

Kolumne 15. Größte Höhe des Lagerkörpers von der Unterkante der Grundplatte . . . $k = h + r$
 $= \frac{1}{3} r + x$

Kolumne 16. Ganze Höhe des Lagers mit Ausschluss des Schmiernapfs $l = h + d + x$
 $= k + r + x$
 $= \frac{1}{3} r + 2x$

Kolumne 17. Geringste Dicke der Sohlplatte und des Lagerdeckels $m = \frac{5}{12} d = \frac{5}{6} r$

Kolumne 18. Breite der Sohlplatte . . . $n = \frac{4}{3} d - 2x$
 $= \frac{8}{3} r - 2x$
 $= o - 2x$

Kolumne 19. Ganze Breite des Lagers $o = \frac{4}{3} d = \frac{8}{3} r$.

Für schnellgehende Zapfen werden die Werthe n und o entsprechend größer. (Siehe Th. I. S. 264.)

Verschiedene Konstruktionen von einfachen Zapfenlagern für liegende Wellen.

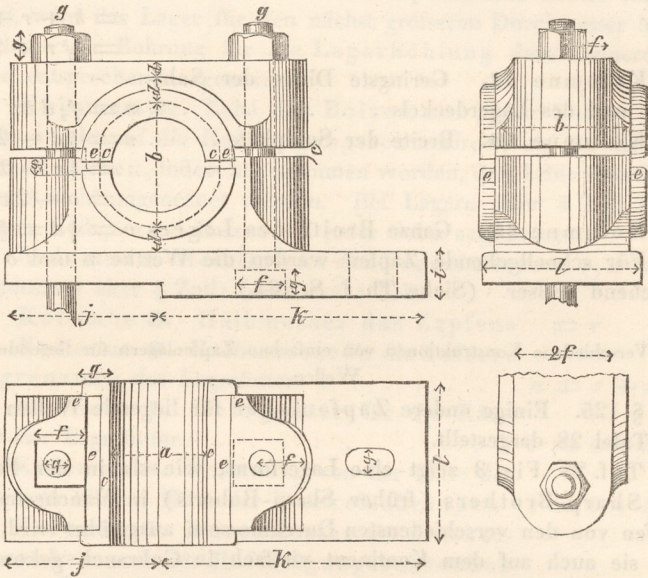
§ 125. Einige andere Zapfenlager für liegende Wellen sind auf Tafel 28 dargestellt.

Taf. 28. Fig. 3 zeigt eine Lagerform, wie sie in der Fabrik von Sharp-Brothers (früher Sharp-Roberts) in Manchester für Zapfen von den verschiedensten Durchmessern ausgeführt wird, und wie sie auch auf dem Kontinent vielfach in Gebrauch gekommen ist. Der Lagerdeckel erscheint etwas schwer und plump, auch reicht der Lagerkörper nicht so hoch hinauf, als bei der im vorigen Paragraphen erläuterten Konstruktion. Der umstehende Holzschnitt wiederholt diese Form, und wir lassen weiter unten die Dimensionen derselben für verschiedene Zapfendurchmesser folgen. Der Holzschnitt*) zeigt die Form dieser Lager sowohl mit als ohne vorspringende Sohlplatte, in welchem letztern Falle die Deckelschrauben zugleich zur Befestigung des Lagers auf der Unterstützung dienen. In der nachfolgenden Tabelle bedeutet a den Durchmesser des Zapfens, also auch den innern Durchmesser der Lagerhöhung; b den äußern Durchmesser der Lagerfutter, folglich $\frac{b-a}{2}$ die Wandstärke derselben; zugleich ist b die Breite des Lagerkörpers. Die Lagerfutter sind im äußern rund mit abgeplatteten Seiten, um das Drehen zu verhindern. Diese Konstruktion

Taf. 28.
Fig. 6.

