

# SCHIEF GEWICK



Es gibt sie in lang oder kurz, in verschiedenen Steigungen und Härtegraden, als Torx, Kreuz oder Sechskant, aus Edelstahl, Alu oder Titan – ein ganzer Industriezweig beschäftigt sich ausschließlich mit Schrauben. NEWS zeigt, wie genau sie unsere Motorräder zusammenhalten.

von Wulf Weis Fotos Till Ferges, pt

Alle da?  
Mit dieser  
Auswahl  
sollten sich  
die meisten  
Schraubenarten  
knacken lassen



Jeder hat schon Tausende Male daran gedreht. Aber wie funktioniert eigentlich so eine Schraube? Zunächst lässt sich eine Schraube von ihrer äußeren Form her beschreiben. Dazu gehören beispielsweise Länge, Durchmesser, Gewindesteigung, Form des Kopfes. Doch mindestens genauso wichtig sind die inneren Werte der Schraube.

Denn rein physikalisch betrachtet handelt es sich bei der Schraube um eine Art Zugfeder. Beim Anziehen



**Reißfestigkeit und Streckgrenzen: Die 4.6er Schraube reißt bereits bei der Hälfte der Belastung und ist nichts für sicherheitsrelevante Teile**

die Schrauben an die Gabel gepresst, die Bremskräfte werden dann aber durch die Reibungskräfte vom Bremsattel an den Gabelholm übertragen.

Wie bei einer Fahrwerksfeder werden die elastischen Eigenschaften einer Schraube sowohl von Form und Länge, als auch von den Werkstoffeigenschaften bestimmt. Eine gerne genannte Kenngröße fürs Material ist die Reißfestigkeit in N/mm<sup>2</sup>.

Zunächst klingt das plausibel, besagt es doch, bei welcher Längslast die Schraube abzureißen droht. Das ist aber noch nicht mal die halbe Miete. Eine Schraubverbindung kann nämlich nur als stabil gelten, solange die Schraube als Feder wirkt und die zusammengefügte Teile als elastisches Element mittels Federkraft aneinander drückt.

Doch die Schraube dehnt sich nur bis zu einem gewissen Punkt federnd-elastisch. Diesen Punkt nennt man „Streckgrenze“. Jenseits der Streckgrenze verformt sich die Schraube plastisch, will also nicht mehr in die ursprüngliche Form zurückkehren und kann auch keinen elastischen Druck auf die Verbindungsstelle mehr ausüben. Sie hätte also keine Vorspannung mehr.

Folglich gingen auch die Reibungskräfte flöten, die Schraube würde kaum noch auf auf Zug, wohl aber quer auf Scherung beansprucht. Dazu ist sie aber festigkeitsmäßig gar nicht in der Lage. Es droht der Bruch der Schraube und das Versagen der

Verbindung. Falls sich nicht vorher schon die Mutter mangels Spannkraft lockert und verabschiedet. Die Folgen kann man sich leicht ausmalen. Die Reißfestigkeit einer Schraube ist also weniger wichtig, weil die Schraubverbindung bereits viel früher, also jenseits der Streckgrenze, unzuverlässig wird!

Klar, dass bei so wichtigen Eigenschaften genaue Normen gelten. Auf einer europäischen Stahlschraube sollten die Festigkeitswerte aufgestanzt sein, in Form zweier Zahlen, die durch einen Punkt getrennt sind.

Die wohl schwächste Schraubenqualität ist mit „4,6“ gekennzeichnet. Die erste Zahl mal 100 ergibt die Reißfestigkeit in N/mm<sup>2</sup>, in diesem Falle also 400 N/mm<sup>2</sup>. Die viel wichtigere Streckgrenze, also die Belastung, bis zu der die Schraube sich elastisch verhält, ergibt sich aus dem Produkt beider Zahlenwerte multipliziert mit 10. Bei der 4.6er Schraube haben wir eine Streckgrenze von  $4 \times 6 \times 10 = 240 \text{ N/mm}^2$ .

