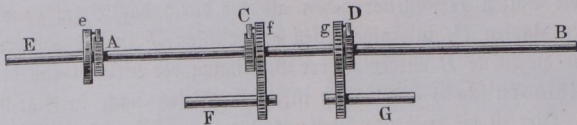


Federn *E* veranlassen die in solchem Falle gegen sie stoßenden Klinken zur Erhebung behufs Eintritts in die Einschnitte des Ringes *D*. Die Bügel *G* dienen den Klinken *C* bei der gedachten Drehung zur Führung.

Durch eine derartige Kuppelung wie die vorbeschriebenen ist jede einzelne der Kraftmaschinen mit der betreffenden Transmissionswelle zu verbinden. Hierbei ist es durchaus nicht erforderlich, die Kraftmaschinen an den Enden dieser Welle angreifen zu lassen, vielmehr kann dies in jedem beliebigen Punkte derselben geschehen. Ist z. B. *AB*, Fig. 93, eine Transmissions-

Fig. 93.



welle, welche durch drei Kraftmaschinen getrieben werden soll, deren Wellen *E*, *F* und *G* sein mögen, so kann man bei *A*, *C* und *D* Kuppelungen anbringen, so daß *e*, *f* und *g* die treibenden Theile derselben sind (die Scheibe *D* mit den Klinken in Fig. 91 oder die Scheibe *B* in Fig. 92). Dabei kann der Theil *e* direct auf der Welle der Kraftmaschine *E* befestigt werden, während die treibenden Theile *f* und *g* lose auf die Transmissionswelle *AB* gesetzt und am Umfange mit Zähnen versehen sind, in welche passende Zahnräder der Wellen *F* und *G* der anderen Motoren eingreifen.

Man hat auch Kraftmaschinenkuppelungen so zu construiren versucht, daß das Mitnehmen mit Hülfe der Friction bewirkt wird, indem z. B. eine kniehebelartig wirkende Bremse eine Verkuppelung der beiden Wellen im normalen Gange bewirkt, während beim Zurückbleiben des betreffenden Motors diese Bremse wirkungslos wird (s. die Kuppelung von Keimann in Dingl. polyt. Journal, Bd. 188, S. 452, Jahrgang 1868).

§. 33. **Die Lager.** Zu jedem Zapfen gehört ein denselben umschließender Maschinentheil, welcher zur Stützung des Zapfens oder wie bei den Axen der Eisenbahnwagen zum Tragen des auf dem Zapfen lastenden Körpers dient, und welcher den Namen Zapfenlager oder Lager führt. Das Lager muß in jedem Falle die Umdrehungsfläche, welche den Zapfen äußerlich begrenzt, als innere Hohlform ganz oder theilweise an sich tragen. Eine nur theilweise Umschließung des Zapfens durch das Lager findet beispielsweise bei den Zapfen schwerer Wasserräder statt, die nur unterhalb einer Stützung bedürfen, sowie bei den Axlagern der Eisenbahnfahrzeuge, bei denen nur die obere Hälfte der Zapfen von den Lagern umfaßt wird. Im Folgenden sollen nur die Lager festliegender Axen berücksichtigt werden, da die Besprechung der Lager für Wagen sich besser bei der Behandlung dieser letzteren erledigt.

Die äußere Form eines Lagers ist besonders durch die Rücksichten einer leichten und soliden Befestigung desselben auf dem Fundamente oder mit den stützenden Gestelltheilen, sowie durch die Möglichkeit bequemer Herstellung bedingt, innerhalb dieser Grenzen sind daher sehr mannigfaltige Formen möglich und auch gebräuchlich. Die Dimensionen der Lager richten sich natürlich zunächst nach dem Durchmesser und der Länge der zu stützenden Zapfen und sind die Stärkenverhältnisse der einzelnen Lagertheile aus den darauf einwirkenden Kräften nach den Regeln der Festigkeitslehre zu ermitteln. Eine Aufstellung der Formeln zur Bestimmung der einzelnen Lagerdimensionen soll, als in eine specielle Constructionslehre gehörig, hier nicht stattfinden, und sollen von den mancherlei möglichen und gebräuchlichen Ausführungen der Lager nur die typischen Grundformen angeführt werden.

