

## Zweites Capitel.

### Von den Rädern.

---

**Räder.** Die im vorigen Capitel besprochenen Axen empfangen ihre §. 40. Umdrehung, sofern sie nicht als Wellen von Kraftmaschinen direct von dem Motor (Wasser, Dampf ꝛc.) in Bewegung gesetzt werden, in fast allen Fällen von anderen rotirenden Axen, und können ihrerseits wieder dazu dienen, andere Axen gleichfalls in Umdrehung zu setzen. Als ein ganz allgemein gebräuchliches Mittel dienen zu diesem Zwecke die Räder. Es liegt daher in der Natur der Sache, daß diese Räder, wie die Maschinenorgane überhaupt, niemals vereinzelt, sondern in paarweisem Zusammenhange auftreten müssen. Hieran kann der Umstand nichts ändern, daß häufig ein Rad *A* mit zwei oder noch mehreren anderen Rädern *B*, *C* u. s. w. zusammenarbeitet, denn in solchem Falle hat man ebenso viele Paare *AB*, *AC* ꝛc. zu unterscheiden, als andere Räder mit *A* arbeiten, so daß alle diese Paare ein gemeinsames Glied *A* haben.

Die Wirkung aller Arten von Rädern läßt sich geometrisch dahin kennzeichnen, daß zwei Körper mit gewissen idealen Flächen auf einander sich bewegen, sei es nun, daß diese Bewegung eine rein rollende oder wälzende ohne gegenseitige Verschiebung sei, oder daß neben der Wälzung gleichzeitig eine Verschiebung längs der geraden Berührungslinie eintrete. Man erkennt hieraus ohne Weiteres mit Rücksicht auf das in der Einleitung §. 26 Gesagte, daß diese Flächen den Charakter der dort als Axoide bezeichneten Momentanaxenflächen an sich tragen müssen.

Diese Flächen werden im Allgemeinen, wenn eine Gleitung neben der Rollung nicht ausgeschlossen ist, Hyperboloide sein, auf denen immer auf

jedem ein System von geraden Linien sich angeben läßt, von der Beschaffenheit, daß jede Gerade des einen mit einer entsprechenden Geraden des anderen Systems in der jedesmaligen Berührungslinie zusammenfällt. Es ist ebenfalls an obiger Stelle bereits erläutert, daß diese Flächen für den Fall, wo eine Gleitung längs der Berührungslinie nicht stattfindet, den Charakter der Abwickelbarkeit auf einander haben müssen, und daß es speciell Kegelflächen mit gemeinsamer Spitze werden, wenn die beiden Axen sich schneiden, welche durch die betreffenden Räder zu verbinden sind. Der Durchschnittspunkt der Axen ist dann der gemeinsame Mittelpunkt der Kegelflächen und es folgt sogleich, daß diese Kegel bei parallelen Axen in zwei Cylinder ausarten müssen. Diese Kegel resp. Cylinderflächen sind natürlich als ganz allgemeine aufzufassen, und wenn auch meistens in der Praxis den Rädern die normalen Kreiscylinder und Kreiskegelflächen zu Grunde liegen, so ist doch der Fall der allgemeinen Fläche nicht ausgeschlossen und kommt bei parallelen Axen, z. B. bei den elliptischen, herz- und spiralförmigen Rädern (s. unten), auch öfter vor. Die Betrachtung der Räder als der Verbindungsglieder zweier Axen wird sich in ähnlicher Weise, wie in der Einleitung die Rotationen überhaupt erörtert sind, am einfachsten an die drei Fälle anschließen, wo

- a) die Axen parallel sind,
- b) die Axen sich schneiden,
- c) die Axen windschief im Raume zu einander stehen.

