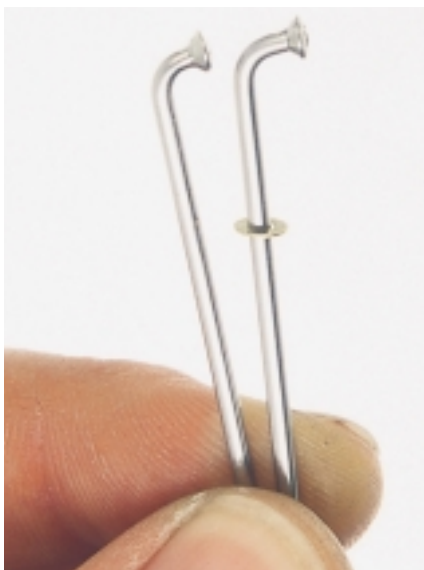


Laufrad bauen

Beim „Einspeichen“ sitzt man. Doch das ist kaum der Grund, warum es selbst altgedienten Profischraubern noch richtig Spaß macht. Probieren Sie es aus, und Sie wissen, warum.



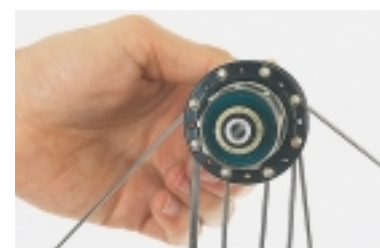
Checkliste: Sie brauchen Werkzeug, einen Stuhl und Ruhe. Dann kann's losgehen.		
Werkzeug	Zeit	Schwierigkeit
<ul style="list-style-type: none"> ● Nippelspanner, Zentrierständer, Zentrierlehre ● Splintentreiber (Dorn) mit 4-mm-Spitze, Hammer ● 2 Einwegspritzen, Öl, Schraubendreher ● Schraubenkleber, Drill-/Akkuschrauber (optional) ● Speichenspannungsmesser (optional) 	 90 min	 Anfänger Profi
		Übung macht den Meister – nirgendwo stimmt's mehr denn hier.

▶ **1** Nachdem Sie Speichen in der richtigen Länge gekauft haben – zur Speichenlängenberechnung siehe *MB 3/00* – ,checken Sie bitte zuerst, ob diese ohne weiteres auch zu Ihrer Nabe passen. **SPEICHEN** gibt es nämlich mit **UNTERSCHIEDLICHER BOGEN-LÄNGE**. Ist der Abstand vom angestauchten Kopf zum Bogen länger, als der Nabenflansch dick ist, liegt der Speichen-

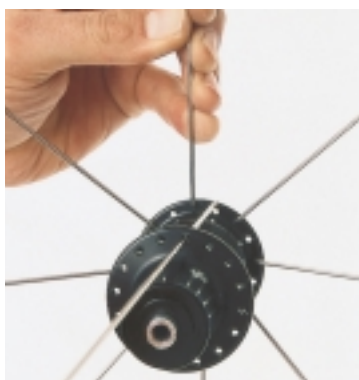
bogen nicht sauber am Flansch an. Das verkürzt entscheidend ihre Lebensdauer. So läuft der Test: Schieben Sie eine Speiche von außen durch den Nabenflansch. Verläuft diese, ohne dass Sie sie verbiegen, nahezu senkrecht zur Nabenachse, dann ist der Bogen zu lang. Eine oder zwei Unterlegscheiben aus Messing – gibt's z. B. von der Schweizer Speichenschmiede DT – vor dem Einspeichen auf den Draht aufgezogen und zwischen Kopf und Flansch platziert, sorgen für die nötige Anpassung. Verläuft die Speiche hingegen wie die obere im Bild, sollten Sie auf U-Scheiben verzichten. Apropos Lebensdauer: Verwenden Sie Speichen nicht mehrfach. Außer bei Vorderrädern für Felgenbremsen ist die Speichenlänge nicht auf beiden Seiten gleich. Zählen Sie also vor Beginn die benötigte Anzahl jeder Länge genau ab, und legen Sie die Speichen für die in Fahrtrichtung rechte Seite nach rechts und umgekehrt, auf jeden Fall weit genug auseinander, dass sich die Stapel nicht vermischen können.



