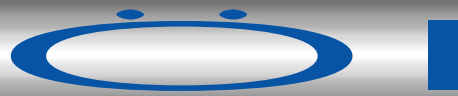


MINERAL



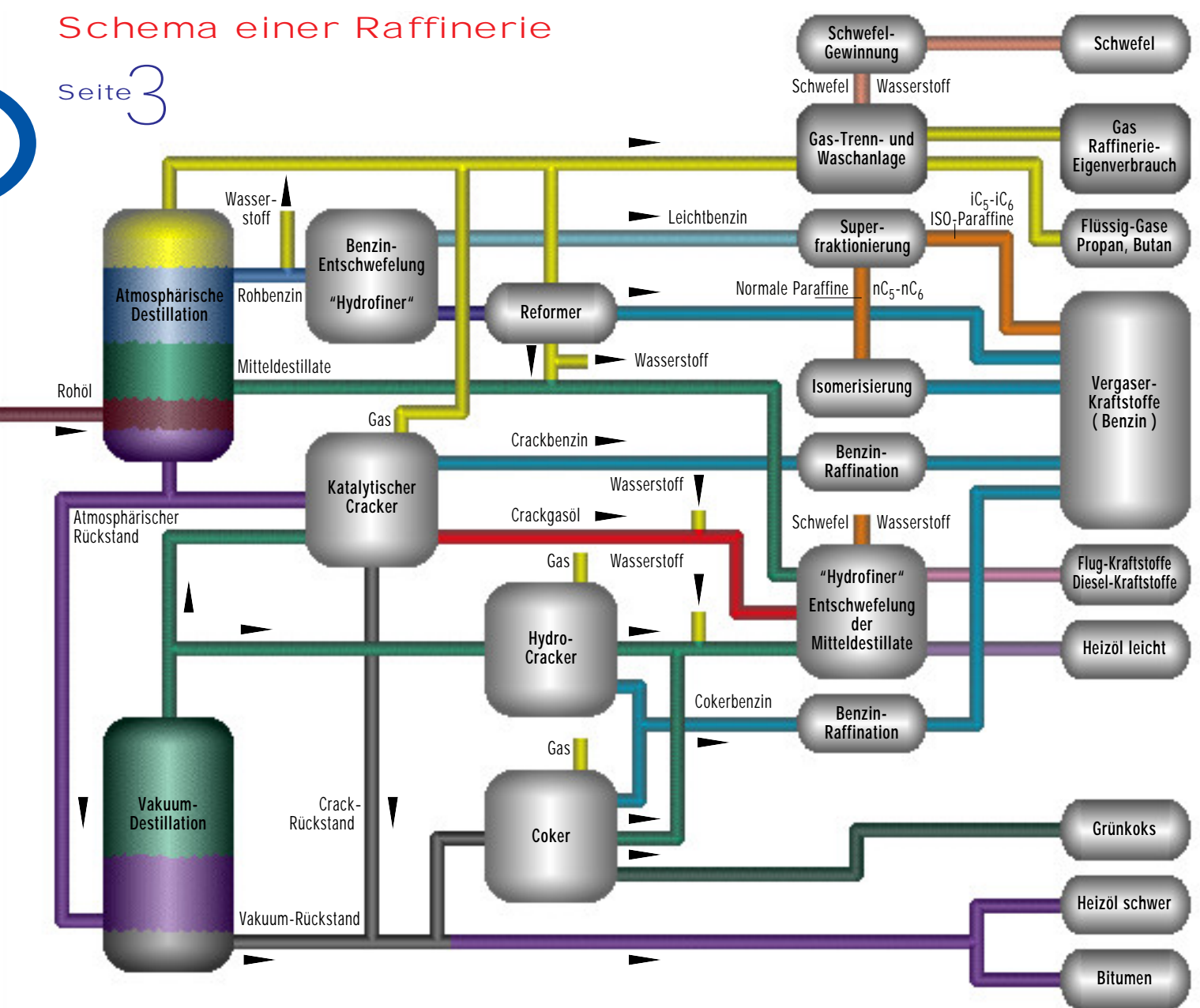
VERARBEITUNG



Klicken Sie bitte auf folgende Zeichen, und Sie erreichen :

Seite Grafiken und Grafiktext

S.1	<input type="radio"/>	Titelbild		
S.2	<input type="radio"/>	Inhaltsverzeichnis		
S.3	<input type="radio"/>	Mineralölverarbeitung		
Grafik	<input type="radio"/>	Schema einer Raffinerie		
S.4	<input type="radio"/>	Mineralölverarbeitung		
Grafik	<input type="radio"/>	Strukturbilder einiger Kohlenwasserstoff-Moleküle	Grafik-Text	<input type="radio"/>
S.5	<input type="radio"/>	Rohölverarbeitung ist Koppelproduktion		
Grafik	<input type="radio"/>	Destillation- Atmosphärische Destillation	Grafik-Text	<input type="radio"/>
S.6	<input type="radio"/>	Thermisches Cracken		
Grafik	<input type="radio"/>	Destillation- Vakuum-Destillation		
Grafik	<input type="radio"/>	Typischer Produktausstoß einer Raffinerie		
S.7	<input type="radio"/>	Katalytisches Fließbett-Cracken		
Grafik	<input type="radio"/>	Katalytischer Fließbett-Cracker	Grafik-Text	<input type="radio"/>
S.8	<input type="radio"/>	Hydrocracken		
Grafik	<input type="radio"/>	Hydrocracker	Grafik-Text	<input type="radio"/>
S.9	<input type="radio"/>	Coken		
Grafik	<input type="radio"/>	Coker	Grafik-Text	<input type="radio"/>
S.10	<input type="radio"/>	Coken - FluidCoken...		
Grafik	<input type="radio"/>	Hydrofiner	Grafik-Text	<input type="radio"/>
S.11	<input type="radio"/>	Coken - Flexicoken Reformieren, Raffinerien		
Grafik	<input type="radio"/>	Reformer	Grafik-Text	<input type="radio"/>
S.12	<input type="radio"/>	Mineralölabsatz und Raffineriekapazität		
Grafik	<input type="radio"/>	Raffineriekapazität und Auslastung		
Grafik	<input type="radio"/>	Inlandsabsatz		
Grafik S.13	<input type="radio"/>	Raffinerien und ihre Standorte		



Rohöl ist ein Gemisch von Kohlenwasserstoffen. In Raffinerien werden daraus unterschiedliche Mineralölprodukte hergestellt, z.B.: Gas, Flüssiggase (Propan, Propylen, Butan, Butylen), Otto-, Flug-, Dieselkraftstoffe, leichtes und schweres Heizöl, Bitumen, Grünkoks, Kalzinat und Einsatzstoffe für die chemische Industrie. Außerdem fällt Schwefel an.

„Herstellen“ bedeutet dabei zunächst das Auftrennen der im Rohöl enthaltenen Kohlenwasserstoffe nach ihren Molekülgrößen in Gruppen ungefähr gleicher Größe, die man „Fraktionen“ nennt. Weiter gehört dazu das Reformieren und Cracken unerwünschter Molekülgruppen in solche Produkte, die im Markt nachgefragt werden. Danach ist eine Reinigung aller dieser Fraktionen von unerwünschten Bestandteilen (z.B. von Schwefel) erforderlich, um die Qualität und Umweltverträglichkeit der Mineralölprodukte zu erhöhen.

Es ist eine wahre Kunst, bei dieser Koppelproduktion die Raffinerien so zu

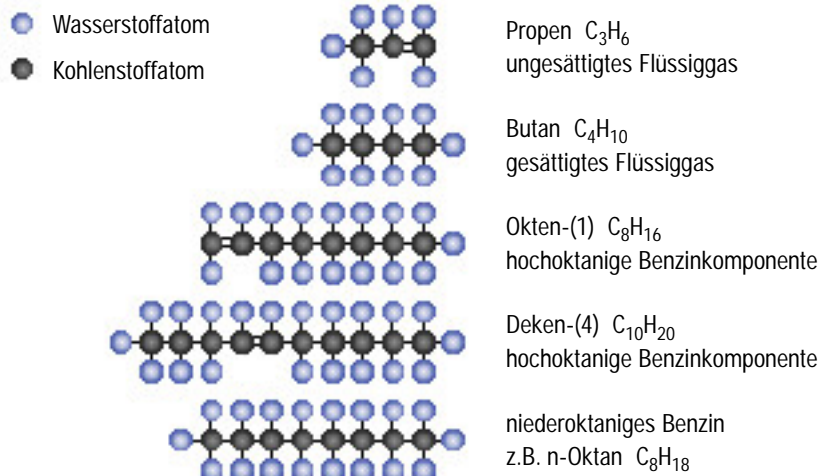
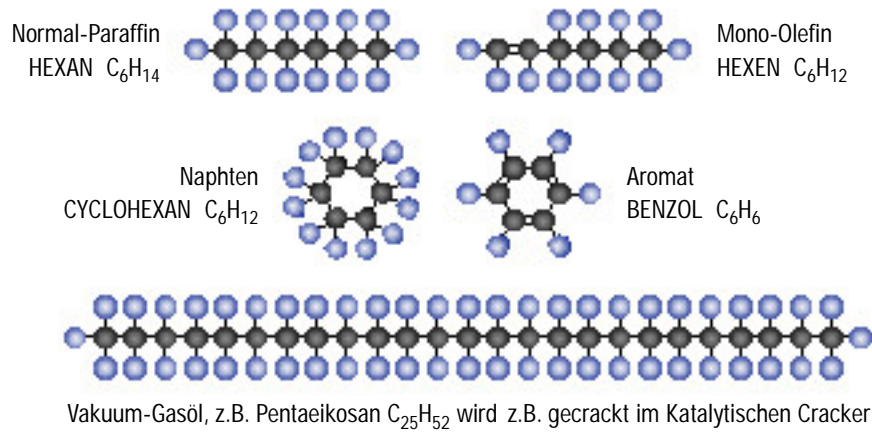
steuern, daß ihr Herstellungsprogramm in Quantität und Qualität der Nachfrage entspricht. Der sorgsame Umgang mit der knappen Ressource Umwelt (Boden, Wasser, Luft) gehört zu diesem Steuerungsprozeß genauso wie die Orientierung an den Marktgegebenheiten. Die Anforderungen an eine Raffinerie und deren Produktpalette sind nach geographischer Lage unterschiedlich und schwanken zusätzlich mit den Jahreszeiten.

