

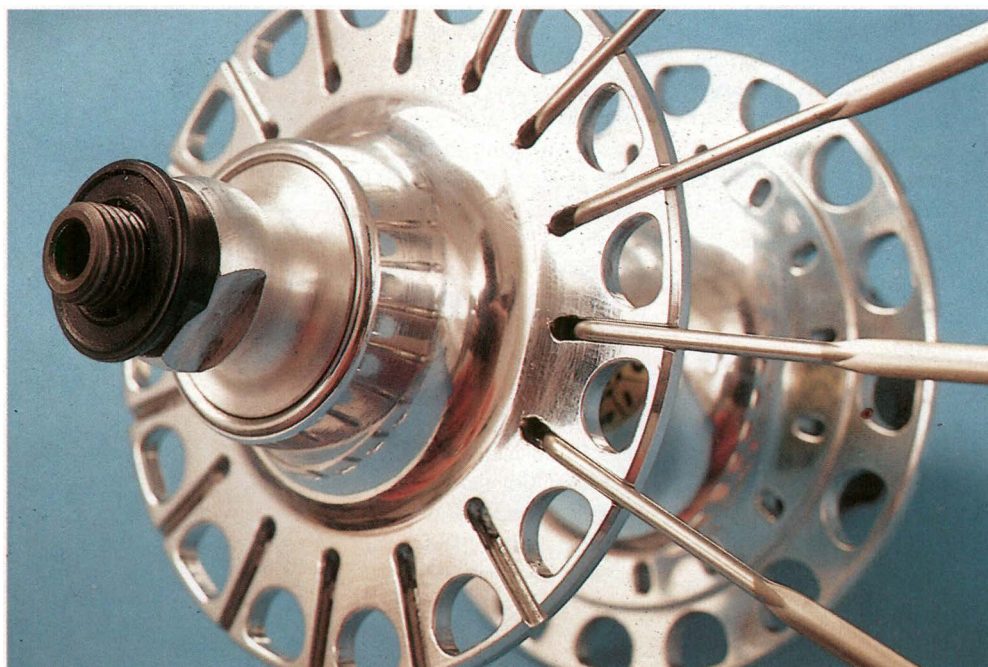
Es genügt eigentlich schon, die Reihenfolge des Speicheneinfädelns von Anfang bis Ende einzuhalten sowie den jeweiligen Ort der Speichen in der Nabe und in der Felge festzulegen. Geht man dabei auch noch systematisch, das heißt nach einem bestimmten Vernetzungsplan vor, kann normalerweise nichts schiefgehen. Ja, es ist geradezu ein schöpferischer Akt, aus einer Handvoll Speichen, der Nabe und der Felge ein stabiles Laufrad auf die Beine zu stellen.

Bevor wir uns an die Arbeit machen, sollten wir vielleicht noch einige theoretische "Trockenübungen" absolvieren:

1. Die Kreuzungsart: Sie legt fest, in welchem Modus die Speichen "verflochten" werden. Dazu sind die Speichen abwechselnd einmal mit dem Speichenkopf nach außen und einmal nach innen in die Nabe einzufädeln. Wird nun jede Speiche, deren Kopf nach innen weist, gleich von der Nachbarspeiche, deren Kopf wiederum nach außen zeigt, überkreuzt, so liegt eine Einfachkreuzung vor. Standard ist jedoch die Dreifachkreuzung. Hierbei kreuzt jede Speiche mit innenliegendem Kopf die jeweils dritte mit dem Kopf nach außen liegende Speiche. Würde man die Speichen durchnummerieren, so kreuzt sich

Das Kreuz mit den Kreuzen

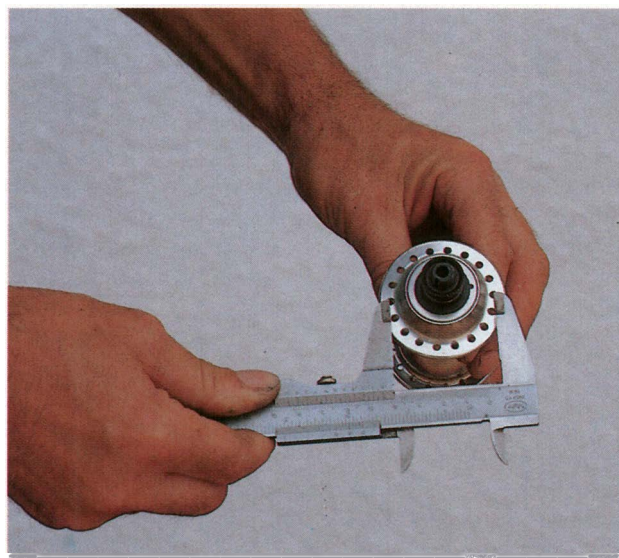
Das Einspeichen von Laufrädern ist für die meisten Radfahrer das sprichwörtliche "Buch mit den sieben Siegeln". Doch im Grunde genommen steckt dahinter weder ein großes Geheimnis, noch hat das irgend etwas mit Zauberei zu tun.



