

fällt deshalb um einen von den Nebenhindernissen und deren Wegen abhängigen Betrag grösser aus als die Betriebskraft der reibungslos gedachten Maschine. Beim Bewegen der Last in horizontaler Richtung hat die Betriebskraft nur die Arbeit der Reibungswiderstände zu überwinden, welche sich dieser Bewegung in und am Gestell des Hebezeuges entgegensetzen, beim Senken der Last wirkt die letztere mit treibend und in gleichem Sinne mit der Betriebskraft, falls hierzu eine solche erforderlich ist.

Die erwähnte Umsetzung zwischen Betriebskraft und Last bzw. deren Wegen oder Geschwindigkeiten wird in den meisten Lasthebemaschinen, soweit hierzu nicht die Hebelarme der Betriebskraft und der Last beitragen, durch besondere Getriebe erreicht. Bei den hier zu betrachtenden Hebezeugen kommen als solche hauptsächlich Rollen-, Räder-, Schraubenge triebe und die hydraulische Presse zur Verwendung; sie finden im zweiten Abschnitte dieses Buches eine nähere Behandlung.

Für die Einteilung der Lasthebemaschinen können sehr verschiedene Rücksichten geltend gemacht werden. Wir beschränken uns hier auf die beiden folgenden Einteilungen, von denen die eine im zweiten Abschnitte bei der Behandlung der Getriebe, die andere in den drei letzten Abschnitten bei der Betrachtung der ganzen Hebezeuge berücksichtigt ist. Wir unterscheiden zunächst Lasthebemaschinen mit rotierender und solche ohne rotierende Kraftübertragung. Bei jenen, die man gewöhnlich als Windwerke bezeichnet, wird die an einer Kurbel oder einem Hasepelrade wirksame Betriebskraft als Drehmoment eingeleitet und als solches an die Lastwelle übertragen; die Last wird hier, wie der Sprachgebrauch schon sagt, hochgewunden. Bei der zweiten Gruppe von Hebezeugen, zu denen vornehmlich die Rollenzüge mit und ohne Druckkolben gehören, treten drehende Momente, ausgenommen diejenigen zur Überwindung der Rollenreibung, überhaupt nicht auf; die als Zug- oder Druckkraft wirksame Betriebskraft wird als solche im Hebezeug weitergeleitet, und die Last, wie ebenfalls der Sprachgebrauch schon sagt, hochgezogen oder hochgehoben. Weiter unterscheiden wir einfache Hebezeuge und Hebezeuge mit besonderem Gestell zur Führung der Last. Zu den ersteren rechnen wir die einfachen Flaschenzüge und Winden, zu den letzteren die Krane und Aufzüge.

## § 2.

### Der Betrieb der Lasthebemaschinen im allgemeinen.

Die Lasthebemaschinen werden durch Muskel- oder Elementarkraft betrieben. Als Muskelkraft kommt nur die des Menschen, als Elementarkraft vorwiegend die Spannkraft des Wasserdampfes, seltener die zum Betriebe von Gas-, Petroleum- oder Benzinmotoren dienenden Gase in Betracht. Die Elementarkraft kann dabei direkt oder indirekt zum Antrieb der Hebezeuge Verwendung finden. Bei direkter Verwendung bildet die Kraftmaschine, welche die erforderliche Arbeit leistet und also in einer

Dampfmaschine oder einem der erwähnten Motoren bestehen kann, einen Teil der Lasthebemaschine oder ist mit dieser unmittelbar gekuppelt; die Kraftmaschine ist dann zugleich der eigentliche Motor des Hebezeuges. Bei indirekter Verwendung dagegen wird die von der Kraftmaschine geleistete Arbeit entweder durch eine mechanische Transmission an das Hebezeug übertragen, oder sie wird in elektrische Energie, Wasser- oder Luftdruck umgesetzt und in dieser Form zum Hebezeug geleitet, das dann noch einen besonderen Motor besitzt. Bei direktem Dampftrieb kann ferner der Wasserdampf in einem Kessel, der auf dem Hebezeug bzw. dessen Gestell steht, oder aber in einer von diesem getrennten, meistens auch noch anderen Zwecken dienenden Kesselanlage erzeugt werden. Bei indirektem Dampftrieb findet stets das letztgenannte statt, und es dienen dann, namentlich bei grösseren Anlagen, besondere Kraftzentralen zur Erzeugung und Umformung der Dampfkraft.