Rohöl ist nicht gleich Rohöl. Die zahlreichen Ölfelder der Erde liefern unterschiedliche Rohölsorten. Diese weichen in Qualität und Aussehen erheblich voneinander ab. Manche Rohöle sind dünnflüssig und von strohgelber Farbe, manche dickflüssig, beinahe schon fest und tiefschwarz, einige enthalten viel Schwefel, andere sind fast schwefelfrei. Dennoch haben sie eines gemeinsam: Sie bestehen fast ausschließlich aus Kohlen- und Wasserstoff in chemischer Verbindung. Zerlegt man Rohöle in ihre Elemente, so erhält man 83 bis 87 Gewichtsprozent Kohlenstoff, 11 bis 15 Gewichts-

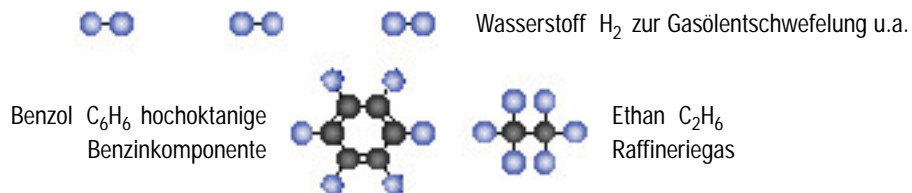
prozent Wasserstoff, 0 bis 6 Gewichtsprozent Schwefel sowie Spuren von Sauerstoff, Stickstoff und Metallen. Diese chemische Zusammensetzung, vor allem die Kohlenstoff-/ Wasserstoff-Verbindung, ermöglicht theoretisch Millionen verschiedenartiger Molekülstrukturen. Je kürzer eine Kohlenstoffkette ist, desto leichter ist das Produkt und desto eher siedet es. Während ein Kohlenwasserstoff mit 5 Kohlenstoffatomen bei etwa 30 Grad Celsius siedet, bedarf es beim Mitteldestillat mit 10 bis 20 Kohlenstoffatomen immerhin einer Temperatur zwischen 170 und 370 Grad Celsius. Am Anfang jeder Mineralölverarbeitung werden die vielen tausend verschiedenen Kohlenwasserstoffe geordnet. Weitere Verarbeitungsschritte sind notwendig, um die unterschiedlichen Gruppen von Kohlenwasserstoffen in die Produkte zu verwandeln, die der Markt verlangt:

Die Destillation separiert die Kohlenwasserstoffe nach Molekülgröße (Fraktionen). Das Cracken spaltet größere, aus der Destillation stammende Kohlenwasserstoffmoleküle in kleinere.

Strukturbilder einiger Kohlenwasserstoff-Moleküle



wandelt sich bei Wärme über Katalysator z.B. im Reformier in



Das Reformieren baut Moleküle bestimmter Kohlenwasserstoffgruppen um, die in der Destillation gewonnen wurden.

Die Raffination reinigt Kohlenwasserstoffe von unerwünschten Bestandteilen.

Den einfachsten Raffinerietyp nennt man „Hydroskimming-Raffinerie“. Dieser Begriff stammt aus den englischen Bezeichnungen für Kohlenwasserstoffe „hydro-carbons“ und Abschöpfen „to skim“ und bedeutet, daß „Hydroskimming-Raffinerien“ im wesentlichen nur die leichten Kohlenwasserstoffverbindungen von den schweren Bestandteilen - hauptsächlich schwerem Heizöl - abschöpfen.

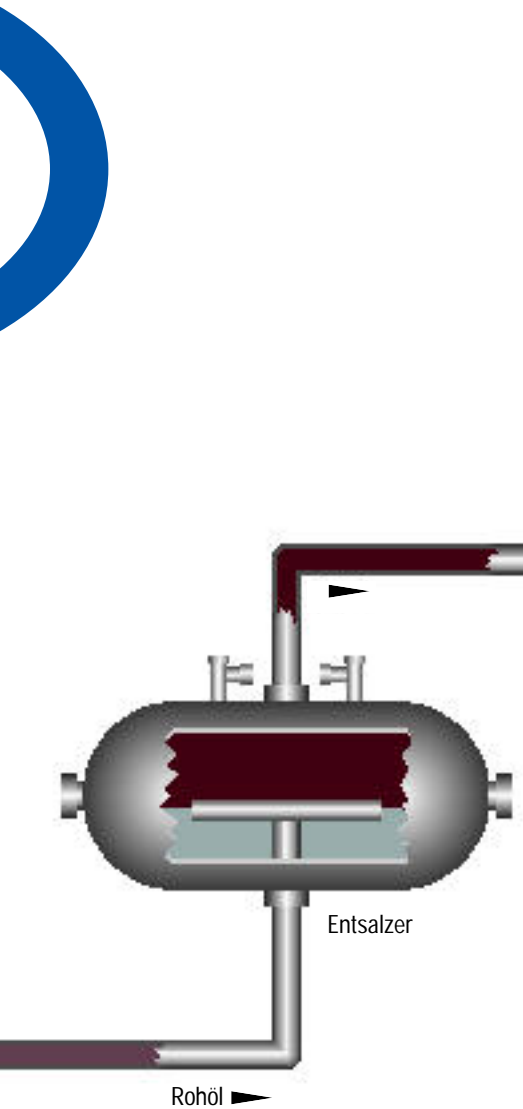
„Hydroskimming-Raffinerien“ erfordern geringe Investitionen und arbeiten mit niedrigen Betriebskosten. Allerdings kann man mit diesem Verfahren auch nur die Kohlenwasserstoffgruppen aus dem Rohöl herausholen, die von Natur aus darin enthalten sind. In Deutschland gibt es keine einzige reine „Hydroskimming-Raffinerie“ mehr.

