

Entwicklungstendenzen im Autoklavenbau

Von Oberingenieur H. C. Egloff

Gebrüder Sulzer, Aktiengesellschaft, Winterthur

Die Hochdrucktechnik ist ein Gebiet der chemischen Industrie, das im Verlauf der letzten Jahre bemerkenswerte Fortschritte gemacht hat. Arbeitsdrücke von 60 bis 80 atü galten vor etwa 30 Jahren in der Verfahrenstechnik als obere Grenze. Als Folge der Entwicklung der chemischen Synthesen, der Spaltung usw., wurden dann Reaktionsgefäße für Arbeitsdrücke bis zu 1000 atü gebaut, die jedoch keine bewegten Teile aufwiesen. Dank einer intensiven Zusammenarbeit der verschiedenen Forschungsstellen bei der Firma *Gebrüder Sulzer* und in engem Kontakt mit den Verbraucherkreisen wurde es ermöglicht, solche Hochdruckapparate mit Rührwerken auszurüsten.

Damit ist es auch möglich geworden, nicht nur Reaktionen zwischen Gasen, sondern auch zwischen gelösten festen Stoffen sowie festen Stoffen, Flüssigkeiten und Gasen unter hohem Druck und hoher Temperatur mit besserer Ausbeute durchzuführen.

Solche Autoklaven werden heute zur Durchführung zahlloser Verfahren in der gesamten modernen technischen Chemie und der Industrie der Kunststoffe angewendet.

Beim Entwurf dieser Apparate konnten sich die Konstrukteure auf die vielseitigen Erfahrungen der Firma im Maschinenbau, in der Schweißtechnik, der Verarbeitung von Spezial- und Edelstählen sowie der Wahl und der Herstellung von geeigneten Stahlgußqualitäten stützen. Auch für die zweckmäßige thermische Behandlung der verwendeten Spezialstähle standen alle nötigen Hilfsmittel zur Verfügung.¹

Eine der Aufgaben, die dem Konstrukteur gestellt wurden, bestand darin, feste, flüssige und gasförmige Phasen innig zu durchmischen, sowie bei zähflüssigen und breiförmigen Massen einen guten Wärmeübergang und eine rasche Zirkulation des Gutes an den Heizflächen zu erzielen. In der Hauptsache haben *Gebrüder Sulzer* zwei Rührwerkstypen weiter entwickelt. Es handelt sich bei dem einen um den im chemischen Apparatebau bekannten Ankerührer, der

jedoch konstruktiv so durchgebildet ist, daß Quertraversen auch bei großen Abmessungen nicht mehr notwendig sind (Abb. 1). Das Rührorgan wird zudem in den Apparat mit dem geringstmöglichen Spiel zwischen Ankerblatt und Behälterwand eingebaut, so daß die erwünschte bessere Wärmeübertragung bei gleichzeitig rascherem Verlauf des Prozesses erzielt

