

Wer könnte sich der Aura von Geschwindigkeit und Gefahr entziehen, die

kunstvoll geflochtene Drahtsicherungen an Schrauben eines Bugatti oder Flugzeug-Sternmotors verströmen? Dabei ging es den Konstrukteuren lediglich darum, die von rauen Vibrationen, Stößen und Verwindungen gebeutelten Verschraubungen sicher zu fixieren. Und weil das händische Verzwirbeln von Drahtschlingen trotz spezieller Zangen sehr zeitaufwendig war, entwickelten sie bald schon andere Sicherungsmaßnahmen, bis hin zu den heute weit verbreiteten chemischen Mitteln gegen unbeabsichtigtes Lösen.

Für das gibt es zwei Hauptursachen: das Setzen und das Losdrehen. Beim Setzen wird das verschraubte Material durch den Druck der Verschraubung verdichtet. Dadurch lässt die auf dem Gewinde lastende Spannung nach, die Verschraubung löst sich. Dass davon vor allem weiche Materialien wie Aluminium, Buntmetalle oder Kunststoffe betroffen sind, liegt auf der Hand.

Beim Losdrehen kommt es zu Bewegungen zwischen den verschraubten Bauteilen, die ausgelöst werden durch Verwindung, Vibrationen und Stöße. Die sich gegeneinander bewegenden Teile lösen dann die Schraubverbindung. Wir haben nach Ursache und Einsatzzweck aufgeschlüsselt, wie Sie die richtige Sicherung auswählen.

Generell gilt: Sofern von den Konstrukteuren nicht anders vorgegeben, gehört unter jede Verschraubung mindestens eine Unterlegscheibe, bei Blechen und Kunststoffteilen eine Karosseriescheibe. Oft helfen selbstsichernde Muttern, und wo die ästhetisch und historisch aus dem Bild fallen, wie am eingangs erwähnten Bugatti, bieten sich chemische Sicherungsmittel an. Sie sind optisch unauffällig und verhindern zudem wirkungsvoll eine ungewünschte Art der Schraubensicherung: Gewinde-Korrosion.

TEXT **Dirk Köster**

FOTOS **Dirk Köster/Stefan Bau/Archiv**
redaktion@oldtimer-markt.de

Nach los kommt ab

Schraubverbindungen am Oldie sind oft hoch belastet, Vibrationen, Schläge und Verwindungen zerran an der Verschraubung. Damit die Bauteile sicher halten, müssen Schraubverbindungen die richtige Festigkeit haben und fachmännisch gesichert sein. Folgen Sie uns in das weite Feld der Schraubensicherungen...



Finanzieller Aufwand: Tief dreistellig für eine solide Werkstatt-Grundausrüstung



Benötigte Ausrüstung: Meist vorhanden, Spezial-Zange für Drahtsicherungen nötig



Handwerklicher Anspruch: Vorstellungsvermögen für die gebotene Methode reicht

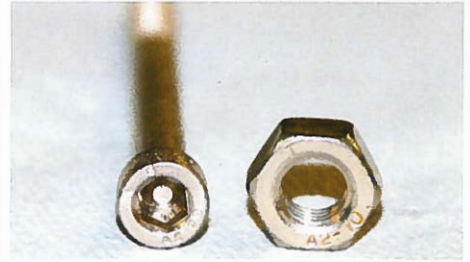
Zugfestigkeit – eine Frage der Qualität

Eine angemessene Festigkeit ist Basis jeder sinnvollen Verschraubung. Eine hochfeste Schraube sorgt allein durch ihre Fähigkeit, mehr Drehmoment zu verkräften, für eine zuverlässigere Verbindung. Die Güte von Schrauben ist heute auf dem Schraubenkopf angegeben. Minimum für eine vernünftige Befestigung ist bei Stahlschrauben die Güte 8.8. Achtung: In Baumarktregalen finden sich immer noch Schrauben der Güte 4.6, die allenfalls dazu taugen, eine Blumenvase am Armaturenbrett zu befestigen!