□ Strukturbilder einiger Kohlenwasserstoff-Moleküle

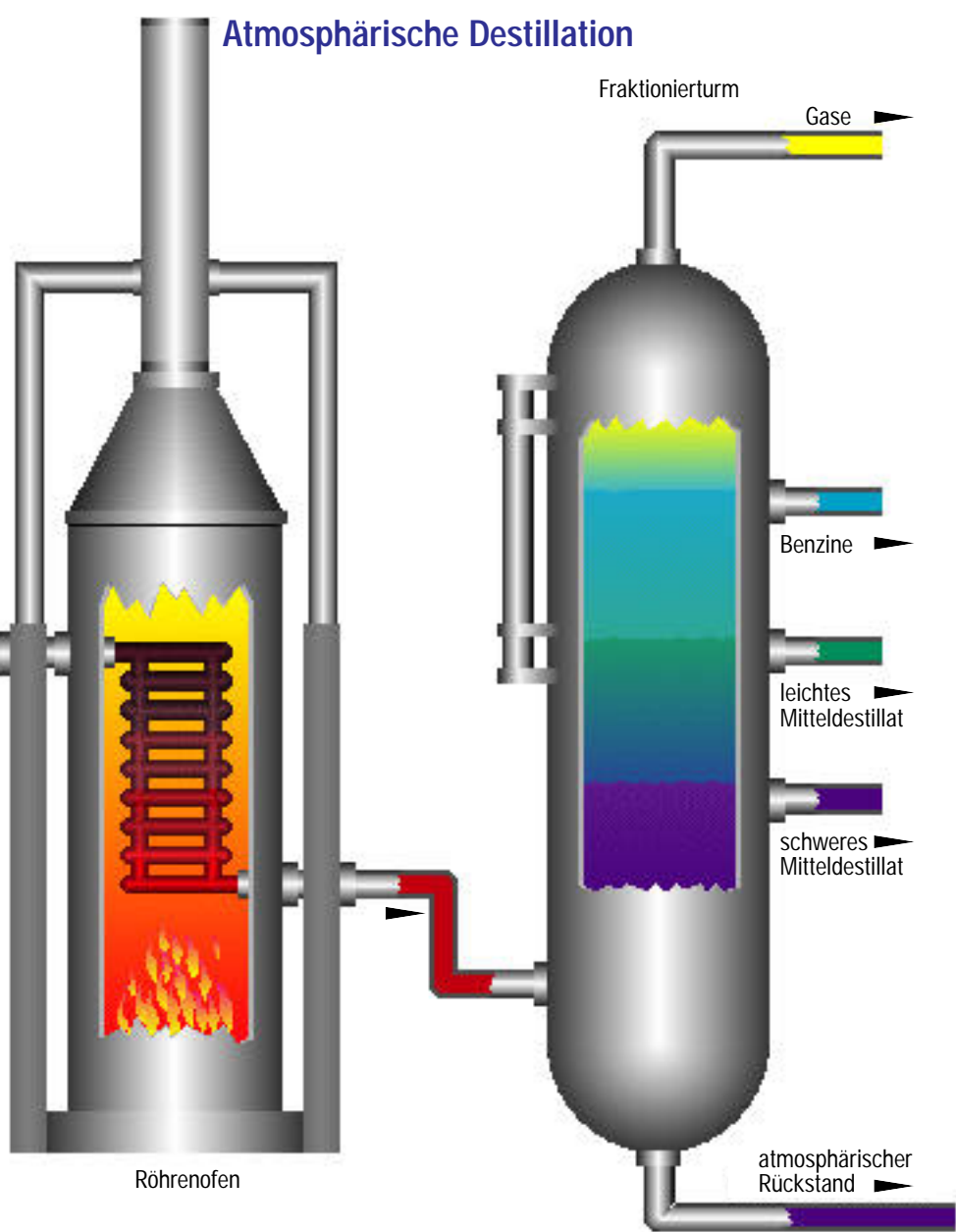
Rohöl besteht hauptsächlich aus Kohlenwasserstoff-Verbindungen. Der Kohlenstoff als „vierwertiges“ Element kann vier Verbindungen eingehen. Wasserstoff dagegen ist „einwertig“, er hat nur eine Bindungsmöglichkeit. Die Fähigkeit, Ringe und Ketten zu bilden, ermöglicht es beispielsweise, daß die acht Kohlenstoffatome, die in dem Kohlenwasserstoff Okтан in gerader Kette stehen, sich so unterschiedlich zu verzweigten Ketten verbinden können, daß sich 17 weitere verschieden

aufgebaute Kohlenwasserstoff-Verbindungen mit je acht Kohlenstoffatomen ergeben. Bei einem Kohlenwasserstoff-Molekül mit 25 Kohlenstoffatomen bieten sich theoretisch mehr als 36 Millionen Möglichkeiten. Daher gibt es viele tausend verschiedene Kohlenwasserstoffe: Von den gasförmigen über die flüssigen bis hin zu den unter normalen Temperaturen festen Kohlenwasserstoffen wie Bitumen. Nach ihrem Aufbau werden Kohlenwasserstoffe in vier Gruppen eingeteilt: Paraffine, Olefine, Naphtene und Aromaten.

Destillation



Atmosphärische Destillation



□ In der Destillation wird Rohöl in seine natürlichen Bestandteile zerlegt.

Das Rohöl wird aus Lagertanks über einen Entsalzer und anschließende Wärmetauscher in einen Röhrenofen gepumpt, wo es etwa auf 350 bis 400°C erhitzt wird. Es gelangt als Dampf-Flüssigkeits-Gemisch in den ersten Destillationsturm mit atmosphärischem Druck. Der Turm ist durch Böden unterteilt. Auf diesen Böden herrschen unterschiedliche Temperaturen, auf den unteren ist es am heißesten, auf den oberen am kühlfsten. Im atmosphärischen Destillationsturm steigen die verdampften Anteile empor, kühlen sich ab und gehen etwas unterhalb ihrer Siedetemperatur auf den verschiedenen Böden des

Turmes wieder in flüssigen Zustand über. Diese Flüssigkeiten, die sogenannten Fraktionen, werden von den verschiedenen Böden abgeleitet. Der Rückstand am unteren Ende des Turmes wird in einen zweiten Destillationsturm mit vermindertem Druck geleitet. Da viele Kohlenwasserstoffe bei Temperaturen über 350°C unerwünscht zerfallen würden, macht man sich die physikalische Tatsache zunutze, daß bei verringertem Druck Flüssigkeiten früher sieden. Im Vakuumturm verdampfen die schweren Kohlenwasserstoffe ohne Zerfall, kühlen sich auf den verschiedenen Böden ab und werden wieder flüssig. Das dabei gewonnene Gasöl ist z.B. das Einsatzprodukt für den katalytischen Cracker.

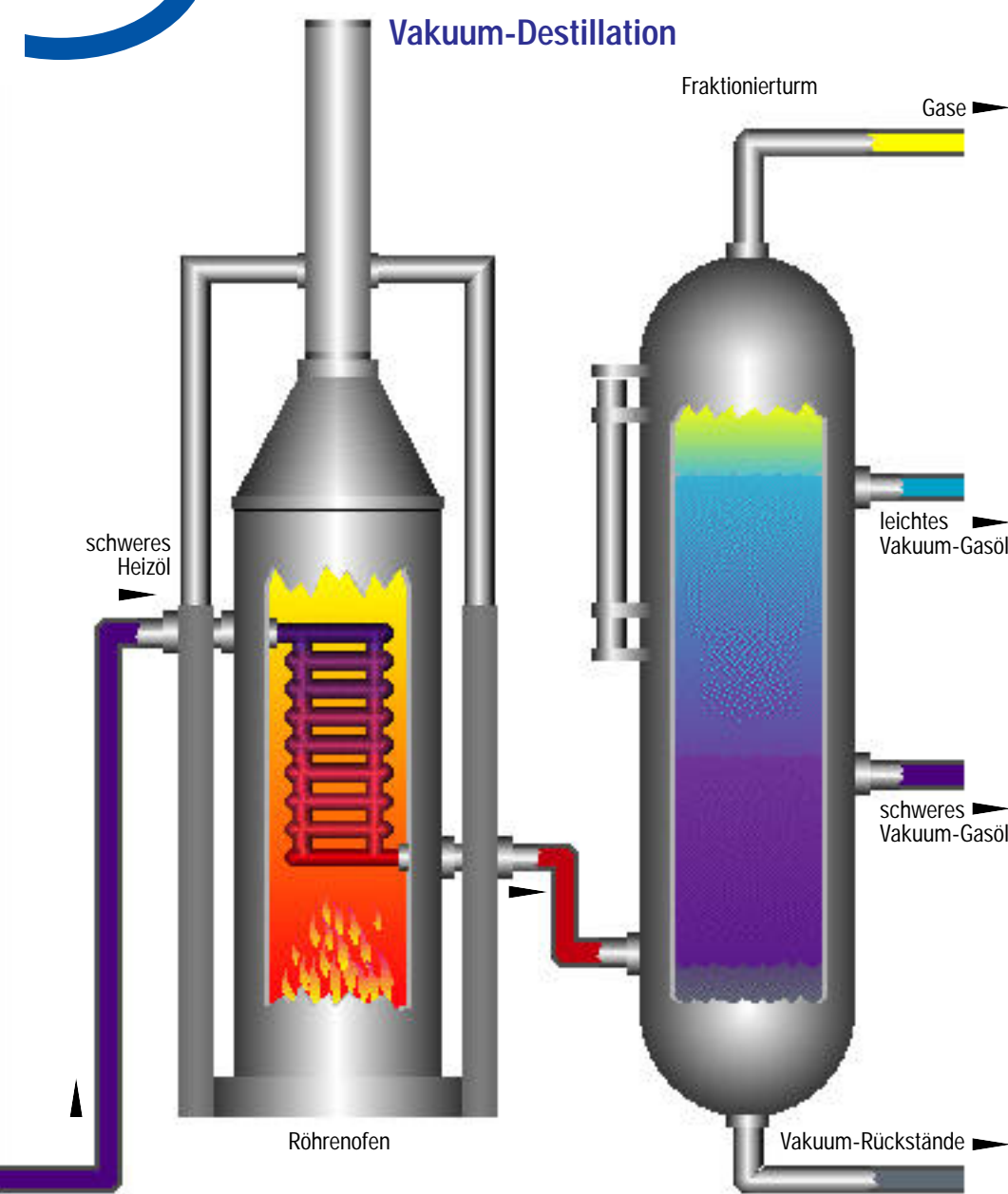
Rohölverarbeitung ist Koppelproduktion

Eine Hydroskimming-Raffinerie kann aus Rohöl mittlerer Qualität durchschnittlich etwa 15 Prozent Benzine, 35 Prozent Dieselkraftstoff und leichtes Heizöl sowie 45 Prozent schweres Heizöl gewinnen. Will man diese Verteilung ändern, bleiben im wesentlichen nur zwei Wege:

Verarbeitung anderer Rohölsorten oder Verschiebung der Siedegrenzen. Andere Rohölsorten müssen zunächst einmal verfügbar sein und zum anderen sind die leichten Rohölsorten teurer als die schweren. Beim Wechsel der Rohölsorten stößt man also schnell an wirtschaftliche Grenzen. Bei der Verschiebung der Siedegrenzen macht man sich die Tatsache zunutze, daß die Trennung der einzelnen Kohlenwasserstoffgruppen in der Destillation gewisse Spielräume bietet.

