

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 73 (1955)
Heft: 22

Artikel: Die Anlagen der Holzverzuckerungs AG. in Domat/Ems
Autor: Ostertag, A. / HOVAG
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-61922>

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: 12.12.2025

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

würdigen, nur keine Geschenke, denen der echte Hintergrund der Leistung fehlt! Vergessen wir nie, dass es nicht nur eine Last der Arbeit gibt, sondern viel mehr und wichtiger das Glück der Arbeit, des Tätigseins, des Schaffens, des Erfülltheits von einer grossen Aufgabe! Der Arbeiter hasst es, bedauert zu werden; denn er fühlt sich nicht bedauernswert. Seine Welt kann nicht mit Masstäben gemessen werden, die in ganz anderen Sphären richtig sein mögen. Der Arbeiter wünscht auch ebensowenig wie irgendein Unternehmer etwa eine Nivellierung, die allein und aus wohlbekanntem Gründen ein Anliegen mancher Organisation ist, aber nicht das der Arbeiter. Den Ingenieuren unter Ihnen ist es geläufig, dass arbeitende Kräfte nur frei werden, wenn ein Gefälle vorhanden ist, ob das nun ein Gefälle der Spannungen, der Drücke oder was auch immer sei. So braucht auch der Betrieb seine Gefälle für den Arbeitsablauf, und ein sinnvolles und feinfühliges Differenzieren ist eine der grossen Aufgaben jeder Leitung.

Vielleicht hat mancher unter Ihnen die Einschränkung gemacht, dass das Volkswagenwerk ja ein Staatsbetrieb sei, bei dem manches möglich sei, was in einem rein privatwirtschaftlich geleiteten Unternehmen nicht anging. Dazu möchte ich sagen, dass das Volkswagenwerk überhaupt keinen Besitzer hat, dass kein Pfennig Staatsmittel je verwendet wurde und dass es kein klarer nach rein privatwirtschaftlichen Gesichtspunkten geleitetes Unternehmen in Deutschland geben kann als dieses und dass in jedem Jahr ein angemessener Betrag als Dividende für ein fiktives Kapital für Rechnung dessen, den es angeht, zurückgestellt wird. Dieses Werk, das nie eine Friedensproduktion gehabt hatte und in

dem nie an Export gedacht war, steht heute nach Produktion, Umsatz und Exporterlös an erster Stelle aller deutschen Automobilfabriken und an erster Stelle in Europa. In diesem Werk ist nie gestreikt worden. Ich mache diese Angaben nicht, um zu renommieren, sondern um zu zeigen, wie hoch der wirtschaftliche Erfolg sein kann, der auch mit diesen Auffassungen erzielt wird. Ein Umsatz von mehr als 40 000 DM pro Mann und Jahr ist eben in einem arbeitsintensiven Betrieb nur zu erzielen, wenn jeder so arbeitet und agiert, als ob es sich um seinen eigenen Betrieb handelte, und das dürfte eines der grössten und schönsten Ziele sein, die alle Beteiligten zufriedenstellen.

So stehen wir in unserem Bemühen um den richtigen Standpunkt gegenüber Zehntausenden von Mitarbeitern, in unserem heissen Streben um Gerechtigkeit und Wahrung der Menschenwürde, um Besserung und Sicherung der wirtschaftlichen Existenz gewiss an keinem Endpunkt, sondern irgendwo auf dem Ast einer Kurve, deren Verlauf wir nicht kennen, von der wir nur mit Befriedigung und Dankbarkeit bemerken, dass wir es sind, die ihr steigende Tendenz geben.

Meine Damen und Herren, ich danke Ihnen für Ihr Interesse und Ihre Aufmerksamkeit; bitte, lassen Sie mich am Schluss meiner Worte noch einen Gedanken aussprechen, der mich immer wieder berührt:

Gross und den Göttern gleich fühlt sich der Mensch wohl immer nur im Zerstören. Jedem schöpferisch Tätigen ist in schmerzlicher Demut bewusst, wie sehr er der Gnade bedarf, um überhaupt etwas zuwege zu bringen.

Die Anlagen der Holzverzuckerungs AG. in Domat/Ems

Nach Mitteilungen der HOVAG zusammengestellt von Dipl. Ing. A. Ostertag, Zürich

DK 66.013.5:661.7
Fortsetzung von Seite 292

III. Die Herstellung von Methanol, Ammoniak und Harnstoff

Die Herstellung von Aethylalkohol erfordert als Rohstoffe Holz, Wasser, Wärme und elektrische Energie sowie beträchtliche Mengen von Schwefelsäure. Sie liefert als Nebenprodukte in beträchtlichem Ausmass Kohlensäure. Um die Erzeugung der mit den Bundesbehörden vereinbarten Treibstoffmengen sicherzustellen, musste eine zweite Produktionskette aufgebaut werden, bei der an Stelle von Holz und Schwefelsäure, als Rohstoffe Koks und in vermehrtem Masse elektrische Energie verwendet werden. Diese Kette besteht in der synthetischen Herstellung von Methylalkohol oder Methanol. Der Treibstoff von Ems besteht aus rd. 60 % Methanol und rd. 40 % Aethanol. Bild 9 zeigt das Prinzipschema

der Methanolsynthese, die im engen Zusammenhang mit den andern in Ems durchgeführten Fabrikationszweigen steht.

1. Die Ausgangsstoffe

Die synthetische Erzeugung von Methylalkohol erfolgt durch Umsetzung von Kohlenoxyd (CO) mit Wasserstoff (H₂) bei etwa 300 atü und 350° C in Anwesenheit eines Katalysators. Das hierzu benötigte Mischgas wird in Ems zu einem Teil (CO + H₂) durch einen Wassergasprozess und zum andern Teil (H₂) durch die Elektrolyse von Wasser gewonnen. Das Wassergas wird in einem mit Sauerstoff und Wasserdampf betriebenen Abstichgenerator erzeugt, einer Gaserzeugungsart, die im grossen Massstab zum ersten Mal in Ems angewendet wurde und deren thermischer und betrieblicher Wirkungsgrad bei Einsatz von Koks, Kohle oder sogar Heizöl äusserst günstig ist. Die dabei flüssig aus dem Generator abgezogene Schlacke findet nach erfolgter Granulierung in der Zement-Industrie Verwendung.

Das Rohwassergas wird wie üblich von unerwünschten Beimengungen, die hauptsächlich aus Staub und Schwefelverbindungen bestehen, gereinigt. Zur genauen Einstellung des Verhältnisses zwischen Kohlenoxyd und Wasserstoff auf den Wert 1:2 wandelt man einen Teil des Kohlenoxyds in einer Konvertierungsanlage durch Umsetzung mit Wasserdampf über einem Katalysator bei rund 450° C in Wasserstoff und Kohlendioxyd um. Das bei dieser Umsetzung entstehende Kohlendioxyd wird anschliessend in einer Druckwasserwäsche ausgewaschen. Es bildet zusammen mit dem Kohlendioxyd aus der Alkoholgärung ein Ausgangsprodukt des später zu besprechenden Harnstoffprozesses. Das genau dosierte Gemisch aus Wassergas, Konver-

