

sowie ein entsprechendes Begrenzen des Lasthubes zu sichern, meist einen besonderen Bremszylinder, wodurch nicht nur die Einfachheit, sondern auch die Wirtschaftlichkeit des Betriebes leidet. Aus diesen Gründen findet man Druckluft nur selten zum Betriebe von Hebe- und Hebemaschinen und meistens nur dort verwendet, wo solche Luft zu anderen Zwecken benutzt wird oder eine vorhandene zentrale Druckluftanlage den Anschluss an diese nahe legt.

Über die sonstigen Punkte der vorliegenden Betriebsart gilt das beim direkten Dampfbetrieb Bemerkte.

§ 7.

Der Druckwasserbetrieb der Lasthebemaschinen.

Er findet sowohl bei Einzel- als auch bei Gruppenanlagen von Hebezeugen Verwendung. Bei Einzelanlagen, die meistens Aufzüge sind, ist seine Anwendung durch den elektrischen Betrieb eingeschränkt worden, während bei Gruppenanlagen, wie sie namentlich an Häfen, Eisenbahnen und Speichern zum Ein-, Ausladen und Transportieren der Güter vorkommen, der Druckwasserbetrieb dem elektrischen noch immer Konkurrenz zu bieten vermag. Das Druckwasser wird, wenn man von den Aufzügen absieht, welche durch den Druck einer städtischen Wasserleitung betrieben werden und wegen ihrer hohen Betriebskosten nur noch selten vorkommen, durch eine Kraftmaschine erzeugt, welche das Wasser mittelst eines Pumpwerkes in ein hoch gelegenes Bassin hebt, oder, wie es namentlich bei grösseren Anlagen der Fall ist, unter den Kolben eines Gewichtskumulators presst. Von hier aus kann dann die im Wasser aufgespeicherte Energie jederzeit zur Einwirkung auf den Hubmotor des Hebezeuges kommen. Dieser besteht in einem Treib- oder Tauchkolben, der die zu hebende Last entweder unmittelbar oder mittelbar mittelst eines umgekehrten Flaschenzuges trägt. Als Kraftmaschine für das Pumpwerk benutzt man bei Einzelanlagen, namentlich in Städten, wenn keine andere Betriebskraft zur Verfügung steht, gewöhnlich einen Gasmotor, während bei Gruppenanlagen stets eine Dampfzentrale mit einer oder mehreren grösseren Dampfmaschinen die Pumpwerke treibt.

Die Vorteile des hydraulischen Betriebes liegen zunächst in der grossen Einfachheit des Hubmotors, der abgesehen von den Leitrollen des umgekehrten Flaschenzuges keine rotierenden und dem Verschleiss stark unterworfenen Teile enthält und der bei einfacher Bedienung ein genaues, ruhiges und leicht regulierbares Arbeiten bei grosser Sicherheit gestattet. Ferner kommen beim Druckwasserbetrieb Leitungsverluste wie beim direkten Dampfbetrieb nicht vor, und auch Verluste durch Leerlaufarbeit der Kraftmaschine während der Betriebspausen einzelner Hebezeuge einer Gruppenanlage sind hier ziemlich vollständig ausgeschlossen, da der Akkumulator die Kraft fast bis zu jeder gewünschten Grösse sowohl aufspeichern als auch bei der meist nur kurzen Arbeitszeit der einzelnen Hebezeuge entnehmen lässt, sodass die Kraftmaschine, die für die mittlere Tagesleistung bemessen

ist, ununterbrochen laufen kann. Endlich sind die Anlagekosten beim Druckwasserbetrieb wesentlich niedriger als beim elektrischen Betriebe.

Als Nachteil der vorliegenden Betriebsart ist vor allen Dingen der Umstand zu nennen, dass bei Hubmotoren mit einfachem Tauchkolben immer derselbe Wasser- und Energieverbrauch, nämlich für jeden Hub die volle Cylinderfüllung, eintritt, gleichviel ob die Last gross oder klein ist, dass aber Konstruktionen des Kolbens, welche den Wasserverbrauch der Lastgrösse anpassen, d. h. ein Arbeiten mit sogenannten Laststufen ermöglichen, teils an Einfachheit gegenüber der gewöhnlichen Ausführung des Kolbens einbüssen, teils aber auch die Bedienung erschweren. Weiter kommt die Vorsicht und Umständlichkeit, mit welcher die Leitungen der hydraulischen Anlagen zu verlegen und gegen Frostgefahr zu schützen sind, sowie die Schwierigkeit und Grösse der Ausbesserungen, der solche Leitungen bei Vernachlässigung genügender Vorsicht ausgesetzt sind, ungünstig dem elektrischen Betrieb gegenüber in Betracht, der gerade in dieser Beziehung die grösste Einfachheit aufweist. Endlich ist der Druckwasserbetrieb für Laufkrane kaum zu verwenden.

