

Zeitschrift: Landtechnik Schweiz

Herausgeber: Landtechnik Schweiz

Band: 44 (1982)

Heft: 2

Artikel: Die Herstellung von Schmierstoffen und die Aufbereitung von Altöl

Autor: Clémenton, H.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1081484>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 04.02.2026

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

Die Herstellung von Schmierstoffen und die Aufbereitung von Altöl

Ing. Chem. HTL H. Clémençon, EMPA, Dübendorf

1. Die Verarbeitung von Rohöl

1.1 Einführung

Rohöl wird in Raffinerien zu einer Vielzahl von Mineralölerzeugnissen verarbeitet, von denen es heute ungefähr 5'000 gibt. Nicht in jeder Raffinerie werden alle Produkte hergestellt. Es gibt Raffinerien, die sich in ihren Verarbeitungsverfahren auf die Hauptprodukte wie Gase, Motorenbenzine, Gasöle und schwere Heizöle beschränkt haben. Die Produktionspalette anderer Raffinerien ist durch die Herstellung vieler Spezialprodukte in speziellen Anlagen breiter aufgefächert. In ihnen werden, um nur einige Produkte zu nennen, neben den erwähnten Hauptprodukten Spezialbenzine, Flugbenzine, Düsentreibstoffe, Schmieröle und -fette, Paraffine, Petroleum und Bitumina hergestellt. Die Steuerung und Kontrolle der Vorgänge innerhalb der Werkanlage obliegt komplizierten Mess- und Steuerungsinstrumenten. Der Mensch hat sich bei diesen Arbeitsvorgängen auf die wichtigsten Funktionen konzentriert: Entscheidung, Lenkung, Ueberwachung und Wartung. Bei Raffinerien handelt es sich also um hochautomatisierte Betriebe, deren Aufbau grosse Investitionen erfordert. Jeder Arbeitsplatz in einer Raffinerie kostet heute bis zu einer Million Franken.

Im wesentlichen werden in Raffinerien bei der Verarbeitung des Rohöles vier Verfahren angewendet, durch die das Rohöl nach seinen verschiedenen Kohlenwasserstoffverbindungen sortiert wird, die erhaltenen Produkte gereinigt und schliesslich zu verwendbaren Benzin, Heizölen usw. durch Umbauen und Verändern der Moleküle hergestellt werden. Eine Uebersicht über die Produkte, welche bei der Rohölverarbei-

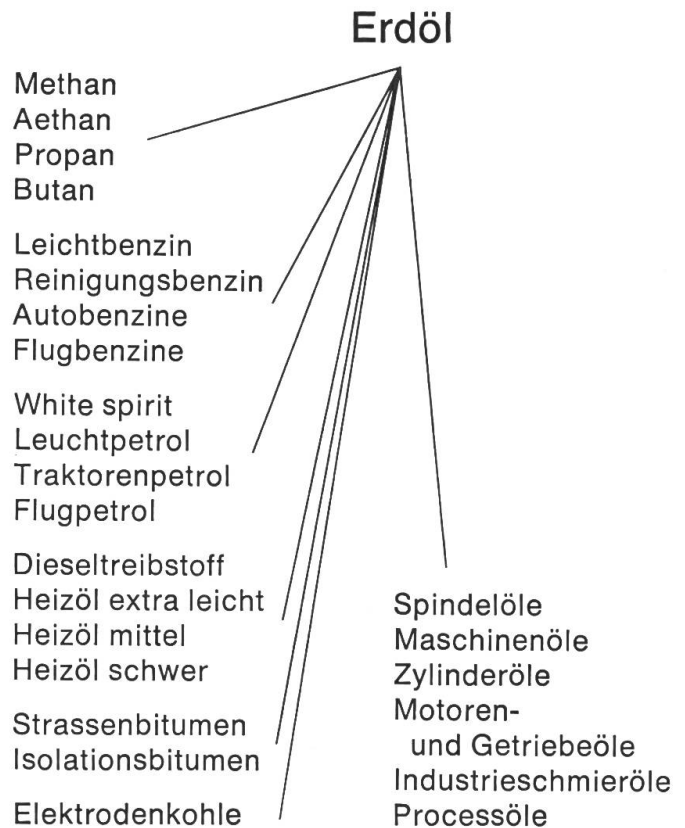


Abb. 1

tung gewonnen werden können, gibt Abbildung 1.

Diese vier Arbeitsvorgänge, zu denen noch das Mischen zu fertigen Produkten kommt, sind:

- Destillieren (Sortieren)
- Raffinieren (Reinigen)
- Reformieren (Umbauen)
- Cracken (Verändern)

1.2 Destillation

In der Destillation werden die Kohlenwasserstoffverbindungen des Öls der Molekülgrösse nach auf physikalischem Weg in Gruppen – Schnitte oder Fraktionen – ge-

Schema einer Destillationsanlage.