Die Zahlenkombination verrät Zugfestigkeit und Streckgrenze. Die Ziffer vor dem Punkt bezeichnet die Zugfestigkeit. Mit 100 multipliziert, ergibt sich daraus die Mindestzugfestigkeit pro Quadratmillimeter (mm²) in Newton, bei einer 8.8er Schraube also 800N. Werden die Ziffern vor und nach dem Punkt miteinander und mit 10 multipliziert, erhält man die Streckgrenze. Ein Beispiel anhand der gängigen 8.8er Schraube: $8 \times 8 \times 10 = 640 \text{ N/mm}^2$. Überschreitet man beim Anziehen die Streckgrenze, dehnt sich die Schraube dauerhaft und verliert deutlich



Eine 8.8er Güte ist im Kfz-Bereich üblich, an belasteten Verschraubungen (Bremsattel, Radaufhängungen) finden sich oft hochfeste Schrauben, die nicht gegen schwächere getauscht werden dürfen



an Festigkeit. Für stark belastete Verbindungen werden hochfeste Schrauben verwendet, gängig sind 10.9 und 12.9. Der Erfolg: Eine M6-Schraube der Güte 12.9 übertrifft in Sachen Festigkeit eine M8 in 8.8er Qualität. Die nötige Festigkeit besitzt eine Schraubverbindung nur mit der passenden Mutter. Sie sind nur mit der Festigkeitszahl gekennzeichnet, statt 8.8 steht hier beispielsweise nur eine 8.

Den beliebten Edelstahlschrauben steht die Güteklasse ebenfalls auf dem Kopf „ge-

schrieben“. Dabei wird ein Code wie „A2-70“ verwendet. Die Buchstaben-Zahlenkombination bezeichnet die Edelstahlsorte, die Zahl hinter dem Strich ergibt mit 10 multipliziert die Zugfestigkeit in Newton pro mm². Eine A2-80 Edelstahlschraube entspricht in ihrer Festigkeit in etwa einer 8.8er Stahlschraube.

Zugfestere Schrauben als A2-80 sind im Handel nicht verfügbar. Logische Konsequenz: Schrauben und Muttern mit 10.9er oder gar 12.9er Zugfestigkeit dürfen nicht durch VA-Pendants getauscht werden!

Niedrig verdichtet: die Setsicherung

Eine Möglichkeit, das Lösen durch Setzungen des Materials zu verhindern, ist die, den Spanndruck großflächig um die Schraube herum zu verteilen, etwa durch große, solide Unterlegscheiben, so genannte Karosseriescheiben. Durch deren breite Auflagefläche gibt das darunter liegende Material nicht nach. Um weiche Kunststoffteile oder lackierte Teile miteinander zu verbinden, gibt es solche Scheiben mit schonender PU-Schaumstoffauflage.

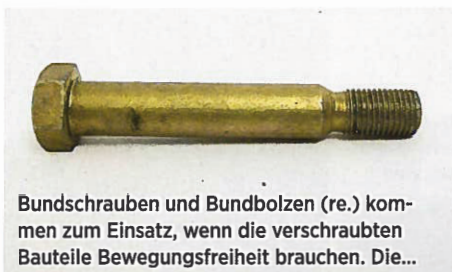
Ist ein Setzen nicht auszuschließen oder soll das Material sogar „arbeiten“ können, sind federnde Elemente

Mittel der Wahl. Dazu gehören Tellerfedern, Federscheiben und Spannscheiben, die zwischen Material und Mutter, in Sonderfällen zusätzlich am Schraubenkopf unterlegt werden. Ein anderes Mittel ist die Verwendung von Flanschschrauben, bei denen das Gewinde schlanker ist als der Schaft. So wird die Mutter gegen den Schraubenschaft und nicht gegen das Material selbst gespannt.

