

Geschichte der Kugel-Lager

Schweinfurter-Präzisions-
Kugel-Lager-Werke
FICHTEL & SACHS
Schweinfurt-Main

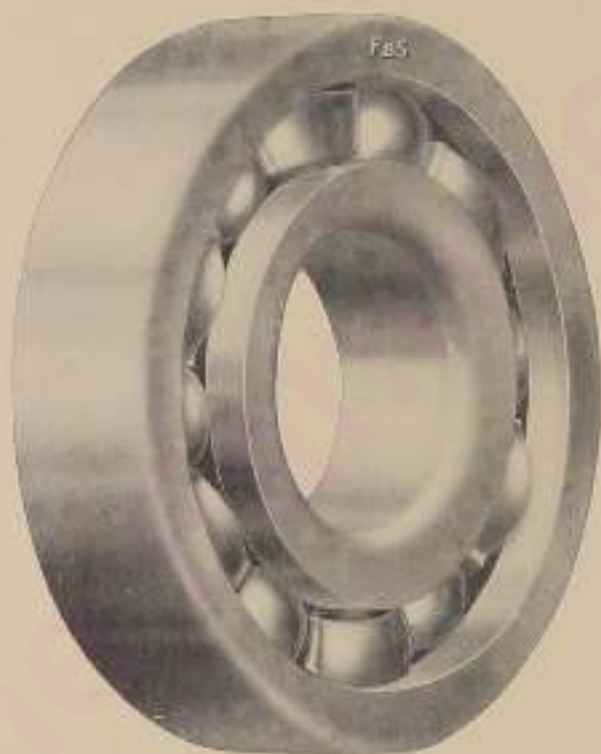
Geschichte

der

Kugel-, Walzen- und Rollen- Lager



Schweinfurter Präcisions-Kugellager-Werke
Fichtel & Sachs, Schweinfurt a. M.



Vorwort.

Die Veranlassung zu dieser Arbeit gab Herr Kommerzienrat Ernst Sachs durch seinen im Jahre 1909 im Polytechnischen Verein in München gehaltenen Vortrag über Kugellager, in dem er in kurzen Zügen auch die Entwicklung striffte. In vorliegender Schrift haben wir nun unter Mitwirkung des Historikers der Technik Ingenieur Franz M. Feldhaus, Friedenau-Berlin, die Geschichte und Entwicklung der Kugellager eingehend behandelt.

Neuerungen werden in der Technik nicht ohne eine gewisse Berechtigung misstrauisch angesehen. So ging und geht es leider heute noch den vermeintlich „neuen Walzen- und Kugellagern“. Aus der hier vorliegenden geschichtlichen Studie geht hervor, dass man schon seit Jahrhunderten im Maschinenbau die Herstellung von Rollen-, Walzen- und Kugellagern angestrebt hat.

Bezüglich des fremd anmutenden Ausdrucks „Walzenlager“ sei hier darauf hingewiesen, dass es heute unbedingt nötig ist, zwischen dieser Art und den Rollenlagern zu unterscheiden; denn bei der einen Lagerart tritt nur eine rollende, bei der anderen aber auch eine gleitende Reibung auf. Wir müssen die auf lose laufenden Walzen gelagerten Wellen hinfort also nicht mehr Rollenlager sondern Walzenlager nennen.

Schweinfurt, April 1914,

Schweinfurter
Präzisions-Kugel-Lager-Werke
Fichtel & Sachs.

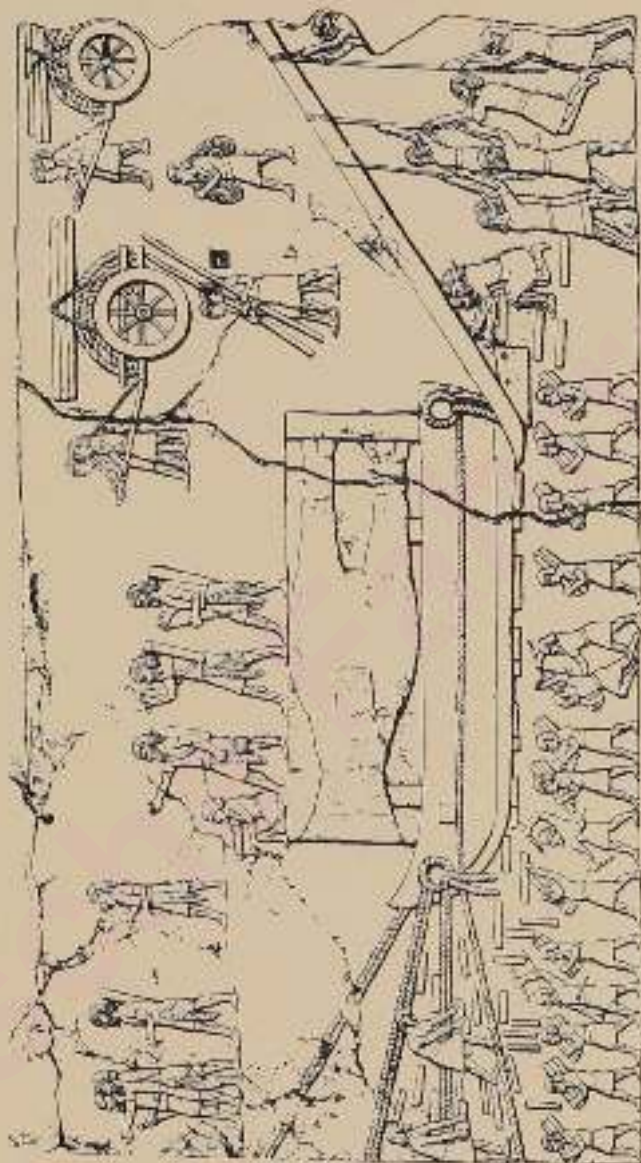


Abb. 1. Lastentransport auf Walzen, um 650 vor Chr.



Es ist ein weit verbreiteter Irrtum, erst unsere Zeit habe den Maschinenbau begründet. Schon die Urzeit, die die Verarbeitung der Metalle noch nicht kannte, hatte ihre Maschinen. Etwa um die Mitte des 4. Jahrtausends vor Christus verwendete man in Mitteleuropa bereits eine Pendelsäge zum Zerteilen der Steine und eine rotierende Bohrmaschine zum Herstellen der Löcher in Steinaxten, Spinnwirteln usw. (1). Wir kennen sogar von dieser Bohrmaschine die Art der Spindellagerung: Die Spindel lief in einem Körner und einer Pfanne aus hartem Hirschhorn. Man sieht daraus, wie pfligig der Mensch von jeher war, wenn es galt, seine eigene Körperkraft zu sparen; denn das Durchbohren eines Steines auf einer neolithischen Bohrmaschine erforderte, trotz der Verwendung von Kronbohrern, viele Stunden mühseliger Arbeit; auf seine eigene Körperkraft war der Mensch in der vorgeschichtlichen Zeit bei allen Arbeiten aber allein angewiesen. Ganz vereinzelt mag man damals das Rindvieh als Zugtier verwendet haben. Wir wissen das aus Funden hölzerner Joche in Schweizer Pfahlbauten. Erst in der Metallzeit finden wir Spuren des Pferdes als Zugtier (2).

Das Fortschleppen einer Last erleichterte sich der Mensch durch die Erfindung der Walze zu einer Zeit, wo er die Kräfte der Zugtiere noch nicht auszunutzen verstand. Die Ausbildung der Walze zur Rolle und zum Wagenrad erfolgte wahrscheinlich auch noch in einer Frühzeit, da der Mensch Ochsen und Pferde als Haustiere nicht kannte. Unsere ältesten Kenntnisse von Wagenrädern gehen bis vor die Metallzeit zurück (3). Zu Anfang der Metallzeit, also um 1900 vor Christus finden wir neben dem hölzernen Wagenrad schon das mehrspeichige Rad aus Metall. Es ist durchweg mit einer sehr langen, zur sicheren Lagerung dienenden Nabe versehen. Neben den Wagen ist aber bis auf unsere Tage die ältere Form des Transportgerätes, die Schleife, noch nicht ganz verschwunden. In manchen ländlichen Gegenden spart man sich noch heute die kostspieligen Räder an allen Geräten, die nur selten transportiert werden. Man setzt sie der Ersparnis halber nur auf Schleifkufen. In dieser Sparsamkeit ging man in früheren Jahr-



hundertern so weit, dass man z. B. die selten benutzten grossen Feuerspritzen nur auf Kufengestellen baute. Augsburg war die erste Stadt, die im Jahre 1518 eine auf Rädern stehende Feuerspritze anschaffte (1).

Kam man mit einer Schleife nicht recht vorwärts, so improvisierte man sie durch Unterlage von Walzen zu einem Wagen. Aus ägyptischen und babylonischen Reliefs wissen wir, dass die Unterlage von Walzen beim Transport schwerer Lasten allgemein üblich war. So sehen wir auf einem der grossen Reliefs von Ninive, die etwa aus dem Jahre 680 vor Christus stammen, wie man die grossen Steinblöcke für Denkmäler auf Schleifen und Walzen weiter schaffte (Abb. 1). Wir erkennen deutlich, wie Sklaven die runden Hölzer hinter der Schleife wegnehmen und, angetrieben von ihren Aufssehern, in langem Zuge wieder nach vorn tragen, um sie dort vor der Schleife auszulegen. Dass jede Zeit zum Transport geringerer Lasten das Wagenrad schon kannte, ersehen wir aus der gleichzeitigen Darstellung von Wagen, die Seile und Rüstbalken herbeiführen (4).

Das Altertum bediente sich zur Fortschaffung der Lasten, zur Bewegung seiner Mühlen der Sklaven. Kein Konstrukteur braudite sich den Kopf zu zerbrechen, um für diese lebenden Motore Kraft zu ersparen. Ja, die geringe Entwicklung der Betriebsmaschinen im Altertum lässt sich aus der Menge der vorhandenen Sklaven recht wohl erklären. Nur vereinzelt finden wir dort Wasserräder und Tiergöpel zum Betrieb von Maschinen. Diese Anlagen waren aber bis ins Mittelalter hinauf immer sehr klein und niemand nahm sich die Mühe, in den Lagerungen dieser Maschinen an Kraft zu sparen. Für gewöhnlich lief Holz auf Holz. Es mag wohl sein, dass einzelne die allzu schnell ausgeleiteten Lager mit Stein- oder Metalleinlagen versehen und auch auf die Schmierung einige Sorgfalt verwandten; in den uns erhaltenen Texten und Abbildungen ist von solcher Sorgfalt nicht die Rede. Erst bei den Kriegstechnikern des ausgehenden Mittelalters finden wir vereinzelte Hinweise auf eine sorgfältige Durchbildung der Lagerstellen. So sehen wir in einer Handschrift aus der Zeit der Hussitenkriege ums Jahr 1430, dass die hölzernen Wellen von Mühlen, Göpeln, Kranssäulen usw. in eisernen Lagerzapfen enden.



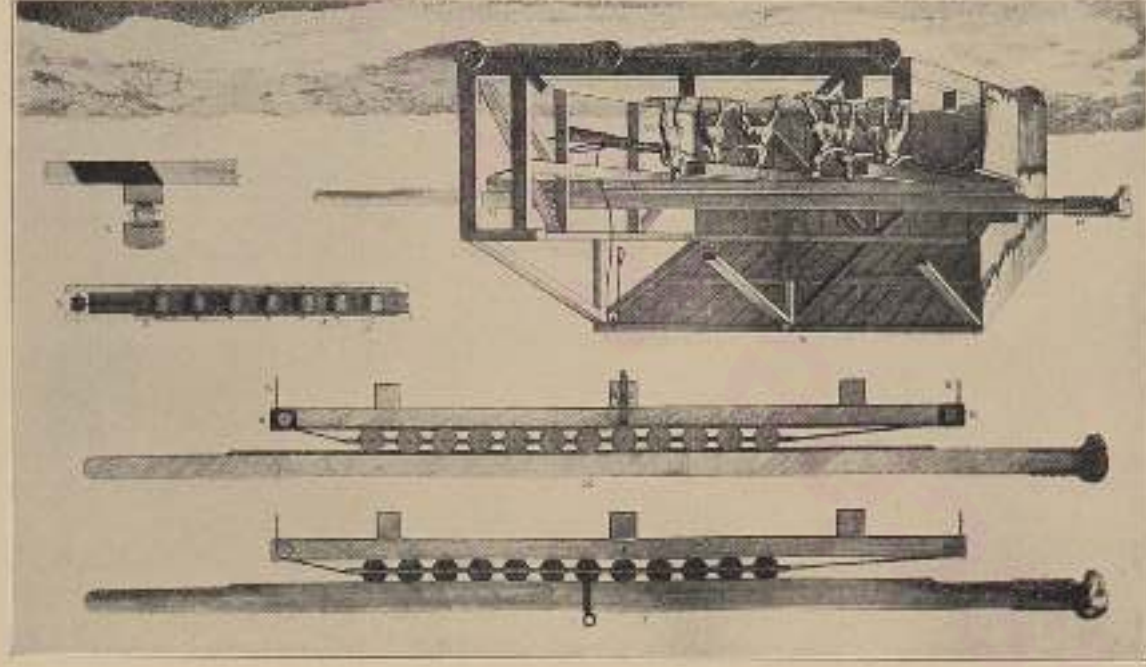


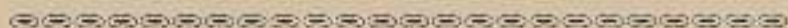
Abb. 2. Walzenlager mit Käfig zur Lagerung eines Widerbalkens an einer griech. Belagungs-
maschine, erfunden von dem Ingenieur Diades von 330 v. Chr. (Vitruvius, De architectura —
geschrieben um 24 v. Chr. —, Buch 10, Kap. 13, 7). Nach einem Stich von 1777 (vgl. Note 5).



