Inbetriebnahme des Steamcrackers II der BASF in Ludwigshafen

Autor(en): **Kerber, H. / Reichert, M.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **99 (1981)**

Heft 8

PDF erstellt am: **23.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-74431

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Inbetriebnahme des Steamcrackers II der BASF in Ludwigshafen

Nach einer Bauzeit von rund zweieinhalb Jahren hat die BASF vor kurzem ihren neuen Steamcracker in Betrieb genommen. Die Anlage, die einen entscheidenden Beitrag zur Eigenversorgung des Ludwigshafener Unternehmens mit petrochemischen Grundstoffen leistet, erforderte Investitionen in Höhe von 400 Mio Mark. Sie ist damit das teuerste Einzelprojekt, das das Unternehmen je realisiert hat.
Einsatzstoff des Steamcrackers ist Naphtha (Rohbezin), das zum grossen Teil von der zur BASF-Gruppe gehörenden Erdöl-Raffinerie Mannheim geliefert wird. Im Steamcracker wird das Naphtha in eine Reihe wichtiger Ausgangsprodukte umgewandelt, die ihrerseits für die Herstellung von Kunststoffen, Lösungsmitteln, Frostschutzmitteln sowie zahlreicher organisch-chemischer Zwischenprodukte verwendet werden.

Steamcracker ist eine weltweit übliche Bezeichnung für eine petrochemische Fabrikationsanlage, in der Naphtha, also Rohbenzin, bei hoher Temperatur in ein Gasgemisch umgewandelt wird; die wichtigsten Bestandteile dieses Gasgemisches sind *Ethylen, Propylen* und andere *Kohlenwasserstoffe* sowie *Wasserstoff* und *Methan.* «Cracken» heisst dabei nichts anderes, als dass die relativ langen Molekülketten des Naphthas «aufgebrochen», also zerkleinert werden. Um zu verhindern, dass die Naphthamoleküle in allzu kleine und unbrauchbare Moleküle zerfallen, verdünnt man das Naphtha mit Dampf (Englisch: steam), der gleichsam als Bremse wirkt und unerwünschte Nebenreaktionen ausschliesst.

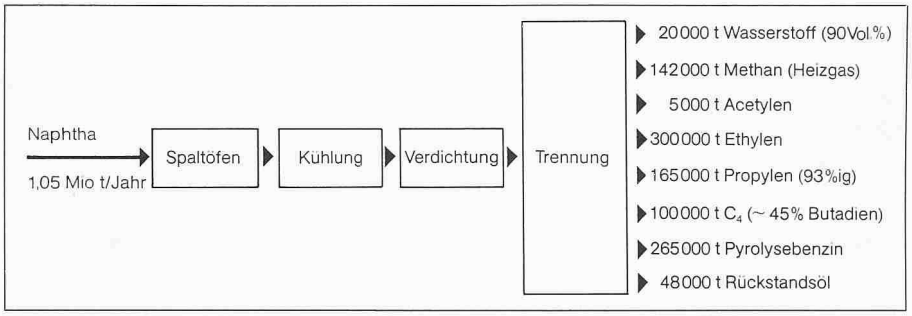
Verfahrensprinzip

Im vereinfachten Blockschema des Steamcrackers II ist das Verfahrensprinzip veranschaulicht: Naphtha, das Einsatzprodukt, wird mit Dampf vermischt und in den mit Gas beheizten Spaltöfen rasch durch glühende Rohrschlangen geleitet. Dort findet bei Temperaturen von etwa 850 °C die chemische Reaktion des Crackens statt.