*) W. Salzenberg „Vorträge über Maschinenbau“ S. 50.

möchten wir nicht empfehlen, da sie es unmöglich macht, das Lager, behufs Einpassen der Lagerfutter von Innen auszubohren. An den abgeplatteten Stellen ist die Metalldicke des Futter = c . Die Entfernung der Außenfläche des Lagerfutters von der Ober-



kante der Söhlplatte ist = d , und von der Oberkante des Deckels = $2d$. Der Deckel greift in seiner ganzen Breite mit einem Ansatz von der Dicke e zwischen die Backen des Lagers ein, und ebenso stark ist der Rand des Futter. f ist die halbe Breite der obern Deckelfläche, und auch der Radius für die cylindrischen Ansätze, durch welche die Schraubenbolzen gesteckt sind; zugleich ist f die Seite des quadratischen Kopfes der Deckelbolzen, dessen Höhe gleich g ist. g ist noch die Breite des Futterrandes, der Durchmesser der Bolzen, und die Höhe der sechseckigen Muttern, deren äußerer Durchmesser gleich $2g$ ist. h ist die Höhe der Söhlplatte ohne vorspringende Lappen, also für den Fall, daß die Deckelschrauben zugleich als Befestigungsschrauben dienen; i die Söhlplatte mit vorspringenden Lappen, also für den Fall, daß besondere Befestigungsschrauben angeordnet werden; j die halbe Länge der Söhlplatte im ersten Fall, k desgleichen im letzten Falle, und l die Breite der Söhlplatte.

Tabelle

über die Dimensionen eiserner Zapfenlager mit Metall-Einlagen nach Sharp-Brothers Anordnung.

Durchmesser des Zapfens in Zollen.	Dimensionen des Lagers in Linien.											
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l
2	24,0	33,0	2,5	5,0	4,2	12,0	7,5	8,5	12,0	38,5	66,0	40,0
2 $\frac{1}{4}$	27,0	36,9	2,8	5,6	4,7	13,0	8,2	9,5	13,2	42,7	72,2	45,0
2 $\frac{1}{2}$	30,0	40,9	3,1	6,1	5,1	14,0	8,9	10,4	14,4	46,9	78,4	50,0
2 $\frac{3}{4}$	33,0	44,8	3,4	6,7	5,6	15,0	9,6	11,4	15,6	51,2	84,6	55,0
3	36,0	48,7	3,7	7,2	6,0	16,1	10,2	12,4	16,9	55,4	90,7	60,0
3 $\frac{1}{4}$	39,0	52,7	4,1	7,8	6,4	17,1	10,9	13,3	18,1	59,6	96,9	65,0
3 $\frac{1}{2}$	42,0	56,6	4,4	8,4	6,9	18,1	11,6	14,3	19,3	63,8	103,1	70,0
3 $\frac{3}{4}$	45,0	60,6	4,7	8,9	7,3	19,1	12,3	15,3	20,5	68,0	109,3	75,0
4	48,0	64,5	5,0	9,5	7,7	20,1	13,0	16,2	21,7	72,2	115,5	80,0
5 $\frac{1}{2}$	54,0	72,4	5,6	10,6	8,6	22,1	14,4	18,2	24,2	80,7	127,9	90,0
5	60,0	80,2	6,2	11,7	9,5	24,2	15,7	20,1	26,6	89,1	140,2	100,0
6	72,0	96,0	7,5	14,0	11,2	28,2	18,5	24,0	31,5	106,0	165,0	120,0
7	84,0	111,7	8,7	16,2	13,0	32,3	21,2	27,9	36,4	122,9	189,7	140,0
8	96,0	127,5	10,0	18,5	14,7	36,4	24,0	31,7	41,2	139,7	214,5	160,0
9	108,0	143,2	11,5	20,7	16,5	40,4	26,7	35,6	46,1	156,6	239,2	180,0
10	120,0	159,0	12,5	23,0	18,2	44,5	29,5	39,5	51,0	173,5	264,0	200,0
11	132,0	174,7	13,8	25,2	20,0	48,6	32,2	43,4	55,9	190,4	288,7	220,0
12	144,0	190,5	15,0	27,5	21,7	52,6	35,0	47,2	60,7	207,2	313,5	240,0

Nach den Resultaten dieser Tabelle ergibt sich:

die Metalldicke der Lagerfutter . . . = $\frac{5}{32}d + \frac{3}{4}$ Linien

der Durchmesser der Schraubenbolzen = $\frac{7}{30}d + 1,8$ -

die Länge des Zapfens = $1\frac{5}{11}d + 2,4$ -

Redtenbacher *) gibt

für die Dicke des Lagerfutters = $0,074d + 0,28$ Centimeter
= $\frac{2}{27}d + 1\frac{1}{3}$ Linien

für die Länge des Zapfens . . = $1,21d + 0,87$ Centimeter
= $1\frac{5}{24}d + 4$ Linien.

