

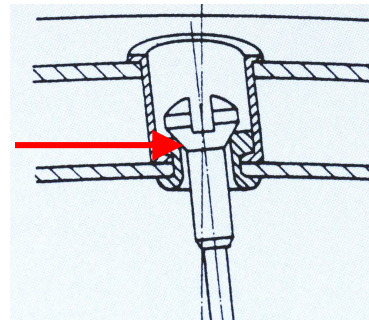
Bestimmung der Speichenlänge in tangential und radial gespeichten Laufrädern

Wenn man ein unbekanntes Laufrad aufbauen möchte, das heißt, ohne dass man ein Muster oder präzise Daten dazu hat, muss man die Daten selber bestimmen. Die Speichenlänge sollte auf einem Millimeter genau berechnet, und zu der nächsten geraden Zahl nach oben oder unten gerundet werden. Speichenhersteller bieten mittlerweile nur noch Speichenlängen in geraden Maßen an, mehr Genauigkeit ist nicht notwendig. Allerdings ist es sehr ärgerlich, wenn die Speichenlänge nachher 3 – 4 mm von der perfekten Länge abweicht, da sich diese Abweichungen nicht ausgleichen lassen. Entweder muss man die überstehenden Enden mit der Flex (anders kommt man nicht ran) abflexen und hat so weniger Spielraum zum Nachspannen, oder die Speichen sind so kurz, dass nicht genug Gewinde fasst und man im Notfall mit längeren Nippeln arbeiten muss (wenn man sie da hat). Das alles sind unschöne Kompromisse.

Daher ist es wichtig, die Speichenlänge genau zu berechnen. Bei der Berechnung gibt es zwei Fehlerquellen: das Messen der Naben- und Felgenmaße und das Ausführen der Berechnung. Natürlich gibt es im Internet Speichenrechner! Aber man hat nicht immer das Internet zur Verfügung und erst wenn man einen Speichenrechner ausprobiert und danach ein Laufrad gebaut hat, weiß man wie er funktioniert und wo er seine Schwachstellen hat. Außerdem sollte man grundsätzlich die Speichenberechnung begriffen haben, um selber beurteilen zu können, ob ein errechnetes Maß sinnvoll ist, oder nicht.

Messen von Felge und Nabe:

Es gibt unglaublich komplizierte Anweisungen um die Felge auszumessen, dabei ist das Prinzip ganz einfach, wenn man davon ausgeht, dass die Speiche dort im Nippel aufhören soll, wo der Felgenboden ist, bzw. wo der Nippel im Felgenboden oder in der Punzung aufliegt.



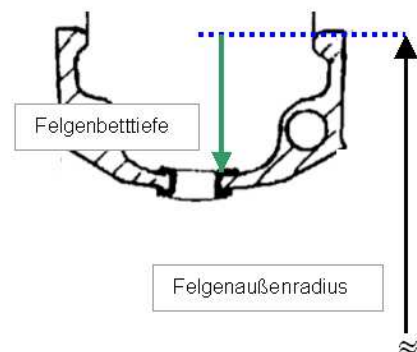
Wenn man das weiß, dann misst man die Felge folgendermaßen:

Als erstes bestimmt man den Außendurchmesser mit einem Metermaß und teilt diesen Wert durch 2, damit man den Felgenaußenradius hat. Sinnvollerweise misst man von der Felgennaht zum gegenüberliegenden Ventilloch. Dadurch ist sichergestellt, dass man wirklich die Felge durch die Mitte hindurch misst.

Anschließend verwendet man den Tiefenfühler des Messschiebers, um die Tiefe des Felgenbodens, bzw. der Punzung zu messen.

Der Felgenradius (r_2) für die Speichenberechnung lautet:

$$\frac{\text{Felgenaußendurchmesser}}{2} - \text{Felgenbetttiefe} = r_2$$



Nabenmaße

Bei den Nabenmaßen braucht man den Lochkreisradius des Flansches (r_1) und den Abstand des Flansches (mittig gemessen) zur Nabenmitte (a). Solange man es mit symmetrischen Naben (Vorderrad oder Nabenschaltung) zu tun hat, ist die Nabenmitte identisch mit dem halben Flanschabstand. Bei asymmetrischen Naben von Kettenschaltungen muss man die Lage der Nabenmitte (halbe Einbaubreite) extra bestimmen und die Speichenlängen für die rechte und für die linke Seite getrennt berechnen. Für ein Standardlaufrad (36 Loch, 3fach gekreuzt) ist die Speichenlänge auf der Kettenseite in der Regel 2 mm kürzer als auf der linken Seite, so dass man nur eine Seite berechnen braucht.

