

DIE ENERGIESTUDIE DER BGR: FAKTEN ZU ENERGIEROHSTOFFEN SEIT 40 JAHREN

Harald Andruleit

EINLEITUNG

Im zukünftigen Energiemix Deutschlands sollen die erneuerbaren Energien die fossilen Energierohstoffe ersetzen. Und nicht nur hierzulande, sondern weltweit ist die Energieversorgung im Wandel. Doch noch decken Erdöl, Erdgas und Kohle rund 80 Prozent des deutschen Primärenergieverbrauchs (AGEB 2016). Eine zentrale Aufgabe der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) ist daher die wissenschaftsbasierte Beratung zu allen Fragen rund um das Thema Energierohstoffe. In diesem Rahmen wird seit 40 Jahren die Energiestudie erstellt (Abb. 1). Sie erscheint seit dem Jahr 1976, zunächst in unregelmäßigen Abständen, und wird seit 2004 als jährlich aktualisierter Bericht und mittlerweile in eigener Serie publiziert; dieses Jahr zum 20. Mal.

HINTERGRUND

Die Energiestudie dient der rohstoffwirtschaftlichen Beratung des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) und der deutschen Wirtschaft. In konzentrierter Form informiert die Studie in einer ausgewogenen Mischung aus Aktualität und Kontinuität über die Verfügbarkeit der nicht-erneuerbaren Energierohstoffe. Auch die Tiefe Geothermie wird als einziger erneuerbarer Energieträger im geologischen Bereich mit betrachtet. Seit kurzem werden zudem die übrigen erneuerbaren Energien mit einbezogen, um das weltweite Energiepotenzial und die Vorratsituation von Energierohstoffen umfassend und



Abb. 1: Energiestudie 2015
(Online unter: www.bgr.bund.de/DE/Themen/Energie/Produkte/produkte_node.html?tab=Energiestudien)



vergleichend darzustellen. Im Abschnitt „Energierohstoffe im Fokus“ greift die Studie aktuelle und häufig nachgefragte Themen auf (BGR 2015).

In einem umfangreichen Tabellenwerk werden Informationen und Zahlen zur Vorratssituation, Verfügbarkeit und rohstoffwirtschaftlichen Situation dargestellt. Die publizierten Daten sind referenzierte und gewichtete Extrakte der Energierohstoff-Datenbank der BGR. Grundlage der Datenbasis bildet die kontinuierliche Auswertung von Informationen in Fachzeitschriften, wissenschaftlichen Publikationen, Berichten aus der Wirtschaft, Fachorganisationen und politischen Stellen, Internetquellen und eigenen Erhebungen.

DIE GLOBALE ENERGIESITUATION

Die verlässliche und ununterbrochene Bereitstellung von Energie ist die essenzielle Voraussetzung für das Funktionieren unserer heutigen

modernen Gesellschaften. Die weltweite Nachfrage nach Energie steigt dabei seit Jahrzehnten nahezu ungebrochen an (Abb. 2). Eine weltweit wachsende Bevölkerungszahl verbunden mit der Erhöhung des allgemeinen Lebensstandards wird auch zukünftig einen steigenden Energiebedarf zur Folge haben. Dass dieser Trend aber nicht langfristig fortgeführt werden muss, zeigt sich in den seit Jahren rückläufigen Energieintensitäten in Ländern der OECD. Ein Anstieg des Bruttoinlandsprodukts ist dort mittlerweile auch ohne steigenden Energiebedarf möglich.

Insgesamt gibt es nach derzeitigem Kenntnisstand noch umfangreiche fossile Energiemengen. So zeigen sich im weltweiten Vergleich von Reserven, Ressourcen und den bereits verbrauchten Energierohstoffen für alle Regionen der Erde noch große Potenziale. Während in den Regionen Austral-Asien, GUS und Nordamerika die Potenziale kaum berührt erscheinen, ist selbst in Europa bislang nur ein kleiner Teil gefördert worden. Der Rohstoffreichtum wird dabei primär