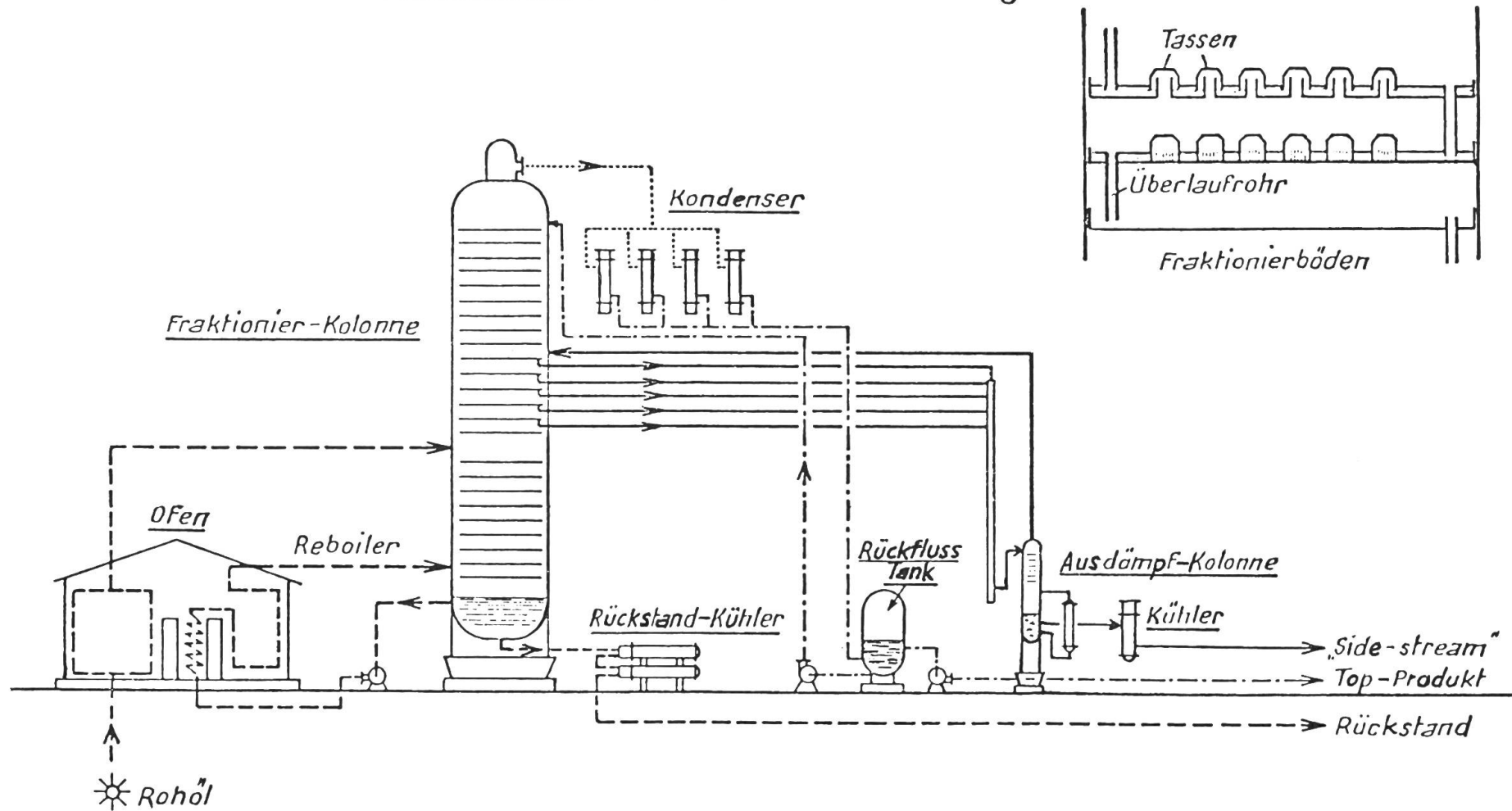


Abb. 2

trennt. Jede dieser Verbindungen hat einen anderen Siedepunkt, bei dem sie vom flüssigen in den gasförmigen Zustand übergeht. Die Skala dieser Siedepunkte reicht bei Kohlenwasserstoffen von etwa -160° bis weit über 600° C. Bei der Destillation (Siedetrennung) wird das in Wärmeaustauschern und in einem Röhrenofen auf etwa 350° C erhitzte Rohöl als Dampfliquiditätsgemisch in einen Turm mit normalem atmosphärischem Druck geleitet, der von gelochten Böden in Stockwerke unterteilt ist. Unten ist es am heissesten, oben am kältesten. Die verdampften Anteile steigen empor, kühlen sich ab und gehen etwas unterhalb ihrer Siedetemperatur in den einzelnen Stockwerken wieder in den flüssigen Zustand über. Bei diesem Verfahren erhält man jedoch nur Mehrstoffgemische, die zumeist noch nicht den Qualitätsanforderungen des Marktes entsprechen und deshalb in weiteren Anlagen veredelt werden müssen. Abbildung 2 zeigt eine einfache Destillationsanlage.

1.3 Raffination

Am Ende der Rohölverarbeitung stehen die Raffinations- oder Reinigungsprozesse. Es gibt kaum ein Produkt, das ohne solche letzte Aufbereitung die Raffinerie verlassen kann. Zu den wichtigsten modernen Raffinationsanlagen gehört der Hydrofiner, wo

Benzine, Turbinentreibstoffe, Dieseltreibstoffe, leichte Heizöle mit Wasserstoff von unerwünschten Bestandteilen befreit werden. Im Gasöl-Hydrofiner werden z. B. Gasöl (d. h. Heizöl extra leicht und Dieseltreibstoff) und wasserstoffreiches Gas im Röhrenofen getrennt erhitzt und dann zusammen in einen Reaktor geleitet, der mit stäbchenförmigem Katalysator gefüllt ist. Dort verbinden sich bei einer Temperatur zwischen 300 und 350° C die Schwefelatome aus den schwefelhaltigen Gasmolekülen mit dem Wasserstoff zu Schwefelwasserstoff. Das gereinigte Gasöl, der entstandene Schwefelwasserstoff und übriggebliebener Wasserstoff durchlaufen dann einen Trennturm. Das Gasöl fließt sodann in die Lagertanks. Der Wasserstoff kehrt wieder an den Ausgangspunkt des Verfahrens zurück, während der Schwefelwasserstoff in einer weiteren Anlage, dem Claus-Ofen, zu reinem Schwefel umgesetzt wird. In der Abb. 3 sind die unerwünschten Bestandteile des Rohöls dargestellt, welche durch Raffination entfernt werden müssen.