▶ **3** Dies ist eine **ANLEITUNG** zum Bau eines **HINTERRADS FÜR FELGENBREMSEN** sowie von Vorderrädern (Laufräder für Scheibenbremsen Punkt 7 beachten). Beginnen Sie, indem Sie in jedes zweite Loch des rechten Nabenflansches (Freilaufseite) von außen eine Speiche einsetzen. Eine beliebige davon verschrauben Sie mit einem Nippel durch das Speichenloch direkt links neben der Ventilbohrung. Drehen Sie den Nippel nur zwei bis drei Umdrehungen auf. Markieren Sie diese Speiche mit Isolierband, auf das Sie „A“ schreiben. Außer bei manchen Modellen mit spitzem V-Profil sind die Bohrungen in der Felge abwechselnd nach links und rechts zum Nabenflansch hin ausgerichtet. Überprüfen Sie zur Sicherheit, dass diese erste Bohrung auch tatsächlich zu dem Nabenflansch hinzeigt, von dem die Speiche kommt. Zählen Sie an der Felge vier Löcher weiter und setzen Sie dort die Nachbarin der erstverschraubten Speiche ein. So fahren Sie fort, bis alle acht (sieben bei 28-Loch, neun bei 36-Loch-Rädern) Speichen mit der Felge verbunden sind.



▶ **2** Die meisten Zentrierständer stehen frei viel zu wackelig und sollten auf einer Basis angeschraubt oder festgeklemmt werden. Am besten richten Sie die Arbeitshöhe so ein, dass Sie **OHNE VERSPANNUNG IM SITZEN ARBEITEN** können. Denn gerade für Ihr erstes Laufrad werden Sie ein Weilchen brauchen. Fürs eigentliche Einspeichen stellen Sie die Sitzhöhe Ihres Stuhls so ein, dass Ihre Oberschenkel eine waagerechte Auflagefläche für die Felge bilden.



▶ **4** Wenden Sie das Laufrad, und verfolgen Sie mit den Fingern die Speiche A direkt neben der Ventilbohrung bis zum Nabenflansch. Peilen Sie von diesem Loch rüber auf den noch leeren Flansch, den Sie jetzt vor sich haben. In das Loch, welches gegenüber dem von Speiche A im anderen Flansch um ein halbes Loch im Uhrzeigersinn verdreht ist, setzen Sie Speiche B, mit dem Kopf nach außen. Von dort ausgehend, bestücken Sie wieder jedes zweite Loch mit einer Kopf-Außen-Speiche. Speiche B verbinden Sie mit dem Felgenloch direkt im Uhrzeigersinn neben Speiche A. Verfahren Sie ebenso mit den anderen Kopf-Außenspeichen.



*Eine Übersicht mit allen bisher behandelten Werkstattthemen finden Sie am Schluss der Bestenliste (siehe Inhaltsverzeichnis „Rubriken“). Dort lesen Sie auch, wie Sie Hefte nachbestellen können.