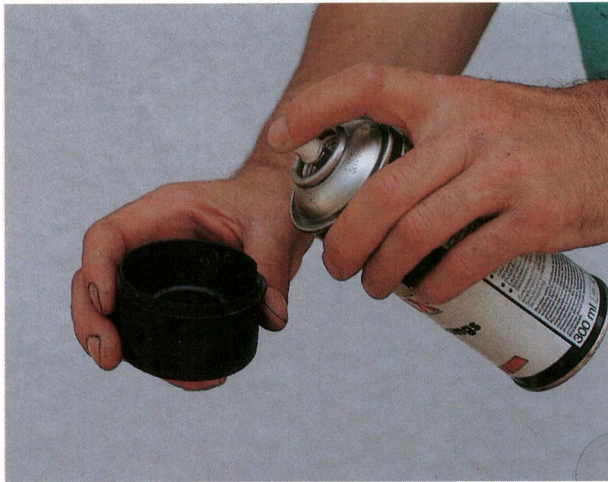
1. Radial sollten nur speziell dafür ausgelegte Naben (hier die Tomo-Nabe) eingespeicht werden, sonst riskiert man Flanschausbrüche.



2. So messen Sie das Felgenmaß "Di": Bremsinnenzug halbwegs stramm durch die Felge führen und Innenkante des aufgefädelten Speichennippels markieren. Dann Abstand auf Bowdenzug ausmessen und 10 mm für die Nippelschaftlänge hinzuzählen.



3. Ermitteln des Teilkreisdurchmessers "Dt".



4. Vor dem Einspeichen das Gewindeende der Speichen in Leinöl oder Sprühwachs tunken - das erleichtert das Zentrieren und schützt gegen Nippellockern.

also die Speiche Nr. 1 mit der Speiche Nr. 6, Nr. 3 mit 8, Nr. 5 mit 10 usw.

Bei 36, 40 und 48 Speichen im Laufrad wird bisweilen vierfach gekreuzt. Die Speiche Nr. 1 kreuzt dann die Speiche Nr. 8, die Nr. 3 kreuzt Nr. 10 usw. Der Sinn der

Sache: Bei 36 Speichen verlaufen die einzelnen Stahlstäbchen dann annähernd tangential zum Nabenflansch und können daher das größtmögliche Drehmoment übertragen. Oder anders ausgedrückt: Sie werden von den Antriebs- bzw. (bei Nabenbremsen)



5. Genauso verfahren Sie bei den Speichennippeln.

Verzögerungskräften am wenigsten belastet.

Bei Laufrädern mit geringerer Speichenanzahl (32, 28 oder 24) ragen die Speichen über die Idealtangente hinaus und liegen zudem im Nabenflanschbereich übereinander. Das bedeutet erhöhte Spei-

chenbruchgefahr, da die Speichen zum Teil nicht mehr eng am Nabenflansch anliegen. Hier empfiehlt sich auf jeden Fall die klassische Dreifachkreuzung.

Übrigens werden Einfach- und Zweifachkreuzungen selten und meist nur dann angewendet, wenn die entsprechende Speichenlänge nicht aufzutreiben ist. Am Vorderrad hat das keine Auswirkung in puncto Haltbarkeit,

am Hinterrad hapert's allerdings am übertragbaren Antriebsmoment.