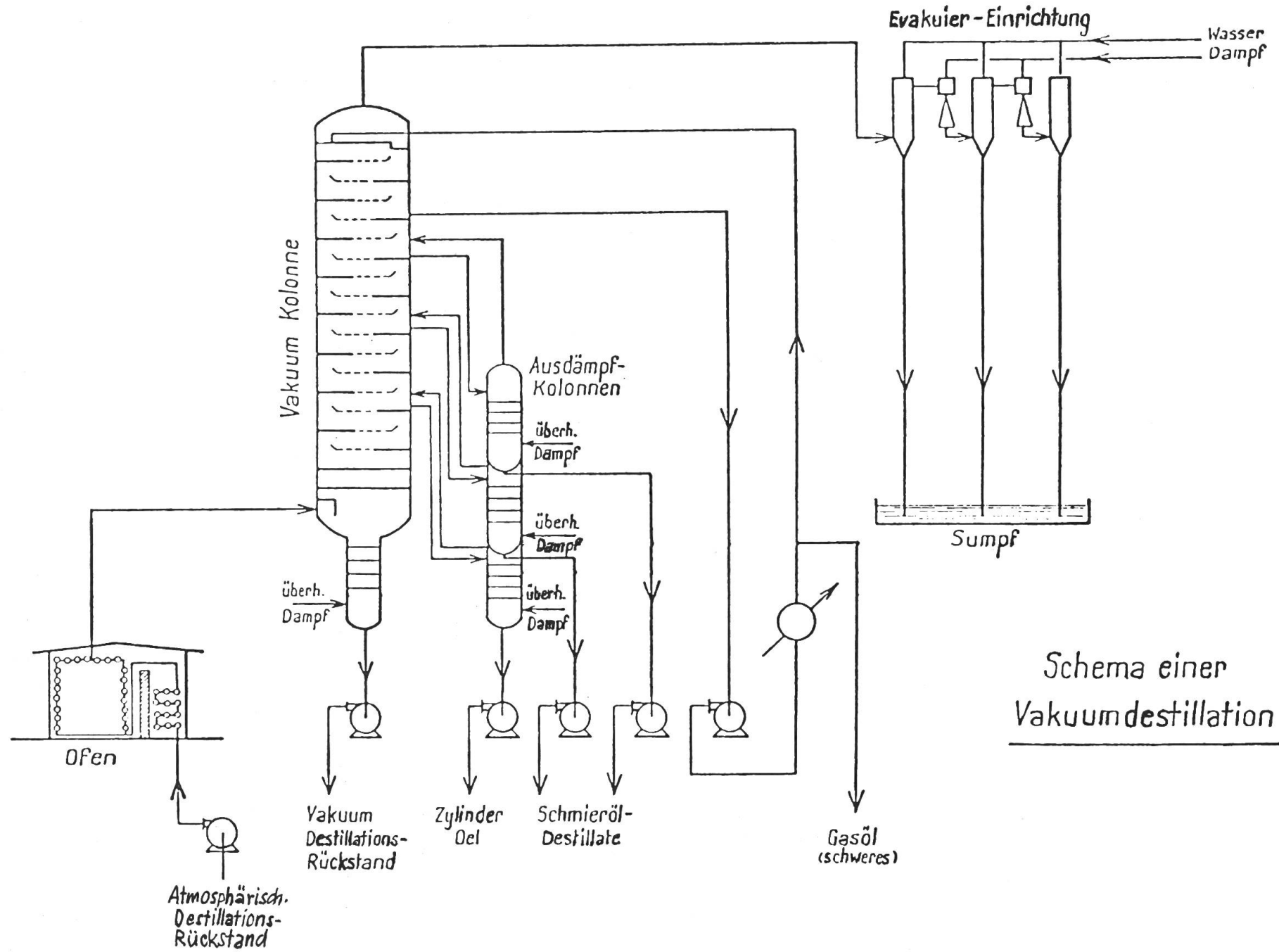
1.4 Reformierung

Das Reformieren ist ein Verfahren zur Verbesserung der Benzinqualität, das besonders in den 60er Jahren grosse Bedeutung erlangt hat. Es dient dazu, paraffinische und naphthenische Kohlenwasserstoffe in

Abb. 3

Unerwünschte Bestandteile in den atmosphärischen Destillaten des Mineralöles

Bestandteil	Wirkung	Entfernung
Saure Verbindungen (organische Säuren, Schwefelwasserstoff)	Korrosion und Beeinträchtigung der Lagerstabilität	Waschen mit Lauge
Merkaptane	Geruch, Korrosion	Waschen mit Doctor-Lösung, mit Hypochlorid-Lösung, mit Kupferchlorid-Lösung
Schwefelverbindungen aller Art	Korrosion durch Verbrennungsprodukte	Hydrofinieren
Sauerstoffempfindliche, instabile Verbindungen (z. B. Diolefine)	Beeinträchtigung der Lagerstabilität	Raffination mit Hypochlorid oder Kupferchlorid, Hydrofinieren



Aromaten umzuwandeln, die eine sehr hohe Klopffestigkeit aufweisen.

Von Schwefelverbindungen gereinigtes Schwerbenzin aus dem Hydrofiner wird zusammen mit einem wasserstoffreichen Umlaufgas in einem Vorwärmeofen auf etwa 500° C erhitzt und in eine Reihe von Reaktoren geleitet. Dort vollzieht sich über einem Katalysator der Molekülbau. Aus dem letzten Reaktor gelangt das neue Erzeugnis, das «Reformat», zusammen mit den entstandenen Gaskomponenten in einen Gasabscheider, wo der bei der Reaktion entstandene Wasserstoff abgetrennt wird. Man kann auf diese Weise aus Destillatbenzinen mit niedriger Oktanzahl, die sich nicht für moderne Motoren eignen, hochwertige Treibstoffe mit Oktanzahlen über 90 herstellen, die allen Ansprüchen gerecht werden.

1.5 Cracken

Beim Cracken werden grössere Kohlenwasserstoff-Moleküle in kleinere aufgespalten: damit wird ihre Mengenstruktur verändert. Das Spalten der Moleküle — denn nichts anderes bedeutet der Begriff «Cracken» oder «Zerbrechen» — das man in der Destillation vermeidet, wird jetzt angewendet, um andere Verbindungen kleinerer Molekülgrößen zu erhalten: hochoktanige Treibstoffkomponenten und gasförmige Olefine, die als Rohstoffe für die Petrochemie dienen. Crackanlagen bieten den Vorteil, zu reichlich anfallende Schnitte Benzin oder Gasöle in andere Produktgruppen zu verwandeln.

Heute werden die folgenden Crackprozesse angewandt:

- Thermisches Cracken
- Katalytisches Fliehsstaub-Cracken
- Steamcracken

2. Die Herstellung von Schmierölen

2.1 Vakuum-Destillation

Der im Turm verbliebene Rückstand, der alle über 360° C siedenden Bestandteile

des Rohöls enthält, kann nicht durch weiteres Erhitzen verdampft werden. Bei höheren Temperaturen werden nämlich die Kohlenwasserstoffe durch thermisches Cracken (engl. = Brechen) zerstört, das heisst, sie zerfallen in leichter siedende, ungesättigte Kohlenwasserstoffe, wobei sich noch Koks abscheidet. Man muss einen Trick anwenden, um auch diese schwer siedenden Bestandteile destillieren zu können: die Vakuum-Destillation.

Bei ihr nützt man die physikalische Tatsache aus, dass alle Flüssigkeiten bei verringertem Luftdruck schon bei niedrigeren Temperaturen siedend; auf dem Mount Everest zum Beispiel kocht Wasser schon bei etwa 65° C und nicht erst bei 100° C. Man pumpt also den heissen Rückstand des atmosphärischen Turms in einen zweiten Fraktionierturm, in dem verringerter Luftdruck herrscht (40–70 Millibar). In diesem «Vakuumturm» — richtiger wäre Turm mit verringertem Druck — verdampft ein Teil der Rückstände. Die Fraktionen werden auf den Zwischenböden kondensiert und abgezogen: sie bilden die Schmieröle. Als Kopfprodukt erhält man hier ein Schwer-Gasöl («Vakuumgasöl»), als Seitenströme leichtes und schweres Spindelöl sowie leichtes und schweres Maschinenöl (Abbildung 4).

Auch im Vakuumturm verbleibt ein nicht verdampfbarer Rest. Diesen kann man in einen zweiten Vakuumturm mit noch geringerem Druck geben. Vollständig lässt sich aber kein Rohöl destillieren, immer verbleiben nicht verdampfbare Bestandteile, deren Mengen stark von der Rohölart abhängen: das Bitumen.

2.2 Die Raffination der Schmieröle

Schmieröl wird zunächst — wie beschrieben — im Vakuumturm gewonnen. Auch hier sind die Destillate direkt meist nicht zu verwenden, und man muss auch sie reinigen und umwandeln.