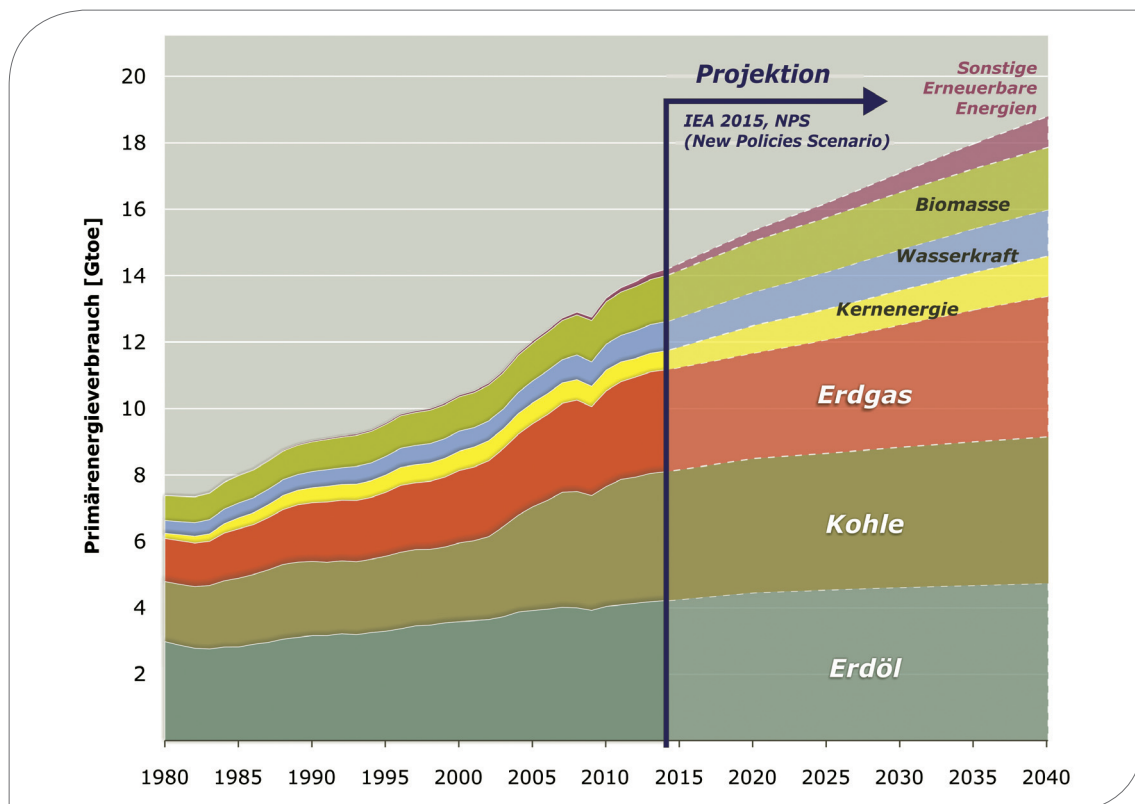


Abb. 2: Entwicklung des globalen Primärenergieverbrauchs (PEV) nach Energieträgern und ein mögliches Szenario der künftigen Entwicklung (New Policies Scenario, IEA 2015)

durch die großen Kohlevorkommen erreicht, die es auf allen Kontinenten gibt und die nicht, wie beim konventionellen Erdöl und Erdgas, auf enge Regionen begrenzt sind. Die für Erdöl und Erdgas so bedeutende Region des Nahen Ostens verfügt daher nur über ein vergleichsweise geringes Gesamtpotenzial.

Der größte Anteil mit 551.813 Exajoule (EJ) an den globalen nicht-erneuerbaren Energierohstoffen ist als Ressourcen definiert und übertrifft die Reserven um das 15-fache (Tabelle 1). Dies gilt für alle Energierohstoffe mit Ausnahme des konventionellen Erdöls, das die Sonderrolle dieses Energierohstoffs unterstreicht. Der Energieinhalt aller Reserven zusammengenommen entsprach 2014 insgesamt 37.934 EJ und lag damit leicht über dem Vorjahreswert. Gemessen am Energieinhalt ist die Kohle insbesondere bei den Ressourcen, aber auch bei den Reserven, der beherrschende Energierohstoff. Hingegen dominiert Erdöl weiterhin im Verbrauch und der Produktion. Aufgrund der im Vergleich zu Erdgas größeren nicht-konventionellen Anteile liegt Erdöl auch bei den Reserven nach Kohle an zweiter Stelle. In der Gesamtdarstellung des weltweiten Energiemixes, d. h. der tatsächlich konsumierten Energie, einschließlich der Erneuerbaren, dominieren die fossilen Energieträger bei weitem. Aus geologischer Sicht können die bekannten Energierohstoffvorräte auch langfristig einen steigenden Bedarf bei Erdgas, Kohle und Kernbrennstoffen decken und so einen schrittweisen Wechsel in ein kohlenstoffarmes Energiesystem auf Basis der erneuerbaren Energien gewährleisten. Erdöl ist der einzige Energierohstoff bei dem sich eine Limitierung abzeichnet.

Im Folgenden werden ausgewählte Beispiele zu den ständigen Themenschwerpunkten, „Erläuterung fachlicher Hintergründe“, „Darstellung von geologischen Potenzialen“ und „Technologieentwicklungen“ beispielhaft und aktualisiert dargestellt.

Tabelle 1: Reserven und Ressourcen nicht-erneuerbarer Energierohstoffe

Energieträger	Reserven EJ	Ressourcen EJ
Konventionelles Erdöl	7.144	6.815
Konventionelles Erdgas	7.260	12.162
Konventionelle Kohlenwasserstoffe	14.404	18.977
Bitumen / Ölsand	1.105	2.613
Schwerstöl	886	2.541
Schieferöl	< 14	2.377
Ölschiefer	–	4.248
Nicht-konventionelles Erdöl	2.005	11.779
Schiefergas	190	8.189
Tight Gas	– ¹⁾	2.385
Kohleflözgas	68	1.963
Erdgas in Aquiferen	–	912
Erdgas aus Gashydrat	–	6.992
Nicht-konventionelles Erdgas	258	20.441
Nicht-konventionelle Kohlenwasserstoffe	2.263	32.221
Kohlenwasserstoffe	16.667	51.198
Hartkohle	17.391	438.729
Weichbraunkohle	3.270	51.987
Kohle	20.661	490.716
Fossile Energieträger	37.328	541.914
Uran	607	6.722
Thorium	–	3.178
Kernbrennstoffe	607	9.899
Nicht-erneuerbare Energierohstoffe	37.934	551.813

– keine Reserven oder Ressourcen

¹⁾ in konventionellen Erdgasreserven enthalten

ERLÄUTERUNG FACHLICHER HINTERGRÜNDE

Zur Endlichkeit von Energierohstoffen – Die Statische Reichweite

In der Diskussion um die globale Endlichkeit von Rohstoffen, insbesondere vom Erdöl, gab und gibt es immer wieder Studien mit pessimistischen Vorhersagen, die vor einer baldigen Erschöpfung der Vorräte auf Basis der Statischen Reichweite warnen. Obwohl diese Szenarien alle letztlich nicht eingetreten sind, wird bis heute vielfach darauf Bezug genommen. Das wohl bekannteste Beispiel ist der Bericht des Club of Rome, der 1972 unter dem Titel „Die Grenzen des Wachstums“ veröffentlicht wurde (MEADOWS ET AL. 1972).

