

nun die Schmiermittel und die Metallteilchen beginnen sich abzulösen, d. h. der Lagerverschleiß wird größer. Häufen sich nun diese abgelösten Metallteilchen an einer Stelle, so erzeugen sie dort eine vermehrte Reibung. Der vermehrte innere Druck wird dann ein Zusammenpressen dieser Metallteilchen hervorrufen; das geht so weit, daß die Welle geritzt wird und die ursprünglich glatte Wellenoberfläche in eine rauhe übergeht. Die aufgeraute Reibfläche vermehrt nun die Zusammenpressungswirkungen auf die abgelösten Metallteilchen. Die zusammengepreßten Metallteilchen werden vor sich hergeschoben und reißen das Lagerschalmetall auf. Es bilden sich allmählich anwachsende Metallknoten, die sich wie ein Keil zwischen Welle und Lagerschale legen. Dieser Vorgang kennzeichnet die Ursachen des Fressens oder des Festsetzens eines Gleitlagers.

Das Kugellager wirkt nun gänzlich anders. Zunächst rollen die Kugeln zwischen Welle und Lagerschale ab, Fig. 2. Die Lagerreibung erklärt sich nun aus der elastischen Eindrückung der Kugel in ihr Laufbett, ferner noch durch die Kugelreibung unter sich.

Die übliche Annahme der Punktberührung bei einer rollenden Kugel ist nur ein theoretischer Begriff, wenn wir uns die Teile massenlos vorstellen. In Wirklichkeit haben wir bei der gedrückten Kugel eine Flächenberührung. Die Fläche wird bei einer hohlen Laufrille ellipsoidenartig sein. Das Kugellager ist ein elastisches Lager, während das Gleitlager als starres Lager gelten muß, da beim Gleitlager von einer praktisch merkbaren

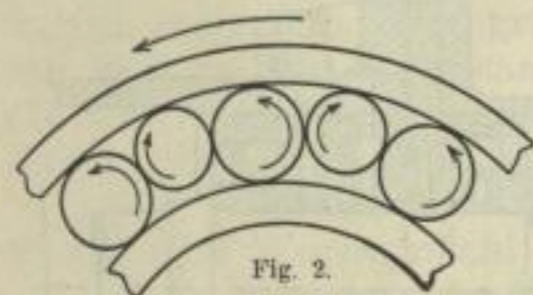


Fig. 2.

Eindrückung der Welle in ihr Laufbett nicht gesprochen werden kann. Bei der Kugel muß infolge des Fehlens einer eigentlichen Gleitreibung die Menge der abgelösten Metallteilchen (Verschleißkörperchen) kleiner sein. Es ist auch in der Tat so, weil noch hinzutritt, daß bei Kugellagern meist gehärtete Glieder zusammenarbeiten, wodurch etwaige Verschleißmengen noch weiter vermindert werden.

Die Kugeln besitzen nun während des Laufens in ihrer Laufrille eine merkwürdige Eigenschaft. Etwaige große Metallteilchen werden selbsttätig aus dem Wege geräumt. Die Kugeln wirken als Bahnräumer. Größere Fremdkörper können überhaupt nicht in die Laufstelle gelangen, nur ganz kleine Metallteilchen, die kleiner als das Spiel im Kugellager sind, werden sich örtlich an der Kugellaufstelle festsetzen.

Ferner sind zwischen den Kugeln Lücken vorhanden, die den Zutritt der Schmiermittel gestatten. Die Laufflächen der Kugellager liegen fortwährend frei. Dies ist einerseits ein großer Vorzug, wenigstens vom Standpunkt der Schmierbarkeit aus. Andererseits kann nicht geleugnet werden, daß der Staubzutritt zu den Lücken und Laufstellen des Kugellagers begünstigt wird.

Soweit die inneren Lagervorgänge beim Kugellager und die allgemeinen Vorzüge.

Eine weitere schätzbare Eigenschaft hat das Kugellager, daß es gegen geringe Verlagerungen unempfindlich ist (es sellert). Eine überlastete, sich durchbiegende Welle verursacht in dem Kugellager nicht das gefürchtete Ecken, sondern auf das Lager entfallen nur größere Einzelbelastungen für die Kugeln. Die Druckauflage eines Kugellagers ist stets statisch bestimmt. Die Drücke greifen immer in der Kugelmittle an. Damit wären die inneren Vorzüge des Kugellagers gekennzeichnet.

- Es leiten sich hiervon auch die Schlagworte ab:
1. leichter Lauf (Reibungskoeffizient 0,0015),
  2. geringer Oelbedarf (etwa 1/10—1/15 von dem des Gleitlagers),
  3. leichte Ingangsetzung (der Reibungskoeffizient der Ruhe unterscheidet sich nicht wesentlich von dem der Bewegung),
  4. Hohe Betriebssicherheit (6000—10000 Touren i. d. Min.).