Auch eine relativ weiche Spiralfeder kann Bauteile in Position halten. Beispiele dafür finden sich an Batteriehalterungen und Seitendeckelverschraubungen von Motorrädern.



Um das Aluminium des Zylinderkopfs nicht zu verdichten, wird diese Kopfschraube mit einer äußerst massiven Unterlegscheibe montiert



Bundschrauben und Bundbolzen (re.) kommen zum Einsatz, wenn die verschraubten Bauteile Bewegungsfreiheit brauchen. Die...



...notwendige Vorspannkraft erreicht die Verschraubung, indem sich die Mutter gegen den Bund verspannt



An diesem Batteriehalter sorgt eine komprimierte Schraubenfeder für die nötige Spannkraft auf der Mutter



Karosseriescheiben gibt es in Sortimentkästen, bei Federscheiben (re.) reichen oft ein paar Stück in den gängigen Größen M5, M6 und M8



Statt Scheiben: Es gibt auch Muttern und Schrauben mit extrabreiten Auflageflächen



Zum Beispiel Ford T: Die Kronenmutter mit Splint ist eine typische Sicherungstechnik der Vor- und frühen Nachkriegszeit



Die Verstemm-Mutter mit dünn abgedrehtem Hals sichert durch Formschluss. Nach dem...



...Aufschrauben wird der Hals per Dorn oder Meißel in eine Nut auf der Welle eingestemmt

Hiergeblieben: die Verliersicherung

Verliersicherungen fixieren die Schraube in der gewünschten Position und halten sie unabhängig vom Anzugsmoment fest. Selbst wenn das verbundene Material unter der Verschraubung nachgibt, verbindet das Sicherungsmittel Schrauben und Muttern.

Sicherungsbleche, Splintlochschrauben mit Kronenmuttern und Klemmbundmuttern gehören in diese Kategorie. Sonderfälle sind Halsmutter mit Umschlagbund. Die meisten dieser Sicherungen lassen sich nur einmal verwenden, eine Ausnahme bilden Dauersplinte.

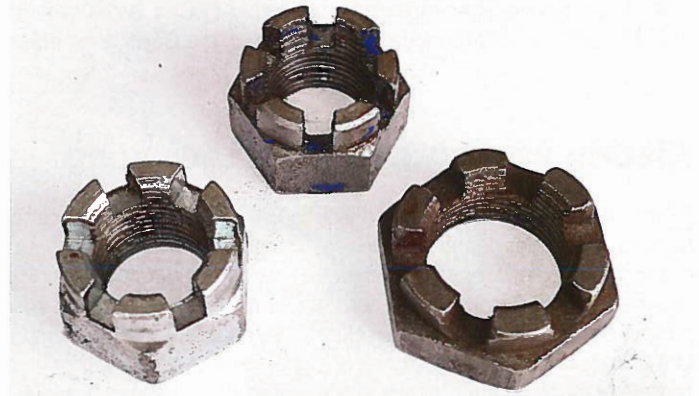
Kronenmuttern haben den Nachteil, dass man sie meist entweder zu fest oder zu lose montiert. Mit korrektem Drehmoment angezogen, stimmt die Splintbohrung nicht immer mit der Nut auf der Krone überein. Der Schlosser steht vor der Entscheidung: Lockern oder weiter festziehen? Ein Lied davon können jene MZ-Fahrer singen, bei deren Maschinen der Kupplungskorb mit einer Kronenmutter und einem sehr hohen, genau definierten Drehmoment auf einen Konus gepresst wird. Drehte der Schrauber die Kronenmutter zurück, mangelte es an Spannung, der Kupplungskorb rutschte auf dem Konus. Zog der Mechaniker nach, bis der Splint passte, drückte er den Korb so fest auf, dass er sich später kaum wieder abzie-

hen ließ. Kenner hatten deshalb gern mehrere Kronenmuttern parat und probierten so lange, bis eine passte.