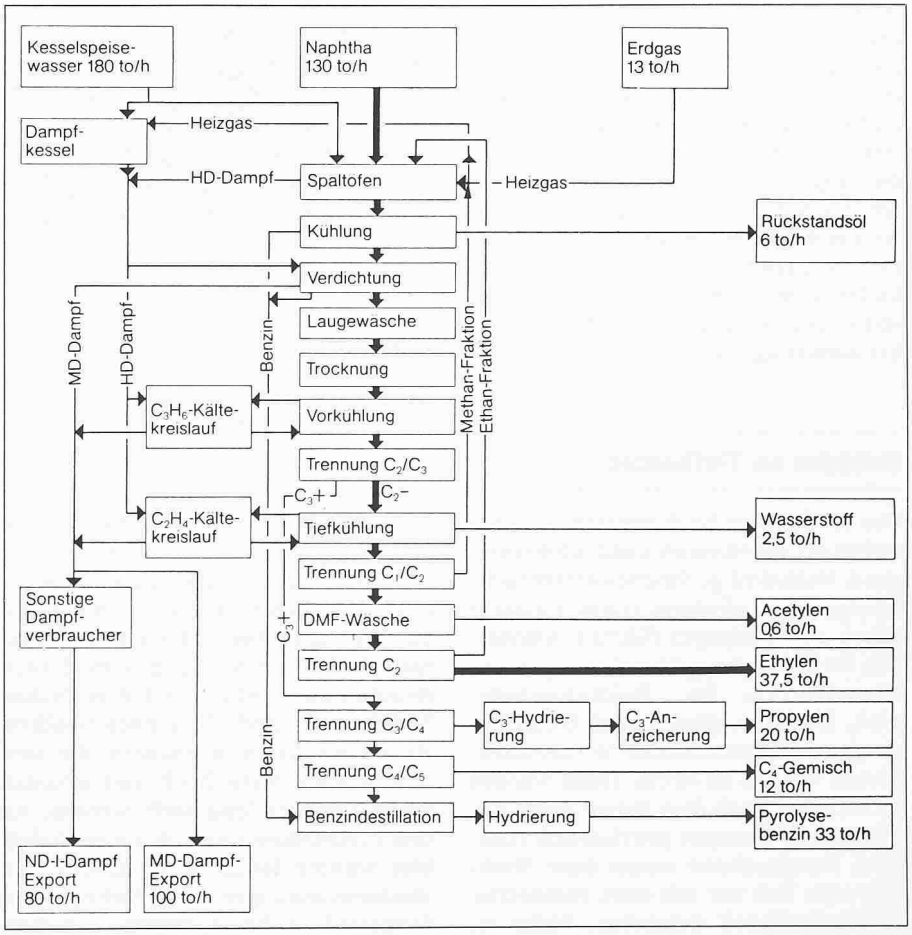
Das aus den Rohrschlangen austretende Reaktionsgemisch, das *Rohgas*, wird anschliessend in mehreren Schritten *abgekühlt*; dabei wird Wärme frei, die zur Erzeugung von *Hochdruckdampf* verwendet wird. Danach wird das Rohgas in einem fünfstufigen Turboverdichter auf 32 bar komprimiert. Der Dampf für die Turbine, die den Verdichter antreibt, kommt aus der oben erwähnten Kühlung der Rohgase. Die Turbine hat übrigens eine Leistung von 17,7 Megawatt, was etwa der Maschinenleistung eines grösseren Seetankschiffes entspricht. Das derart verdichtete Gasgemisch wird sodann - um Kohlensäure und Schwefelwasserstoff zu entfernen - mit Natronlauge gewaschen; danach wird es getrocknet, stufenweise abgekühlt und teilweise verflüssigt. Auf diese Weise wird es in seine Bestandteile zerlegt.

Bemerkenswert ist bei diesen Verfahrensschritten vor allem das *Tieftemperatursystem*, in dem das Gasgemisch abgekühlt wird. Die tiefste Temperatur, die in diesem System erreicht wird, beträgt −155 °C. Um diese Kälte zu erzeugen, bedient man sich eines *Propylen- und eines Ethylen-Kältekreislaufes*, die jeweils ihren eigenen Turboverdichter besitzen.