Es lassen sich somit die folgenden Betriebsarten der Lasthebemaschinen unterscheiden:

1. Handbetrieb durch die Muskelkraft des Menschen.
2. Direkter Elementarkraftbetrieb durch einen Dampf-, Gas-, Petroleum- oder Benzinmotor, der ein Teil des Hebezeuges bildet oder mit diesem unmittelbar gekuppelt ist.
3. Transmissionsbetrieb durch eine mechanische Transmission, die von der Kraftmaschine angetrieben wird.
4. Betrieb durch Pressluft, welche, von der Kraftmaschine unter Druck gesetzt, den Kolben des Hebezeugmotors bewegt.
5. Betrieb durch Druckwasser, das in gleicher Weise unter Druck gebracht und zum Antrieb verwendet wird.
6. Elektrischer Betrieb, bei welchem die Arbeit der Kraftmaschine zur Stromerzeugung in einem Dynamo und die so gewonnene elektrische Energie zum Antriebe eines Elektromotors benutzt wird, der das Hebezeug treibt.

Für uns handelt es sich nun hier darum, den Betrieb der Lasthebemaschinen zunächst im allgemeinen zu verfolgen und vor allen Dingen die Anforderungen kennen zu lernen, welche an ihn gestellt werden; auf Grund dieser Anforderungen sollen dann in den späteren Paragraphen die Vor- und Nachteile der einzelnen Betriebsarten, sowie die Gebiete und Fälle festgesetzt werden, für welche jede derselben sich am besten eignet. Wir beschränken uns bei der nachstehenden allgemeinen Betrachtung aber auf den Betrieb durch Elementarkraft, also auf den motorischen Antrieb, da der Handbetrieb, wie im nächsten Paragraphen gezeigt ist, für die grossen Geschwindigkeiten und Lasten moderner Hebezeuge wenig geeignet ist.

Bei jedem Hebezeugbetrieb, namentlich aber wenn dieser eine grössere Anlage betrifft, bildet zunächst die möglichste Beschränkung der gesamten Betriebskosten, also die Erzielung eines genügend hohen wirtschaftlichen Wirkungsgrades, eine der wichtigsten

Anforderungen. Die genannten Kosten setzen sich bekanntlich zusammen aus der Verzinsung und Amortisation des Anlagekapitales, aus den eigentlichen Herstellungskosten der zu entwickelnden Energie, sowie aus den Wartungs- und Reparaturkosten, und es sind somit Billigkeit der Anlage, möglichste Vermeidung aller Verluste bei der Erzeugung (Dampfkessel und Dampfmaschine), Umformung (Kompressor, Druckpumpe, Dynamo, Akkumulator) und Fortleitung (Rohrleitungen, Transmission, Hebezeug) der Energie bis zu der zu bewegenden Last hin, sowie Einschränkung der Reparaturen, Einfachheit in der Bedienung u. s. w. für den heutigen Hebezeugbetrieb ebenso wichtige und unerlässliche Bedingungen wie für jeden anderen Betrieb. Die Eigenart des Hebezeugbetriebes stellt aber noch besondere Anforderungen, denen zur Erzielung wirtschaftlich günstiger Wirkungsgrade genügt werden muss.