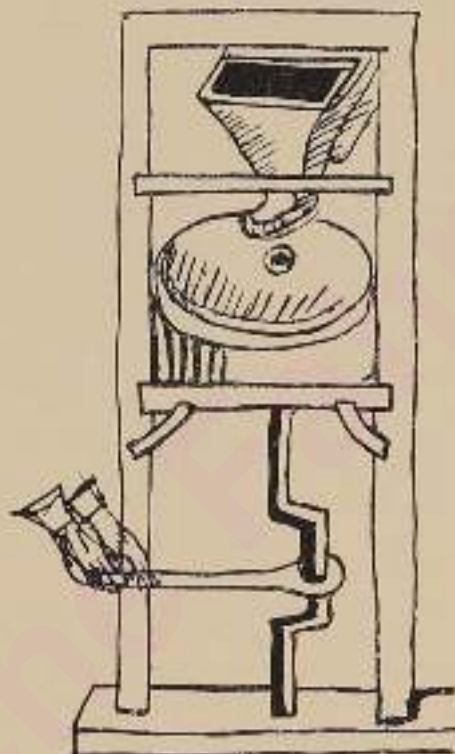
Bei unserer dritten Abbildung, einer kleinen Handmühle, deren gekröpfte Welle ganz aus Eisen besteht, vermerkt der Verfasser (6): Item, wer die Mühle machen will, soll zwei Eisenschienen nehmen und soll machen die Form des Eisens, wie sie da gemalt ist. Oben soll (die Achse) ihr Haupt (zur Aufnahme des Mühlsteines haben), und unten soll sie stählen sein. Die Sohle, wo das Eisen darin geht, soll auch stählen sein. Wir haben also hier eine sorgfältige Lagerung von stählernen Zapfen in stählernen Pfannen.

Der erste, der sich eingehend mit Versuchen über die Reibung beschäftigte, und nicht allein die gleitende Reibung, sondern auch die drehende (Zapfen-)Reibung untersuchte, war der als Künstler weit berühmte Leonardo da Vinci. Unter den tausenden hinterlassenen Notizen dieses grossen Mannes kennen wir seine auf mathematischer Grundlage beruhenden Anschauungen über die Reibung (7). Leonardo nimmt den Reibungskoeffizienten gleich 0,25 an. Es kann sich also nur um Reibungen von Holz auf Holz oder Metall auf Metall bei mangelhafter Schmierung handeln. Leonardo unterscheidet nicht nur zwischen der Reibung fester und flüssiger Körper, sondern auch zwischen gleitender und rollender Reibung. Er sagt (8): „Die Reibung der Körper teilt sich in zwei Hauptklassen: Flüssigkeit mit Flüssigkeit und feste Körper mit festen Körpern. Aus diesen wird eine dritte Klasse erzeugt, welche aus beiden entsteht oder zusammengesetzt ist, d. h. es kann sich eine Flüssigkeit auf einem festen Körper oder ein fester Körper auf einer Flüssigkeit reiben, und zwar geschmeidig. Auch gibt es eine vierte Reibung, wie zwischen dem Rad eines Wagens und der Erde, auf der es sich bewegt. Dieses reibt nicht, sondern berührt, und man kann von einem Fortschreiten mit unendlich kleinen Schritten reden.“ Leonardo empfiehlt das Polieren der Reibflächen (9): „Die Reibung eines polierten, ebenen Körpers widersteht dem Motor mit einer Kraft gleich dem vierten Teil seines Gewichtes.“ Es ist auffallend, dass Leonardo zu keinem günstigeren Verhältnis kam. Er untersuchte im Verfolg dieser Betrachtung den Einfluss, den die Neigung einer schiefen Ebene auf die Veränderung der Reibung ausübt. Er kommt dabei auf die Festlegung des Begriffes „Reibungswinkel“,





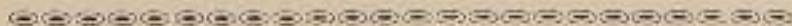
Eingehend untersuchte Leonardo die Frage, welches Gewicht an eine Welle anzugreifen habe, um den Reibungswiderstand in den Wellenlagern zu überwinden. Es ist sehr auffallend, dass Leonardo hierbei keine algebraischen Gleichungen zu verwenden sucht. Es ist nicht wahrscheinlich, dass ihm die dieses Thema



Man muss den mal ansehen, weil d' selb' keine große Arbeit erfordert und
 schenkt die Form der ersten als d' sie da gemacht ist und so ab zu sein.
 Einige von denen streichen sein, die sollte da der offener sein, als d' selb' mal
 streichen sein, also mal sein, d' selb' mal sein, und mal selb' mal sein,
 nur den kleinen Quoten, d' selb' mal sein, mal sein, mal sein.

Abb. 3.

Handmühle mit stählernen Lagern und Zapfen, um 1430.





behandelnden Schriften des Jordanus Nemorarius vom Jahre 1220 und von Luca Pacioli von 1487 (Druckausgabe 1494) unbekannt geblieben sind; denn mit dem Verfasser der letztgenannten Schrift war Leonardo befreundet und wohnte zeitweise mit ihm zusammen.

Aus jenen Betrachtungen heraus kommt Leonardo da Vinci zu seinen „Drehzapfen höchster Vollkommenheit“. Er versteht darunter Antifiktionsrollen (10). Leonardo sagt von dieser neuartigen Lagerung: „Sie dienen zu schwingenden Bewegungen, wie für Glocken, Sägen und Dinge ähnlicher Art“ (10). Um die Wirkung der Antifiktionsrollen zu untersuchen, legte Leonardo bis 12 Rollen in der Weise aufeinander, dass die Achse der oberen Rolle auf dem Rollenumfang der darunter liegenden aufliegt. Wenn er den Durchmesser einer jeden Rolle gleich 10, den Durchmesser der zugehörigen Achse aber gleich 1 nimmt, so resultieren ihm aus der an der obersten Rolle angreifenden Kraft schliesslich an der untersten Rolle eine Milliarde. Leonardo sagt: „Und wenn das erste, obere Rad hunderttausend Millionen Umdrehungen ausführt, macht das unterste nur eine volle Umdrehung. Dies sind Wunder der Kunst des mechanischen Genies. Auf diese Weise setzt man eine Glocke auf ihre Zapfen, die von einem leichten Winde geläutet werden wird, wenn sie vom Zentrum gleich weit abstehende, gleiche Gewichte hat (d. h. wenn die Achse nahe unter ihrem Schwerpunkt durchgeht)“. Leonardo sieht auch ein, dass es keinen Zweck hat, viele einzelne Fiktionsrollen übereinander aufzubauen (12): „Bei so gelagerten Zapfen ist es zwar richtig, dass das Gewicht auf verschiedene Zapfen verteilt wird, aber wer alle diese verminderten und geteilten Gewichte addiert, wird denselben Widerstand finden (als wenn er weniger Fiktionsrollen hätte). Es ist gerade so, wie wenn ein Pfund in 12 Unzen geteilt wird, die, wieder vereinigt, gerade wieder ein Pfund ergeben.“ An einer andern Stelle (13) sagt Leonardo: „Diese Anordnung (auf Antifiktionsrollen) gibt der Kreisbewegung eine solche Dauer, dass es wunderbar und übernatürlich erscheint, denn es werden nach Aufhören der Bewegung des Motors noch viele Umdrehungen gemacht.“ Besonders verwendet Leonardo Antifiktionsrollen zur Lagerung von sogenannten archimedischen Schnecken



zur Wasserrförderung. Er unterstützt dabei nicht nur den oberen und den unteren Lagerzapfen durch Rollen, sondern verhindert auch die Durchbiegung der langen Schnecke durch Unterstützung



Abb. 4.

Antifrikfionsrollen von Leonardo da Vinci, um 1500.

mittels Rollen. Diese Art sehen wir auch an einem Walzwerk für Bleiplatten, das Leonardo in einem der Pariser Manuskripte skizziert (Abb. 6.) Hier wird die Oberwalze durch eine kleine Rolle in der Mitte gestützt, damit jene sich nicht durchbiegen kann: „Eine Art, eine dünne und gleichmäxige Platte aus Zinn herzustellen. Diese (Walzen) sollen aus Glockenmetall gefertigt sein, damit sie härter sind, und man versehe sie mit eisernen Achsen, damit sie sich nicht verbiegen. Indem auf diese Weise eine Walze die andere umdreht, strecken sie eine Platte aus, die ungefähr eine halbe Elle breit ist.“ Leider erschien von dem gesamten

umfangreichen Wissen dieses grossen Ingenieurs jahrhundertlang nichts im Druck. So gingen nicht nur diese interessanten Ausführungen über die Vermeidung der Reibung in Lagern, sondern auch zahlreiche andere grosszügige Konstruktionsideen dieses Universalgenies für die Praxis verloren.

In dem ersten von einem deutschen Maschinenbauer beschriebenen Fachwerk finden wir aber schon im Jahre 1556 eine interessante Nachricht über die Verwendung eines Antifraktions-



Abb. 5. Lagerbock mit Rollen von Leonardo.

lagers. Der Verfasser dieses Werks, das im ersten Jahre seines Erscheinens bereits drei verschiedene Auflagen erlebte, war Georg Agricola, seines Standes ursprünglich Mediziner (14). Agricola beschreibt eine Antriebsvorrichtung für eine Schöpfwerkzeuge. Er weist dann darauf hin, dass man das hierzu nötige Maschinengestelle ganz aus eisernem Gitterwerk machen soll. Die gleichfalls aus Eisen gefertigten Achsen sollen sich in Lagern drehen, in denen „breite, eiserne, stahlharte Ringe“ liegen. Die Hauptachse aber, die das ganze Gewicht der in die Tiefe hinabgehenden Schöpfwerkzeuge zu tragen hat, „dreht sich in eisernen Haken auf Rollen von Stahl“. Wie dieser U-förmige Haken, d. h. der Lagerbock, aussieht, und wie die Stahlrolle darin eingebaut ist, zeigt Agricola in einem nebenstehenden Holzschnitt (Abb. 7).

Auch noch an einer andern Stelle, nämlich bei der Beschreibung eines Fallhammers (15) erwähnt Agricola die Verwendung von Rinflektionenrollen. Der Fallhammer wird nämlich durch zwei Daumen gehoben, die an der Wasserradwelle sitzen. Jeder Daumen ist mit einer aus Bronze gefertigten, 7,5 cm dicken Rolle versehen, damit beim Emporheben des Bais eine möglichst geringe Reibung stattfindet.

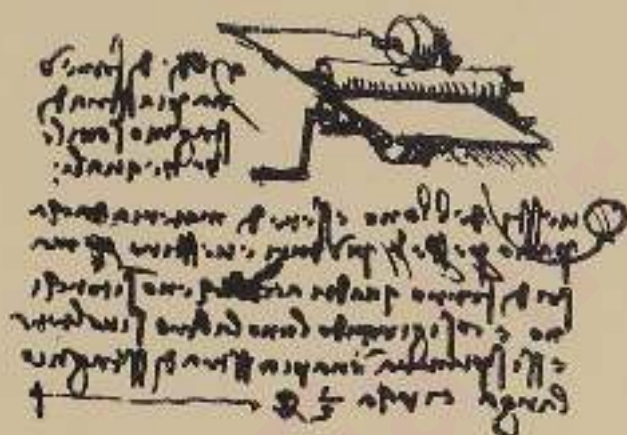


Abb. 6.
Gegendruck-Rolle an einem Walzwerk von Leonardo.

Im Jahre 1588 erschien zu Paris ein grossartig ausgestattetes Werk über den Maschinenbau. Es hat den königlichen Ingenieur Agostino Ramelli zum Verfasser. Auf den 195 prächtigen Kupferstichen dieses Buches sieht man mehrere Male Rollenlagerungen (16). Auf der siebenundzwanzigsten Tafel sieht man bei Ramelli ein Pumpengestänge in Rollenlagern geführt. Man kann in vier verschiedenen Etagen übereinander an Hand unserer 8. Abbildung insgesamt 14 Rollen zur Aufnahme des Seitendruckes des Gestänges zählen. Ramelli war der erste grosse Kinematiker und er geht deshalb aus Liebhaberei zur Kinematik von praktisch konstruktiven Gesichtspunkten oft etwas weit weg. Auf der achtund-siebenzigsten Kupfertafel zeigt Ramelli einen Ziehbrunnen, der dadurch in Bewegung gesetzt wird, dass man den am Brunnen-

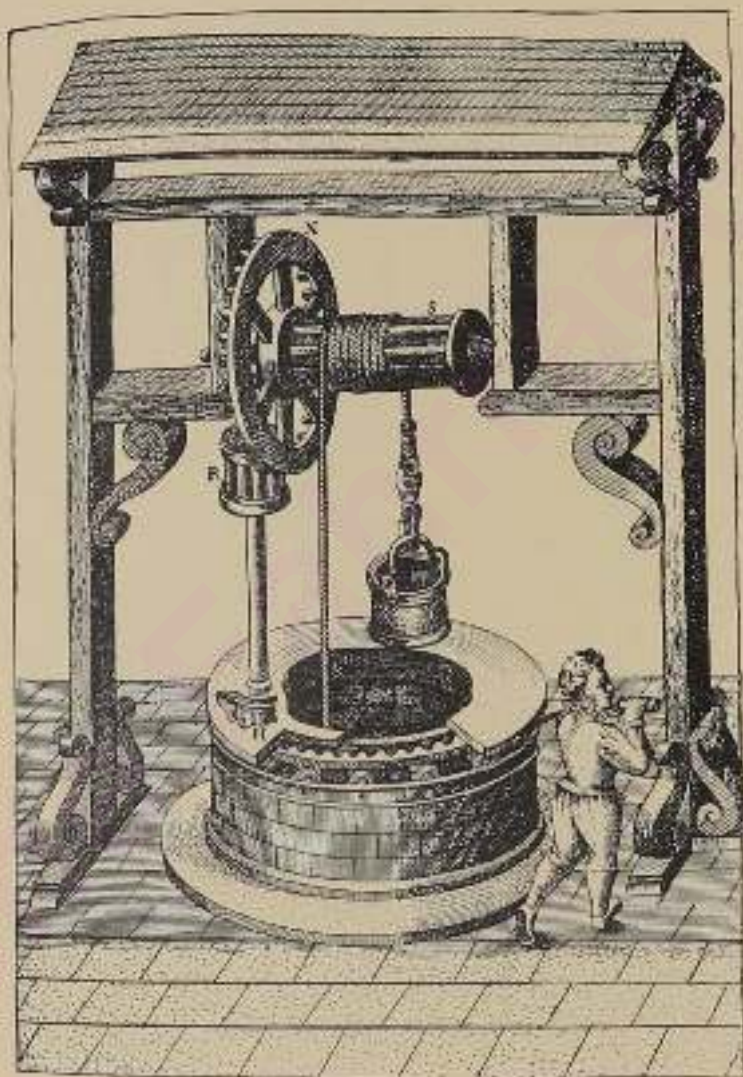


Abb. 9.
 Rollenkranz an einem Brunnen von Ramelli, 1588.