Damit die Ase während ihrer Bewegung in dem Lager in der That eine solide Unterstüzung finde, ist ein möglichst genaues Umschließen des Zapfens seitens des Lagers erforderlich, wobei jeder todte Spielraum zwischen Zapfen und Lager zu vermeiden ist, da er die Veranlassung zu einem unsicheren schlotternden Gange der Ase und bei schneller Bewegung zu kraustraubenden Stoßwirkungen und aufzehrenden Erschütterungen sein würde. Da nun auch bei der genauesten Ausführung durch den beim Betriebe sich einstellenden Verschleiß ein solcher Spielraum unvermeidlich eintritt, so folgt hieraus die Nothwendigkeit, das Lager aus zwei oder mehreren Theilen derartig zu bilden, daß ein entstandener Spielraum durch entsprechende Annäherung dieser einzelnen Theile sich nach Möglichkeit beseitigen lasse. Nur die einfachsten Lager an untergeordneten Maschinen werden zuweilen aus einem einzigen einfach ausgebohrten Stücke gebildet, wenn die einwirkenden Kräfte nur klein sind, und die Geschwindigkeit der Drehung ebenfalls eine geringe ist; bei solideren Ausführungen kommen ungetheilte Lager höchstens bei Scharnierbolzen vor, die einer nur geringen oscillirenden Bewegung unterworfen sind, oder etwa bei Regulir- und Abstellvorrichtungen, die nur selten und vorübergehend in Bewegung gesetzt werden.

Das Material des Lagers ist ganz besonders mit Rücksicht darauf zu wählen, daß die Reibung am Zapfenumfang eine möglichst geringe sei, und zwar nicht nur, um die Verluste an mechanischer Arbeit, sondern auch um den Verschleiß an Lagermaterial möglichst herabzuziehen. Insbesondere wird man für das Lager ein weiches Material wählen, welches den Zapfen nicht oder nur sehr wenig angreift, da ein stärkerer Verschleiß des Zapfens mit der Zeit zum Bruche der Ase führen müßte, auch ein Ersatz des Zapfens in den meisten Fällen mit viel größeren Schwierigkeiten verbunden ist, als ein Auswechseln des Lagers oder wenigstens des den Zapfen unmittelbar umschließenden Lagertheils. Man versteht nämlich, gerade mit Rücksicht auf ein leichtes Auswechseln des verschliffenen Organs, den

eigentlichen Lagerkörper mit besonderen leicht auswechselbaren Einlagen, Lagerfuttern oder Lagerpfannen, welche den Zapfen umgeben und den obigen Bedingungen genügen, daß sie bei geringem Reibungscoefficienten weich genug sind, um den Zapfen möglichst wenig anzugreifen, und bei eingetretener Spielraume sich bequem einander nähern lassen. Als Material zu diesen Lagerfuttern wählt man verschiedene Metalllegirungen, von denen die unter dem Namen Rothguß oder auch Bronze bekannten, im Allgemeinen aus Kupfer, Zink und Zinn in verschiedenen Verhältnissen bestehenden Zusammensetzungen die gebräuchlichsten sind. Messing, aus Kupfer und Zink bestehend, eignet sich wegen seiner Härte und Steifigkeit weniger für Lagerfutter, und ebenso wendet man gußeiserne Lagerfutter höchst selten und nur bei rohen Ausführungen an, denn wenn auch der Reibungscoefficient zwischen Schmiedeeisen und Gußeisen nur gering ist, so werden doch die schmiedeeisernen Zapfen von den harten gußeisernen Futtern sehr bedeutend angegriffen. Außer dem Rothguß verwendet man vielfach zu Lagerfuttern gewisse leichtflüssige, unter dem Namen Weißguß bekannte Legirungen, welche zum größten Theile aus Zinn und Antimon bestehen und meist nur wenig oder kein Kupfer enthalten. Diese Legirungen gewähren den Vortheil, daß ihnen wegen ihrer Leichtflüssigkeit durch directes Eingießen in den Zwischenraum zwischen Zapfen und Lagerkörper leicht die passende Futterform gegeben werden kann; freilich ist andererseits auch ein Schmelzen des Futters zu befürchten, wenn bei großer Zapfengeschwindigkeit und nicht genügender Delzuführung ein Erhitzen der Zapfen und Lager eintritt.