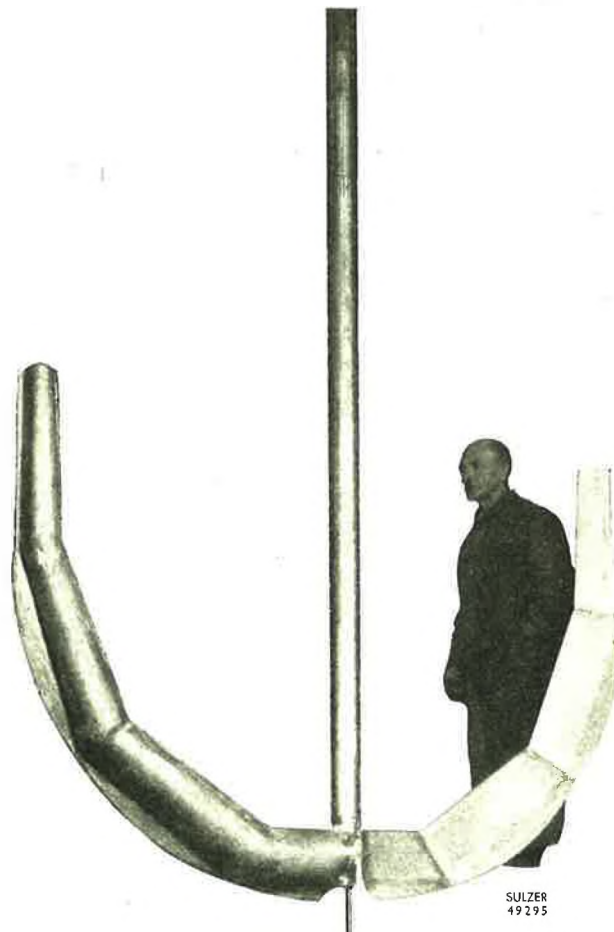


Abb. 1

Rührwerksanker Bauart Sulzer, ohne Quertraversen, in rostfreiem austenitischem Chrom-Nickel-Molybdän-Stahl 18/8/2½, zum Einbau in einen Autoklaven von 5000 l Inhalt; Tourenzahl 30 p. Min., Kraftbedarf 4 PS.

¹ Bericht Nr. 147 der EMPA, Zürich: «Methangas-Stahlgußbehälter Bauart Sulzer», erstattet von Prof. Dr. Ing. h. c. M. Roß, Dezember 1943.

wird. Dadurch wird auch die Krustenbildung weitgehend vermieden, die naturgemäß Verluste an Materie verursacht und den Ablauf der Reaktionen verzögert.

Für dünnflüssiges Gut mit Beimengungen von spezifisch schweren Katalysatoren, Bleicherden oder andern festen Stoffen, die auch mit den darüber befindlichen Dämpfen oder Gasen innig vermischt werden müssen, haben sich *I n t e n s i v - R ü h r w e r k e* bestens bewährt (Abb. 2). Diese als Axialpumpen ausgebildeten Umwälzorgane können mit Heiz- und Kühlelementen ausgerüstet werden und lassen sich fast universell den gestellten Anforderungen anpassen. Auch Kombinationen aus Anker- und Intensivrührwerk werden gebaut, die sich zur Lösung besonderer Aufgaben als geeignet erweisen.

Die Armaturen und Abschlüsse solcher Hochdruckapparate müssen den höchsten Anforderungen entsprechen, um den Betrieb sicherzustellen. Zum Überwachen des Druckes im Autoklaven werden zum mindesten zwei voneinander unabhängig arbeitende Manometer angeschlossen. Es zeigt sich jedoch, daß diese Maßnahme nur bei sorgfältigster Wartung und



Abb. 2

Sulzer-Intensiv-Rührwerk, eingebaut in einen Stahlguß-Autoklaven; Tourenzahl 300 p. Min., Kraftbedarf $2\frac{1}{2}$ PS, Inhalt des Autoklaven 500 l, Betriebsdruck 50 atü, Konstruktionsdruck 60 atü, Probedruck 80 atü.

laufender Kontrolle der Apparaturen ausreicht. Weitere Bauelemente zum Schutz der Apparate sind die Brechplatten- oder Brechkappen-Sicherungen, deren Wirkung auf dem Prinzip beruht, daß eine in einem