Im Grenzbereich zwischen den verschiedenen Kohlenwasserstoffgruppen, den „Schnitten“, gibt es Bestandteile, die sowohl dem einen wie dem anderen Schnitt zugeordnet werden können. So können z.B. 3 bis 5 Prozent des Diesel- und leichten Heizölschnittes dem Benzin zugeschlagen werden. Das

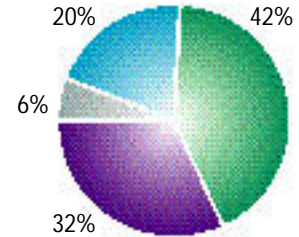
Vakuum-Destillation



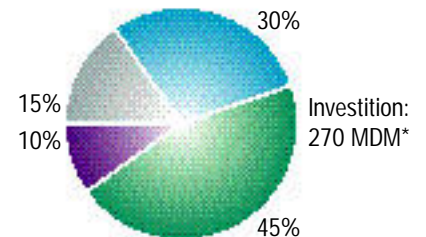
Typischer Produktausstoß einer Raffinerie

● Benzine ● Schweres Heizöl
● Mitteldestillate ● Sonstige Produkte

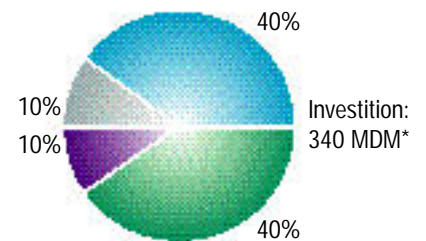
ohne Konversion



mit katalytischer Crackanlage Einsatzprodukt: Vakuum-Gasöl



mit Hydrocracker Einsatzprodukt: Vakuum-Gasöl



*bei Anlagengrößen von 1 Million Tonnen pro Jahr

gleiche ist beim Übergang vom Gasölschnitt (Diesel und leichtes Heizöl) zum schweren Heizöl möglich. Die Qualitätsanforderungen der einzelnen Produkte setzen diesem Vorgehen allerdings enge Grenzen. Vergrößert man den Anteil eines Produktes, so geht dies immer auf Kosten der übrigen; dies ist das Wesen der Koppelproduktion.

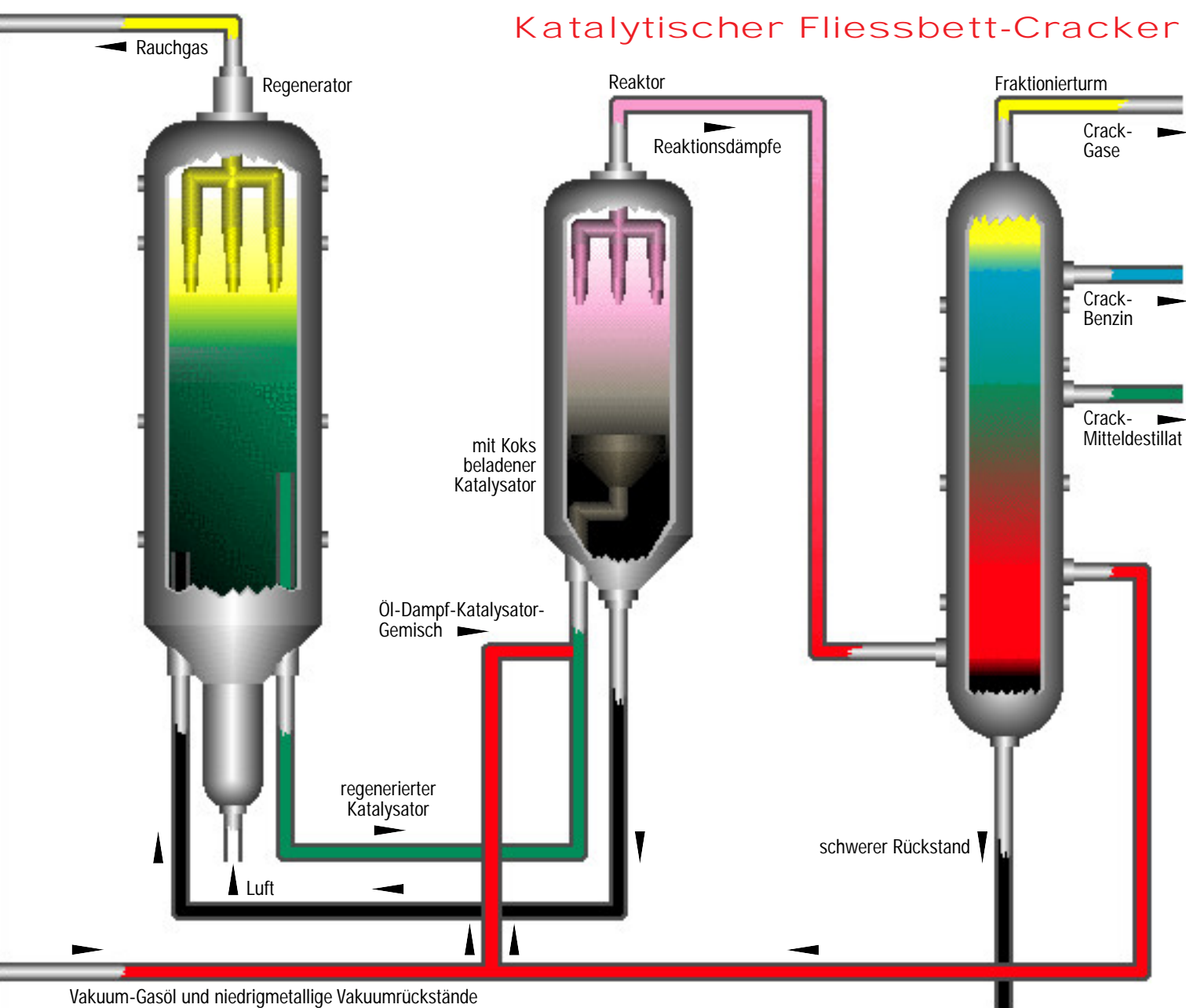
Wenn die in der Destillation erzeugte Produktpalette die Nachfrage auf dem Markt nicht mehr decken kann, bedarf es anderer Anlagen, in denen man die nicht erwünschten schweren Bestandteile des Rohöls in leichtere umwandeln kann. Sie vermindern also die Erzeugung schweren Heizöls und vergrößern gleichzeitig die Produktion von Benzin, Dieselmotortreibstoff und leichtem Heizöl, ohne zusätzliches Rohöl verarbeiten zu müssen. Solche Anlagen, die nach verschiedenen Verfahren arbeiten, nennt man Konversionsanlagen. Konversion heißt Umwandlung; Umwandlung schwerer, langer Kohlenwasserstoffmoleküle in leichte, kürzere, indem man sie spaltet. Daher nennt man diesen Vorgang Cracken - von dem englischen Wort „to crack“ gleich zerbrechen, spalten. Man unterscheidet

drei Crackverfahren: Das thermische, das katalytische und das Hydrocracken. Die optimale Verfahrenskombination richtet sich nach den vorhandenen Rohölen, den erwünschten Produkten und den wirtschaftlichen Voraussetzungen, denn die Investitions- und Betriebskosten der verschiedenen Crackverfahren sind sehr unterschiedlich. Generell sind die Verarbeitungskosten um so höher, je größer die Ausbeuteanteile der leichten Produkte sind. Die verschiedenen Crackverfahren gehen von unterschiedlichen Einsatzprodukten aus. Vakuum-Gasöl dient als Einsatzprodukt für katalytische Crackanlagen und Hydrocracker. Vakuum-Rückstand kann in Visbreakern oder Cokern als Einsatzprodukt verwendet werden.

Thermisches Cracken

Das älteste und einfachste Crack-Verfahren ist das thermische Cracken. Hohe Temperaturen bringen die großen Moleküle in so starke Schwingungen, daß ab etwa 360 Grad Celsius die Bindungen zwischen den Kohlenwasserstoffatomen zerbrechen. Dieser Vorgang spielt sich in den Röhren eines Spaltofens ab. Die Temperatur - sie kann bis zu 900 Grad Celsius erreichen - und die Verweilzeit der Kohlenwasserstoffe im Crack-Ofen richten sich nach dem Ausgangsstoff und dem erwünschten Produktausstoß. Zur Gruppe der thermischen Crack-Verfahren gehört das Visbreaken, eine milde Form des thermischen Spaltens. Dabei sind Druck (rund 70 bar) und Temperatur (etwa 460 Grad Celsius) niedrig genug, daß schweres Heizöl direkt eingesetzt werden kann, ohne daß es zur Verkokung kommt. Beim Verkoken, einem anderen thermischen Crackverfahren, setzt sich Kohlenstoff in fester Form (Koks) ab. Allerdings ist die Ausbeute an leichten Produkten mit 20 bis 30 Prozent recht gering.