Auch gewisse harte Hölzer wie Weißbuchen und besonders Buchholz hat man zu Lagerfuttern angewendet, ersteres ist nur ein sehr mittelmäßiges Lagermaterial, während das äußerst harte und feste Buchholz für gewisse Fälle ausgezeichnete Lagerfutter giebt, die den Metalllagern an solchen Stellen vorgezogen werden, wo dieselben leicht zu einem Warmlaufen geneigt sind, wie z. B. für die Kurbelzapfen- und Führungslager bei Sägegattern. Die harzige Beschaffenheit dieses Holzes scheint für einen sanften und geschmeidigen Gang von besonders förderlichem Einfluß zu sein.

Um die Reibung und die Erhitzung möglichst zu vermindern und damit auch gleichzeitig den Materialverschleiß auf ein Minimum zurückzuführen, ist bei allen Lagern die regelmäßige Zuführung von Schmiermaterial um so mehr Erforderniß, je größer die Zapfengeschwindigkeit ist. Zum Schmieren wendet man zuweilen feste Materialien, wie Schmalz, Talg zc. meistens aber flüssige Körper, wie fette oder auch mineralische Oele, an. Man kann im Allge-

*) Zusammensetzungen von Rothguß und Weißguß für Lagerfutter siehe Karmarsch: Mech. Technologie, Theil I, unter Kupfer und Zinn.

meinen die Regel aufstellen, daß ein Schmiermaterial um so dünner und flüssiger sein muß, je größer die Geschwindigkeit des Zapfens und je kleiner der stattfindende Druck ist. Daher werden sich feste Schmiermaterialien nur in solchen Fällen empfehlen, wo die Bewegung eine langsame und der Druck ein bedeutender ist; jedenfalls muß es als ein Nachtheil der Anwendung fester Schmiermaterialien erachtet werden, daß dieselben, um zwischen die Berührungsflächen zu gelangen, bereits eine zu ihrem Schmelzen erforderliche gewisse Erwärmung der Zapfen voraussetzen, welche Erwärmung zu verhüten gerade ein Hauptzweck jeder Schmierung ist. Um die Schmierung selbst möglichst regelmäßig und selbstthätig bewirken zu können, hat man sehr verschiedene Einrichtungen angegeben. Ein Haupterforderniß derselben besteht darin, daß sie ohne Bergendung des theuren Schmiermaterials doch eine stete Erneuerung desselben in dem Maße herbeiführen, in welchem die Schmiere durch Oxydation ihrer harzigen Theile und durch Aufnahme des abgeriebenen Metallstaubes verdickt und zur Schmierung untauglich gemacht wird. Die Ermöglichung einer guten und regelmäßigen Delzuführung ist, besonders bei schnellen Rotationen, eine Hauptbedingung für einen dauernd guten Zustand des Lagers und des in ihm laufenden Zapfens, da die Abnutzung bei einem etwaigen Brennen oder Warmlaufen desselben ganz außerordentlich groß ist und sehr schnell zur gänzlichen Zerstörung des einen oder anderen Theils führt. Wenn, wie es öfter in Walzwerken geschieht, die Zapfen sehr schwerer Axen einer ununterbrochenen Beträufelung mit Wasser ausgesetzt werden, so ist der Zweck derselben weniger in einem eigentlichen Schmieren als vielmehr in der Absicht eines Kühlhaltens zu suchen.

