

# Unterwegs zum Hubbert-Peak

**Der «Hubbert-Peak» ist kein hoher Berggipfel in Übersee, reserviert für Spitzenbergsteiger. Diesen «Hubbert-Peak» erreichen wir alle gemeinsam. Und je weniger wir uns anstrengen, umso schneller. Als «Hubbert-Peak» wird das weltweite Fördermaximum von Erdöl bezeichnet. Haben wir diesen Peak überschritten, ist die weltweite Ölversorgung nicht mehr sichergestellt.**

Der Erdölverbrauch steigt weltweit weiter an. Neben den Auswirkungen auf unsere Umwelt ist neu die Frage der verbleibenden Ressourcen in den Mittelpunkt gerückt. Die Zeichen mehreren sich, dass Erdöl und Erdgas in absehbarer Zeit

**Dr. Werner Leuthard**  
**Fachstelle Energie**  
**062 835 28 81**

knapp werden. Viele Beobachter sehen in den hohen Erdölpreisen

im Sommer 2004 einen Vorgeschmack von dem, was uns in naher Zukunft erwartet.

Das Bundesamt für Energie hat die langfristigen Perspektiven zur Versorgung mit fossilen Treib- und Brennstoffen untersuchen lassen. Alle befragten Expertinnen und Experten bejahen die Endlichkeit von Erdöl und Erdgas. Die Frage aber, wann wir die Auswirkungen einer Verknappung zu spüren bekommen, spaltet die Experten in zwei Gruppen: die Pessimisten und die Optimisten.

## Die Pessimisten

Die Pessimisten erwarten das Fördermaximum von Erdöl bereits im heutigen Jahrzehnt. Sie begründen dies damit, dass die jährliche Förderung die neuen Funde seit rund 25 Jahren übersteigt. Immer mehr Öl muss aus immer weniger attraktiven Quellen zu immer höheren Kosten gefördert werden. Einzelne Vertreter sagen deshalb bis ins Jahr 2020 steigende Preise bis zu einem Faktor 4 voraus. Für die Pessimisten steht das Ende des billigen Öls vor der Tür. Ein wichtiges Argument für die Pessimisten baut auf der Hubbert-Kurve auf.

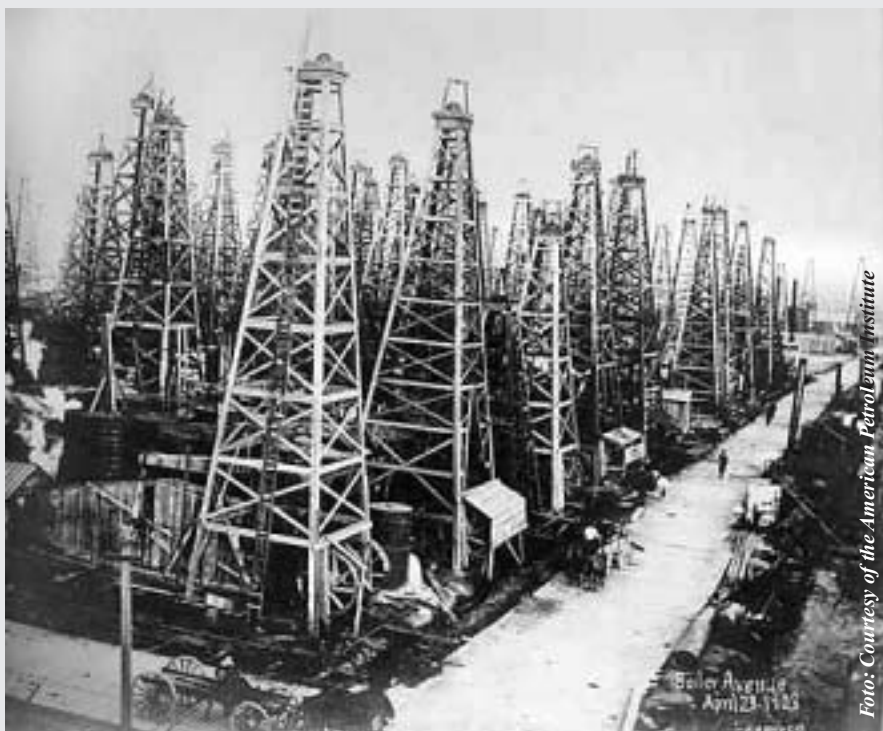
## Die Optimisten

Die Optimisten zählen auf neue Fundorte. Mit neuen Technologien können die bereits bestehenden Quellen schneller und besser ausgebeutet werden. Und dank tieferen Förderkosten können in Zukunft auch Felder erschlossen werden, die heute noch nicht rentabel sind. So können mit moderner Technik die Öllager genauer geortet und zu einem höheren Prozentsatz ausgebeutet werden. Bisher kaum nutzbare Ölsande in Kanada und anderen Ländern können in Zukunft Gewinn bringend ausgebeutet werden. Die Optimisten rechnen mindestens bis 2030 nicht mit einer markanten Preissteigerung.

