

die Lager A, A, B, B zur Aufnahme der Bügelaxen trägt, und bildet man dabei in der Regel die eine Bügelaxe AA aus einem durchgehenden Bolzen, die andere aus zwei kürzeren Bolzen B, B , kann jedoch auch beide Axen in letztgedachter Weise aus je zwei kurzen Scharnierbolzen bestehen lassen. Diese Ringform wird besonders dann anstatt des Kreuzes gewählt, wenn man, wie bei den folgenden Constructionen der Fall ist, in einer Ebene mehrere Zapfensysteme anzubringen hat.

Bei dem von Taylor*) angegebenen Universalgelenk trägt die eine Welle an ihrem Ende eine cylindrische Hülse, in deren Innerm vier axiale Einschnitte oder Cannelirungen angebracht sind, während das andere Wellenende mit einer kugelförmigen mit vier entsprechenden Zähnen versehenen Nuß in diese Hülse eingreift. Die Kugelform der Nuß gestattet die wegen der Wellenablenkung nothwendige Beweglichkeit der Verbindung, die Zähne bewirken das Mitnehmen.

Beispiel. Für ein Universalgelenk mit dem Axenwinkel $c = 30^\circ$ hat man das größte Umsehungsverhältniß:

$$\max \frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{1}{\cos 30^\circ} = 1,155$$

und das kleinste:

$$\min \frac{\omega_2}{\omega_1} = \cos 30^\circ = 0,866,$$

daher ist das Verhältniß zwischen beiden

$$\left(\frac{1}{\cos 30^\circ} \right)^2 = \frac{4}{3}.$$

Wenn daher die treibende Welle mit der gleichmäßigen Geschwindigkeit ω_1 umläuft, so variiert die Geschwindigkeit ω_2 der getriebenen zwischen $1,155 \omega_1$ und $0,866 \omega_1$ und es ist der sogenannte Ungleichförmigkeitsgrad gleich $1,155 - 0,866 = 0,289$.

Die Wellen haben einerlei Umdrehungsgeschwindigkeit für

$$\tan \alpha = \sqrt{\frac{1}{\cos 30^\circ}} = \sqrt{1,155} = 1,074,$$

$$\tan \beta = \sqrt{\cos 30^\circ} = \sqrt{0,866} = 0,931.$$

Da hierfür $\alpha = 47^\circ 3'$ und $\beta = 42^\circ 57'$ ist, so beträgt die größte Abweichung $\alpha - \beta = 4^\circ 6'$, welche abwechselnd zweimal einem Voreilen, zweimal einem Zurückbleiben der getriebenen Welle während jeder Umdrehung entspricht.

§. 27. Das doppelte Universalgelenk. Die Ungleichförmigkeit der Bewegung der getriebenen Welle, zu welcher nach dem Obigen das einfache Universalgelenk Veranlassung giebt, ist mit mancherlei Nachtheilen für den Gang der betriebenen Maschinen verbunden, insbesondere wird die treibende Welle sehr

*) Dingler's polyt. Journal Bd. 173, 1864.