Katalytischer Fließbett-Cracker



Katalytische Fließbett-Cracker zerbrechen einzelne langkettige Moleküle in kleinere. Das katalytische Fließbett-Cracken ist ein Verfahren, das die großen Molekülketten in kurze hochwertige Molekülstrukturen verwandelt. Als Einsatzprodukt für diesen Cracker werden Vakuümgasöl und Rückstände mit niedrigem Metallgehalt verwendet, die, feinerstäubt, in den ca. 700°C heißen Katalysatorstrom eingedüst werden. Sie verdampfen sofort. Der Spaltprozeß läuft im Kontakt mit dem heißen Katalysator in Sekunden-

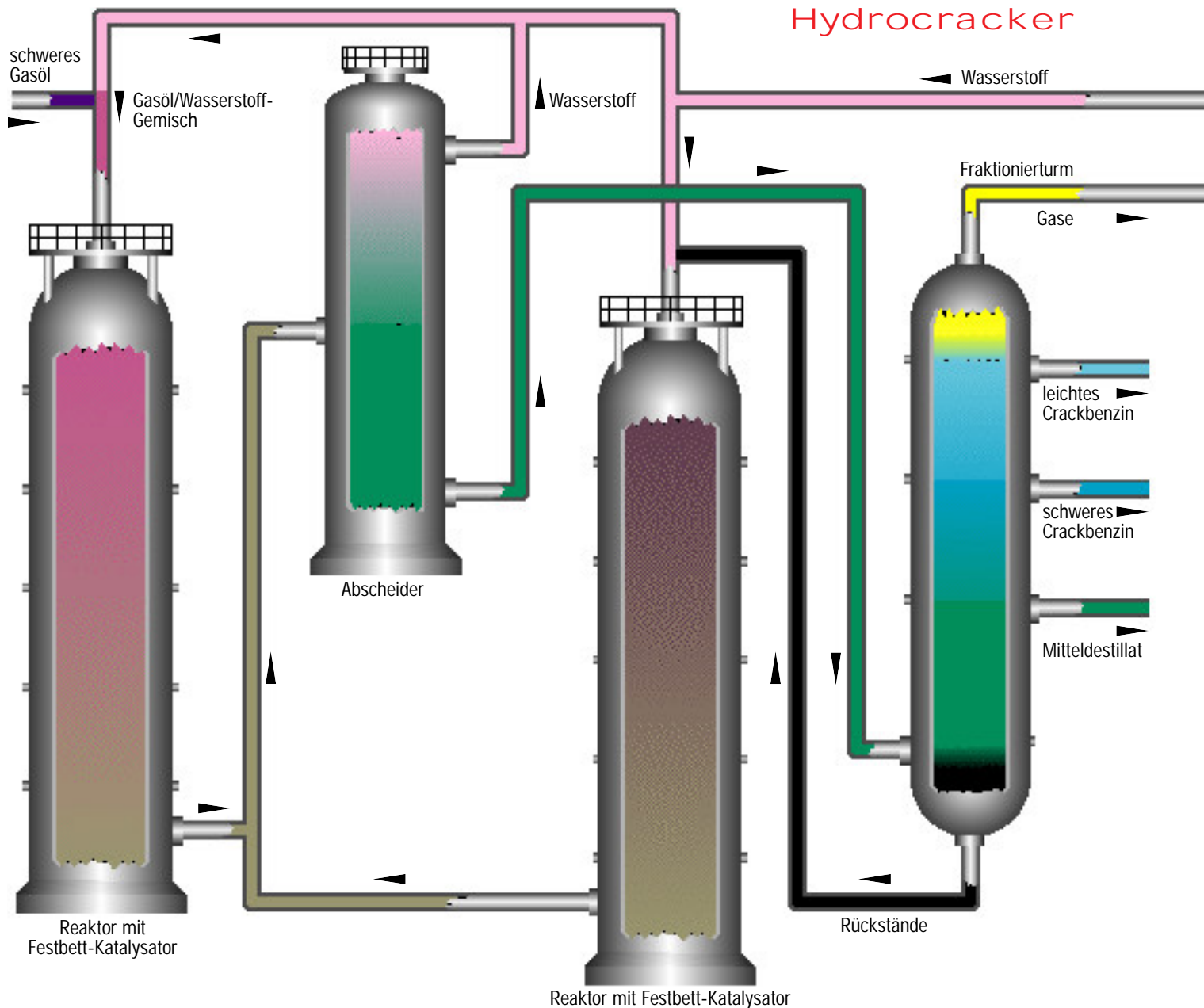
bruchteilen ab. Noch im Reaktor werden Katalysator und gecrackte Öldämpfe getrennt. Diese verlassen den Reaktor und werden in einem Trennturm in die einzelnen Produkte zerlegt. Der Katalysator belädt sich beim Spaltvorgang mit Kohlenstoff und verliert dadurch seine Aktivität. Er fällt im Reaktor nach unten. Von dort leitet man ihn in den Regenerator, wo der Kohlenstoff mit Hilfe eingeblasener Luft abgebrannt wird. Der Katalysator ist danach wieder aktiv und steht für das Verfahren zur Verfügung.

Eine weitere Variante des thermischen Crackens ist das Steamcracken. Dabei werden Flüssiggase, Benzine oder Mitteldestillate in noch leichtere „Rohstoffe“ für die chemische Industrie umgewandelt.

Katalytisches Fließbett-Cracken

Ein wesentlich besseres Umwandlungsergebnis als beim thermischen erreicht man mit dem katalytischen Cracken. Hierbei verwendet man einen staubförmigen Katalysator, der sich in einem Dampf-Gas-Strom wie eine Flüssigkeit verhält. Katalysatoren sind Stoffe, die allein durch ihre Anwesenheit wirken und chemische Reaktionen fördern, beschleunigen oder in eine bestimmte Richtung lenken, ohne sich dabei selbst zu verändern. Während des Crack-Vorgangs setzt sich auf dem Katalysator Kohlenstoff als Koks ab und nimmt dem Katalysator seine Wirkung. Deshalb wird der Koks im nachgeschalteten Regenerator abgebrannt, so daß der Katalysator erneut verwendet werden kann.