Beide Angaben geben durchweg größere Metalldicken für die Lagerschalen, als die von uns festgestellten; die Zapfenlänge ist nach den Verhältnissen von Sharp-Brothers durchweg größer als die von uns angenommene; dagegen stimmt sie nach den Angaben von Redtenbacher bei einem Zapfendurchmesser von etwa 2 $\frac{1}{2}$ Zoll mit der unsrigen überein, und giebt für Zapfendurchmesser unter 2 $\frac{1}{2}$ Zoll größere, für Zapfendurchmesser über 2 $\frac{1}{2}$ Zoll geringere Längen als unsere Angaben. Ein Zapfen von 6 Zoll Durchmesser giebt z. B.:

*) Redtenbacher's „Resultate für den Maschinenbau“.

	nach Sharp-Brothers,	Redtenbacher,	n. d. Verfasser,
Metalldicke der Schalen	12 Linien,	$6\frac{2}{3}$ Linien,	6 Linien,
Länge der Zapfen	110 -	91 -	96 -

Taf. 28.
Fig. 4.

Eine andere Lagerkonstruktion zeigt Taf. 28. Fig. 4 in $\frac{1}{6}$ der natürlichen Gröfse. Es ist ein von dem englischen Mechaniker Fox konstruirtes, in der Werkstatt des Königl. Gewerbeinstituts zu Berlin befindliches Lager für einen Zapfen von 3 Zoll Durchmesser. Fig. 4a ist die Ansicht des zusammengestellten Lagers, Fig. 4b die Seitenansicht desselben, Fig. 4c die obere Ansicht nach Abnahme des Lagerdeckels, Fig. 4d ist eine Ansicht des abgenommenen und umgelegten Lagerdeckels nach Herausnahme des Lagerfutters, Fig. 4e ist eine Ansicht desselben von der Seite, Fig. 4f sind Durchschnitte des Lagerfutters, und zwar ein Schnitt in der Ebene durch die Axe des Zapfens, und ein zweiter Schnitt normal dazu nach der Richtung *xy*. Das Lager zeichnet sich dadurch aus, daß der Lagerblock von der Horizontalebene durch die Mitte des Zapfens an nicht in seiner ganzen Breite in die Höhe geführt ist, daß vielmehr nur die Hülsen, welche zur Aufnahme der Deckelschrauben dienen, von hier an als cylindrische Pfeiler *aa'* bis etwa zur Tangente durch den höchsten Punkt des Zapfens hinaufgeführt sind. Der Lagerdeckel hat entsprechende Höhlungen, mit denen er zwischen diese Pfeiler eingreift, während er die obere Hälfte des Lagerfutters ganz umschließt. Die vorspringenden Ränder des Lagerfutters sind in den Lagerblock und in den Deckel eingelassen; die äußere Rundung des untern Lagerfutters ist in der Mitte mit einer concentrischen Verstärkungsrippe versehen, die in eine entsprechende Nuth des Lagerblockes eingreift, und durch einen vorspringenden Zapfen die Drehung dieses halben Lagerfutters hindert; das obere Lagerfutter hat anstatt dieser concentrischen Rippe eine geradlinige im Scheitel der äußern Rundung von einem Rande zum andern, parallel mit der Axe laufende Rippe, welche sich in eine passende Nuth einlegt. In Fig. 4d ist diese Nuth sichtbar. Dies Lager von Fox zeichnet sich durch die große Sicherheit aus, mit welcher der Lagerdeckel mit dem Lagerblock und mit den Lagerfuttern zusammenhängt.

Taf. 28.
Fig. 5.