Abb. 10.
 Rollenkranz an einer Windmühle von Ramelli, 1588.

die Mühle einigermaßen gross war, ein erheblicher Kraftaufwand notwendig. Wir sehen deshalb das Mühlrad auf Rollen laufend. Die Rollen sitzen in einem grossen hölzernen Kranz, unter dem ein zweiter Holzkranz liegt, worauf sich die Rollen bewegen.

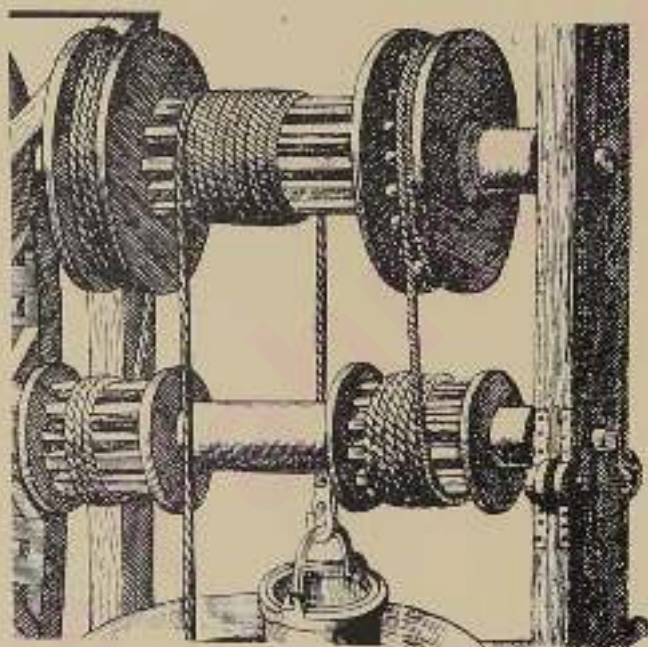


Abb. 11.
Rollenlager für eine Brunnenwinde von Ramelli, 1588.

Auf der sechsundsiebenzigsten Tafel finden wir bei Ramelli die Achse einer Brunnenwinde auf Antifriktionsrollen gelagert (Abb. 11).

Welch grosse Bedeutung den Reibungswiderständen zukomme, zeigte der Öffentlichkeit zuerst der Pariser Architekt Guillaume Amontons im Jahre 1699 in einer in den Abhandlungen der Pariser Akademie der Wissenschaften erschienenen Arbeit. Amontons beschäftigte sich eher nur mit der gleitenden Reibung (18). Erst sein grosser Zeitgenosse Gottfried Wilhelm



von Leibniz unterschied im Jahre 1710 zwischen gleitender und rollender Reibung. Genau gesagt, spricht Leibniz von schiebender (*superincensus radens*) und wälzender (*superincensus volvens*) Reibung. Die Abhandlung von Leibniz über diesen Gegenstand erschien in den Abhandlungen der Berliner Akademie (19).

Als das englische Parlament im Jahre 1714 drei Preise von 1000 bis 2000 Pfund Sterling für den ausgesetzt hatte, dem es

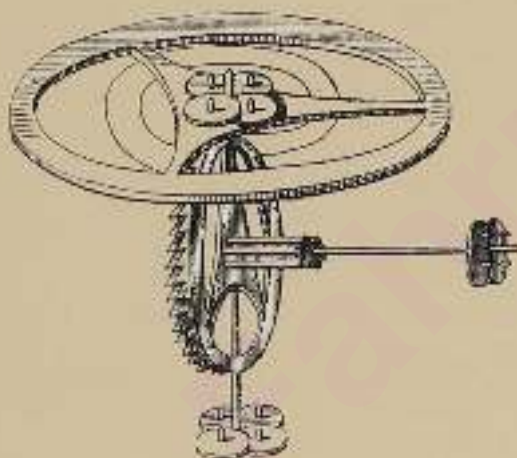
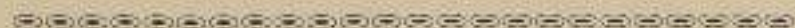
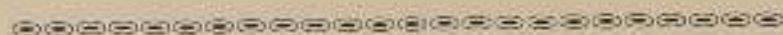


Abb. 12.

Rollenlager an der Unruhe einer Secuhr von Sully, 1716.

gelänge, eine Uhr zu bauen, die die geographische Länge auf See mit einer Genauigkeit von 1 bis $\frac{1}{4}$ Grad abzulesen gestatte, gingen mehrere Mechaniker an diese Aufgabe. Unter ihnen gelang es Henry Sully, eine solche Uhr von grosser Genauigkeit zu bauen. Ehe die Versuche abgeschlossen waren, starb Sully. Seine Secuhr hatte, wie wir aus ihrer Beschreibung (20) sehen (Abb. 12), an den Lagerstellen der Unruhe je vier, die Achse ganz umschliessende Antifriktionsrollen. Man nennt Sully deshalb meist den Erfinder der Antifriktionsrollen. Da wir hier solche Lager aus weit früherer Zeit kennen lernten, müssen wir Sully als den Erfinder derselben fallen lassen. Das in den Jahren 1724



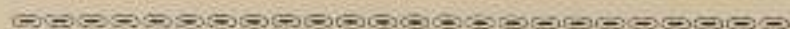


bis 1727 in mehreren Bänden erschienene Maschinenbuchs von Jakob Leupold berücksichtigt schon die von Leibniz gegebenen Lehren. Wir finden dort (Bd. 3, Taf. 19) auch einige Hinweise auf Rollenlagerungen, z. B. an einem kleinen Windrad, dessen Achse zur freien Durchlassung einer zweiten Achse hohl und von sehr grossem Durchmesser sein muss. Um die Reibung für die grosse, hohle Achse möglichst zu vermeiden, legt Leupold sie zwischen Rollen.

Im Jahre 1710 legte de Mondran der Pariser Akademie der Wissenschaften ein Projekt zu einem Wagen vor, bei dem die Räder auf Antifriktionsscheiben laufen. Diese — ja gar nicht mehr neue — Lagerart soll nach Angabe des de Mondran auch bei Maschinen angewandt werden, um die Reibung zu vermeiden. Die Akademie hiess das Projekt gut (21).

In dem grossen holländischen Werk über den Mühlenbau von Natus, Polly und van Vuren, das 1734 bis 1736 zu Amsterdam erschien (22), ist auch gezeigt, wie man Walzenlager im Maschinenbau verwenden soll. Unsere 13. Abbildung zeigt die Hälfte des bei den Holländern damals zur Lagerung des drehbaren Windmühlendaches zur Verwendung kommenden „Rolrings“. Dieser Ring ist als Walzenkäfig aufzufassen. Er liegt lose zwischen einem Ober- und einem Unterring. Auch zur Lagerung von Schleusentoren geben die Holländer einen beachtenswerten Wink. Sie versehen die hölzernen Zapfen der Tore unten mit einem schweren metallenen Schuh, der als Kugelkelotte ausgebildet ist. Dieser Schuh steckt in einer metallenen Lagerschale, die gleichfalls eine konvexe Lauffläche hat.

Ein Walzenlager aus dem Jahre 1794 fand man 1909 in Nordamerika auf. Es ist wohl das älteste Walzenlager der Praxis. Die Old Trinity Church zu Lancaster (Pa.) trägt eine grosse Windfahne von 170 kg Gewicht. Als man sie bei Renovierungsarbeiten 1909 herunternahm, fand man, dass sie auf einem Walzenspurlager mit Käfig lief. 115 Jahre lang hatte dieses Lager ohne jemals geschmiert zu werden, seinen Dienst verrichtet. Der Käfig bestand aus zwei kupfernen Ringen von 16,2 mal 16,7 mm Querschnitt. In dem Käfig lagen sechs bronzene Walzen, die ein wenig ballig gedreht waren. Ursprünglich



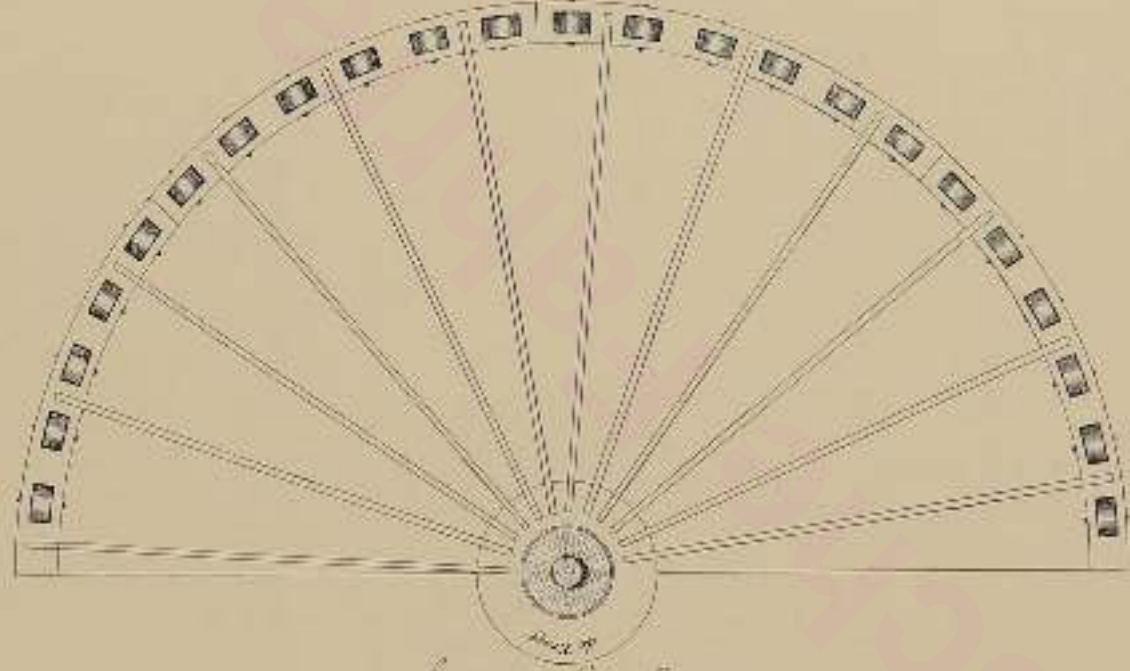


Abb. 13. Walzenlagerkäfig einer Windmühle von 1734.

*Stilles rollen mit sich selbst an
mit sich selbst rollen*

hatten diese Walzen einen Durchmesser von etwa 30 mm. Als man sie fand, waren sie bis auf etwa 19 mm abgenutzt. Jede Walze drehte sich um einen 10 mm starken Laufbolzen aus Messing in den Käfigringen. Als Laufringe für die Walzen dienten zwei Bronzeteiler von 140 mm Aussendurchmesser. Glaubwürdige Angaben über den Erbauer dieses Lagers waren nicht aufzufinden. Während einige diese Konstruktion dem Robert Fulton zuschreiben, nennen andere Lemon of Riffe Farm, wieder andere den Graveur Getz, der den ersten Washington-Penny und das gessene Siegel der Vereinigten Staaten gravierte. Das

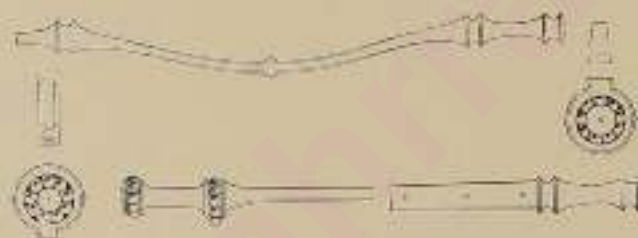


Abb. 14.
Kugellager mit Rille und Einfüllöffnung, 1794.

alte Originallager bewahrt man jetzt sorgsam auf. Die Windfahne setzte man aber auf ein neues, ähnliches Lager.

Im Jahre 1795 soll der französischen Artilleriekommission bereits ein Wagen zur Prüfung vorgeführt worden sein, dessen Achsenlager als Rollenlager ausgebildet waren (23). Ein Beweis für diese Behauptung liess sich in den damaligen französischen Patentschriften nicht finden.

