



23. Sept 1941

Leuna-Werke, den 18. September 1941.  
In.

Versuche über die Strömungsgeschwindigkeit von Gasblasen in geneigten,  
mit Wasser gefüllten Rohren.

Zusammenfassung:

Für das Kühlsystem von Syntheseföfen ist die Strömungsgeschwindigkeit der Dampfblasen in den horizontalen oder schwach geneigten Kühlrohren von Bedeutung. Durch Vergleichs-Versuche mit Luftblasen in geneigten, mit Wasser gefüllten Rohren, wurde festgestellt, daß schon bei Neigungswinkeln zwischen  $1^{\circ}$  und  $2^{\circ}$  merkliche Strömungsgeschwindigkeiten auftreten, die sich bei  $5^{\circ}$  Neigung auf Werte in der Größenordnung von  $0,2 - 0,3$  m/sec. erhöhen. Raue Rohre sind in dem Gebiet größerer Neigungswinkel ungünstiger als glatte Rohre. Ein Winkel von  $5^{\circ}$  dürfte für eine gesicherte Abfuhr der Dampfblasen aus den Kühlrohren ausreichend sein.

Die Syntheseföfen für die Synol-Anlage werden als Plattenöfen gebaut mit Kühlrohren, welche senkrecht zu den Platten durch den Ofen hindurchgehen. Die Platten werden durch geeignete Maßnahmen, wie Schweißen, Verzinken, Aufdornen, auf den Rohren befestigt. Bei den bisher gebauten Öfen für die Fischer-Synthese wurden die Kühlrohre horizontal gelegt und man nahm an, daß die gebildeten Dampfblasen durch die Strömungsgeschwindigkeit des Kühlwassers aus den Rohren herausgetragen und dadurch örtliche Überhitzungen vermieden werden.

Bei den Öfen für die Synol-Anlage ist die pro  $\text{m}^3$  Reaktionsraum gebildete Wärmemenge ein Mehrfaches der im gleichen Raum bei der Fischer-Synthese erzeugten Wärme und deshalb ist bei der Synol-Anlage noch größerer Wert auf eine gute Kühlung des Reaktionsraumes zu legen als bei den Öfen der Fischer-Synthese. Man muß den Ofen so bauen, daß Dampfblasen auf keinen Fall in den Kühlrohren stehen bleiben und sich so vergrößern können, daß sie örtliche Überhitzung des Kontaktes hervorrufen.

Man hat vorgeschlagen, die Rohre so stark zu neigen, daß die Dampfblasen auch ohne die zusätzliche Auftriebswirkung in der Steigleitung zu dem Dampfsammler aus den Kühlrohren herausbefördert werden. Da die konstruktiven Schwierigkeiten aber mit zunehmender Neigung des Syntheseföfens wachsen, schien es ratsam, die Schräglage des Ofens so weit als möglich einzuschränken. Da Versuchsunterlagen über die Strömungsgeschwindigkeit von Dampfblasen in geneigten Rohren nicht bekannt waren, sollten durch angenäherte Versuchsunterlagen für die Entscheidung über den Grad der Ofenschräglage gewonnen werden.

Da Versuche mit Dampf unter Druck in der kurzen zur Verfügung stehenden Zeit nicht durchzuführen waren, wurde an Stelle von Dampf einmal Luft das andere Mal Benzol als Vergleichsmedium genommen, wobei das Verhältnis der spez. Gewichte von Wasserdampf zu Luft ungefähr  $1 : 0,1$ , das von Wasserdampf zu Benzol jedoch  $1 : 70$  war. Die tatsächlichen Verhältnisse werden demnach den Versuchswerten die für Luft gewonnen wurden wesentlich näher liegen als denen für Benzol. Die ersteren sind zu günstig, die letzteren jedoch wesentlich zu ungünstig.

Die Versuchseinrichtung ist aus Abb. 1 zu ersehen. Ein Glasrohr a kann durch Verschieben des Behälters b, mit dem es durch eine Schlauchverbindung elastische gekuppelt ist, in seiner Neigung gegenüber der Horizontalen verändert werden. Durch eine Leitung c wurde eine mit einem Strömungsmessgerät gemessene Luftmenge in das geneigte Rohr eingeblasen, das ebenso

wie die Behälter b und d mit Wasser gefüllt war. Durch eine Ausgleichleitung e konnte die Wassermenge, die von der Luft durch das geneigte Rohr hindurchtransportiert wurde wieder in den Behälter d zurückfließen. Die eingeführte Luftmenge trennte sich in dem Behälter b von Wasser. An Stelle von Luft konnte auch flüssiges Benzin in die geneigte Leitung eingespritzt werden.