In Abbildung 5 sind die störenden Bestandteile in den Schmierölen und ihre

Abb. 5
Unerwünschte Bestandteile in den Vakuumdestillaten (Schmierölen)

Bestandteil	Wirkung	Entfernung
Säuren z. B. Naphtensäuren	Korrosionsgefahr Beeinträchtigung der Lagerstabilität	durch Behandlung mit Alkali während der Destillation oder nach der Säureraffination
Harze und Asphalte	Beeinträchtigung der Lagerstabilität und der Schmiereigenschaften	durch Säurenraffination Bleicherdebehandlung, Selektivfällung oder Hydrofinieren
Paraffine	Beeinträchtigung des Fließvermögens bei tiefen Temperaturen	durch Abkühlung und Abfiltrieren der Paraffine
Schwefelverbindungen	Korrosionsgefahr, schlechter Geruch, Beeinträchtigung der Lagerstabilität	durch Säureraffination, Hydrofinieren
Instabile Verbindungen	Erhöhung der Alterungsneigung	Säureraffination, Hydrofinieren
Aromaten	Schlechter Geruch Beeinträchtigung der Lagerstabilität gesundheitliche Schädigung	Lösemittel-Extraktion

Entfernungsmöglichkeiten zusammengestellt. Neben den Verunreinigungen, wie sie auch bei den atmosphärischen Destillaten vorkommen, gibt es bei den Schmierölen zusätzlich noch solche Bestandteile, die auf Grund ihres hohen Siedepunktes erst in den Vakuumdestillaten in störenden Mengen auftreten, nämlich die Harze und Asphaltstoffe sowie die Paraffine. Die Raffination der Vakuumdestillate muss sich daher von der der Benzine erheblich unterscheiden.

Hier muss allerdings gesagt werden, dass die Anwendungsgrenzen der einzelnen Verfahren nicht so starr wie angegeben sind. Gerade in letzter Zeit sind eine Reihe typischer «Schmieröl»-Verfahren auch bei der Herstellung von Kraftstoffen angewendet worden und umgekehrt. Die Unterteilung ist aber dennoch sinnvoll, da die zähflüssigen Schmieröle andere Probleme aufwerfen als die Kraftstoffe.

Die Raffination der Schmieröle dient, um kurz zusammenzufassen, der Entfernung schädlicher Bestandteile. Welches der beschriebenen Verfahren jeweils angewendet wird, hängt vom Rohöl und von der erwünschten Qualität der Raffinate ab. Allen Verfahren ist aber gemeinsam, dass die

geringen Mengen der unerwünschten Stoffe entfernt oder zerstört werden. Der Charakter des Raffinats und seine Einsatzmöglichkeiten hängen noch wesentlich vom verwendeten Rohöl ab. Das so gewonnene Ausgangsmaterial für die Schmierölherstellung sind die zwischen den leichtsiedenden Anteilen des Erdöls und dem Bitumen liegenden Verbindungen von mittlerem Molekulargewicht und mittlerer Zähflüssigkeit. Sie werden bei der Vakuumdestillation in drei bis vier Schnitten als Destillatfraktionen abgetrennt. Beim Destillieren legt man bereits einige wichtige Grundeigenschaften – wie Viskosität, Schnittbreite, Flammpunkt – fest. Zur Herstellung von Schmieröl-Grundölen als Hauptprodukte muss die Vakuumdestillation deshalb auf optimale Eigenschaften gefahren werden; insbesondere sind «enge» Schnitte erwünscht.

Verschiedene Eigenschaften hängen von der Natur des Erdöls ab, eine Beeinflussung durch Destillieren ist nicht möglich. Das gilt vor allem für das Verhältnis von Paraffin- zu Naphthenkohlenwasserstoffen, den Trägern der Schmiereigenschaften. Je nachdem, welche überwiegen, unterscheidet man zwischen paraffinbasischen und

naphthenbasischen Ölen. Auch der Gehalt an Aromaten, festen Paraffinen und Schwefelverbindungen lässt sich durch Destillieren nicht beeinflussen. Paraffinbasische Öle dominieren, weil sie in ausreichenden Mengen verfügbar sind und deshalb dem höheren Bedarf insbesondere an Motorölen entsprechen. Naphthenbasische Öle bieten für manche Verwendungszwecke Vorteile (z. B. tiefe Stockpunkte), sind aber knapp.

Schmieröle werden zur Schmierung von Maschinen und Motoren als Industrie- und Fabrikationsöle eingesetzt. Für eine Reihe von Aufgaben genügt die geschilderte Art der Schmieröl-Aufbereitung nicht mehr, es sind tiefer gehende Eingriffe in den chemischen Aufbau nötig, ähnlich wie beim Crack-Benzin. Derartige Öle werden in Fällen eingesetzt, in denen es auf hohe Temperaturbeständigkeit, Oxidationsbeständigkeit und rückstandsfreie Verbrennung der Öle ankommt, etwa bei hochwertigen Motorenölen.

Abbildung 6 gibt einen Ueberblick über die heute üblichen Raffinationsverfahren und deren Zweck.

Abb. 6

Zweck der verschiedenen Raffinationsverfahren

Solventextraktion	Reduziert den Aromatengehalt. Dadurch verbesserter VI, hellere Farbe, bessere Oxidationsstabilität
Entparaffinierung	Ergibt tieferen Trübungs- und Stockpunkt
Hydrofining (Schwefelsäure / Bleicherde)	Verbessert die Oxidationsstabilität und Farbe noch weiter. Entfernen von aktiven Aromaten-, Schwefel- und Stickstoffverbindungen
Entasphaltierung	Entfernt Asphaltene und hochmolekulare Anteile

2.3 Produkte

In der Vakuumdestillation werden drei Kernschnittfraktionen (Destillate) und ein

Rückstand hergestellt. Diese Öle durchlaufen dann die vorgängig beschriebenen Raffinations-Prozesse und, je nach Raffinationsgrad unterscheidet man dann zwischen folgenden Endprodukten:

von guter bis sehr guter Qualität

Neutralöle (Basisöle oder Grundöle)
Bright Stock (Rückstandsöl)

von mittlerer bis guter Qualität

Spindelöle
Maschinenöle
Zylinderöle

Nebenprodukte

Paraffine
Aromatische Extrakte

Die Neutralöle und der Bright Stock, welche heute meistens alle Raffinationsprozesse durchlaufen, werden dann auch für die Herstellung der qualitativ hochstehenden Motoren-, Getriebe- und Industrieschmieröle verwendet. Die Eigenschaften von solchen Produkten sind aus Abbildung 7 zu entnehmen.

Abb. 7

Eigenschaften von Neutralölen

-
- alterungsstabil (oxidationsbeständig)
 - paraffinische Struktur
 - gutes Viskosität- / Temperaturverhalten
 - Viskositätsindex 95–110
 - aschefrei
 - niedrige Verkokungszahl
 - neutral
 - wasserseparierend
 - helle Farbe
 - kein Quellen von Gummi und Dichtungen
 - ungiftig
-

Spindel- und Maschinenöle werden vielfach zur Produktion von Metallbearbeitungsölen und Fetten herangezogen. Sie dienen aber auch als Process-Öle oder werden für die Schmierung von unkritischen Aggregaten benützt, was auch für die dunklen Zylinderöle gilt.

3. Die Herstellung von Schmierfetten

Die Darstellung der Rohöl-Verarbeitung wäre unvollständig ohne die Schmierfett-Erzeugung. Das Kochen der Fette gehört allerdings nicht mehr zur Raffination. Ausgangsprodukt für die Herstellung von Schmierfetten sind bereits voll ausraffinierte Öle. Zuvor ein Wort über die Schmierfette selbst: Wie der Name schon sagt, sind es fettartige Massen, die überall dort eingesetzt werden, wo die Schmierung mit Öl nicht möglich ist, weil es von der Schmierstelle weglaufen würde.