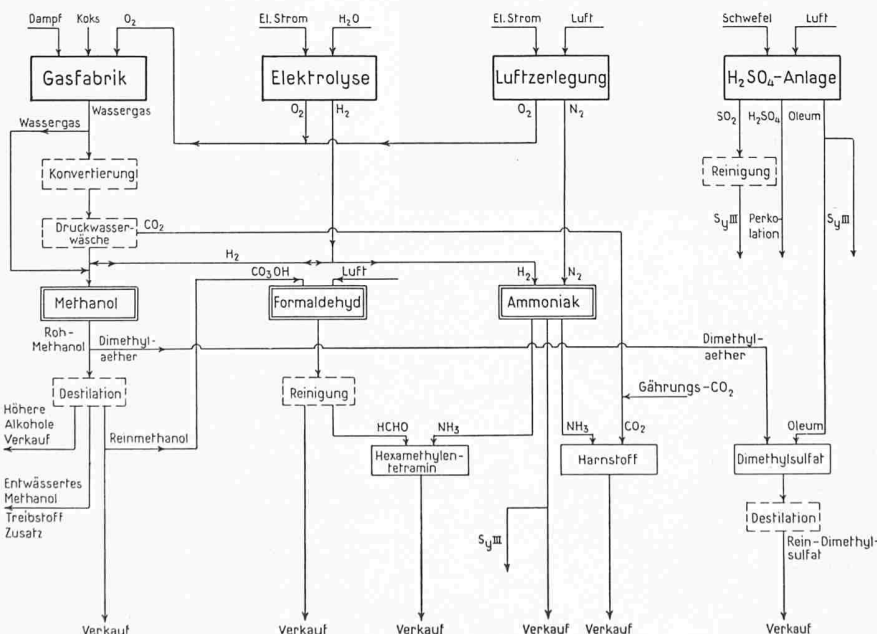


Bild 9. Prinzipschema der Verbundwirtschaft der Emser Werke

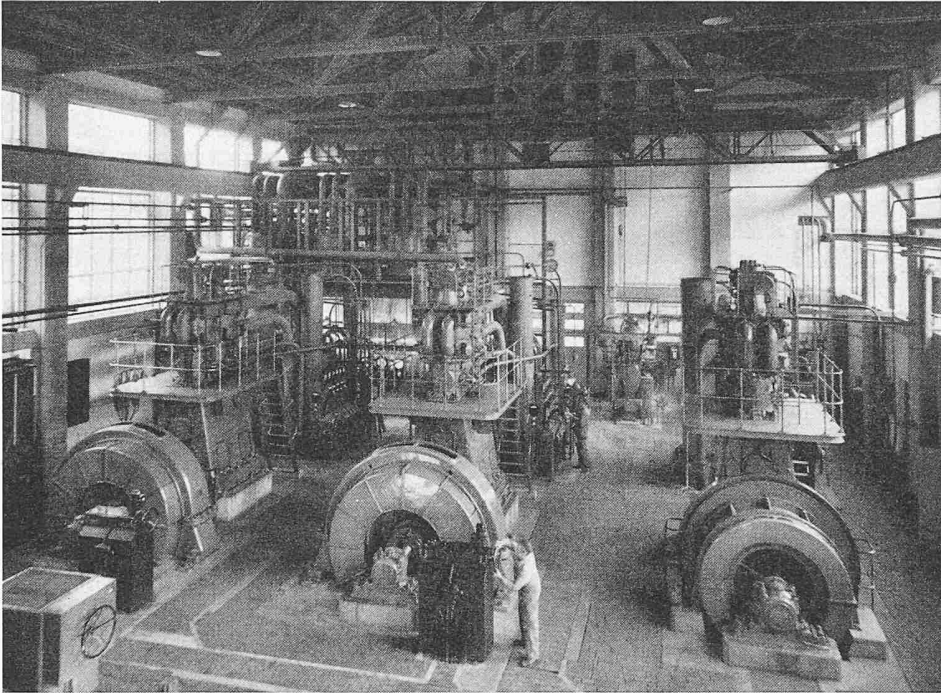


Bild 10. Sechsstufige Hochdruck-Kompressoren mit Zwischen- und Nachkühlern für die Methanolsynthese

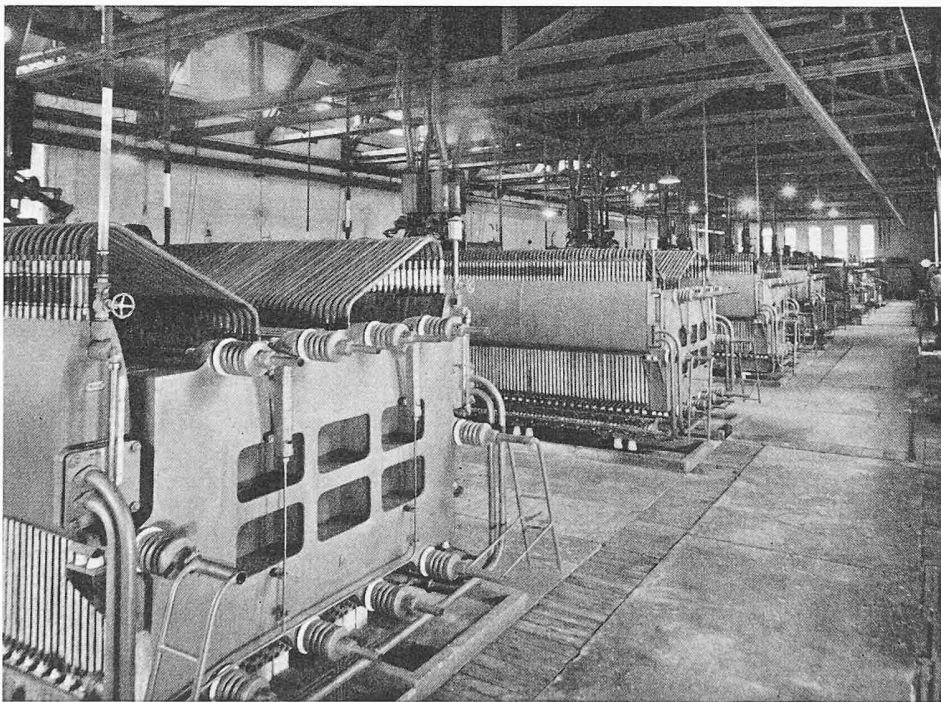


Bild 11. Elektrolyseur zur Herstellung von Wasserstoff und Sauerstoff

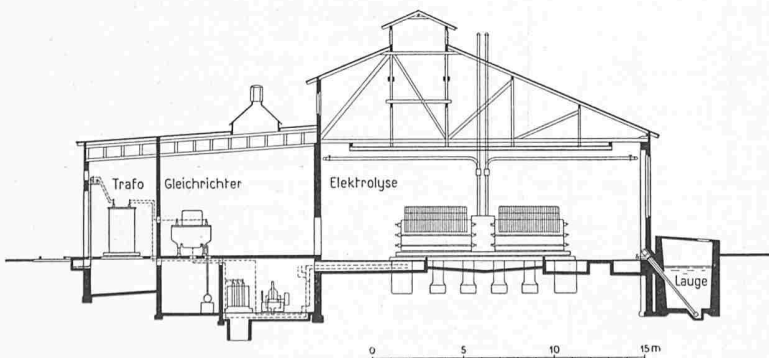
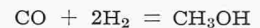


Bild 12. Querschnitt 1:400 durch den Elektrolysenraum

tierungsgas und Wasserstoffgas stellt also das Ausgangsgas der Methanolsynthese dar. Sowohl für Wassergas wie für Konvertierungsgas und für Wasserstoff sind Gasbehälter vor die Synthese geschaltet, die hauptsächlich als Puffer wirken und einen gleichmässigen Betrieb der Syntheseanlage gewährleisten sollen.

2. Die Methanolsynthese

Das Mischgas muss vor der Umsetzung auf 300 atü komprimiert werden. Hierzu stehen sechsstufige Kolbenkompressoren zur Verfügung, die den Werkstätten der Firma Gebrüder Sulzer AG., Winterthur, entstammen, Bild 10. Die Umsetzung der Komponenten und die Ausscheidung des Reaktionsproduktes findet in einer Hochdruckapparatur statt, für deren Ausführung vor allem Korrosionsfragen massgebend waren. Beim Ueberleiten von Kohlenoxyd und Wasserstoff über den Katalysator bildet sich Methanol nach folgender Gleichung:



Als Nebenreaktion entstehen geringe Anteile höherer Alkohole, z. B. Propyl- und Butylalkohol. Die Reaktionsprodukte werden durch Abkühlung des den Konverter verlassenden Gases flüssig abgeschieden und aus dem Prozesskreislauf herausgenommen. Da bei einem Durchgang durch den Katalysator die Reaktion nicht hundertprozentig verläuft, führt man das Mischgas im Kreislauf mehrmals darüber. Dazu dienen besondere Umwälzpumpen, die unter dem hohen Reaktionsdruck des Mischgases arbeiten. Sie wurden von der Maschinenfabrik Burckhardt, Basel, geliefert.