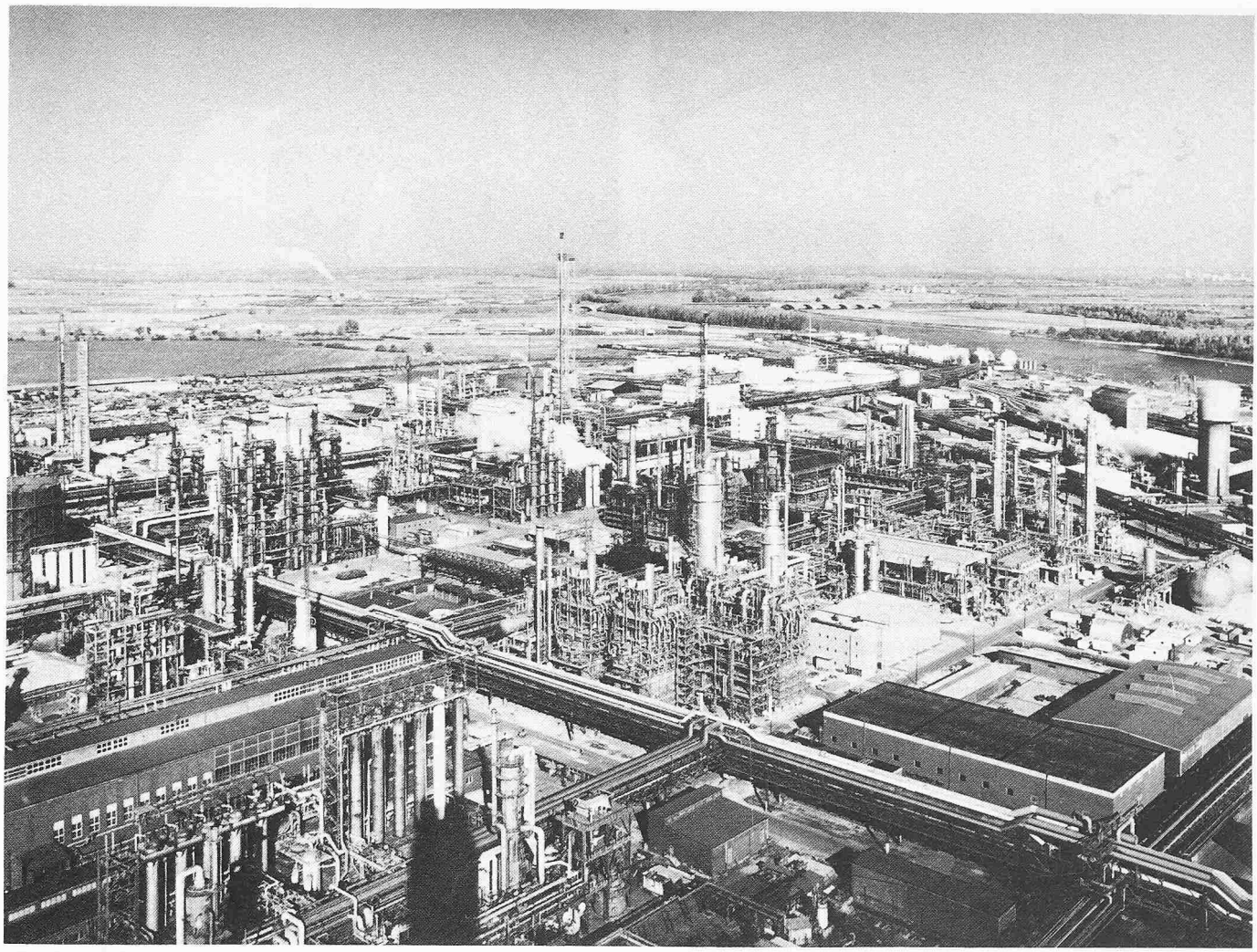
In Wirklichkeit läuft das ganze Verfahren sehr viel komplizierter ab. Eine ausführlichere, aber immer noch vereinfachte Darstellung zeigt ein weiteres Fliessschema. Es lässt erkennen, dass die genannten Anlagenblöcke ihrerseits noch weiter unterteilt sind und dass eine Vielzahl von Verbindungen zwischen den einzelnen Einheiten besteht. Ausserdem kann man sehen, dass zu der Anlage auch ein eigener *Dampfkessel* gehört, weil der beim Abkühlen des rohen Spaltgases entstehende Hochdruckdampf allein nicht ausreicht, um die insgesamt drei grossen Turbover-



