben sie jedoch alle den gleichen Kern.

Weltweit existieren mehr als tausend Erdölsorten mit unterschiedlichen Zusammensetzungen, Eigenschaften und Verwendungsmöglichkeiten. Der Handel konzentriert sich auf ausgewählte Referenzsorten, die je nach Qualität zu unterschiedlichen Preisen gehandelt werden. Die Preise der übrigen Erdölsorten werden durch Auf- oder Abschläge gegenüber den Referenzsorten bestimmt. Brent – eine leichte Rohölsorte mit niedrigem Schwefelgehalt – ist die wichtigste Rohölsorte Europas. Gefördert wird sie in der Nordsee zwischen den Shetland-Inseln und Norwegen. In Amerika beherrscht das Referenzöl West Texas Intermediate (WTI) den Markt, im Arabischen Golf das Dubai Fateh.

Vielseitige Verbindung

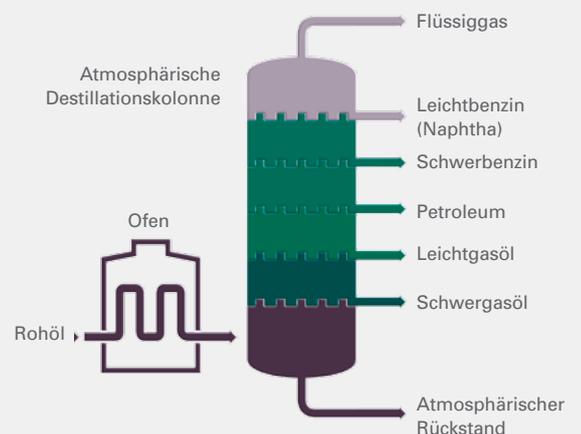
So unterschiedlich die Ölsorten rund um den Globus sind – im Kern enthalten sie alle dieselben Bestandteile: Rohöl ist ein Gemisch aus Kohlenwasserstoffen, geringen Schwefelmengen und Spuren von Sauerstoff, Stickstoff und Metallen. Damit aus Rohöl Produkte wie Gas, Benzin oder Heizöl entstehen, muss es in Raffinerien chemische und physikalische Prozesse durchlaufen. Die Umwandlung besteht aus drei wichtigen Prozessen: Destillation (Trennung), Konversion (Umwandlung) und Reformierung (Nachbehandlung). >



1 Bei der Destillation wird das Rohöl bei 400 Grad Celsius „gekocht“.

2 Während des gesamten Verarbeitungsprozesses werden regelmäßig Proben entnommen, damit die Produktqualität stimmt.

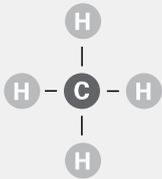
Der erste Schritt vom Rohöl zum Produkt:
Einblick in den Destillationsprozess.



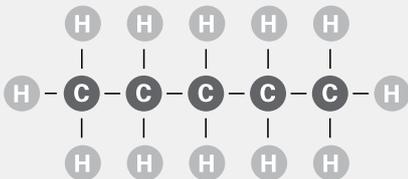
Moleküle im Spiel

Der Wertigkeit des Kohlenstoffs ist es zu verdanken, dass sich aus Erdöl unterschiedliche Produkte gewinnen lassen. Je nach Art der Bindung der Kohlenstoffatome aneinander unterscheiden die Fachleute bei der Mineralölverarbeitung vier Hauptgruppen.

Methan (CH_4)



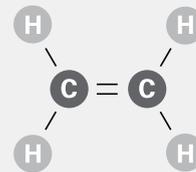
Pentan (C_5H_{12})



Paraffine (Alkane)

Das einfachste Alkan ist das Methan. Es ist Hauptbestandteil von Erdgas. Längerkettige Alkane wie Pentan sind Bestandteile von Benzin.

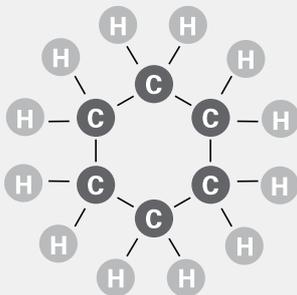
Ethylen (C_2H_4)



Olefine (Alkene)

Das einfachste Olefin ist das Ethylen. Es ist Ausgangsstoff für die Herstellung von Polyethylen, das sich beispielsweise in Plastiktüten und Plastikbechern befindet.

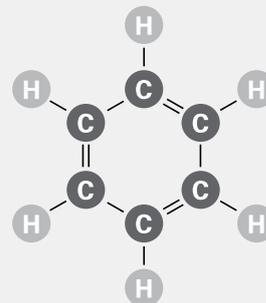
Cyclohexan (C_6H_{12})



Naphthene (Cycloalkane)

Das bekannteste Naphthen ist das Cyclohexan. Es ist wichtiger Rohstoff für die Nylonherstellung. Nylon wird für reißfeste Fasern verwendet wie in Strümpfen und Gitarrensaiten oder in mechanisch hochbeanspruchten Bauteilen wie Zahnrädern.

Benzol (C_6H_6)



Aromaten

Der bekannteste Aromat ist das Benzol. Es ist Ausgangsstoff für viele unterschiedliche Produkte wie Polystyrol, verschiedene Kautschuke und pharmazeutische Produkte.

Sorgfältig trennen

Die Bestandteile des Rohöls sieden bei unterschiedlichen Temperaturen. Sie können im Destillationsprozess durch Erhitzen und Abkühlen getrennt werden. Dabei wird Rohöl auf 400 Grad Celsius erhitzt. Es wandelt sich in Gas um und strömt in den rund 50 Meter hohen Destillationsurm, der in unterschiedliche Temperaturbereiche unterteilt ist.

Beim Erhitzen steigen leichte Kohlenwasserstoffe wie Flüssiggas und Leichtbenzin in den oberen Bereich des Turms, in dem eine Temperatur von 20 bis 150 Grad Celsius herrscht. Schwerere Stoffe wie Kerosin oder Petroleum verteilen sich bei etwa 150 bis 250 Grad Celsius in der Mitte. Danach folgen Diesel und Heizöl bei etwa 250 bis 360 Grad Celsius. Am Boden des Turms setzen sich die sehr schweren Stoffe wie Bitumen ab. Das Rohöl ist so in die einzelnen Bestandteile (Fraktionen) aufgespalten. Nachdem diese abgekühlt sind, gelangen sie über Rohrleitungen in Lagertanks.

Vielfältige Verwandlung

Die Produktpalette, die bei der Destillation entsteht, entspricht nicht automatisch dem Bedarf des Marktes. Leichtes Heizöl, Benzin und Kerosin werden zwar deutlich häufiger nachgefragt als schweres Heizöl, gehen aber in geringerer Menge aus dem Destillationsprozess hervor. Die weniger nachgefragten, schweren Stoffe müssen also in leichte umgewandelt werden, um die Nachfrage zu erfüllen. Dieser Vorgang findet in Konversionsanlagen statt. Hier werden langkettige Kohlenwasserstoffe in kürzere aufgespalten. Beim Cracken unterscheiden Fachleute drei Aufspaltungsmethoden: thermisches Cracken, Hydrocracken und katalytisches Cracken. Das am häufigsten angewandte Verfahren ist das katalytische Cracken. Dabei werden die Fraktionen mit einem Katalysator erhitzt. Katalysatoren sind Stoffe, die eine chemische Reaktion fördern, ohne sich zu verändern. Bei einer Temperatur von etwa 600 Grad Celsius geraten die Kohlenwasserstoffmoleküle in starke Schwingungen und brechen auseinander. Das Ergebnis des ka-



Techniker und Chemikanten prüfen die Raffinerieanlagen kontinuierlich.

talytischen Crackens reicht vom gasförmigen Methan bis zum Schweröl. Dem Prozess wird ein Destillationsvorgang nachgeschaltet, der die einzelnen Produkte erneut voneinander trennt.

Qualitativ veredeln

Die durch die verschiedenen Verarbeitungsprozesse gewonnenen Produkte entsprechen in der Regel noch nicht der geforderten Normqualität. Benzin beispielsweise ist erst als Ottokraftstoff geeignet, wenn es eine Oktanzahl von mindestens 91 ROZ (Research-Oktanzahl) besitzt. Um die Klopfestigkeit (Oktanzahl) zu erhöhen, ist der Prozess der Reformierung erforderlich. Rohbenzin wird erhitzt und im Reformier mit einem Platinkatalysator gemischt. Der Katalysator bewirkt, dass Kohlenwasserstoffverbindungen einige Wasserstoffatome verlieren. Sie werden zu hochoktani- gen Benzinmolekülen. Die Benzinströme aus Reformern, Konversionsanlagen und anderen Raffinerieprozessen werden gemischt und gewährleistet, trotz ständig wechselnder Rohölsorten, eine Auslieferung mit identischer Quali- ➤



1 Auf einem Motorenprüfstand werden Fahrsituationen simuliert und so Kraftstoffe unter anderem auf Leistung und Emissionen untersucht.