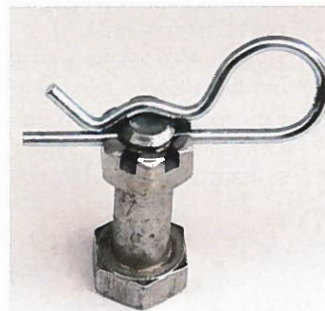
Anders funktioniert das Sicherungsblech: Es sichert durch Umschlagen entweder zwei nebeneinanderliegende Schrauben oder Muttern oder verbindet Verschraubungen mit der Gehäusestruktur. Sicherungsbleche schlägt man nach dem Festziehen der Verschraubung an die Flanke des Sechskants und/oder an die Gehäusestruktur. Und das nur einmal im selben Bereich. In der Regel erneuert man das Blech nach jedem Lösen, eine Ausnahme sind runde Bleche, die man an entfernten Stellen des bereits umgeschlagenen Bereichs erneut benutzen kann.

Sicherungsbleche lassen sich aus Abschnitten und Blechresten leicht selbst herstellen, schließlich stammt diese Technik aus einer Zeit, als oft noch Dorfschlosser Fahrzeugreparaturen übernahmen und konfektionierte Sicherungsmethoden die Ausnahme bildeten.

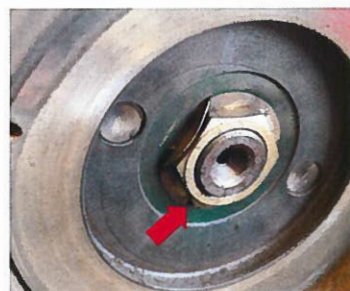
Ebenfalls häufig war früher die Verstemm-Mutter mit hülsenartigem Hals. Der wird nach dem Anziehen mit einem Durchschlag in eine Nut an der Schraube oder Welle eingestemmt. Der so erzielte Formschluss sorgt zuverlässig dafür, dass die Mutter in Position bleibt und sich nicht löst.



Kronenmuttern sind verbreitet. Bei vorgegebenem Drehmoment kann es schwierig sein, das Splintloch im Bolzen und Kerben in Deckung zu bringen



Nichts für beengte Verhältnisse: Dauersplinte lassen sich werkzeuglos lösen und beliebig oft verwenden



An einer Flanke wird das Sicherungsblech beigeschlagen, mit einem Zapfen greift es ins Schwungrad (Pfeil)



Simple Angelegenheit: Sicherungsbleche wie dieses lassen sich schnell selbst herstellen



Gefühl gefragt: Die 1,5 bis 3 mm kleinen Löcher werden radial gebohrt



Zum Schutz des 0,5 bis 1,5 mm dünnen VA-Drahts werden die Bohrlöcher sauber entgratet



Bei hochfesten Schrauben (12.9) sollte man die Löcher in einer Dreherei machen lassen



Nach dem Einfädeln bringt man beide Enden des Drahts auf eine Länge und verzwirbelt sie einmal von Hand. Um die benötigte Drahtlänge und dessen „Schrumpfung“ beim Verdrillen abschätzen zu können, sollte man zuvor ein wenig üben...



Eine Spindel lässt die arretierte Zange rotieren und verdrillt den Draht gleichmäßig



Wichtig: den Draht „auf Zug“ führen, also so, als würde er Schrauben oder Muttern festziehen!



Nach ein paar Schlingen wird der Draht abgeschnitten und das Ende sauber beigelegt

Schlingenware: die Drahtsicherung

Wer historischen Motorsport betreibt, kommt um Drahtsicherungen nicht herum. Meist verlangt das Reglement entsprechende Sicherungen an Ölablass- und Bremsschrauben. Um fachgerechte Drahtsicherungen anzufertigen, ist eine Drillzange fast unerlässlich. Die früher sündhaft teuren Zangen finden sich mittlerweile sogar im Versandhandel. Doch neben dem richtigen Draht und einer guten Zange kommt es auf die richtige Technik an. Am Ende soll der Draht die Schraube sicher gegen Losdrehen festhalten.