Solche Stellen verlangen Schmiermittel, die in Ruhe so zähflüssig sind, dass ein Ausfließen nicht möglich ist, die aber bei Beanspruchung dünnflüssig werden. In früheren Zeiten benutzte man in solchen Fällen zur Schmierung vor allem tierische Fette, Talg oder Schmalz. Nach der Entdeckung der guten Eigenschaften von Mineralöl suchte man nach Möglichkeiten, diese auch als Schmierfett zu verwenden. Der Weg dorthin war klar; man musste das Öl nur eindicken. Sehr bald fand man dann heraus, dass das Eindicken mit Seifen zu den besten Schmierfetten führte. Dabei ist es bis heute geblieben, trotz vieler weiterer Forschungen und Untersuchungen.

Die vorwiegend verwendeten Alkali- und Erdalkaliseifen werden hergestellt, indem man entweder das Fettöl selbst oder die daraus hergestellten Fettsäuren mit den entsprechenden Metall-Hydroxiden behandelt. Dabei entstehen entweder Seife und Glycerin oder Seife und Wasser.

Bei der Herstellung wird das Fettöl oder die Fettsäure im Mineralöl aufgelöst, dann in offenen oder geschlossenen Rührkesseln (Autoklaven) durch den Zusatz von Lauge verseift. Die Qualität des Schmierfettes hängt dabei in der Hauptsache von der Temperatur, von der Dauer der Abkühlung und von der Intensität des Rührens ab. Schmierfette sind nämlich nicht einfach Gemische von Seife und Öl, sondern

komplizierte chemisch-physikalische Systeme. Man kann sie sich etwa so vorstellen, dass die Seife eine Art Schwamm bildet, in dessen Poren das Öl sitzt. Auf Grund dieser Struktur werden die Schmiereigenschaften eines Fettes nicht nur durch das Öl bestimmt, sondern auch stark von der Seife.

Als Seifenmetalle für die Schmierfette benutzt man vor allem Natrium, Calcium und Lithium. Natriumfette, auch Natronfette genannt, besitzen einen besonders hohen Tropfpunkt, werden aber leicht durch Wasser zerstört. Calciumfette sind wasserbeständig, haben aber Tropfpunkte unter 100° C. Lithiumfette vereinen die guten Eigenschaften der Natrium- und Calciumfette, d. h. sie sind am universellsten einsetzbar, dafür aber auch teuer. Manchmal verwendet man auch eine Kombination, etwa Lithium und Natrium.

Als Fettkomponenten zur Schmierfett-Herstellung setzt man fast alle pflanzlichen und tierischen Fette und Fettöle ein. Daneben benutzt man auch die aus diesen Fetten hergestellten Fettsäuren sowie synthetische Produkte, etwa die 12-Oxistearinsäure, die in den letzten Jahren erhebliche Bedeutung bei der Schmierfett-Herstellung erlangt hat. Der Einfluss der Fettkomponente auf die Eigenschaften des Schmierfettes ist aber bei weitem nicht so gross wie der der Metalle.

Die Herstellung kann in sieben Schritte aufgeteilt werden und ist in Abbildung 8 dargestellt.

Abb. 8

Die sieben Schritte der Fettherstellung

-
1. Kochen der Seife
 2. Dehydration
 3. Schmelzen (auflösen) der Seife
 4. Abkühlen
 5. Additiv-Zugabe
 6. Homogenisation
 7. Verpackung
-

4. Die Additive

Als Mineralöladditive werden synthetische Wirkstoffe bezeichnet, die den Mineralölgrundprodukten zugemischt werden, um den Fertigprodukten erwünschte Eigenschaften zu verleihen, die die Grundprodukte von Natur aus nicht oder nicht in ausreichendem Masse besitzen.

Danach können die Mineralöladditive zwei grossen Gruppen zugeordnet werden:

- a) Additive, die die *Eigenschaften* des Mineralöls *verändern*, die prozesstechnologisch veränderbar sind, wenn auch nur unter grossen Kosten. Hierzu gehören u. a. alle Produkte, die das Kälteverhalten von Kraftstoffen, Heizölen und Schmierstoffen beeinflussen, sowie die Viskositätsindexverbesserer und Antiklopfmittel. Das anwendungstechnisch erforderliche Eigenschaftsniveau des Endprodukts wird dann durch zwei Massnahmen erreicht: einmal durch Steuerung des Herstellungsverfahrens für das Grundprodukt und zum anderen durch anschliessende Additivierung, beides in kostenoptimaler Kombination.
- b) Additive, die dem Mineralöl *völlig neuartige Eigenschaften* verleihen bzw. im Ansatz vorhandene Eigenschaften in einem Ausmass verbessern, wie sie selbst durch aufwendigste Produktionsverfahren nicht erreichbar waren. Zu dieser Gruppe gehört die überwiegende Mehrzahl der Mineralöladditive, z. B. die Antioxidantien und Korrosionsschutzzusätze für Kraft- und Schmierstoffe sowie die Dispersants und Hochdruckzusätze.

Abb. 9
Additive für Schmieröle

-
- Antioxidantien
 - Dispersants
 - Hochdruckzusätze
 - Korrosionsschutzadditive
 - Viskositätsindex-Verbesserer
 - Stockpunkterniedriger
 - Emulgatoren
 - Haftmittel und Schmierfähigkeitsverbesserer
 - Anti-Schaummittel
 - Metalldesaktivatoren
-

Abbildung 9 gibt einen Ueberblick über die gebräuchlichsten Additive für Schmieröle.

5. Die Aufbereitung von Altöl

5.1 Einleitung

Der Verbrauch an Schmierölen betrug im Jahr 1980 rund 86'000 Tonnen. Schätzungen ergaben, dass ca. die Hälfte dieses Verbrauches wieder als Altöl anfällt. Das Bundesamt für Umweltschutz hat in einer Studie den Begriff «Altöl» folgendermassen definiert:

Es handelt sich hier um aus Ölwechseln stammende Schmieröle, Transformatorenöle und Schneidöle auf Mineralölbasis. Die Öle sind im wesentlichen nur soweit verändert und verunreinigt, wie es sich durch den Gebrauch ergibt. Verunreinigungen, wie sie sich beim Sammeln durch das Hinzuschütten von Putzbenzin etc. häufig ergeben, sowie Emulsionen, sind damit ausgeschlossen.

Was geschieht heute mit den Altölen die ca. zu 60–70 % aus Motoren- und Getriebeölen und zu ca. 30–40 % aus Industrie-, Hydraulik- und Turbinenölen bestehen? Ein blosses Wegschütten von gebrauchten Ölen, wie es früher oft bei Nacht und Nebel geschah, ist seit längerer Zeit, wegen der Gewässerverschmutzung, strikt verboten. Es verbleiben somit drei Möglichkeiten für die Verwertung:

- a) Verbrennung
- b) Regeneration
- c) Reraffination

5.2 Verbrennung

Es ist leider so, dass das meiste gesammelte Altöl in der Schweiz in die Verbrennung wandert, da in unserem Land nicht genügend Raffinerien zur Verfügung stehen um eine geeignete Wiederaufbereitung der Altöle durchführen zu können.