Die Geschwindigkeit der Luftblasen wurde gemessen, indem der Durchgang der Blasen durch den Anfang und das Ende einer Meßstrecke von 1 m Länge, die auf dem Glasrohr eingeteilt war, mit einer Stoppuhr festgestellt wurde. Verändert wurde die Neigung des Rohres und die eingeblasene Luftmenge. Die Luftmenge könnte dabei nicht auf 0 zurückgenommen werden, d.h. es konnte nicht festgestellt werden, mit welcher Geschwindigkeit eine einzelne Luftblase durch das Rohr strömt, da das Glasrohr aus mehreren Stücken zusammengesetzt war. An der Verbindungsstelle war aber eine Beule, in der die Blase hängen blieb. Es mußte also durch Einstellung einer größeren Luftmenge auch eine gewisse Mindestströmung der Flüssigkeit in dem Rohr erreicht werden, wodurch die Luftblasen ohne hängen zu bleiben über die ausgebaute Stelle hinweggetragen wurden. Die eingeblasene Luftmenge wurde zu 4,5; 7,15; 17,4 und 41,5 lit/h gewählt. Aus diesen Werten wurde dann der Fall für die eingeblasene Luftmenge 0 extrapoliert. Er entspricht etwa der Geschwindigkeit einer einzigen durch das Rohr sich bewegenden Luftblase. Die Versuche wurden sowohl mit einem glatten als mit einem durch Ätzung aufgerauten Rohr durchgeführt. Der Lichte Rohrdurchmesser war entsprechend den Abmessungen der Kühlrohre des Synthesofens zu 30 mm gewählt worden.

Die Ergebnisse der Versuche sind aus Abb. 2 zu ersehen. Die Geschwindigkeit der Luftblasen im glatten Rohr nimmt zuerst von Wert 0 der einem Neigungswinkel von weniger als  $1^\circ$  zugeordnet ist bis etwa  $2^\circ$  Neigung sehr schnell zu, von dort ab mit wachsendem Winkel langsamer und ungefähr proportional der Winkeländerung. Einem Neigungswinkel des Rohres von  $5^\circ$  entspricht bei der Luftmenge 0 eine Geschwindigkeit der Blasen von 0,14 m/sec bei der Luftmenge von 17,4 lit/h eine Geschwindigkeit von 0,27 m/sec.

Bei aufgerautem Rohr stimmen an kleinen Neigungswinkeln, etwa bis  $3^\circ$  die Geschwindigkeiten mit jenen im glatten Rohr überein. Bei größeren Neigungswinkeln sind die Geschwindigkeiten bei der gleichen Luftmenge geringer als im glatten Rohr. Bei höheren Geschwindigkeiten macht sich also die Rauigkeit in einer Geschwindigkeitsverminderung bemerkbar. Sie beträgt bei der Luftmenge 0 und  $8^\circ$  Neigung des Versuchsröhres 0,2 - 0,145 = 0,055 m/sec. Das rauhe Rohr, das den Verhältnissen im Eisenrohr näher kommt, verhält sich also wie erwartet etwas ungünstiger als das glatte Glasrohr.

Die Strömungsgeschwindigkeit des Wassers, die auch in diesem Zusammenhang von Interesse ist, würde durch Färbung der Flüssigkeit im Rücklaufrohr bei einigen Versuchen bestimmt und etwa zu  $\frac{1}{4}$  der Geschwindigkeit der Luftblasen ermittelt.

Bei Verwendung von Benzin an Stelle von Luft liegen die Werte für die Strömungsgeschwindigkeit der Benzintropfen infolge des geringeren Unterschiedes im spezifischen Gewicht wesentlich niedriger und erreichen bei  $8^\circ$  Neigung etwa 0,06 m/sec. Bei diesen kleinen Geschwindigkeiten ist der Unterschied zwischen glatten und rauhen Rohr durch die Messung nicht zu erfassen. Erst bei größeren Neigungswinkeln könnte man vielleicht einige Differenz feststellen.