Die Statische Reichweite wird berechnet als Verhältnis der Reserven und der aktuellen Jahresförderung. Im Ergebnis steht eine Zahl, die besagt, wie viele Jahresverbräuche bei konstanter Förderung und fixen Reserven (daher der Begriff statisch) zukünftig gedeckt werden könnten. Damit ist die Statische Reichweite zwar klar definiert, aber in ihrer Aussagekraft begrenzt, da die eingehenden Parameter, Reserven und Förderung sich keinesfalls statisch verhalten, sondern ab-

hängig von dem geologisch-technischen Kenntnisstand und der wirtschaftlichen und politischen Entwicklung variieren. Diese Faktoren bleiben bei der Berechnung der Statischen Reichweiten unberücksichtigt. Daher ist die Statische Reichweite nur bedingt dazu geeignet, belastbare Aussagen über die künftige weltweite Versorgung mit Energierohstoffen zu treffen. Sie ist kein Prognose-Instrument, sondern stellt eine Momentaufnahme in einem sich dynamisch entwickelnden System dar.

Anstatt sich kontinuierlich zu verringern, werden bei einer historischen Rückschau, wie beispielsweise beim Erdöl, relativ konstante Statische Reichweiten beobachtet (Abb. 3). So bewegte sich die Statische Reichweite von Erdöl von 1945 bis heute in einem Korridor zwischen 20 und 50 Jahren mit ausgeprägten Plateauphasen. Grund hierfür ist, dass die Ölindustrie fortwährend explorierte, neue Lagerstätten entdeckte und technisch effizienter wurde. Die Menge der Reserven konnte damit in der Vergangenheit trotz massiv steigender Förderung erhöht werden. Dadurch bekommt die Statische Reichweite eher den Charakter einer Zustandsbeschreibung der betreffenden rohstoffextrahierenden Industrie. Eine Änderung der Statischen Reichweite kann demnach sowohl ein Indikator für eine sinkende oder

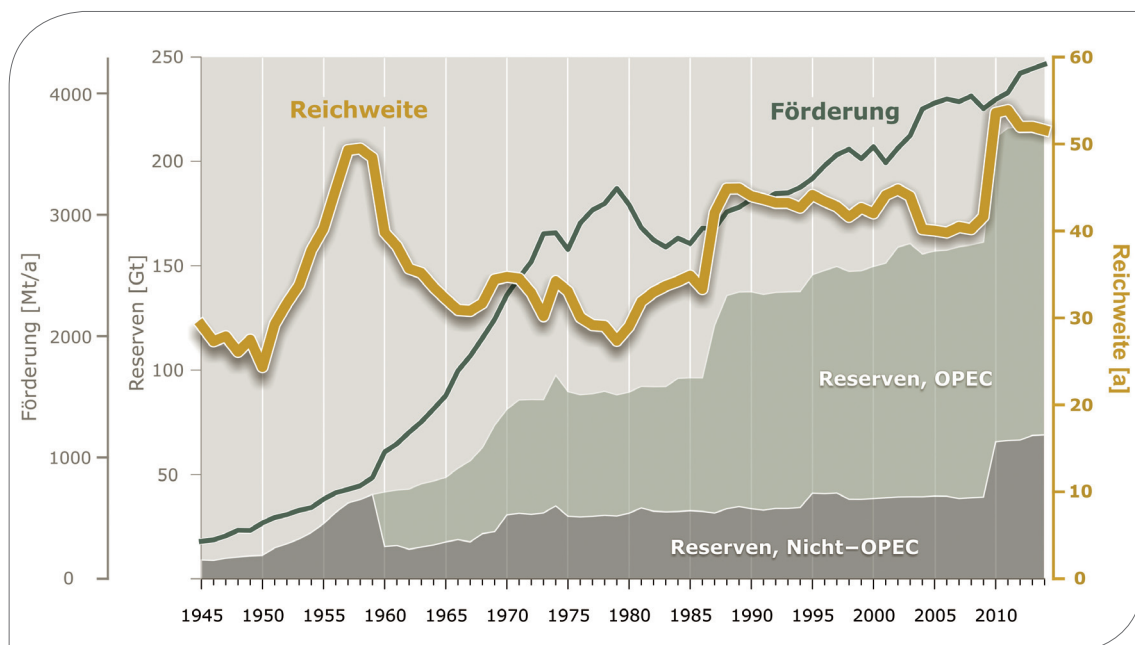


Abb. 3: Historischer Verlauf der Statischen Reichweite von 1945 bis heute im Vergleich mit der Entwicklung der weltweiten Reserven und Förderung von Erdöl.