Im Gegensatz zu diesen alten Rollen- und Walzenlagern finden sich die Kugellager erst gegen Ende des 18. Jahrhunderts. E. Sixt machte vor einigen Jahren in einem Vortrag (24) auf das älteste Kugellager aufmerksam. Es wurde unter Nr. 2006 am 12. August 1794 in England einem Manne namens Philip Vaughan als „Achsen für leichte und schwere Wagenräder“ patentiert. Zu der hier in Abb. 14 wiedergegebenen



Zeichnung sagt der Erfinder: „Bei dieser Erfindung ist jeder Arm der Wagenachse mit zwei Nuten versehen, eine von ihnen liegt nahe dem Ende des Armes, die andere in derselben Entfernung davon. Jene Nuten sind zur Aufnahme von Kugeln gemacht, die als Antifrictions-Rollen dienen. Die Nabe eines jeden Rades ist mit zwei zu jenen in dem Achsenarm korrespondierenden Nuten versehen, sodass diese Nuten die Kugeln in dem Achsarm teilweise umschliessen. Um es zu ermöglichen, dass die Kugeln in die Nabe und den Achsarm ein- und ausgetan werden, sind Ausstücke mit Schwalbenschwanz gemacht, die Teile der Peripherie der Nabe und des Kugelgehäuses bilden.“

Dieses Patent ist deshalb beachtenswert, weil der Erfinder bereits das Gehäuse vollständig geschlossen baut und die Kugeln durch eine Einfüllöffnung in die Rille einbringt. Er kommt dabei dem Prinzip der Ringlager nahe.

Auch in Frankreich findet sich das Kugellager früh patentiert und zwar als Spurlager. Das Patent wurde am 8. Juni 1802 unter Nr. 263 an einen gewissen Cardinet erteilt. Der Erfinder beansprucht sein Patent auf ein mechanisches Karussell, das durch die Fussbewegungen der auf den Holzpferden sitzenden Personen gedreht wird. Ueber diesen Hauptgedanken dieses Patentes geht der Erfinder aber schnell hinweg, und er beschäftigt sich eingehend mit der Lagerung der vertikalen Welle des Karussells, also mit der Lagerung des sogenannten Kaiserbaums. Der Kaiserbaum ist hohl und wird von einer starken Eisenachse E (Abb. 35) durchsetzt. Die Maschine ruht nun, wie die Patentschrift sagt, „auf sechs kleinen Walzen L“ (siehe Fig. 7—8 der nebenstehenden Zeichnung der Patentschrift). „Diese Walzen haben die Form eines abgestumpften Kegels und lagern mit ihren Drehzapfen in einer Kupferplatte M; dieselben sind so angebracht, dass die Spitze jedes abgestumpften Kegels mit dem Zentrum der Achse der grossen Welle zusammenfällt. Die Walzen L haben das ganze Gewicht der Maschine sowie der (auf dem Karussell) spielenden Personen zu tragen. Sie rollen zwischen zwei andern Platten N aus Eisen oder Stahl, deren Oberflächen parallel zur Oberfläche der Rollen geneigt sind.“ „Es folgt, fährt der Autor





fort, aus der Form, der Anordnung, sowie der Aufeinanderfolge dieser Walzen, dass diese Maschine in ihrer Bewegung nur sehr wenig Reibung hat; dass sie keinen Widerstand zu überwinden

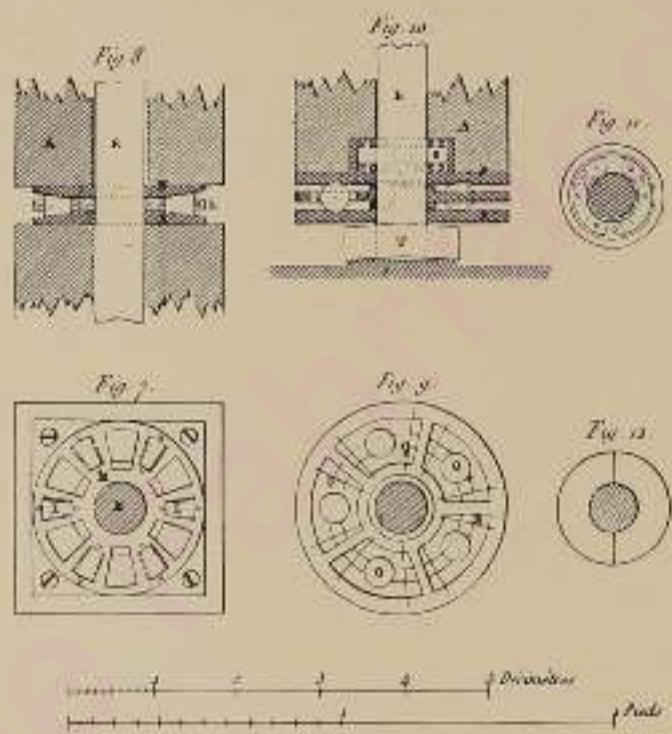
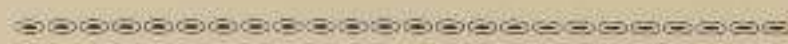


Abb. 15.
Kugel- und Walzenlager mit Käfigen, von 1802.

hat, ausser demjenigen der Luft, die sie (bei der Drehung des Karussells) verdrängen muss. . . .

„Die in Fig. 9 und 10 gezeichnete Platte kann die Anordnung in Fig. 7 ersetzen. Die Kugeln O erfüllen den Zweck der konischen Walzen L. Sie werden ebenso zwischen zwei Platten P angebracht, zwischen denen sie in einer kreisförmigen





Nute rollen. Diese geht ungefähr 2 mm tief in den korrespondierenden Teil der oberen Platte, damit, wenn die Kugeln in diesen Raum gelangen, sie vollständig frei sind. Sie kommen zu gleicher Zeit von den Federn R los, auf die sie durch eine

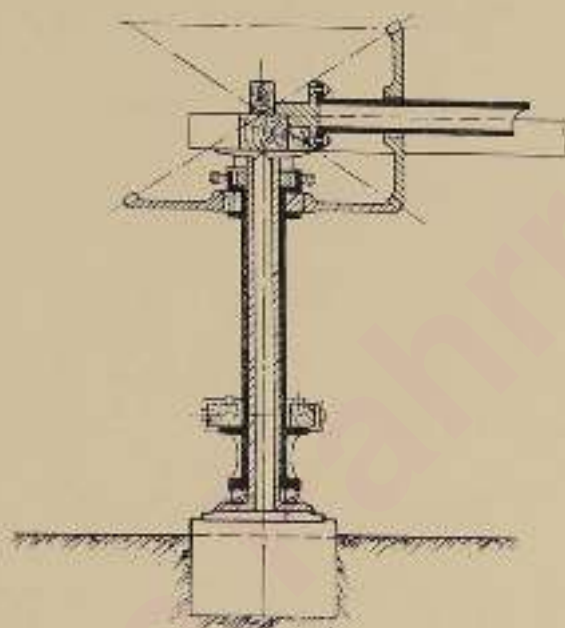
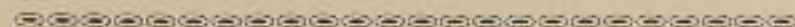


Abb. 16.

Kugellager an Kransäule, von 1818. Nach Matschoss.

unmerkliche Unregelmässigkeit im Gang einen Druck ausüben könnten. Dieser Druck kann in diesem Falle von gar keiner Bedeutung sein, aber ohne dieses freie Spiel der Rollen, das bei jeder Umdrehung eintritt, würde er auf die Dauer unfehlbar sehr bedeutend werden. Der Buchstabe S bedeutet in Fig. 10 einen Rollenkrans, den man bei Fig. 11 in der Ansicht sieht. Es gibt deren zwei Stück, die sich an den Enden der grossen Welle befinden. Sie haben den Zweck, die Reibung aufzuheben,



die aus dem Gewichtsunterschied der Karussellfahrer resultieren würde.“

Wir haben hier also ein Walzenlager und ein Kugellager mit Käfigen vor uns. Im Jahre 1803 wird bei uns in Deutschland kurz und dazu recht unverständlich auf diese Verbesserung der französischen Lager hingewiesen (25). Man hat in Deutschland von der Erfindung der Franzosen auch alsbald Gebrauch gemacht. Der sächsische Kunstmeister Christian Friedrich Brendel entwarf im Mai 1818 eine „Durchschnittszeichnung von einer

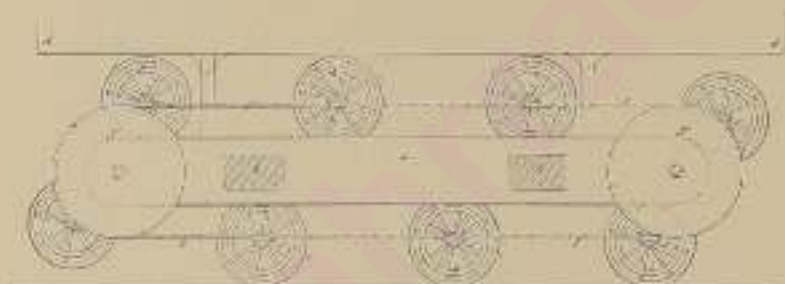


Abb. 17.
Wagen auf Walzenkette, 1821.

hohlen Göpelwelle mit feststehender Spindel zum Gebrauch bei der Königl. Porzellan-Manufaktur Meissen“. Das Original dieser Zeichnung (Abb. 16) befindet sich jetzt im Deutschen Museum zu München. Dass es sich hier nicht um die erste Konstruktion dieser Art handelt (26), haben wir aus dem Vorhergesagten gesehen.

Wie weit man damals auf der Suche nach reibungslosen Lagern von der Praxis abwich, zeigen uns in ergötzlicher Weise die französischen Patente Nr. 1180 vom 29. Mai 1821 und Nr. 1006 vom 16. März 1822, an Dentilhot und Jesse Bridgman erteilt. Die Erfinder nehmen die Räder unter dem Wagen ganz weg und hängen sie mit ihren Achsen zwischen zwei parallel laufende endlose Ketten. Sie brauchten zu einem Wagen infolgedessen nicht nur zwei Paar Räder, sondern sieben bis acht Paar. Betrachten wir das Patent von Bridgman einmal näher: An jedem

Sad bringt der Erfinder einen kleinen Laufkranz an. Auf diesen Laufkranzen liegen zwei unter dem Wagen hergehende lange Schienen auf. Wenn sich der Wagen in Bewegung setzt, gleiten die Räderpaare, an den endlosen Ketten geführt, unter dem Wagen her. Am Ende der Leitschiene angekommen, gehen die Ketten mit den Rädern in die Höhe und laufen oben durch die Luft hindurch wieder in den Vorderteil des Wagens zurück, um dort von neuem unter dem Wagen nach hinten zu gleiten. Die gleitende Reibung in den Achsenlagern ist von dem Erfinder

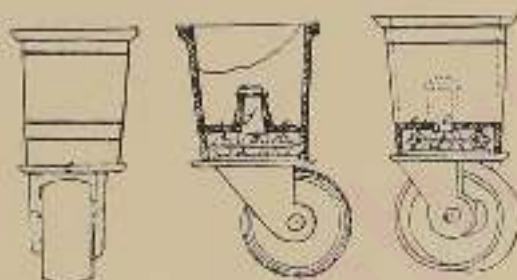


Abb. 18.
Möbelrolle mit Kugelspurlager, 1820.

auf diese Weise zwar vermieden. Die Ausführung der ganzen Idee ist aber praktisch unmöglich. Insbesondere könnte dieses merkwürdige Fahrzeug ja nur immer geradeaus fahren.

Entgegen dieser Phantasie finden wir in der obigen Abbildung bereits eine recht brauchbare Konstruktion zur Vermeidung der Reibung in Möbelrollen. Wie wir sehen, legt der Erfinder vier durch einen Käfig auseinander gehaltene Rollen rings um den senkrechten Zapfen. Infolgedessen wendet sich die Möbelrolle leicht und wird den Fußboden oder den Teppich nicht verderben. Der Erfinder, ein Messinggläser namens James Harcourt in Birmingham, erhielt auf diese Möbelrollen mit Kugel-Spurlagern am 21. Juni 1820 das englische Patent Nr. 4481.

Eine einzelne Kugel wurde schon am 22. November 1821 dem Mechaniker Colinge zu Lambeth in der Grafschaft Surrey

als Lager in Türangeln patentiert. Dieses englische Kugelpatent für Türen wurde 1824 auch in Deutschland bekannt (27).

In England nahm am 27. September 1822 ein gewisser John Whidrier in Verbindung mit Mathew Pickford und James Whitbourn ein Patent auf ein „Arrangement von Antifriktionswalzen“. Diese erste englische Patentbeschreibung eines Walzenlagers ist eingehend gehalten. Ein schmaler Ring, der

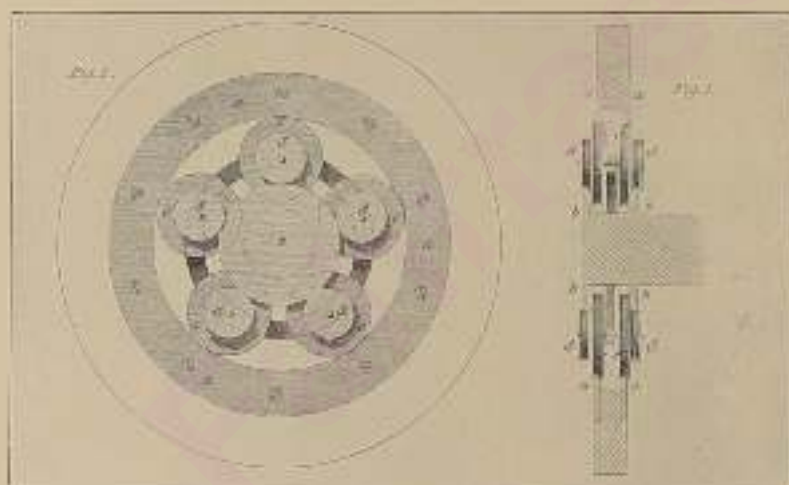


Abb. 19.
Walzenlager, 1822.

als Käfig anzusehen ist, trägt fünf Satz schmale, genutete Walzen (s. Abb. 19).