Die Aufarbeitung des rohen Alkoholgemisches bezweckt die Trennung der einzelnen Komponenten. Sie erfolgt durch Destillation. In der ersten Stufe, die man unter erhöhtem Druck durchführt, wird der Dimethyläther gewonnen. Er dient zur Herstellung von Dimethylsulfat, einem beliebten Methylierungsmittel. Zur Herstellung von Reinformethanol für chemische Zwecke oder von entwässertem Methanol als Treibstoffkomponente werden in einer zweiten Stufe der Aufarbeitung durch fraktionierte Destillation sowohl der Wassergehalt als auch der Gehalt an höheren Alkoholen wesentlich verringert. Die dabei anfallenden höheren Alkohole zerlegt man in einer besonderen Destillationsanlage in ihre Komponenten. Diese finden hauptsächlich als Lösungsmittel bei der Lackherstellung Verwendung.

3. Die Ammoniaksynthese

Die Harnstoffsynthese und die Laktamsynthese, die später be-

geschrieben werden, verlangen Ammoniak (NH_3), zu dessen Herstellung ein Gemisch von Stickstoff und Wasserstoff im Volumenverhältnis 1:3 notwendig ist. In Ems erzeugt man den Wasserstoff durch elektrolytische Zersetzung des Wassers in einer Elektrolyseanlage, die bei einem Aufwand an elektrischer Energie von 20 000 kW rd. 3500 m³/h Wasserstoff ergibt, Bilder 11 und 12. Der dabei gleichzeitig anfallende Sauerstoff wird in der Gasfabrik zur Herstellung von Wassergas eingesetzt und dank seiner hohen Reinheit auch in Druckflaschen abgefüllt, um für Schweiss- und andere Zwecke verkauft zu werden. Der elektrolytisch gewonnene Wasserstoff braucht für den Einsatz in die Ammoniaksynthese nicht gereinigt zu werden.

Die zweite Gaskomponente, der Stickstoff, wird in einer Luftzerlegungsanlage gewonnen. Diese arbeitet nach dem bekannten Verfahren durch Verflüssigung der Luft und anschliessende fraktionierte Destillation. Neben reinem Stickstoff erhält man auch hier hochprozentigen Sauerstoff, den man ebenfalls zur Wassergaserzeugung verwendet. Das Gasgemisch aus Stickstoff und Wasserstoff muss auf 250 bis 350 Atm komprimiert werden, wozu ebenfalls mehrstufige Gaskompressoren zur Verfügung stehen. In diesem Zustand werden sie über einem Eisenschmelz-Kontakt bei rd. 500° C in Ammoniak umgesetzt. Diese Umsetzung erfolgt wiederum in einem Hochdruckkonverter, bei dessen Konstruktion vor allem die hohe Temperatur, der hohe Druck und die entkohlende Wirkung des Wasserstoffgases unter diesen Bedingungen berücksichtigt werden mussten. Auch bei dieser Synthese wird zur Erreichung einer vollständigen Umsetzung das Synthesegas im Kreislauf mehrmals über den Kontakt geführt, wobei nach jedem Durchgang das neu gebildete Ammoniak durch Teilkühlung flüssig in hundertprozentiger Form abgeschieden wird, Bild 13.

Da die billige elektrische Energie in der erforderlichen Menge nur in den Frühlings- und Sommermonaten zur Verfügung steht, und da der Ammoniakverbrauch des Werkes über das ganze Jahr gleichmässig verteilt ist, muss das Ammoniak im Sommer hergestellt und der Ueberschuss für den Winter aufgespeichert werden. Dazu dienen zwei gegen Wärmeeinfall gut isolierte Behälter von je 1000 m³ Inhalt, in denen das Ammoniak in flüssiger Form und unter Atmosphärendruck, also bei einer Temperatur von rd. -35° C gelagert wird, Bild 14. Der sich in diesen Behältern bildende Dampf wird periodisch abgesogen,

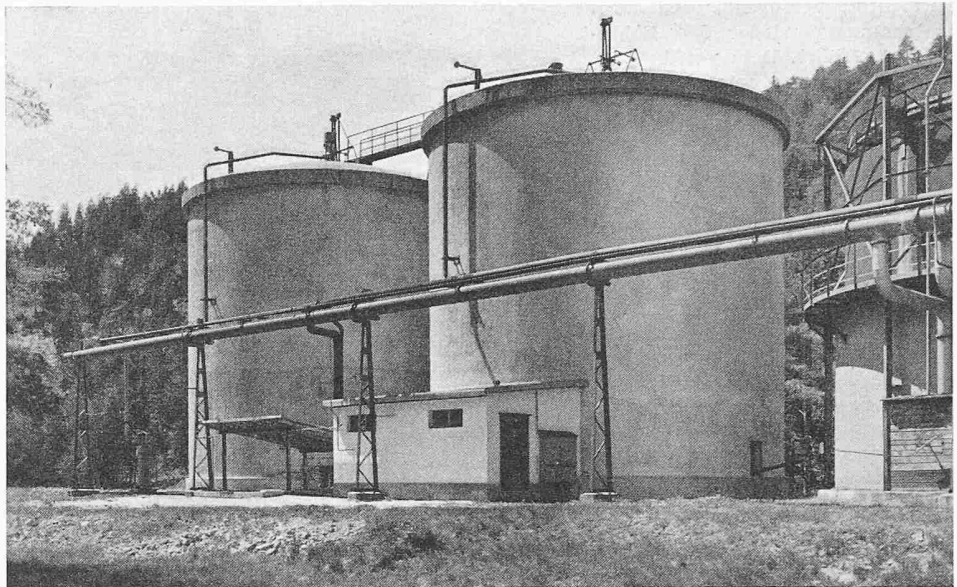


Bild 14. Tankanlage für flüssiges Ammoniak

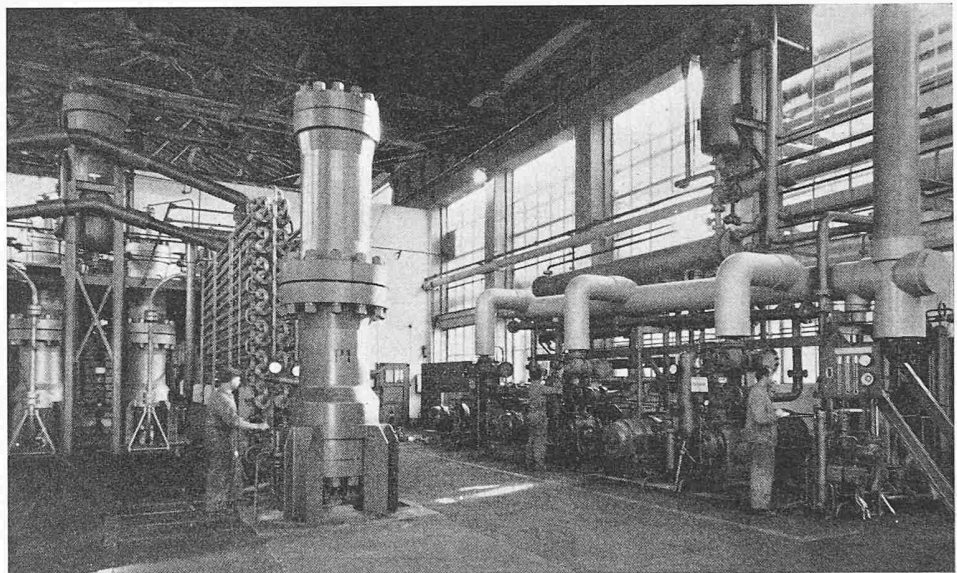


Bild 13. Ammoniak-Gewinnungsanlage, vorn Hochdruckkonverter, links Kompressoren für die Tankanlage

