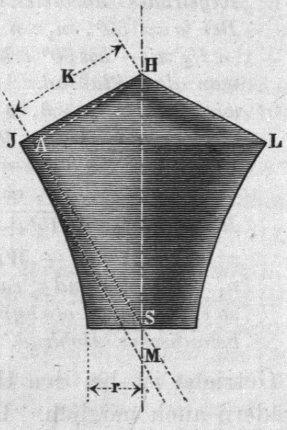
welche wie oben der Bildebene parallel gelegt ist. Genaue Zahnformen werden erhalten, wenn man mit den Grundhyperboloiden an derselben Berührungskante zwei Hülfshyperboloide hinzukonstruirt, die ebenfalls den Bedingungen (198) und und (199) entsprechen, und die Zahnflanken nach den Flächen formt, welche die Kanten der Hülfshyperboloide gegen die Grundhyperboloide beschreiben.*)

Fig. 605.



Soll die benutzte Hyperboloidzone durch einen Kegel angenähert werden, so ist dessen Spitze zu suchen. Man drehe zu dem Ende die Erzeugende SA so weit um die Achse HS, bis A in den Randpunkt J fällt, dann geht die neue Projektion der Erzeugenden durch die Kegelspitze M.

Die Zahnflankengleitung ist bei Hyperbelrädern Ursache grosser Reibung. Letztere ist zu beurtheilen aus der Gleitungsgeschwindigkeit c', welche gleich ist derjenigen der Schraubenräder, welche durch die Kehlräder tangirt werden (siehe §. 222).

D. Die Schraubenräder.

§. 220.

Cylindrische Schraubenräder.

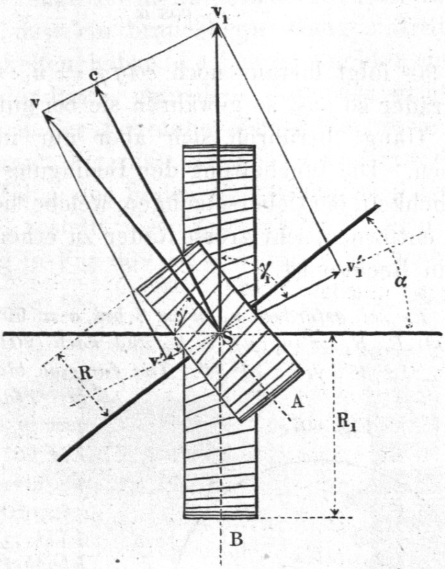
Die cylindrischen Schraubenräder können wie die Hyperbelräder zur Bewegungsübertragung zwischen geschränkten Achsen benutzt werden und gewähren unter Umständen manche Vortheile vor ihnen. Sie haben mehrere bemerkenswerthe Eigenschaften. Die Räder A und B, Fig. 606 (a. f. S.) sind hier beide Linksschrauben mit zur Verzahnung geeigneten Profilen. Sie haben solche Steigungswinkel γ und γ_1, dass an der Eingriffstelle die Schraubenlinien der Theilcylinder eine gemeinschaftliche Tangente haben, sodass beim Schränkungswinkel α der Achsen: $\gamma + \gamma_1 + \alpha$

*) Vergl. Herrmann-Weisbach, Mechanik (II. Aufl.) III. 1, S. 418 ff.

$= 180^0$. Zerlegt man die Umfangsgeschwindigkeiten v und v_1 in der Richtung jener Tangente und normal zu derselben, so erhält man:

$$\frac{v_1}{v} = \frac{\sin\gamma}{\sin\gamma_1}, \text{ woraus } \frac{n_1}{n} = \frac{R\sin\gamma}{R_1\sin\gamma_1} = \frac{\mathfrak{z}}{\mathfrak{z}_1} \quad \ldots (201)$$

Fig. 606.



Die Normaltheilungen $\tau = t\sin\gamma$ und $\tau_1 = t_1 \sin\gamma_1$ müssen einander gleich sein, woraus $t : t_1 = \sin\gamma_1 : \sin\gamma$.

