

# ÜBER DEN EINFLUSS DER LUFTZUFÜHRUNG AUF DIE KENNZAHLEN VON KREISELPUMPEN

Von

M. MARIK, M. SOMOGYI und Á. SZABÓ

Lehrstuhl für Strömungsmaschinen, Technische Universität, Budapest\*

(Eingegangen am 1. Juni 1960)

Vorgelegt von Prof. Dr. J. VARGA

Der am undichten Pumpensaugrohr auftretenden Ansaugung von Luft hat bisher weder die technische Öffentlichkeit, noch die Fachliteratur die verdiente Beachtung gewidmet. Diese Feststellung findet ihren Beweis darin, daß die Frage, obzwar sich die Forscher mit dem Problem befaßt haben, nur vom Gesichtspunkt der Regelung von Kreiselpumpen durch Zuführung geringer Luftmengen in die Saugleitung aus untersucht wurde [1, 2]. Selbst SIEBRECHT, auf dessen grundsätzliche Tätigkeit auch heute noch immer wieder hingewiesen wird, hat seine Messungen im Laboratorium nur im Rahmen seiner Untersuchungen über die Kreiselpumpenregelung durchgeführt [3, 4].

Dies berücksichtigt, setzte sich unsere Versuchsarbeit zum Ziel, die Wirkung der Lufteinsaugung als einen infolge der Undichtigkeiten des Saugrohres auftretenden Störfaktor zu untersuchen.

Bei den Messungen wurde eine einstufige Pumpe TLM mit Spiralgehäuse benutzt. Die Meßeinrichtung ist in Abb. 1 dargestellt. Die Pumpe saugte das Wasser durch die Saugleitung  $S$  an und förderte es durch die Druckleitung  $D$  und den Schieber  $Sch$  in den Meßbehälter  $Mb$ , wo die Wassermenge  $Q$  in üblicher Weise gemessen wurde. Zur Bestimmung der Förderhöhe diente der saugseitige Quecksilberdruckmesser  $M_S$  und das Metallmanometer  $M_P$ , das mit einem druckseitigen Quecksilberdruckmesser  $M_D$  kontrolliert wurde. Die Pumpe wurde von einem Gleichstrom-Pendelmotor  $M_0$  angetrieben. Auf diese Weise bestand die Möglichkeit zur leichten Einstellung und Konstanthaltung der gewünschten Drehzahl sowie zur genauesten und unmittelbaren Ermittlung der zugeführten Leistung anhand der bekannten Konstanten und des auf dem Waagenarm gemessenen Gewichtes  $G$  [5].

In das Saugrohr war das mit einem Hahn absperrbare und mit einer Meßdüse von  $\varnothing 4/10$  versehene Luftzuführungsrohr  $L$  eingefügt [Abb. 2].

\* Die Arbeit wurde am obengenannten Lehrstuhl (Leiter Prof. Dr. J. Varga) im Rahmen einer wissenschaftlichen Aufgabe für den Studentenkreis von M. Marik und M. Somogyi, Hörern im 10. Semester unter der Führung des wissenschaftlichen Mitarbeiters Á. Szabó verfaßt.

Wegen ihrer von der Norm abweichenden Abmessungen wurde die Meßdüse geeicht, wozu ein kleiner Meßbehälter verwendet wurde. Die schematische Darstellung des Eichvorganges findet sich in Abb. 3. Der Meßbehälter  $M_b$

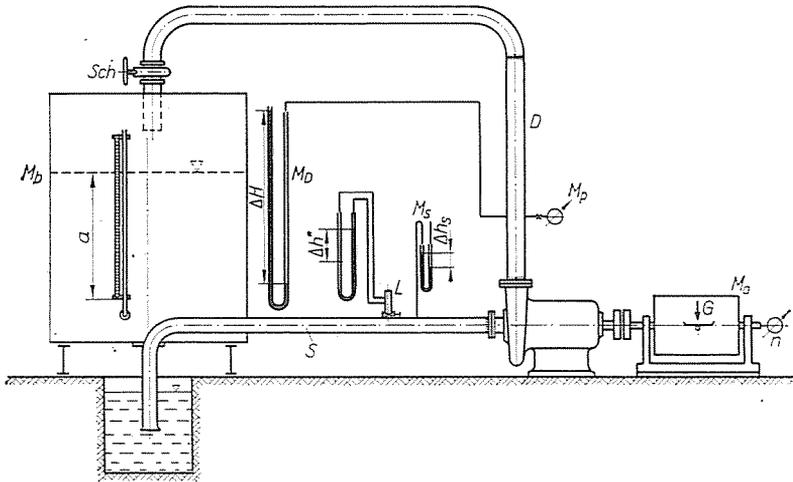


Abb. 1. Meßanordnung

wurde bei geschlossenem Hahn »A« und offenem Hahn »B« gefüllt. Nach erfolgter Füllung wurde der Hahn »B« abgesperrt und der Hahn »A« geöffnet. Die Fördermenge  $V^x = \frac{a \Delta m}{t}$  ergibt natürlich das Volumen der bei einer