Ein Erforderniß von großer Bedeutung, welches an alle Lager insbesondere aber an diejenigen von Transmissionswellen gestellt werden muß, besteht darin, daß dieselben möglichst bequem und sicher von dem Monteur in richtiger Lage aufgestellt werden können. Von der Nothwendigkeit dieser Bedingung überzeugt man sich leicht durch folgende Betrachtung. Seien *A*, *B* und *C* drei Lager einer Transmissionswelle, und sei vorausgesetzt, daß dieselben wegen unvollkommener Aufstellung nicht genau in einer geraden Linie angeordnet seien. Es ist dann ersichtlich, daß die gerade Ase durch das mittlere Lager bei *B* einer seitlichen Durchbiegung zwischen *A* und *C* ausgesetzt ist, und daß in Folge hiervon die Welle mit einer der Größe der Abweichung entsprechenden Kraft auf das Lager bei *B* reagirt, daselbst also bei der Umdrehung eine erhebliche Reibung hervorgerufen wird. Bei jeder Umdrehung werden nämlich alle einzelnen Längsfibern der Welle nach einander abwechselnd gedrückt und gezogen, indem die Durchbiegung stets nach derselben Richtung stattfindet. Ist nun die lange Welle in sehr vielen Punkten unterstützt, so läßt sich für je drei aufeinander folgende Lager dieselbe Betrachtung anstellen, und man erkennt, daß die Welle, besonders bei einer großen Umdrehungs-

geschwindigkeit, einer Anzahl von periodischen Verbiegungen nach allen möglichen Richtungen ausgesetzt ist, in deren Folge gewisse störende Schwingungen eintreten müssen, die sich dem Ohre als Schallwellen durch das Knarren und Pfeifen kundgeben und in den Lagern zu Wärmewirkungen umsetzen, die das bedenkliche Warmlaufen daselbst erzeugen. Daß damit ein großer Kraftverlust verbunden ist, lehrt die jedem Praktiker bekannte Erfahrung, daß eine nachlässig montirte längere Wellenleitung zu ihrer Umdrehung im ganz unbelasteten Zustande oft bedeutenden Kraftaufwand erfordert, wie daß man andererseits in dem Umstande, daß eine längere Welle im Leergange sich verhältnißmäßig leicht in Bewegung setzen läßt, ein sicheres Kennzeichen für die exacte Aufstellung der Welle oder doch wenigstens dafür erblicken kann, daß die sämmtlichen Lager derselben so viel wie möglich in einer geraden Linie angeordnet sind.

Um dieses letztere Erforderniß mit größerer Bequemlichkeit zu erreichen, pflegt man daher in der Regel die Befestigungsplatten der Lager, mit denen die letzteren an den stützenden Wänden, Fundamenten oder Gestellen befestigt sind, so einzurichten, daß eine geringe Verschiebung der Lager nach einer oder mehreren Richtungen behufs einer allfällig nöthigen Correctur bei der Aufstellung möglich ist. Man ist in dieser Beziehung bei soliden Ausführungen noch weiter gegangen, indem man den Lagerfuttern äußerlich die Gestalt einer zum Mittelpunkte des Zapfens concentrischen Kugel gegeben hat, welche genau passend in dem entsprechend kugelförmig ausgedrehten Lagerkörper ruht. Vermöge dieser Anordnung ist dem Lagerfutter unbeschadet seiner sicheren Unterstützung die Füglichkeit gegeben, sich stets genau mit seiner Bohrung in die Richtung des Zapfens zu stellen. Hierdurch wird natürlich jeder einseitige Zwang auf den Zapfen beseitigt, wie er sich jedenfalls einstellen müßte, wenn das Lagerfutter ganz fest in dem Lagerkörper läge und die Ase der Bohrung des Futters nicht vollkommen in die geometrische Ase des Zapfens fallen würde. Für lange und schnell gehende Transmissionswellen sind diese Lager ganz besonders empfehlenswerth, freilich ist ihre Ausführung theurer als die der gewöhnlichen Construction, welcher Umstand wohl als Grund anzusehen ist, der ihrer allgemeineren Anwendung bisher vielfach entgegengestanden hat. Nach diesen allgemeinen Bemerkungen über Lager möge nunmehr eine Beschreibung der gebräuchlichsten Lagerconstructionen folgen.

§. 34. Lager für liegende Wellen. Die Einrichtung der Lager für die Zapfen horizontaler Wasserräder ist schon im zweiten Theile dieses Werks mehrfach veranschaulicht, und auch bereits oben angeführt, daß hierbei der Zapfen zuweilen nur unterhalb von einem Lagerfutter umschlossen wird. Letztere Anordnung eines oben offenen Lagers zeigt Fig. 94. Hier ist A