Das stossfreie Aufnehmen und Stillsetzen, sowie das genaue Einstellen der Last wird ebenso wie die Regulierung der Lastgeschwindigkeit beim vorliegenden Betriebe durch Drosselung des Druckwassers, also in leichtester und sicherster Weise durch die meist einfache Steuerung bewirkt; Stösse und Erschütterungen beim Anlauf oder Niederlassen der Last sind dabei völlig ausgeschlossen, und gerade die Sanfttheit, Leichtigkeit und Genauigkeit, mit der jede Bewegung der Last hier vollzogen werden kann, wird bei keiner anderen Betriebsart in demselben Masse erreicht. Für die Sicherheit des Betriebes ist der Umstand von Wichtigkeit, dass die im Cylinder eingeschlossene Wassersäule beim Stillstand der Last eine vorzügliche Stützung der Last bildet.

Der Grund dafür, dass der elektrische Betrieb den durch Druckwasser bei Einzelanlagen von Hebezeugen, wie namentlich Aufzügen, verdrängt hat, liegt darin, dass der erstere durch Anschluss an ein vorhandenes Leitungsnetz in der einfachsten Weise ermöglicht werden kann und sich auch billiger gestaltet als die Errichtung einer eigenen hydraulischen Kraftstation, die sich nur bei einer grösseren Zahl von Motoren rentiert. Ferner beansprucht der elektrische Antrieb weniger Raum für den Motor des Hebezeuges als der mit Druckwasserbetrieb. Anders aber liegt die Sache bei Gruppenanlagen. Hier ist die Frage, welche von beiden Betriebsarten die bessere, namentlich hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit, sei, zur Zeit noch nicht entschieden; es beweist dies der Umstand, dass neuerdings nach dem Bau solcher Anlagen mit elektrischem Antriebe auch wieder solche mit Druckwasserbetrieb errichtet werden, und das wohl deshalb, weil bei sachgemässer Anordnung

und Wartung hydraulisch betriebene Hebezeuge in jeder Beziehung befriedigende Betriebsergebnisse ergeben haben.

§ 8.

Der elektrische Betrieb der Lasthebemaschinen.

Von allen Betriebsarten der Hebezeuge ist der elektrische der jüngste. Trotzdem hat er schon ganz bedeutende Erfolge aufzuweisen, und wenn er auch nicht, wie manche glauben, alle übrigen Betriebsarten auf diesem Zweige des Maschinenbaues in absehbarer Zeit verdrängen wird, so bildet doch gerade der Hebezeugbau dasjenige Gebiet, für welches die elektrische Kraftübertragung ganz besonders geeignet ist.

Als eigentliche Hebevorrichtungen kommen bei elektrischem Antriebe nur Maschinen mit rotierender Kraftübertragung, wie namentlich Trommelwinden mit Rädervorgelege, in Frage, die entweder direkt oder durch eine kurze Zwischentransmission mit dem Elektromotor gekuppelt werden. Die hohen Umdrehungszahlen des letzteren machen ziemliche Übersetzungen im Räderwerk der Winden erforderlich, das bei Aufzügen meistens aus Schnecke und Schneckenrad, bei Kranen aber häufiger aus Zahnrädern besteht.

Die Vorteile des elektrischen Antriebes bei Hebezeugen sind die folgenden. Verluste durch Leerlaufarbeit während des Stillstandes der Hebemaschinen oder infolge wechselnder Belastung derselben werden hier bei direkt gekuppeltem Motor fast vollständig vermieden, da sich der Kraft- bzw. Stromverbrauch der Grösse der Arbeitsleistung, wie sie die zu bewegende Last verlangt, von selbst anpasst und sich ziemlich proportional mit dieser ändert. Hierin liegt vornehmlich der Grund, weshalb bei dem häufig unterbrochenen Betrieb und stark schwankenden Kraftverbrauch der Hebezeuge der elektrische Antrieb in manchen Fällen trotz seiner grösseren Anlagekosten wirtschaftlich günstigere Resultate, also geringere Betriebskosten als alle andere Betriebsarten aufzuweisen hat. Weiter lässt sich die elektrische Energie durch Kabel in einfachster Weise überall, selbst unter den schwierigsten örtlichen Verhältnissen, und nach jeder Richtung hin verteilen, fortleiten und durch Anschluss an ein vorhandenes Netz auch in Städten für Hebezeugzwecke erlangen. Gefahren, wie sie unter Umständen bei hydraulischen Leitungen durch Frost hervorgerufen werden können, bestehen für elektrische Leitungen nicht.¹⁾ Die Stromerzeugungsanlage nebst Leitungen kann ferner zu Beleuchtungszwecken verwendet werden, und eingeschaltete Akkumulatoren können zum Ausgleich der stark schwankenden Energieentnahme dienen. Bei Gruppenanlagen von Hebezeugen, sowie beim Anschluss an ein grösseres Netz kommen zudem die Vorteile der zentralen Krafterzeugung zur Geltung. Selbst die Arbeit,