In Oesterreich nahm der Domänen-Waldmeister Joseph Ressel in Triest, bekannt durch seine mühseligen Versuche zur Einführung der Schiffsschraube, anscheinend das erste Patent auf Rollen- und Kugellager, um „die Reibung der Maschinen-Zapfen und Wagenachsen beinahe auf Null zu reduzieren, und jede Schmiere entbehrlich zu machen“. Letztere Bemerkung Ressels zeigt, welche grosse Hoffnung man damals auf Walzen- und

Kugellager setzte. Das Privileg wurde am 9. März 1829 für Bessel auf ein Jahr eingetragen.

Man liest allgemein, dass „auf der Sayner Hütte in der Nähe von Neuwied seit dem Jahre 1845 Krane mit Kugellagern“ in Betrieb seien. Die Kruppsche Verwaltung der Sayner Hütte hatte die Liebenswürdigkeit, zu der vorliegenden Arbeit die Originalzeichnung jener Krane zur Verfügung zu stellen. Das arg vergilbte Blatt ist mit zwei Revisionsunterschriften versehen. Die eine datiert von Königsborn den 22. Juni 1841, die andere von Berlin den 16. August 1841. Der Konstrukteur dieser Krane war der damalige Bergret Carl Ludwig Althaus. Aus der Zeichnung (siehe Abb. 20) geht aber hervor, dass die Krane nicht auf Kugellagern laufen. Von zwei Rollen wird bei der Drehung des Kranes um seine Mittelsäule unten der Druck und oben der Zug aufgenommen.

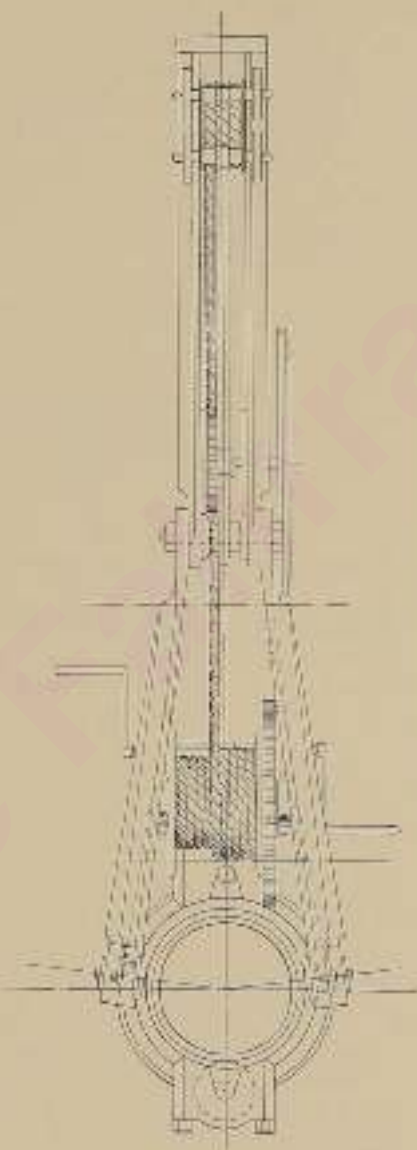


Abb. 20. Kran-Arm mit Rollenlager, 1841.

Wie die Verwaltung der Sayner Hütte schreibt, haben sich die Krane bis heute im Betrieb gut bewährt. Uebrigens war die Idee damals nicht einmal neu, denn schon am 31. Januar 1824 liess sich der Pariser Mechaniker Joseph Vachler ein französisches Patent unter Nr. 1215 eintragen, das sich auf einen Säulenkran bezog, bei dem der auf die Säule ausgeübte Druck und Zug des Auslegers von Kupferrollen aufgenommen wurde, die auf eisernen Ringen liefen.

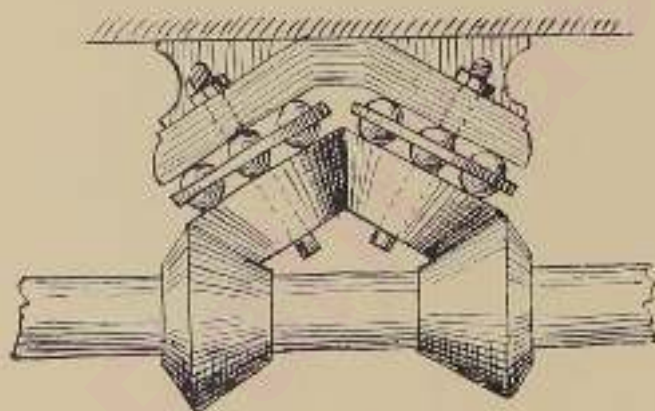


Abb. 21.
Kombiniertes Rollen- und Kugellager, 1853.

Am 12. Juni 1835 reichte der Maschinenbauer Staubes aus Eibelfeld ein Patentgesuch an die preussische Regierung. Er hatte ein Walzenlager erfunden, das aus einem messingenen Käfig bestand, der zwischen Eisenstäben kleine Zylinder aus gehärtetem Eisen hielt. Die preussische Regierung gab das Gesuch des Staubes an die Technische Deputation für Gewerbe zur Begutachtung weiter. Sonderbarerweise entschied die Deputation: „Die Zylinder aus gehärtetem Eisen werden durch den erwähnten messingenen Kranz fortwährend an denselben Stellen erhalten, während sie sich gleichzeitig mit dem sie berührenden Zapfen um ihre Axen drehen, und dadurch die Reibung, wie der Bitt-

steler hofft, um die Hälfte vermindern sollen. Wir können diese Meinung nicht teilen, sondern müssen vielmehr die Ueberzeugung aussprechen, dass die kleinen Walzen sich sehr bald so fest einschleifen werden, dass sie dadurch alle Beweglichkeit verlieren.“ Infolge dieses Bescheides wurde dieses Patentgesuch vom Minister abgewiesen (33).

Weit verbreitet ist die Behauptung, der Baron von Rudorff habe im Jahre 1847 auf der bayerischen Staatseisenbahn Versuche mit Rollenlagern angestellt. Eingehende Nachforschungen der Generaldirektion der bayerischen Staatseisenbahn

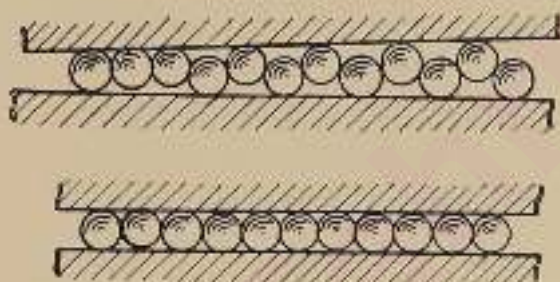


Abb. 22.
Kugellager von 1853.

fürten zu keinem Ergebnis. Die einschlägige Fachliteratur jener Zeit kennt einen Herrn Rudorff überhaupt nicht. Reuleaux sagte darüber in einem Vortrag vom 6. Dezember 1897 (28): „Es waren sechs Rollen, die sehr nahe die Zapfendicke zum Durchmesser hatten, um die Zapfen herumgelegt, die in einem hohlzylindrischen Gehäuse rollten; eine Art Käfig erhielt mit dünnen Zapfchen ihre Abstände. Anfangs ging die Sache sehr gut, dann aber blieb ab und zu eine der Rollen stehen, bekam eine Riefe und endlich war das Laufen in einer solchen der gewöhnliche Zustand; der ganze Versuch misslang.“

Am 1. Juni 1853 suchte der Berliner Patentagent Prillwitz in Preussen ein Patent auf ein kombiniertes Kugel- und Rollenlager (Abb. 21) nach. In die Akten machte der vom Minister

zum Guteschten aufgeförderte Technologie Brix die hier wieder-gegebene Skizze. Das Patent wurde vom preussischen Minister jedoch nicht erteilt (33).

Im Jahre 1853 meldete dann ein Amerikaner ein Kugellager zum Patent an, das er für Eisenbahnwagen verwenden wollte. Die Zusammenstellung dieses Lagers ist eine ganz merkwürdige, denn der Erfinder war von dem Gedanken geleitet, dass durch Abnützung des Lagers die Rollen in Unord-

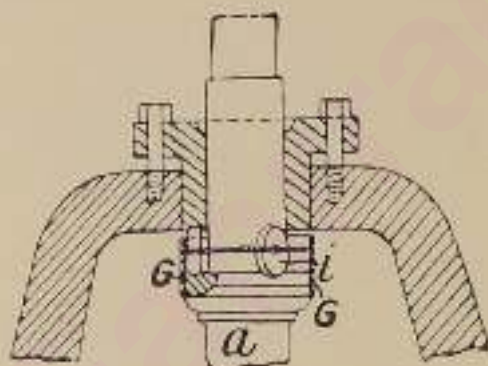


Abb. 23.
Stählerne Walzen, 1857.

nung kommen, deshalb hat er sich den Aussening aus Gummi gedacht, Stahlstücke als Speichen benutzt und die Zwischenwände auch mit Gummi ausgefüllt, damit sich das Lager automatisch einstellte. Wohl wird diese Ausführung in Amerika keinen grossen Erfolg gezeitigt haben. (Abb. 22.)

Am 27. November 1855 wurde für J. H. Johnson das englische Patent Nr. 2677 auf ein Kugellager eingetragen, „um die Reibung durch kleine metallene Kugeln, die geschickt zwischen die sich bewegenden Teile eines Gangspiels gelegt sind, zu vermeiden“.

Dass die Herren „Courtois, Tihay (oder Tibray) und Debrance aus St. Die im Jahre 1857 das erste Patent auf Kugellager“ nahmen, ist bisher stets angenommen worden. Dass es schon seit 1794 Patente auf Kugellager gab, haben wir vorhin gesehen.

Über auch sonst hat man das genannte Datum aus den 30er Jahren gründlich verstümmelt. Es nahmen nämlich am 23. Juni 1856 die Herren DeFrance und Tihay aus Harsault das französische Patent Nr. 28095 auf die „Anwendung der Kugel bei Maschinen, als Mittel, die Bewegung derselben zu begünstigen und die Maschinen dauerhafter zu machen“ (29).

In den fünfziger Jahren mehren sich die Patentanmeldungen auf Walzen- und Kugellager in England so außerordent-

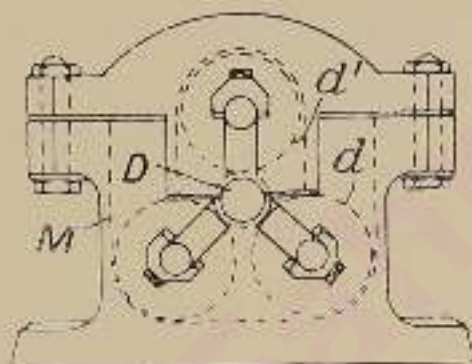


Abb. 24.
Lager mit Schmierwalzen, 1857.

lich, dass es nicht möglich ist, all diese angeblichen Erfindungen, die meist Wiederholungen oder unscheinbare Veränderungen längst bekannter Konstruktionen sind, hier aufzuführen.

So nahm am 25. September 1856 C. Soyno das englische Patent Nr. 2245 auf ein Lager, worin die Achse oder der Zapfen auf Kugeln oder Zylinder aufgelegt wurde. Einen wesentlichen Fortschritt finden wir im nächsten Jahre in dem englischen Patent Nr. 85. Es wurde am 10. Januar 1857 an E. J. Brothton erteilt und bezieht sich auf eine Lagerung für Mühlen. Besonders Wert legt der Erfinder darauf, dass die drei kleinen Walzen i (Abb. 23) aus Stahl gefertigt werden. Die Rollen sind durch ein Stahlband, also einen Käfig miteinander verbunden und laufen oben und unten in Nuten.

Ein Walzenlager, bei dem die unteren Walzen das Schmiermaterial aus einem grossen Oelbehälter zur Achse hinaufzufördern haben, erkennen wir auf der vorstehenden Abbildung,

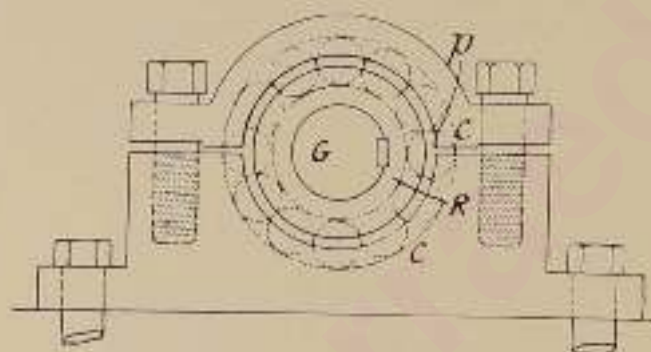


Abb. 25.
Nachstellbares Kugellager, 1857.

die dem Patent von J. W. Pascal entnommen ist, das am 17. Februar 1857 unter Nr. 455 in England erteilt wurde. Der Erfinder will hier anscheinend die Vorteile der Kettenschmierung

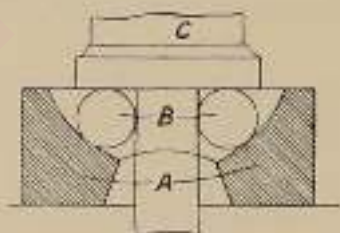


Abb. 26.
Konus-Spurlager, 1857.

beim Walzenlager erreichen. Die Kettenschmierung ist ein Vorläufer unserer heutigen Ringschmierung. Schon 1847 liess sich Decoster in Paris das französische Patent Nr. 2957 auf Hänger- oder Stehlager erteilen, bei denen eine kleine, über die Achse

hängende endlose Kette mit ihrem unteren Ende ständig in Öl tauchte.