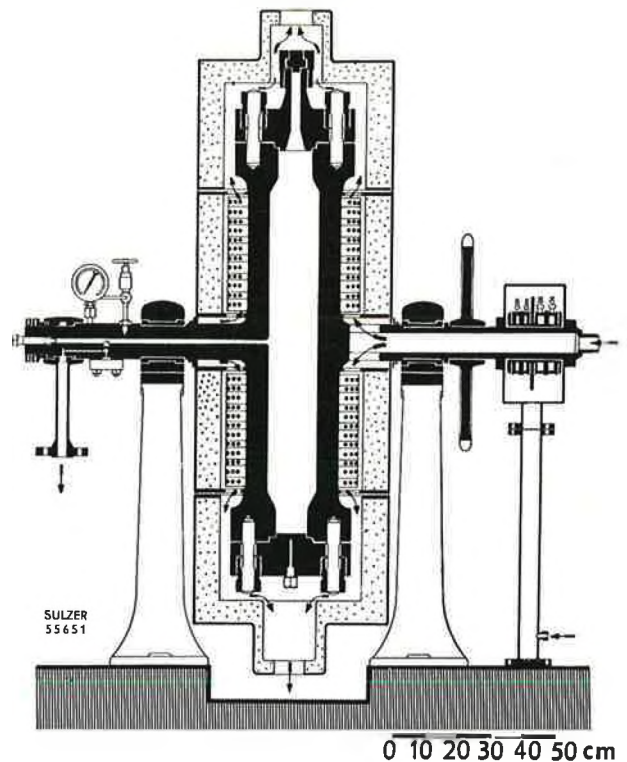


Abb. 3

Sturzautoklav aus legiertem Stahlguß mit Induktionsheizung von 35 kW Leistung und Luftkühlung; Inhalt 20 l, Betriebstemperatur 400—450 ° C, Betriebsdruck 400 atü, Probedruck 525 atü, Tourenzahl 30 p. Min.

mit der Atmosphäre in Verbindung stehenden Gehäuse eingebaute Platte oder Kappe bei einem bestimmten Druck bricht. Meistens ist das Material dieses Sicherheitsorganes bis über die Streckgrenze oder sogar bis zum Beginn der Fließgrenze beansprucht, so daß bei jedem Arbeitsunterbruch dessen Auswechseln empfehlenswert ist. Um die Brechplatte oder -Kappe weniger zu belasten, wird der Konstruktionsdruck solcher Apparate wesentlich höher gewählt als der effektive Betriebsdruck, was bei kleineren Objekten noch angeht, dagegen bei großen Apparaten aus konstruktiven Gründen nicht mehr verantwortet werden kann. Ein auch unter schwierigen Betriebsbedingungen zuverlässig arbeitendes Sicherheitsventil gestattet, die Differenz zwischen Betriebs- und Konstruktionsdruck bedeutend geringer zu halten.

Zur Zeit, als eine für hohe Drücke vollkommen gasdichte Stopfbüchse nicht zur Verfügung stand, hat man sich damit geholfen, den Autoklavenkörper längs oder quer zu seiner Achse rotieren zu lassen (Abb. 3). Eine andere Arbeitsweise, um den Autoklavinhalt zu mischen, bestand in einer intensiven

Gasumwlung. Langjährige Entwicklungsarbeiten bei *Gebrüder Sulzer* ermöglichen aber heute den Bau von Stopfbüchsen, die auch bei hohen Temperaturen als absolut gasdicht angesprochen werden dürfen (Abb. 4, 5 und 6). Der Arbeitsdruck von Apparaturen für Hochdruckreaktionen wird damit nicht mehr von der Stopfbüchse begrenzt, sondern vom Werkstoff, und es können auch bei hohen Drücken Rührwerke verwendet werden.

Auch die Frage der Heizung solcher Hochdruckapparaturen mit ihren sehr starken Wandungen mußte neu überprüft werden. Bei kleineren Aggregaten kommt man noch mit der elektrischen Strahlungsheizung aus. Bei großen Apparaten dagegen würde die Beanspruchung des Materials durch die Wärme-
spannungen zu hoch, so daß hier die Induktionshei-

zung, die allerdings bei amagnetischen Baustoffen, wie z. B. austenitischen Chrom-Nickel-Sthlen, nicht verwendet werden kann, wesentlich günstigere Verhältnisse ergibt. Früher wurden bei Guapparaten