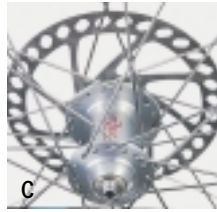
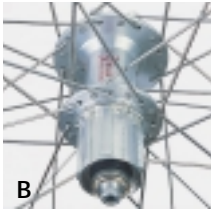
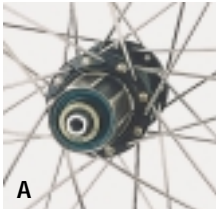
► **5** Bevor Sie weitere Speichen einziehen, müssen Sie die **NABE GEGENÜBER DER FELGE VERDREHEN**. Dazu greifen Sie diese auf beiden Seiten und drehen sie entgegen der späteren Abrollbewegung des fertigen Laufrades. Dabei halten Sie die Felge zwischen Ihren Knien fest. Setzen Sie nun die Kopf-Innen-Speichen des rechten Flansches ein und wenden das Laufrad anschließend, so dass diese Seite oben liegt. Verfolgen Sie wieder Speiche A bis zum Nabenflansch. Zählen Sie von deren Loch fünf Löcher im Uhrzeigersinn weiter. Das ist Speiche C, die Sie nun unter Speiche A hindurch zu dem Loch führen, welches im Gegenuhrzeigersinn zwei Löcher neben dem von Speiche A liegt. Richtig platziert kreuzt Speiche C auf ihrem Weg von der Nabe zur Felge drei andere Speichen. Parallel verfahren Sie nun mit den anderen Kopf-Innen-Speichen.



► **6** Ließen sich die Nippel bislang von Hand auf die Speichen schrauben, so geht's ab jetzt mit einer **SELBST GEBASTELTEN EINFÜHRHILFE** leichter. Dazu kneifen Sie eine Doppeldickendspeiche mit fest aufgeschraubtem Nippel etwa 8 mm unterhalb der Verjüngung ab. Den Übergang vom kleinen zum großen Drahtdurchmesser formen Sie durch zwei entgegengesetzte Hammerschläge zur Mini-Klinge aus, mit der Sie den Nippel drehen können. Auf den dünnen Teil der Speiche können Sie nun den Nippel zur Montage aufschieben.

► **7** Nun setzen Sie die verbliebenen Speichen der linken Seite mit dem Kopf nach innen in die letzten freien Bohrungen ein. Achten Sie auch hier auf die 3fach-Kreuzung, und Sie kommen automatisch zum richtigen Loch in der Felge. Vergessen Sie auch nicht, die Speiche an der letzten Kreuzung unter die zu kreuzende zu ziehen.

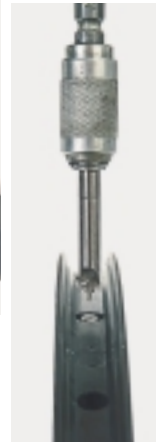
Bei einem Hinterrad für **DISC BRAKES** (Abb. B) tauschen auf der linken Flanschseite Kopf-Innen- und Kopf-Außen-Speichen die Richtungen gegenüber dieser Anleitung (Abb. A), bei einem Disc-VR (Abb. C) gar auf beiden Flanschen. Das trägt der umgekehrten Belastungsrichtung durch die Scheibenbremse Rechnung.



► **8** Sind alle Speichen korrekt verschraubt, stützen Sie die Nabe auf einer Unterlage ab, nehmen Dorn und Hammer zur Hand und versetzen jedem Speichenkopf einen **DEZENTEN SCHLAG AUF DEN KOPF**. Bitte bloß nicht zu kräftig draufhauen! Die Hämmerlei ist insbesondere dann wichtig, wenn Sie Unterlagsscheiben unter dem Speichenkopf verwenden mussten. Wann dies nötig ist, konnten Sie bereits unter Punkt 1 erfahren.



► **9** Vor dem Spannen sollten Sie die Speichen noch **AN DEN NABENFLANSCH ANPASSEN**. Das verhilft den Drahtlingen zu einem längeren Leben. Drücken Sie bei einer Kopf-Innen-Speiche mit dem Zeigefinger auf den Speichenkopf, während Sie außen, mit beiden Daumen möglichst nah am Bogen, starken Druck in Richtung Nabenflansch ausüben. Bei den Kopf-Außen-Speichen tauschen Zeigefinger/Ringfinger und Daumen die Rollen. Die Anpassung ist dann optimal, wenn die Speiche nach dem Bogen gerade, also ohne Krümmung, bis zum Kreuzungspunkt weiterverläuft.



