

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 91 (1973)
Heft: 14: Schweizer Mustermesse Basel, 7. bis 17. April 1973

Artikel: "Synthetisches" Erdöl
Autor: BP Benzin & Petroleum AG
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-71844>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 14.03.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Staat und insbesondere seine finanziellen Mittel nicht ins Unermessliche wachsen können und damit in Zukunft nicht mehr alles Wünschbare und Geforderte realisierbar sein wird. Vorläufer solcher Konfliktsituationen werden heute schon ab und zu besonders in Budgetdebatten bemerkbar. So sei zum Beispiel an die letzte Budgetberatung im Zürcher Kantonsrat erinnert, bei der die Umlagerung finanzieller Mittel von Tiefbauten zu Hochbauten verlangt wurde. Allerdings müssten solchen Vorschlägen eben die übergeordneten Entscheidungen vorausgehen, welche Grundlage für eine Planung sind, welche über die Nahziele der Budgetierung hinaus reichen sollte.

In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage, ob vorausschauend überhaupt richtig geplant werden kann. Zweifellos lassen Fehlplanungen aus neuester Zeit dies nicht zum Vorneherein bejahen, doch ist immerhin festzustellen, dass die moderne Planungsmethode ein sehr brauchbares wissenschaftliches und technisches Instrumentarium zur Verfügung stellt. Zwar wird damit kein seherisches Wahrsagen der Zukunft möglich, doch es gelingt immerhin, die grossen Zusammenhänge zu erkennen und langfristige Zielsetzungen zu realisieren.

Voraussetzung dazu ist allerdings, dass die wichtigsten Grundregeln der Planungsmethodik eingehalten werden. Danach sind im Planungsprozess alle Entscheide in einer ihrer Bedeutung entsprechenden Reihenfolge zu treffen. In dieser hierarchischen Ordnung werden einmal gefällte Entscheidungen für alle nachfolgenden weitgehend verbindlich.

Diese Prinzipien sind am Beispiel der *Raumplanung* ersichtlich: Die grundsätzlichen und bedeutungsvollsten Planungsentscheide sind im Gesamtplan enthalten. Mit ihm wird unter anderem festgelegt, dass neben Zürich und Winterthur auf gewissen Entwicklungsachsen weitere Besiedlungsschwerpunkte entstehen sollen. Aus dem Gesamtplan folgen auf der nächsten Entscheidungsstufe die Sachpläne wie Siedlungsplan oder Verkehrsplan und andere mehr, auf denen als weitere Entscheidungsgeneration die Ausführungsplanung beruht. Dabei hat der Gesamtplan für alle nachfolgenden Planungsstufen, die Sachpläne für die Ausführungsplanung usw., verbindlichen

Charakter. Das Prinzip ist aus dieser Planungsordnung erkennbar, nämlich das Fortschreiten vom Grundsätzlichen zum Detail und die Verbindlichkeit übergeordneter Entscheide.

Es ist aber auch erkennbar, dass die Einflussnahme des Souveräns auf die grundsätzlichen Entscheidungen der Raumplanung sehr gering ist, denn weder zum Gesamtplan noch zu den Sachplänen konnte er bis jetzt Stellung nehmen. Allerdings wird der Zürcher Bürger in nächster Zeit über eine Frage zu entscheiden haben, welcher der Gesamtplan und der Verkehrsplan zugrunde liegt, nämlich über die U- und S-Bahn-Vorlage. Auch hier ist der Sachzwang unverkennbar, der daraus entsteht, dass mit Anerkennung der zürcherischen Raumplanung in dieser Frage keine echte Entscheidungsfreiheit mehr besteht. Mit der Bejahung dieser Vorlage wird nicht nur der Kredit bewilligt, sondern werden auch wesentliche Entscheide, die im Gesamtplan und im Verkehrsplan enthalten sind, genehmigt. Eine Ablehnung hingegen könnte nicht nur bedeuten, dass die Projekte und ihre Realisierungskosten nicht akzeptiert werden, sondern sehr wohl auch eine Kritik am Entwicklungskonzept der Region Zürich enthalten. Diese Kritik käme im Planungsprozess jedoch zu spät, da sie auf bereits getroffene übergeordnete Entscheide zurückgreifen und damit den Grundprinzipien einer methodischen Planung widersprechen würde.