2 Wissenschaftler prüfen die Qualität bestehender Kraftstoffe und entwickeln neue Kraftstoffgenerationen.

3 In der Forschung spüren die Mitarbeiter kleinste Ablagerungen mit Hilfe eines Rasterelektronenmikroskops (REM) auf.

tät. Zusätzlich werden Additive beigemischt, um die hohen Qualitätsanforderungen modernster Motoren zu erfüllen. Beim Ottokraftstoff sind das Komponenten, die Ablagerungen im Motor verhindern und ihn vor Korrosion schützen.

Mehr Leistung bei weniger Emission

Die Leistungsfähigkeit und Qualität von Benzin und Diesel sind in den vergangenen Jahren ständig verbessert worden. Gleichzeitig konnten Auswirkungen auf die Umwelt stark reduziert werden. Benzin und Diesel sind seit langem frei von Blei. Seit 2003 gelten Kraftstoffe in Deutschland als schwefelfrei.

2016 hat Aral alle Kraftstoffe überarbeitet und mit einer Anti-Schmutzformel versehen. Sie sorgt dafür, dass bestehende Verunreinigungen im Motor ab der ersten Tankfüllung abgebaut werden. Anschließend verhindert eine Schutzbeschichtung, dass sich neue Rückstände im Motor ablagern. Die Reinigungswirkung der neuen Kraftstoffgeneration hat der TÜV Rheinland bestätigt. Durch den Einsatz der Kraftstoffe kann außerdem die Reichweite der Fahrzeuge erhöht werden. Bei dem Hochleistungskraftstoff Ultimate Diesel um bis zu 66 Kilometer pro Tankfüllung, bei Ultimate 102 um bis zu 40 Kilometer. Diese Angaben basieren auf einer Reichweite von 850 Kilometern für ein Dieselfahrzeug und 650 Kilometern für ein Fahrzeug mit Ottomotor.

Raffinerie digital transformiert

Auch in der klassischen Kraftstoffproduktion gab es in den letzten Jahren zahlreiche technische Neuerungen. Denn die Digitalisierung macht auch vor den Raffinerien nicht Halt. Digitale Technologien werden entlang der gesamten Produkt-Wertschöpfungskette eingesetzt: von der Bedarfsplanung in den Raffinerien, über die Auslastungssteuerung der Anlagen bis zur Planung der Lagerung und Tankstellenversorgung. Alle Schritte sind durch digitale Prozesse miteinander verbunden und werden automatisch aufeinander abgestimmt. Gesammelte und intelligent ausgewertete Datenmengen steigern die Effizienz



In der Messwarte werden alle Raffinerieprozesse zentral überwacht und gesteuert.

der Produktion und ermöglichen zudem, Emissionen zu reduzieren. Die Technik deckt immer wieder neue Optimierungspotenziale auf und sorgt darüber hinaus für eine höhere Sicherheit. Die digitalen Herzstücke der Raffinerien sind die zentralen Messwarten. Hier läuft alles zusammen. Viele verschiedene Sensoren ermöglichen es, die Verarbeitung des Erdöls in Echtzeit zu überwachen. Die Menschen in den Messwarten haben Temperatur, Druck, Dichte, Säuregrade und Durchfluss in den verschiedenen Anlagenanteilen ständig im Blick und können bei Bedarf schnell reagieren.

Der Einsatz digitaler Technologien wird weiter zunehmen. Erste Versuche gibt es bei der Einbindung von Geräuschen in die Überwachung von Industrieanlagen. Damit käme eine weitere Dimension beim Überprüfen des Sicherheitszustands hinzu.

Produkte aus Erdöl

Nach diesem Rundumblick auf Zusammenset-

zung, Verwandlung und Veredelung des vielseitigen Rohstoffs stellt sich die Frage, worin Erdöl – außer in Kraftstoffen – eigentlich steckt. Die vielen Anwendungsmöglichkeiten haben es im 20. Jahrhundert zum bedeutendsten Energieträger und wichtigsten Handelsgut der Welt gemacht. Kein anderer Rohstoff lässt sich so einfach verarbeiten und so vielfältig verwenden.

Ein Leben ohne Öl?

Fast 90 Prozent der Chemieprodukte werden aus Erdöl gewonnen, allen voran Kunststoffe, die aus dem heutigen Alltag nicht mehr wegzudenken sind. Sie sind im Vergleich zu natürlichen Materialien wie Holz oder Metall leichter und strapazierfähiger. Die älteste synthetische Faser ist Polyamid. Aus ihr werden unter anderem Nylonstrumpfhosen hergestellt. Grundlage für Computergehäuse, Frischhaltefolien oder Butterbrotdosen ist ein anderer wichtiger Kunststoff: Polyethylen. Der stoßfeste Kunststoff lässt sich in erwärmtem Zustand in jede Form bringen. Aus dem transparenten Kunststoff Polycar- ➤

Alltagsprodukte auf Erdölbasis

Rohöl ist in verschiedensten Produkten enthalten, die wir tagtäglich benutzen – vom Autoreifen bis zum Smartphone.



bonat werden Blu-Ray-Discs und Smartphone-Gehäuse produziert. Weitere Einsatzgebiete sind Schutzhelme, Visiere und Spielzeug.

Schmierstoffe sind ein weiteres wichtiges Erdölprodukt, bei dem BP mit der Marke Castrol für Qualität steht. Sie können vielfältig eingesetzt werden: vom gewöhnlichen Schmieröl über Industrieschmierstoffe bis zum Hochleistungsöl, wie es in Formel-1-Motoren oder für Präzisionsinstrumente in der Raumfahrt verwendet wird. Ein wichtiger Wärmelieferant ist Heizöl – und ein beliebter: Es gibt rund fünf Millionen Ölheizungen in Deutschland. Heizöl ist unempfindlich gegenüber Temperaturschwankungen und lässt sich über einen langen Zeitraum lagern. Private Haushalte verbrauchen 70 Prozent, 20 Prozent entfallen auf das Gewerbe, zehn Prozent auf Industrie, Strom- und Fernwärmeerzeugung.

Das älteste bekannte Mineralölerzeugnis ist Bitumen, das außerhalb des Destillationsprozesses in natürlichen Ölseen vorkommt. Schon vor 5.000 Jahren sammelten die Sumerer in Mesopotamien im Nahen Osten die zähe Flüssigkeit und dichten damit ihre Boote ab. Seit Anfang der 1970er-Jahre ersetzt Bitumen den krebserregenden Baustoff Teer. Mit Mineralien und anderen Füllstoffen angereichert wird Bitumen zu Asphalt. Er ist widerstandsfähig und wasserundurchlässig und wird für den Bau von Straßen, Flughäfen oder Hafenbecken genutzt. Öl ist also weit mehr als nur Kraftstoff. Ob im Smartphone, in Lippenstiften, Babywindeln, in Medikamenten oder Inlineskates: Es ist ein wichtiger Rohstoff für Tausende von Alltagsprodukten. ■



Webreportage:
on.bp.com/Unsere_Raffinerien

Weiterführende Links:

MWV
www.mwv.de

BP Gelsenkirchen
www.bpge.de

BP Lingen
www.bplingen.de



Web-reportage

In vielen Lebensbereichen spielen Ölprodukte eine große Rolle.



1 Im Büro: 2,5 Liter Erdöl verstecken sich allein im Computerbildschirm und in der Krawatte für Geschäftstermine.

2 Rund zwei Liter Erdöl begegnen uns jeden Morgen im Badezimmer – in Kosmetik, Shampoo und Zahnbürste.

3 In Kleidung, Taschen und Schuhen tragen wir täglich Erdölprodukte mit uns.

5

Logistik



14.099

Straßentankstellen
und 360 Autobahntankstellen
gibt es in Deutschland.

12 Raffineriestandorte

sind über die gesamte
Bundesrepublik verteilt.

Auf zum Verbraucher

Mobilität als logistische Herausforderung: Per Pipeline, Binnenschiff, Kesselwagen und Tankwagen gelangen die Erdölprodukte von Raffinerien über Tanklager zum Kunden. Moderne Technik sorgt beim Transport für Sicherheit und einwandfreie Qualität.