Taf. 28. Fig. 5 giebt ein Beispiel von einem Zapfenlager mit zwei Deckelschrauben und zwei Befestigungsschrauben auf jeder Seite. Das Lager ist im Allgemeinen nach den Verhältnissen und Dimensionen konstruirt, welche wir in dem vorigen Paragraphen entwickelt haben, nur unterscheidet es sich in der Art und Weise, wie die Lagerfutter in den Lagerkörper und in den Deckel einge-

setzt sind. Die von dem Verfasser in dieser Figur gewählte Konstruktion zeigt, daß die Lagerfutter keine vorspringenden Ränder haben, dagegen sind sie von Außen nicht cylindrisch, sondern kugelförmig abgedreht, und der Lagerdeckel mit dem Lagerkörper bildet eine Hohlkugel, welche das Lagerfutter genau passend umschließt. Fig. 5a zeigt eine Vorderansicht, Fig. 5b einen Vertikaldurchschnitt in einer Ebene, die durch die Axe des Zapfens geht, Fig. 5c eine obere Ansicht des Lagerblocks nach Abnahme des Deckels und der obern Lagerfutterhülsen, Fig. 5d eine Ansicht des Lagerdeckels von der Seite, Fig. 5e eine Ansicht desselben von oben, nachdem er umgelegt und das Lagerfutter herausgenommen worden.

Durch die hier gewählten Anordnungen wird erreicht, daß das Lagerfutter sich in dem Lagerkörper nach allen Richtungen hin ein wenig verdrehen könne, und hierdurch wird es möglich, daß, wenn das Lager nicht sehr exakt aufgestellt ist, oder wenn dasselbe durch Nachgeben oder Verschieben der Unterstützungen oder der Befestigungen aus seiner richtigen Lage gekommen ist, sich gleichwohl die Axe des Lagerfutters richtig einstellen kann, d. h. so, daß sie mit der Axe des Zapfens genau zusammenfällt. Dies ist eine äußerst wichtige, und oft durch die gewöhnliche Lagerkonstruktion schwer zu erreichende Bedingung. Sobald nämlich die Lagerfutter in dem Lagerkörper fest sind, und es erfolgt eine geringe Verschiebung des Lagers gegen die Richtung der Welle, so tritt nothwendiger Weise ein Klemmen des Zapfens im Lager ein; es entstehen Seitendrucke, die oft ganz außerordentliche Reibungswerthe und Abnutzungen herbeiführen.

Bei der Aufstellung der Zapfenlager ist es daher von der größten Wichtigkeit, die Axe der Lager mit der Axe der Welle übereinstimmend zu bekommen, und diese Wichtigkeit steigert sich zugleich mit der Schwierigkeit, die genannte Bedingung zu erfüllen, wenn man sehr lange Wellenleitungen hat, die durch feste Kupelungen mit einander zusammenhängen, oder wenn ein und dieselbe Welle an mehren Punkten durch Zapfenlager unterstützt ist. Hier handelt es sich dann im Allgemeinen darum, die Axen der Höhlungen der Lagerfutter bei der Aufstellung genau in eine gerade Linie zu bekommen. Der Verfasser hat für diesen Zweck mit gutem Erfolg folgendes Mittel angewandt:

Jedes aufzustellende Zapfenlager wird vor der Aufstellung durch zwei Blechscheiben geschlossen, welche genau den Durchmesser der Höhlung des Lagerfutters haben, und an den beiden äußer-