Erfolgversprechend kann eine Planung nur sein, wenn diese wichtigsten Prinzipien, nämlich eine *hierarchische Entscheidungsordnung* und Verbindlichkeit übergeordneter Entscheide, eingehalten werden. Erkennt man die Notwendigkeit, dass der Staat Wesentliches zur Gestaltung unserer Zukunft beitragen muss und bejaht man die Demokratie, so muss nach Mitteln und Wegen gesucht werden, dass nicht nur bei reinen Sachfragen, sondern bereits bei Zielsetzungen und konzeptionellen Planungsentscheiden eine demokratische Willensbildung stattfinden kann.

Adresse des Verfassers: *Eduard Witta*, dipl. Bauing. ETH, Flobotstrasse 2, 8044 Zürich.

«Synthetisches» Erdöl

DK 665.6

Nach einer Mitteilung der BP Benzin & Petroleum AG, Zürich

Die ständigen Forderungen der Erdölförderländer nach höheren Abgaben, weiter die ansteigenden Produktionskosten für Rohöl sowie eine weltweit zunehmende Nachfrage werden die Preise für «herkömmliches» Rohöl so stark in die Höhe treiben, dass das «synthetische» Rohöl aus Teersand, Ölschiefer und Kohle trotz seinen höheren Gewinnungskosten in den achtziger Jahren in die Nähe der Wirtschaftlichkeit rücken kann.

Die Vorräte der Erde an solchem Öl sind gewaltig, wahrscheinlich ein Vielfaches der förderbaren Reserven herkömmlichen Erdöls. J.-F. Watson, ein Geologe der British Petroleum Co., zeigt in den folgenden Ausführungen, wie die Erdölindustrie an das Problem herangeht, diese bisher ungenutzten mächtigen Vorräte zu erschliessen.

Einleitung

Erdölprodukte und Gas aus Teersand, Ölschiefer oder Kohle zu extrahieren, ist gar nicht so neu; in Wirklichkeit war diese Art der Ölproduktion in manchen Teilen der Welt schon viel früher verbreitet als die heute übliche Förderung aus unterirdischen Ansammlungen in porösen Gesteinsschichten.

Bei den Ölfeldern, aus denen heute über 2 Mrd t Erdöl jährlich strömen, ist die Lagerstättenenergie durch den natürlichen Wasser- und Gasdruck so gross, dass das Öl von selbst an die Oberfläche steigt oder zumindest ins Bohrloch fliesst und in wirtschaftlichen Mengen heraufgepumpt werden kann. Dieses von Natur aus mit Energie geladene Rohöl, das zudem die Anforderungen der Raffinerien und Verbrauchermärkte bestens erfüllt, ist natürlich einfacher und billiger zu fördern als synthetisches Öl, bei dem zur Gewinnung von aussen Energie zugeführt werden muss und das erst nach kostspieliger Aufbereitung brauchbar ist.

Die Hälfte bleibt heute noch im Boden

Allerdings nimmt bei den heutigen Ölvorkommen der Lagerstättendruck mit laufender Förderung ab. Dieser Druckabfall kann durch Wasser- und Gasinjektion verzögert werden, aber der Zeitpunkt kommt, wo man das im Gestein verbleibende Öl, und das sind gut 50 %, mit herkömmlichen Mitteln nicht mehr herausbringt. Solche erschöpfte Ölvorkommen können nur noch mit *tertiären* Methoden weiter entölt werden. Dazu zählen zum Beispiel Erwärkung durch unterirdische Verbrennung, Dampfinjektion und Fluten mit Lösungsmitteln oder Polymeren. Solche

Tertiär-Fördermethoden sind schon ziemlich verbreitet in den USA und Venezuela, wo sie trotz hohen Kosten bereits wirtschaftlich sind, und in der Sowjetunion, wo die Wirtschaftlichkeit unwesentlich ist.