Der richtige Draht ist aus Edelstahl. Bis M6 wählt man 0,5mm, bis M12 einen und darüber 1,2 bis 1,5 mm starken Draht. Die notwendigen Löcher in Schraubenköpfen und Muttern sind vom Durchmesser her etwas größer als der Draht und werden radial gebohrt und entgratet. Es empfiehlt sich, die Verschraubung vorher vorschriftsmä-

Big anzuziehen und die zu bohrende Stelle anzuzeichnen, denn später soll der Draht die Verschraubung „auf Zug“ halten, also so, als solle er sie festziehen.

Nachdem man den Draht eingefädelt, beide Enden auf gleiche Länge gebracht und einmal verdrillt hat, packt man die Enden mit der Drillzange und arretiert sie. Zieht man nun an der eingebauten Spindel, beginnt die Zange zu rotieren und verzwirbelt den Draht. Dabei wird der Draht in der Länge so verdrillt, dass er sich mit der nächsten Schraube verspannen lässt. Dann auch diese verdrillen und so weiter. Hinter der letzten Schraube bleiben zwei kurze Drahtenden stehen, die wiederum miteinander ein paar Mal verdrillt werden. Überschüssigen Draht kneift man ab und biegt das verdrillte Stück um. So werden ein Aufdröseln und Verletzungen der Schraubefinger durch die Drahtenden verhindert...



Seit Jahren auf dem Vormarsch: die Chemie. Leichte Anwendbarkeit und guter Korrosionsschutz sprechen für Klebstoffe zur Schraubensicherung

Fest dank Chemie

Heute haben sich chemische Sicherungsmittel durchgesetzt, die Innen- und Außengewinde miteinander verkleben. Sie wirken anaerob, was bedeutet, das sie unter Luftabschluss abbinden.

Die Anwendung ist denkbar einfach: Ein wenig Sicherungsmittel wird vor dem Verschrauben auf das fettfreie Gewinde aufgetragen. Zieht man die Schraube an, wird die Luft zwischen den Gewindegängen verdrängt und der Kleber härtet aus.

Flüssige Schraubensicherungen gibt es in drei Klassen: Leicht, Mittel und Hochfest. Die leichte Qualität lässt sich problemlos lösen, mittelfeste Sicherungen verlangen beim Lösen nach kräftigerem Werkzeugeinsatz. Hochfeste oder endfeste Sicherungen sind oft erst lösbar, wenn die Bauteile erhitzt werden. Mittelfeste Sicherungen sind im Oldtimer-Bereich Mittel der Wahl und ermöglichen moderne Schraubensicherung ohne Beeinträchtigung der originalen Optik. Clevere Mischungen bieten zudem eine besonders gute Dichtwirkung, zur Abdichtung von Ölverschlüssen eignet sich die Kombination „Gut abdichtend und leicht fest“ ideal. Diese Verschraubung ist dicht, sicher, und man bekommt sie wieder auf.

Streng nach Lehrbuch gehören chemische Sicherungen in den Bereich der Losdrehsicherungen, die Gewindekleber mit hoher Festigkeit wirken aber genauso als Verliersicherung. Der früher häufige Sicherungslack war übrigens nur im Nebenjob Schraubensicherung. Hauptsächlich sollte der Farblecks gleich einer Plombe über ein Verdrehen der Verschraubung informieren.