Das englische Patent Nr. 1611 vom 9. Juni 1857, aus dem die beiden Abbildungen 25 und 26 entnommen sind, ist beachtenswert, weil wir hier zum ersten Mal ein Konus-Spurlager patentiert finden. Der Patentinhaber, Comte P. A. de Fontaine-

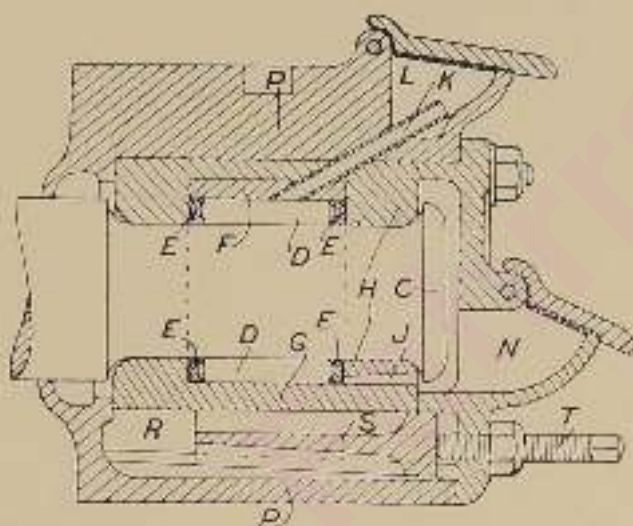


Abb. 27.
Nachstellbares Walzenlager, 1858.

Morveau, setzt bei horizontalen Achsen (Abb. 25) auf die Welle G einen starken Ring R auf, in den eine Nute eingearbeitet ist, die die Kugeln aufnimmt. In den Lagerbock und in dessen Deckel ist die gleiche Nute eingearbeitet. Der Ring R ist im Durchmesser kleiner als die kleinste Bohrung des Lagerbockes. Infolgedessen ist das Lager ein wenig nachstellbar. Die Anordnung der Kugeln bei dem Spurlager ist aus Abb. 26 ohne weiteres zu erkennen. Ein sehr sorgsam konstruiertes Walzenlager wurde am 9. Januar 1858 unter Nr. 42 für J. R. M. Chaufour

in die englische Patentrolle eingetragen (Abb. 27). Der Erfinder will das Lager für alle möglichen Maschinen verwenden. Er setzt in die eiserne Achsbüchse P zwei eiserne Lagerschalen F und G ein. Zwei Ringe E tragen die Rollen D. Durch einen unter der Unterschale liegenden Keil S, der durch die Schraube I angetrieben wird, soll das Lager nachgestellt werden. Aus einem Oelgefäß L führt eine kleine Röhre K das Schmieröl zu den

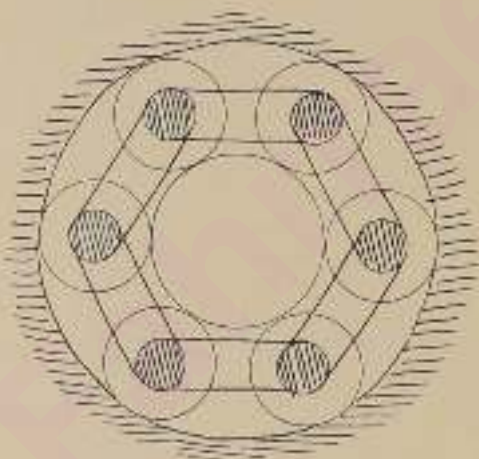


Abb. 28.

Walzenlager mit Lederriemen, 1858.

Walzen. Wie wenig der Erfinder seinen Rollen traute, geht daraus hervor, dass er den Wellenzapfen noch durch zwei feste Lagerschalen H umspannen liess, „um das schnelle Verschleissen und die Erschütterungen der Rollen D zu vermeiden“.

Der Ingenieur Broussout zu Paris reichte bei der preussischen Regierung 1858 ein Patentgesuch auf ein Walzenlager ein, bei dem die einzelnen Walzen durch endlose Riemen von Haut, Leder oder Guttapercha im Abstand gehalten wurden (Abb. 28); da das Gesuch nichts Neues enthielt, lehnte der preussische Minister die Patenterteilung ab.



Nr. 2057 in England patentieren liess, ist jede zweite Kugel kleiner als die übrigen, „um die Friktion zu vermindern“. Unsere Abbildung 30 zeigt nach der Patentzeichnung den Schnitt einer mit diesen Kugellagern versehenen Radnabe. Der Zweck dieser Anordnung ist, durch die kleinen Kugeln den Käfig zu ersetzen.

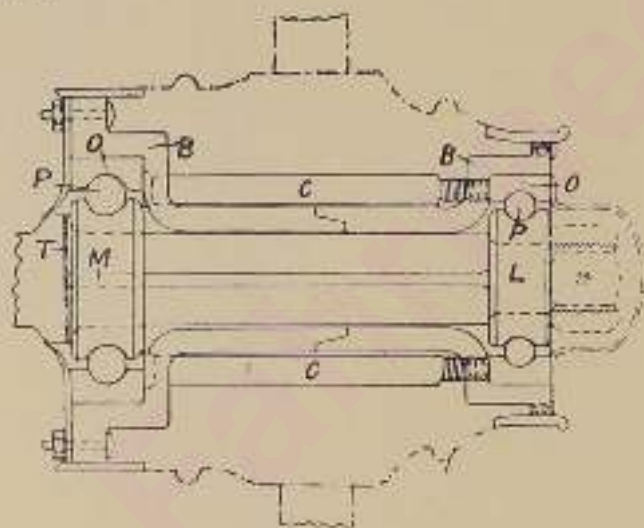
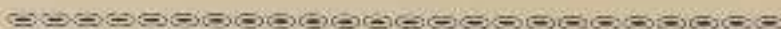


Abb. 30.

Lager mit kleinen und grossen Kugeln, 1860.

In einer Diskussion der Sitzung des Vereins für Eisenbahnkunde vom 14. Dezember 1897 bemerkte Exzellenz Wiebe, dass er im Jahre 1861 auf einer landwirtschaftlichen Ausstellung in Metz eine in Kugellagern laufende Windmühle gesehen habe (30).

Ein Rollen- oder Kugellager für Eisenbahnwagen liess sich am 29. Januar 1862 W. E. Newton unter Nr. 240 in England patentieren. Die Konstruktion ist aber nicht zweckmässig. — Ein Kugellager für Schiffsschraubenzellen wurde 1862 von Charles Perley in Amerika zum Patent angemeldet. Am 24. Februar des folgenden Jahres erhielt Perley unter Nr. 37765 das ameri-



kanische Patent darauf. Wir sehen in unserer Abbildung 31, dass es sich hier um ein mehrreihiges Kugellager handelt, das auch den Druck der Schiffschraube aufnehmen soll. Gegenüber den früheren Konstruktionen, die wir hier sahen, weist dieses Lager jedoch nichts Neues auf. Zur Aufnahme des Axialdruckes ist die Konstruktion ganz zweckmässig.

Das folgende Patent, das der Beachtung wert ist, will die Kugellager an Fahrrädern einführen. Der Vater dieser Idee, die

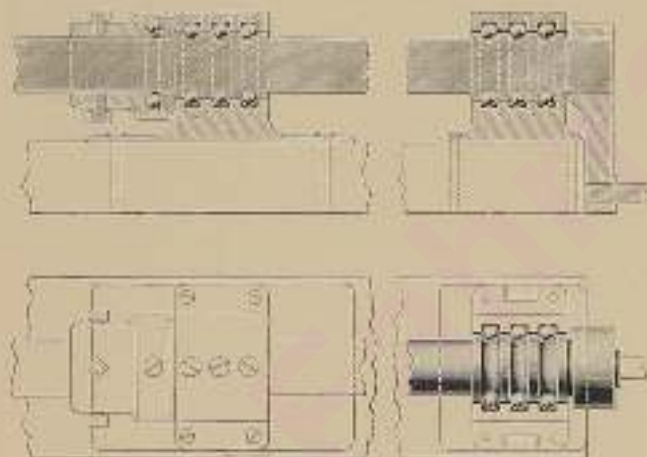


Abb. 31.

Kombiniertes mehrreihiges Druck- und Radiallager, 1862.

erst weit später so überaus fruchtbar wurde, ist R. L. Thirion, der am 16. Mai 1862 unter Nr. 1485 ein englisches Patent auf Kugel- oder Kegellager erhielt, die für Eisenbahnen, gewöhnliche Wagen, Karren oder „velocipedes“ bestimmt waren. Den Gedanken des Fahrrad-Kugellagers hatte Thirion also unzweifelhaft zuerst ausgesprochen. Wie unglücklich es aber mit der Konstruktion dieses Lagers bestellt war, ersahen wir aus der nachstehenden Abbildung 32.

Der Erfinder schaltet in zwei verschiedenen Anordnungen Spurlager zwischen Wagengestell und Räder ein, um den Druck

aufzunehmen. Die in der unteren Figur von Thirion angegebene Konstruktion, bei der die Kugeln auf einem Teller aufliegen, der seinerseits erst auf einem Wulst der Achse liegt, hat sich noch lange erhalten. Man findet wenigstens in den ausländischen Patentschriften immer wieder Konstruktionen dieser umständlichen Art.

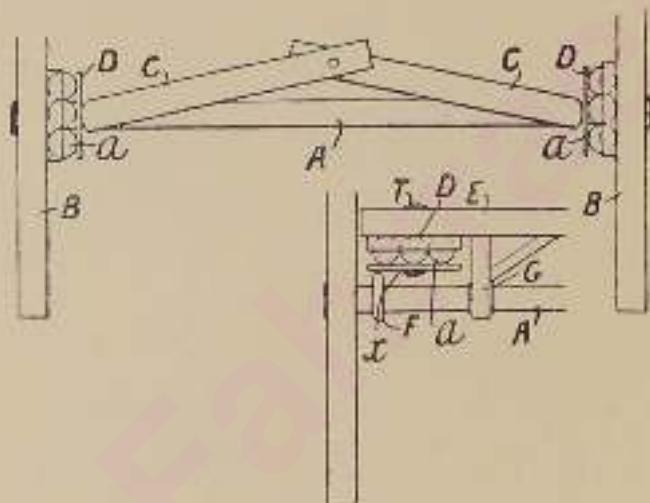


Abb. 32.
Erstes Kugellager für Fahrräder, 1862.

Ein mehrreihiges Kugellager, bei dem zwei Kugellagen auf einer dritten laufen, liess sich W. Clark am 12. Februar 1863 unter Nr. 382 in England patentieren. (Abb. 33.)

Wie Ward 1858 sich ein Spurlager für Drehscheiben patentieren liess (Abb. 29), so nahm C. Greenway am 4. Oktober 1864 das englische Patent Nr. 2465 auf ein Walzenlager, durch das die senkrechte Welle der Drehscheibe seitlich gestützt wird (Abb. 34).

Am 14. November des gleichen Jahres liessen sich N. Bailly, C. Durand, G. H. Mesnard und Z. Perrier unter Nr. 2855 ein englisches Patent auf ein Kugellager eintragen. Es ist deshalb

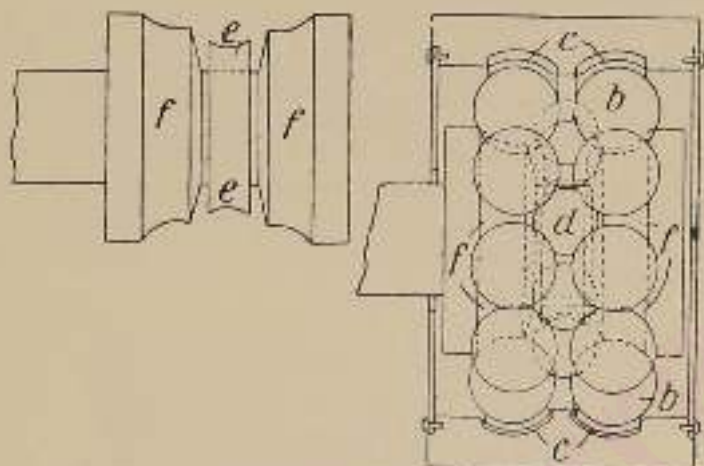


Abb. 33.
Mehrröhiges Konuslager, 1863.

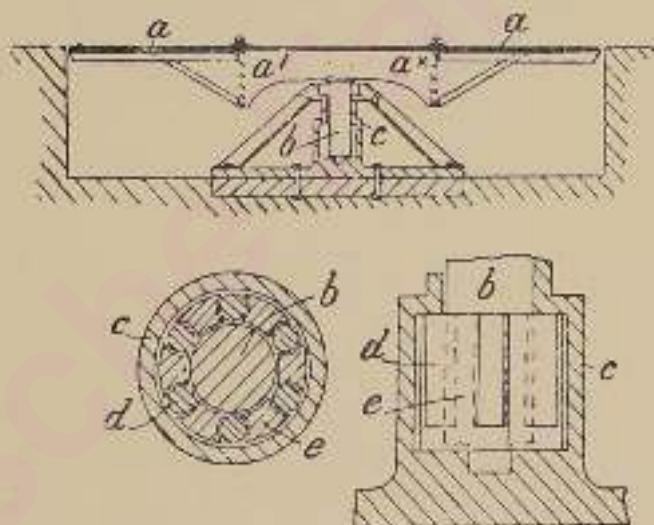


Abb. 34.
Walzenlager für Drehscheibe, 1864.

interessant, weil in der Patentbeschreibung bereits das Wort „cage“ (Käfig) vorkommt. Der Käfig ist in der Abbildung 35 mit D bezeichnet. Er besteht aus einem Rohr, das an beiden Enden kronförmig ausgeschnitten ist, sodass die Kugeln E von den Kronzacken leicht umschlossen werden. Infolge dieser Konstruktion müssen die Erfinder den Käfig durch zwei weitere, kleinere Kugellinge C zentrieren. Aus diesem Patent geht hervor, dass die Bezeichnung Käfig nicht erst, wie man allgemein annimmt, von Reuleaux gebildet wurde.