Steamcracker II: Stark vereinfachtes Fliessschema. Stand: November 1980



Steamcracker II: Vereinfachtes Fliessschema. Stand: November 1980



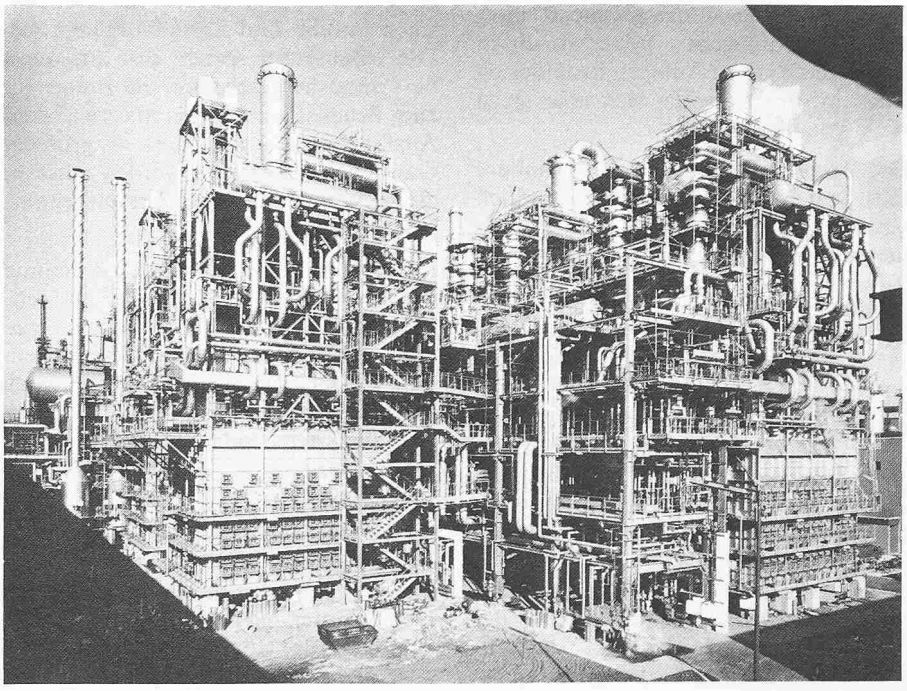
Ansicht der Gesamtanlage in Ludwigshafen

dichter anzutreiben. Nicht zuletzt zeigt die Abbildung auch die wichtigsten Mengenströme in Tonnen je Stunde.

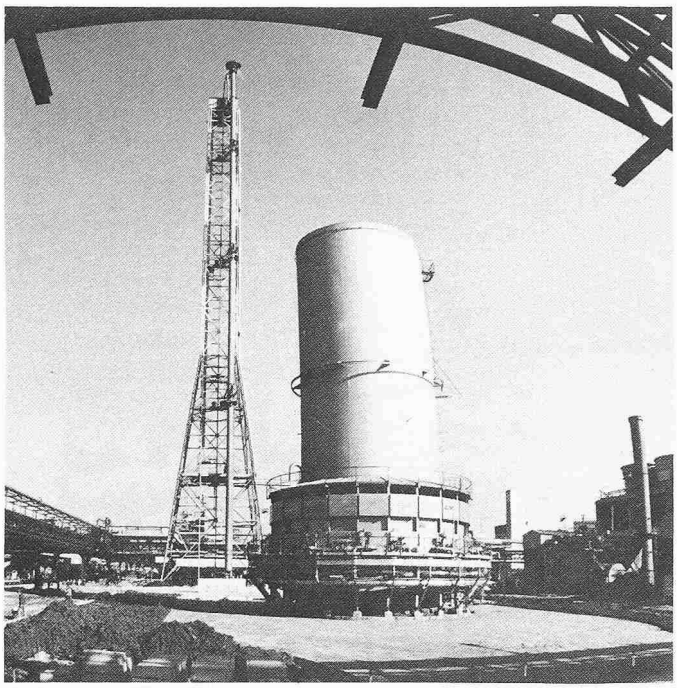
Der Erbauer

Der Steamcracker II wurde von der Linde AG als Generalkontraktor schlüsselfertig errichtet. In jeder Phase der Planung und der Abwicklung flossen die umfangreichen Erfahrungen der BASF aus den in Ludwigshafen vorhandenen Anlagen und aus den Anlagen der Rheinischen Olefinwerke Wesseling (ROW), einer gemeinsamen Tochtergesellschaft der Shell und der BASF, in das Projekt ein.