Die aus Rohöl gewonnenen Produkte werden von den Raffinerien zu Großkunden, Verbrauchern oder Außenlagern transportiert. In Deutschland gibt es 14.099 Straßentankstellen und rund 360 Autobahntankstellen, die mit Kraftstoffen versorgt werden müssen. Im Vergleich zu anderen wichtigen Energieträgern können Erdölprodukte lange gelagert und auf unterschiedlichen Wegen befördert werden. Um die Versorgung zu sichern, werden Produktion, Lagerkapazitäten und Bedarf aufeinander abgestimmt. Die Wahl des Transportmittels ist abhängig von Sicherheit, Wirtschaftlichkeit, Leistungsfähigkeit, Beschaffenheit und Entfernung. Um Straße und Umwelt zu entlasten, werden die Lager per Bahn, per Pipeline oder über den Wasserweg bedient. Die Außenlager sind wie die Raffinerien über ganz Deutschland verteilt. Von hier aus erfolgt die Weiterverteilung durch Tankwagen.

Ein geschlossener Kreislauf

Die Lagerung und der Transport von Brenn- und Kraftstoffen verlangen wirksame Maßnahmen zum Schutz von Mensch und Umwelt. Die Mineralölindustrie hat alle Vorkehrungen getroffen, um eine Gefährdung durch Lecks auszuschließen und die Emission von Kohlenwasserstoffdämpfen zu verringern. Die Füllstationen in den Tank-



Beim Befüllen der Lagertanks an der Tankstelle werden die Kohlenwasserstoffdämpfe über einen separaten Schlauch in den Tankwagen zurückgeführt.

Bis der Kunde den Kraftstoff an der Tankstelle zapfen kann, ist viel Koordinationsarbeit gefragt.



1 Damit Kraftstoffversorgung und Service rundlaufen, stimmen sich Aral Mitarbeiter eng untereinander ab.

2 Service an 365 Tagen im Jahr: Viele der 2.500 Aral Stationen sind Tag und Nacht Anlaufstelle.



Auch an der Tankstelle gibt es umfangreiche Sicherheitsmaßnahmen.

lagern und Raffinerien sowie die Zapfpistolen an der Tankstelle verfügen über Gasrückgewinnungsanlagen. Beim Umladen der Brenn- und Kraftstoffe in beziehungsweise aus Binnenschiffen und Kesselwagen und bei der Befüllung von Tankwagen und Autos werden flüchtige Kohlenwasserstoffdämpfe in einem geschlossenen Kreislauf gefangen. Anschließend gelangen sie in eine Rückgewinnungsanlage zur Reinigung und Wiedergewinnung als Kraftstoffe.

Letzter Stopp Tankstelle

Für die Markentankstellen werden den Grundkraftstoffen zusätzlich speziell entwickelte Additive zugefügt. Das fertige Produkt gelangt dann per Tankwagen zur Tankstelle. Zur Sicherung der Qualität werden die Kraftstoffe auf dem gesamten Weg von der Raffinerie bis in den Tank des Autofahrers überwacht. Beispielsweise gewährleistet ein Sicherungssystem, dass immer das gleiche Produkt in den Tank des Tankwagens gelangt und Vermischungen verhindert werden. Wenn ein Fahrer beim Betanken in der Raffinerie oder im Tanklager die Anschlüsse verwechselt, greift sofort das computergestützte System ein und stoppt die Beladung.

Technikzentrale Tankstelle

Die umfassenden Maßnahmen zum Schutz der Umwelt sind für den Verbraucher an der Tankstelle häufig nicht sichtbar. Die zahlreichen technischen Vorkehrungen zur Reduktion der Emissionen, zur Verbesserung der Abwasserqualität sowie zum Schutz des Bodens und Grundwassers befinden sich zum größten Teil im Boden. Die Fahrbahn bei Zapfsäulen und der Standplatz des Tankwagens sind flüssigkeitsdicht. Sollte beim Betanken Kraftstoff austreten, gelangt dieser über ein separates Entwässerungssystem zum Leichtflüssigkeitsabscheider, der den Übertritt ins öffentliche Abwassersystem verhindert. Der aufge-

fangene Kraftstoff wird aus dem Abscheider gepumpt und fachgerecht entsorgt. Kleine Tropfmengen werden mittels Bindemittel aufgenommen und ebenfalls fachgerecht entsorgt.

Die unterirdischen Lagertanks an den Tankstellen verfügen über einen Doppelmantel. Dabei wird der Zwischenraum mit Leckanzeigegeräten ständig automatisch überwacht. Bei einem Druckabfall wird optisch und akustisch Alarm ausgelöst und der zuständige Fachbetrieb zur Reparatur eingeschaltet. Auch die unterirdischen Rohrleitungen, durch die die Lagertanks befüllt werden, sind doppelwandig. Während der Befüllung überwacht auch hier ein Sicherheitssystem den Vorgang.

Gasrückführung an der Tankstelle

An der Tankstelle wird der Kraftstoff aus dem Tankwagen in unterirdische Tanks gefüllt. Dabei schließt der Fahrer zwei Schläuche im Fernfüllschacht der Tankstelle an. Durch einen Schlauch fließt Kraftstoff in die Lagertanks, durch einen zweiten nimmt der Tankwagen die durch die Befüllung verdrängten Kohlenwasserstoffdämpfe aus den Lagertanks auf. Im gleichen Maß, in dem der Benzinspiegel in den Lagertanks steigt, werden die Dämpfe in den Tankwagen gedrückt. Bei der nächsten Beladung führt der Tankwagen die Dämpfe ins Tanklager oder in die Raffinerie ab. Die flüchtigen Kohlenwasserstoffdämpfe bleiben in einem geschlossenen System und können nicht entweichen.

Auch der Verbraucher ist vor den Dämpfen geschützt. Durch eine zusätzliche Leitung in der Zapfpistole wird während der Betankung eines Fahrzeugs das Kraftstoffdampf-Luft-Gemisch, das sich im Fahrzeugtank oberhalb des Kraftstoffes bildet, mit einer Rückförpumppe abgesaugt und direkt in unterirdische Lagertanks geführt. ■

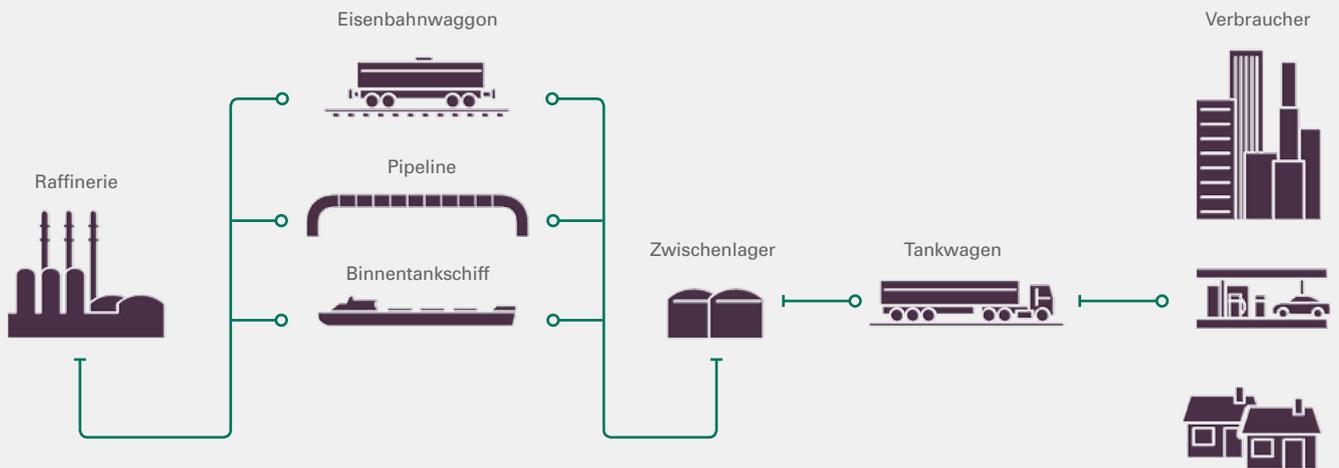


Weiterführender Link:

Aral
www.aral.de

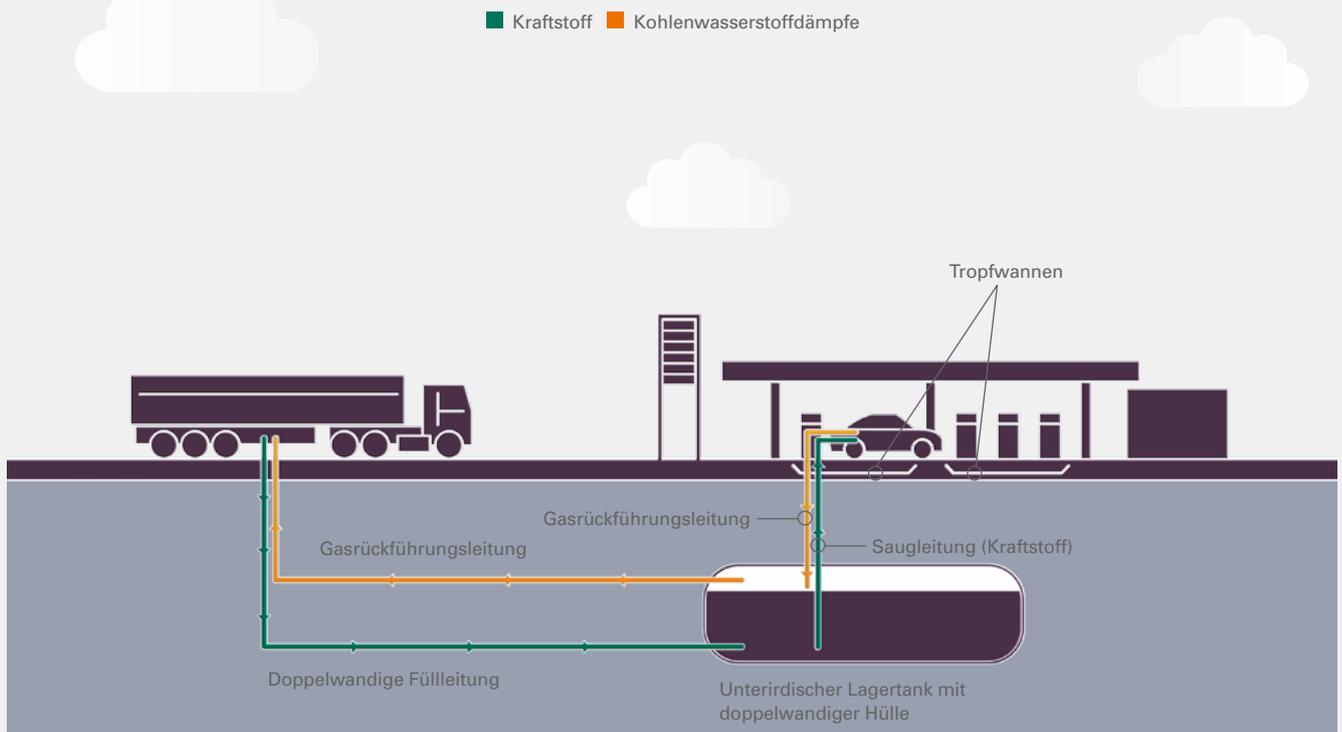
Transportwege

Von der Quelle zum Verbraucher: Auf unterschiedlichsten Wegen kommen die Produkte an ihren Bestimmungsorten an.



Sicherheit und Umweltschutz

Umfangreiche Vorkehrungen schützen Mensch und Umwelt während des Transports und an der Tankstelle.



6 Handel

Über
100 Millionen Barrel
Öl werden weltweit täglich
verbraucht.

Zwischen rund
13 und 111 US-Dollar
schwankte der Ölpreis (Brent) im
Jahresdurchschnitt seit 1998.

64 Prozent
des E10-Gesamtpreises machten
Steuern und Abgaben Anfang
2019 aus.

Rohöl – weltweit begehrt

Das Auf und Ab des Ölpreises sorgt immer wieder für Schlagzeilen. Für Autofahrer zählt besonders die Auswirkung auf die Kraftstoffpreise. Viele verbinden mit dem Ölmarkt das Bild mächtiger Konzerne, die die Preise kontrollieren und diese ständig steigen lassen. Fakt ist: Der Weltölmarkt ist immer in Bewegung.

Der Rohstoff Öl ist weltweit eine der wichtigsten Handelswaren. Sein Preis unterliegt teils starken Schwankungen: Ende 1998 erreichten die Rohölpreise ein 20-Jahres-Tief von rund 13 US-Dollar pro Barrel. 2011 überschritt der Durchschnittspreis für Rohöl erstmals die 100-Dollar-Marke. Im Jahresdurchschnitt sank er 2016 auf einen neuen Tiefstand von rund 44 US-Dollar. Bis Ende 2018 folgte eine Stabilisierung auf moderatem Preisniveau (Jahresdurchschnitt 2018: 71,03 US-Dollar). Die teils heftigen Preisbewegungen am internationalen Ölmarkt haben viele Ursachen. Angebot und Nachfrage bestimmen den Markt – also die Menge des geförderten Rohöls einerseits und der weltweite Bedarf andererseits. Einflussgrößen sind: die Förderdisziplin und Ölpreispolitik des OPEC-Kartells, Lagerbestände, Reservekapazitäten, die Qualität des jeweiligen Rohöls, Lager- und Frachtkosten, Konjunkturentwicklung, die Auslastung der Raffinerien und unvorhersehbare Ereignisse wie Naturkatastrophen und politische Spannungen. Auch technologische Standards können den Ölmarkt beeinflussen – wie die Schieferöl-Revolution in den USA gezeigt hat. Die dort eingesetzten Bohrvorrichtungen ermöglichen eine schnelle Reaktionszeit im Falle hoher beziehungsweise niedriger Ölpreise. >



1 Das World Financial Center ist Sitz der New York Mercantile Exchange (NYMEX) – der größten Warenterminbörse für Energieprodukte.

2 Staaten mit einem hohen Wirtschaftswachstum wie zum Beispiel China bestimmen die Entwicklung der Ölnachfrage maßgeblich mit.

Der Ölpreis ist täglichen Schwankungen ausgesetzt.



Anfang der 1980er Jahre entstand der Terminhandel an den Ölbörsen.



- 1 Ständige Schwankungen bei Angebot und Nachfrage lassen die Ölpreise steigen oder sinken.
- 2 Beim Handel mit Terminkontrakten versuchen Anleger zukünftige Preisentwicklungen zu antizipieren.



Ölpreis: zwischen Höhenflug und tiefem Fall

Ein Rückblick auf die letzten Jahrzehnte zeigt, wie volatil sich die Preise am Ölmarkt verhalten können. Das Tief von 1998 ist leicht erklärt: Ende der 1990er-Jahre erhöhten die Erdöl exportierenden Staaten ihre Förderquoten. Das höhere Angebot traf auf eine weltweit stark fallende Nachfrage, vor allem aufgrund der Wirtschaftskrise in den asiatischen Staaten wie Singapur, Hongkong, Südkorea und Taiwan. Zudem waren die Lagerbestände nach einem ungewöhnlich warmen Winter kräftig gewachsen. Die Konsequenz: Die Preise fielen massiv. Zwischen 2004 und 2011 erfuhren die Ölkurse einen Höhenflug. Die Ursachen lagen im großen Weltwirtschaftswachstum und in der damit verbundenen großen Rohölnachfrage aus wirtschaftlich aufstrebenden Nationen wie China und Indien. Dazu kamen politische Unruhen und Kriege in Regionen mit hohen Ölvorkommen. Die Veränderungen der politischen Landschaft in der arabischen Welt beispielsweise trieben den Rohölpreis in die Höhe – Stichwort: Arabischer Frühling. Als Folge solcher Krisen kommt es wegen der anhaltend hohen Nachfrage nach Öl zu Produktions- und Lieferun-

terbrechungen. Diese führen wiederum zu Kapazitätsengpässen oder Versorgungsängsten. Es ist also nicht verwunderlich, dass der Ölpreis im Jahr 2011 die Hundert-Dollar-Marke durchbrach.

Aber nicht nur politische Krisen beeinflussen die Branche. Die infolge der neuen Fracking-Technologie schnell angewachsene Schieferöl-Produktion in den USA und – als Wettbewerbsreaktion darauf – eine gleichbleibende Fördermenge seitens der Organisation Erdöl exportierender Länder (OPEC) sorgten für ein Überangebot an Erdöl am Markt und damit 2014 für einen gravierenden Fall der Ölpreise. Die infolge des Überangebots großen Lagerbestände hielten das Preisniveau auch in den nachfolgenden Jahren niedrig. Erst 2017 stieg der Ölpreis im Jahresdurchschnitt erstmals wieder an.