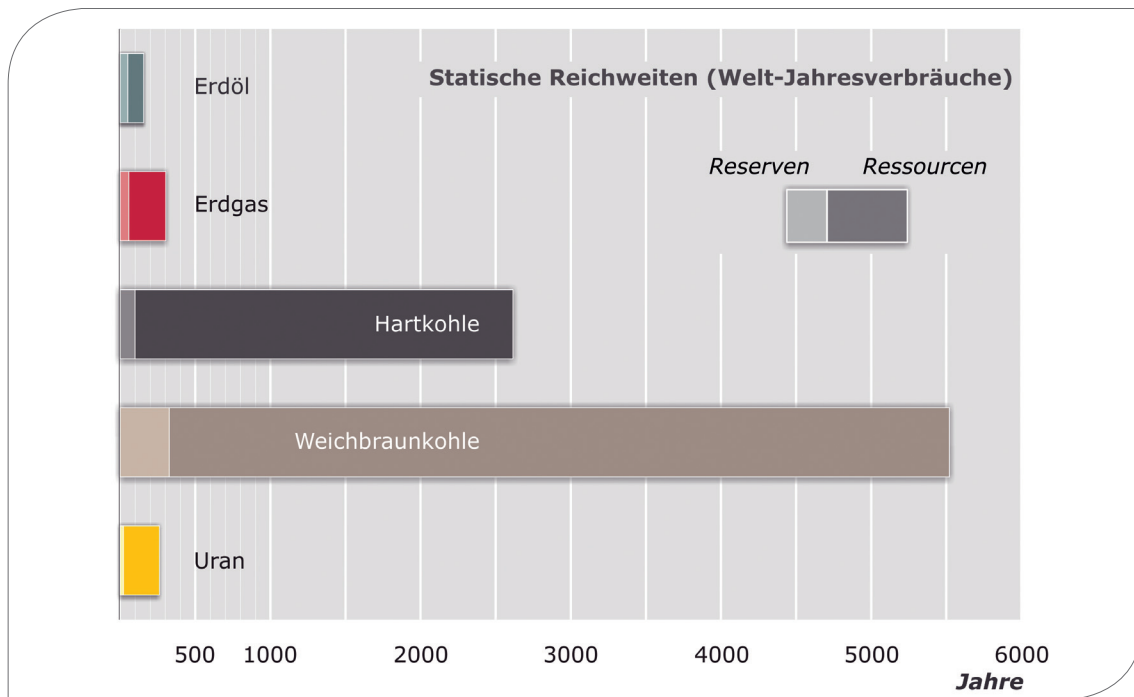


Abb. 4: Welt-Jahresverbräuche (Statische Reichweiten) auf Basis von Reserven und Ressourcen für die fossilen Energieträger Erdöl, Erdgas, Kohle und Uran.

steigende Verfügbarkeit als auch ein Zeichen dafür sein, dass in der Industrie ein nachlassendes oder steigendes wirtschaftliches Interesse an der Erschließung neuer Vorkommen herrscht. Name und Aussagewert der Statischen Reichweite stehen somit in keinem Zusammenhang.

Die Begrenztheit der Statischen Reichweite als Indikator für die geologische Verfügbarkeit ergibt sich auch aus der Definition der Reserven. Diese sind kein Maß für die Gesamtheit der geologischen Vorräte, sondern stellen eine Teilmenge dar, die nach geologischer Bekanntheit und Wirtschaftlichkeit definiert ist. Dem gegenüber stehen die Ressourcen, deren Erkundungsgrad geringer, ihre wirtschaftliche Gewinnung nicht erwiesen und somit insgesamt mit größeren Unsicherheiten behaftet sind. Doch auch Ressourcen bilden nur eine Teilmenge des kaum belastbar abzuschätzenden Gesamtvorkommens eines Rohstoffs. Dennoch erweitert sich die Aussagekraft einer Reichweitenberechnung (dargestellt als Welt-Jahresverbräuche), wenn die Ressourcen in die Relation einbezogen werden und hilft einen Eindruck über die momentanen Energierohstoffpotenziale im Vergleich zu erhalten (Abb. 4). Da-

nach zeigt sich eine langfristige Verfügbarkeit bei Kohle, Kernbrennstoffen und, auch dank der neuen nicht-konventionellen Potenziale, für Erdgas, während beim Erdöl auch unter Einbeziehung der Ressourcen eine Endlichkeit der Vorräte, vor dem Hintergrund einer steigenden Nachfrage, näher rückt.

Insgesamt ist festzuhalten, dass der in Abb. 4 dargestellten Graphik eine vergleichsweise schlichte Herangehensweise zugrunde liegt, die der Komplexität bezüglich der zukünftigen Versorgung mit Energierohstoffen nicht gerecht werden kann. So ist beispielsweise beim Erdöl zu berücksichtigen, dass aus förder-technischen Gründen ein Abfall in der Produktion bereits dann einsetzt, wenn noch große Mengen an Reserven vorhanden sind. Die Statische Reichweite kann nicht darstellen wie sich Förderraten entwickeln werden beziehungsweise die Nachfrage zukünftig gedeckt werden kann. Aussagen über die zukünftige Verfügbarkeit erfordern tiefere Kenntnisse der Mechanismen der Rohstoffwirtschaft. Die alleinige Betrachtung der Statischen Reichweite ist dafür nicht ausreichend.