Die Verbrennung darf aber auch nicht so ohne weiteres durchgeführt werden, da die Altöle hohe Asche- und Schwermetallge-

halte aufweisen. Dies führt dann zu einem erhöhten Staubauswurf, welcher erheblich über den Richtlinienwerten liegt. Altöl darf daher nur in Feuerungen verbrannt werden, die folgende Merkmale aufweisen:

- Wärmeausnützung (da sonst von Verwertung nicht gesprochen werden kann)
- Rauchgasfilter mit genügendem Abscheidegrad für feine Staubpartikeln (z. B. Elektrofilter)
- Feuerungen, wo durch einen engen Kontakt zwischen dem behandelten Gut und den Rauchgasen eine zusätzliche Bindung der Schwermetalle erreicht wird, sind besonders geeignet

Bestehende Anlagen, die diesen Forderungen zu genügen vermögen sind zum Beispiel

- Drehrohröfen der Zementindustrie
- Kehrrechtverbrennungsanlagen mit Wärmeausnützung
- Schwerölfeuerungen, die bereits mit Elektrofiltern ausgerüstet sind

5.3 Regeneration

Die Regeneration ist im wesentlichen eine physikalische Behandlung, die zumeist nur aus einer Entwässerung und Filtrierung besteht. Optimalerweise wird noch eine zusätzliche Destillation mit anschliessender Bleicherdebehandlung angeschlossen.

Diese Regeneration eignet sich im speziellen für Hydraulik- und Turbinenöle, welche meist nicht stark verschmutzt sind. Neben der Entwässerung und Entfernung fester Verunreinigungen kann unter Umständen eine Verbesserung der Säurezahl und eine teilweise Entfernung flüssiger Alterungsprodukte erzielt werden. Mit der Behandlung kann ein Verlust an Zusätzen verbunden sein, was eine Nachadditivierung notwendig macht.

Verschiedene Firmen in der Schweiz bieten eine Regeneration von Industrieölen als Serviceleistung im Lohnauftrag an.

5.4 Reraffination

Die dem Frischöl einst zugesetzten Additive werden während des Gebrauchs zum Teil verändert, verbraucht und damit unwirksam, ein Rest bleibt noch im Altöl zurück. Mit der Reraffination werden diese Stoffe zusammen mit Oxidationsprodukten, Russ, Staub, Schlamm und Metallabrieb praktisch vollständig entfernt. Wie bei der Regeneration sind auch hier Wasser und Treibstoffkondensat zu entfernen.

Die Reraffination ist im wesentlichen ein chemischer Prozess. Im Vergleich zur Erstraffination kann bei diesem Verfahren auf die Entasphaltierung und Entparaffinierung, d. h. der Entfernung harz- und wachsartiger Substanzen verzichtet werden. Bei geeigneter Behandlung werden neuwertige Basisöle bzw. Basisöl-Gemische gewonnen. Die den Erstraffinaten zugesetzten Additive gehen, wie vorhin erwähnt, verloren und müssen wieder zugesetzt werden. Die Reraffination hat den Vorteil, dass ein in seiner Zusammensetzung bekanntes Produkt gewonnen wird. Sie erlaubt, das «Recycling» beliebig oft zu wiederholen.

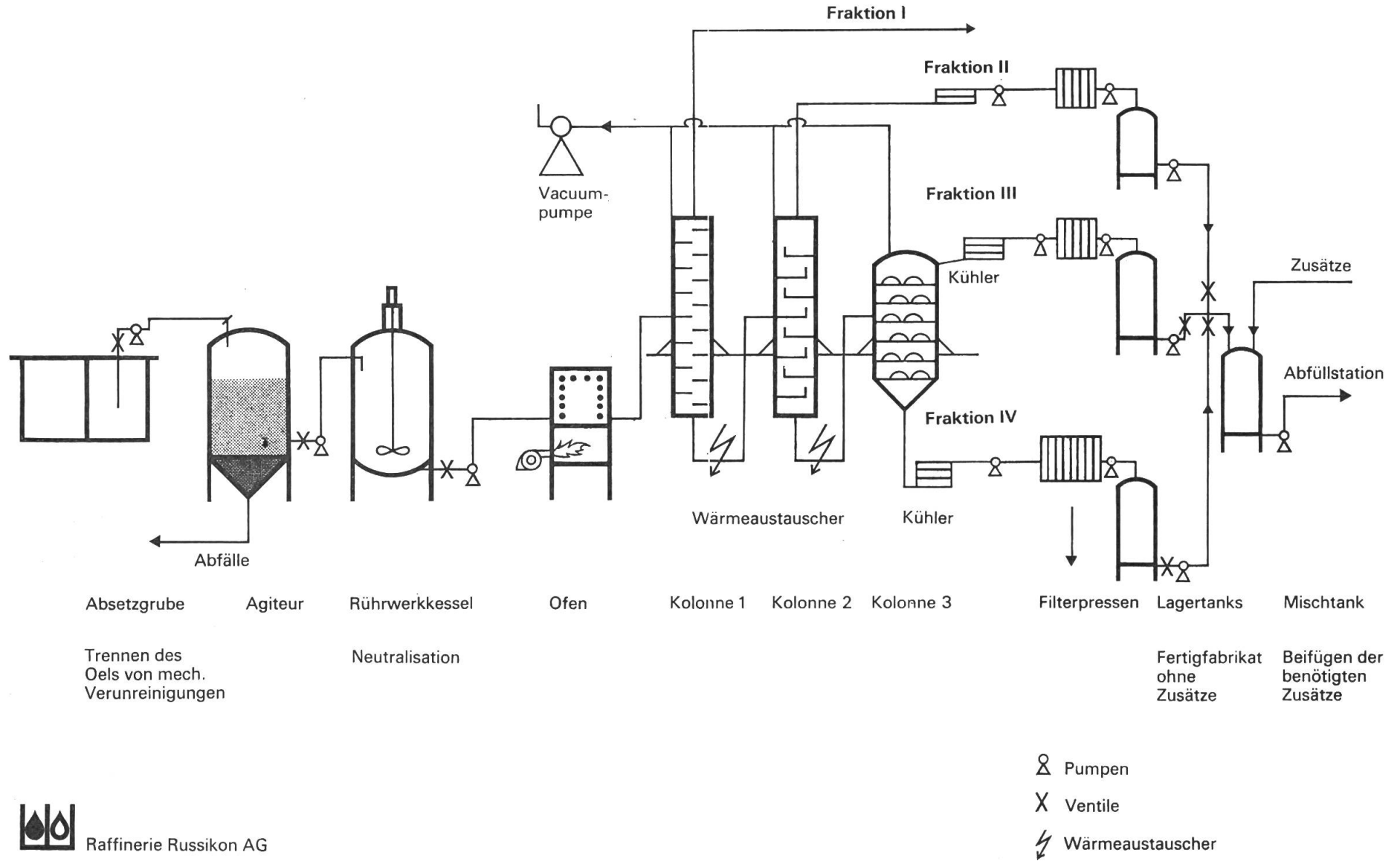
Es sind heute verschiedene Verfahren zur Reraffination bekannt. Als klassische Methode gilt auch hier die Schwefelsäurebehandlung wie sie in der Raffinerie Russikon jahrelang durchgeführt wurde (Abbildung 10). Dieses Verfahren entfernt vorwiegend die chemisch reaktiven, unerwünschten Alterungsprodukte des Gebrauchtöls. Die Grundstruktur der meist vorwiegend paraffin- bzw. naphtenbasischen Ölmoleküle wird dabei nicht verändert. Auch beim Destillieren wird den Kohlenwasserstoffen nicht geschadet, sofern keine Ueberhitzung stattfindet.