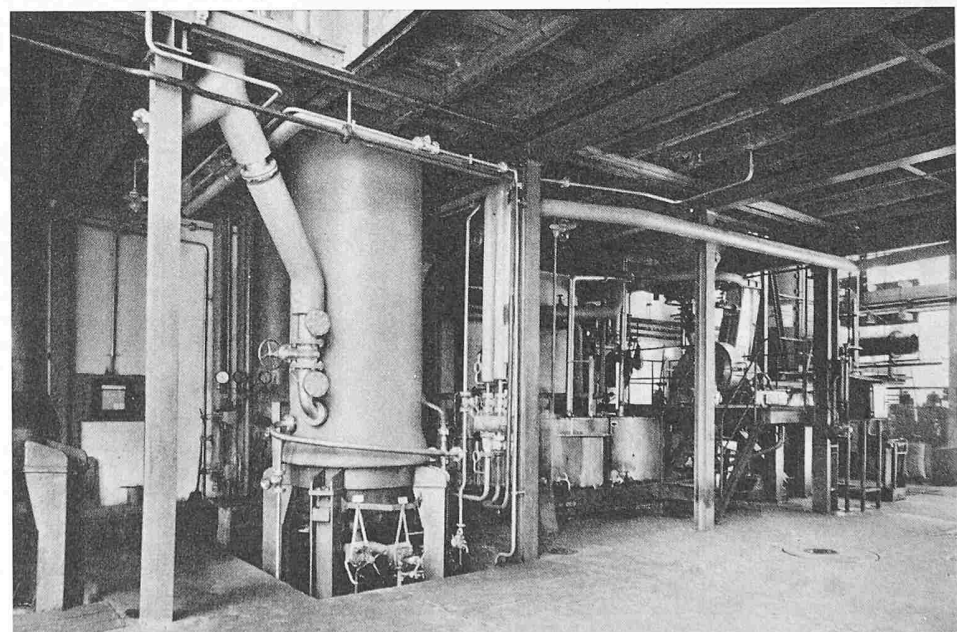


Bild 15. Teilansicht aus der Harnstoff-Fabrikation

verdichtet, verflüssigt und nach Entspannung wieder den Behältern zugeführt. Dem verfügbaren Speichervolumen entspricht eine Elektrizitätsmenge von rd. 20 Mio kWh, etwa ein Drittel der im Speicherbecken von Marmorera enthaltenen Arbeitsmenge.

4. Die Harnstoffsynthese

Da aus der Alkoholgärung und aus der Konvertierung des Wassergases Kohlensäure in grösseren Mengen anfällt, und da die Einschränkung der Methanolproduktion vor allem im Sommer eine erhöhte Ammoniakproduktion zulässt, wurde zur Verwertung von Kohlendioxyd und Ammoniak eine Harnstoffherstellung er- stellt. In dieser wird Ammoniak und Kohlensäure — das erste in flüssigem Zustand, das zweite gasförmig — auf etwa 200 Atm Druck gebracht und anschliessend in einem Autoklaven bei 180° C zu Harnstoff umgesetzt. Da auch diese Umsetzung nur zu rd. 50 % erfolgt, müssen die nicht umgesetzten Ausgangskomponenten in einer speziellen Anlage voneinander getrennt werden, um wieder für den Prozesseinsatz bereit zu sein. Diese Trennung stellt eine Weiterentwicklung des Harnstoffprozesses dar, die in Ems ausgearbeitet wurde.

Der Harnstoff verlässt den Autoklaven als flüssige Schmelze. Diese muss noch von dem bei der Reaktion entstehenden Wasser befreit werden, wobei sich der Harnstoff in Kristallform abscheidet. Das so erhaltene Produkt zeichnet sich durch hervorragende Reinheit aus, so dass es sowohl

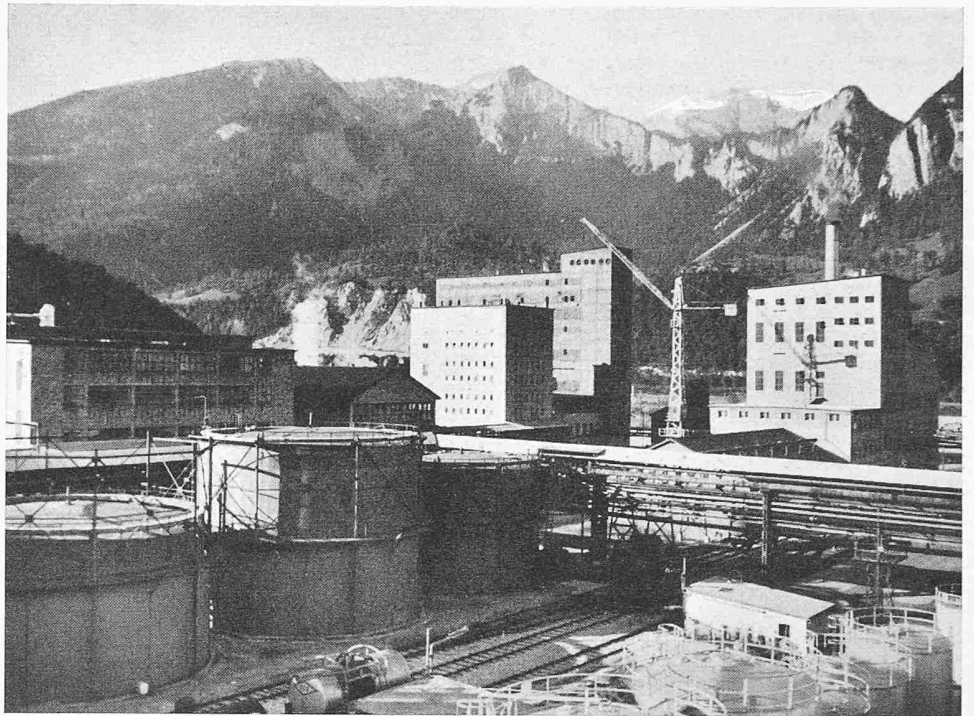


Bild 18. Blick in die Werkanlagen. Im Vordergrund Treibstoff-Abfüllstationen, darüber eine Rohrbrücke, links Gasbehälter für Wasserstoff. Hinten von links nach rechts: Laktamsynthese, Alkoholgärung, Destillation, Perkolatorenhaus, Kesselhaus.

zur Düngung wie zur Viehfütterung als auch zur Herstellung von Kunststoffen ohne weiteres verwendet werden kann. Der Harnstoff wird zum weitaus grössten Teil exportiert. Die Bilder 15 und 16 zeigen Teile der Anlagen für die Harnstoffgewinnung.

5. Die Schwefelsäureanlage

Zur Durchführung des Holzverzuckerungsprozesses benötigt man grössere Mengen verdünnter Schwefelsäure (H_2SO_4). Andere Schwefelverbindungen werden für die Erzeugung von Dimethylsulfat sowie von Laktam gebraucht, die später beschrieben werden soll. Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, diese Verbindungen in einer besonderen Anlage im eigenen Betrieb aus Schwefel herzustellen. Dazu wird Schwefel mit Luft in einer besonderen, hierfür gebauten Feuerung zu Schwefeldioxyd verbrannt, von dem ein Teil nach erfolgter Reinigung der Laktam-Fabrikation zufließt. Diese Verbrennung erfolgt unter Luftüberschuss. Der Rest des Schwefeldioxyds ergibt mit dem in der Verbrennungsluft übrig gebliebenen Sauerstoff nach bekanntem Verfahren über einen Vanadiumoxydkontakt bei 400 bis 600° C und unter Atmosphärendruck Schwefeltrioxyd, aus dem durch Absorption in Schwefelsäure sowohl Oleum (rauchende Schwefelsäure) als auch konzentrierte Schwefelsäure gewonnen werden kann. Zur Erwärmung auf die Umsetzungstemperatur verwendet man die bei der Verbrennung des Schwefels frei werdende Wärme.