## Welche Schlüsse muss ein Realist ziehen?

Grösse und Reichweite der vorhandenen Ressourcen werden von Optimisten und Pessimisten immer noch sehr kontrovers diskutiert. Ihre Standpunkte haben sich in der letzten Zeit aber markant angenähert. Dies kann als deutliches Zeichen gewertet werden, dass wir vor einem Wendepunkt unserer Energieversorgung stehen. Die Frage, wann genau mit einer Versorgungslücke gerechnet werden muss, darf aber nicht die wichtigste Frage sein. Entscheidender ist die Erarbeitung eines Konzeptes, wie wir die verbleibende Zeit möglichst sinnvoll nutzen können. Wir müssen unsere Industrie, unsere Mobilität, unsere Gebäude und unser Verhalten auf die Zeit vorbereiten, in welcher Öl, in welcher Energie nicht mehr so selbstverständlich vorhanden und wesentlich teurer sein wird als heute.

Wer das Fördermaximum von Erdöl für das Jahr 2030 erwartet, zählt zum Kreis der Optimisten. Aber ist dies wirklich



Erdölförderung einst: Bohrtürme in Texas 1903

Foto: Courtesy of the American Petroleum Institute



Erdölförderung heute: moderne Ölplattform

## Ein Barrel Öl

Ein Öl-Barrel (USA) entspricht 159 Liter Erdöl. Ein Giga-Barrel sind  $10^9$  Barrel, also 1 Milliarde bzw. 1'000'000'000 Barrel.

## Die 2000-Watt-Gesellschaft ist möglich

Heute beträgt der Energieverbrauch inklusive grauer Energie pro Kopf in der Schweiz rund 6000 Watt. Vor 40 Jahren lag dieser Wert noch bei 2000 Watt. Innerhalb einer Generation ist der Energieverbrauch also um den Faktor 3 gestiegen. Dies entspricht einem jährlichen Wachstum von 2,8 Prozent. Ziel muss es sein, in der nächsten Generation wieder auf das nachhaltige Niveau von 2000 Watt zurückzufahren. Mit einer Abnahme von 2,8 Prozent pro Jahr kann dies erreicht werden. So gesehen erscheint die 2000-Watt-Gesellschaft durchaus realisierbar. Offen ist die Frage, ob wir dieses Ziel freiwillig anstreben, ob uns die Auswirkungen der Umweltbelastung dazu zwingen oder ob wir aufgrund der fehlenden Ressourcen automatisch dazu geführt werden. Der «homo fossilis» kann nun beweisen, dass er die Bezeichnung «homo sapiens» verdient.

ein Szenario, welches uns optimistisch stimmen kann und darf? Im optimistischen Fall müssen wir unsere Energieversorgung mit einer umfangreichen und sehr teuren Infrastruktur in den nächsten 25 Jahren massiv umgestalten. Auch ein verantwortungsbewusster Optimist muss heute handeln.

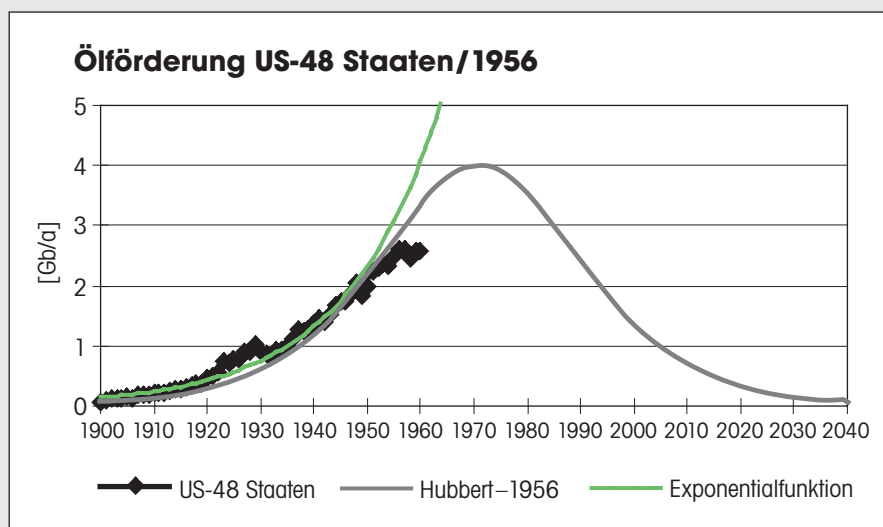
wesentlichen Schritt weg von fossilen Energieträgern ermöglicht.