Das synthetische Öl

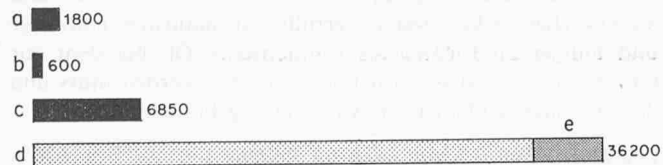
Als *synthetisch* bezeichnet man ein Öl, das entweder aus sehr schweren, möglicherweise geologisch unreifen Erdölen hergestellt wurde, die gar nie genügend flüssig waren, um mit herkömmlichen Mitteln gefördert zu werden, oder dann aus einem breiten Spektrum zäher oder halbfester Kohlenwasserstoff-Verbindungen in Teersanden, Teerflözen, natürlichen Bitumen- oder Asphaltvorkommen, aus Ölschiefern und aus Kohle. Je dickflüssiger und zäher das Ausgangsmaterial ist, desto weniger Wasserstoff enthält es im Verhältnis zum vorhandenen Kohlenstoff; das extremste praktisch verwendbare Material sind in dieser Hinsicht die anthrazitischen Kohlen. Je fester das vorhandene Kohlenwasserstoffmaterial, desto mehr Energie ist nötig für die physische Gewinnung und desto mehr Wasserstoff muss in dessen chemische Verbindung hineingebracht werden, um es zu einem pumpfähigen, raffinierbaren Rohöl oder einem synthetischen Erdgas aufzuarbeiten. Glücklicherweise kann man mit dieser Synthetisierung auch erreichen, dass das Endprodukt schwefelfrei ist oder keine nicht raffinierbaren Rückstände enthält. Durch solche erwünschten Eigenschaften werden die hohen Kosten der Synthese teilweise wieder aufgewogen.

Aus jeder Tonne Kohle können so rund 640 l synthetisches Rohöl gewonnen werden, aus einer Tonne Braunkohle rund 330 l. Synthetische Öle aus Teersanden und Ölschiefern müssen weniger stark veredelt werden; doch liefern diese Rohstoffe im besten Falle etwa 160 l/t verarbeitetes Gestein; der grösste Teil bleibt als entöltes Mineral zurück, das weggeschafft und in riesigen Mengen abgelagert werden muss, was im Zeitalter des Landschaftschutzes teuer zu stehen kommt.

Wertvolle Ergänzung der herkömmlichen Reserven

Wenn nun die Extraktion und Aufarbeitung synthetischer Rohöle einen solchen Aufwand erfordert, noch abgesehen von der Raffination zu brauchbaren Produkten, wieso nimmt dann die Erdölindustrie dieses Gebiet so ernst? Weil die landeseigenen Erdölvorkommen, vor allem in den USA, Kanada, Venezuela und Australien, so stark ausgebeutet werden, dass sie rasch der Erschöpfung entgegengehen.

Die förderbaren Reserven Venezuelas zum Beispiel sind so rasch zusammengeschmolzen, dass 1970 die Reserven



Die Weltvorräte an herkömmlichem und synthetischem Rohöl (in Mrd. Barrels)

- a herkömmliches Rohöl
- b schweres Rohöl (Hauptvorkommen in Kanada, den USA und Venezuela) und Teersande (Ausbeute 30%)
- c Ölschiefer, ergiebiger als 0,2 Barrels/t, Ausbeute 50% (Schätzung von Duncan und Swanson, USGS, 1965)
- d Synthese-Öl aus Steinkohle, 4,5 Barrels/t (Schätzung von Albert Parker, 1970. Die in neuester Zeit entdeckten grossen Vorkommen in Sibirien sind noch nicht berücksichtigt)
- e Braunkohle, 2 Barrels/t