Die Schwefelsäure dient zur Aufbereitung des Schubwassers in der Holzverzuckerung, das Oleum zum grössten Teil zur Laktam-Erzeugung, zum kleineren Teil zur Herstellung des Dimethylsulfates als Lieferant des 100 %igen Schwefeltrioxydes, das mit dem aus der Methanolsynthese stammenden Dimethyläther in fast restloser Ausbeutung Rohdimethylsulfat ergibt. Dieses verarbeitet man auf reines Dimethylsulfat und bringt es als Methylierungsmittel auf den Markt.

Dimethyläther lässt sich in einer Methylierungsanlage über einen Kondensationskatalysator mit Anilin zu Dimethylanilin, einem Grundstoff der Farbstoff- und der pharmazeutischen Chemie, oder zu Monomethylanilin, einem Mittel zur Erhöhung der Oktanzahl des Benzins, verarbeiten.

IV. Die Herstellung von Laktam

1. Die Veranlassung zur Aufnahme der Laktamerzeugung

Die Holzverzuckerungs-AG. war vertraglich verpflichtet, Mittel und Wege zu einer schrittweisen Verbilligung des von

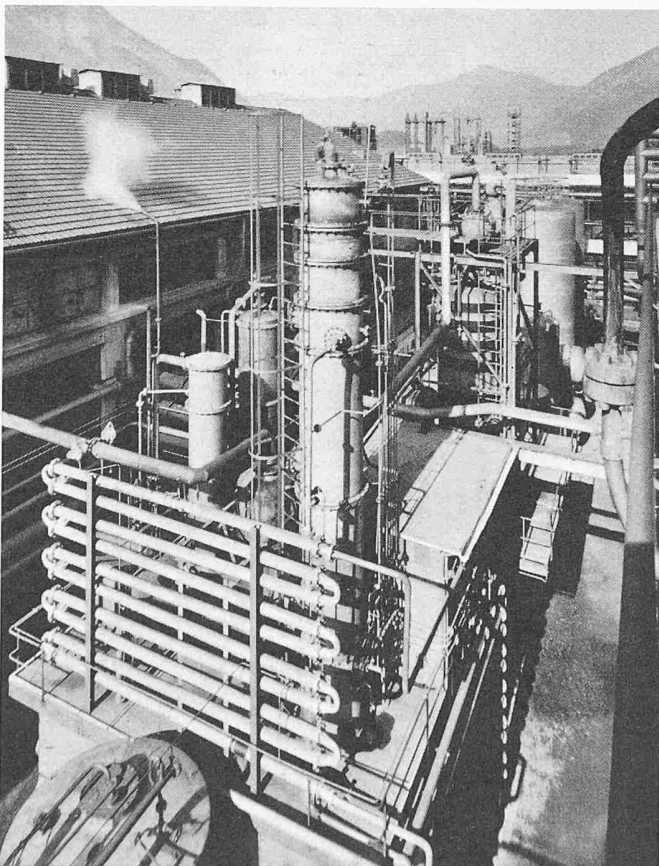


Bild 16. Blick über einen Teil der Freiluft-Anlage für die Harnstoff-fabrikation

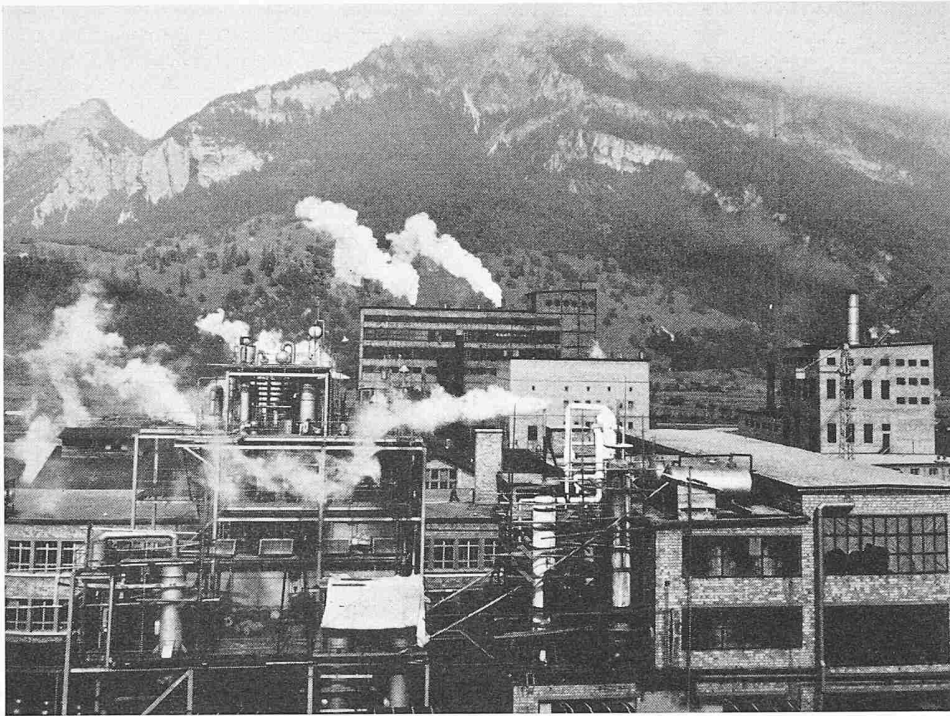


Bild 17. Teilansicht aus den Emser Werkanlagen. Im Vordergrund Teile der Freiluft-Anlage für die Harnstoffgewinnung, in der Mitte hinten das Perkolatorenhaus, rechts das Kesselhaus