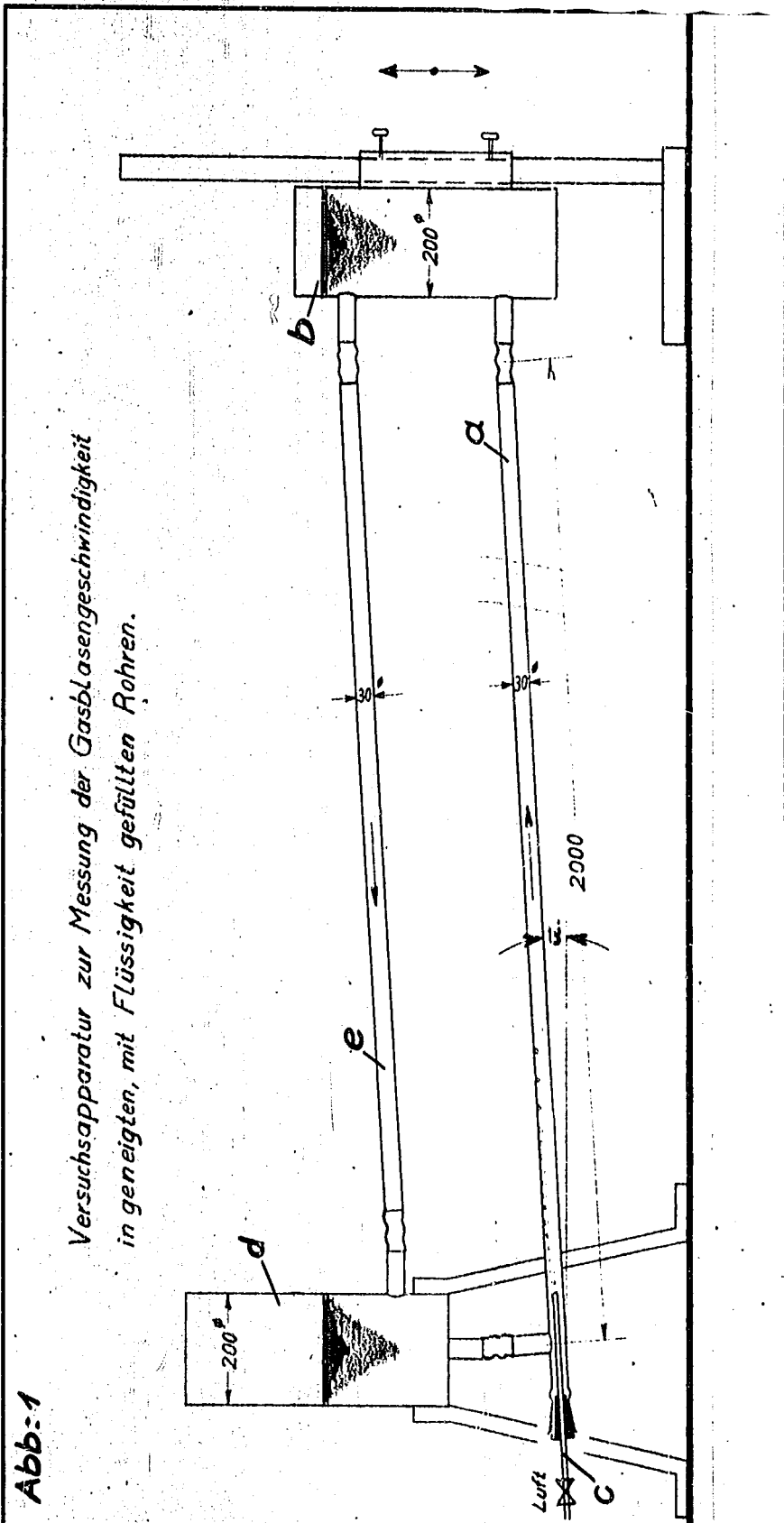
Wie schon angedeutet werden die Geschwindigkeiten der Dampfblasen ungefähr mit denen der Luftblasen übereinstimmen. Man sieht, daß schon bei Neigungswinkeln von  $1 - 2^\circ$  so große Geschwindigkeiten der Dampfblasen auftreten, daß ein Stagnieren des Dampfes und eine damit verbundene Überhitzung

nicht erfolgen kann. Eine Neigung des Ofens von etwa  $5^\circ$  wird eine zuverlässige Abfuhr des Dampfes aus den Kühlrohren bewirken, umso mehr als zu den gemessenen Geschwindigkeiten sich noch die Strömungsgeschwindigkeit des Wassers addiert, die durch die Auftriebwirkung des Dampf-Wassergemisches im Steigrohr hervorgerufen wird.