Von anderen Betrieben unterscheidet sich nämlich derjenige der Lasthebemaschinen in mancher Hinsicht. Zunächst erleidet er äusserst häufig Unterbrechungen, er ist, wie man zu sagen pflegt, ein stark intermittierender; dann ist die eigentliche Arbeitsperiode, während welcher die Last bewegt wird, immer nur von sehr kurzer Dauer; weiter unterliegt die Last und deren Geschwindigkeit während der verschiedenen Arbeitsperioden starken Schwankungen, und endlich ist in vielen Fällen zum Senken der Last keine Arbeit aufzuwenden, sondern die Last giebt vielmehr einen Überschuss an Arbeit her.

Verfolgen wir diese einzelnen Punkte hinsichtlich ihres Einflusses auf den Wirkungsgrad eines solchen Betriebes, so erkennen wir zunächst leicht, dass es wegen der häufigen Unterbrechungen günstig ist, wenn die Leerlaufarbeit des eigentlichen Hebezeugmotors und etwaiger Zwischenteile nicht nur während der Arbeitspausen, sondern auch während des Anlaufes des Motors möglichst beschränkt wird, wenn also im günstigsten Falle der Motor während der Pausen vollständig still steht und bei Beginn der Arbeitsperiode mit voller Last anläuft. Ungünstiger ist es stets, wenn der Motor seinen Lauf leer beginnen muss und erst nach Erreichung seiner vollen Geschwindigkeit durch Einschaltung einer Kupplung zur Einwirkung auf die Last gebracht werden kann. Entsprechendes gilt für die mechanische Transmission eines Hebezeuges mit Transmissionsbetrieb.

Schwieriger gestaltet sich die Einsicht in die Verhältnisse, wie sie sich aus der zweiten Eigentümlichkeit des Hebezeugbetriebes, den kurzen Arbeitsperioden, ergeben. Jede der letzteren lässt, sofern nicht die Bewegung der Last zu gering ist oder aus anderen Gründen nicht in der normalen Weise vor sich geht, drei Teile unterscheiden. Die Arbeitsperiode beginnt mit der Einleitung der Bewegung, dem sogenannten Anlauf. Während desselben ist nicht nur die Last zu heben, sondern es sind auch die Massen der Last, des Triebwerks und des mit diesem gekuppelten Motors, die während der vorausgegangenen Arbeitspause zur Ruhe gekommen waren oder eine langsamere Bewegung angenommen hatten, so stark zu beschleunigen, dass sie

eine Geschwindigkeit erreichen, welche bei der Last der gewünschten Hubgeschwindigkeit entspricht. Dann kommt als zweiter Teil der Beharrungszustand, in welchem die Last weiter gehoben, die genannten Massen aber mit der am Ende des Anlaufes erreichten Geschwindigkeit, also ohne Beschleunigung, weiter bewegt werden. Den Schluss der Arbeitsperiode bildet der sogenannte Auslauf, durch den der Lasthub beendet wird und die sich bewegenden Massen wieder allmählich in die Ruhelage gebracht, also von der Geschwindigkeit des Beharrungszustandes bis auf Null verzögert werden. Für das Versetzen der Last gilt Entsprechendes.