Hydrocracker



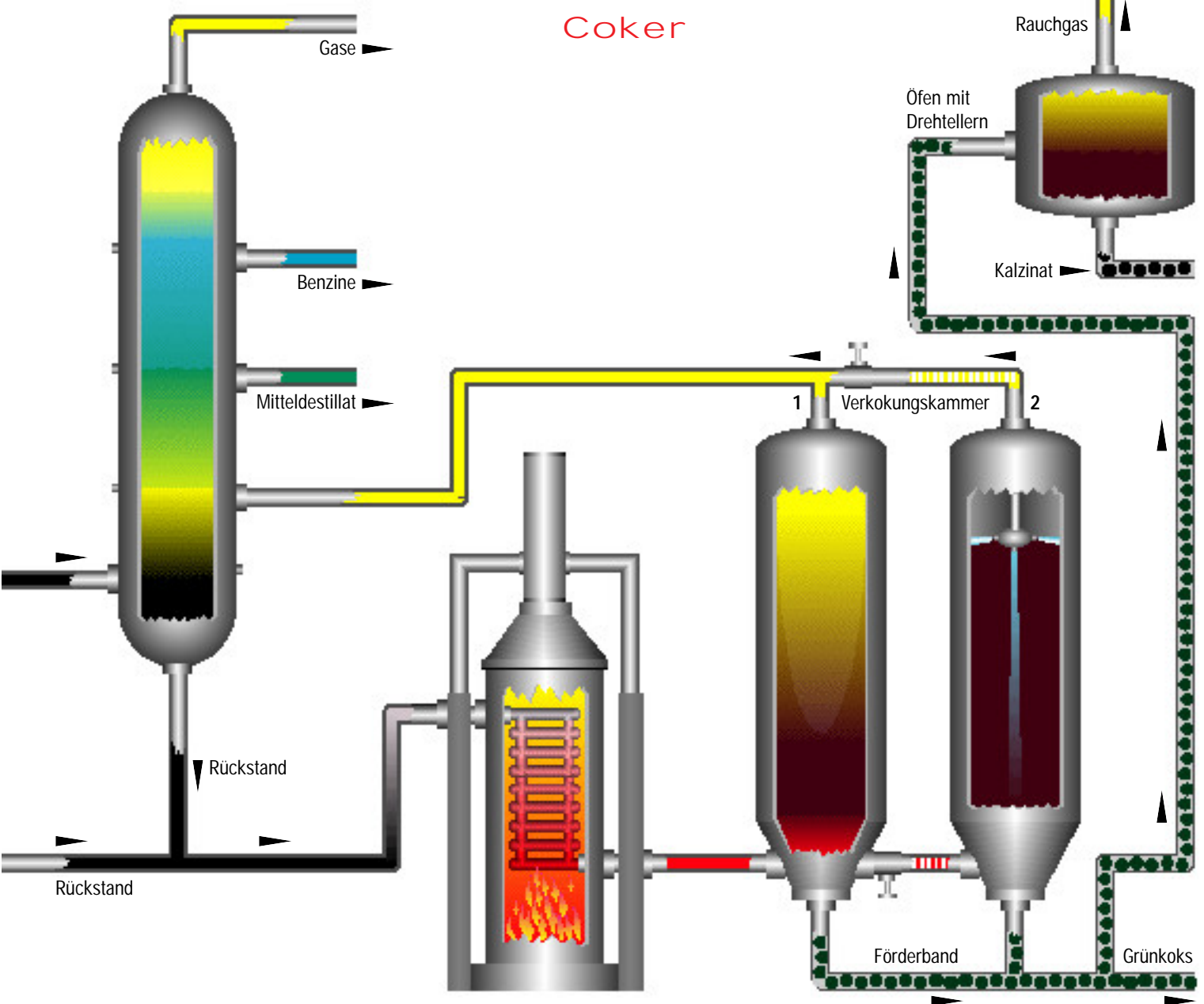
Hydrocracken

Das technisch eleganteste und flexibelste, zugleich aber auch teuerste Verfahren ist das Hydrocracken. Es ist ein katalytisches Spaltverfahren in Gegenwart von Wasserstoff und mit einem Druck von etwa 100 bar. Es ermöglicht eine nahezu vollständige Umwandlung des Einsatzproduktes. Dieses wird vorgewärmt und zusammen mit Wasserstoff durch einen Reaktor oder mehrere Reaktoren geleitet. Dort wird mit Hilfe von Nickel-Molybdän-Katalysatoren eine hydrierende Spaltung vorgenommen. Anschliessend trennt man die Spaltprodukte von den Gasen, die zusammen mit frischem Wasserstoff und wasserstoffhaltigen Zirkulationsgasen wieder zum Anfang des Verfahrens geleitet werden. Die einzelnen Spaltprodukte werden dann in einem Destillationsturm wieder aufgetrennt. Das Hydrocracken hat den Vorteil, daß sich je nach Katalysator und Betriebsbedingungen die gewünschte Ausbeute bestimmen läßt. So kann man im Hydrocracker entweder fast ausschließlich Benzin oder vorwiegend Dieseldieselkraftstoff und leichtes Heizöl bei einem geringen Benzinanteil gewinnen.

Hydrocracken erzeugt aus Vakuumgasöl vorwiegend Benzin oder Mitteldestillat. Bei diesem Verfahren werden große Moleküle des Vakuumgasöls in kleinere Moleküle zerbrochen. Vakuumgasöl wird mit Wasserstoff vermischt, erhitzt und durch einen mit einem Festbettkatalysator versehenen Reaktor geschickt. Danach gelangen die Kohlenwasserstoffe in den Abscheider, wo der überflüssige Wasserstoff abgetrieben und in den Kreislauf zurückgeführt wird, während das übrige Erzeugnis im Fraktionierturm aufgeteilt wird.

Die schweren Rückstände, die nach der Fraktionierung verbleiben, werden zu einer weiteren Behandlung in einen zweiten Reaktor geschickt. Hier werden diese Rückstände wiederum mit Wasserstoff vermischt, durchlaufen ein weiteres Katalysatorbett, so daß schließlich nur Benzin, Mitteldestillat und geringe Mengen an Gas übrig bleiben. Von den Raffineuren wird angestrebt, mit diesem Hydrocracken selbst das schwere Heizöl aus der atmosphärischen Destillation vollständig in leichte Produkte zu verwandeln.

Coker



Coker machen auch aus sehr schweren Rückständen noch verwendbare Produkte. Um auch jedes Molekül des Rohöls verwenden zu können, werden Verfahren angewandt, die ihrerseits einen hohen Energiebedarf haben. Eines dieser Verfahren ist das Delayed Coking. Mit einem Druck von etwa 30 bar wird das Einsatzprodukt - z.B. Rückstand aus der Vakuumdestillation - in einen Ofen geleitet und auf etwa 500°C erhitzt. Aufgrund dieser Bedingungen durchströmt es den Ofen beinahe mit Schallgeschwindigkeit und verkokt erst beim Eintritt in die Verkokungskammer, in der nur noch ein Kammerdruck von gut 4 bar

herrscht. Jeweils eine dieser Kammern befindet sich in Betrieb, während aus der anderen der Koks mittels Wasser unter hohem Druck herausgeschnitten wird. Die leichten Kohlenwasserstoffe werden in einen Fraktionierturm geleitet. Der entstehende Petrolkoks wird Grünkoks genannt und kann nach dem Zerkleinern verkauft werden oder wird noch weiterveredelt. Dies geschieht in einem Kalzinierungsprozeß, in dem bei Temperaturen von 1.200°C und mehr in Öfen mit Drehrohren oder Drehtellern noch vorhandene Ölbestandteile abgebrannt und verkokt werden.

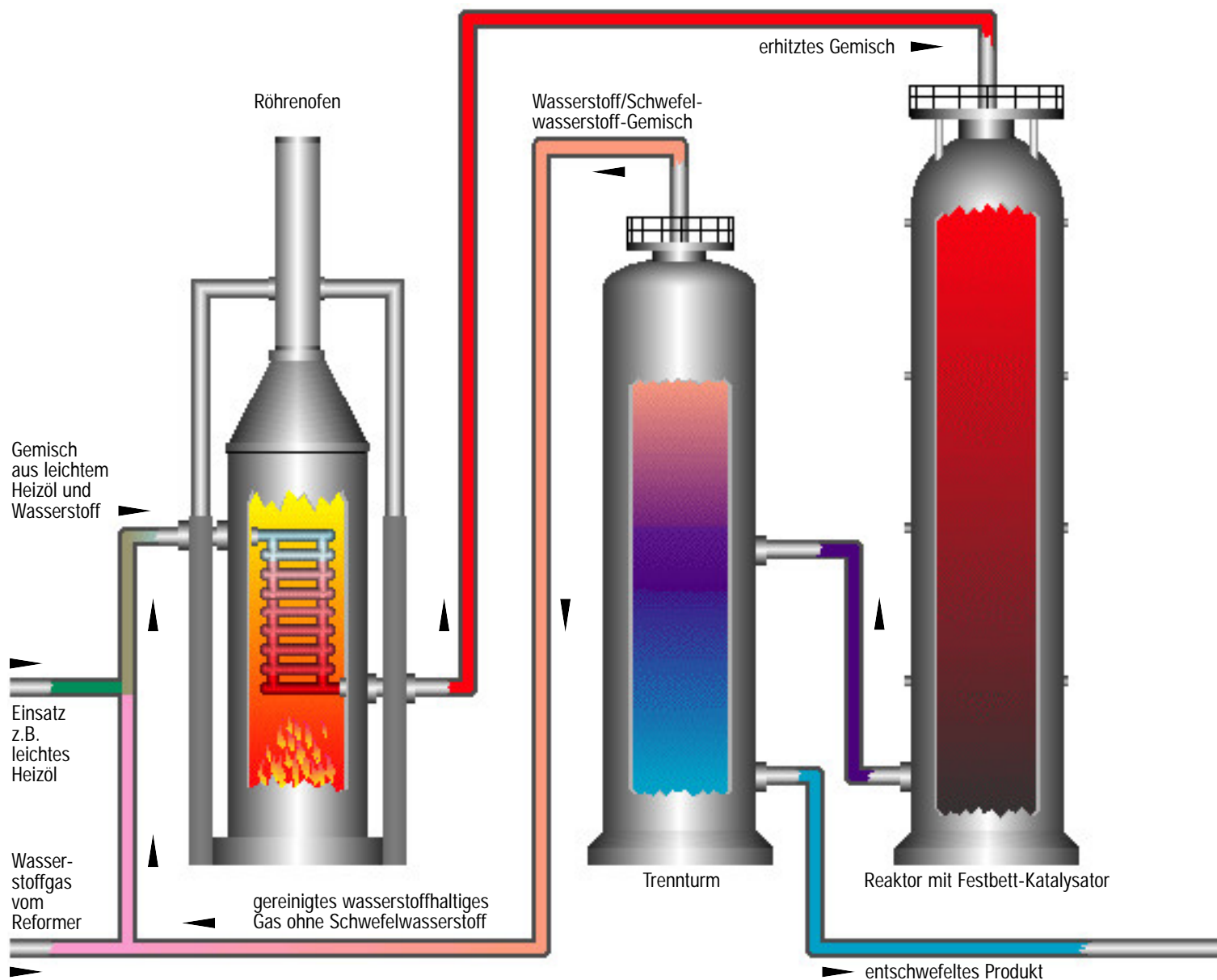
Nachteilig ist der hohe Wasserstoffbedarf und der hohe Druck, der 15 bis 20 cm starke Reaktorwände erfordert.