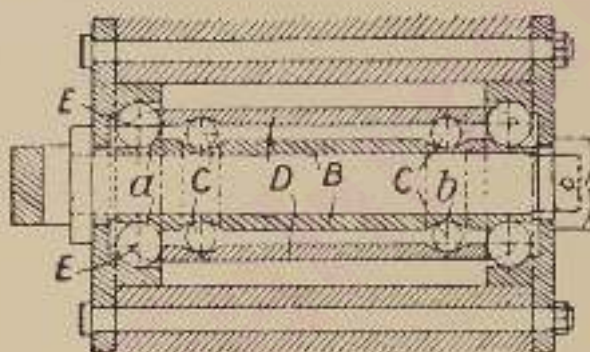


Abb. 35.
Kugellager mit „Käfig“, 1864.

Antoine Baron de Gablenz liess sich am 6. April 1866 das englische Patent Nr. 989 eintragen, das wiederum jene umständliche Teilerlagerung der Kugeln zeigt (Abb. 36), die wir schon bei dem ersten Patent für Fahrradkugellager (Abb. 32) kennen lernten.

Das Jahr 1867 wird vielfach als das Einführungsjahr der Kugellager in die damals noch aus Holz gebauten Fahrräder genannt. Ob diese Annahme wirklich zutrifft, vermag man aus der leider sehr unkritisch geschriebenen älteren Fahrradliteratur nicht zu ersehen. Ernest Michaux, der französische Pionier des Fahrradbaues, nahm zwar am 24. April 1868 das französische Patent Nr. 80637 auf die Verbesserung von Wagen und Tretmaschinen, doch ist in der sehr knappen Patentbeschreibung

nichts von Kugellagern zu finden. Vollständig unrichtig aber ist die Angabe, dass W. Bown im Jahre 1858 die Kugellager an Fahrrädern verwandt habe. Es liegt hier eine alte Verwechslung mit dem Jahr 1879 vor. Wir werden noch später von Bown hören.

Einer der ältesten deutschen Konstrukteure von Kugellagern ist der jetzt noch lebende ehemalige Direktor der Kgl. Fachschule

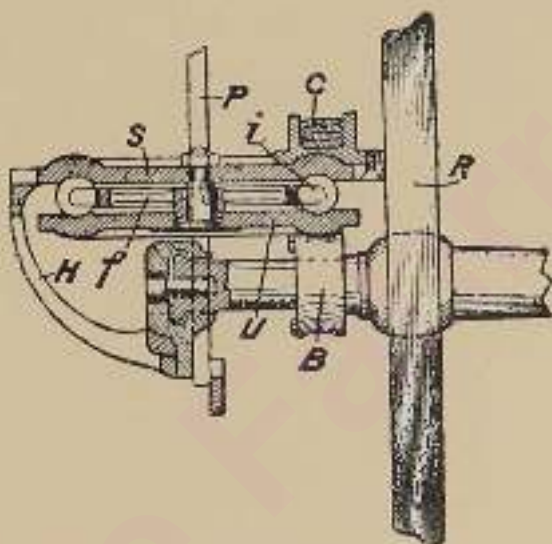


Abb. 36.
Kugellager, 1866.

zu Siegen Hermann Haedicke. Als Kgl. Marine-Maschinenbau-Unteringenieur und Betriebsingenieur auf der Kgl. Werft zu Danzig baute Haedicke im Jahre 1868 unter einen Panzerdreh-turm Kugellager ein. Der Turm stand auf dem ehemaligen französischen Panzerschiff „Cheops“, das dann in Preussen „Prinz Adalbert“ hieß. Haedicke verwandte hier Kugellager mit abwechselnd kleinen und grossen Kugeln (31).

Der Franzose J. Surirey in Paris, der zu Melun eine Fabrik für Bilderrahmen besass, war anscheinend der erste, der Kugel-

lager zu Fahrrädern anwandte. Suriray war also Rahmentfabrikant, aber nicht — wie man stets liest — Fabrikant von Fahrradrahmen; denn die Massenfabrication solcher Gestelle hätte sich damals wohl nicht recht gelohnt. Baudry de Saunier, der Verfasser der *Histoire générale de la velocipédie*, (32) berichtet uns

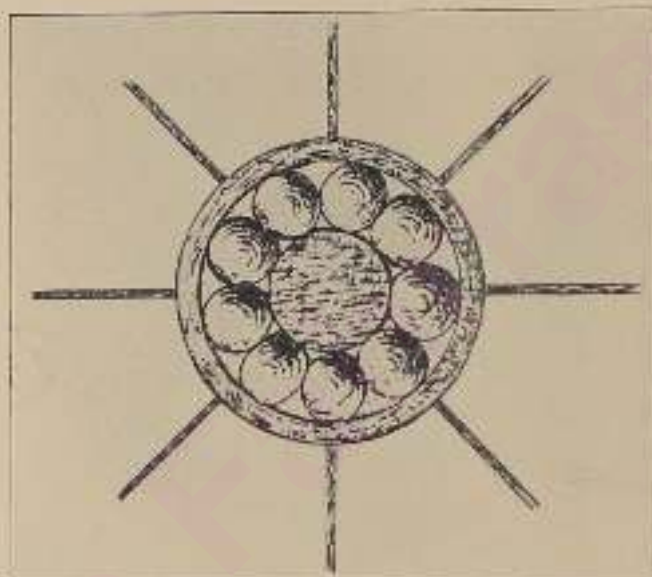


Abb. 37.
Lager mit Stahlkugeln und Gussring, 1869.

an Hand der nebenstehenden Abbildung 37 von dem Surirayschen Fahrradlager, das dem Erfinder am 2. August 1869 unter Nr. 86680 in Frankreich patentiert wurde. Bemerkenswert ist, dass der Patentanspruch auf „Lager mit Stahlkugeln“ lautet. Diese Stahlkugeln liefen in einem Gussring, der von der Eisennabe umschlossen wurde. Es wird von diesem Lager berichtet, dass es ausgezeichnet gearbeitet habe.

Im Jahre 1879 wandte sich ein gewisser Gottheil an die preussische Regierung, um auf ein von ihm angeblich erfundenes

Walzenlager ein Patent zu erhalten. Das Lager bestand, wie wir aus Abb. 38 nach einer Skizze der Akten ersahen, aus zwei Ringen von Walzen. Jede Walze war in der Mitte eingedreht, um hier ein Gummiband aufnehmen zu können. Das Patent wurde jedoch nicht erteilt (33).

Eine interessante Konstruktion zeigt M. Benson in seinem englischen Patent Nr. 332 vom 8. Februar 1871. Es wird hier

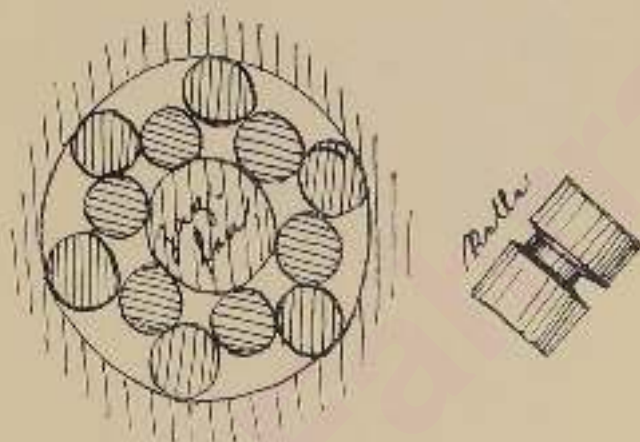


Abb. 38.
Walzenlager mit Gummiband, 1870.

nämlich ein Spurlager mit Käfig für Kugeln in der Weise hergestellt, dass die durchbohrten Kugeln auf den Armen eines Sternes aufgesteckt sind. Die Konstruktion soll besonders für Krane, Mühlsteine und Turbinenwellen geeignet sein.

Die Firma Friedrich Krupp in Essen verwendete seit 1871 auch tatsächlich Kugeln an Hebezeugen und anderen Maschinen. Seit 1885 kamen durch Krupp Kugellager unter die Lafetten von Schiffsgeschützen.

Am 9. Mai 1873 liess sich Georg Weiskum in Budapest das englische Patent Nr. 1665 auf den Namen seines Vertreters C. D. Abel eintragen, das sich auf Walzen- und Kugellager für Eisenbahnfahrzeuge bezog. Wesentlich Neues enthält das Patent

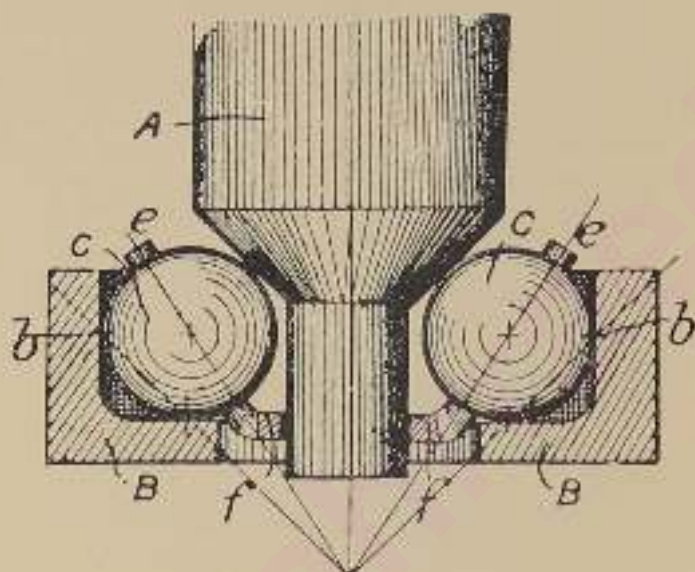


Abb. 39.

Spurlager mit Sternkäfing und durchbohrten Kugeln, 1871.

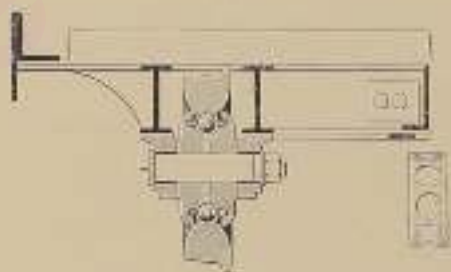
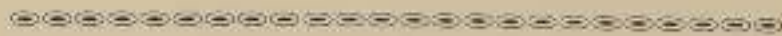


Abb. 40.

Erstes deutsches Patent auf Kugel- und Walzenlager.



nicht. Die ihm nachgeführte kranzförmige Gestaltung des Käfigs lernten wir schon aus unserer Abb. 39 vom Jahre 1864 kennen. In Deutschland erhielt Weidum am 11. Juli 1877 unter Nr. 1503 allerdings das „erste“ Patent auf Kugellager, weil das deutsche Patentgesetz erst im Jahre 1877 in Kraft trat. Aus diesem Grunde

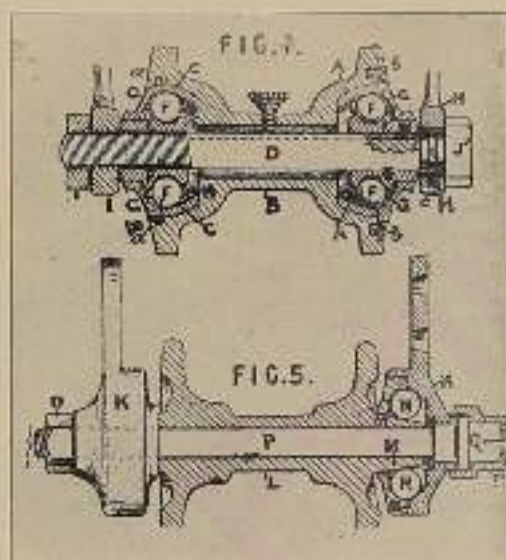


Abb. 41.
Staubdichtes, nachstellbares Kugellager für Fahrräder
von Bown, 1879.

mag die Weidumsche Konstruktion (Abb. 40) weit über ihre Bedeutung hinaus bekannt geworden sein.