Von diesen drei Teilen einer jeden Arbeitsperiode ist nun der An- und Auslauf insofern von Wichtigkeit, als sie bei dem meist nur kleinen Hub der Lasthebemaschinen einen grossen Teil der ganzen Periode ausmachen. Der Anlauf erfordert ferner aus doppeltem Grunde einen beträchtlich grösseren Arbeitsaufwand als der eigentliche Beharrungszustand; einerseits sind nämlich bei jenem die erwähnten Massen zu beschleunigen, während sie bei diesem nur mit konstanter Geschwindigkeit weiter zu bewegen sind, andererseits sind die Arbeitsverluste, welche durch Stösse, Gleiten u. s. w. während des Anlaufes entstehen, in der Regel ziemlich bedeutend. Um den Mehraufwand an Arbeit, soweit er zunächst durch die erforderliche Beschleunigung der Massen beim Anlauf verursacht wird, möglichst zu beschränken, wird man, da dieser Arbeitsaufwand bekanntlich der Masse in der ersten, der erreichten Endgeschwindigkeit in der zweiten Potenz proportional ist, nicht nur darauf bedacht sein müssen, die Massen der Triebwerkteile, wie Räder, Bremscheiben, Trommeln, Kupplungen u. s. w., bei elektrischem Antriebe auch die des Ankers, thunlichst klein zu halten, sondern auch im letzteren Falle möglichst langsam gehende Elektromotoren zu verwenden suchen; eine niedrige Umdrehungszahl des Elektromotors wirkt dabei teils wegen der geringen Ankergeschwindigkeit, teils wegen der dann erforderlichen kleineren Übersetzung zwischen Motor- und Lastwelle und der hiermit verbundenen Verminderung der Triebwerkmassen in dem gewünschten Sinne günstig. Bezüglich der weiteren Energieverluste, welche beim Anlauf durch Stösse, Gleiten in etwa vorhandenen Reibungskupplungen, Wärmeumsatz in den Elektromotoren u. s. w. veranlasst werden, ist zu bemerken, dass diese Verluste unter sonst gleichen Verhältnissen um so grösser ausfallen, je schneller die zur Beschleunigung der Massen nötige Arbeit eingeleitet werden muss, je plötzlicher also die Massen zu beschleunigen sind. Dies aber ist um so mehr der Fall, je kürzer die Anlaufzeit und je grösser die zu erreichende Endgeschwindigkeit ist. Mit Rücksicht auf die Wirtschaftlichkeit des Betriebes darf deshalb die Dauer des Anlaufes nicht zu sehr gekürzt und die Geschwindigkeit, mit welcher die Last im Beharrungszustande gehoben oder bewegt wird, nicht zu hoch gewählt werden. Genaue Angaben über die zweckmässige Länge des

Anlaufes<sup>1)</sup> und die vorteilhafteste Grösse der Hub- oder Transportgeschwindigkeit können natürlich infolge der Verschiedenheit der einzelnen Fälle und der vielen Faktoren, die dabei in Frage kommen, nicht gemacht werden, zumal grosse Geschwindigkeiten jetzt mit Rücksicht auf die dadurch gesteigerte Leistungsfähigkeit des Hebezeuges erwünscht sind und bei sehr kleinem Hube, wenn es überhaupt zu einem Beharrungszustande kommen soll, der Anlauf kürzer als wünschenswert genommen werden muss. Immerhin wird man aber bei der Wahl beider Grössen die angedeuteten Umstände mit Rücksicht auf die Wirtschaftlichkeit des Betriebes nicht ausser acht lassen dürfen.

Der Auslauf einer Arbeitsperiode muss, sollen Energieverluste vermieden werden, so bemessen sein, dass die Last und die mit ihr bewegten Massen nach Abstellen des Motors durch ihre eigene lebendige Kraft im Verein mit der etwa während des Abstellens noch wirksamen, gedrosselten Triebkraft gerade so weit und so lange bewegt werden, dass sie in der gewünschten Endlage der Last zur Ruhe kommen. Wird der Motor zu früh abgestellt und erreicht die Last die beabsichtigte Endlage nicht, so werden Verluste durch den nun erforderlichen neuen kurzen An- und Auslauf entstehen, erfolgt die Abstellung zu spät, so muss, wenn die Last nicht über die verlangte Endlage hinausschnellen soll, die zuviel geleistete Arbeit des Motors vernichtet, abgebremst werden. Bei Aufzügen lässt sich eine richtige Abstellung des Motors durch selbstthätige Vorrichtungen erreichen und so den fraglichen Verlusten vorbeugen, bei Kranen und namentlich Laufkranen dagegen, wo der Hub und die Verschiebung der Last bald grösser, bald kleiner, bald hier, bald dort vorgenommen werden muss, ist das nicht möglich; hier kommt es auf die Geschicklichkeit und Tüchtigkeit des Führers an, der allein durch richtige Schätzung des Auslaufes die genannten Verluste vermeiden kann.