► **10** Ab jetzt geht's leichter, wenn Sie das Rad in den Zentrierständer spannen. Alle Nippel sind zunächst **GLEICH WEIT AUFZUSCHRAUBEN**. Ein Drillschraubendreher mit der entsprechenden Spitze erledigt das automatisch. Ein Schraubendreher tut's zur Not auch. Drehen Sie die Nippel dann so weit auf, dass das Speichengewinde gerade nicht mehr sichtbar ist. Danach geben Sie in den Spalt zwischen Nippel und Felge einen Tropfen Öl, am einfachsten mit einer Einwegspritze und Kanüle. Das reduziert die Reibung, verhindert gerade bei Alu-Nippeln das Fressen und gestattet ein feinfühligeres Arbeiten.

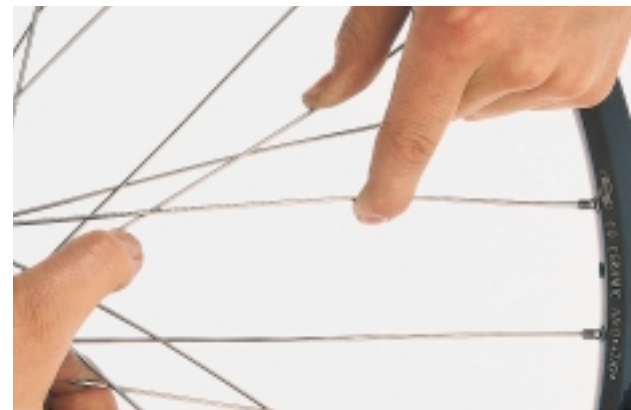
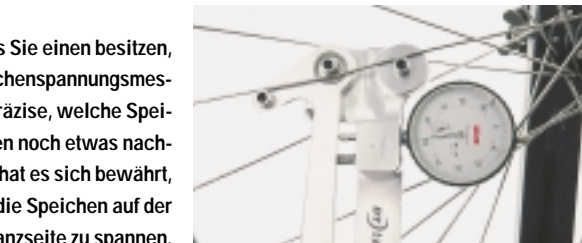
► **11** Greifen Sie zum Nippelspanner, und stellen Sie den Schlitz jedes Nippels senkrecht.

So fällt es beim Vorspannen leichter, die Umdrehungen mitzuzählen. Sind die Speichen noch sehr lose, drehen Sie jeden Nippel um zwei ganze Umdrehungen. Sobald nennenswerte Spannung auf die Speichen kommt, arbeiten Sie nur noch in Schritten von einer viertel Umdrehung. Legen Sie aber zuerst eine oder zwei Runden ein, in denen Sie die **SPEICHENSPANNUNG ANGLEICHEN**. In der ersten Runde gehen Sie dabei nach Gefühl vor und ziehen alle Nippel so an, dass sich das Anzugsmoment bei allen gleich anfühlt. Falls Sie einen besitzen, kommt für die Feinarbeit der Speichenspannungsmesser zum Einsatz. Er zeigt Ihnen präzise, welche Speichen Sie gegenüber den anderen noch etwas nachziehen müssen. Beim Hinterrad hat es sich bewährt, von da an zunächst nur die Speichen auf der Zahnkranzseite zu spannen.



► **12** Steigern Sie die Spannung (beim HR zunächst nur rechts) bis auf etwa 70 % des zulässigen Werts von 1100 N. Ohne Spannungsmesser behelfen Sie sich mit einer **FAUSTREGEL**. Greifen Sie zwei benachbarte, sich kreuzende Speichen der Antriebsseite auf der Hälfte der Strecke zwischen dem Kreuzungspunkt und der Felge. Markieren Sie den Kreuzungspunkt durch einen Strich mit dem Filzschreiber. Drücken Sie die Speichen dann mit Schmackes zusammen. Die Spannung ist o. k., wenn sich der Kreuzungspunkt auf der Speiche dabei um etwa 10 mm verschiebt.

bei allen gleich anfühlt. Falls Sie einen besitzen, kommt für die Feinarbeit der Speichenspannungsmesser zum Einsatz. Er zeigt Ihnen präzise, welche Speichen Sie gegenüber den anderen noch etwas nachziehen müssen. Beim Hinterrad hat es sich bewährt, von da an zunächst nur die Speichen auf der Zahnkranzseite zu spannen.