Wo ein Ersatz von fossilen Energieträgern noch nicht möglich ist, muss die Energieeffizienz verbessert werden. Leider werden aber die erzielten Fortschritte nicht konsequent genutzt. So werden immer effizientere Automotoren entwickelt. Trotzdem steigt aber der Treibstoffverbrauch weiter an, weil immer grössere und leistungsfähigere Fahrzeuge gekauft und immer grössere Strecken zurückgelegt werden.

## Quo vadis, homo «fossilis»?

Wir haben ein Ressourcenproblem. Über kurz oder lang müssen wir von der heutigen «fossilen» zu einer weniger von Erdöl und Erdgas dominierten Lebensweise gelangen. Die Wahrscheinlichkeit ist gross, dass wir diese Umgestaltung schon schnell in Angriff nehmen müssen. Die künftige Preisentwicklung wird Zeitdauer und Art der Transformationszeit genauso beeinflussen wie die weitere wirtschaftliche Entwicklung in bevölkerungsreichen Ländern wie China und Indien. Sicher ist aber, dass Volkswirtschaften, welche rechtzeitig mit der Umgestaltung beginnen, sich einen grossen Standortvorteil erarbeiten können.

Der Ersatz von fossiler Energie stösst auf verschiedene technische und finanzielle Schwierigkeiten. Es ist ratsam, mit Anwendungen zu beginnen, bei welchen die technischen und finanziellen Probleme gering sind und eine spürbare Wirkung erreicht werden kann. So steht mit Minergie ein Baustandard zur Verfügung, welcher bereits heute einen



Die Erdölproduktion von 48 US-Staaten bis 1956: Das exponentielle Wachstum in der Anfangsphase und auch die beginnende Abschwächung ab Ende 40er-Jahre sind deutlich zu erkennen. Mit der Theorie von Hubbert ist aus der 1956 vorliegenden Information die weitere Entwicklung abgeleitet und als Kurve Hubbert-1956 dargestellt. Diese basiert auf einer Peak-Produktion von 4 Giga-Barrel pro Jahr (Gb/a) und einer Gesamtfördermenge von 205 Giga-Barrel.

## H Hubbert-Peak

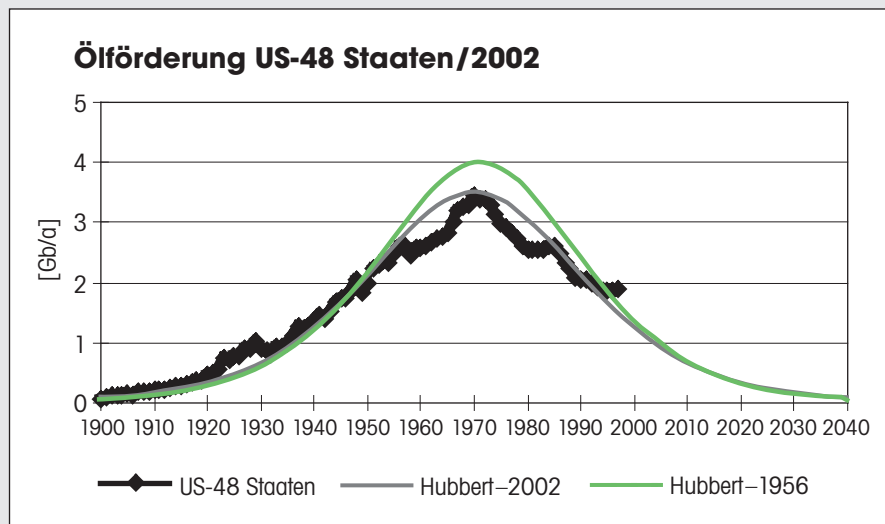
Der amerikanische Geologe M. King Hubbert hat 1956 vorausgesagt, dass die Erdölproduktion der zentralen 48 US-Staaten (ohne Alaska und Hawaii) im Jahre 1970 einen Höchststand (Hubbert-Peak) erreichen und danach konti-

nuierlich zurückgehen wird. Die Produktion hat sich tatsächlich überraschend genau gemäss dieser Prognose entwickelt. Wie konnte Hubbert für die 48 US-Staaten den Hubbert-Peak so genau voraussagen? Noch wichtiger: Können die Theorien von Hubbert auch auf