Die im allgemeinen Maschinenbau – und auch bei Motorrädern – übliche Standardqualität ist 8.8, was also einer Reißfestigkeit von 800 N/mm<sup>2</sup> und einer Streckgrenze von 640 N/mm<sup>2</sup> entspricht. Für hochfeste Verbindungen werden dann die Qualitäten 10.9 und 12.9 eingesetzt. Dazu zählen etwa Pleuelverschraubungen oder Bremsenteile.



**Prost: Nach getaner Arbeit darf man sich schon mal was reinschrauben**

Wir sehen, Schrauben können bei gleicher Form und Aussehen erhebliche Unterschiede in Festigkeit und Verformungsverhalten aufweisen. Eine 12.9-Schraube hat die dreifache Reißfestigkeit – und sogar die vier-einhalbfache Streckgrenze einer 4.6-Schraube. Da muss klar sein, dass man beim Ersatz einer verrosteten oder rundgedrehten Schraube niemals auf eine niedrigere Festigkeitsklasse ausweichen darf – die Verbindung wäre nicht mehr sicher. Also Augen auf im Baumarkt, häufig werden hier Schrauben der untersten Festigkeitsklassen angeboten.

Auch Stahlmutter sind genormt, sie sind im Regelfall mit einer einzelnen Zahl gekennzeichnet, die der ersten Zahl der zugehörigen Schraube entsprechen sollte. So gehört zu einer 8.8er Schraube eine 8er Mutter.

Ein häufiges Problem besonders bei japanischen Motorrädern: Die Originalschrauben weisen keine Kennzeichnung auf. Dann handelt es sich um Schrauben, die der Fahrzeughersteller ganz konkret so in der Schraubenfabrik bestellt hat. Wobei die Festigkeitswerte natürlich schon im Lieferschein standen, der Endkunde – und manche Werkstatt – können aber nur raten.

Wer auf Nummer sicher gehen

der Schraube verlängert sie sich im Hundertstel- oder Zehntel-Millimeter-Bereich und hält anschließend die zusammengefügte Teile mittels Federkraft zusammen. Dabei soll die Reibungskraft zwischen den zusammengefügte Flächen so hoch sein, dass die Schraube ausschließlich in Längsrichtung auf Zug, aber keinesfalls in Querrichtung auf Scherung beansprucht wird.

Sehr gut kann man sich das an der Verschraubung einer Bremszange anschauen. Die Zange wird durch

**Preise im Internetauktionenhaus inkl. Versandkosten  
50 Inbus-Schrauben nach DIN 912 in Größe M6x20**

Stahl verzinkt - 8.8	ca. 5,80 Euro
Stahl Rostfrei VA - 70	ca. 7,50 Euro
Aluminium *	ca. 45 Euro
Titan *	ca. 155 Euro

\* ohne Angabe der Dehngrenze

# WAS ALLES SCHIEFGEHEN KANN

**Häufigste Murks-Ursache** ist die falsche Werkzeugwahl. Entweder, weil der Heimwerker den passenden Schraubendreher nicht zur Hand hat. Oder Unkenntnis der verschiedenen Bauformen.

Kreuzschlitzschrauben gibt es in zwei Grundbauformen: PH (Phillips) und PZ (Pozidriv). PH ist die ältere Bauform und im allgemeinen Maschinenbau immer noch vorherrschend. PZ wurde entwickelt, um Akku-Schrauben den Job einfacher zu machen, weshalb man diese Form vor allem beim Innenausbau findet.