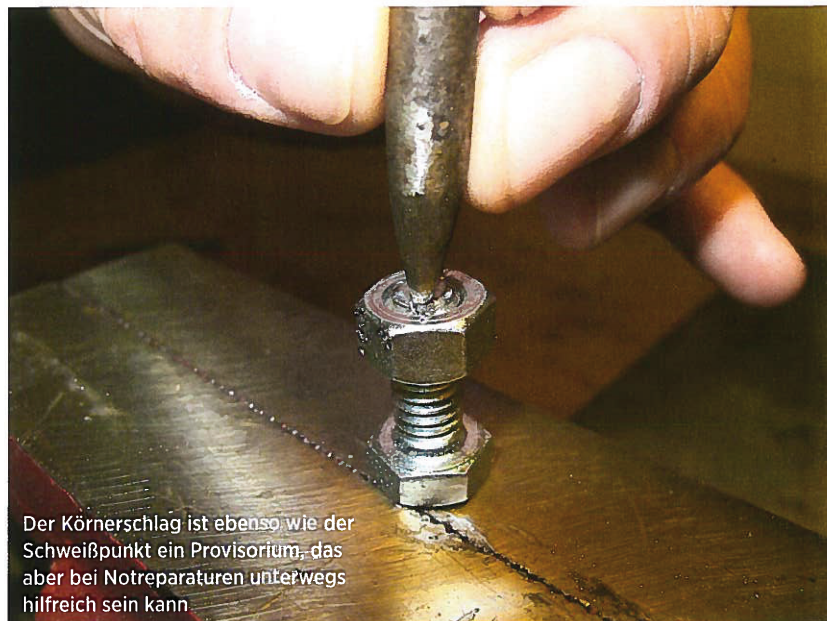
KONTAKT ADRESSEN

Örtliche Schraubenhandlungen verkaufen oft nur an Profis. Standardware finden Sie bei Motorradzubehör-Handelketten wie Louis (www.louis.de) oder Polo (www.polo-motorrad.de). Ausgefallene Wünsche erfüllen diese Händler:

Schrauben Wegertseder
Dorfbach 5,
94496 Ortenburg, Tel.
08542/417400,
www.wegertseder.com

Manfred Möser
Weißbachstr.
44-46, 36381 Schlüchtern,
Tel. 6664/
919566, www.moeserschrauben.de

Uwe Gräber
Postfach 1647,
24906 Flensburg, Tel.
0461/28480,
www.vaschrauben.de



Der Körnerschlag ist ebenso wie der Schweißpunkt ein Provisorium, das aber bei Notreparaturen unterwegs hilfreich sein kann

Ausgedreht: die Losdrehsicherung

Verzahnung, Federspannung oder erhöhte Reibung im Gewinde sind Methoden, Verschraubungen gegen Losdrehen zu sichern.

Sperrzahnschrauben und Zahnscheiben funktionieren nach demselben Prinzip: Eine Fläche an Schraube, Mutter oder Scheibe besitzt eine scharfe Verzahnung, die sich beim Anziehen leicht ins dar-

unter liegende Material „frisst“. Durch die Schrägstellung der Zähne ist das Anziehen leicht, das Lösen nur mit Kraft möglich. Ähnlich, aber weniger „gefährlich“ arbeiten Nord-Lock-Keilsicherungscheiben, die aus einem Paar miteinander und gegen beide Flächen verzahnten Scheiben bestehen. Sie „beißen“ sich weniger heftig ins Grundmaterial, eine Keilverzahnung zwischen den Scheiben verhindert selbstständiges Lösen. So wird die Oberflächenbeschädigung des Grundmaterials minimiert.

Einen ähnlichen Effekt bewirken Zahnscheiben, Fächerscheiben und Federringe. Deren Wirkung ist je nach Bauart jedoch so bescheiden, dass etliche dieser Elemente heute nicht mehr als Losdrehsicherung zugelassen sind, entsprechende DIN-Normen wurden gelöscht. Ein Beispiel ist der Federring: Er legt sich bereits bei fünf Prozent der Vorspannungskraft einer 8.8er Schraube „auf Block“ und sichert dann kaum mehr als eine normale Unterlegscheibe.

Auf erhöhte Reibung bauen selbstsichernde Muttern, bei denen eine absichtliche Deformation oder ein Metall- oder Kunststoffkragen für gewollte Schwergängigkeit sorgen. Wichtig ist, dass die Schraube im angezogenen Zustand mindestens einen vollen Gewindegang aus der Mutter hervorsticht, um die Sicherungswirkung zu erzeugen. Die ist übrigens nur beim ersten Einsatz garantiert, eine mehrmalige Verwendung von Stoppmuttern daher an sicherheitsrelevanten Bauteilen verboten.