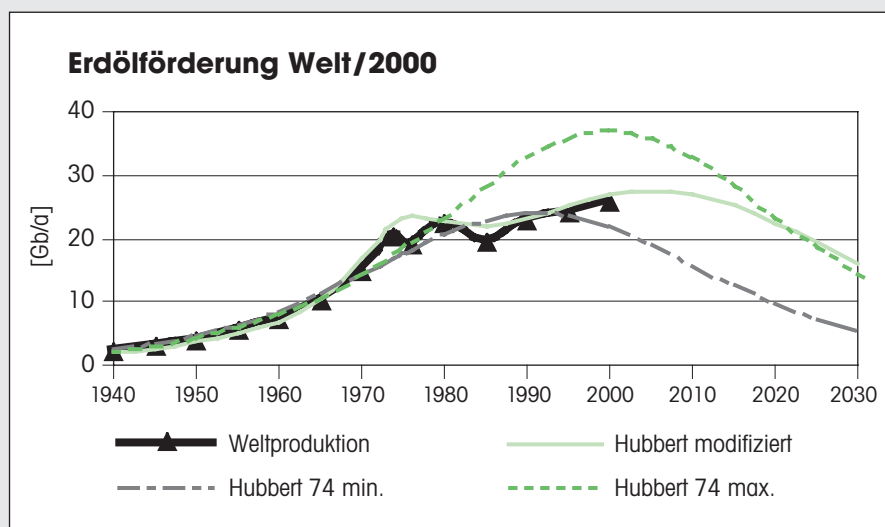
die weltweite Erdölproduktion angewendet und brauchbare Schlüsse daraus gezogen werden?

Hubbert hat beim zeitlichen Verlauf der Fördermengen verschiedener Ölfelder ein typisches Muster festgestellt: Nach ersten Bohrerfolgen setzt eine stürmische Entwicklung mit einem exponentiellen Förderwachstum ein. Sobald sich erste Sättigungserscheinungen einstellen, verlangsamt sich das Wachstum, bis ein oder mehrere Fördermaxima erreicht sind. Danach geht die Produktion kontinuierlich zurück. Dieser Verlauf ist typisch für die Ausbeutung von beschränkten Ressourcen. Hubbert hat auch beobachtet, dass die durchschnittlichen Ölfunde pro Jahr das gleiche Muster aufweisen wie die Ölproduktion rund 30 Jahre später. Damit kann schon zu einem frühen Zeitpunkt die Gesamtfördermenge abgeschätzt werden. Die Produktion eines Ölfeldes, einer ganzen Region oder eines Landes kann recht genau mit zwei Grössen beschrieben werden:

- Gesamtfördermenge
- Peak-Produktion (maximale Förderrate)



Die Erdölproduktion von 48 US-Staaten bis heute: Von diesen Daten ist die aktualisierte Kurve Hubbert-2002 abgeleitet. Die Peak-Produktion ist mit 3,5 Giga-Barrel pro Jahr etwas tiefer als ursprünglich geschätzt, ebenso die Gesamtfördermenge mit 190 Giga-Barrel. Zum Vergleich ist wiederum die Kurve Hubbert-1956 eingetragen. Insgesamt kann festgestellt werden, dass bereits vor dem Erreichen der Peak-Produktion der weitere Verlauf recht gut vorausgesagt werden kann.



Die weltweite Erdölfördermenge: Die weltweite Ölförderung unterliegt stärker als die amerikanischen politischen Einflüssen. So legt die OPEC regelmässig ihre Fördermenge fest. Trotzdem zeigt auch die weltweite Ölförderung einen für begrenzte Ressourcen typischen Verlauf. Die Produktion wies bis zur Ölkrise in den 70er-Jahren ebenfalls ein exponentielles Wachstum auf. Durch die Ölkrise hat sich das Wachstum allerdings stark verringert. Damit der Einfluss der Erdölkrise berücksichtigt werden kann, werden zur Modellierung zwei verschiedene Hubbert-Kurven überlagert. Zur Illustration sind zusätzlich eine minimale und eine maximale Abschätzung von Hubbert aus dem Jahre 1974 eingetragen.

## W weltweite Erdölförderung

Auch wenn die Verhältnisse der weltweiten Ölförderung komplizierter sind als die amerikanischen, so sind die Pessimisten trotzdem überzeugt, dass sich die Theorien von Hubbert auch hier anwenden lassen. Wenn dies tatsächlich zutrifft, so ist im Verlaufe dieses Jahrzehnts mit dem Erreichen des Hubbert-Peaks zu rechnen. Danach endet die Zeit des billigen Öls. Diese These wird dadurch untermauert, dass weltweit seit rund 25 Jahren mehr Öl gefördert als neu entdeckt wird.

Eine weitere wichtige Aussage lässt sich aus den Arbeiten von Hubbert ableiten. Auch wenn die weltweiten Ölreserven durch neue Funde erhöht werden sollten, wird die Peak-Produktion dadurch nur um wenige Jahre hinausgeschoben, solange der weltweite Ölverbrauch weiter ansteigt. In diesem Falle werden die neuen Funde durch den weiter steigenden Verbrauch sehr schnell aufgezehrt. \*\*\*