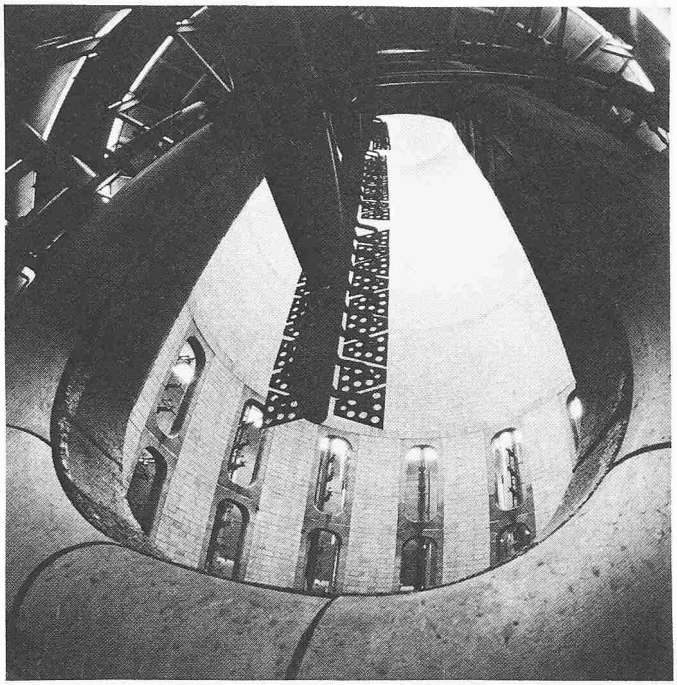
Der Vertrag mit Linde wurde am 2. Januar 1978 unterzeichnet; im Mai des gleichen Jahres wurde mit den Erdarbeiten begonnen. Auf der Baustelle arbeiteten insgesamt 90 verschiedene Firmen sowohl aus der näheren Umgebung als auch aus dem gesamten Bun-



Teilansicht der Cracker-Anlage



Fackelanlage, in der brennbare Gase gefahrlos und umweltfreundlich verbrannt werden können. Die Fackelanlage besteht aus einer Hochfackel (links), die sich von anderen Fackeln dieser Art nur durch ihre Höhe unterscheidet, und einer Bodenfackel (rechts), wie sie auf dem Werkgelände erstmalig errichtet wurde. Die Bodenfackel besteht im wesentlichen aus einem Zylinder von 10 m Durchmesser und einer Höhe von 27 m. Die Kapazität der Bodenfackel reicht aus, um die bei planmässigen Anfahr- und Abstellvorgängen anfallenden Gasmengen zu verbrennen; die Hochfackel spricht erst dann an, wenn – zum Beispiel beim Ausfall eines Verdichters – kurzfristig grössere Gasmengen verbrannt werden müssen



Blick in die Bodenfackel, in der die Flammen inerhalb eines Zylinders von 10 m Durchmesser und 27 m Höhe brennen und deshalb nicht direkt sichtbar sind; die Schallausbreitung ist ebenfalls erheblich gedämpft

desgebiet. Zeitweilig waren rund 1200 Beschäftigte auf der Baustelle tätig.

Die Fackelanlage

Ausserhalb des eigentlichen Anlagenfeldes befindet sich die zum Steamcrakker II gehörende Fackelanlage. Sie besteht aus einer *Bodenfackel*, wie sie erstmals auf dem Werkgelände errichtet wurde, und einer *Hochfackel*; die Hochfackel ist zwar – entsprechend ihrer grösseren Kapazität – höher als die in den benachbarten Anlagen installierten Fackeln, unterscheidet sich aber sonst nicht von diesen.

Die Fackelanlage, in der brennbare Gase gefahrlos und umweltfreundlich verbrannt werden können, wird aus folgenden Gründen benötigt:

1. Beim Anfahren des Steamcrackers entstehen zunächst Produkte, die noch nicht den Spezifikationen entsprechen.
2. Beim Abstellen müssen die mit brennbaren Stoffen gefüllten Druckbehälter entspannt werden, die in der Anlage verbliebenen Kohlenwasserstoffe müssen herausgespült werden.
3. In Störfällen – zum Beispiel bei einem plötzlichen Ausfall eines der Turboverdichter – muss das zunächst weiterhin in den Öfen entstehende Crackgas abgeleitet werden, und zwar so lange, bis entweder der Kompressor wieder in Gang gebracht ist oder, wenn das nicht möglich ist, die Spaltöfen abgestellt sind.

In der Bodenfackel brennen die Flammen innerhalb eines ausgemauerten Zylinders von 10 m Durchmesser und 27 m Höhe. Die Flammen sind deshalb nicht direkt sichtbar, und auch die Schallausbreitung ist erheblich gedämpft. Die Verbrennungskapazität der Bodenfackel reicht für die planmässigen Anfahr- und Abstellvorgänge aus. Die Hochfackel spricht erst an, wenn bei unvorhergesehenen Störungen – zum Beispiel bei dem bereits erwähnten Ausfall eines Verdichters – grössere Gasmengen verbrannt werden müssen, als sie von der Bodenfackel aufgenommen werden können.