Bild 19 (rechts). Ring- und Kettenbildung von Aminocarbonsäuren

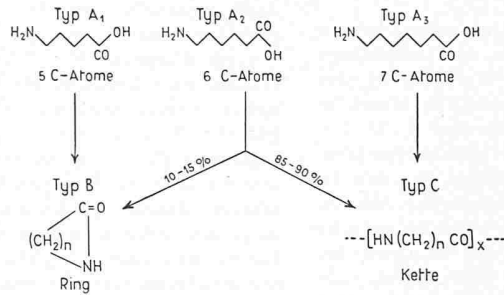


Bild 20 (unten). Chemische Umsetzungsprozesse für die Laktamherstellung

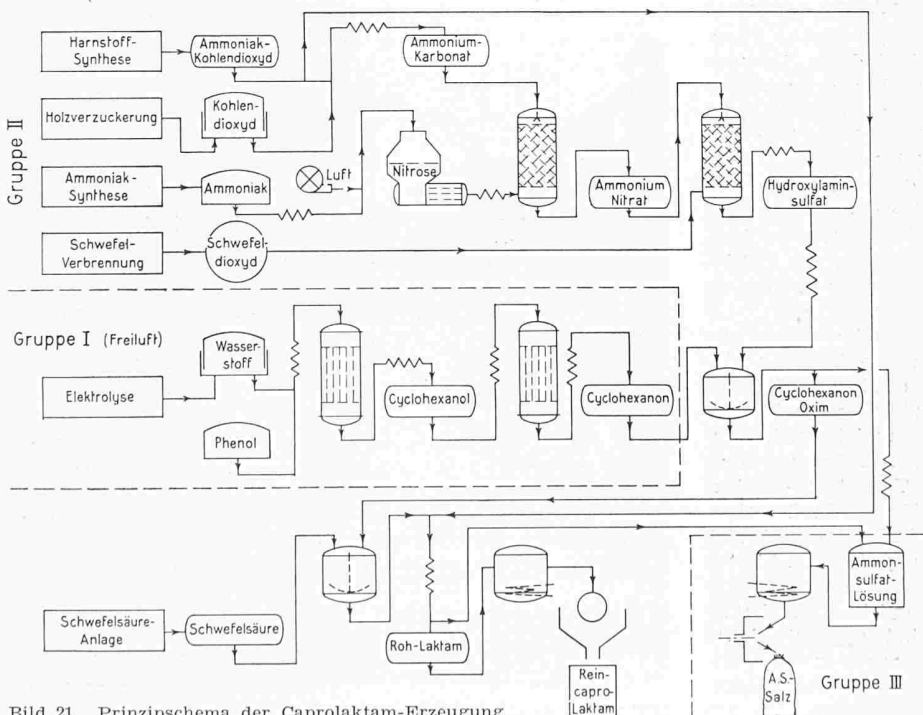
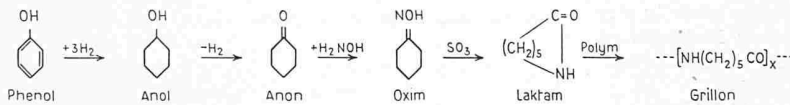


Bild 21. Prinzipschema der Caprolaktam-Erzeugung

ihr hergestelltem Treibstoffes zu suchen, um diesen preislich und qualitätsmässig den gewohnten Treibstoffen des Inlandmarktes anzupassen und so die Bereitschaft zur freiwilligen Abnahme zu fördern. Trotz steigender Holzpreise und Löhne konnte sie dank der Verbesserungen in der Fabrikation der Treibstoffe und besserer Ausnützung von Nebenprodukten den Uebnahmepreis von 2022 Fr./t im Jahre 1944/45 auf 1077 Fr./t im Jahre 1953 senken. Zu dieser Senkung trugen verschiedene Faktoren bei, so u. a. die sorgfältige und zielbewusste Verwertung der anfallenden Nebenerzeugnisse und ihre Umarbeitung auf Produkte, für die eine dauernde Nachfrage vorhanden ist.

Ein weiterer wichtiger Faktor ist die möglichst vollständige Auslastung der Produktionsanlagen und der Belegschaft. Die in dieser Richtung vorgenommenen schrittweisen Verbesserungen äusseren sich naturgemäss in einer Erhöhung der Produktion. Da aber das vom Bund zugesicherte Uebnahmekontingent nicht erhöht werden durfte, mussten neue Wege gesucht werden, die trotzdem eine volle Auslastung der Anlagen erlaubten. Die Herstellung von Aethylalkohol durfte mit Rücksicht auf die schweizerische Wald- und Holzwirtschaft nicht eingeschränkt werden. Dagegen war eine teilweise Umstellung der Methanol-Fabrikation grundsätzlich möglich. Am einfachsten wäre hier ein Ausweichen in den Sektor des Salpetersäuredüngers gewesen. Darauf hat man auf Wunsch der Bundesbehörden aber verzichtet, um nicht andere Industrien damit zu konkurrenzieren. Dagegen bot sich in der Erzeugung von Kunststoffen, insbesondere von Kunstfasern, eine interessante Möglichkeit, die einem allgemeinen Bedürfnis entsprach. Der Grundstoff ist Caprolaktam, ein zur Polymerisation befähigtes Erzeugnis.

2. Die chemischen Vorgänge

Die Fähigkeit gewisser Thermoplaste, brauchbare Fasern und Fäden zu bilden, hängt mit dem Aufbau ihrer Moleküle zusammen, deren Länge 400 bis 1000 mal grösser ist als ihr Durchmesser. Man spricht hier von Faden- oder Kettenmolekülen. Das chemische Verfahren zur synthetischen Herstellung von Stoffen aus solchen Molekülen hat der amerikanische Forscher W. H. Carothers als rein wissenschaftliche Studie im Jahre 1929 entwickelt. Der Vorgang lässt sich an Hand des Schemas Bild 19 verfolgen. Bekanntlich bilden die Kohlenstoffatome gewisser Kohlenwasserstoffverbindungen reihenförmige oder ringförmige Gebilde, an denen sich andere Atome oder Atomgruppen

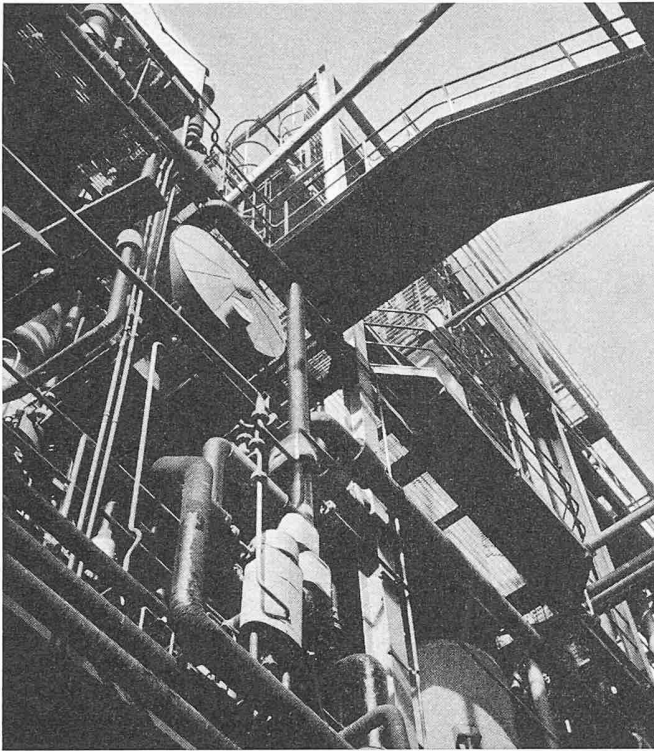


Bild 23. Teil der Freiluftanlage zur Caprolaktam-Erzeugung

anlagern. Im oberen Teil von Bild 19 sind drei reihenförmige Moleküle dargestellt, an deren beiden Enden reaktionsfähige Atomgruppen H_2N und OH angelagert sind. Man spricht hier von bifunktionellen Verbindungen. Die dargestellten Moleküle (Typ A_1 , A_2 , A_3) unterscheiden sich lediglich durch die Anzahl der C-Atome, also durch die Länge des Molekülumpfes. Unter den verschiedenen möglichen Atomgruppen, die sich an den Enden anlagern können, haben bisher einerseits Aminogruppen und andererseits Carboxylgruppen grösste praktische Bedeutung erlangt. Diese Gruppen haben die Tendenz, bei höheren Temperaturen Wasser abzuspalten und sich zu $CO-NH$ -Gruppen zu vereinigen. Bei Molekülen mit vier oder fünf Kohlenstoffatomen (Typ A_1 , Bild 19) vereinigen sich in der Regel die endständigen Atomgruppen des selben Moleküls zu einem Ring (Typ B). So entstehen z. B. die Aminocarbonsäuren.

Carothers verlängerte den Rumpf der Moleküle und stellte überraschenderweise fest, dass die Moleküle mit sieben und mehr Kohlenstoffatomen nicht mehr unter innerem Ringchluss reagieren, sondern dass die endständigen Gruppen *verschiedener* Moleküle zusammentreten. Diese Reaktionsweise zeigt z. B. die Aminoheptancarbonsäure (Typ A_3), indem sich bei der Wärmebehandlung (Polykondensation) eine Kettenbildung einstellt, wie das auf Bild 19 unten rechts (Typ C) angedeutet ist. Dieser Prozess, der theoretisch weitergeht, bis das letzte Molekül in die Kette eingegliedert ist, wird aus praktischen Gründen durch Zusatz kettenabbrechender Mittel soweit begrenzt, dass sich die Ketten aus 150 bis 200 Grundmolekülen (Molekulargewicht 15 000 bis 20 000) zusammensetzen.