Wer eine PH-Schraube mit einem PZ-Schraubendreher betätigen möchte, wird Murks produzieren. Umgekehrt funktioniert ein PH-Schraubendreher in einer PZ-Schraube noch halbwegs gut. Im Zweifelsfall also immer zum PH-Schraubendreher greifen. Auch auf die Größe kommt es an. Kreuzschlitzköpfe gibt es in den Größen 0 bis 4, an Motorrädern finden sich die Größen 1 – 3 häufiger. Wichtig ist, immer die passende Größe und natürlich die passende Kopfform (PH/PZ) zu wählen. Generell gilt, dass der Schraubendreher satt und mit minimalem Wackeln im Schraubenkopf sitzen muss. Ansonsten ist der Schraubendreher zu klein oder hat die falsche Kopfform.

Bei innenbetätigten Schrauben (Innensechskant, Torx und Innenvielzahn) droht ebenfalls Ungemach. Gerne setzt sich Schmutz im Schraubenkopf ab, der das Einführen des Werkzeugs behindert. Also immer kontrollieren und gegebenenfalls sauber machen. Bei Torx-



**Phillips gegen Pozi: Im Zweifel zum PH-Schraubendreher greifen**

Köpfen kann es sein, dass bereits ein zu kleiner Schlüssel Kraftschluss liefert. Das ist gefährlich, weil der zu kleine Kopf beim vollen Anziehen durchrutscht und die Schraube ruiniert. Deshalb im Zweifelsfall die Torx-Einsätze von oben nach unten durchprobieren und den größten wählen, der sich gerade noch formschlüssig in die Schraube einführen lässt.

Gerade bei kleinen, dunkel beschichteten Schraubenköpfen kann es vorkommen, dass sich mit bloßem Auge nicht erkennen lässt, ob es ein Innensechskant, Torx- oder Innenvielzahnkopf ist. Hier hilft eigentlich nur die Lupe. Bloßes Ausprobieren „mit zwei Fingern am Werkzeug“ scheitert häufig daran, das auch ein unpassendes Werkzeug erst mal Formschluss findet, beim vollen Anziehen dann aber die Schraube rund dreht.

Die klassischen Außensechskantschrauben bergen da weniger Geheimnisse. Allgemein gilt, dass Gabelschlüssel ihre Kraft nur an zwei Punkten übertragen, weshalb sie bei hohen Anzugsmomenten den Ringschlüsseln oder Steckschlüsseln (Nüssen) unterlegen sind, die ja an allen sechs Seiten der Schraube angreifen. Deshalb sollte man, wo immer das möglich ist, zum Ringschlüssel greifen. Vorteil der Gabelschlüssel ist aber, dass sie auch verdeckte oder schwer zugängliche Schrauben erreichen.

**WW**



**Nur nicht rund drehen: Der Schlüssel muss exakt zur Schraubengröße passen**

will, kann sich nur auf dem Original-Ersatzteilweg versorgen. Zweitbeste Lösung wäre es, ausschließlich 12.9er Schrauben zu verwenden, die aber teuer und schwierig zu bekommen sind. Die meisten Routiniers verwenden für wenig belastete Verbindungsstellen 8.8er Schrauben.

Dazu gehören etwa Gehäusedeckel, Halter für Seitendeckel oder Verkleidungsteile. Hochbeanspruchte und sicherheitsrelevante Schrauben, also an Bremsen, Gabelbrücken, Federbeinaufnahmen sollten dagegen im Zweifelsfall immer durch Originalschrauben ersetzt werden.

Großer Beliebtheit erfreuen sich sogenannte Edelstahlschrauben, die ewige Rostresistenz versprechen. Was leider auch der einzige Vorteil des volkstümlich als „VA“ bezeichneten Materials gegenüber einer konventionellen Stahlschraube ist. Das Verformungsverhalten ist schlechter und auch bei VA-Schrauben gibt es erhebliche Festigkeitsunterschiede.

Doch leider sind VA-Schrauben – falls überhaupt – anders gekennzeichnet als Stahlschrauben. Die unterste VA-Qualität ist mit einer 50 gestempelt, was noch unter der Streckgrenze einer 4.6er Stahlschraube liegt, also eher schwach ist. Die mittlere und am meisten verbreitete Qualität trägt einen 70er Stempel, ihr Dehnungsverhalten ist etwas besser als das einer 5.8er Stahlschraube.