Das grosse Problem beim Schwefelsäureverfahren war jedoch der anfallende Säureteer, dessen umweltfreundliche Beseitigung grosse Probleme aufwarf. Dieser Prozess wird deshalb heute nur noch bei kleineren Raffinerien angewendet. Es ist auch ungewiss, ob die mit diesem Verfah-

1. Raffination

2. Distillation

3. Filtration, Abfüllen



FLIESS-SCHEMA FÜR DIE RERAFFINATION
NACH DEM PHILIPPS-VERFAHREN

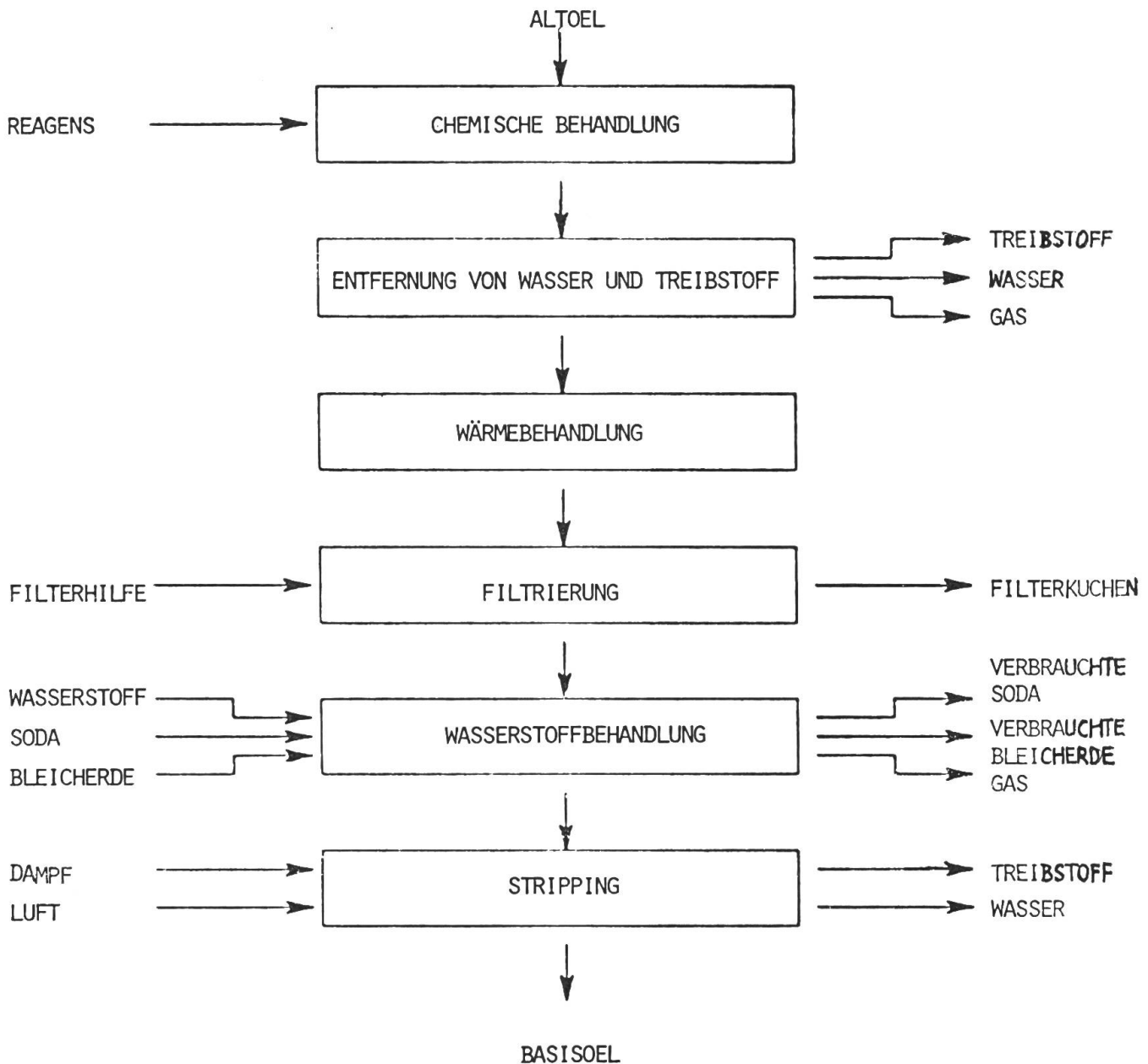


Abb. 11

ren gewonnenen Zweitraffinate und die daraus hergestellten Motorenöle, alle heutigen Spezifikationen erfüllen könnten. Neben dem bisher erwähnten Verfahren hat wohl die Hydrierung, d. h. die Behandlung mit Wasserstoff bei erhöhtem Druck und Temperatur bei Anwesenheit von Katalysatoren die meiste Bedeutung. Ein neuer, vielversprechender Prozess, der zu Beginn des Verfahrens eine chemische

Fällung der Verunreinigungen mittels einer wässrigen Lösung von Ammoniumsulfat oder -bisulfat ebenfalls bei erhöhtem Druck und Temperatur vorsieht, wurde in den Vereinigten Staaten durch die Firma Philipps entwickelt. Das Fließschema dieses Prozesses ist in Abb. 11 dargestellt. Auch in der Schweiz ist ein neues Verfahren – zumindest im Pilot Plant-Massstab – entwickelt worden. Die Firma ASEOL

hat in Zusammenarbeit mit der Leybold-Heraus und der Degussa den Recyclon-Prozess zur Reife gebracht, ein Verfahren das ohne Schwefelsäure- und Wasserstoff-Behandlung auskommt. Leider wurde aber das Erstellen einer Raffinerie – anscheinend auch aus Umweltschutz-Gründen – in einer Abstimmung in einer bernischen Gemeinde abgelehnt.