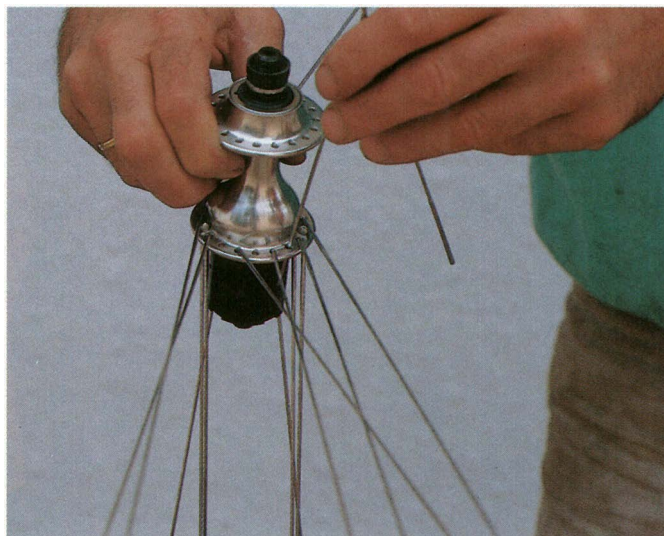
2. Radialeinspeichung: Die Speichen verlaufen radial und damit ungekreuzt von der Nabe zur Felge. Liegen dabei alle Speichenköpfe nach innen hin, so läßt sich

die größtmögliche Seitensteifigkeit für das Laufrad erreichen. Radiales Einspeichen ergibt optische und aerodynamische Vorteile und erleichtert das Laufradputzen, beansprucht jedoch die dafür nicht ausgelegten Nabenflansche (Flanschbrüche) über Gebühr. Wer mit dieser Einspeichart liebäugelt, besorgt sich am besten die dafür speziell konzipierten Tomo-Naben (Bezug: Fachhandel über Thomas Klimecky, Frankfurt/Main). Flanschbrüche lassen sich auch dadurch weitgehend vermeiden, indem man nur 24- und 28-Loch-Naben radial einspeicht und indem durch sorgfältige Sprühwaxspflege der Kontakt- und Korngrenzen-Korrosion vorgebeugt wird.

3. Antriebskräfte: Am Hinterrad müssen die Speichen zusätzlich zu den vertikalen und seitlich einwirkenden Kräften noch das Antriebsmoment übertragen. Besonders kritisch wird es für die Stahlstäbchen, wenn man im Wiegetritt fährt. Dann wird unter Umständen ein Teil der Speichen vom Nabenflansch weggebogen und muß obendrein noch das Antriebsmoment übertragen. In solchen Augenblicken besteht natürlich ebenfalls erhöhte Speichenbruchgefahr. Damit so etwas nicht geschieht, sollten diese Speichen (sie liegen auf der Zahnkranzseite und verlaufen gegen den Uhrzeigersinn) mit dem Speichenkopf nach innen weisen.

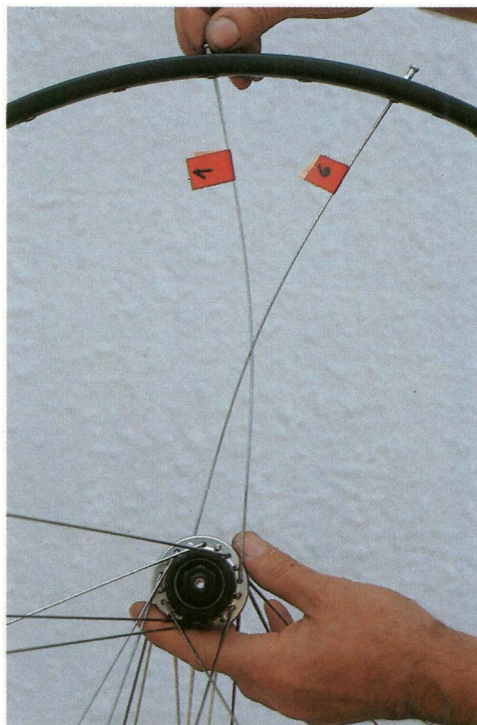
4. Sondereinspeichung nach Kildemoes: Die Zahnkranzseite wird radial mit den Speichenköpfen nach innen eingespeicht, um eine optimale Seitensteifigkeit zu erzielen; gekreuzt wird nur die Gegenseite der Hinterradnabe. Dieses Verfahren sollte aber einzig und allein bei ausgesprochen stabilen Naben angewendet werden, da das gesamte Antriebsmoment über das Nabenmittelteil läuft.