1) Fahrbare Drehkrane, die bald auf diesem, bald auf jenem Geleise fahren müssen, versieht man wegen der Schwierigkeiten, welche die Zuleitung der elektrischen Energie hier verursacht, jetzt wohl mit einer Akkumulatorenbatterie, welche in den Arbeitspausen an einer Anschlussstation geladen wird.

welche die niedergehende Last verrichtet, kann zur Gewinnung elektrischen Stromes, des sogenannten Rückstromes, nutzbar gemacht werden, wovon man aber, wie schon früher bemerkt, jetzt allgemein absieht, da die Rückgewinnung des Stromes sich nur bei Hebemaschinen mit grossen Senkwegen lohnt und die hierzu erforderlichen Einrichtungen die Anlage komplizierter machen, sowie deren Bedienung erschweren. Die Elektromotoren schliesslich beanspruchen verhältnismässig wenig Wartung und Reparaturen, der zu ihrer Aufstellung nötige Raum ist klein, das Gewicht gering, der Wirkungsgrad gut und von der Bedienung unabhängig. Sie lassen sich ferner leicht umsteuern, machen also Wendegetriebe, Reibungskupplungen u. s. w. überflüssig und gestatten eine Geschwindigkeitsregulierung innerhalb weiter Grenzen.

Die Nachteile des elektrischen Antriebes bei Hebezeugen bestehen zunächst in den höheren Anlagekosten, welche diejenigen aller anderen Betriebsarten übersteigen, sowie in dem Mangel an Einfachheit, welcher dem elektrischen Teil wenigstens zur Zeit noch anhaftet. Der letztgenannte Umstand hat seinen Grund darin, dass der elektrische Strom beim Anlassen des Elektromotors nicht ohne weiteres auf diesen einwirken darf, sondern dass hierzu, sowie zur Geschwindigkeitsregulierung künstliche Widerstände eingeschaltet werden müssen, welche im Verein mit den erforderlichen elektrischen und mechanischen Bremsen, Stromumkehrern u. s. w. einesteils die Steuerapparate sowohl in der Einrichtung als auch in der Handhabung kompliziert machen, andernteils aber auch bei sicherer Wirkung eine sehr genaue Übereinstimmung untereinander verlangen. Die Schwierigkeiten wachsen mit der Grösse der Lastgeschwindigkeit und machen bei sehr grossen Geschwindigkeiten geschulte Wärter erforderlich. Weiter tritt während des Anlaufes ein Arbeitsverlust insofern ein, als ein Teil des nun gesteigerten Stromes in den erwähnten Widerständen in Wärme umgesetzt wird. Bei Hebezeugen mit häufiger Unterbrechung, sehr kurzen Arbeitsperioden und direkter Verbindung des Motors kann dieser Verlust sogar die Wirtschaftlichkeit des ganzen Betriebes in Frage stellen. Endlich finden bei der Geschwindigkeitsregulierung meistens Verluste in den Widerständen statt.

Das stossfreie Stillsetzen der Last und das Zurücklegen kleiner Bewegungsstrecken ist bei elektrischem Antriebe nicht in dem Masse gesichert, wie dies beim hydraulischen der Fall ist, wo die treibende Kraft der verlangten Verzögerung gemäss durch Drosselung des Druckwassers allmählich bis zum Stillstand der Last verringert werden kann. Beim Abstellen elektrisch betriebener Hebezeuge dagegen bleibt der Motor einfach stehen, sobald der Stromverbrauch unter eine gewisse Grenze sinkt, und die lebendige Kraft, welche die Last und die anderen bewegten Massen dann noch besitzen, ist allein für die weitere Bewegung massgebend. Die Sicherheit des Betriebes, soweit solche beim Niederlassen, Stillhalten und Einstellen der Last in Frage kommt, ist also hier von der Wirkungsweise der Bremsen abhängig und nicht in demselben Grade wie beim Druck-