dem Verbrauch nur noch um 10,4 Jahre voraus waren. In den USA wird der Energiemangel in den nächsten zehn Jahren ein sehr ernstes Problem. Es ist kaum zu glauben, aber wahr, dass die USA, mit 6 % der Weltbevölkerung, 35 % des Weltenergiekonsums beanspruchen! Die USA sind autark in bezug auf Kohle, und heute noch, auf Uran, aber Erdgas und Erdöl vermögen nur noch einen rasch sinkenden Teil des Bedarfs zu decken, und immer grössere Mengen müssen importiert werden. 1970 konnten sich die USA noch zu 87,6 % selbst mit Rohöl und Erdgas versorgen; 22 % des Rohöl- und 4,1 % des Erdgasbedarfs mussten importiert werden. Bis 1980 wird die Selbstversorgungsrate auf 73,8 % und bis 1985 auf 70,3 % fallen, so dass 1985 56,6 % des Erdöl- und 28,3 % des Erdgasbedarfes durch Importe gedeckt werden müssen. Die hierfür nötigen Mengen sind so gross, dass sogar der Mittlere Osten sich sehr wird anstrengen müssen, um diese zu liefern, weil auch für andere Wachstumsregionen wie Japan und Europa eine starke Bedarfssteigerung vorauszusehen ist.

Riesige Vorkommen, teurer Abbau

Die Reserven an synthetischem Rohöl, das mit heute bekannten technischen Mitteln, ohne Rücksicht auf Wirtschaftlichkeit, aus bisher ungenutzten Vorkommen produziert werden könnte, sind wahrhaft gewaltig (siehe Bild 1); sie belaufen sich wahrscheinlich auf ein Vielfaches der heute bekannten förderbaren Rohölreserven der Welt. Allerdings ist festzuhalten, dass die Zugänglichkeit und Ergiebigkeit solcher Vorkommen stark variiert und dass deshalb mittelfristig nur die grössten und ergiebigsten Lager zur Erschliessung in Betracht kommen.

Die Athabasca-Teersande in Kanada beispielsweise treten entlang dem Athabasca- und Clearwater-River und auf dem Gebiet der Stadt Fort McMurray zutage oder sind nur mit einer dünnen Erdschicht überdeckt und deshalb leicht zugänglich, aber gegen Westen senken sich die gleichen Schichten bis zu 600 m tief unter die Ebenen von Alberta. Wo Tagbau möglich ist, können bis zu 90 % des vorhandenen Öls extrahiert werden. Liegen die Schichten aber in der Tiefe, so kommen auch die optimistischsten Schätzungen auf höchstens 50 %, und das nur in den dicksten und ölreichsten Schichten.

Von Kohle und Ölschiefer gibt es in vielen Teilen der Welt riesige Vorkommen nahe der Erdoberfläche, die mit heutigen Abbautechniken leicht gewonnen werden können. Die Technik der Umwandlung von Kohle und Ölschiefer in flüssige Kohlenwasserstoffe ist nicht neu. Natürliche Asphaltansammlungen zum Beispiel wurden seit urdenklichen Zeiten ausgebeutet. Öl aus Ölschiefer wurde im 19. Jahrhundert in Schottland, Frankreich und Deutschland gewonnen. Beträchtliche Mengen flüssiger Brenn- und Treibstoffe aus Kohle produzierte man in Grossbritannien und Deutschland in den vierziger Jahren und in Südafrika heute noch.

Die USA und Brasilien haben ihre schon lang bekannten, fast unermesslichen Ölschiefer-Vorkommen noch kaum berührt; in beiden Ländern wird aber mit Versuchsanlagen experimentiert, und in Brasilien gewinnt die staatliche Petrobras seit Juni 1972 bereits Schieferöl aus einem Vorkommen, das sich über 82 km² erstreckt und das auf 100 Mio m³ Mineralöl, 10 Mio t Schwefel sowie beträchtliche Mengen Gas geschätzt wird. 1971 hat die Petrobras in dieses Ölschieferprogramm rund 6,5 Mio US \$ investiert.