sten Rändern der Lagerfutter in die Höhlung derselben eingeklemmt werden. In der Mitte jeder dieser Blechscheiben ist eine kleine Oeffnung, und die Linie, welche die Mitten dieser kleinen Oeffnungen verbindet, repräsentirt folglich die Mittellinie oder die Axe der Lagerhöhlung. Man stellt nun zuerst die beiden äußersten Lager der ganzen Wellenleitung auf und zwar so, daß man hinter das eine Lager, in der Höhe der kleinen Oeffnung der Blechscheibe eine Lichtflamme anbringt, und nun das erste Lager so lange verschiebt, bis man durch die Oeffnungen in den beiden Blechscheiben, welche dieses Lager schliessen, und durch die Oeffnungen in den Blechscheiben des erstgenannten Lagers die hinter diesem befindliche leuchtende Flamme sieht. In dieser Stellung müssen offenbar die Mittellinien der beiden Lager in ein und dieselbe gerade Linie fallen; befestigt man die Lager in dieser Stellung, und richtet man nun die zwischen den äußersten beiden Lagern anzuordnenden Lager in ähnlicher Weise so ein, daß man von dem ersten Lager aus durch die Oeffnungen in sämtlichen Blechscheiben die hinter der letzten Blechscheibe befindliche leuchtende Flamme sieht, so befinden sich dann offenbar die Mittellinien sämtlicher Lager in derselben geraden Linie; und die Aufstellung der Wellenleitung (vorausgesetzt, daß die Wellen selbst gerade sind) wird sehr richtig erfolgen können.

Taf. 28. Fig. 6, 7, 8 zeigen einige Lagerkonstruktionen für Zapfen von geringem Durchmesser, etwa bis zu $1\frac{1}{2}$ Zoll und darunter.

Taf. 28.
Fig. 6.

Taf. 28. Fig. 6 ist ein kleines Zapfenlager ohne besondere Lagerfutter, dasselbe ist entweder ganz aus Bronze, oder ganz aus Gufseisen konstruirt. Bei Zapfen von $1\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser kann man bis zu etwa 60 Umdrehungen in der Minute ohne allen Nachtheil Schmiedeeisen auf Gufseisen laufen lassen, so also, daß bei schmiedeeisernen Zapfen hier das ganze Lager von Gufseisen sein kann. Fig. 6a zeigt die Vorderansicht, Fig. 6b die Ansicht von der Seite; man sieht, daß der Lagerdeckel mit Ansätzen über den Lagerblock übergreift, und daß die Deckelschrauben zugleich als Befestigungsschrauben dienen.

Taf. 28.
Fig. 7.

Taf. 28. Fig. 7 ist ein kleines Lager von Gufseisen mit Metallfaltern, und zwar von sehr einfacher Konstruktion. Die äußere Begrenzung der Lagerfutter ist rechteckig; beide Hälften sind fast ganz von dem Lagerkörper umschlossen; der Lagerdeckel besteht aus einer einfachen Platte, die durchweg einen gleich großen rechteckigen Querschnitt hat. Die Deckelschrauben, die in sämtlichen

Figuren herausgenommen sind, werden in dem Lagerkörper durch quer durchgeschlagene Splinte befestigt. Fig. 7a ist eine Vorderansicht des Lagers, Fig. 7b eine Ansicht von der Seite, Fig. 7c eine Ansicht von oben, mit dem Lagerdeckel. Die Figuren sind halbe natürliche Gröfse.

Taf. 28. Fig. 8 stellt eine etwas gefälligere Form eines Lagers für Zapfen von geringem Durchmesser dar. Die Lagerfutter sind hier durch Flächen begrenzt, deren Querschnitte Spitzbögen bilden, die Ränder der Lagerfutter haben eine ähnliche Form; der Lagerdeckel umschließt die ganze obere Hälfte des Lagerfutters, und greift mit Ansätzen zwischen die Pfeiler des Lagerblocks; die Deckelschrauben sind in sehr ähnlicher Weise, wie in der vorigen Figur in dem Lagerkörper befestigt. Fig. 8a ist die Vorderansicht des Lagers, Fig. 8b die obere Ansicht nach Fortnahme des Lagerdeckels und der oberen Hälfte des Lagerfutters. Die Figuren sind halbe natürliche Gröfse. Taf. 28
Fig. 8.