DARSTELLUNG GEOLOGISCHER POTENZIALE

Energierohstoff Gashydrat – ein Statusbericht

Neben den klassischen konventionellen Erdöl- und Erdgasvorräten werden auch die Potenziale nicht-konventioneller Erdgasvorkommen aus dichten Gesteinen (i.e.S. Schiefergas) oder Kohleflözgas seit langem von der BGR abgeschätzt (BGR 1995). Die enorme Ausweitung der Produktion aus diesen Vorkommen wirkte aus Verbrauchersicht als große Überraschung. Aus geologischer Sicht erfolgte lediglich die technisch-wirtschaftliche Erschließung bekannter Vorräte. Ähnlich wie die Situation vor rund 10 Jahren beim Schiefergas erscheint heute die Förderung von Erdgas aus Gashydrat kaum vorstellbar.

Natürliches Gashydrat ist in Eis gebundenes Erdgas und besteht aus Wasser als Wirtsmolekülen und Gas als Gastmolekülen, wobei es sich bei den Gasen hauptsächlich um Methan handelt. Es entsteht unter niedrigen Temperaturen und hohen Drücken und ist daher unter dem Permafrost sowie in den Meeressedimenten der Kontinenträn-

der stabil. Unter atmosphärischen Bedingungen zerfällt Gashydrat zu Wasser und Erdgas. Da das eingeschlossene Methan stark komprimiert vorliegt, werden aus 1 m³ Hydrat etwa 164 m³ Methan freigesetzt.

Bisherige Abschätzungen zum Gesamtinventar von Erdgas in Gashydrat (Gas-in-place, GIP) zeigen ein riesiges Erdgaspotenzial (Abb. 5) mit einer Spannweite von rund 80 Bill. m³ bis hin zu 255.000 Bill. m³ (COLLETT 2004). Derartige, auf globalen Ansätzen beruhende Betrachtungen sind aber als spekulativ zu bewerten. Der Großteil, der bei den Maximalabschätzungen ausgewiesenen Mengen ist – sofern überhaupt vorhanden - auch langfristig nicht wirtschaftlich gewinnbar, da das Gashydrat zu fein verteilt in den Meeressedimenten vorkommt. Für eine Nutzung sind eher sandige Vorkommen interessant, da diese über eine hohe Gashydratsättigung und Permeabilität verfügen. Die BGR schätzt nach heutigem Kenntnisstand das weltweite Ressourcenpotenzial auf rund 184 Bill. m³ an Erdgas aus Gashydrat.

An einer wirtschaftlichen Gewinnung dieses Energieträgers sind allen voran Industriestaaten mit

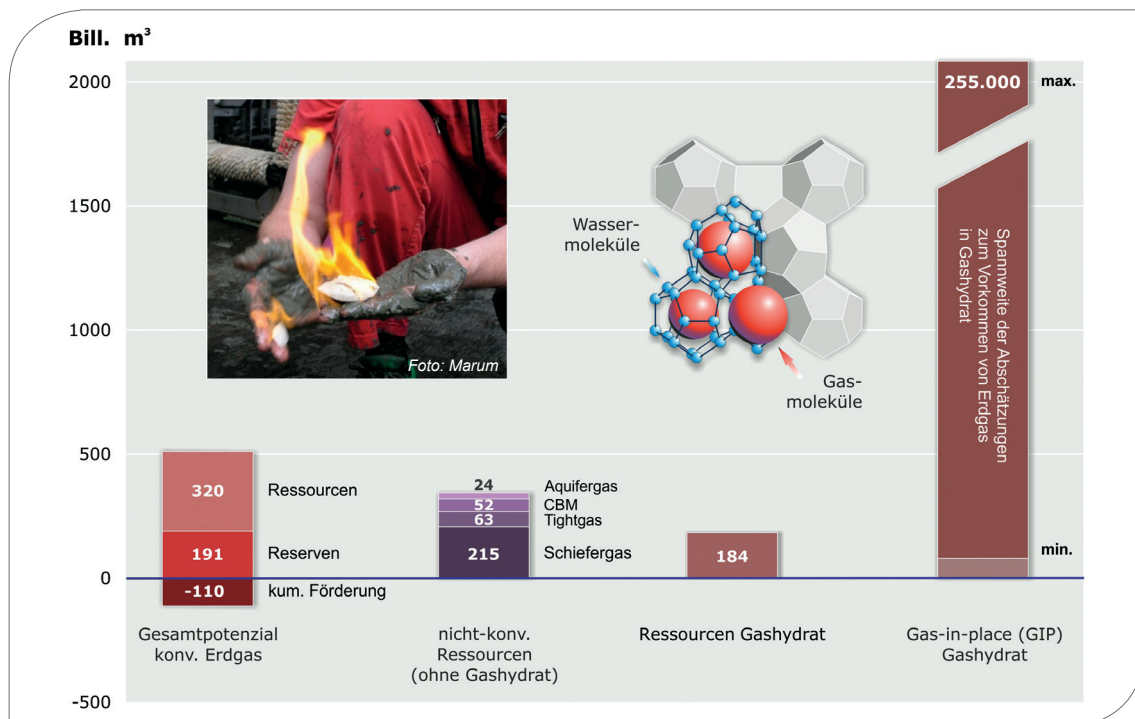


Abb. 5: Vergleich des weltweiten Potenzials von Gashydrat mit konventionellem und nicht-konventionellem Erdgas.

geringen oder sich erschöpfenden eigenen Vorkommen an konventionellen Energierohstoffen interessiert. Japan nimmt diesbezüglich eine Vorreiterrolle ein und konnte im März 2013 im Rahmen eines Produktionstests im Bereich des östlichen Nankai Troges etwa 120.000 m³ Erdgas aus Gashydrat fördern. Japan ist damit neben den USA und Kanada das dritte Land, das gezielt Erdgas aus Gashydrat produzieren konnte. Dabei handelte es sich um den ersten Produktionstest an einem marinen Gashydratvorkommen, die den Großteil des Potenzials ausmachen.