Erst die seltene VA-80-Qualität nähert sich den mechanischen Werten einer Stahl-Standard-Schraube (8.8) an. Und auch bei Edelstahlschrauben gilt leider, dass viele Verkäufer die Festigkeitsklasse gar nicht erst angeben. Mit großer Wahr-



**Nicht verwechseln: Innensechskant, Innen-Vielzahn, Innen-Torx (v.l.)**



**Klebt wie Pattex: Passt der Dreher, hält die Schraube von alleine**



**Schau genau: PH (links) ist die ältere Bauform**



**Das richtige Werkzeug wählen: Gabelschlüssel übertragen ihre Kraft nur an zwei Punkten, erreichen dafür auch versteckte Schrauben; Ringschlüssel greifen an sechs Punkten**

**Eloxat schützt: Blanke Aluschrauben korrodieren schneller als beschichtete**





**So gehört das: Gutes Werkzeug trägt den Herstellernamen, so kann man bei Defekten nachbestellen**

scheinlichkeit handelt es sich dann um 70er Qualität.

Auf eine ähnliche Problematik stoßen wir bei den sehr populären Alu-Schrauben, die im Handel häufig unzureichend oder gar nicht gekennzeichnet sind. Ohne verbindliche Angabe der Dehngrenze (dieser Wert entspricht der Streckgrenze bei Stahlschrauben) sollte man die Finger davon lassen. Und freundliche Versicherungen, die Schrauben wären „Formel-Eins-erprobt“ oder „aus dem Flugzeugbau“ sind die Luft nicht wert, mit der sie ausgesprochen werden – ohne verbindliche Zahlenwerte!

Womit wir uns dem jüngsten Neuzugang im Club zuwenden, der Titanschraube. Hier findet die Stahlschraube endlich einen Herausforderer, der ihr in Sachen Festigkeit und Zuverlässigkeit den Rang ablaufen kann. Aber es sind ebenfalls grob unterschiedliche Qualitäten im Umlauf, mitunter aus zweifelhafter Produktion.

Die Schrauben selbst sind fast immer „ungestempelt“. Und wie bei den Aluschrauben können die Verkäufer zwar noch häufig die Reißfestigkeit angeben, die viel wichtigere Dehngrenze wird aber nur äußerst selten erwähnt. Durchaus Abschreckungspotenzial haben auch die Preise der edlen Titanschrauben, die je nach Ausführung schon mal das 25-fache einer Stahlschraube kosten können.

Die fehlende Kennzeichnung der Alu- oder Titanschrauben kann übrigens auch zu Problemen beim TÜV führen. Woher soll der Grau-

kittel wissen, ob die Schrauben ausreichend stabil zur Befestigung der Bremsscheibe sind? Und übersehen kann er die gerne bunt eloxierten Schrauben auch kaum.

Ein häufig unterschätztes Problem ist die Kontaktkorrosion. Wenn unterschiedliche Metalle sich blank berühren, dann kommt es zu elektrolytischen Vorgängen wie in einer Batterie. Das Ergebnis hat viel Ähnlichkeit mit Rost und kann zum irreparablen Festfressen des Gewindes führen. Deshalb sollten Schraube, Unterlegscheibe und Mutter immer aus dem gleichen Material bestehen.