Coken

Crack-Anlagen wie der Visbreaker, aber auch die vorgeschalteten Anlagen der Vakuumdestillation, hinterlassen Rückstände, die schwerer sind als das normale schwere Heizöl. Solche Rückstände enthalten hohe Anteile unerwünschter Stoffe wie Schwefel, Stickstoff- und Metall-Verbindungen, die eine katalytische Verarbeitung ohne Vorbehandlung stark behindern. Selbst diese schweren Rückstände können jedoch in einer weiteren Konversionsanlage in höherwertige Produkte wie Gase, Benzine und Mitteldestillate umgewandelt werden. Diese Anlage heißt Coker, weil dabei mengenmäßig überwiegend Petroleumkoks produziert wird. Man unterscheidet drei Verfahren:

- Fluid Coken
- Delayed Coken
- Flexicoken

Hydrofiner



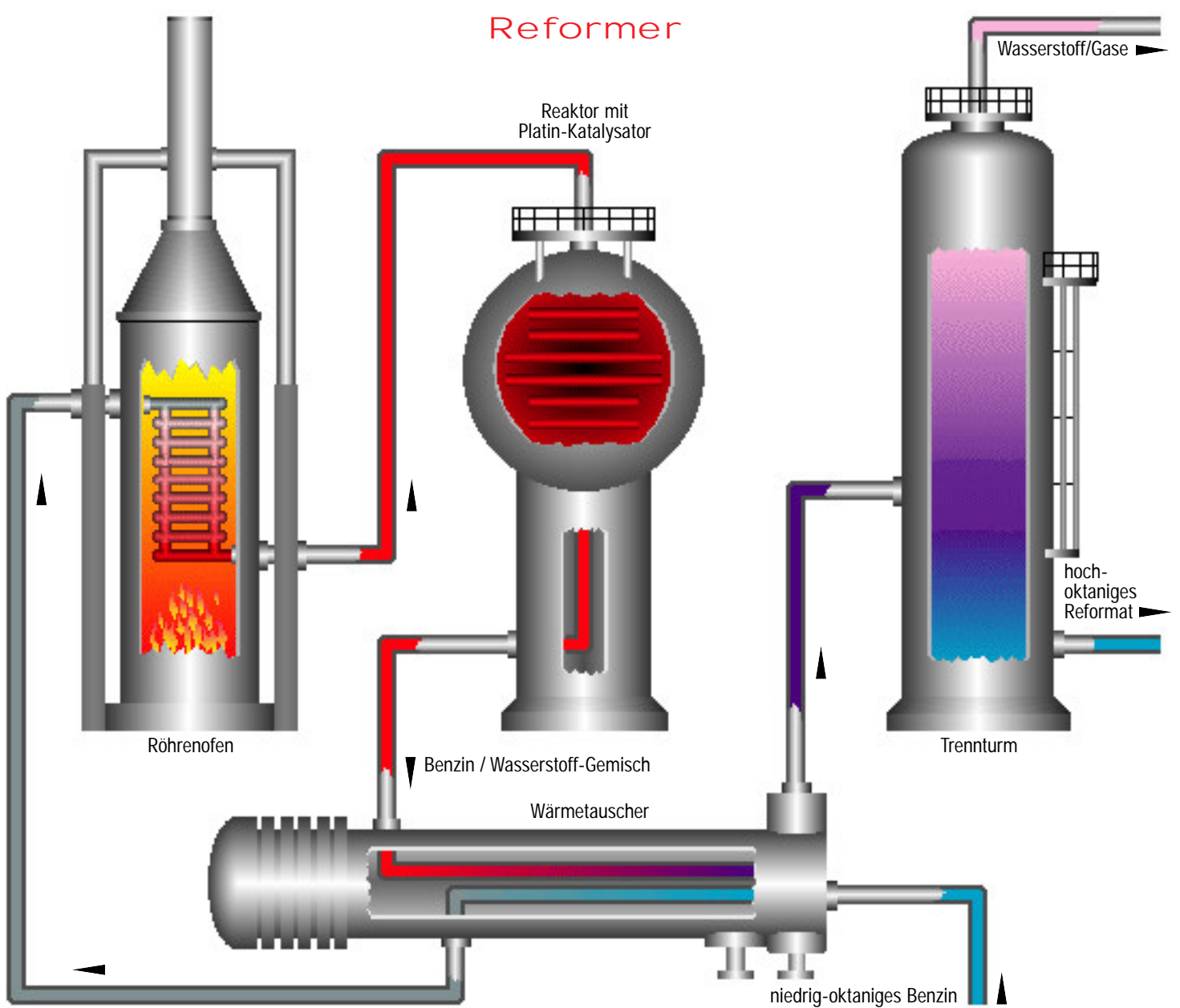
Das Fluid Coken ist ein thermisches Crack-Verfahren in einem Fließbett mit Kokspartikeln, auf denen sich der neugebildete Koks abscheidet. Die neben dem Koks entstehenden Dämpfe werden abgeleitet und destilliert. Die für das Cracken erforderliche Wärme wird mit einem Teil des entstehenden Kokes erzeugt, der in einem zweiten Fließbettreaktor abgebrannt und in den Crack-Reaktor eingeleitet wird. Allerdings ist der bei diesem Verfahren gewonnene Koks wegen geringer Qualität auf dem europäischen Markt nicht verkäuflich. Daher gibt es in Europa auch keine derartigen Anlagen. Beim Delayed Coking wird das Einsatzprodukt mit Druck in einen Ofen geleitet und auf etwa 500°C erhitzt. Aufgrund dieser Bedingungen setzt die Koksbildung beim Austritt verzögert ein, so daß diese erst in einer der nachgeschalteten Trommeln beginnt. Die beim Cracken entstandenen Dämpfe werden in einem Fraktionierturm destilliert und abgeleitet. Der entstandene Petrolkoks wird entweder als Brennstoff verkauft oder in einem Kalzinierungsprozeß weiter veredelt. Dieses Kalzinat kann dann für Elektroden verwandt werden, wie sie z.B. in der Aluminiumindustrie gebraucht werden.

Hydrofiner entziehen den Produkten unerwünschten Schwefel.

Manche Rohöle enthalten viel Schwefel, der weitgehend entfernt werden muß, denn in den Endprodukten ist in Deutschland aus Umweltgründen nur noch sehr wenig Schwefel enthalten. Dies geschieht im Hydrofiner. Die Produktströme - Rohbenzin, Kerosin, Komponenten für Diesel- und Heizöl - werden zunächst mit Wasserstoff vermischt und erhitzt. Das heiße Gemisch leitet man in einen Reaktor, der mit Katalysator gefüllt ist.

Dort verbinden sich bei einer Temperatur zwischen 300°C und 350°C über dem Katalysator der Schwefel aus den schwefelhaltigen Produktmolekülen mit dem Wasserstoff zu Schwefelwasserstoff. Das gereinigte Produkt, der entstandene Schwefelwasserstoff und übrig gebliebener Wasserstoff durchlaufen dann einen Trennturm. Der Schwefelwasserstoff wird in einer nachgeschalteten Anlage zu reinem Elementarschwefel umgewandelt.

Reformer



□ Im Reformer entsteht aus niedrig-oktanigem Benzin ein hoch-oktaniges Produkt, das "Reformat" genannt wird.