Trotz dieser Erfolge ist eine Erdgasförderung aus Gashydrat keinesfalls trivial. Es bestehen vielfältige Herausforderungen, die im Hinblick auf eine langfristige Nutzung gelöst werden müssen. Neben einer nicht zu vermeidenden hohen Sand- und Wasserproduktion durch den Zerfall des Gashydrats, besteht die wohl größte Hürde darin, die noch zu geringen Produktionsraten zu steigern und über einen längeren Zeitraum aufrecht zu erhalten. Da die Hydratersetzung eine endotherme Reaktion ist, entzieht sie der Umgebung Wärme und verursacht ein „Auskühlen“ der Gesteinsformation. Dieser Prozess kann die Produktionsraten langfristig negativ beeinflussen, da er die Stabilitätsbedingungen des Hydrats wieder herstellt. Zusätzlich kann sich in den zuvor freigewordenen Poren sekundäres Hydrat und/oder Eis bilden, welches die Durchlässigkeit des Gesteins verringert. Nach derzeitigem Kenntnisstand ist eine Kopplung verschiedener Techniken notwendig, um Förderraten dauerhaft hoch zu halten. Dafür geeignete Bohr- und Fördertechniken müssen erst entwickelt und erprobt werden.

Wann und wo eine kommerzielle Gashydratnutzung beginnt beziehungsweise ob es überhaupt dazu kommen wird, ist von vielen Faktoren abhängig. Ausschlaggebend ist dabei wohl auch die Motivation der einzelnen Länder. Aufgrund des Schiefergas-Booms in den USA hat das Land seine Forschungsaktivitäten an der Gashydratnutzung reduziert. Kanada verkündete ebenfalls sein wachsendes Interesse an der Ausbeutung heimischer Schiefergasvorkommen, wodurch Gashydrat aus dem Fokus gerückt ist. Dem gegenüber verfolgen Japan, Indien, China sowie Südkorea

weiterhin intensive Forschungsprogramme, in denen Explorationsbohrungen und Produktionstests vorgesehen sind. Ein Durchbruch erscheint derzeit am ehesten wahrscheinlich bei den Aktivitäten Japans im östlichen Nankai Trog. Die Entwicklung neuer Fördertechniken wird über die Rolle von Gashydrat als zukünftiger Energieträger mitentscheiden. Sollten jedoch Gashydratreserven umfangreich erschlossen werden können, könnte dies eine ähnlich große Wirkung auf den weltweiten Erdgasmärkten entfalten wie die kommerzielle Gewinnung von Schiefergas und Kohleflözgas.

TECHNOLOGIEENTWICKLUNGEN

Förderungssteigernde Maßnahmen bei der Erdölgewinnung (EOR)

In vielen Ländern ist das Fördermaximum der konventionellen Erdöllagerstätten überschritten. Daher sind speziell für Länder mit weit ausgeförderten Lagerstätten Verfahren interessant, welche die Produktionsmengen erhöhen und die Effizienz der Förderung steigern können. Diese Verfahren werden als förderungssteigernde Maßnahmen bei der Erdölgewinnung bezeichnet, sind aber besser bekannt unter dem englischen Begriff Enhanced Oil Recovery (EOR).

Die Förderkurve einer jeden Erdölsonde folgt grundsätzlich einem ähnlichen Verlauf. Nach einer anfänglichen Aufbauphase mit eruptiver Förderung gibt es ein Fördermaximum, das zumeist nur wenige Jahre anhält. Dieser primären Phase folgt, wenn keine zusätzlichen Maßnahmen ergriffen werden, eine Abnahme der geförderten Menge. Die Ursachen dafür sind vielfältig wie beispielsweise der sinkende Druck, eine zunehmende Erdölfraktionierung oder Heterogenitäten in den Lagerstätten, so dass Teile des Erdöls die Fördersonden nicht erreichen.

Um die Fördermengen zu erhalten beziehungsweise den Rückgang zu minimieren, wird in der Regel in einer sekundären Förderphase Lagerstättenwasser reinjiziert, um den Druckabfall in

der Lagerstätte zu verringern. Auch die Injektion von Erdölbegleitgas in die Gaskappe wird zur sekundären Förderphase gerechnet. Ohne weitergehende Maßnahmen verbleiben am Ende dieser Phase jedoch durchschnittlich 60 % bis 70 % des Erdöls in der Lagerstätte (BABADAGLI 2007). Nachfolgend können in einer tertiären Förderphase EOR-Maßnahmen eingesetzt werden. Diese Methoden sind dadurch gekennzeichnet, dass sie die Eigenschaften des Erdöls oder des Formationswassers beeinflussen, so dass mehr Erdöl produziert bzw. der Entölungsgrad erhöht werden kann. EOR-Maßnahmen sind Verfahren, die „im Porenraum“ wirken. Andere Methoden, die neue Fließwege eröffnen, wie hydraulisches Fracking werden als „Improved Oil Recovery (IOR)“ bezeichnet, weil sie nicht die Fließeigenschaften des Erdöls oder des Lagerstättenwassers verändern (IEA 2013).