► **13** Wenn Sie alle Speichen ungefähr gleich stark gespannt haben und die Felge in sich rund ist, dann sollte das Rad jetzt schon ohne große Höhengschläge laufen. Beginnen Sie das eigentliche **ZENTRIEREN** mit den großen **SEITENSCHLÄGEN**. Überall dort, wo die Felge sich nach rechts wölbt, müssen Sie die Speichenspannung links erhöhen, rechts verringern oder beides tun und umgekehrt dort, wo die Felge nach links ausschlägt. Bei **HÖHENSCHLÄGEN** gilt: Wölbt sich die Felge nach außen, ist eine (oder sind mehrere) Speichen an dieser Stelle zu lose und umgekehrt dort, wo die Felge zur Nabe hin ausschlägt. Ganz gleich ob Höhen- oder Seitenschlag, wie viel Sie an welcher Speiche drehen müssen, lässt sich nicht verallgemeinern, aber es gibt ein paar Regeln, die Sie unbedingt beherzigen sollten.

► **14** Diese sind: 1. Arbeiten Sie stets nur in kleinen Schritten von 1/8 bis 1/4 Umdrehung. 2. Bei asymmetrischen Rädern, also allen HR (aber auch Disc-VR), bewirkt der gleiche Spannungsunterschied zwischen den flacher stehenden Speichen (beim HR links) eine größere seitliche Auslenkung als zwischen den steiler stehenden, stärker gespannten Kollegen von der (rechten) Antriebsseite. Diese wiederum haben einen stärkeren Einfluss auf den Rundlauf, also auf Höhengschläge. Seitenschläge ohne einen Höhengschlag an gleicher Stelle werden daher bevorzugt durch Spannungsveränderung der linken Speichen beim Hinterrad korrigiert, Höhengschläge dagegen eher mit den rechten. 3. In der Regel müssen Sie zur Korrektur eines Schlags die Spannung der Speichen in der Mitte der Beule am stärksten verändern.

4. Durch vorsichtiges Drehen aller Nippel, die im Bereich eines Schlags liegen, finden Sie heraus, welche Speiche gegenüber den anderen auf der gleichen Seite zu stark oder zu schwach angezogen ist. Manchmal ist nur eine einzige zu lose oder zu feste Speiche verantwortlich für einen Schlag, der sich über weit mehr Speichen erstreckt. Wenn Sie einen Spannungsprüfer haben, sind Sie fein raus, denn dann brauchen Sie sich nicht auf Ihr Gefühl zu verlassen. 5. Gleichmäßige Speichenspannung hat Vorrang vor dem allerletzten bisschen Rundlaufgenauigkeit. Gerade am Stoß haben viele Felgen in sich einen kleinen Höhengschlag. Wenn Sie den versuchen auszugleichen, müssen Sie die Speichen über Gebühr spannen und schaffen eine sichere Quelle für steten Ärger mit diesem Laufgrad.

► **15** Nach den groben Seitenschlägen sind die Höhenschläge dran. Lassen Sie dabei die seitlichen Taster des Zentrierständers in unveränderter Position. So merken Sie schnell, ob Sie beim Korrigieren der Höhenschläge unbeabsichtigt neue Seitenschläge erzeugen. Wenn Seiten- und Höhenschläge bei maximal 0,5 mm liegen, wird es Zeit, die **FELGE MITTIG** zwischen die Endanschläge der Nabenachse zu **POSITIONIEREN** und dabei die Speichenspannung auf ihren endgültigen Wert zu steigern. Nehmen Sie dazu Ihre Zentrierlehre, ziehen oder drehen den Taster zurück, und legen Sie die Lehre auf die linke Felgenseite. Dann stellen Sie den Taster auf die Nabenachse ein und setzen die Lehre auf die andere Seite des Laufrads. Liegt die Lehre mit beiden Enden auf der Felge auf, dann ist der Abstand vom Taster zur Auflagefläche des Achsendes doppelt so groß wie das Maß, um das die Felge aus der Mitte steht. Bei der beschriebenen Vorgehensweise für ein HR müssen Sie also durch Spannen der linken Speichen die Felge in die Mitte ziehen. Dabei erhöht sich die Spannung in den rechten Speichen automatisch mit und kommt im Idealfall ohne weiteres Anziehen auf etwa 1000 N.