In Kanada wird seit 1890 versucht, die Athabasca-Teersande zu erschliessen, und seit 1968 läuft eine Anlage mit einer Leistung von 2 Mio t/Jahr mit wechselndem wirtschaft-

lichem und leistungsmässigem Erfolg. Eine zweite Firmen-
gruppe, offenbar wenig beeindruckt von den technischen
und finanziellen Problemen der ersten Anlage, plant bereits
ein weiteres Werk mit einer Leistung von 5 Mio t/Jahr,
das 1976 anlaufen soll.

Tätigkeit der BP-Gruppe

Die BP-Gruppe hat sich bereits verschiedenlich an der
Produktion solcher Rohöle beteiligt, so zum Beispiel an der
schottischen Ölschieferindustrie durch die *Scottish Oils* und
später an den Teersandlagern von Athabasca. Die kanadische
BP-Gesellschaft besass 1963/64 Konzessionen in Teersand-
gebieten, liquidierte sie aber, nachdem Versuchsbohrungen
gezeigt hatten, dass sie nur sehr «mageren» Sand enthielten.
Durch den kürzlichen Erwerb der «Supertest» hat die BP
eine Konzession von rund 200 km² in einer Region der
Athabasca-Teersande erhalten, die im Tagbau bewirtschaftet
werden kann. Sie hat auch beträchtliche Reserven an
schwerem Rohöl in der Gegend des Cold Lake in Alberta,
wo rund 460 m unter der Erdoberfläche ein anderes grosses
kanadisches Ölsandvorkommen liegt. Vor rund zwei Jahren
machte sie am Cold Lake Versuche mit Dampfinkjektionen.
Obwohl dabei ansehnliche Mengen schweren Rohöls pro-
duziert wurden, war der Versuch kommerziell nicht ganz
befriedigend, so dass weitere Versuche nötig sein werden.
Ein BP-Partner in den USA, *Sohio*, ist aktiv an der Schiefer-
entölung beteiligt, und zwar als Mitglied der Colony-Group.
Diese besitzt grosse Ölschieferkonzessionen in Colorado
und Utah und hat im Rahmen eines Forschungsprogramms
kleinere Versuchsanlagen erstellt und betrieben.

Die *Sohio* ist auch wesentlich an der amerikanischen
Kohlenindustrie beteiligt, und zwar durch die *Old Ben Coal*
Corp., die 1970 rund 12 Mio t Kohle abbaute. In Amerika
kann Kohle mit viel geringeren Kosten gewonnen werden
als in Europa, was dort, wo die amerikanischen Rohölpreise
entsprechend hoch sind, die Produktion von Syntheseöl
durchaus konkurrenzfähig macht.

Auch in Australien werden Kohlenvorkommen im Hin-
blick auf die Herstellung von Rohöl untersucht; die Braun-
kohlevorkommen bei Victoria, die sich anscheinend gut für
die Umwandlung in Öl eignen würden, könnten allein über
20 Mrd t synthetisches Rohöl liefern, wobei allerdings die
Produktionskosten rasch ansteigen könnten, wenn die leicht
zugänglichen Vorkommen einmal abgebaut wären.

Kernproblem: Wirtschaftlichkeit

Die Kernfrage ist, wie man die Produktion synthe-
tischer Rohöle wirtschaftlich machen und die riesigen Ka-

pitalien beschaffen kann, um so grosse und leistungsfähige
Minen und Anlagen zu bauen, dass ein fühlbarer Beitrag
an die Deckung des wachsenden Weltenergiebedarfes er-
reicht wird. Wenn die Reserven an herkömmlichem Rohöl
einmal knapper werden, könnte das die Preise so hinauf-
treiben, dass das synthetische Öl konkurrenzfähig würde.
Bei der gegenwärtigen Preislage ist es jedenfalls noch nicht
wettbewerbsfähig. Um eine Produktionsanlage für synthe-
tisches Rohöl aufzubauen, braucht man 5 bis 7 Jahre. Die
Entscheidung, bis zu 2 Mrd Fr. in ein solches Unternehmen
zu investieren, muss also zu einer Zeit getroffen werden,
wo die wichtigsten Faktoren für dessen Wirtschaftlichkeit
bei der Inbetriebnahme noch weitgehend unbekannt sind.