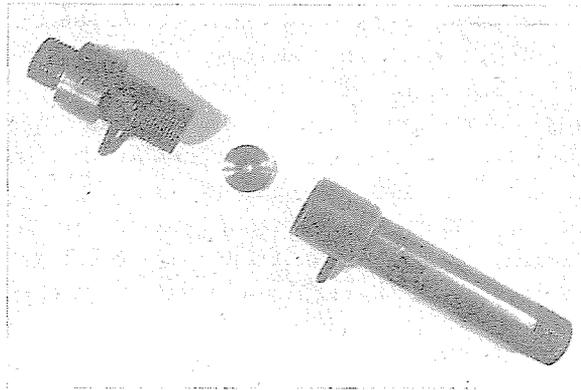


Abb. 2. Luftzuführungsrohr mit Meßdüse

Depression von  $\Delta p$  durchströmenden Luft. Das Volumen der ihrer Umgebung entsprechenden Luft läßt sich aus dem Zusammenhang  $V = V^x \frac{p_{\text{Behälter}}}{p_{\text{Umgebung}}}$

berechnen. (Da sich der Druck  $p_{\text{Behälter}}$  während einer Messung änderte, wurde der mittlere Druckwert in Betracht gezogen.) Die Gleichung der Eichungsparabel ist damit  $\Delta h = a \cdot V^2$ , aus ihr läßt sich der Koeffizient »a« bestimmen.

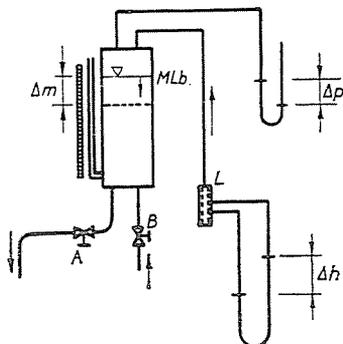


Abb. 3. Eichung der Meßdüse

Abb. 4 zeigt die Kennlinien der Pumpe bei Messungen mit luftfreiem Wasser und bei einer Drehzahl  $n = 2000 \text{ U/min}$ . Der maximale Wirkungsgrad ergab sich bei  $Q = 29,1 \text{ l/sec}$ ,  $H = 24,3 \text{ m}$  zu  $\eta = 72 \%$ , was im Vergleich mit dem diesen Kenngrößen zugehörigen internationalen Normwert ( $\eta_{\text{St}} = 76,5 \%$ ) auf eine schwach-mittelmäßige Güte unserer Pumpe hinweist [6].

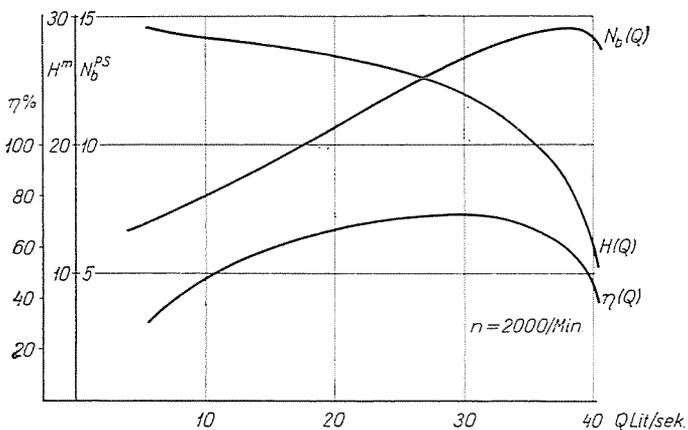


Abb. 4. Kennlinien der Pumpe ohne Luftzuführung

Die Messungen mit Luftzufuhr wurden in folgender Weise durchgeführt: Durch Verstellung des Schiebers auf der Druckseite stellten wir uns auf je einen Punkt der Pumpen Kennlinien ein und führten sodann dem Saugrohr durch Regelung des Ventils am Luftzuführungsrohr eine bestimmte Luftmenge zu. Den Vorlauf der  $H(Q)$ -bzw. der  $N_2(Q)$ -Kennlinien zeigen die Abb. 5 bzw. 6. Es fällt auf, daß die Punkte der Kennlinien sowohl für die Förder-

höhe als auch für die zugeführte Leistung entlang nahezu gerader Linien liegen und »zurückgleiten«. Bei geringen Fördermengen ist dieses Zurückgleiten der zugeführten Leistung belanglos, da die gemessenen Werte in der nächsten Umgebung der Kennlinie für die zur luftfreien Wasserförderung benötigte Leistung bleiben.