Akteure im Ölmarkt

Lange Zeit war die Entwicklung am Ölmarkt durch die OPEC bestimmt. Sie wurde im Jahr 1960 von Persien (heute Iran), Irak, Kuwait, Saudi-Arabien und Venezuela gegründet. Heute umfasst die Organisation 14 Staaten. Neben den Gründungsmitgliedern sind das Algerien, Ango-

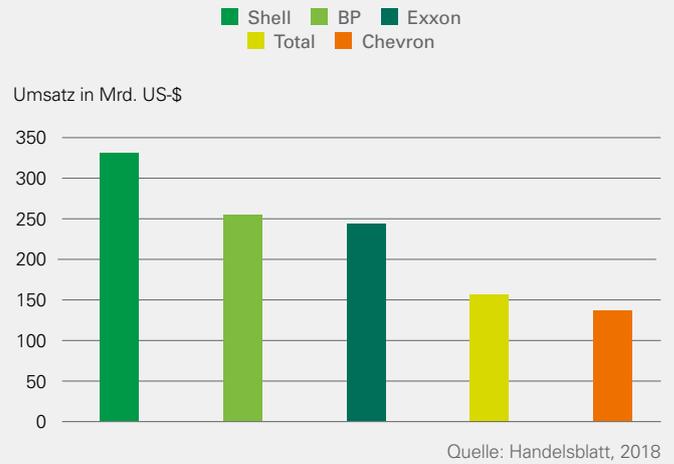
la, Äquatorialguinea, Ecuador, Gabun, Katar, Libyen, Nigeria und die Vereinigten Arabischen Emirate. Die OPEC-Länder haben sich zum Ziel gesetzt, im Rahmen eines Kartells eine gemeinsame Ölpreispolitik zu verfolgen, um ihre Einnahmen abzusichern. In den Mitgliedsländern der OPEC befinden sich rund 72 Prozent der nachgewiesenen Weltölreserven (Stand: 2017). Sie fördern etwa 40 Prozent des weltweiten Erdöls. Die restlichen 60 Prozent verteilen sich auf die Nicht-OPEC-Staaten. In den letzten Jahren sind die USA durch die Schieferöl-Produktion neben der OPEC zum wichtigsten Akteur geworden. Diese Entwicklung sorgte für Unstimmigkeiten innerhalb der Organisation – sie verlor an Wirkung. Dennoch bleibt sie im Hinblick auf große Ölreserven ein maßgeblicher Anbieter am Weltmarkt für Öl. Mit der hohen Zahl weltweiter Ölreserven steigt jedoch der Druck auf die OPEC-Länder für wirtschaftliche Reformen, um ihre Wettbewerbsfähigkeit zu sichern. Weitere bedeutende Förderländer sind Russland, China, Kanada, Brasilien und Mexiko.

Preisbildung

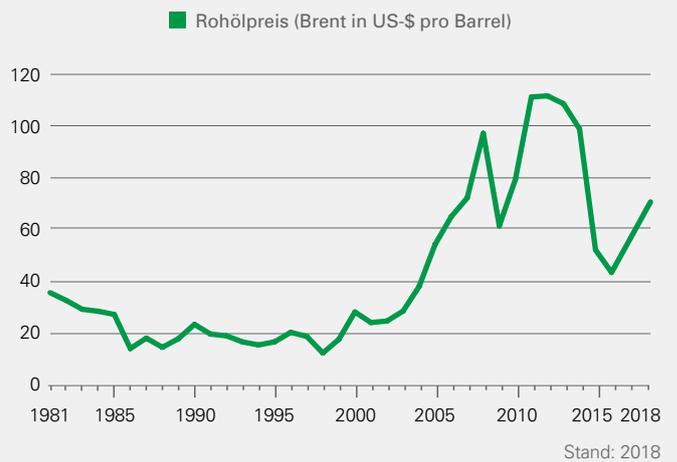
Die Rohölpreise werden wie die Preise beispielsweise für Kakao und Baumwolle an den Rohstoffbörsen gehandelt. Die Förderquote bildet einen wichtigen Einflussfaktor in Bezug auf den Weltmarktpreis. Bei zunehmender Nachfrage nach Öl steigt der Preis überproportional, wenn sich gleichzeitig das Angebot durch sinkende Förderquoten verringert. Diesen Effekt versucht die OPEC durch eine abgestimmte Quote zu nutzen.

Die Struktur des internationalen Erdölmarkts hinsichtlich der Rohölproduktion wird nicht nur durch die OPEC und die Schieferöl-Produktion in den USA, sondern auch durch die führende Stellung der staatlichen Ölgesellschaften bestimmt. Große staatliche Ölgesellschaften sind unter anderem Rosneft (Russland), Saudi Aramco (Saudi-Arabien), NIOC (Iran), PdVSA (Venezuela), CNPC (China), Pemex (Mexiko) und Sonatrach (Algerien). Auch Gazprom (Russland) gehört zu den größten Gesellschaften, mit ➤

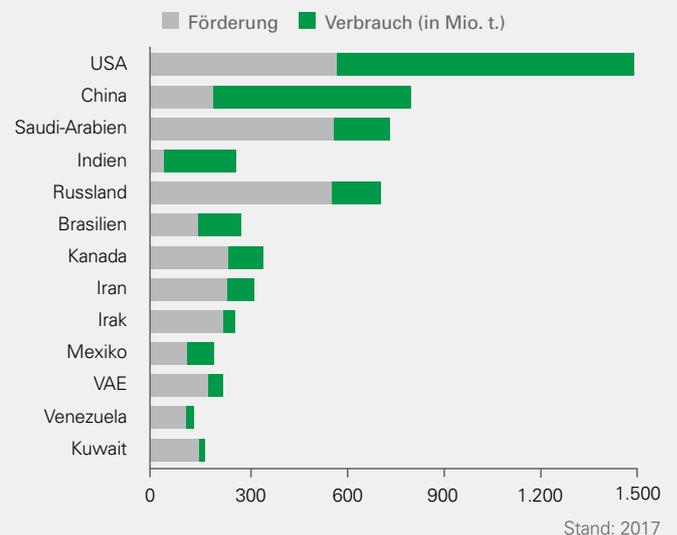
Die größten Ölkonzerne im Vergleich



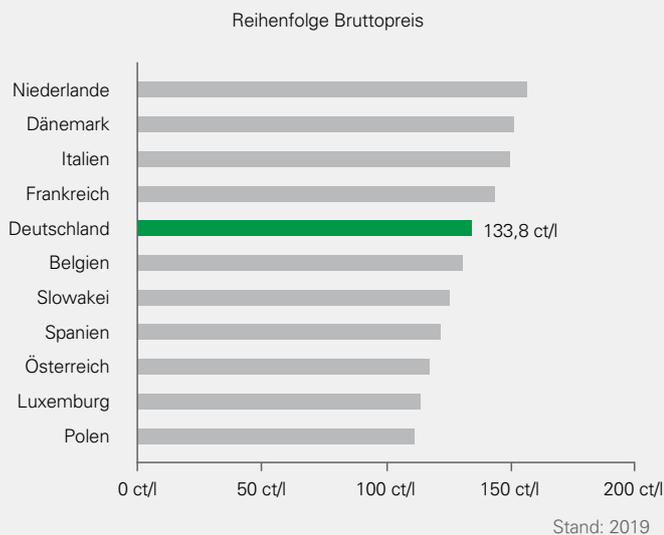
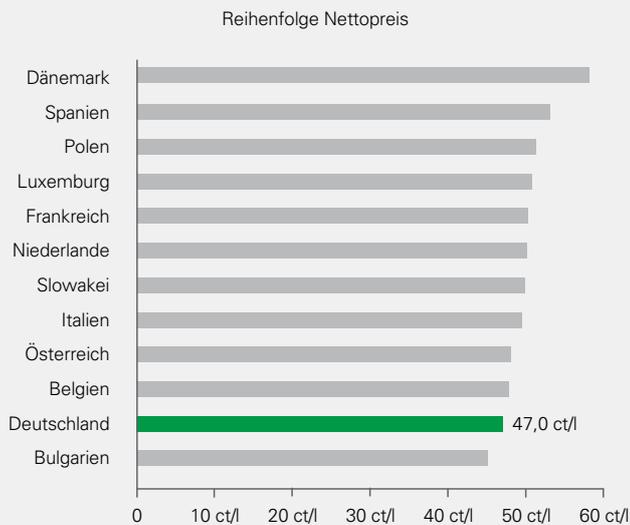
Entwicklung des Rohölpreises am Spotmarkt



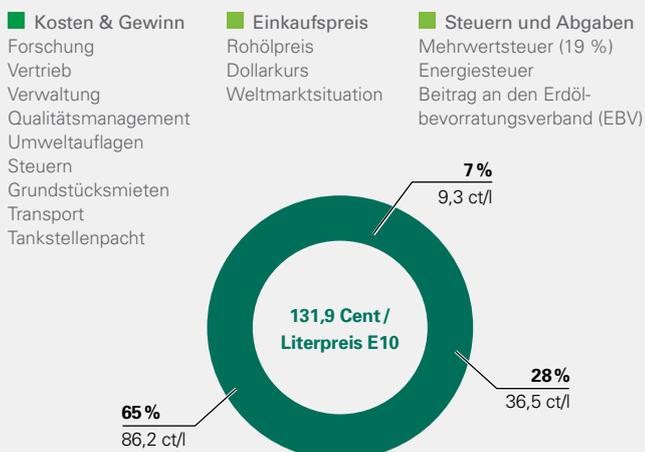
Die größten Förder- und Verbraucherländer



Super-Kraftstoff im Europavergleich



Zusammensetzung des Kraftstoffpreises



Stand: 26.02.2019

50,23 Prozent der Aktien in staatlicher Hand. Die großen privaten Ölgesellschaften wie ExxonMobil, Shell, BP, Chevron, Total und ConocoPhillips haben nur sehr begrenzten Einfluss auf den Weltmarktpreis, da sie zusammen einen zu geringen Anteil an der weltweiten Ölförderung haben.