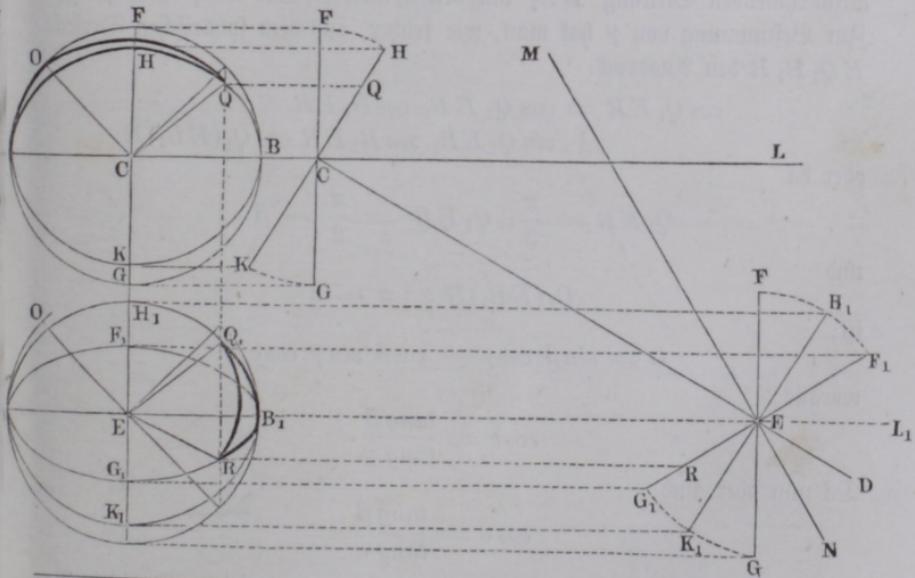
verschiedene Widerstände zu überwinden haben, da bei der Beschleunigung der getriebenen Welle nicht nur die Arbeit der an dieser hängenden Maschinen mit größerer Geschwindigkeit zu überwinden, sondern auch zur Beschleunigung der Massen eine bestimmte mechanische Arbeit aufzuwenden ist, welche in der darauf folgenden Periode der Verzögerung als lebendige Kraft zur Ueberwindung des Arbeitswiderstandes beiträgt, also die treibende Welle jetzt noch mehr entlastet, oder den Unterschied der Arbeitsmomente noch mehr hervorhebt. In Folge davon stellt sich in dem ganzen Systeme eine unregelmäßige rüttelnde Gangart und in deren Folge viel Reibung und Verschleiß ein. Man hat sich daher in neuerer Zeit vielfach bemüht, Universalgelenke zu construiren, welche mit diesem Uebelstande der Veränderung der Winkelgeschwindigkeit nicht behaftet sind, insbesondere hat eine von dem Vereine zur Beförderung des Gewerbflusses in Preußen zu dem Ende gestellte Preisaufgabe zu mehreren Constructions Veranlassung gegeben*).

Das einfachste Mittel, bei Anwendung des Universalgelenkes die Bewegungsübertragung gleichförmig zu machen, besteht darin, durch Anwendung eines zweiten Universalgelenkes die von dem ersten hervorgerufenen Ungleichförmigkeiten aufzuheben, wovon die Möglichkeit aus dem Folgenden sich ergeben wird.

Sei, Fig. 75, C der Mittelpunkt eines Universalgelenkes zwischen den beiden Wellen CA und CE, von denen die treibende in die Richtung CA

Fig. 75.

I II



*) Verh. d. B. z. Bef. d. Gew. in Preußen, Bd. 44, 1865.

fallen möge. Für die hierdurch von AC auf CE übertragene Bewegung gilt das im vorigen Paragraphen Gesagte. Der Gabelbolzen der treibenden Welle bewegt sich in der Ebene $AFBG$, während der Gabelbolzen der getriebenen Welle CE sich in der Ebene $HQBKA$ umdreht und zwar so, daß einer Drehung der treibenden Welle um den Winkel $ACO = \alpha$ eine Drehung der getriebenen Welle CE um einen Winkel $HCQ = \beta$ entspricht, für welchen man hat

$$\underline{\tan \beta = \cos c \tan \alpha}, \quad \textcircled{a}$$

unter c wieder den Winkel $LCE = FCH$ der beiden Wellen verstanden. Es möge jetzt in einem beliebigen Punkte E der getriebenen Welle CE an diese eine dritte Welle EN sich anschließen, welche gegen diejenige CE unter einem Winkel $DEN = c$ geneigt ist, der mit der Ablenkung der ersten und zweiten Welle AC und CE gleiche Größe hat, und soll zuvörderst angenommen werden, daß die drei Wellen in einer Ebene (derjenigen der Zeichnung) liegen. In E sollen die beiden Wellen ebenfalls durch ein Universalgelenk verbunden werden, so zwar, daß die auf CE in E sitzende Gabel parallel zu der in C auf derselben Welle angebrachten stehen soll. Die Gabel in E , welche sich in der Ebene $H_1 B_1 K_1 A_1$ dreht, hat also in dem betrachteten Augenblicke, wo die Gabel in C die Stellung CQ einnimmt, eine hiermit parallele Lage EQ_1 , während der auf der Welle EN angebrachte Gabelbolzen, welcher sich in der Ebene $A_1 F_1 B_1 G_1$ bewegt, die Stellung ER angenommen hat, indem er sich aus der als Ausgangslage anzunehmenden Stellung EB_1 um den Winkel $B_1 ER = \gamma$ gedreht hat. Zur Bestimmung von γ hat man, wie früher, aus dem sphärischen Dreieck $E Q_1 B_1 R$ den Ausdruck:

$$\begin{aligned} \cos Q_1 ER &= \cos Q_1 EB_1 \cos B_1 ER \\ &+ \sin Q_1 EB_1 \sin B_1 ER \cos Q_1 (EB_1) R \end{aligned}$$

oder da

$$Q_1 ER = \frac{\pi}{2}; \quad Q_1 EB_1 = \frac{\pi}{2} - \beta$$

und

$$Q_1 (EB_1) R = \pi - c$$

ist:

$$0 = \sin \beta \cos \gamma - \cos \beta \sin \gamma \cos c,$$

woraus

$$\cos c = \frac{\tan \beta}{\tan \gamma}.$$

Da nun aber auch

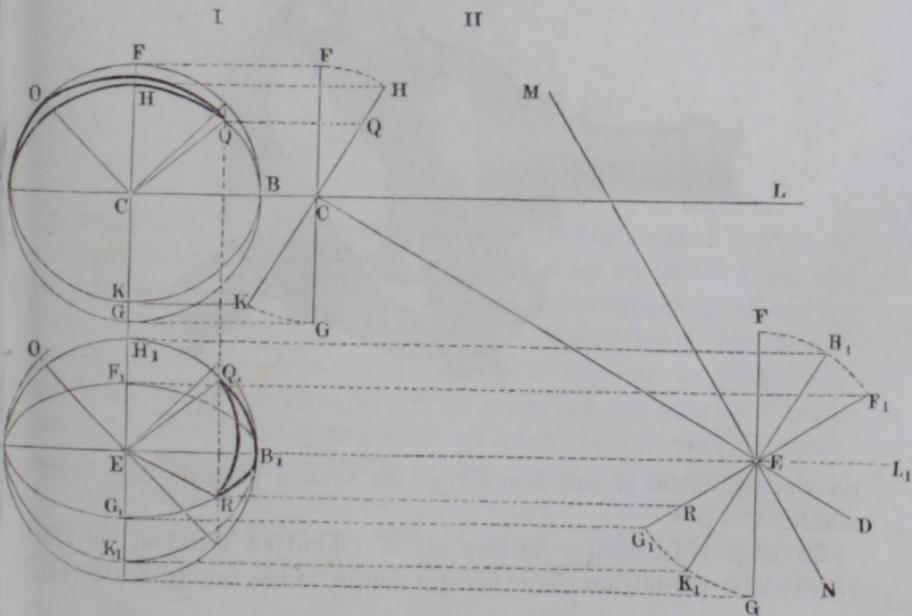
$$\cos c = \frac{\tan \beta}{\tan \alpha}$$

gefunden war, so muß $\tan \gamma = \tan \alpha$, also $\gamma = \alpha$ sein. Da diese Be-

ziehung ganz allgemein für jeden Werth von α gilt, indem α ohne Beschränkung ganz beliebig angenommen werden konnte, so erkennt man, daß der Winkel γ , um welchen die dritte Ase sich gedreht hat, in jedem Augenblicke gleich dem Drehungswinkel α der ersten Welle sein muß. Bewegt sich daher die treibende Welle AC mit gleichförmiger Geschwindigkeit, so gilt dies auch von der dritten Welle, während die zwischenliegende Welle CE dieselbe Ungleichförmigkeit der Bewegung beibehält, welche mit einem einfachen Universalgelenk bei dem Ablenkungswinkel c verbunden ist.