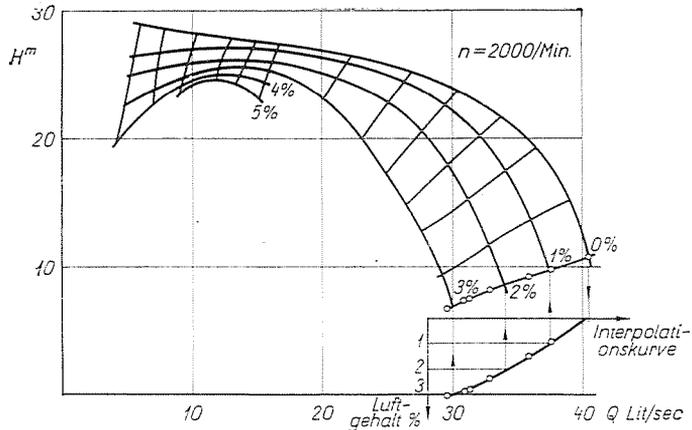


Abb. 5. Verlauf der Förderhöhe in Abhängigkeit von der Wassermenge und der zugeführten Luftmenge

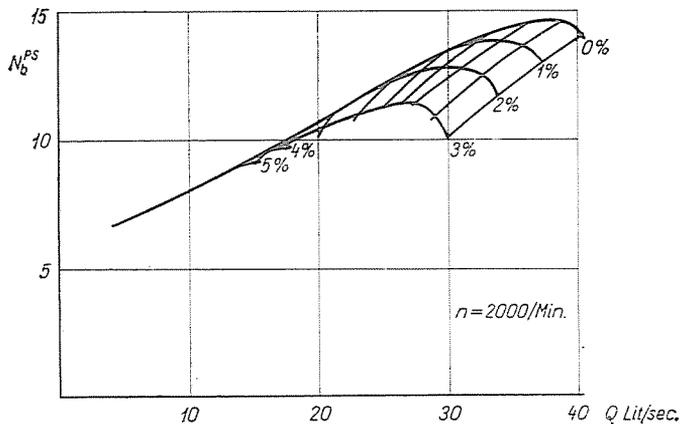


Abb. 6. Verlauf der zugeführten Leistung in Abhängigkeit von der Wassermenge und der zugeführten Luftmenge

Durch Interpolation gemäß Abb. 5 wurden ferner die ganzzahligen Werte der Verhältniszahl  $\frac{100 V_{\text{Luft}} l/\text{sec}}{Q_{\text{Wasser}} l/\text{sec}}$  1, 2, 3, 4, 5% bestimmt.

Die Wirkungsgrad-Kennlinie ergab sich aus den Abb. 5 und 6 durch Berechnung (Abb. 7).

Für Vergleichszwecke sind in Abb. 8 die Meßergebnisse von SIEBRECHT aufgetragen. In Abb. 9 finden sich die Meßergebnisse von SIEBRECHT, in Abb. 10 unsere eigenen, u. zw. mit ihren dem optimalen Wirkungsgradpunkt

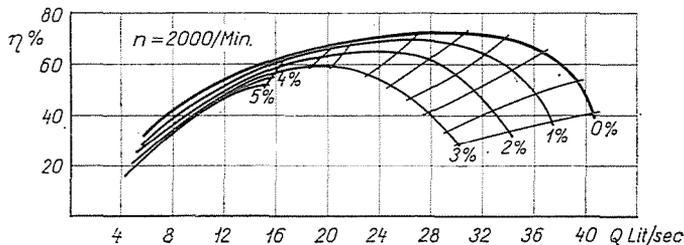


Abb. 7. Verlauf des Wirkungsgrades in Abhängigkeit von der Wassermenge und der zugeführten Luftmenge