5. Erforderliche Speichenlängen: Die kann man sich beim Händler erfragen. Und man kann auch die Speichenlängen-Tabellen von Swiss Spokes oder den Speichenrechenschieber von Prym er-



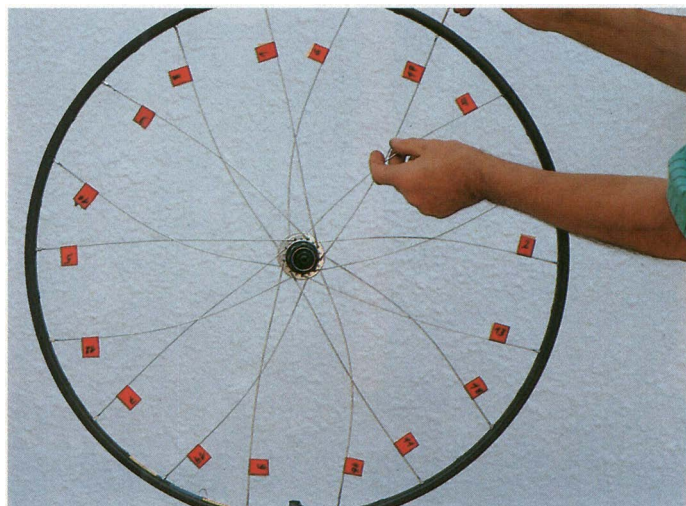
6. Abwechselnd eine Speiche mit dem Kopf nach innen und dann nach außen durch den Nabenflansch fädeln. Beim Hinterrad mit der Zahnkranzseite beginnen.

8. Das zweite Speichenpärchen wird von den Speichen Nr. 3 und Nr. 8 gebildet und wieder mit je einem Nippelloch Abstand in die Felge eingefädelt und vernippelt.



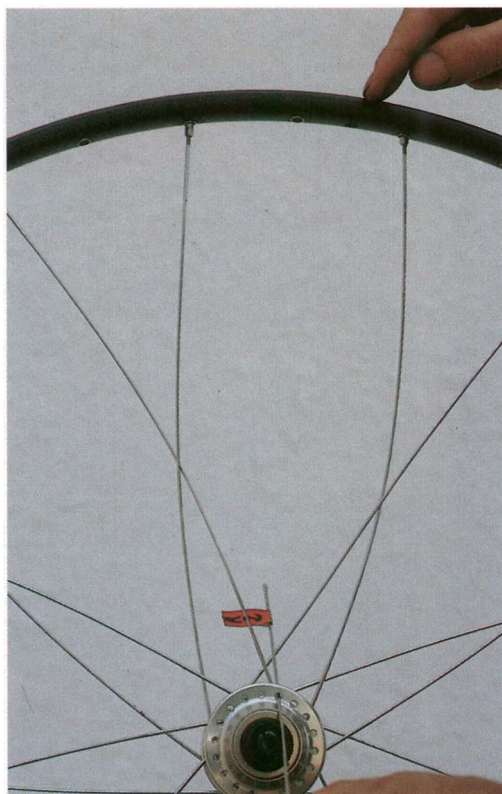
7. Speiche Nr. 1 nach links abwinkeln und mit Speiche Nr. 6 überkreuzen. Beide Speichen mit einem Abstand von einem Felgenloch links vom Ventil in die Felge einfädeln und vernippeln.

9. Die komplett eingefädelt Zahnkranzseite. Tip: Ab dem vierten Pärchen die Nippel mit einem kleinen Schraubenzieher aufdrehen.



Vernetzungsplan von Speichen und Felge:

Paar I:	Speiche Nr. 6 zum 1. Loch links des Ventils, Speiche Nr. 1 zum 3. Loch
Paar II:	Speiche Nr. 8 zum 5. Loch, Speiche Nr. 3 zum 7. Loch
Paar III:	Speiche Nr. 10 zum 9. Loch, Speiche Nr. 5 zum 11. Loch
Paar IV:	Speiche Nr. 12 zum 13. Loch, Speiche Nr. 7 zum 15. Loch
Paar V:	Speiche Nr. 14 zum 17. Loch, Speiche Nr. 9 zum 19. Loch
Paar VI:	Speiche Nr. 16 zum 21. Loch, Speiche Nr. 11 zum 23. Loch
Paar VII:	Speiche Nr. 18 zum 25. Loch, Speiche Nr. 13 zum 27. Loch
Paar VIII:	Speiche Nr. 2 zum 29. Loch, Speiche Nr. 15 zum 31. Loch
Paar IX:	Speiche Nr. 4 zum 33. Loch, Speiche Nr. 17 zum 35. Loch



10. Die Speiche R2 der anderen Seite wird zuerst in den Nabenflansch eingefädelt. Ihr Platz ist unter dem Ventilloch, leicht nach rechts versetzt. Von hier ausgehend restliche Speichen wechselweise einmal mit dem Kopf nach innen und einmal nach außen einfädeln.