Die dritte Eigentümlichkeit des Hebezeugbetriebes — der häufige Wechsel der Last und deren Geschwindigkeit für die verschiedenen Arbeitsperioden — weist in wirtschaftlicher Beziehung darauf hin, bei Elementarkraftbetrieb dafür zu sorgen, dass der eigentliche Hebezeugmotor auch bei anderer Grösse der Last als der normalen und ebenso bei anderer Geschwindigkeit als der meist gebräuchlichen noch einen genügend hohen Wirkungsgrad ergiebt und die Schwankungen im Dampf-, Strom-, Luft- bzw. Druckwasserverbrauch für die Einheit der Hubarbeit bei den verschiedenen Belastungen keine zu grossen sind. Bei grösseren Hebezeuganlagen mit gemeinschaftlicher Kraftzentrale wird es ferner in der genannten Hinsicht vorteilhaft sein, die Zentrale nur für eine mittlere Tagesleistung zu bemessen und zu Zeiten, wo diese mittlere Leistung nicht ganz gebraucht wird,

die überschüssig erzeugte Energie in einem Kraftsammler oder Akkumulator aufzuspeichern, um mit dessen Hilfe dann Anforderungen an die Zentrale zu genügen, welche die mittlere Leistung übersteigen. Verluste durch Leerlaufarbeit der Kraftmaschine während der Betriebspausen einzelner Hebezeuge der Gruppenanlage werden dadurch vermieden.

Die letzte Sonderheit des Hebezeugbetriebes kann zur Erhöhung des wirtschaftlichen Wirkungsgrades der Anlage beitragen, wenn die Arbeit, welche die niedergehende Last abzüglich derjenigen zur Überwindung der Nebenhindernisse leistet, in irgend einer Weise aufgespeichert und später wieder zum Heben oder Versetzen der Last nutzbar gemacht wird. Diesbezügliche Einrichtungen hat man bei elektrisch betriebenen Hafenkranen versucht, aber wieder fallen gelassen, wahrscheinlich weil der erzielte Gewinn die erhöhten Anlagekosten und die verminderte Einfachheit in der Einrichtung und Bedienung nicht aufhob. Jetzt verzichtet man allgemein auf eine Nutzbarmachung der genannten Arbeit und bremst dieselbe ab, damit die Last mit möglichst gleichförmiger Geschwindigkeit heruntergeht, setzt sie also in Wärme und Verschleissarbeit um; für den eigentlichen Zweck der Hebezeuge geht die Arbeit dann verloren.

Kehren wir jetzt zu den Anforderungen zurück, welche an den Betrieb der Hebezeuge gestellt werden, so sind zunächst die namentlich in den letzten Jahren gesteigerten Ansprüche an die Leistungsfähigkeit der Lasthebemaschinen zu erwähnen. Man hat teils durch Wahl immer grösserer Geschwindigkeiten, teils dadurch, dass man leichtere Lasten von einem Hebezeug schneller als schwere bewegen lässt, die zum Heben und Versetzen der Lasten erforderliche Zeit möglichst gekürzt und so die Leistungsfähigkeit dieser Maschinen immer mehr gesteigert. Beide Mittel sind natürlich so lange berechtigt, als der mit der grösseren Geschwindigkeit auch zunehmende Mehraufwand an Beschleunigungsarbeit während des Anlaufes und der somit verminderte Wirkungsgrad der Anlage innerhalb zulässiger Grenzen bleiben. Auch ist zu beachten, dass bei den meisten Hebezeugen die Dauer der eigentlichen Arbeitsperioden im Verhältnis zu der Zeit, während welcher die Lasten an- und abgehoben werden, nur gering ist und dass deshalb Mittel, welche diese letztgenannte Zeit kürzen, vorzugsweise dazu berufen erscheinen, die Leistungsfähigkeit der Hebeemaschinen zu erhöhen. Immerhin bildet aber auch schon jetzt die Forderung, dass leichtere Lasten, und namentlich der leere Haken, innerhalb der durch den Anlauf gesteckten Grenzen schneller gehoben und versetzt werden, eine wichtige und unerlässliche Bedingung für die meisten Hebezeuge. Dabei soll die Änderung der Geschwindigkeit für die verschiedenen Lasten in leichtester Weise bewirkt werden können, womöglich selbstthätig durch den Motor erfolgen.