Um daher durch die gleichförmige Bewegung der treibenden Welle eine ebenfalls gleichförmige Bewegung der getriebenen Welle zu erreichen, hat man, wie aus den Voraussetzungen obiger Rechnung sich ergibt, nicht nur die Ablenkungswinkel dieser beiden Axen gegen die mittlere Ase von gleicher Größe zu machen, sondern die beiden Universalgelenke müssen auch eine übereinstimmende Lage gegen die Wellen haben. Die übereinstimmende Lage ist hier so zu verstehen, daß, wenn die Gabel der Zwischenwelle des einen Gelenks C z. B. in die Ebene ACE der beiden in C zusammenstoßenden Axen AC und CE hineinfällt, auch die Gabel der Zwischenwelle in E in die Ebene CEN der in E zusammentreffenden Wellen zu liegen kommt, oder daß die beiden Gabeln der Zwischenwelle in C und E gleichzeitig auf den gedachten Ebenen der zusammenstoßenden Wellen senkrecht stehen, überhaupt gleiche Winkel mit diesen Ebenen bilden.

Dieses letztere Erforderniß und dasjenige gleicher Ablenkungswinkel in C und E bedingen übrigens noch keineswegs, daß alle drei Wellen, wie in Fig. 76, Fig. 76.

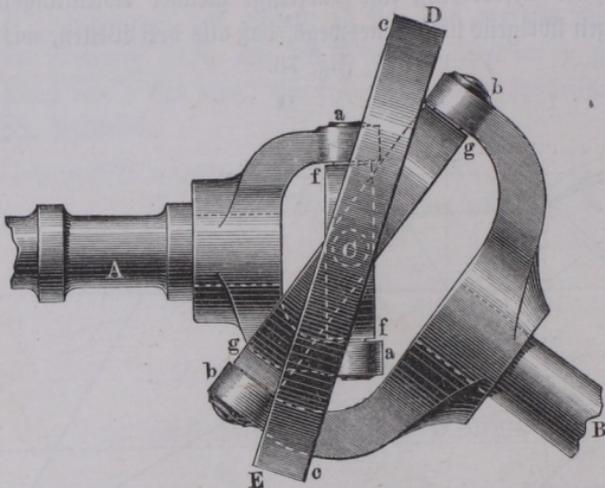


angenommen worden, in einer und derselben Ebene liegen müssen. Denkt man sich nämlich um die mittlere Welle CE zwei Kegelmäntel mit den Spigen in C und E dadurch beschrieben, daß man die Richtungslinien AC und EN der treibenden und getriebenen Wellen unter Einhaltung des constanten Ablenkungswinkels e um CE herum bewegt, so können die beiden Wellen AC und EN in zwei beliebige Seiten dieser Kegelflächen gelegt gedacht werden, und man wird eine gleichförmige Bewegungsübertragung zwischen diesen nun windschief zu einander stehenden Wellen erreichen, vorausgesetzt nur, daß die Universalgelenke in dem oben näher erläuterten Sinne übereinstimmend auf den Wellen angebracht werden.

§. 28. **Universalgelenke für gleichförmige Bewegungsübertragung.** Die hier ermittelte Eigenschaft des doppelten Universalgelenks liegt auch mehreren der oben gedachten Constructionen zu Grunde, welche zu dem Zwecke angegeben sind, die Bewegung ohne Aenderung der Geschwindigkeit zu übertragen, wie sich aus Folgendem ergibt.

Da die Länge der Zwischenwelle CE , Fig. 76, ganz ohne Einfluß auf die Bewegungsübertragung ist, so kann man diese Länge auch beliebig und sogar soweit verkürzen, daß die beiden Gabeln dieser Welle in C und E in eine und dieselbe Ebene fallen. Aus den beiden Gabelbolzen wird daher

Fig. 77.



ein einziger, indem ja nach dem Obigen die Gabeln parallele Lage haben müssen.

Es möge dieser Bolzen kurzweg als Treibbolzen bezeichnet werden, derselbe wird sich in einer Ebene bewegen müssen, welche parallel den Ebenen