Eine besondere Stellung nimmt die ϵ -Aminocapronsäure mit sechs Kohlenstoffatomen ein, die dem Typ A_2 entspricht. Von ihr leitet sich das Caprolaktam ab, das in Ems auf Grilon verarbeitet wird. Caprolaktam ist eine ringförmige Verbindung vom Typ B in Bild 19, wie Benzol und Phenol. Dass solche Ringverbindungen unter bestimmten Bedingungen zu 85 bis 90 % in Kettenverbindungen vom Typ C übergeführt werden können, hat 1938 *P. Schlack* in Deutschland festgestellt. Die grosse Bedeutung dieser Erfindung ergibt sich daraus, dass Caprolaktam mit wesentlich geringeren Kosten hergestellt werden kann als die entsprechende offenkettige Verbindung, die ϵ -Aminocapronsäure. Ähnliche Ueberlegungen gelten für die Verwendung von Verbindungen mit sieben und mehr Kohlenstoffatomen, die hundertprozentig polymerisieren, während in den Verbindungen mit nur sechs Kohlenstoffatomen, wie erwähnt, 10 bis 15 % niedermolekulare An-

teile verbleiben und vor der Weiterverarbeitung ausgewaschen werden müssen. Für die Herstellung dieser letztgenannten Verbindungen kann man von natürlichen Rohstoffen ausgehen, z. B. von Benzol oder von Phenol oder von Abkömmlingen dieser Stoffe.

Die Umsetzung von Phenol in Laktam ist auf Bild 20 schematisch dargestellt. Sie erfolgt in vier Stufen. Zunächst wird das Phenol durch Anlagern von drei Wasserstoffmolekülen in Gegenwart von Katalysatoren hydriert, wodurch Cyclohexanol — kurz Anol genannt — entsteht. Dann folgt ein Dehydrierungsprozess, durch den unter Anwendung eines anderen Katalysators das Anol in Cyclohexanon — kurz Anon — übergeht. Die dritte Stufe besteht in einer Umsetzung mit Hydroxylamin H_2NOH , das in einer besondern Produktionskette hergestellt wird, wodurch Cyclohexanonoxim — kurz Oxim — gewonnen wird. Schliesslich wird in der letzten Stufe eine Umlagerung der Moleküle mit rauchender Schwefelsäure und eine Neutralisation der entstandenen Säure vorgenommen. Man benützt dazu Ammoniakwasser, das mit der Schwefelsäure zusammen Ammoniumsulfat bildet. Dieses fällt aus und wird durch Eindampfen zu festem Salz umgewandelt. Das Rohlaktam bedarf noch der sorgfältigen Reinigung, worauf das Rein-Laktam in farblosen, grossen Kristallen erhalten und zur weiteren Verarbeitung an die Grilon-Kunststoffabteilung abgegeben wird. Dieses Laktam weist einen Reinheitsgrad von über 99,9 % auf.

3. Durchführung der Laktamsynthese

Das heute angewendete Verfahren wurde in Ems nach jahrelanger Forschungsarbeit entwickelt. Für seine industrielle Durchführung ist in den Jahren 1950/51 eine neue Fabrikationsstätte errichtet worden. Die hauptsächlichsten Ausgangsstoffe sind das Ammoniak, das mengenmässig den grössten Anteil beiträgt, ferner Kohlendioxyd, Schwefeldioxyd, Wasserstoff, Schwefelsäure und Phenol. Ausser Phenol werden alle Ausgangsstoffe in Ems auch für andere Fabrikationszweige benötigt und in bestehenden Apparaturen hergestellt. Das auf Bild 21 dargestellte Prinzipschema lässt die einzelnen Fabrikationsketten erkennen. Wie ersichtlich, erstreckt sich die Fabrikation auf drei getrennte Erzeugungstätten. Davon ist die erste mit Rücksicht auf den Wasserstoff als Freiluftanlage eingerichtet worden. Sie dient der Hydrierung des Phenols zu Cyclohexanol sowie zur abschliessenden Dehydrierung, wodurch Cyclohexanon entsteht. Die zweite Gruppe umfasst die Herstellung des Hydroxylaminsulfates aus Ammoniak, Kohlendioxyd und Schwefel-

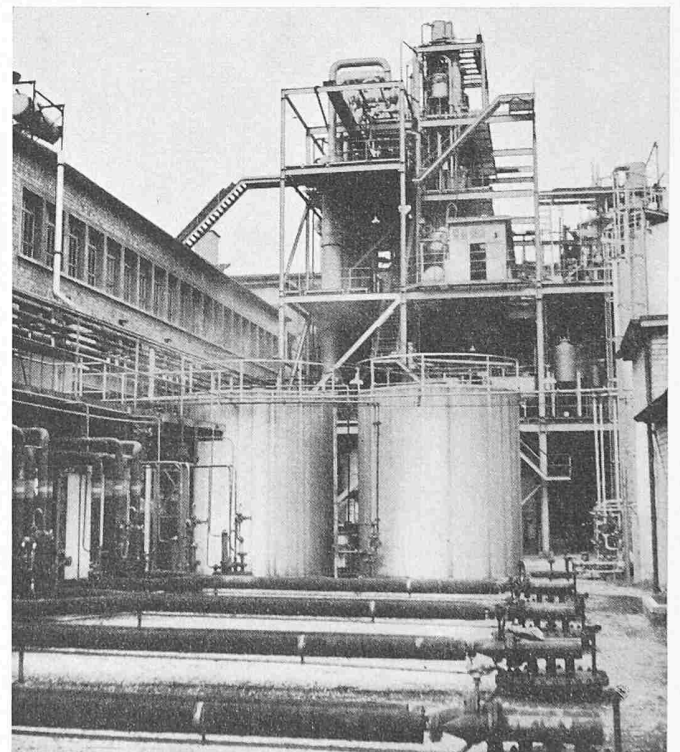


Bild 22. Blick auf die Freiluftanlage zur Caprolaktam-Erzeugung

dioxyd, ferner die des Cyclohexanon-Oxims und des ϵ -Caprolaktams. Die übersichtliche, mit allen modernen Hilfsmitteln ausgestattete Anlage ist in einem Gebäude untergebracht und kann in allen ihren Funktionen zentral gesteuert und kontrolliert werden. Die dritte Erzeugungsstätte bildet die Eindampfung der aus der Laktamfabrikation anfallenden Ammoniumsulfatlauge zu festem Ammoniumsulfatsalz, das ein begehrtes Düngemittel darstellt.

Zur Herstellung des Hydroxylaminsulfates in der zweiten Gruppe dient als Ausgangsstoff Ammoniakgas, das mit Luft gemischt in einem Verbrennungssofen über einem Platinnetz verbrannt wird, wobei eine Ammoniumnitritlösung entsteht. Diese ergibt dann mit Schwefeldioxydgas das gewünschte Hydroxylaminsulfat. Das Ammoniumkarbonat gewinnt man aus Wasser, das Ammoniak und Kohlensäure in gelöster Form enthält und beim Harnstoffbetrieb anfällt. Ein Teil dieses Wassers dient als Neutralisationsmittel für die übrigen Erzeugungsstufen des Laktams.

Fortsetzung folgt

Nochmals zu «achtung: die Schweiz»

DK 711.2

Anmerkungen von Peter Meyer

Mit Erlaubnis des Verfassers drucken wir einige Abschnitte aus einem grösseren Aufsatz im Märzheft 1955 der «Neuen Schweizer Rundschau» ab. Red.

Frühere Äusserungen zum gleichen Thema siehe SBZ 1955, S. 49, 108, 121.