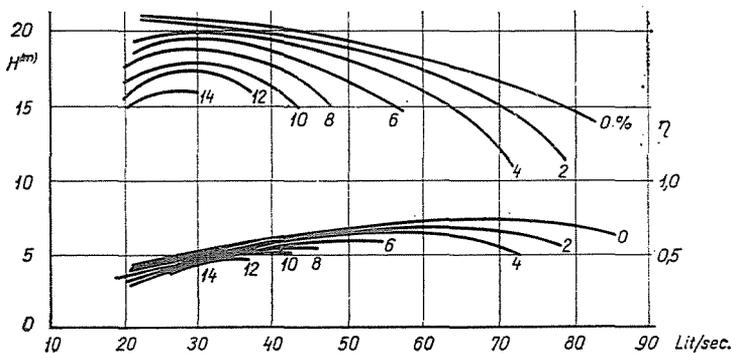


Abb. 8. Meßergebnisse von SIEBRECHT

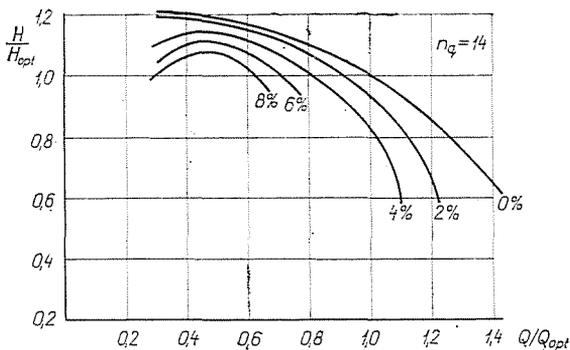


Abb. 9. Verlauf von  $H/H_{opt}$  in Abhängigkeit von  $Q/Q_{opt}$  (Messungen von SIEBRECHT)

der betreffenden Kurven zugeordneten Werten für die Fördermenge und Förderhöhe. Auffallend ist die Tatsache, daß die Kennlinien, die wir mit unserer mit höherer spezifischer Drehzahl ( $n_q = 32$ ) arbeitenden Pumpe ermittelten,

bei den gleichen Luftmengenprozentätzen einen stärkeren Abbruch aufzeigen, als die von SIEBRECHT mit seiner Pumpe bei einer niedrigeren spezifischen Drehzahl [ $n_q = 14$ ] aufgetragenen Kurven.

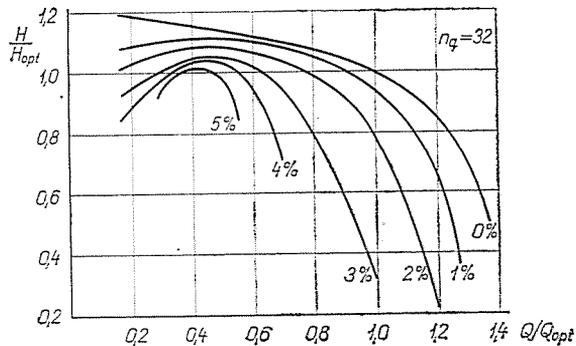


Abb. 10. Verlauf von  $H/H_{opt}$  in Abhängigkeit von  $Q/Q_{opt}$  (eigene Messung)

### Zusammenfassung

Die Autoren führten Messungen zur Untersuchung des Einflusses durch, den die (über eine Meßdüse zugeführte) Luft im Wasser auf die Kennzahlen von Kreiselpumpen ausübt. Der Vergleich ihrer Ergebnisse mit denen von SIEBRECHT führt zu der Bemerkung, daß die Kennlinien von Pumpenlaufrädern mit höherer spezifischer Drehzahl bei prozentuell gleichen eingesaugten Luftmengen einen stärkeren Abbruch zeigen als die Kennlinien des von SIEBRECHT benutzten Laufrades mit einer niedrigeren spezifischen Drehzahl.

### Literatur

1. STEPANOFF, A. J.: Centrifugal and axial flow pumps. N. Y., 1957. Chapter 12.
2. LAZARKIEWICZ, SZ.—TROSKOLANSKI, A. T.: Pompy wirowe. Warszawa, 1959. Roz. 16.
3. SIEBRECHT, W.: Z. VDI, **74**, 87 (1930).
4. SIEBRECHT, W.: Forschungshefte VDI, **321** (1929).
5. FÁY, Cs.—KISBOCSKÓI, L.—BÉRCZI, S.: MTA VI. Oszt. Közl. **25** (1960).
6. FÁY, Cs.—SZABÓ, Á.: Gép, **7** (1959).

M. MARIK	}	Budapest, XI., Stoczek utca 2. Ungarn.
M. SOMOGYI		
Á. SZABÓ		