Lieferverträge, Spotmarkt, Termingeschäfte

Ein großer Teil des internationalen Ölhandels wird über direkte, langfristig bestehende Verträge zwischen Lieferanten und Abnehmern geregelt.

Wer kurzfristig Rohöl oder Mineralölprodukte kaufen oder verkaufen will, nutzt den Spotmarkt. Der Spothandel findet an internationalen Ölbörsen statt, vor allem in New York, London und Rotterdam. Wie an jeder anderen Börse entstehen minütlich neue Preise für die gehandelten Rohstoffe.

Als Ergänzung zum Spotmarkt entstand Anfang der 1980er-Jahre der Terminhandel an den Ölbörsen. Hier vereinbaren Vertragspartner Öllieferungen zu einem bestimmten Preis und zu einem festgelegten Zeitpunkt. Im Laufe der Jahre hat sich das Termingeschäft entwickelt. Der Papiermarkt, auch Terminkontraktmarkt genannt, entstand. Hier wird nicht mit realem, physischem Öl gehandelt, sondern mit Terminkontrakten. In der Regel handelt es sich um reine Finanzgeschäfte, die über den physischen Markt hinausgehen: Die Händler versuchen Preisänderungen vorherzusehen und Gewinne zu erzielen oder sich gegen Preisschwankungen abzusichern. Die Teilnehmer dieses Markts, zum Beispiel Investmentbanken, haben zunehmenden Einfluss auf die Ölpreisbildung. Ihre Analysen und Zukunftserwartungen wirken sich auf die Ölpreise an den Rohstoffbörsen aus.

Kraftstoffpreise an der Tankstelle

Der Kraftstoffpreis an der Tanksäule wird – genauso wie der Rohölpreis – von vielen Faktoren beeinflusst. Dazu gehören: Angebot und Nachfrage auf dem Rotterdamer Spotmarkt, Steuern

und Abgaben, Kostenstruktur des jeweiligen Mineralölunternehmens und örtliche Konkurrenz der Tankstellen. Ein weiterer Einflussfaktor ist der Wechselkurs des Euro zum US-Dollar. Öl wird an den internationalen Märkten in US-Dollar gehandelt. Wenn der Euro gegenüber dem US-Dollar schwächer notiert, steigen die Mineralölpreise in Deutschland. Ein starker Euro hingegen wirkt für sich genommen preisdämpfend.

Auf den Nettopreis bezogen – also ohne Steuern – liegt Deutschland im Vergleich aller EU-Staaten bei den Kraftstoffpreisen im unteren Drittel, mit Steuern allerdings im Mittelfeld (Stand: Februar 2019).

Den größten Anteil des Kraftstoffpreises machen heute Steuern und Abgaben aus. Dazu zählen die Energie- und die an den Endpreis gebundene Mehrwertsteuer sowie der Beitrag an den Erdölbevorratungsverband (EBV). Mitte Januar 2019 lag der Benzinpreis bei 131,9 Cent je Liter E10.

Der Steueranteil betrug entsprechend 86,2 Cent beziehungsweise 65 Prozent des Gesamtpreises.

Werden vom Kraftstoffpreis die Steuern und Abgaben (Energiesteuer/Ökosteuer, Mehrwertsteuer, EBV) und die Produktkosten abgezogen, so verbleibt die sogenannte Marge, aus der alle weiteren Kosten gedeckt werden müssen: Transport zur Tankstelle, Vertriebs- und Verwaltungskosten, Aufwendungen für Investitionen und Umweltauflagen, Grundstücksmieten und Partnerprovision. Den Kraftstoffpreis stellen die Firmenzentralen ein. Aufgrund örtlicher Preisschwankungen entstehen Differenzen von im Regelfall mehreren Cents. Das zeigt den harten Wettbewerb im nationalen Markt. ■



Weiterführender Link:

Aral

www.aral.de



Die Schwankungen am Ölmarkt haben auch Auswirkungen für den Verbraucher: Kraftstoffpreise steigen und sinken mit dem Rohölpreis.

7 Ausblick

Um rund
ein Drittel
steigt der weltweite Energiebedarf
bis 2040.

Rund
1,7 Billionen Barrel
umfassen die heute nachgewiesenen
Ölreserven weltweit.

300 Millionen PKW
werden laut dem BP Energy Outlook
2040 weltweit mit Elektromotor auf
den Straßen fahren.

Auf dem Weg in die Zukunft

Energiemärkte sind im Wandel wie nie zuvor. Durch technologische Fortschritte und internationale Klimaschutzbestrebungen steigt der Anteil der Erneuerbaren im Energiemix. Dennoch wird die weltweite Nachfrage nach Erdöl in den nächsten zwei Jahrzehnten zunächst weiterwachsen, sodass es voraussichtlich bis 2040 ein zentraler Energieträger sein wird. Durch effizientere Technologien und Produkte wird die Mineralölindustrie einen entscheidenden Beitrag zur Lösung der Herausforderungen im Kontext des Klimawandels leisten.

Seit jeher gibt es Spekulationen, wann „Peak Oil“ eintritt – also der Zeitpunkt, an dem die Ölförderung ihr Maximum erreicht haben wird und beginnt zurückzugehen. Die Diskussion ist oft mit der Frage verbunden, wann die Ölreserven weltweit aufgebraucht sein werden. Fakt ist jedoch, dass sich die weltweit bekannten Reserven zwischen 1982 und 2017 mehr als verdoppelt haben. Für jedes verbrauchte Barrel Öl wurden mehr als zwei neue entdeckt. Die mit heutiger Technologie förderbaren Ölreserven umfassen im Jahr 2035 laut Prognosen rund 2,6 Billionen Barrel. Weniger als die Hälfte davon reicht demnach aus, um den weltweiten Bedarf weit über 2050 hinaus zu decken. Die entscheidende Frage ist demnach nicht, wann „Peak Oil“ eintritt, sondern, wann die Nachfrage ihren Höhepunkt überschreitet („Peak Demand“). >



1



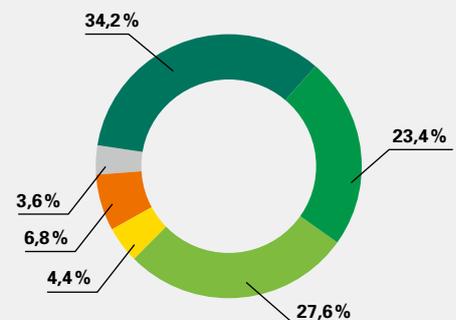
2

1 Aufgrund seiner Vielseitigkeit bleibt Erdöl auch in Zukunft essentiell.

2 Der Anteil alternativer Energien wie beispielsweise Windkraft wächst jedoch stetig.

Primärenergie-Mix 2017

■ Öl
 ■ Erdgas
 ■ Kohle
 ■ Nuklearenergie
■ Wasserkraft
 ■ Erneuerbare Energien

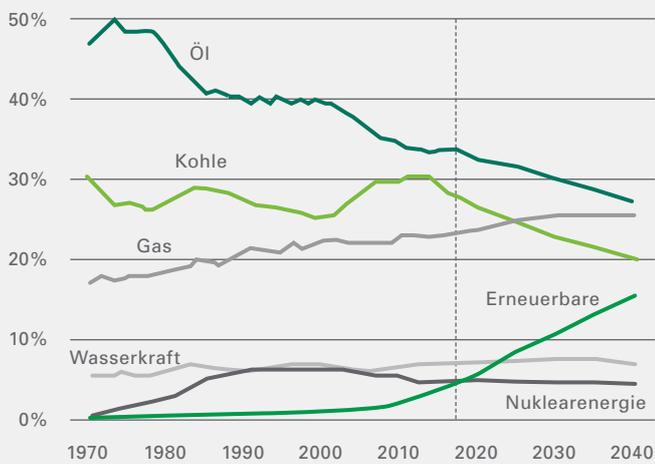


Erdöl ist die Nr. 1, gefolgt von Kohle und Erdgas. Alternative Energien bleiben noch hinter den anderen Energieträgern zurück.



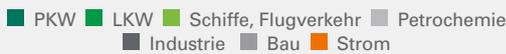
Die Welt wird mobiler: ein Grund für die wachsende Ölnachfrage.