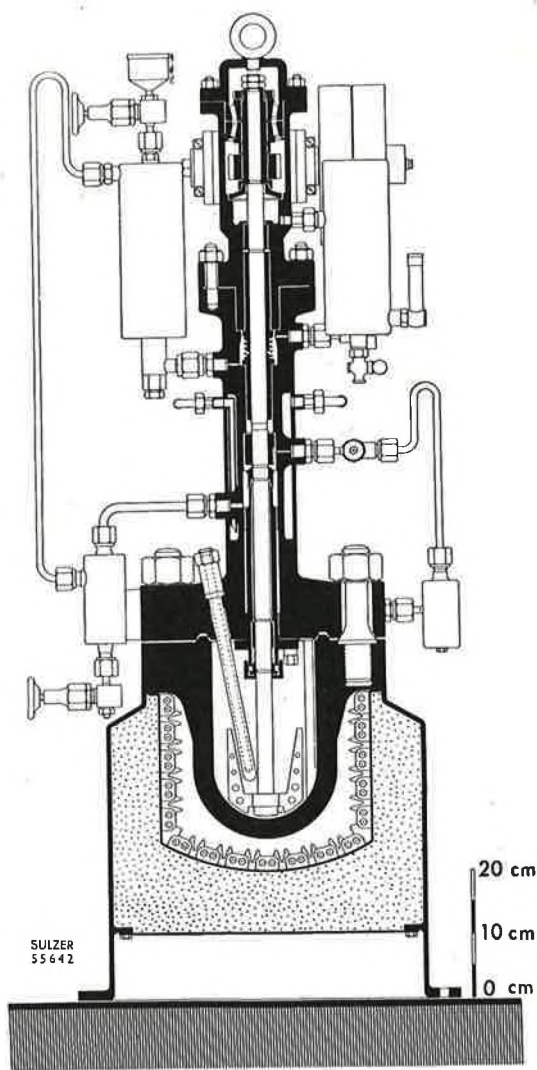


Abb. 4

Rhrwerksautoklav, geschmiedet aus austenitischem Chrom-Nickel-Molybdän-Stahl 18/8/2½, mit Strahlungsheizung von 11 kW Leistung; Betriebsdruck 300 at, Konstruktionsdruck 350 at, Probedruck 460 at, Betriebstemperatur 300 ° C; Ankerrührer mit 250 T/min. und 1 PS Kraftbedarf.

