Ist z_1 kleiner als vorstehend berechnet, so kommt der Endpunkt B der Eingriffstrecke innerhalb von F_2O zu liegen, weil mit z_1 auch der Kopfkreishalbmesser abnimmt, so daß die allgemeine Bedingung für die Vermeidung von Unterschneidungen lautet:

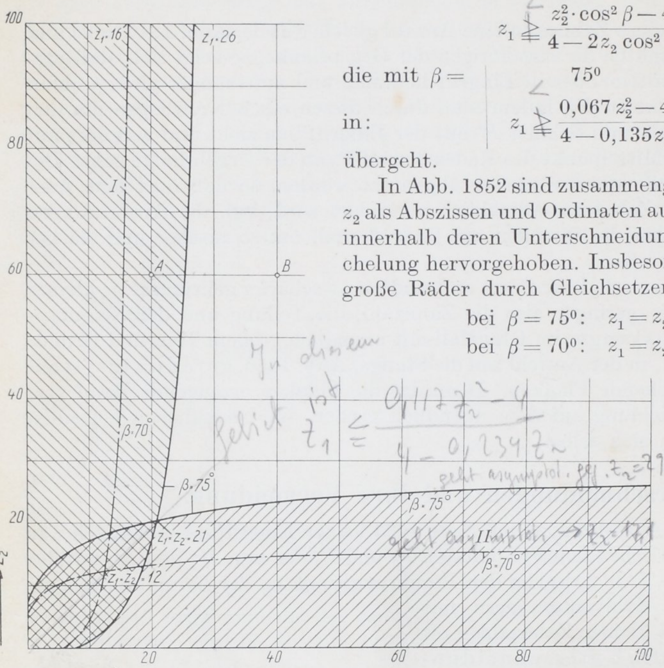

Abb. 1852. Unterschneidungsgebiete außenverzahnter Evolventenräder bei $\beta = 75$ und 70^0.

$$z_1 \geqq \frac{z_2^2 \cdot \cos^2\beta - 4}{4 - 2z_2\cos^2\beta},$$

die mit $\beta =$ 75^0 | 70^0

in: $z_1 \geqq \dfrac{0{,}067\,z_2^2 - 4}{4 - 0{,}135\,z_2}$ | $z_1 \geqq \dfrac{0{,}117\,z_2^2 - 4}{4 - 0{,}234\,z_2}$ (536) **)

übergeht.

In Abb. 1852 sind zusammengehörige Zahnzahlen z_1 und z_2 als Abszissen und Ordinaten aufgetragen und die Gebiete, innerhalb deren Unterschneidungen auftreten, durch Strichelung hervorgehoben. Insbesondere ergibt sich für gleich große Räder durch Gleichsetzen der beiden Zahnzahlen:

bei $\beta = 75^0$: $z_1 = z_2 = 20{,}9 \sim 21$,

bei $\beta = 70^0$: $z_1 = z_2 = 12{,}3 \sim 12$

als Mindestzahl, wenn keine Unterschneidungen vorkommen sollen. Für die Zahnstange folgt mit $z_1 = \infty$ die Zahnzahl des Gegenrades $z_2 = 29{,}6 \approx 30$ bzw. 17,1 aus der Bedingung, daß die Nenner der Brüche in Formel (536) Null sein müssen. Fläche I gibt an, daß Rad 1, Fläche II, daß Rad 2 unterschnitten wird. Dort, wo sich die zwei Flächen überdecken, weisen beide Räder Unterschneidungen auf. Z. B. sagt Punkt A aus, daß ein Räderpaar von $z_1 = 20$ und $z_2 = 60$ Zähnen bei gewöhnlicher Evolventenverzahnung und $\beta = 75^0$ noch Unterschneidungen am Rade 1 zeigt, Punkt B, daß ein solches von 40/60 Zähnen unterschnittfrei ist. Die Unterschneidungen sind um so bedeutender, je größer die Zahnzahl des großen Rades ist, am stärksten also beim Zusammenarbeiten mit der Zahnstange.

Abhilfe für den Fall, daß das Getriebe innerhalb der gestrichelten Gebiete der Abb. 1852 liegt, ist auf verschiedene Weise möglich. Die wichtigsten Arten sind im folgenden näher erläutert. *) Denn ist für $z_1 = \infty$ $0 = \frac{1}{\infty} = \frac{1}{z_1} \geqq \frac{4-0{,}234 z_2}{0{,}117 z_2^2 - 4}$ also $4 - 0{,}234 z_2 \leqq 0$, $z_2 \geqq \frac{4}{0{,}234} = 17{,}1$

1. Ausbildung der Zahnfüße entsprechend der Kopfbahn.

Wie weit die Zahnspitzen des großen Rades in die Zahnfüße des kleinen einschneiden, ist leicht festzustellen, wenn man die **Relativ**bewegung der Räder verfolgt. Denkt man sich das kleine Rad festgehalten, so beschreibt die Zahnspitze C des größeren, Abb. 1853, beim Abrollen der Wälz-(Teil-)kreise aufeinander eine verlängerte Aufradlinie, die sogenannte **Kopfbahn**, die nach dem an Abb. 1841 erläuterten Verfahren gefunden wird. Sie bildet eine Schleife, die den Zahnfuß aushöhlt und ihn bei Rädern mit geringen Zahnzahlen in oft beträchtlichem Maße schwächt. Gleichzeitig wird stets ein Teil der Evolvente weggeschnitten, da der Schnittpunkt E der Kopfbahn mit der Zahnflanke außerhalb des Grundkreises liegt, wodurch die Eingriffstrecke auf die Länge

**) sonst käme d. falsche Ergebnis heraus

17,1 Korrektur ...