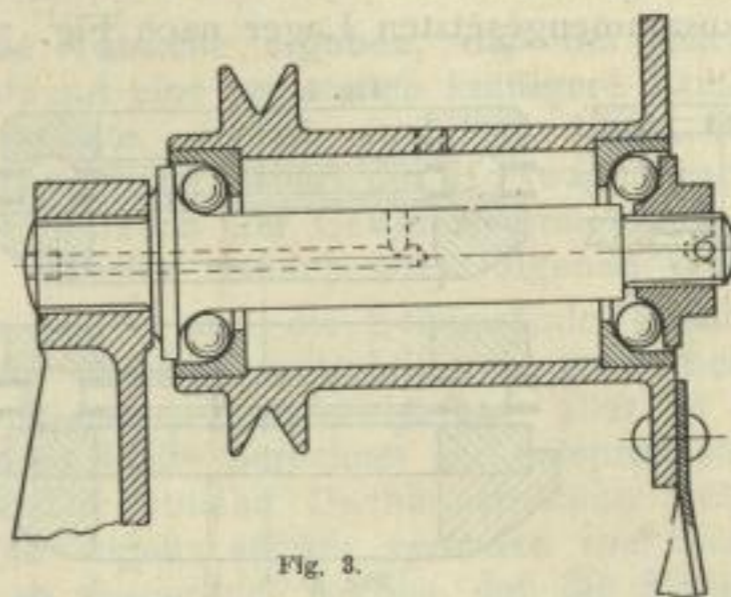


Fig. 3.

Zu diesen Schlagworten soll folgendes bemerkt werden:

Die angeführten Vorzüge treffen bei zeitgemässen Kugellagerungen wirklich zu. Das Kugellager hat eine etwa 8jährige systematische Entwicklung hinter sich, die unstreitig durch die Versuche von Prof. *Stribeck* und den *Deutschen Waffen- und Munitionsfabriken* Berlin im Jahre 1900 eingeleitet wurde. Diese Versuche haben dem früheren etwas wilden Zustande der Kugellagerkonstruktionen ein Ende bereitet und dem modernen Kugellager ist unterdessen Gelegenheit gegeben worden, seinen Befähigungsnachweis zu erbringen. Dieser Befähigungsnachweis ist ihm auch im Automobilbau, im Elektromotorenbau, im Bau von schnelllaufenden Maschinen, Holzbearbeitungsmaschinen, Zentrifugen, Turbinen usw. gelungen.

Neuerdings wird das Kugellager zu einem ernstlichen Nebenbuhler des Gleitlagers. Damit soll natürlich nicht gesagt werden, daß das Kugellager allgemein an Stelle des Gleitlagers treten könne. Durchaus nicht. Wo von Maschinen eine starre Bettung und dabei noch ein sicheres Rundlaufen verlangt wird, wird das

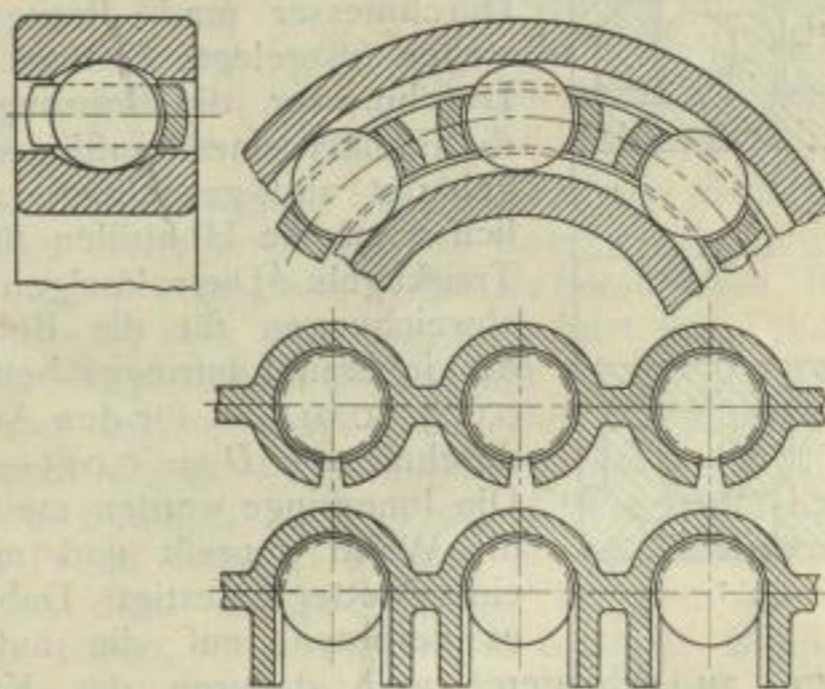


Fig. 4.

Gleitlager unentbehrlich sein. Unsere Maschinenelemente werden nur um ein brauchbares Mitglied bereichert.