Ausbeute und Qualität an Reraffinat hängen zwangsläufig davon ab, wie stark verschmutzt, zum Beispiel durch Wasser und Treibstoff, das eingesetzte Altöl war und wie es bezüglich seiner Einheitlichkeit stand. Das heisst, wenn es gelänge, das Altöl nach Sorten, also Motoren-, Getriebe- und Hydrauliköle, um nur die wichtigsten zu nennen, getrennt einzusammeln und zu verarbeiten, wäre die Aufbereitung weit- aus einfacher und effizienter. Aber diese getrennte Sammlung dürfte in der Praxis wohl nur Theorie bleiben.

Wenn die ganze Reraffination mit der notwendigen Sorgfalt durchgeführt wird, können heute Basisöle fabriziert werden, deren physikalisch-chemische Eigenschaften gegenüber den Erstraffinaten in nichts zurückstehen. In Abbildung 12 sind die Daten von Altölen zusammengestellt wie sie einer

Abb. 12
Daten von Altölen aus verschiedenen Quellen wie sie für die Reraffinierung nach dem Philipps-Prozess angeliefert wurden.

Viskosität bei 40° C	mm ² /s	36–135
Treibstoffgehalt	vol-%	2–15
Wassergehalt	g/100 g	0–15
Schwefelgehalt	g/100 g	0,13–1,00
Chlorgehalt	g/100 g	0,03–0,25
Stickstoffgehalt	g/100 g	0,03–0,54
Metallgehalte		
Blei	mg/kg	1–11'000
Calcium	mg/kg	600–3720
Zink	mg/kg	200–1500
Barium	mg/kg	2–1630
Magnesium	mg/kg	3–500
Eisen	mg/kg	10–600
Phosphor	mg/kg	600–1410
Kupfer	mg/kg	1–120

Abb. 13
Charakteristiken von zwei verschiedenen, nach dem Philipps-Prozess hergestellten Zweit raffinaten

		Oel A	Oel B
Viskosität 40° C	mm ² /s	60,4	55,2
Viskosität 100° C	mm ² /s	8,31	7,88
Viskositätsindex		107	102
Flammpunkt	° C	220	215
Stockpunkt	° C	– 9	– 18
Koksrückstand			
Ramsbottom	g/100 g	0,02	0,04
Sulfataschegehalt	g/100 g	< 0,01	< 0,01
Metallgehalt	mg/kg	< 12	< 12
Stickstoffgehalt	mg/kg	27	–
Schwefelgehalt	g/100 g	0,03	0,03
Astm-Farbzahl		4,0	L 3,0

Raffinerie in den Vereinigten Staaten von verschiedenen Quellen (zumeist Garagen) zugestellt wurden. Aus Abbildung 13 sind die Charakteristiken von zwei daraus hergestellten Basisölen ersichtlich mit unterschiedlichen Viskositäten, welche natürlich von dem eingesetzten Altöl abhängig sind. Die Reraffination erfolgte in diesen Fällen nach dem Philipps-Prozess.

Das Öl B wurde dann noch einer Fraktionierung unterworfen aus der die beiden Basisöle 150 und 600 gewonnen wurden (Abb. 14). Mit diesen beiden Basisölen wurde ein Motorenöl HD SAE 30 aufgemischt, das alle Motorenöl-Teste für die Erfüllung der Spezifikationen API SE/CC sowie MIL-L-46152 B bestand.

Aehnliche Versuche in europäischen Raffinerien und Instituten mit europäischen (CCMC) Motorenprüfläufen wie zum Bei-

Abb. 14
Charakteristiken zweier Neutralöle, die durch Fraktionieren eines Zweit raffinates (Öl B) gewonnen wurden.

		150 Neutr.	600 Neutr.
Viskosität bei 40° C	mm ² /s	27,00	116,2
Viskosität bei 100° C	mm ² /s	4,85	12,65
Viskositätsindex	° C	97	100
Flammpunkt		200	250
Astm-Farbzahl		1,0	5,0

spiel dem MWM B zeigen ebenfalls keine wesentlichen Unterschiede zwischen Erst- und Zweitraffinaten, so dass sich folgende Schlüsse ziehen lassen:

- a) Bei sorgfältiger Altölauswahl und Reraffination werden Zweitraffinate gewonnen, die heute üblichen Anforderungen an Basisöle genügen.
- b) Motorenöle für den PKW- und Nutzfahrzeugsektor auf der Basis von Zweitraffinaten entsprechen allen internationalen Spezifikationen und bewähren sich in der Praxis.
- c) Die Grenzen für den Einsatz von Zweitraffinaten sind wie für Erstrafrinate da zu sehen, wo die herkömmliche Mineralöl-Kohlenwasserstoffzusammensetzung allgemein nicht mehr ausreicht.

Literatur

- | | | |
|----|------------------------------|------|
| BP | Das Buch vom Erdöl | 1978 |
| BP | Firmenschrift «Schmierfette» | |

- | | | |
|----------------------------|---|------|
| Brunner M. | Die Reraffination von Altölen, Referat | 1973 |
| Bundesamt für Umweltschutz | Bericht über die Möglichkeiten der Altölverwertung, 5. Entwurf | 1975 |
| Kashnitz R. | Das Mineralöl-Taschenbuch | 1964 |
| Lafrenz C. | Die Leistungsfähigkeit von Zweitraffinaten auf dem Prüfstand und in der Praxis | |
| | Erdöl und Kohle, Juni | 1981 |
| Linnard, Roush | Philipps Re-refined Oil Process Quality and Performance | |
| | SAE Technical Paper 801384 | 1980 |
| Wedepohl, Bartz, Müller | Ergebnisse einer vergleichenden Qualitätsuntersuchung von Erst- und Zweitraffinaten | |
| | Schmiertechnik und Tribologie, 4 | 1981 |
| Wishmann M.L. | New Re-Refining Technologies of the Western World | |
| | Lubrication Engineering | |
| | Volume 35, 5, 249-253 | 1980 |
| Zerbe C. | Mineralöle und verwandte Produkte, Band 1 und 2 | 1969 |

Die Seite der Neuerungen

Neuartiger Allrad-Antrieb

jetzt bei den JOHN-DEERE-Traktoren über 100 PS.

Der Allrad-Antrieb und die Turboladung bringen gesteigerte Leistung für die neuen Modelle 4040S und 4240S. Ein wesentlicher Vorteil ist dabei die hohe Wendigkeit dieser grossen Traktoren, die durch eine besondere Konstruktion der Vorderachse erreicht wird. Der Wendekreis wird dadurch kleiner als bei jedem vergleichbaren Traktor.

Ergänzt wird die Leistungsfähigkeit ausserdem durch die grosse Bodenfrieheit, die automatische Differentialsperre in der Vorderachse, die Vierradbremse, die Zwillings-Lenkzylinder und die Fingertipschaltung.

Die Motorleistung beider Modelle wurde gesteigert. Der 4040S leistet 85 kW (115 PS). Der 4240S – ebenfalls mit Turboaufladung – 97 kW (132 PS). Beide sind mit hubraumstarken John-Deere-6-Zylinder-Dieselmotoren ausgerüstet.



Die aussergewöhnlich grossen Vorderreifen erhöhen die Zugkraft und tragen zur