Die Deutschen Erdölfelder sind fast alle in einem fortgeschrittenen Stadium der Produktion. Derzeit liegt der Anteil des durch EOR-Verfahren zusätzlich produzierten Erdöls bei 12,1 %, wobei ausschließlich Heißdampffluten im kommerziellen Maßstab eingesetzt wird. Beispielhaft für die EOR-Förderung in Deutschland ist das Feld

Emlichheim, wo seit 1944 kontinuierlich Erdöl gefördert wird und durch EOR-Maßnahmen die Förderleistung konstant gehalten werden konnte (Abb. 6). Der Weiterbetrieb des Standortes Emlichheim und die Durchführung von EOR-Maßnahmen ist durch den Betreiber Wintershall über das Jahr 2040 hinaus eingeplant.

Die Internationale Energieagentur (IEA) schätzt den Anteil der Mehrförderung durch EOR-Maßnahmen an der Gesamtförderung in den Jahren 2013 und 2014 auf rund 1,5 % (IEA 2013, 2014). Die absoluten Zahlen der EOR-Fördermengen sind jedoch aufgrund unsicherer und lückenhafter Datenlage schwer zu ermitteln. Die IEA geht für den Zeitraum bis 2040 von einem weltweit steigenden Erdölverbrauch aus (IEA 2014). Bedingt durch das Alter vieler Felder wird der Anteil der EOR-Mehrförderung an der Gesamtproduktion in Zukunft voraussichtlich zunehmen. Aktuell geht die IEA von einem weltweiten Anstieg des EOR-Anteils auf 5,8 Mio. bbl/d bis zum Jahre 2040 aus. Dies entspricht circa 5,5 % der erwarteten Gesamtproduktion.

Thermische Verfahren zählen zu den ältesten EOR-Maßnahmen. Sie sind weltweit erprobt

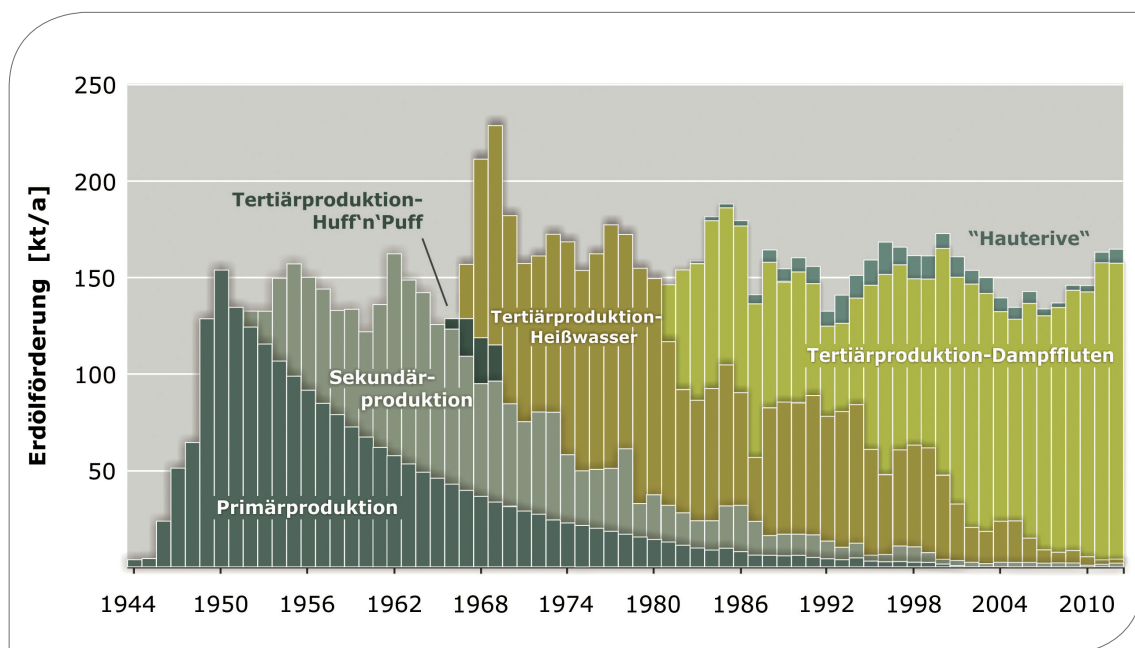


Abb. 6: Produktionsentwicklung im Feld Emlichheim (verändert nach WINTERSHALL 2014).

und für die Gewinnung von Schweröl gut geeignet, aber vergleichsweise kostenintensiv, da die Dampferzeugung einen hohen Energieaufwand erfordert. Heute sind deshalb viele Entwicklungen darauf ausgerichtet, die Kosten zu reduzieren. Es ist davon auszugehen, dass thermische EOR-Verfahren eine hohe Relevanz behalten. In Nordamerika stellt CO₂-Fluten das Verfahren mit der größten Fördermenge an EOR-generiertem Erdöl dar (PUSCH 2007, KOOTTUNGAL 2014). Trotz großer Herausforderungen beim Einsatz von CO₂, (Verfügbarkeit von preiswertem CO₂, mangelnde Infrastruktur) ist aufgrund der hohen Effizienz von CO₂-Fluten für EOR Ausbeuten und der potenziellen Synergien in der Nutzung (EOR kombiniert mit „Carbon Capture and Storage (CCS)“ Maßnahmen) eine Ausweitung in den nächsten Jahrzehnten weltweit wahrscheinlich.