Eine Stadt auf einen Wurf zu planen, ohne Bindung an einschränkende Gesetze — der Traum jedes Architekten. Aber eben ein Traum, der selbst dann ohne Folge, ohne Vorbildlichkeit bliebe, wenn er realisiert werden könnte; denn das Hauptproblem liegt ja gerade für jede Stadt darin, das Bestmögliche aus den jetzt und hier vorliegenden realen Verhältnissen zu machen. Aus den einmaligen Verhältnissen der Topographie, der Geschichte, des wirklichen Staates und seiner Wirtschafts-, Gesellschafts- und Rechtsordnung. *Hic Rhodus, hic salta.*

Das gleiche gilt für die Verkehrsprobleme: eine neue Stadt für 15 000 Einwohner, mit im voraus geplantem Strassennetz, das wäre überhaupt kein Problem; und das glatte Funktionieren des Verkehrs wäre für die anderen Ortschaften beneidenswert, aber kein Vorbild — denn die Pointe ist ja eben, dass sich überall sonst der Verkehr in der vorhandenen Bebauung und im vorhandenen Strassennetz zu rechtfinden muss; hier gilt es zu verbessern, nicht in «müder Saniererei», wie die Verfasser meinen, sondern in liebevoller Detailarbeit.

*

«Dabei ist die Schweiz nichts anderes als eine Idee, die einmal realisiert worden ist. Man ist nicht realistisch, indem man keine Idee hat.»

—? Wirklich, ist die Schweiz nach Programm gegründet worden? Kuriose Zumutung, dass sich ein Staat andauernd bemühen müsse, seine Existenz durch eine «Idee» zu rechtfertigen. Vor wem zu rechtfertigen? Vor dem nächstbesten Intellektuellen, der zu wenig Einsicht in die historischen Kräfte hat, um die Existenz des Staates in ihrer geschichtlichen Tatsächlichkeit zu verstehen? Oder vor den Nachbarstaaten — als ob uns diese ihre Existenzberechtigungsausweise jemals in einer anderen Form präsentiert hätten als in Gestalt ihres Vorhandenseins? Oder vor uns selbst? Als ob da nicht schon die simple Tatsache seiner Existenz genügte und das elementare Gefühl «wir sind wir und die andern sind eben die andern». Gibt es etwas Subalterneres, Kleinbürgerlicheres als dieses ängstliche schlechte Gewissen: «Entschuldigen Sie, dass ich geboren bin» und «habe ich meine Sache auch wirklich recht gemacht»? Wenn irgendwo, so ist hier, im Geschichtlichen, die «Idee» der Ueberbau, das Abgeleitete, die nachträgliche Interpretation einer nicht in Frage zu ziehenden Tatsächlichkeit, und nicht ihre Grundlage. Wenn sich dann so gute Ideen wie die der Freiheit und Menschlichkeit so fest in das Staatsbewusstsein einbauen lassen, wie es im Fall der Schweiz möglich war — um so besser. Aber diese Ideen sind ja nicht gerade immer so rein gehalten worden, wie wir uns gerne einreden, und trotzdem hat der Staat seine Krisen überstanden, weil er eben nicht auf diese Ideen gegründet, sondern in seinen besten Momenten nach ihnen aus-

gerichtet war, so dass seine Existenz auch durch ihre vorübergehenden Verdunkelungen nicht erschüttert wurde. Wenn man jedesmal die Fundamente des Staates umbauen wollte, wenn einem geistreichen Intellektuellen eine neue Idee einfällt —!

*

«Haben wir den Ausstellungsrummel, der durch den einmaligen Erfolg von 1939 ausgelöst worden ist, nicht satt? Es ist eine Sache der Routine geworden, und wir sind im Begriff, Meister der geschmackvollen Schaustellerei zu werden; nur mit der Realität werden wir nicht fertig.»

So ist es. Die Landesausstellung 1939 ist allerdings nicht daran schuld, die Sache liegt tiefer. Unsere ganze heutige Architektur schielt von Anfang an nach Publizität, man baut überall primär für die Zeitschriften, für die Modernitäts-Reklame, für Modernitäts-Preise, Avantgarde-Kongresse, Ausstellungen «So baut —». Und die Ausstellungen sind längst Selbstzweck geworden, Manifestationen der Ausstellungskunst; das Gezeigte ist lediglich Rohmaterial für die gerissene Aufmachung. Dass uns dieser hektische Ausstellungs- und Publikationsbetrieb längst zum Halse heraushängt, dies gesagt zu haben ist ein Verdienst unserer Broschüre. So ist es.

Ob aber nicht Landesausstellungen ausgerechnet zu den wenigen sinnvollen Veranstaltungen gehören? Man könnte sich grössere Abstände als 25 Jahre denken — 30, 35 Jahre; aber in jedem «Menschenleben» einmal einen Querschnitt ziehen, Rechenschaft abzulegen über Vergangenheit und Gegenwart — das scheint mir nicht sinnlos zu sein; und Selbstbestätigung braucht nicht Selbstbeweihräucherung zu sein.

*

Noch bis ins vorige Jahrhundert war der Architekt ein handwerklicher Mann mit dem Masstab in der hinteren Hosentasche. Diesen Masstab hat er heute nicht mehr. Seit den Zeiten des Jugendstils sind die Architekten Propheten und Menschheitsreformer geworden, ohne dass die Menschheit dieses Prophetentum so recht escomptieren wollte — es ist doch zuviel Wirtschaftliches damit verbunden. Selbst Avantgarde-Architekten leben ungen von Heuschrecken und wildem Honig, wie die alten Propheten. Es ist nicht schwer, sich unerreichbare Ziele zu setzen, und dann die Wirklichkeit als kleinlich und spießig zu verdammen; letzten Endes ist es aber doch das Jetzt und Hier, ist es die jeweils vorliegende, einmalige Situation mit allen ihren Komplikationen, aus der sich die Aufgabe stellt, und nicht eine abstrakte «Idee». Und es ist wahrscheinlich der grössere Idealismus, diese Realität in ihrer ganzen Unscheinbarkeit zu akzeptieren und daraus nicht etwas Fulminantes, aber das Bestmögliche zu machen. Wer darin nur «müde Saniererei» sehen kann, degradiert die Würde dieser Aufgaben — ohne sie anders lösen zu können.

Die Enge unserer Verhältnisse — der europäischen Verhältnisse — ist ein Faktum, mit dem wir uns abzufinden haben wie mit dem Mangel an Bodenschätzen, und wie dort die extensive Schwerindustrie eben durch eine intensive Präzisionsindustrie ersetzt werden muss, werden wir unsere räumlich beengten Probleme ernstzunehmen haben.

Als Domenico Fontana aus Melide als päpstlicher Hofarchitekt den grossen Obelisken auf dem Petersplatz aufgestellt hatte, liess er stolz auf den Sockel schreiben «ex pago Mele»; er schämte sich seiner armen Heimat nicht, obschon sie ihm keine Aufträge geben konnte, und es wäre ihm nie eingefallen, seinen Mitbürgern zuzumuten, nun auch in Melide oder Lugano ägyptische Obelisken aufzustellen.

Zeitgenossen, die dermassen von Modernität kochen, dass der Deckel den Dampf nicht zu verhalten mag, werden heute eben nach Brasilien und den andern Wunderländern der unbegrenzten Möglichkeiten auswandern müssen, wie früher die Tessiner — das ist kein Grund zur Dramatisierung und Selbstbemitleidung, denn die Angehörigen aller andern Länder haben genau so ihre Sorgen. Es ist nicht tragisch, dass einer, der durchaus Löwen schießen will, eben nach Afrika fahren muss. Und wem Brasilien für sein Genie immer noch nicht gross genug sein sollte, dem eröffnen sich mit der bevorstehenden Weltraumschiffahrt ganz neue Perspektiven — mitten im aperspektivischen Zeitalter.

Adresse des Verfassers: Peter Meyer, Freie Strasse 20, Zürich