Speichenlänge für radiale Einspeichung:

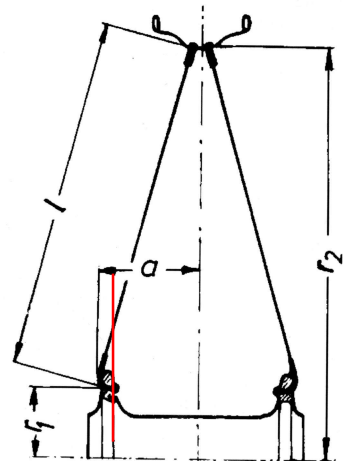
Mit den bis jetzt vorhandenen Maßen kann man bereits die Speichenlänge für radiale Einspeichung berechnen. Da aber bei der radialen Einspeichung die Speichenköpfe außen liegen, wird der Flanschabstand (a), an der Innenseite des Flansches gemessen. Die Strecke b errechnet sich aus dem Felgenbettradius minus dem Flanschradius.

$$b = r_2 - r_1$$

Die Speichenlänge ergibt sich jetzt aus der Formel:

$$l = \sqrt{a^2 + b^2}$$

Zum Berechnen quadriert man jeweils die Werte von a und b , addiert sie anschließend und zieht aus der Summe zum Schluss die Wurzel.



Die Speichenformel

(die einfachste und sinnvollste Version)

$$l = \sqrt{\frac{r_1^2 + r_2^2 + a^2 - 2 r_1 \cdot r_2 \cdot \cos\left(\frac{720 \cdot k}{n}\right)}{n}}$$

k = Anzahl der Kreuzungen

n = Anzahl der Speichen

Da bei steigender Anzahl der Kreuzungen sich die Speichenlänge erhöht, steht „ k “ oberhalb des Bruchstriches.

Eine größere Speichenmenge pro Laufrad stellt die Speichen steiler (Richtung radial) und die Speichen müssen dann kürzer sein, daher steht „ n “ unterhalb des Bruchstriches

Im Prinzip ist die Speichenformel in drei Abschnitte (Terme) unterteilt, die erst einmal getrennt voneinander berechnet werden.

$$l = \sqrt{\frac{r_1^2 + r_2^2 + a^2 - 2 r_1 \cdot r_2 \cdot \cos\left(\frac{720 \cdot k}{n}\right)}{n}}$$



Da bei einem Standardlaufrad (36 Loch, 3fach gekreuzt) bei der Berechnung des 3. Abschnittes der Wert 0,5 entsteht, hebt sich das mit der „2“ im zweiten Abschnitt auf.

Die Formel vereinfacht sich auf:

$$l = \sqrt{(r_1^2 + r_2^2 + a^2) - (r_1 \cdot r_2)}$$

Die Klammern bedeuten lediglich, dass man auch hier die beiden Terme getrennt voneinander ausrechnen muss, bevor man aus deren Summe die Wurzel zieht.

Berechnungsbeispiel:

Felgenaußendurchmesser: 640 mm
Felgenbetttiefe: 14 mm
Lochkreisdurchmesser am Flansch: 60 mm
Flanschabstand zur Nabenmitte: 42 mm (a)

Bedingung: HR-Nabenschaltung, 48 Loch 3fach gekreuzt.

1. $\frac{\text{Felgenaußendurchmesser}}{2} - \text{Felgenbetttiefe} = r_2$

$$\frac{640 \text{ mm}}{2} - 14 \text{ mm} = 306 \text{ mm} = r_2$$


2. $\frac{\text{Lochkreisdurchmesser}}{2} = \text{Lochkreisradius} = r_1$

$$\frac{60 \text{ mm}}{2} = 30 \text{ mm} = r_1$$

$$r_1^2 = 30 \text{ mm} \times 30 \text{ mm} = 900 \text{ mm}^2$$

$$r_2^2 = 306 \text{ mm} \times 306 \text{ mm} = 93636 \text{ mm}^2$$

$$a^2 = 42 \text{ mm} \times 42 \text{ mm} = 1764 \text{ mm}^2$$

$$I = \sqrt{r_1^2 + r_2^2 + a^2 - 2 r_1 \cdot r_2 \cdot \cos \left(\frac{720 \cdot k}{n} \right)}$$


Abschnitt 1:

$$900 \text{ mm}^2 + 93636 \text{ mm}^2 + 1764 \text{ mm}^2 = 96300 \text{ mm}^2$$

Abschnitt 2:

$$2 \times 30 \text{ mm} \times 306 \text{ mm} = 18360 \text{ mm}^2$$

Abschnitt 3:

$$\cos \left(\frac{720^\circ \times 3}{48} \right) = \cos 45^\circ = 0,707$$

$$I = \sqrt{96300 \text{ mm}^2 - (18360 \text{ mm}^2 \times 0,707)} \quad I = \sqrt{96300 \text{ mm}^2 - 12980,5 \text{ mm}^2}$$

$$I = \sqrt{95001,95 \text{ mm}^2} \quad I = 308,2 \text{ mm} \rightarrow \underline{308 \text{ mm}}$$