Primärenergie-Mix 2040

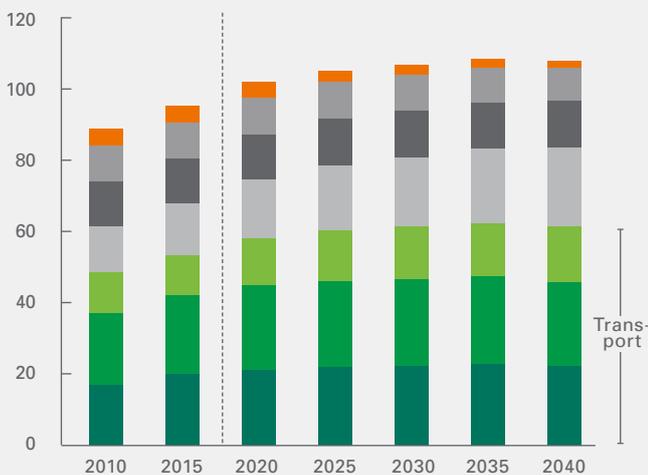


Quelle: BP Energy Outlook 2019

Treiber der Ölnachfrage



Mio. Barrel pro Tag



Quelle: BP Energy Outlook 2019

Schwellenländer treiben Ölnachfrage

Energiefachleute der BP und der Internationalen Energieagentur (IEA) sind sich einig: Der Erdölverbrauch wird in den nächsten 20 bis 30 Jahren weiter steigen. Und auch danach wird der Rohstoff auf sehr lange Sicht gebraucht und wird eine wichtige Rolle im globalen Energiemix spielen. Der Verbrauch der OECD-Länder sinkt zwar, die Nachfrage bestimmen jedoch schon heute wesentlich die sogenannten Schwellenländer wie China und Indien sowie auch die OPEC Staaten selber. Getrieben durch das Wirtschaftswachstum in diesen aufstrebenden Volkswirtschaften wird die Welt im Jahr 2040 voraussichtlich rund ein Drittel mehr Primärenergie benötigen als 2016. Bedingt durch ihren wachsenden Wohlstand und die zunehmende Mobilität wird dort auch der Ölverbrauch deutlich zunehmen und den weltweiten Bedarf an Erdöl insgesamt steigen lassen.

Weltweit mobil mit Erdöl

Damit ist Erdöl ein Platz im globalen Energiemix sicher – auch wenn die Nachfrage zum Jahr 2040 hin langsamer wächst und sich schließlich stabilisiert. Sein Verbrauch hängt eng mit dem Mobilitätssektor zusammen. Rund 60 Prozent des Energieträgers werden auch im Jahr 2040 noch von Autos, Schiffen, Flugzeugen und LKW verbraucht. Vor allem im internationalen Seeschiffverkehr (durch sogenannte Bunker) und auch in der Petrochemie wird der Verbrauch künftig steigen.

Die Ölnachfrage aus dem Verkehrssektor wird also zunächst weiter steigen. Das liegt zum einen daran, dass sich die internationale PKW-Flotte – getrieben durch den wachsenden Wohlstand in den Schwellenländern – bis 2040 auf zwei Milliarden Fahrzeuge verdoppeln wird. Zum anderen sind für Flugzeuge, Schiffe und LKW auf absehbare Zeit keine Alternativen in Sicht.

Dennoch: Effizientere PKW-Motoren und die Nutzung alternativer Kraftstoffe führen dazu, dass die Ölnachfrage aus dem Transportsektor zunehmend langsamer wächst und ab 2035 abnimmt. Darüber hinaus wird die Elektromobilität



1

- 1 Die Elektromobilität kommt. Doch Öl dominiert den Verkehrssektor weiterhin.
- 2 Vielfältige Produkte aus Erdöl machen es auch in der Petrochemie unverzichtbar.
- 3 Keine Alternative in Sicht: Flugzeuge starten weiterhin mit Öl im Tank.



2



3

dynamisch wachsen. Der BP Energy Outlook geht davon aus, dass 2040 weltweit 300 Millionen von insgesamt zwei Milliarden PKW mit Elektromotor auf den Straßen fahren, ein immenser Zuwachs gegenüber rund drei Millionen PKW in 2018. Dies entspricht einem Anteil von 15 Prozent am Gesamtfuhrpark 2040. Gemessen am Anteil der gefahrenen Personenkilometer wäre der Zuwachs mit 30 Prozent noch höher, da Elektrofahrzeuge mehr gefahren werden (z. B. in Flotten, Car-Sharing, autonomem Fahren). Die Auswirkung der Elektrifizierung der Antriebe auf die Ölnachfrage fällt global jedoch eher gering aus: Mit 85 Prozent bleibt Öl auch im Jahr 2040 im Verkehrssektor der stärkste Energieträger.

Wie schnell die Elektrifizierung voranschreiten wird, hängt auch von Weiterentwicklungen der Akkuproduktion ab. Denn rechnet man diese ein, sind die Gesamtemissionen eines elektrischen Tesla S heute erst ab 110.000 gefahrenen Kilometern geringer als jene eines Audi A7 TDI mit Verbrennungsmotor. Auch das Recycling der Akkus ist bislang nicht ausreichend geklärt.

Herzstück industrieller Produktion

Neben dem Verkehrssektor nimmt die Petrochemie zunehmend Einfluss auf die Ölnachfrage. Ab den frühen 2030ern wird sie die zentrale Quelle für Nachfragesteigerungen sein. In Deutschland wird beispielsweise rund ein Fünftel der heimischen Raffinerieprodukte in der chemischen Industrie weiterverarbeitet, etwa für Kunststoffe oder Medikamente. Petrochemische Produkte sind außerdem die Basis für unzählige hochveredelte Güter unserer Industriegesellschaften – de facto sind für sie heute keine wirtschaftlichen Alternativen in Sicht. Die Nachfrage danach wird auf absehbare Zeit weiterwachsen.

Zwischen politischem und Verbraucherwillen

Wie sich die Energiemärkte in Zukunft entwickeln, wird auch von politischen Entscheidungen bestimmt. Das Pariser Klima-Abkommen ist international anerkannt. Inwieweit die Beschlüsse angesichts zahlreicher Herausforderungen und unterschiedlicher Interessen die Weltenergiemärkte beeinflussen werden, wird sich >

in den kommenden Jahren herausstellen. Deutschland hat sich zudem ambitionierte Ziele im Rahmen der Energiewende und im Hinblick auf eine Reduktion von Treibhausgasemissionen gesetzt. Diese enthalten unter anderem auch Reduktionsziele für den nationalen Verkehrssektor. Mit Hilfe welcher Technologien diese Ziele erreicht werden, sollte offengehalten werden. Am vielversprechendsten dürfte hier ein Technologiemix sein, in dem Elektroautos, aber auch Hybridtechnologien und synthetische Kraftstoffe sowie CNG (Erdgas), Biokraftstoffe und Effizienzsteigerungen der Verbrennungsmotoren gleichermaßen einen Beitrag leisten. Um ein solches Nebeneinander von erneuerbaren und fossilen Energien zu erreichen, braucht es Technologieoffenheit. Dabei bleibt abzuwarten, ob die Politik den Weg durch finanzielle Anreize oder gesetzliche Auflagen vorzeichnet. In jedem Falle jedoch wird ein solcher Reduktionspfad Kosten im Verkehrssektor aufwerfen, die letztlich vom Bürger getragen und akzeptiert werden müssen. Die letzten Jahre haben eines deutlich gemacht: Die Verbraucher müssen bei der Einführung neuer Kraftstoffe, Antriebstechnologien, der damit verbundenen Infrastruktur und besonders der Kosten mitgenommen werden. Sonst finden Innovationen oftmals keine gesellschaftliche

