

den Luftpumpen kommende Luft verhältnismäßig rein in die Atmosphäre zurücktreten zu lassen.

Aus dem Vorstehenden ergibt sich, daß die Trimmarbeit an Bord des zu löschenden Schiffes bei pneumatischen Hebern bequemer ist, als wie bei Becherelevatoren, und von einer geringeren Zahl von Leuten ausgeführt werden kann. Hierzu gesellt sich der weitere Vorteil, daß auch bei schlechtem Wetter gelöscht werden kann, indem auch bei abgedeckter Luke es noch möglich bleibt, ein Saugrohr nach dem Schiffsraum hindurchtreten zu lassen. Indem die Schaufelarbeit, wenn sie vielleicht auch nicht ganz wegfällt, so doch wesentlich beschränkt ist, ist auch die Arbeit vom hygienischen Standpunkt aus besser. Der Staub, der beim Getreideschaukeln entsteht, ist außerordentlich gefährlich für die Lunge und wird von den Arbeitern auf längere Zeit nur schlecht ertragen. Die Folgen sind häufige Arbeitspausen und damit ein Zurückgehen der Tagesleistung des betreffenden Elevators.

Solchen Vorteilen steht aber der wesentliche Nachteil des höheren Kraftverbrauches mit all seinen Begleiterscheinungen gegenüber. Dieser Mehrverbrauch an Kraft ist gleich ein Vielfaches desjenigen der Becherelevatoren. Beispielsweise wird ein Becherelevator für eine Stundenleistung von 150 t mit einem 50 PS Motor leicht betrieben, während ein pneumatischer Heber der gleichen Leistungsfähigkeit eine Maschinenanlage von 200—250 PS erhalten muß. Eine solche Maschinenanlage belastet die Rentabilität nicht allein durch den Kohlenverbrauch und

die Bedienungsmannschaften, sondern auch durch Verzinsung und Abschreibung des aufgewendeten Kapitals. Die gesteigerten Betriebskosten finden nur zu einem Teil ihren Ausgleich in der geringeren Zahl von Arbeitsleuten, welche das Trimmen besorgen. Jedenfalls sind die Gesteuerungskosten für die Tonne geförderter Frucht beim pneumatischen Heber größer als wie beim Becherelevator.

Jedes der beiden Systeme hat für die Ausführung an bestimmtem Ort seine Berechtigung. Doch erfordert es eine eingehende Prüfung der vorliegenden Verhältnisse, um das richtige System zu wählen. Faßt man die Erfahrung der verschiedenen Orte, an denen in den letzten Jahren Schwimmelevatoren eingerichtet worden sind, zusammen, so wird man zu dem Ergebnis gelangen, daß pneumatische Heber für die Entlöschung ganz großer Fahrzeuge, also von Ueberseedampfern, in Frage kommen und zwar an solchen Hafenorten, wo jahrein jahraus regelmäßige und große Getreidemengen umzuschlagen sind, so daß selbst der teure pneumatische Heber noch eine gesicherte Rentabilität bringen wird. Ist es außerdem möglich, auf einmal mit einer so großen Zahl von Hebern auf dem Platze zu erscheinen, daß der Konkurrenz durch Handarbeit kräftig begegnet werden kann, so wird dies besonders günstig sein. In allen anderen Fällen, so namentlich, wenn man nebenher gehende Handarbeit nicht ausschalten kann, wird man den Becherelevatoren den Vorzug geben.

(Fortsetzung folgt.)

## Der Reguliervorgang beim direkt gesteuerten hydrostatischen Turbinenregulator mit nachgiebiger Rückführung (Isodromregulator).

Von Dipl.-Ing. **Heinrich Haake**, Preußisch Oldendorf.

### Einleitung.

Die Anregung zu vorliegender Arbeit verdanke ich Herrn Geheimen Baurat Professor *Pfarr*.

Für den Betrieb elektrischer und vieler Arbeitsmaschinen ist es von großer Wichtigkeit, daß sie dauernd eine möglichst wenig schwankende Umdrehungszahl haben. Belastungsänderungen treten in jedem Betriebe auf, und jede Kraftmaschine ändert ihre Umdrehungszahl, sobald ihr treibendes Drehmoment nicht mehr gleich dem widerstehenden, angetriebenen Drehmoment ist. Tritt also eine Belastungsänderung ein, so muß auch zur Vermeidung großer Schwankungen in der Umdrehungszahl das treibende Drehmoment der Kraftmaschine entsprechend vergrößert oder verringert werden. Das zu bewirken, ist die Aufgabe der Geschwindigkeitsregulatoren, und zwar erfolgt die Regulierung durch Verstellen der Steuerung oder des Leitapparates der Antriebsmaschine. Die Regulierbewegung selbst wird eingeleitet durch ein Tachometer, welches bei einer geringen Änderung der Winkelgeschwindigkeit Arbeitsvermögen erhält und dann das Verstellen unmittelbar oder mittelbar durch Einschalten eines Hilfsapparates bewirkt. Im allgemeinen gehört zu jeder Belastung eine ganz bestimmte Muffenstellung und somit Umdrehungszahl, derart, daß der größten Belastung die kleinste, der geringsten Belastung die größte Umdrehungszahl entspricht. Die Größe dieser Unterschiede ist durch den Ungleichförmigkeitsgrad der Regulierung bedingt. Will man die gleiche Umdrehungszahl wieder erhalten wie vor der Belastungsänderung, so muß eine Tourenverstellvorrichtung vorhanden sein, die von Hand oder mechanisch betätigt werden kann. Eine derartige

Vorrichtung kann nun bei indirekt wirkenden Regulatoren so eingebaut werden, daß sie gleichzeitig mit der Regulierung in Wirksamkeit tritt und selbsttätig die Umdrehungszahl auf die ursprüngliche zurückführt, was sonst nur durch äußeren Eingriff geschehen kann. Man bezeichnet diese Anordnung als Tourenrückführung oder Isodromvorrichtung und eine solche Regulierung als Regulator mit Tourenrückführung oder Isodromregulator (Regulator für konstante Umdrehungszahl). Die konstruktive Ausbildung erfolgt durch Einschalten eines nachgiebigen Gliedes in das Rückführungsgestänge.

Für den mit starrer Rückführung versehenen direkt gesteuerten hydrostatischen Turbinenregulator hat *H. Hiemenz* den Reguliervorgang behandelt und zwar unter besonderer Berücksichtigung der Anschläge am Steuerventil (D. p. J. 1909 Heft 17 u. ff.). Die Aufgabe der vorliegenden Arbeit ist es, anschließend an die eben genannte den Reguliervorgang bei nachgiebiger Rückführung theoretisch zu untersuchen und auf Grund dieser Untersuchung Gesichtspunkte für die praktische Ausführung günstig arbeitender Isodromregulatoren zu finden. Der Gedankengang ist folgender: Zunächst muß für die Bewegung der einzelnen Teile des Regulators die mathematische Gleichung aufgestellt werden. Die Diskussion derselben wird zur Erklärung und Begründung verschiedenartiger Erscheinungen des Reguliervorganges führen und mit Hilfe von Rechnungsbeispielen zeigen, in welcher Weise der Reguliervorgang mit den Konstruktionsverhältnissen und dem praktischen Betriebe des Regulators zusammenhängt. Zum Schluß seien einige Tachogramme besprochen, die an einem ausgeführten Isodromregulator aufgenommen sind.