Kurzfristig hat in den USA das synthetische Erdgas
aber noch bessere wirtschaftliche Aussichten als das Syn-
theseöl. Einige amerikanische Unternehmen planen Anlagen
zur Herstellung von Pipeline-Gas (Gas mit erdgasähnlichem
Heizwert) aus Kohle, weil in den USA das Erdgas bereits
knapp wird. Die Kohlevergasung ist absolut nicht neu,
aber das bisher produzierte Stadtgas hat einen Heizwert
von rund 3100 kcal/m³, wogegen Gas von «Pipeline»-Quali-
tät etwa 8900 kcal/m³ liefert; es kann allerdings nicht mit
den bisherigen Methoden der Kohledestillation hergestellt
werden. Es gibt noch eine andere Möglichkeit, um die Erd-
gasreserven zu erhöhen: Mit unterirdischen Atomspren-
gungen kann man wenig poröse gasführende Schichten so-
weit aufbrechen und zertrümmern, dass die Förderung wirt-
schaftlich interessant wird.

In den USA wurden bereits zwei solche Sprengungen
in schlecht ergiebigen Gasvorkommen durchgeführt, wo-
durch die Gasförderung beträchtlich verbessert werden
konnte. Zwei weitere derartige Grossversuche unter den
Namen *Rio Blanco* und *Wagonwheel* sind für 1972/73 ge-
plant. Die Methode ist allerdings nur für dicke Schichten
in grösserer Tiefe anwendbar, weil die Richtung der Explo-
sion bis heute nur beschränkt kontrollierbar ist und weil
keinerlei radioaktiver Ausfall entstehen darf. Der grösste
Nachteil dieser Methode ist die radioaktive Verseuchung
der Kohlenwasserstoffe; doch wird das Erdgas davon viel
weniger betroffen als das Erdöl, und die Radioaktivität kann
je nach Produktionsrate innerhalb eines Jahres ziemlich
rasch auf ein annehmbares Mass absinken. Der offen-
sichtliche Erfolg der beiden ersten Versuche «*Gasbuggy*»
und «*Rulison*» haben zu Schätzungen geführt, dass durch
atomare Sprengungen die Erdgasreserven der USA um
20 % erhöht werden könnten, vorausgesetzt, dass der Gas-
preis auf ein Niveau steigt, das diese teure Methode rech-
tfertigt.

Untersuchungen von Fußgängerbewegungen auf Bahnhöfen mit starkem Nahverkehr

(Zusammenfassung einer Dissertation)

Aufgrund der starken Motorisierung nach dem Zweiten
Weltkrieg beschäftigten sich die Verkehrsingenieure zunächst
vorwiegend mit dem Kraftfahrzeugverkehr. Über den Fuss-
gängerverkehr, dem sowohl im städtischen Bereich als auch
im zunehmend wichtiger werdenden öffentlichen Schienen-
nahverkehr wachsende Bedeutung zukommt, sind verhältnis-
mässig wenige Arbeiten veröffentlicht worden. Daher er-
schien es wichtig, einige Probleme des Fussgängerverkehrs
auf Bahnhöfen im Zusammenhang mit der Gestaltung der
Verkehrsanlagen von Schienenbahnen zu untersuchen [1].

In der vorliegenden Arbeit werden die Fussgängerbewe-
gungen im Berufsverkehr innerhalb von Bahnhofanlagen mit
ihren wichtigsten Merkmalen analysiert mit dem Ziel, Grund-
lagen für die Bemessung von Einzelanlagen in Personenbahn-
höfen mit starkem Nahverkehr zu gewinnen. Seine Analyse
verlangt praktische Beobachtungen und Messungen bei unge-
störtem Verkehrsablauf. Verallgemeinerungen erfordern bei
der Gewinnung und Auswertung der Messergebnisse die
Anwendung von Methoden der mathematischen Statistik.
Wirklichkeitsnahe Zusammenhänge werden durch die Be-

DK 656.221