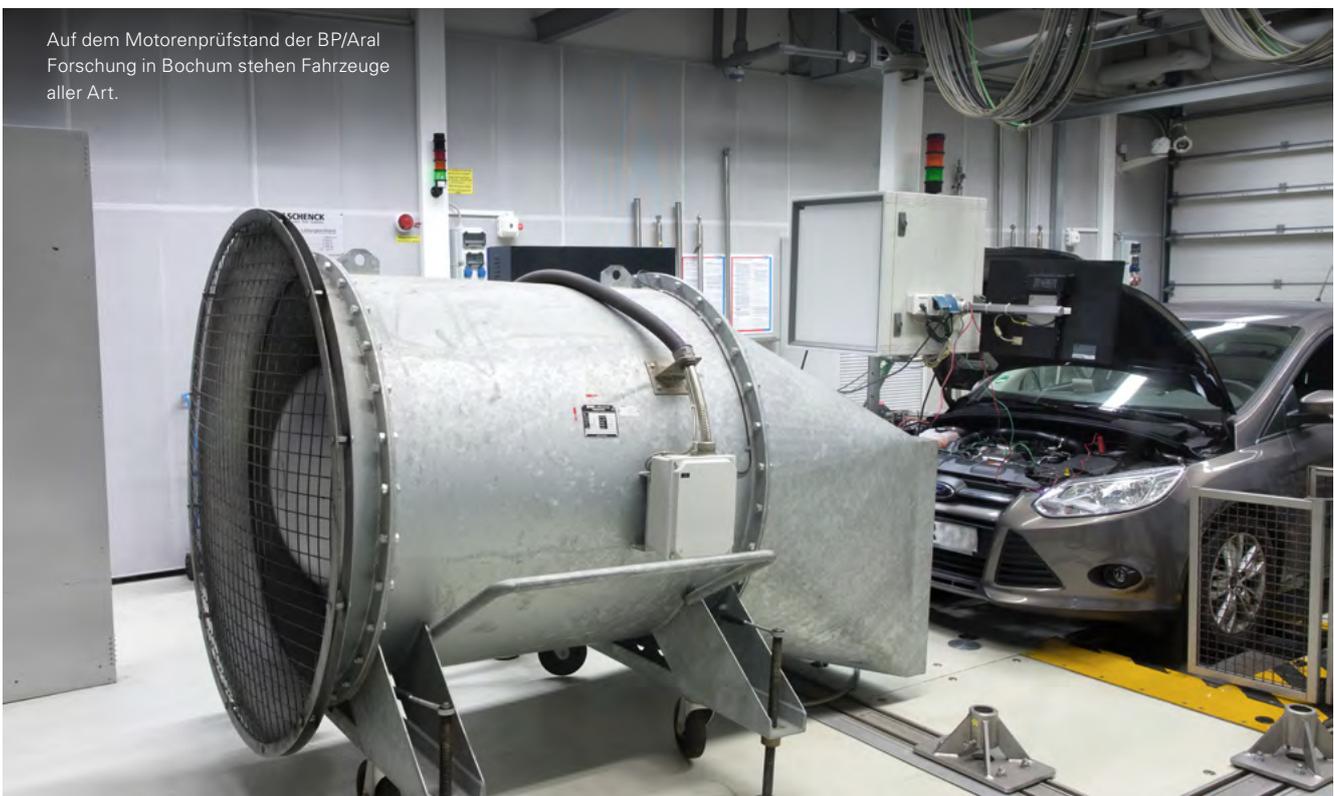
Akzeptanz. So blieb die Zahl der Elektroautos auf deutschen Straßen bislang hinter den politischen Erwartungen deutlich zurück. Gleiches gilt für Kraftstoffalternativen wie CNG. Auch bei der Energiewende hat sich die Akzeptanz der Bürger bei der Umsetzung lokaler Energieprojekte als erfolgskritischer Faktor erwiesen.

Erdöl – Partner für Klimaschutz

Die internationalen und nationalen Klimaschutzziele und die Zukunft der fossilen Energien schließen sich keineswegs aus. An vielen Stellen hat die Branche bereits Lösungen anzubieten, die eine internationale Energiewende unterstützen. Zum einen tragen immer effizientere fossile Kraftstoffe zur Senkung des Energieverbrauchs und von Emissionen bei. Zum anderen lassen sich im Wärmebereich Ölheizungen mit erneuerbaren Energien kombinieren. Mit solchen Hybrid-Heizungen könnten Verbraucher zukünftig außerdem überschüssigen Ökostrom nutzen, der sonst keine Verwendung finden würde (Power-to-heat).

Außerdem können neue Technologielösungen in den nächsten Jahren auch Förderung und Weiterverarbeitungsprozesse noch effizienter gestalten. BP hat in Deutschland beispielsweise den Einsatz von grünem Wasserstoff im Raffinerie-

Auf dem Motorenprüfstand der BP/Aral Forschung in Bochum stehen Fahrzeuge aller Art.



prozess erfolgreich getestet. Aus (überschüssigem) Strom aus erneuerbaren Energien wird im Wege der Elektrolyse Wasserstoff erzeugt. Dieser kann dann in der Raffinerie bei der Herstellung von Kraftstoffen eingesetzt werden. Darüber hinaus gibt es Ansätze für Verfahren, bei denen aus erneuerbarem Strom treibhausgasreduzierte oder -freie flüssige Kraftstoffe gewonnen werden können („Power-to-X“ oder „eFuels“). Ein bedeutender Vorteil dieser Technologie ist, dass vorhandene Infrastruktur überwiegend weiter genutzt werden kann und kein kostenintensiver und langwieriger Umbau notwendig ist.

Erdöl bewegt die Welt – auch morgen

Bei allen Unwägbarkeiten ist es angesichts der skizzierten Prognosen und Entwicklungen sehr wahrscheinlich, dass Erdöl auf absehbare Zeit nicht ersetzbar sein wird. Das gilt vor allem für den Flug- und Schiffsverkehr, für Schwerlast-LKW, Langstrecken-Verkehre und für den Bereich der Petrochemie. Gerade in den Schwellenländern wird die Nachfrage in den kommenden Jahren weiter zunehmen. Vor diesem Hintergrund geht es für die Mineralölindustrie einerseits darum, diesen Bedarf zu decken und wirtschaftliche Entwicklung zu ermöglichen. Andererseits kann die Branche durch eine effiziente Produktion und innovative Produkte ihren Beitrag zu den energie- und klimapolitischen Herausforderungen leisten. Auf diesem Weg bleibt Erdöl fester Bestandteil unseres modernen Alltags – auch in Zukunft. ■



Weiterführende Links:

IEA
www.iea.org

MWV Jahresbericht 2018
www.mwv.de



BP Energy Outlook



Tankstelle der Zukunft



Film „Grüner Wasserstoff“

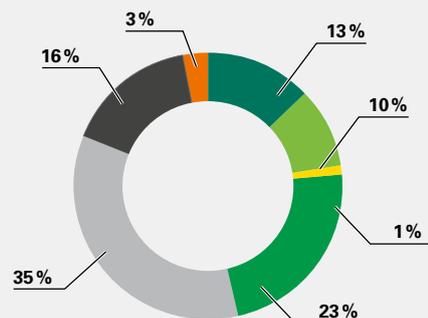


Auch in Zukunft bleiben Tankstellen für unsere Mobilität zentral: mit neuen Services für autonome Fahrzeugflotten, Lufttaxi und einem weiterentwickelten Shopgeschäft.

Quelle: Aral 2018

Die deutsche PKW-Flotte 2040

■ Benziner ■ Diesel ■ Gas ■ Diesel-Hybrid
■ Benzin-Hybrid ■ Plug-In-Hybrid ■ Elektro



Rund zwei Drittel der PKW tanken in 2040 weiterhin Benzin oder Diesel. Klarer Favorit unter den Antrieben ist der Hybrid.

Quelle: Berechnungen DLR für 2040, VECTOR21

Nachhaltige Raffinerieprozesse



Meilenstein 2018: Die BP Raffinerie Lingen kann zur Kraftstoffproduktion auf grünen Wasserstoff zurückgreifen.

BP in Deutschland

Mit den Produkten und Dienstleistungen der Marken BP, Aral und Castrol erreicht die BP Europa SE in Deutschland täglich Millionen Kunden. Das Unternehmen betreibt Raffinerien und stellt Kraftstoffe, Heizöl, Schmierstoffe sowie petrochemische Produkte her. So sichert BP die Mobilität zu Lande, zu Wasser und in der Luft. Außerdem ist sie wichtiger Grundstofflieferant für die chemische Industrie.

Rund 5.000 Mitarbeiter arbeiten für BP in Deutschland. Firmensitz der BP Europa SE ist Hamburg, wo auch das Zentrum des Flugkraftstoffvertriebs sowie der Schmierstoffaktivitäten für den Marine- und Automobilbereich liegt. Das Tankstellengeschäft unter der Marke Aral wird von Bochum aus gesteuert. Dort ist auch eines der weltweiten BP Kraftstoffzentren für Forschung und Entwicklung angesiedelt. Mit den Raffinerien in Lingen und Gelsenkirchen sowie ihrer Beteiligung an Bayernoil betreibt BP eines der größten Raffineriesysteme Deutschlands. In Gelsenkirchen produziert das Unternehmen neben Benzin und Diesel auch petrochemische Grundstoffe. Diese sind wichtiger Bestandteil vieler Alltagsgegenstände, wie PET-Flaschen, Reifen oder Smartphones. In Mönchengladbach entwickelt, produziert und vertreibt Castrol Industrial Hochleistungsschmierstoffe für den Industriebereich.

www.bp.de





Die Marken der BP Group in Deutschland



HERAUSGEBER

BP Europa SE
Wittener Straße 45
44789 Bochum

Unternehmenskommunikation Deutschland

info@de.bp.com
www.bp.de

© BP Europa SE 2019