Zuweilen ist bei den Zapfenlagern die Bedingung zu erfüllen, daß der Zapfen durch das Lager sehr sicher geführt sein soll, und daß nicht das geringste Schlottern des Zapfens im Lager stattfinden darf. Diese Bedingung kommt z. B. bei den Zapfen der Spindeldocke von Drehbänken vor. Taf. 28. Fig. 9 zeigt die Einrichtung eines solchen Zapfenlagers, und zwar ist Fig. 9a eine Vorderansicht, Fig. 9b eine Seitenansicht, beide in $\frac{1}{6}$ der natürlichen Gröfse. Fig. 9c ist das Lagerfutter in $\frac{1}{2}$ der natürlichen Gröfse. Das Lagerfutter besteht hier aus einem ungetheilten Stahlringe (Fig. c), welcher in der Lagerhöhle ein wenig konisch ausgebohrt ist; er ist genau in den Vorderschenkel der Spindeldocke eingepaßt, und wird in letzterem befestigt, nachdem die Oeffnung dazu genau ausgedreht und dann erwärmt worden ist. Hierdurch erweitert sich die Oeffnung, und wenn man nun den Stahlring einsetzt, so umschließt sie denselben, nachdem sie sich beim Erkalten wieder zusammengezogen hat, sehr fest. Der Zapfen ist der innern Bohrung des Stahlringes entsprechend, auch ein wenig konisch, und zwar so, daß der grössere Durchmesser nach der Spindeldocke hin liegt. Nachdem die Stahlspitze *x*, welche durch Mutter und Gegenmutter in dem hintern Schenkel der Spindeldocke befestigt ist, zurückgezogen worden, kann man die Welle (Spindel) mit dem konischen Zapfen einbringen; und demnächst läßt sich durch die Schraube an der Stahlspitze *x* den Druck reguliren, mit welchem der konische Zapfen in die Lagerhöhle gepreßt werden soll. Findet eine Abnutzung des Zapfens statt, so daß er in Taf. 28.
Fig. 9.

der Höhlung schlotterig wird, so schraubt man die Spitze x ein wenig vor und preßt den Zapfen dadurch wieder fest in seinen Sitz. Diese Konstruktion ist von einer der kleinen Handdrehbänke entnommen, welche in der Werkstatt des Königl. Gewerbeinstituts zu Berlin gebaut werden, und dient zugleich als Beispiel für die Anordnung eines Zapfenlagers mit Längendruck (S. 278); durch die Stahlspitze x wird der Längendruck in der Richtung der Welle aufgehoben.

Anordnung der Hängelager. Einfache Hängelager.

§ 126. Wir haben in § 116. bereits erwähnt, daß man nicht immer die Unterstützung der Zapfenlager von unten her bewirken könne, und daß man oft die fixen Punkte zur Befestigung und Unterstützung des Lagers über dem Zapfenlager aufsuchen müsse. Die Lagerkonstruktionen für diesen Fall heißen Hängelager.

Die einfachste Form eines Hängelagers wird offenbar erhalten, wenn man ein gewöhnliches Zapfenlager von einer der auf Tafel 28 dargestellten Formen umkehrt, so daß die Grundplatte oben ist, und nun diese Grundplatte an einen besonders dazu angebrachten Balken, oder an einen Etagenbalken u. s. w. anschraubt. Die Last der Welle hängt dann im Lagerdeckel an den Deckelschrauben und an den Befestigungsschrauben. Hat man das Lager nach unsern in § 124. aufgestellten Prinzipien konstruirt, so sind diese Theile vollkommen stark genug, die Belastungen auszuhalten. Indessen ist für diesen Fall die Vorsicht niemals außer Acht zu lassen, daß man die Schraubenmutter, sowohl die der Befestigungsschrauben, als diejenigen der Deckelschrauben gegen unbeabsichtigte Lösung schützt; denn sobald durch die Erschütterungen eine solche Lösung erfolgt, muß die Welle aus dem Lager herausfallen (vergl. § 124. S. 330).

Wenn die Entfernung des Wellenmittels von der Decke einen gewissen Werth erreicht, so kann man mit der oben beschriebenen Anordnung nicht mehr auskommen; man wendet dann besondere Hängeböcke an, wie deren auf Tafel 29 bis 31 mehre dargestellt sind.

Die Konstruktion dieser Hängeböcke kann, wie die auf Tafel 29, 30 und 31 gezeichneten Anordnungen nachweisen, sehr verschieden gewählt werden. Der wesentlichste Grund dieser Verschiedenheit beruht auf der Bedingung, daß die Hängeböcke nicht immer nur zur Unterstützung eines einzigen Zapfenlagers