Eine weitere Forderung, der die meisten Hebezeuge, namentlich solche mit motorischem Antrieb, genügen sollen, ist ruhiges Arbeiten selbst bei den grössten Geschwindigkeiten und Lasten; insbesondere ist stoss-

1) Bei elektrischen Mehrmotorenkranen findet man gewöhnlich einen Anlauf von 2 Sekunden Dauer.

freies Anheben und Stillsetzen der Last für viele Betriebe ein unbedingtes Erfordernis, wie z. B. für Giessereien, wo zudem die Last (Modelle, Formkästen) genau senkrecht angehoben werden muss. Ein ruhiges Arbeiten ist nur bei geeigneten Lastorganen (Drahtseilen), sorgfältig bearbeiteten, montierten und geschmierten Triebwerken, geräuschlos und stossfrei arbeitenden Motoren zu erzielen, das sanfte Anheben und Stillsetzen der Last nur bei feinsten Regulierbarkeit der Lastgeschwindigkeit durch den Motor und die Bremsvorrichtung, bei Triebwerken, die Federungen und Schwingungen während des An- und Auslaufes ausschliessen, u. s. w. zu erreichen. Hebezeuge, die wie die Krane nicht blos zum Heben, sondern auch zum Versetzen von Lasten dienen, müssen ferner eine genügende Manöverierfähigkeit besitzen, d. h. sie müssen jede Vereinigung der vertikalen und horizontalen Lastbewegung, wie z. B. schnelles Heben und langsames Fahren oder langsames Heben und rasches Fahren u. s. w., zulassen. Auch müssen sie, um die Last in jeder Höhenlage genau einstellen zu können, die Zurücklegung der kleinsten Wegestrecken gestatten. Beides ist nur wieder bei hinreichender Regulierfähigkeit der Geschwindigkeit, genügender Empfindlichkeit und Vielseitigkeit der Steuerung ausführbar.

Endlich ist die Sicherheit des Betriebes bei Hebezeugen in vollstem Masse zu wahren. Es sind deshalb nicht nur die Arbeiter vor rotierenden und vorspringenden Teilen, Zahnrädern, Leitungen u. s. w. zu schützen, sondern es sind auch die einzelnen Teile dieser Maschinen so stark zu bemessen, dass sie eine genügende Sicherheit gegen Bruch bieten, wobei nicht unterlassen werden soll, darauf hinzuweisen, dass gerade bei Hebezeugen Umstände auftreten können, die wie die Massenbeschleunigung während des Anlaufes, das ruckweise Hemmen der Lasten beim Senken, fahrlässige Überlastung u. s. w. zeitweise eine höhere Beanspruchung der einzelnen Teile als im normalen Betriebe hervorrufen. Besondere Sicherheitsvorrichtungen verlangen natürlich diejenigen Hebemaschinen, die zum Heben und Senken von Personen dienen.

### § 3.

#### **Der Handbetrieb der Lasthebemaschinen.**

Die Muskelkraft des Menschen wird zum Antriebe von Rollenzügen, Räder-, Schrauben- und hydraulischen Winden und den mit solchen Maschinen ausgerüsteten Aufzügen und Kranen benutzt. Sie wirkt bei den Rollenzügen als Zugkraft an dem Lastseil oder der Lastkette, bei den Räderwinden als Drehkraft an der Kurbel, dem Haspelrad oder dem einfachen Hebel. Die Kraft, welche ein Arbeiter in dieser Weise ausüben kann, ist aber nur gering, auch die Zahl der Arbeiter, welche ein Hebezeug betreiben können, beschränkt; bei längere Zeit andauerndem Betriebe tritt zudem bald eine Ermüdung der Arbeiter ein. Dies in Verbindung mit der verhältnismässig geringen Kraftgeschwindigkeit gebracht, mit welcher ein Arbeiter das Zugkraftorgan zu ziehen bzw. Kurbel und Hebel zu drehen vermag, ergibt, dass