Vermöge der Geschwindigkeitskomponenten v' und v_1' gleiten die Zahnflanken aneinander entlang, und zwar mit der Geschwindigkeit

$$c' = v' + v_1' = c(\operatorname{cotg}\gamma + \operatorname{cotg}\gamma_1) \quad \ldots\ldots (202)$$

Die Gleitung bewirkt Kraftverlust und Abnutzung; sie wird am kleinsten, wenn v' und v_1' gleichgross ausfallen, d. i. wenn $\gamma = \gamma_1$.

Hinsichtlich der Wahl von γ und γ_1 kann die Forderung gestellt werden, dass die zusammenfallenden Tangenten der beiden Schraubenlinien auch kurz vor und kurz nach dem völligen Zusammentreffen möglichst nahe zusammenbleiben sollen. Das ist aber dieselbe Bedingung, welche hinsichtlich der Berührungskanten der Hyperbelräder zu stellen war (§. 218), woraus dann auch die dort in anderer Form angegebene Beziehung folgt:

$$\frac{R}{R_1} = \frac{cotg\,\gamma}{cotg\,\gamma_1} = \frac{\frac{n_1}{n} + cos\,\alpha}{\frac{n}{n_1} + cos\,\alpha} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (203)$$

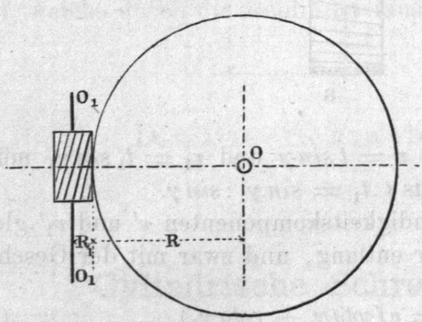
ebenso

$$cotg\,\gamma = \frac{sin\,\alpha}{\frac{n}{n_1} + cos\,\alpha} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (204)$$

Für $\alpha = 90^0$ folgt hieraus noch $cotg\,\gamma = n_1 : n$. Führt man die Schraubenräder so aus, so gewähren sie bei guter Verzahnung einen sanften Gang, berühren sich aber nur in sehr kleinen Flächentheilchen. Die Innehaltung der Bedingung hat dazu noch die Unbequemlichkeit, bei Uebersetzungen, welche sich nur einigermaassen von 1 entfernen, sehr grosse Räder zu erheischen, namentlich, wenn α ein Rechter ist.

Beispiel. Es sei gefordert $n_1 : n = 3$ bei $\alpha = 90^0$. Dann ist zu nehmen nach (203) $R : R_1 = (n_1 : n)^2 = 9$, und nach (204) $cotg\,\gamma = n_1 : n = 3$, wonach $\gamma = 18^0\,26'$, $\gamma_1 = 71^0\,34'$. Die für eine blosse Uebersetzung ins 3fache recht unbequemen Verhältnisse zeigt Fig. 607. Die Gleitungsgeschwindigkeit beträgt ausserdem $c' = c\,(3 + 0{,}333\ldots) = 3^1/_3\,c$. Die Kleinheit des Winkels γ gestattet schwer oder kaum, das kleine Rad zum treibenden zu machen. Noch stärker werden alle diese störenden Umstände bei noch bedeutenderen Uebersetzungen. $(n_1 : n) = 5$ und $\cdot 0$ ergeben z. B. $R : R_1 = 25$ und 100, und $\gamma \backsim 11^1/_6$ und $5^2/_3{}^0$. Nicht unerwähnt darf auch die Schwierigkeit bleiben, die das Schneiden der Räder auf der Drehbank für die genau ermittelten Steigungswinkel γ und γ_1 hinsichtlich der Wechselräder bereitet.

Fig. 607.



§. 221.

Angenäherte cylindrische Schraubenräder.

Hält man von den obigen beiden Bedingungen, Formel (201) und (203), bloss die erstere fest, so kann man den erwähnten