In der ersten Phase der Inbetriebnahme des Steamcrackers II ist damit zu rechnen, das sowohl die Bodenfackel wie auch die Hochfackel des öfteren brennen werden. Das ist beim erstmaligen Anfahren einer derart grossen und komplizierten Anlage durchaus normal.

Umweltschutz

Der Steamcracker II wurde unter Beachtung aller für den Umweltschutz und die Arbeitssicherheit massgebenden Vorschriften und Auflagen konstruiert und gebaut. Erheblicher Aufwand wurde für den *Schallschutz* betrieben. So sind alle grossen Maschinen mit *Schallschutzhauben* und alle Heizbrenner an den Spaltöfen mit *Schalldämpfern* ausgerüstet. Hinzu kommen unter anderem *geräuscharme Regelventile, schallisolierte Rohrleitungen, Schalldämpfer an Sicherheitsventilen*, um nur wenige Beispiele zu nennen.

An vielen Stellen wurden *Gasspürgeräte* installiert, um Undichtigkeiten in gasführenden Systemen frühzeitig erkennen zu können. Zwischen den Öfen und dem übrigen Teil der Anlagen ist eine *Dampfsperre* angebracht.

Fernsehkameras ermöglichen die Beobachtung der Anlage und der Fackeln von der Messwarte aus. Alle Behälter, die mehr als zwei Tonnen brennbare Flüssigkeiten enthalten, können von der Messwarte aus in einen Fackelbehälter entleert und in die Fackelleitung entspannt werden.

Technische Störungen, die zu automatischen Abschaltungen führen, werden von einem Computer so registriert, dass eine Analyse des Hergangs der Störung möglich wird.

Die Mitarbeiter

Im Steamcracker II sind pro Schicht 22 Mitarbeiter beschäftigt. Die Gesamtzahl der im Steamcracker II tätigen

Mitarbeiter beträgt einschliesslich Labor- und Aufsichtspersonal 78. Hinzu kommen – selbstverständlich in wechselnder Anzahl – Angehörige von Servicebetrieben, so zum Beispiel Schlosser, Mess- und Regeltechniker sowie Elektriker.

Produktumwandlung

Rohstoff des Steamcrackers II ist Naphtha, also Rohbenzin, das zu einem grossen Teil von der Erdölraffinerie Mannheim durch eine Rohrleitung geliefert wird. Dieser Rohstoff wird im Steamcracker hauptsächlich in folgende Produkte umgewandelt, die ihrerseits wiederum als Ausgangsstoffe für eine Vielzahl weiterer Erzeugnisse dienen:

Ethylen	Ausgangsstoff für Kunststoffe wie Polyethylen, Polyvinylchlorid (PVC) und Polystyrol sowie für Ethylenglykol (Ethylenglykol ist unter anderem die Basis für das Kühlerfrostschutzmittel ®Glysantin)
Propylen	Ausgangsstoff für die Herstellung des Kunststoffs Polypropylen, ebenso für Weichmacher und Acrylsäure
C_4-Olefine	Ausgangsstoffe beispielsweise für Butadien, das als Bestandteil von synthetischem Kautschuk und von Kunststoffen verwendet wird
Pyrolysebenzin	Rohmaterial für die Produktion von Benzol und von hochwertigen Vergaserkraftstoffen

Daneben fallen noch Wasserstoff, Heizgas und – nicht zuletzt – je Stunde etwa 200 Tonnen Heizdampf an, der zur Entlastung der BASF-Kraftwerke beiträgt.