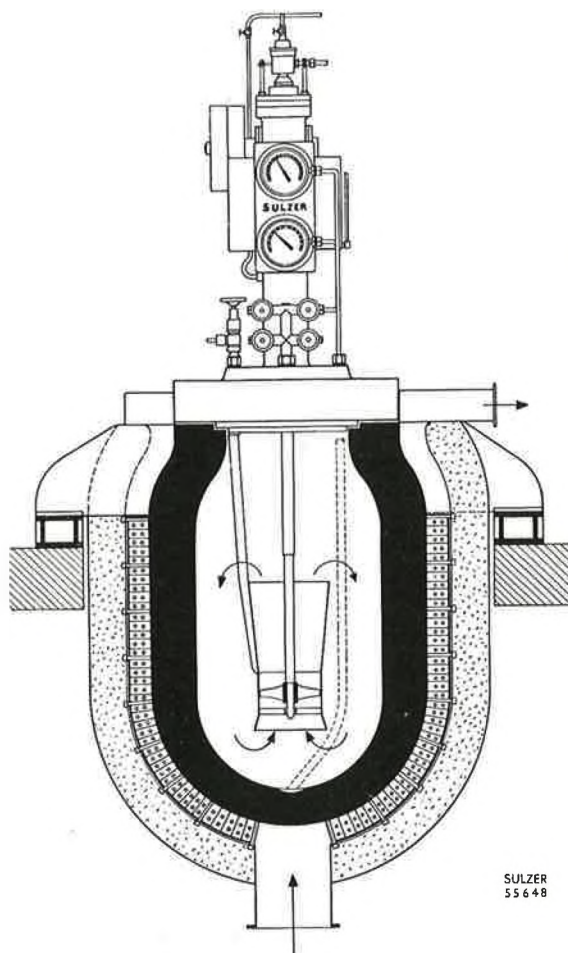
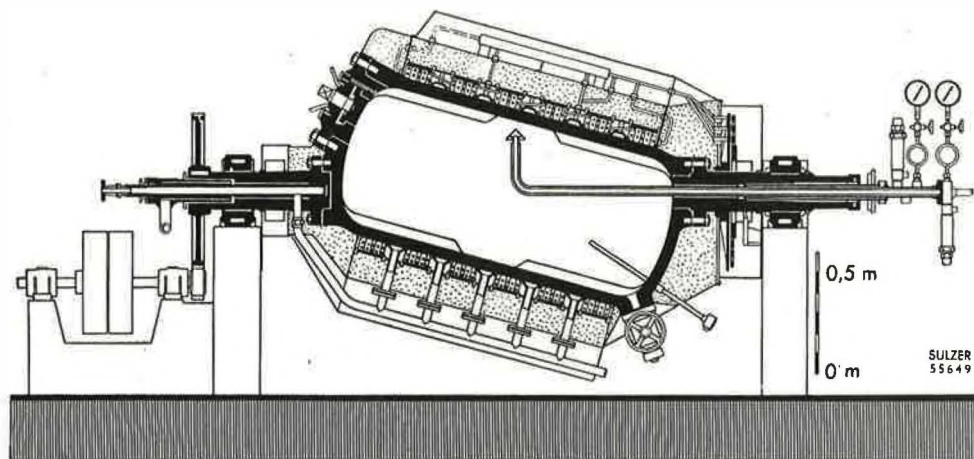


Abb. 5

Rhrwerksautoklav aus legiertem Stahlguß mit Sulzer-Intensiv-Rührwerk, mit Induktionsheizung von 75 kW Leistung und Luft- oder Inertgas-Kühlung; Inhalt 250 l, Betriebsdruck 300 at, Konstruktionsdruck 310 at, Probedruck 410 at, Betriebstemperatur 200 ° C; Intensivrührer mit 300 T/min. und 2 PS Kraftbedarf.

zur Heizung und Kühlung vielfach eingegossene Rohre, z. B. nach dem System FREDERKING, benützt. Bei Stahlguß- und geschmiedeten oder geschweißten Stahl-Behältern ist aber diese Möglichkeit nicht anwendbar, und es werden daher heute solche Heizkanäle an den Reaktionsgefäßen aufgeschweißt. Diese Bauweise wurde von der Firma *Gebrüder Sulzer* schon vor bald 15 Jahren zum erstenmal an Autoklaven ausgeführt. Es steht damit der Weg für die Verwendung von Dampf und Heißwasser mit Spannungen bis zum kritischen Druck sowie von hochsiedenden Flüssigkeiten, wie reinen Mineralölen, Gemischen von Diphenyl-Diphenyloxyd usw., offen.

Wenn der Chemiker ein Verfahren ausarbeitet und



A b b. 6

Rotierender Autoklav aus Stahlguß mit Induktionsheizung von 75 kW Leistung, mit Flüssigkeits- und Luftkühlung; Inhalt 500 l, Betriebsdruck 100 atü, Probedruck 133 atü; Tourenzahl 20 p. Min., Kraftbedarf 6 PS.

dabei die Möglichkeiten der Fabrikation eines im Laboratorium neu entwickelten Produktes prüft, muß er darauf Rücksicht nehmen, daß dem Aufheizen und Abkühlen in solchen Hochdruckapparaten eine genügend lange Zeitspanne eingeräumt wird, da

schriffe Temperaturwechsel den Baustoff ungünstig beanspruchen und deshalb zu vermeiden sind.

Die bisher erreichten Resultate bilden die Grundlage, um auch auf diesem Gebiet neue Konstruktionen und Bauarten mit Erfolg weiterzuentwickeln.