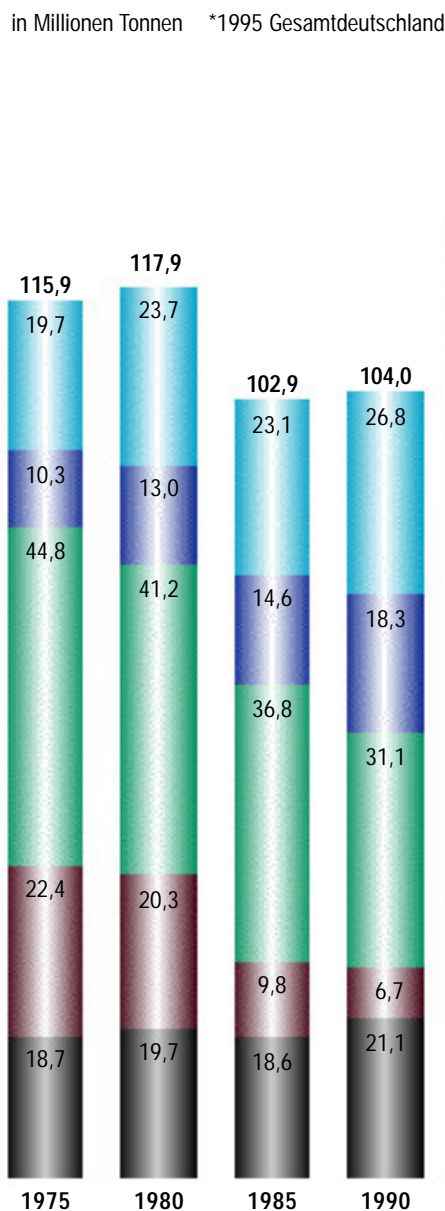
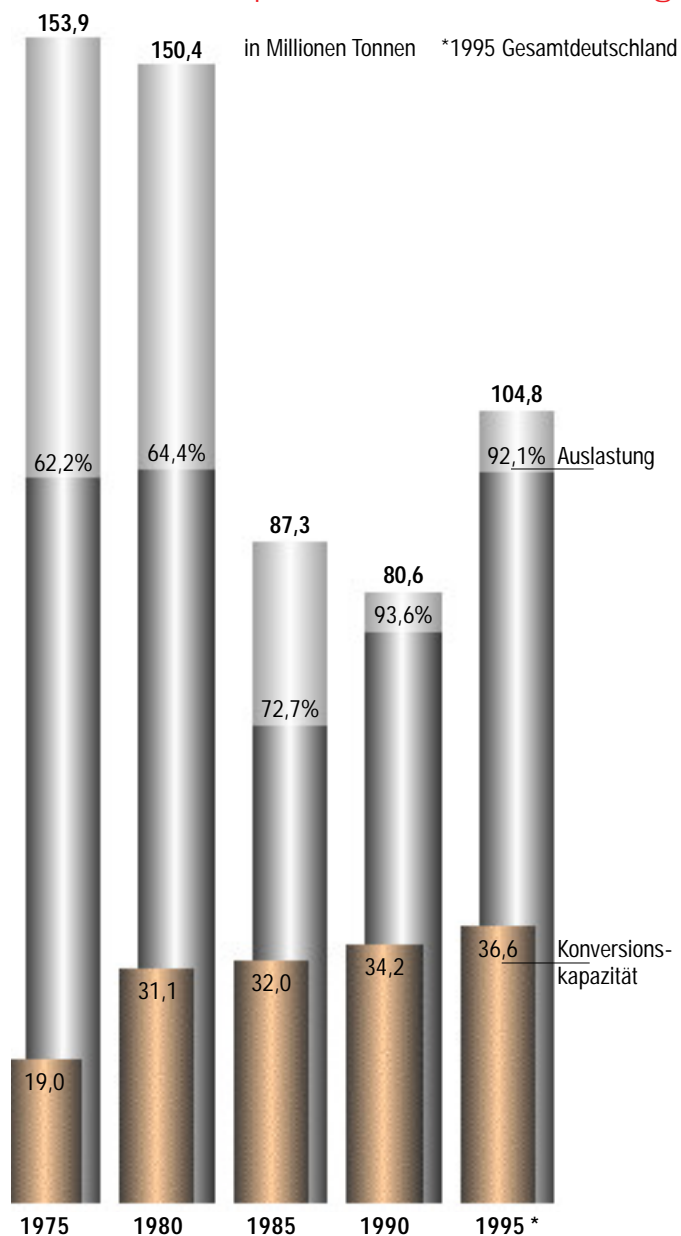
Um das Benzin als Ottokraftstoff für den Antrieb eines Autos verwenden zu können, müssen Mindest-Oktananzahlen eingehalten werden, die durch das Zumischen hoch-oktaniger Komponenten erreicht werden. Im Reformer wird Rohbenzin aus der Destillation erneut erhitzt. Die heißen Gase gelangen unter Druck in mehrere hintereinanderstehende Reaktoren. Die niedrig-oktanigen Moleküle verlieren in Gegenwart eines Platinkataly-

sators einige ihrer Wasserstoffatome und werden zu hoch-oktanigen Benzinmolekülen. Deshalb entsteht bei diesem Verfahren ein Wasserstoffüberschuß. Dieser Wasserstoff wird nach dem letzten Reaktor in einem Trennbehälter (Abscheider) von dem neuen Erzeugnis, dem „Reformat“, abgetrennt. Das „Reformat“ wird in einem weiteren Turm in Gas und Benzin getrennt, während der Wasserstoff teils wieder zum Vorwärmofen zurückgeleitet oder in den vorher beschriebenen Prozessen wieder eingesetzt wird.

Der Flexicoker ähnelt dem Fluid Coker, mit dem Unterschied, daß auch noch der Koks in Gas umgewandelt wird. Ein solches Verfahren, das die Rückstände fast vollständig in leichte Produkte verwandelt, erfordert allerdings sehr hohe Investitionen.

Reformieren, Raffinerien

Häufig entsprechen die durch die verschiedenen Verarbeitungsverfahren gewonnenen Produkte noch nicht der geforderten Qualität. So werden beispielsweise Ottokraftstoffe zur Erhöhung ihrer Klopfestigkeit mit Komponenten aus dem Reformer angereichert. Im Hydrofiner - eine der wichtigsten Raffinationsanlagen - wird Benzin, Kerosinen und Mitteldestillaten unerwünschter Schwefel entzogen. Andere Raffinationsanlagen befreien Schmieröle mit Hilfe von Lösungsmitteln von harzartigen Bestandteilen. Alle diese Verarbeitungsanlagen von der Destillation über die Konversionsanlagen bis zu den Nachbearbeitungs- und Mischeinrichtungen werden zentral von einem Leitstand gesteuert. Prozeß- oder Regelungs-



Computer messen und steuern von hier aus die Durchflüßmengen, Temperaturen und Drücke in den einzelnen Anlagenteilen. Die Meßwerte werden in regelmäßigen Abständen in die Kontrollhäuser auf Bildschirme übertragen. Je nach Bedarf können sie vom Operator - so nennt man die Raffineriefachkräfte - auf einem Bildschirm abgerufen werden.

Mineralölabsatz und Raffineriekapazität

Die Bedingungen auf dem Mineralölmarkt der Bundesrepublik Deutschland haben sich in den vergangenen 40 Jahren in mehrfacher Hinsicht grundlegend geändert. Der wirtschaftliche Aufschwung von den 50er bis Mitte der 70er Jahre führte zu einem Anstieg der Nachfrage nach Energie und vor allem nach Mineralöl. Von 1955 bis 1973 erhöhte sich der inländische Mineralölabsatz von annähernd 10 Millionen auf mehr als 134 Millionen Tonnen. Im Vertrauen auf einen ständig wachsenden Markt wurde stark in die Destillationskapazität der Mineralölverarbeitungsanlagen investiert. Sie erreichte 1978 mit knapp 160

Millionen Destillationskapazität pro Jahr ihren Höchststand. Dabei veränderte sich die Raffineriestruktur erheblich: Während zu Beginn eine einfache Raffineriekonfiguration mit wenig Konversionsanlagen dem Bedarf mit seinem großen Anteil an schwerem Heizöl für energetische Zwecke entsprach, stellte sich bald ein Wandel der Nachfrage ein, der zunehmend größere Mengen an leichteren Produkten verlangte. Die Kapazität der Konversionsanlagen lag 1955 bei etwa 5 Millionen Tonnen, im Jahr 1978 bei etwa 25 Millionen Tonnen und im Jahr 1995 bei mehr als 44 Millionen Tonnen.



Das schwere Heizöl, das einmal zu beinahe 25% am inländischen Mineralölabsatz beteiligt war, fiel auf rund 6% der gesamten Absatzmenge im Jahre 1995 zurück. Die Gründe lagen sowohl in den strengeren Umweltschutzanforderungen, die den energetischen Einsatz zunehmend erschwerten, als auch in dem bundesweit stark unterstützten Trend zur Energieeinsparung. Besonders dieser letztere Aspekt, der durch gesetzgeberische Maßnahmen und Aufklärungsarbeit kräftig unterstützt wurde,

führte zu einem Rückgang des gesamten Mineralölkonsums. In einem gewaltigen Kraftakt halbierte die westdeutsche Mineralölindustrie ihre Raffineriekapazitäten auf rund 80 Millionen Tonnen im Jahr 1990.


Die Wiedervereinigung Deutschlands im Jahre 1990 führte zu einer Vergrößerung der Raffineriekapazität auf knapp 101 Millionen Tonnen, wovon 20,2 Millionen Tonnen in Ostdeutschland lagen.

Bis zum Jahr 1995 erhöhte sich die atmosphärische Destillationskapazität auf 121 Millionen Tonnen, die bei einem Inlandsabsatz von 126,2 Millionen Tonnen zu 92,1% ausgelastet war. Einen erheblichen Zuwachs konnte die Konversionskapazität verzeichnen, die auf 44,1 Millionen Tonnen im Jahr 1995 anstieg. Hierin spiegeln sich die Marktanforderungen wider. Allein der Konsum von Diesekraftstoff wuchs in fünf Jahren um 30%. Ursache war der Aufbau Ostdeutschlands und eine zunehmende Bedeutung Deutschlands als Transitland.

Raffinerien und ihre Standorte

-  Rohölleitungen
-  Produktenleitungen

* Ende Januar 1997 stillgelegt
Stand: Juli 1997

Raffinerien mit atmosphärischer Destillation 
1 Kästchen entspricht 1 Million Tonnen Jahresdurchsatzkapazität

Ehemalige Raffinerie / stillgelegte Rohölverarbeitung 