Einsatzstoff (pro Jahr):	1,05 Mio t	Naphtha
Erzeugnisse:	300 000 t	Ethylen
	265 000 t	Pyrolysebenzin
	165 000 t	Propylen
	142 000 t	Methan
	100 000 t	C_4 (davon ca. 45% Butadien)
	48 000 t	Rückstandsöl
	20 000 t	Wasserstoff (90 vol. %)
	5 000 t	Acetylen
Baubeginn:	Mai 1978	
Investitionen:	ca. 400 Mio DM	
überbaute Fläche:	32 000 m²	
Erdbewegungen:	100 000 m³	
verarbeitete Materialien:	18 000 t Beton	
	400 km Elektrokabel	
	400 km Mess- und Regelkabel	
Instrumente in der Messwarte:	4000	
Instrumente in der Anlage:	3900	
Regel- und Schaltventile:	750	
Elektromotoren:	169	
Lampen:	1500	
Turbinenleistungen:	Rohgasverdichter	17,7 Megawatt
	Ethylenverdichter	7,8 Megawatt
	Propylenverdichter	6,3 Megawatt

Die Erzeugung der *Schlüsselprodukte Ethylen* und *Propylen* aus Naphtha ist für die BASF nichts Neues: Diese Produkte werden schon seit 1965 in einer kleineren Analge – im *Steamcracker I* – in *Ludwigshafen* erzeugt. Der Steamcracker II schafft jedoch völlig andere Voraussetzungen.

Propylen wird die BASF – freilich in erheblich reduzierter Menge – auch nach der Inbetriebnahme des Steamcrackers II kaufen müssen. Die ethylenverbrauchenden Betriebe werden jedoch von Zukäufen völlig unabhängig sein; mehr noch: das Unternehmen erwartet sogar für einige Jahre gewisse Ethylenüberschüsse, die in das westeuropäische Ethylenleitungsnetz eingespeist werden. Über diesen «Umweg» können schliesslich auch die BASF-Anlagen in *Antwerpen* wenigstens teilweise versorgt werden.

Der Steamcracker II ist die grösste Einzelinvestition, die von der BASF jemals realisiert wurde. Dieser gewaltigen Ausgabe stehen allerdings auch nennenswerte Vorteile gegenüber: Zum einen die sichere und wirtschaftliche Versorgung des Werkes Ludwigshafen mit petrochemischen Grundstoffen, zum andern die Sicherheit der Arbeitsplätze in den nachgeschalteten Betrieben, in denen Kunststoffe, Lösungsmittel, organische Chemikalien und eine Vielzahl anderer BASF-Erzeugnisse ihren Ausgangspunkt haben.

H. Kerber/M. Reichert, Ludwigshafen

Kunststoff-Massenproduktion mit Laserlicht?

Produktion von Vinylchlorid in einem Laborreaktor in Göttingen

Ein neuartiges, wirkungsvolles Werkzeug der Chemie hat jetzt eine weitere Bewährungsprobe bestanden: der Laserstrahl. Damit wurden im Labor des *Max-Planck-Instituts für Strömungsforschung* in Göttingen im Rahmen des Sonderforschungsbereichs 93 «Photochemie mit Lasern» bereits «einige Kilogramm» *Vinylchlorid* (VC) erzeugt – das ist die Ausgangssubstanz für den am häufigsten verwendeten Kunststoff *Polyvinylchlorid* (PVC). «Im Vergleich zu den herkömmlichen VC-Produktionsmethoden können wir mit Laserstrahlen bei niedrigeren Temperaturen, also geringerem Energieeinsatz arbeiten und trotzdem die Ausbeute um bis zu 20 Prozent steigern, ohne dass dabei die üblichen störenden Nebenprodukte entstehen», erklärt Prof. *Jürgen Wolfrum* vom Göttinger Max-Planck-Institut für Strömungsforschung. «Das Verfahren ist jetzt reif für die Erprobung in einer 1000-Tonnen-Pilotanlage. Wir erhoffen uns davon einen Durchbruch des Einsatzes von Lasern in der Grosschemie.» Zwanzig Jahre nach seiner Erfindung scheint dem Laser damit auch der Einzug in die industriellen Produktionsprozesse der Chemie geglückt zu sein.

Dabei ist die Verwendung von Lasern für die VC-Herstellung nach Meinung von Prof. *Fritz Peter Schäfer*, Direktor am *Max-Planck-Institut für biophysikalische Chemie* in *Göttingen* und Leiter der Abteilung Laserphysik des Instituts, «in nächster Zukunft eine der wirtschaftlich interessantesten Anwendungen der Laserchemie». Und auch Prof. *Karl-Ludwig Kompa*, Direktor der Projektgruppe für Laserforschung der Max-Planck-Gesellschaft, dem (ab 1. Januar 1981) künftigen *Max-Planck-Institut für Quantenoptik* in *Garching*