Wir kommen nun zu dem schon erwähnten, irrtümlicherweise meist auf 1868 datierten Kugellager von W. Bown in Birmingham. Es wurde ihm, wie schon angedeutet, selbst in England erst am 29. Januar 1879 unter Nr. 369 erteilt. Bown bemerkt in seiner Patentschrift, dass er der rechtmässige Inhaber des Kugellagerpatentes für Fahrräder sei, das für J. H. Hughes am 9. September 1877 unter Nr. 3531 in England eingetragen

~~~~~

wurde. Es ist also nicht anzunehmen, dass Bown schon 1868 irgendwo ein Kugellagerpatent genommen habe. Dass, wie man sogar liest, 1868 ein deutsches Patent an Bown erteilt wurde, ist schon deshalb unmöglich, weil es damals kein deutsches Patentgesetz gab. Die Patente der deutschen Einzelstaaten (Preussen, Bayern, Sachsen usw.) liegen aber bis heute zum grössten Teil noch versiegelt in den Archiven. Soviel Feldhaus bei der

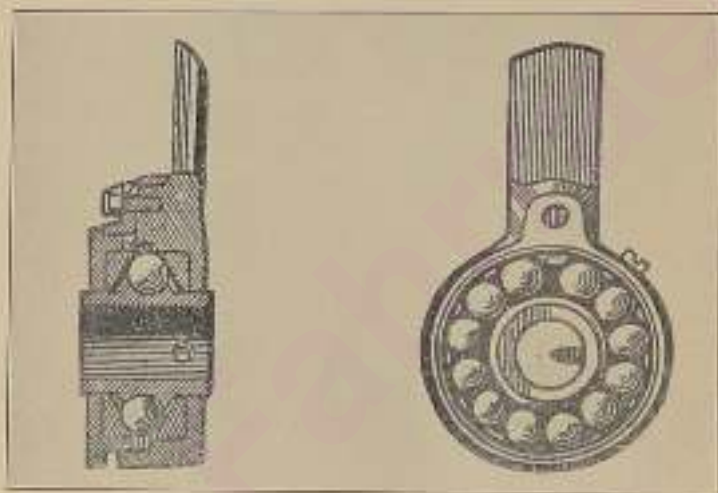


Abb. 42.  
Aeolus-Lager von Bown, 1886.

Durchsicht des preussischen Patentregiers feststellen konnte, kommt ein W. Bown dort überhaupt nicht vor. Da die preussischen Patente nicht nach Jahren, sondern alphabetisch geordnet sind, müsste man heute über 800 Aktenbündel öffnen, um festzustellen, ob und wann in Preussen irgend jemand ein Kugel- oder Walzenlagerpatent nachgewirkt habe. Es ist höchst wahrscheinlich, dass sich bei einer solchen Nachforschung derartige Konstruktionen finden würden. Hatte Feldhaus doch das Glück, bei einem flüchtigen Versuch zur Aufindung eines preussischen Kugellagerpatentes das erste Krupp-Patent (1847) und das erste



Siemens-Patent (1842) in ihren Originalversiegelungen aufzufinden (34). Bowns Kugellager ist hier in Abb. 41 nach der Patentschrift wiedergegeben. Die Kugeln F werden von stählernen Lagerschalen aufgenommen, die nachstellbar sind und eine Übergangsform zum Ringlager zeigen. Gegen diese Lagerschalen stützen sich von aussen her zwei Schalen G, um den Staub abzuhalten.

Nach verschiedenen Wandlungen ging aus diesem Lager das Bown'sche „Reclus-Lager“ für Fahrräder hervor (Abb. 42). Die Kugeln wurden von der Seite her eingeführt und liefen auf

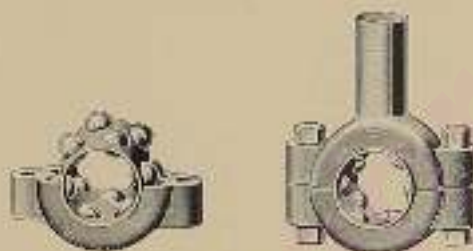


Abb. 43.  
Humberlager, 1869.

der hohlen Achse in einer Rille. Der äussere Ring war zweiteilig. Die Nachspannung erfolgte durch Zusammenpressen der beiden äusseren Laufringe. Das Reclus-Lager fand im Fahrradbau die weiteste Verbreitung.

Neben diesem schon recht gut konstruierten ringförmigen Lager hielt sich das Humber-Lager (Abb. 43), weil es in den berühmten Niederrädern der Humber-Werke Verwendung fand.

Für Fahrräder viel angewandt wurde das Pihlfeldt-Patent von 1882, dessen praktische Ausführung aus Abb. 44 zu sehen ist.

Der schon hier (Seite 49) genannte Hughes führte für Fahrräder ein Rollenlager praktisch aus, das wir in Abb. 45 schon gesehen haben. Neben diesem Rollenlager benutzte man in Fahrrädern damals noch das gleichfalls hier abgebildete Colemansche Patentlager (Abb. 46).



Wie gewaltig die Zahl der Kugellagerpatente zu Beginn der 80er Jahre stieg, sieht man aus den in England erteilten Patenten. Es finden sich auf Kugellager verteilt:

|      |           |      |            |
|------|-----------|------|------------|
| 1877 | 3 Patente | 1880 | 14 Patente |
| 1878 | 6         | 1881 | 17         |
| 1879 | 11        |      |            |

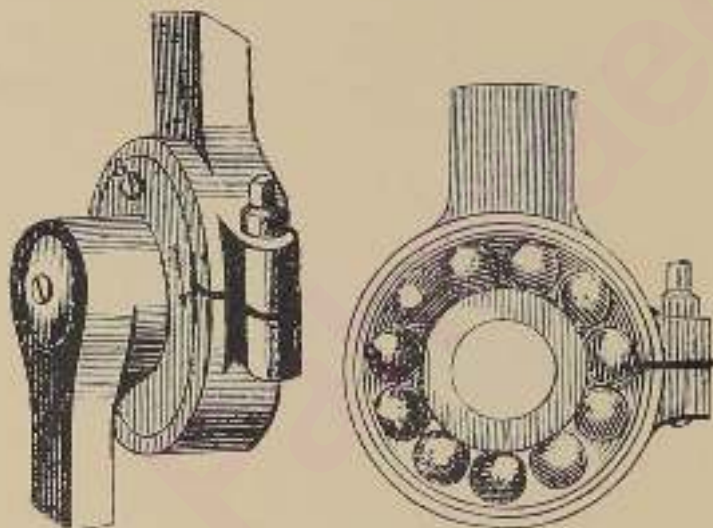
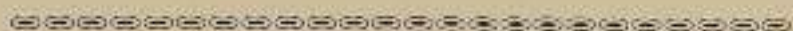


Abb. 44.  
Pihlfeldt Kugellager, 1882.

Gegen Ende des vergangenen Jahrhunderts begann man denn auch, die Kugellager theoretisch zu betrachten. Eine der ersten Arbeiten veröffentlichte R. Frank im Jahre 1899 in Band 314 von Dingers Polytechnischem Journal. Frank erhielt zahlenmäßige Grundlagen für die Beurteilung der Abmessungen in bezug auf die durch die Reibung hervorgerufene Abnutzung.

Nach Frank war damals Professor R. Stribeck, Direktor der Zentralstelle für wissenschaftlich-technische Untersuchung in Neubabelsberg bei Potsdam, mit der Untersuchung der Kugellager beschäftigt. Die erste Veröffentlichung Stribecks erfolgte in den



Mitteilungen der vorerwähnten Zentralstelle (Heft I, Mai 1900). Es ergab sich aus den Versuchen, dass als Laufringe für schwere Lager nur der volle Ring als günstig angesehen werden kann.

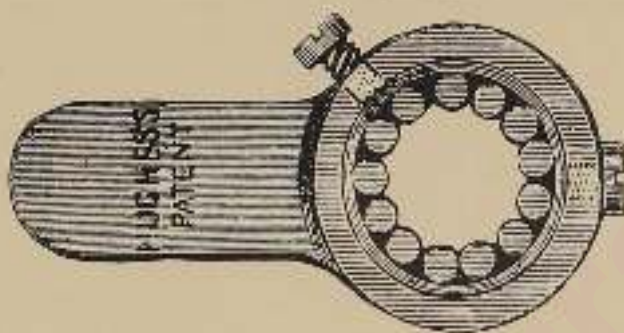


Abb. 45.  
Rollenlager von Hughes.

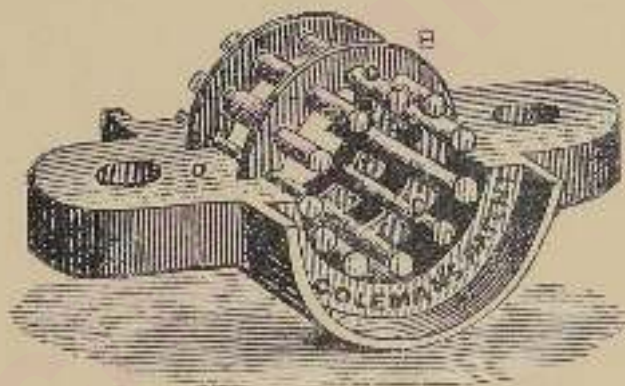
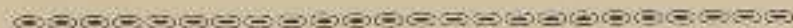


Abb. 46.  
Rollenlager von Coleman.

Durch die Stribocksche Veröffentlichung, die im folgenden Jahr als zweites Heft der vom Verein Deutscher Ingenieure herausgegebenen „Mitteilungen über Forschungsarbeiten“ eine weitere Verbreitung fand, wurden die Konstrukteure zu Ausgestaltung





des Ringlagers gedrängt. Eine weitere Arbeit über diesen Gegenstand von Stribeck, der ein Vortrag vom 5. Dezember 1901 im Württembergischen Bezirksverein zu Grunde lag, kam im 46. Band der Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure und nachher im 7. Heft der „Mitteilungen über Forschungsarbeiten“ zum Abdruck.

Ausserordentlich schwierig gestaltete sich die Lösung der Frage, wie man die Kugeln in einen geschlossenen Ring einbringen könne. Am nächstliegenden war es, eine Einfüllöffnung anzubringen und diese hernach durch einen Keil oder eine Schraube zu verschliessen. Dass dieser Gedanke nicht neu war, wissen wir aus unserer Abb. 14, die uns eine Einfüllöffnung mit Keilverchluss aus dem Jahre 1794 zeigt. Das D. R. P. 168499 vom 24. Februar 1903 beschrift einen neuen Weg, indem nach diesem Verfahren die Kugeln bei exzentrisch gestelltem Ring auf der einen Seite eingefüllt wurden. Zwischen je zwei Kugeln brachte man dann kleine Federn an, die eine gleiche Distanz der Kugeln herstellen. Diese mit je 2 Platten versehenen Distanzfedern bildeten natürlich eine grosse Gefahr für den ruhigen Lauf des Lagers.

Zur höchsten Vollkommenheit gelangte das Kugellager aber erst durch die Konstruktionen Sachs, Malicot & Bin und Höpflinger aus den Jahren 1903 bis 1905, die sowohl das Einführen und Festhalten der Kugeln im Lager, als auch die Anbringung von Kugelkörpern, welche letztere sowohl die schädliche Gegenreibung der Kugeln aneinander aufhoben, als auch eine fast vollständige Füllung der Lager mit Kugeln ermöglichten. Ebenso verfügen noch massgebende Firmen in der Kugellagerbranche über einige führende Patente.

Die Firma Fichtel & Sachs besitzt über 100 weitere In- und Auslandspatente über Kugel-Rollenlager und Führungsringe.

## 註 釋



## Literatur.

1. F. M. Feldhaus, Die Technik der Vorzeit, der geschichtlichen Zeit und der fremden Völker, Leipzig 1913.
2. Robert Fomer, Reallexikon der prähistorischen Altertümer, Stuttgart 1907, S. 386 und 617.
3. ebenda S. 884.
4. Layard, Monuments of Nineveh, London, Tafel 13b und 16.
5. Grande Encyclopédie, Band I der Tafeln, Artikel „Art Militaire“, Tafel 3, Paris 1777.
6. Codex lat. 197 der Hof- und Staatsbibliothek in München, Blatt 18.
7. Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure Band 50, 1906, S. 524.
8. Il Codice Atlantico, Biblioteca Ambrosiana in Mailand, Blatt 209 verso; F. M. Feldhaus, Leonardo da Vinci, der Techniker, Jena 1913, S. 75–77.
9. ebenda Blatt 158 verso.
10. Beck, Beiträge zur Geschichte des Maschinenbaues, Berlin 1900, S. 324–325.
11. Manuskript J im Institut de Paris, Blatt 57 verso.
12. ebenda Blatt 113 verso.
13. ebenda Blatt 58 recto.
14. Agricola, De re metallica, Basel 1556, Buch 6.
15. ebenda Buch 11.
16. Ramelli, Le diverse machine, Paris 1588: Tafel 27, 73, 78 und 109.
17. Feldhaus, Ruhmesblätter der Technik, Leipzig 1910, S. 206–16.
18. Amontons, Sur la résistance causée dans les machines par le frottement, in: Histoire de l'Académie Royale des sciences, Paris 1699, S. 104.
19. Leibniz, Tentamen de natura et remediis resistentiarum in machinis, quae a corporum superincessu oriuntur, in: Miscellanea Berolinensia, Band I, S. 311.



20. Machines approuvées par l'Académie, Band 3, Nr. 177.
21. ebenda Band 4, Nr. 254—255.
22. Natus, Polly en van Vouten, Groot volkomen Moelenboek, Amsterdam, Band I, 1734, Tafel 3 und 5; Band II, 1736, Tafel 21—24.
23. Prometheus 1910/11, S. 177.
24. Bayrisches Industrie- und Gewerbeblatt 1909.
25. Busch, Almanach der Fortschritte, Band 9, 1803, S. 413.
26. Matschoss, Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie, Band I, Berlin 1909, S. 273.
27. Dingen, Polytechnisches Journal, Band 13, 1824, S. 133.
28. Sitzungsberichte des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleißes, Berlin 1897, S. 225.
29. Catalogue des Brevets, Paris 1857.
30. Grasers Annalen für Gewerbe und Bauwesen, Band 42, 1898, S. 51.
31. Haedcke, Technologie des Eisens, Leipzig, S. 399.
32. Paris 1891, S. 82.
33. Akten des Patentamtes zu Berlin, signiert L 306.
34. (Krupp): Prometheus, 1913, Nr. 1213, S. 266; (Siemens): Zeitschrift für Elektrochemie, 1913, Nr. 3.

⌘ ⌘ ⌘