*S. 12*  
*Wintzer*

Verteiler:

Herrn Dr. Giesen  
Herrn OI. Dr. Sackmann  
Herrn Dr. Hanisch  
Herrn Dr. Wenzel  
Herrn Dr. Wintzer  
Herrn Dr. Reisinger  
Herrn Dr. Breiwisch  
Herrn Dr. Peinze  
Herrn Ing. Schwale  
Herrn Dr. Wirth.



**Abb: 1**

*Versuchsapparatur zur Messung der Gasblasengeschwindigkeit  
in geneigten, mit Flüssigkeit gefüllten Röhren.*

Ammoniakwerk Merseburg G. m. b. H.		0 / 1133/1
------------------------------------	--	------------

DIN-Format A4

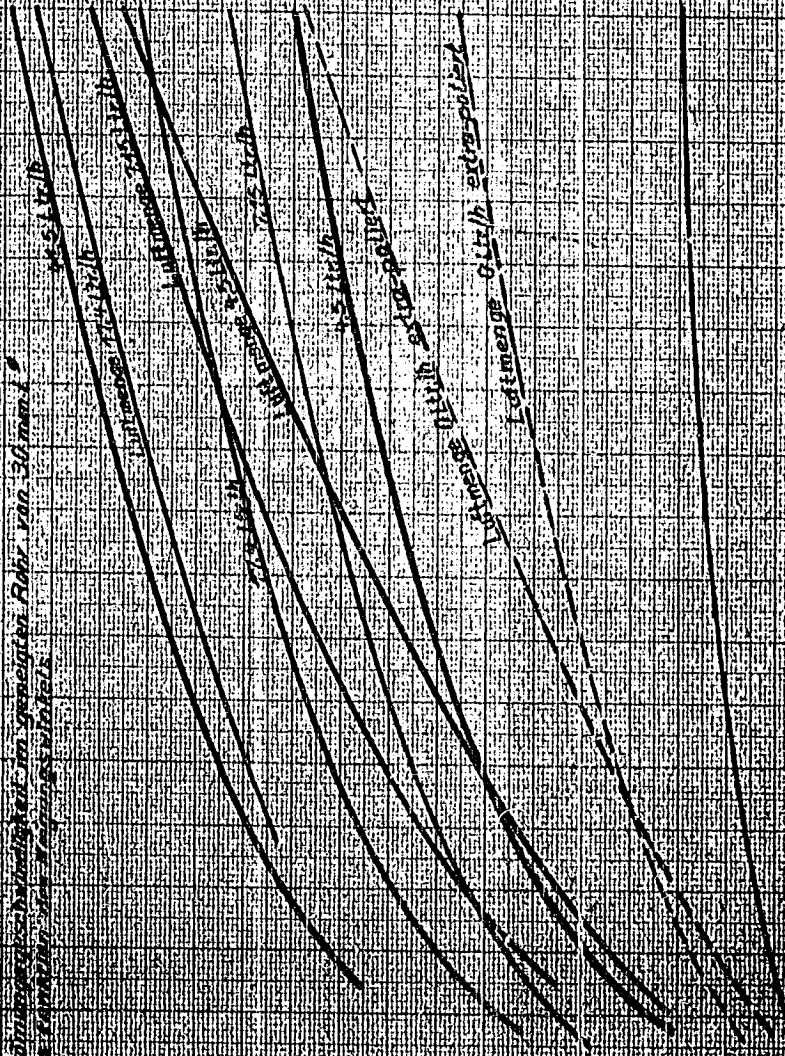
17.9.1941. 1. Aufl.

Abb. 2

Geschwindigkeit der Luftblase (Blasen) werden in %

Stammgeschwindigkeit der im geschlossenen Rohr von 30 mm Durchmesser mit Wasser gefüllten Rohr

- glattes Rohr
- rauhes Rohr
- glattes u. rauhes Rohr
- glattes u. Wasser



Ammoniakwerk Merseburg  
 Gesellschaft mit beschränkter Haftung  
 (Lohn- u. Werke) (Kreis Merseburg)

19.2.41. G. 1/15

0/1133