► **16** Jetzt greifen Sie sich auf jeder Seite einander gegenüberliegende Paare parallel verlaufender Speichen und drücken sie gleichzeitig kräftig zusammen. Schreiten Sie Paar für Paar fort, einmal reihum. Mit dieser Technik nehmen Sie Anpassungsprozesse vorweg, die sich ohne diesen Arbeitsschritt erst allmählich im Fahrbetrieb vollziehen würden. Danach machen Sie sich an die **FEINZENTRIERUNG**. Für eine makellose Felge sollten Sie eine Toleranz für Seiten- und Höhenschläge von höchstens +/- 0,3 mm anpeilen. Aber auch +/- 0,1 mm sind mit etwas Geduld durchaus zu schaffen.

► **17** Leider lässt sich eine Verdrehung der Speichen beim Spannvorgang nicht vermeiden. Um diese wieder rückgängig zu machen, müssen Sie das Laufrad noch **ABDRÜCKEN**. Dazu legen Sie es auf den Boden, so dass es mit der Nabenachse und vor Ihnen mit der Felge den Boden berührt. Dann greifen Sie die Felge jeweils knapp unterhalb der Mitte, dort, wo eine der jetzt unten liegenden Speichen einmündet, und drücken gleichzeitig mit der linken und rechten Hand nach unten. In der Regel hören Sie ein deutliches Knacken. Drehen Sie das Rad zwei Speichenlöcher weiter und wiederholen Sie den Vorgang, bis Sie einmal rum sind. Dann wenden Sie das Rad auf die andere

Seite, die Sie genauso bearbeiten. Jetzt ist meist noch einmal **FEIN ZENTRIEREN** und **MITTIGKEIT CHECKEN** angesagt. Prüfen Sie abschließend noch mal die Spannung einiger Speichen. Sie können wieder die Daumen-Zeigfinger-Methode aus Punkt 13 anwenden. Am Vorderrad oder auf der Zahnkranzseite sollte sich das Speichenkreuz jetzt aber nur noch etwa 6 mm verschieben lassen, allerdings auch nicht weniger. Sonst ist zu viel „Saft“ drauf. Die flacher stehenden Speichen auf der linken Seite eines HRs sind naturgemäß deutlich schwächer gespannt als die rechten.

► **18** Sie haben sich durchgekämpft, Geduld bewiesen und Ihr Laufrad so weit, dass es auch nach dem Abdrücken noch 1a rund und plan läuft. Es ist mittig zentriert, und die Speichenspannung ist gleichmäßig hoch. Gut gemacht! Damit dies auch in hartem Einsatz so bleibt, empfiehlt sich der Einsatz von **SCHRAUBENSICHERUNGSMITTEL**.. Es gibt verschiedene Mittel, am einfachsten in der Handhabung ist jedoch zweifellos das Spoke Freeze von DT. Denn es ist so dünnflüssig, es kriecht förmlich in den Nippel, wenn Sie einen Tropfen von außen oder innen zwischen Nippel und Speiche geben. Mit einer Einwegspritze und Kanüle gelingt dieser letzte Akt am besten. Reinigen Sie an-

schließend das Laufrad mit Brennspritze vom Öl und sonstigem Schmutz, und vergessen Sie vor Montage von Reifen und Schlauch das Felgenband nicht.