### Im Zweifel Finger weg: Auch Aluschrauben sind ohne verbindliche Dehngrenzwerte richtig heikel

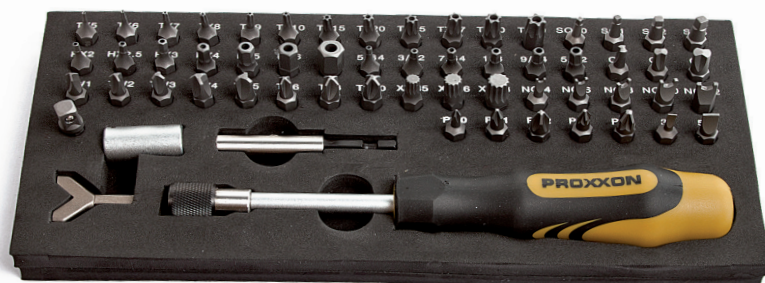
Was bei Gewinden in Motorgehäusen etwa nicht möglich ist. Als recht gut verträglich hat sich hier noch die Kombination von verzinkten Stahlschrauben und Alu-Gehäusen erwiesen. Extrem unglücklich können sich Edelstahl- und Titanschrauben in Aluminium verhalten, weshalb unbedingt eine spezielle Montagepaste zugegeben werden sollte.

Früher verwendete man dafür Kupferpaste, aktueller sind Mittel auf Keramikbasis. Zu beachten ist, dass die schmierende Wirkung der Pasten das Anzugsdrehmoment herabsetzt. Wer eine geschmierte Schraube genau so hart anzieht wie eine trockene, riskiert kapitale Schäden.

Allgemein macht der vorzeitige Wechsel neuwertiger Stahlschrauben gegen vermeintlich höherwertige Exemplare wenig Sinn. Die sogenannten Edelstahlschrauben werfen häufig stärkere Probleme im Bereich der Kontaktkorrosion



**Bunte Pracht in Alu: Innensechskantschrauben mit konischen Köpfen findet man beispielsweise im Sortiment von Jäger Motorsport**




**Für schwierige Fälle: Mit einer ordentlichen Bitsammlung kommt man weiter, gerade an neuen Maschinen findet sich oft ein bunter Schraubenmix**

auf, als sie im Bereich der Rostbildung verhindern.

Bunt eloxierte Aluschrauben sehen spektakulär aus, können von ihren technischen Eigenschaften her aber kaum Stahlschrauben der oberen Festigkeitsklassen ersetzen. Der gerne verwendete Querverweis auf Luftfahrt und Formel Eins hilft auch nicht weiter, weil hier die Konstrukteure von Anfang an auf Alu gesetzt haben und einen entsprechenden Gewindedurchmesser wählten.

Die zu erzielende Gewichtseinsparung mag manchen Leichtbau-enthusiasten noch heiß machen, aber der Griff zum Taschenrechner sorgt für Abkühlung. Aluschrauben sind ungefähr ein Drittel so schwer wie

Stahlschrauben. Wer viel Zeit und Geld investiert, mag vielleicht an seinem Motorrad insgesamt 1,5 Kilo Stahlschrauben finden, die sich risikolos gegen Alu-Exemplare austauschen lassen. Dann hätte er gerade mal das Gewicht von 1,3 Litern Benzin eingespart.

Titanschrauben wiederum bieten nur einen mäßigen Gewichtsvorteil von rund 40 Prozent zur Stahlschraube. Gemessen am hohen Preis macht da ein Carbonauspuff oder der Verzicht auf die Soziusrasten mehr Sinn. Erste Wahl beim Austausch beschädigter Stahlschrauben ist also immer noch eine verzinkte Stahlschraube gleicher oder höherer Festigkeit. 

### Maximale Anzugsmomente für Stahlschrauben in Stahlmuttern (ungeschmiert)\*

Festigkeitsklasse	4.6	5.6	8.8	10.9	12.9
Abmessung	Anziehmoment (Nm)				
M 4	1,02	1,37	3	4,4	5,1
M 5	2	2,7	5,9	8,7	10
M 6	3,5	4,6	10	15	18
M 8	8,4	11	25	36	43
M 10	17	22	49	72	84
M 12	29	39	85	125	145
M 14	46	62	135	200	235

\*Standardwerte – je nach Einbausituation sind Abweichungen möglich