Handbetrieb in der Regel nur bei solchen Hebezeugen vorteilhaft Verwendung findet, welche kleine Lasten mit mässiger Geschwindigkeit, grössere aber nur selten und mit sehr geringer Geschwindigkeit zu heben haben; für grosse Lastgeschwindigkeiten ist der Handbetrieb überhaupt nicht geeignet. Bei grösseren Hebezeuganlagen mit Elementarkraftbetrieb an Häfen bedient man sich des Handbetriebes auch vielfach noch zum Senken von Lasten aus dem Speicher in die Eisenbahnwagen.

Der Wirkungsgrad der durch Muskelkraft betriebenen Lasthebemaschinen ist bei starker Übersetzung zwischen Kraft- und gleichzeitigem Lastweg gering. Besonders gilt dies für solche Hebezeuge, welche durch die eigenen Bewegungswiderstände selbsthemmend sind.

Ein stossfreies Anheben und Stillsetzen der Last ist bei aufmerksamer Bedienung des Hebezeuges wohl zu erreichen. Dagegen ist eine Veränderung der Hubgeschwindigkeit entsprechend der Grösse der Last nur bei Räderwinden und auch dort nur in beschränktem Masse möglich; diese Änderung ist, da sie durch Ein- und Ausschaltung von Rädern bewirkt werden muss, je nach der Ausführung des bezüglichen Mechanismus mehr oder weniger leicht zu erreichen. Das Niederlassen der Last mit gleichförmiger Geschwindigkeit ist bei der vorliegenden Betriebsart nur an selbsthemmenden Hebemaschinen, wo hierzu eine besondere Kraftwirkung nötig ist, gesichert. Bei nicht vorhandener Selbsthemmung ist die Regelung der Senkgeschwindigkeit wieder von der Bedienung abhängig und namentlich bei Räderwinden, wo besondere Bremsen das Lastsenken ermöglichen, für den ungeübten und ungeschickten Wärter nur schwierig in stossfreier und gleichförmiger Weise zu erzielen. Dieser Umstand bedingt auch, dass bei den letztgenannten Hebezeugen ein genaues Einstellen der sinkenden Last nicht immer mit der gewünschten Leichtigkeit vor sich geht, während beim Heben und Verschieben der Last beliebig kleine Strecken zurückgelegt werden können. Die Manöverierfähigkeit der von Hand betriebenen Dreh- und Laufkrane endlich ist nur mangelhaft, wird auch mit Rücksicht auf die geringe Geschwindigkeit, welche der ganzen Betriebsart anhaftet, für gewöhnlich gar nicht verlangt.

Die Sicherheit des vorliegenden Betriebes lässt namentlich bei Räderwinden zu wünschen übrig. Beim Niedergange der Last können hier zunächst die Kurbeln, welche bei den meisten Ausführungen dann noch mit herumschlagen, für die Bedienung gefahrvoll werden; Konstruktionen, welche ein solches Schlagen vermeiden, lassen meistens die erforderliche Einfachheit und Sicherheit in der Bedienung vermissen. Ferner kann der Lastniedergang, wenn er durch Bremsung ermöglicht wird, bei nicht sachgemässer Konstruktion und Bedienung der Senkvorrichtung, wie schon bemerkt, zu Stössen oder sogar zum Herunterstürzen der Last führen, Umstände, welche beide Seil-, Ketten-, Wellen- oder Räderbrüche zur Folge haben können. Bei Rollenzügen, welche keine Sperr- oder Stützvorrichtung besitzen, muss weiter die