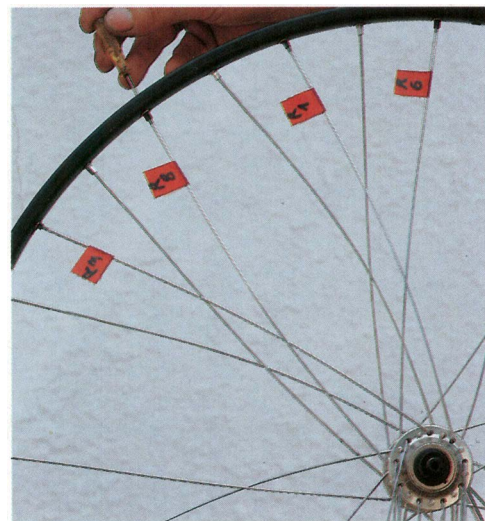
werben. Alternativ dazu können Sie sich an den Richtwerten orientieren, die nebenstehend abgebildet und mit Ausnahme von extremen Naben/Felgenabmessungen auf $\pm 0,5$ mm genau sind.

Jeder Speiche ihr Nippelchen

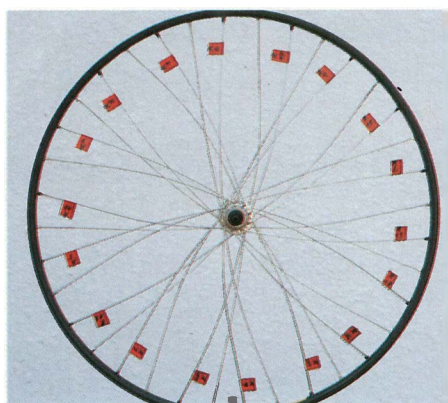
So, jetzt aber frisch ans Werk. Wir beschreiben in der Bildfolge die Einspeichung für 36-Loch-Naben und -Felgen und haben dazu die am häufigsten praktizierte Dreifachkreuzung ausgewählt. Heute fällt ja bei den serienmäßig angebotenen Sieben- und Achtfach-Ritzelpaketen die Seitenbelastung für die Laufräder bei weitem höher aus als die Antriebskraft, wobei die Dreifachkreuzung aber immerhin noch gut 90 Prozent der Vierfachkreuzung übertragen



11. Speiche G 1 liegt rechts neben der zuerst eingefädelten Speiche G 2 und wird wieder nach links abgewinkelt. Sie bildet zusammen mit G 6 das erste Pärchen.



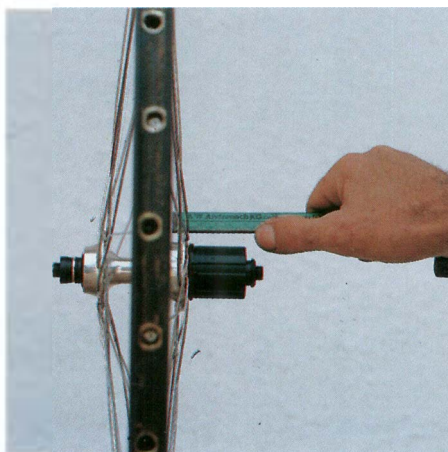
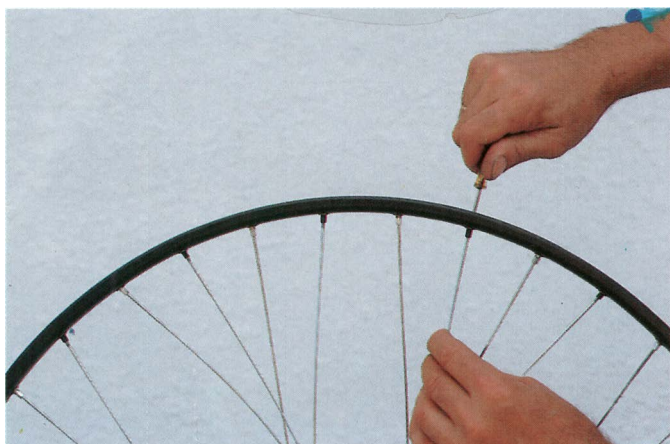
12. Es folgt wieder nach links zu das Pärchen aus G 3 und G 8.