Dennoch ist die konventionelle Förderung vielfach die kostengünstigste Variante der Erdölgewinnung. So führt das Erschließen neuer (konventioneller) Felder oder bislang ungenutzter Feldesteile gegenüber der Anwendung von EOR-Maßnahmen ebenfalls zur Produktionssteigerung und stellt offensichtlich häufig ein geringeres unternehmerisches Risiko dar. Dies gilt auch für Deutschland, wo der Ausbau der Förderleistung in den letzten 70 Jahren vornehmlich über Neubohrungen und Reinjektion von Formationswasser erfolgte. In Afrika und im Nahen Osten werden EOR-Maßnahmen unter anderem deswegen kaum eingesetzt, weil die Reserven und die Zahl der Felder, die konventionell fördern noch sehr hoch sind.

Die IEA schätzt bis 2040 einen deutlich größeren Anstieg der Fördermengen aus nicht-konventionellen Lagerstätten als durch EOR-Maßnahmen (IEA 2013, 2014). Deshalb und aufgrund des aktuell niedrigen Erdölpreises ist zumindest damit zu rechnen, dass die Mehrförderung durch EOR kurzfristig geringer ausfallen wird. Abschätzungen über einen längeren Zeitraum gehen aber von einer deutlichen Zunahme des Anteils von EOR gegenüber anderweitig gefördertem Erdöl im Jahr 2040 aus (IEA 2014).



Foto: BGR

Energiestudie „Quo vadis?“ – eine Standortbestimmung

Werden fossile Energierohstoffe überhaupt noch gebraucht, wenn nicht nur in Deutschland, sondern in vielen anderen Ländern der Welt Energiewenden stattfinden? Vielfach scheint schon heute der Eindruck zu bestehen, als könnten Wind, Sonne, Wasserkraft und Geothermie die Energieversorgung einer Industrienation wie Deutschland schon in naher Zukunft gewährleisten, und die Nutzung herkömmlicher fossiler Energierohstoffe sei überholt und überflüssig.

Veränderungen beziehungsweise der Umbau von Energiesystemen brauchen aber Zeit, und auch Deutschland wird noch für viele Jahre auf Erdöl, Erdgas, Stein- und Braunkohle angewiesen sein. Die über etliche Jahrzehnte gewachsene, doch aus heutiger Sicht bedenkliche Abhängigkeit von den fossilen Energieträgern ist zu groß, als dass diese innerhalb weniger Jahre überwunden werden könnte. Von grundlegender Bedeutung für den nur langfristig umsetzbaren Übergang in ein kohlenstoffarmes Energiesystem ist daher, dass fossile Energieträger auch künftig in dem Maße bereitgestellt werden können, wie sie tatsächlich noch benötigt werden.

Deutschland steht fest im Zeichen der Energiewende und setzt auf die erneuerbaren Energien als zukünftige primäre Energieträger. Unstrittig ist beim kontroversen Thema Energie die hohe gesellschaftliche Bedeutung bezüglich der zukünftigen Energieversorgung in und für Deutschland. Wegweisend ist ein verantwortungsvoller Um-

gang mit diesem Themenkomplex, den die BGR mit der Darstellung von Sachinformationen in der Energiestudie aus ihrer Kompetenz heraus auch zukünftig unterstützen möchte.

LITERATUR

AGEB (2016): Energieverbrauch in Deutschland im Jahr 2015 – Jahresbericht. – 42 S., Berlin, Köln.

BABADAGLI, T. (2007): Development of mature oil fields - A review. – In: Journal of Petroleum Science and Engineering. 57: 221–246.

BGR (2015): Energiestudie 2015. Reserven, Ressourcen und Verfügbarkeit von Energierohstoffen (19). – 172 S., Hannover. – URL: <http://www.bgr.bund.de/energiestudie2015> [Stand 11.08.2016].

BGR (1995): Reserven, Ressourcen und Verfügbarkeit von Energierohstoffen 1995. 498 S., Hannover.

BP (2015): Statistical Review of World Energy. June 2015. – 44 S., London. – URL: <http://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/energy-economics/statistical-review-2015/bp-statistical-review-of-world-energy-2015-full-report.pdf> [Stand 11.08.2016].

COLLETT, T. S. (2004): Gashydrates as a Future Energy Resource. – URL: http://www.geotimes.org/nov04/feature_futurehydrates.html [Stand 11.08.2016].

IEA (2015): World Energy Outlook 2015, OECD/IEA. – 718 S.; Paris.

IEA (2014): World Energy Outlook 2014. OECD/IEA – 748 S.; Paris.

IEA (2013): World energy Outlook 2013, OECD/IEA. – 708 S., Paris.

KOOTTUNGAL, L. (2014): 2014 Worldwide EOR Survey, Oil Gas J. 4: 79–91.

MEADOWS, D., MEADOWS, D., ZAHN, E., MILLING, P. (1972), Die Grenzen des Wachstums, Bericht des Club of Rome zur Lage der Menschheit, Deutsche Verlags-Anstalt, Stuttgart, 1972.

PUSCH, G., 2007. Perspectives of European Improved Oil Recovery. Oil, Gas European Magazine 4, 179-186.

WINTERSHALL (2014): Emlichheim Oilfield – Engineering & Operations (Firmenpräsentation 02.04.2014): 1–21.

IMPRESSUM

Herausgeber:

© **Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover, August 2016**

B1.3 Geologie der Energierohstoffe, Polargeologie
Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR)
Stilleweg 2
30655 Hannover

E-Mail: energierohstoffe@bgr.de
www.bgr.bund.de