Eine frühe Ausführung der selbstsichernden Mutter sind Ganzmetall-Sicherungsmuttern. Sie haben einen Bund, der an einer oder mehreren

Sperrzahnschrauben fressen sich mit ihrer Verzahnung an der Unterseite des Kopfes in das Material – ein nicht immer gewünschter Effekt...



Geringere Steigung, mehr Gänge im Eingriff: Feingewindeschrauben haben deutlich weniger Neigung, sich zu lösen



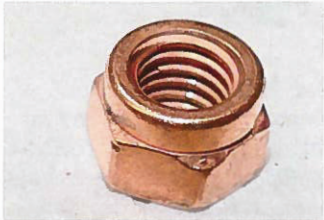
Auch als Setzsicherung top: Beim Kontern verhindern gegeneinander verspannte Muttern wirkungsvoll das Lösen der Verschraubung



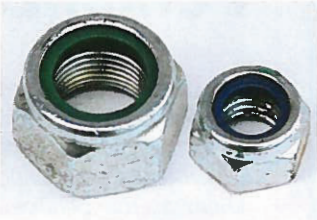
Bewusst leicht deformierte Muttern sind heute ebenso wenig mehr üblich wie die einst...



...populären Fehlgewindemuttern mit leicht abweichender Steigung auf den letzten Gewindegängen



Ein in den Gewindebereich ragender Bund sorgt bei dieser Auspuffmutter für die gewünschte...



...Schwergängigkeit, bei den handelsüblichen Stoppmuttern ist es ein Kunststoffring

Stellen in den Gewindebereich gedrückt ist. Beim Anziehen klemmen diese „Fehler“ das Schraubengewinde und halten so die Mutter fest. Sie sind bis heute an Stellen üblich, wo der Plastikeinsatz einer Stopfmutter glatt verbrennen würde.

Nicht mehr üblich sind die einst verbreiteten „Fehlgewinde“. Bei denen weicht das Gewinde der Mutter auf den letzten Gängen leicht von dem der Schraube ab; was die gewollte Schwergängigkeit erzeugt.

Neben diesen Normteilen wurde früher viel gekontert. Beim Kontern wird erst eine Mutter festgezogen, dann eine zweite aufgeschraubt und beide werden gegeneinander (unbedingt dabei die erste Mutter festhalten) angezogen.

Pleuellager, hoch belastete Flansche und andere hochfeste Verbindungen werden häufig von Dehnschrauben zusammengehalten. Diese Schrauben dehnen sich, nach vorgeschriebener Prozedur angezogen, im elastischen Bereich und sichern durch ständigen Zug die Verschraubung.

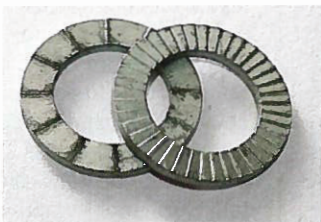
Meistens weisen Dehnschrauben Feingewinde auf, denn auch Gewinde selbst können sichernd wirken: Je geringer die Steigung ist und je mehr Gewindegänge im Eingriff sind, desto höher die Spannkraft und desto geringer die Gefahr des Lösens. Für hoch belastete Verschraubungen, etwa von Schwungrädern, werden daher häufig Feingewindeschrauben verwendet.



Früher üblich, inzwischen eher überholt: Wegen ihrer geringen Federkraft bieten Federringe keinen besonders guten Schutz gegen unbeabsichtigtes Losdrehen von Verschraubungen



Auch Fächer- (li.) und Zahnscheiben sind auf dem Rückzug. Verdrängt werden sie zunehmend...



...von Systemen wie dem von Nord-Lock mit zwei beidseitig gezahnten Scheiben