13. Die fertige Rück- und Gegenseite des Laufrades.

14. Möglichst gleichmäßig vorzentrieren. Dazu: Alle Nippel soweit eindrehen, bis das Speichengewinde gerade unter dem Nippel verschwindet.

Wurden beim Hinterrad alle Speichen gleich lang gewählt, die Speichen auf der Zahnkranzseite zwei Nippelumdrehungen weiter anziehen, damit die Felge mittig zwischen den Anschlagmuttern der Nabe steht.



15. Überprüfen der Mittigkeit des Laufrades durch Peilen an der Felgenkante entlang - der Abstand muß auf beiden Seiten gleich sein.

16. Durch das Recken des Laufrades "setzen" sich Nippel und Ösen; ein Nachzentrieren wird so weitgehend überflüssig. Dazu Laufrad auf den Boden legen und ringsum gerade so fest Richtung Boden drücken, bis sich die unteren Speichen entlasten.



Richtwerte für Speichenlängen

1. Niederflanschnaben

(Teilkreisdurchmesser 44,5 mm), dreifach gekreuzt

36 Loch: $1/2$ Di minus 10

32 Loch: $1/2$ Di minus 7,5

28 Loch: $1/2$ Di minus 4

24 Loch: $1/2$ Di

mit: Di = Innendurchmesser Felge (Nippelsitz)

Für andere Kreuzungszahlen oder für eine Radialeinspeichung korrigieren Sie bitte die Werte anhand der Tabelle 2:

2. Korrekturwerte für Sonderkreuzungen

(Ausgangslänge: 3fache

Kreuzung)

36 Loch: - 5,6 (2fach),

+6,6 (4fach)

32 Loch: - 6,8 (2fach),

+7,6 (4fach)

28 Loch: - 8,5 (2fach)

24 Loch: -10,1 (2fach)

Weitere Berichtigungen für unterschiedliche Flanschdurchmesser entnehmen Sie bitte Tabelle 3:

3. Korrekturwerte für größeren oder kleineren Teilkreisdurchmesser der Nabe

Werte pro 10 mm Durchmes-

seränderung

36 Loch: 3,6 (2fach),

2,2 (3fach),

0,5 (4fach)

32 Loch: 3,3 (2fach),

1,6 (3fach),

0,4 (4fach)

28 Loch: 2,8 (2fach),

0,8 (3fach)

24 Loch: 2,1 (2fach), 0,4 (3fach)

Wert bei größerem Durchmesser abziehen, bei kleinerem hinzuaddieren.

4. Radial-Einspeichung

$1/2$ Di - $1/2$ Dt + 1

Mit Di = Innendurchmesser Felgen (Nippelsitz); Dt = Teilkreisdurchmesser Nabe

Anmerkungen:

1. Das Messen des Felgeninnendurchmessers Di sowie des Teilkreisdurchmessers der Nabe Dt zeigen die nebenstehenden Bilder.

2. Alle Werte gelten für die Speichen auf der Zahnkranzseite. Für Gegenseite und Vorderad müssen die Speichen 1,5 mm länger sein.

kann und daher bis auf Einzelfälle (Reiseradler) voll ausreichend ist.

Weiterhin fädeln wir die Speichen gleich pärchenweise in die Nabe ein und behalten auf diese Art die gerade für den Anfänger wichtige Übersicht im Drahtgeflecht.

Zum Schluß noch einige Tips:

1. Fetten Sie bei ungeösten Felgen (vor allem Tropfenfelgen) die Speichennippel leicht am Schaft und Kopf ein. So vermeiden Sie ein Klemmen oder "Fressen" der Nippel beim Eindrehen.

2. Verwenden Sie möglichst

(vor allem bei Alu-Nippel) einen Nippelschlüssel, der über drei Ecken faßt, um die Vierkantfläche der Nippel nicht vorzeitig zu überdrehen.

3. Wechseln Sie die Felge lediglich aus, stellen Sie die neue Felge neben das Laufrad und "holen"

Sie die Speichen nacheinander rüber. Oder fixieren Sie die Speichen mit Isolierband an den Kreuzungsstellen, siehe Fotos.

Text/Fotos:
Hans-Christian Smolik