Diese verschiedenen Axenstellungen bedingen gewisse wesentliche Unterschiede in der Wirkungsweise und Anordnung der zugehörigen Räder, und bilden daher einen naturgemäßen geometrischen Grund zu einer entsprechenden Eintheilung. Es läßt sich aber auch noch von einem anderen mehr physikalischen Gesichtspunkte aus eine Scheidung vornehmen, welche aus der eigenthümlichen Art der Bewegungsübertragung oder Mittheilung der Bewegung sich ergibt. Es kann nämlich einerseits diese Mittheilung direct zwischen den beiden materiell dargestellten Flächen geschehen, welche dabei zu einer unmittelbaren Berührung kommen, und wobei der Abstand der Axen von einander durch die Flächen selbst festgestellt wird. Es kann aber auch andererseits die Bewegungsübertragung durch Vermittelung eines biegsamen Zwischengliedes, etwa eines Riemens, geschehen, welches die Fähigkeit hat, sich der Form der mehrgedachten Flächen möglichst innig anzuschließen und daher bei der Anordnung eine gewisse Freiheit in der Wahl des Axenabstandes gewährt. Jeder dieser beiden Fälle gestattet noch eine doppelte Ausführbarkeit, jenachdem die Bewegungsübertragung von dem einen Körper auf den anderen lediglich durch die Reibung zwischen den Flächen, d. h. deren natürliche Unebenheiten, herbeigeführt wird, oder jenachdem man die Flächen mit

künstlichen Uebenheiten oder Zähnen behufs der Bewegungsübertragung versteht. Hiernach lassen sich alle Räder in folgende vier Classen bringen:

1. Frictions- oder Reibungsräder mit unmittelbarer Uebertragung durch Reibung,

2. Riemenräder mit mittelbarer Uebertragung durch Reibung,

3. Zahnräder mit unmittelbarer Uebertragung durch Zähne,

4. Kettenräder mit mittelbarer Uebertragung durch Zähne.

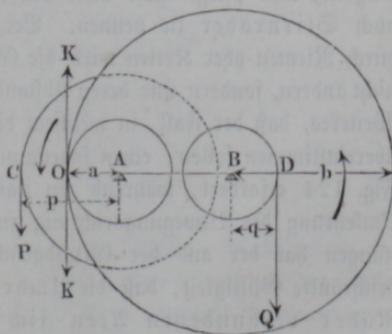
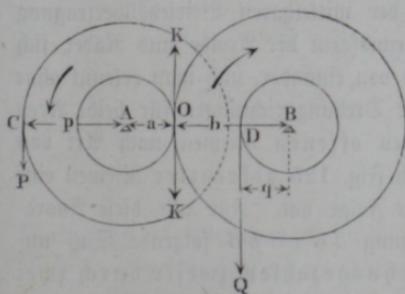
Wenn diese Verschiedenheit in der Einwirkung der Räder auf einander auch von äußerster Bedeutung hinsichtlich der Ausführung und Anwendung derselben sein muß, wenn davon insbesondere die schädlichen Widerstände, z. B. der Reibung, wesentlich abhängig sind, so ist doch klar, daß hierdurch eine Verschiedenheit in dem kinematischen sowohl wie dynamischen Zusammenhange nicht bedingt sein kann. Die Veränderungen der Bewegungen sowie diejenigen der Geschwindigkeiten und demnach also auch der Kräfte, abgesehen von den schädlichen Nebenhindernissen, sind unabhängig von der Art der Bewegungsübertragung und daher für die unter 1 bis 4 angeführten Gruppen unter sonst gleichen Verhältnissen dieselben.

Es soll im Folgenden dieser kinematische und der dynamische Zusammenhang der Räder zunächst untersucht werden, wobei es nach der vorstehenden Bemerkung klar ist, daß die gefundenen Resultate ebenso gut für Frictions- wie für Zahnräder, für Riemen- wie für Kettenbetrieb gültig sein müssen. An diese Untersuchung des geometrischen Zusammenhanges soll sich dann die aus dem physikalischen Charakter der Betriebsübertragung folgende anschließen.

**Räder für parallele Axen.** Der einfachste und häufigste Fall der §. 41. Räderverwendung ist gegeben, wenn eine Ase *A*, Fig. 122, welche sich mit

Fig. 122.

Fig. 123.



gleichmäßiger Geschwindigkeit dreht, einer zu ihr parallelen zweiten Ase *B* ebenfalls eine gleichmäßige Rotationsbewegung mittheilen soll. Bezeichnet