Schraubensicherungen gibt es viele. Nicht alle halten, was sie versprechen.

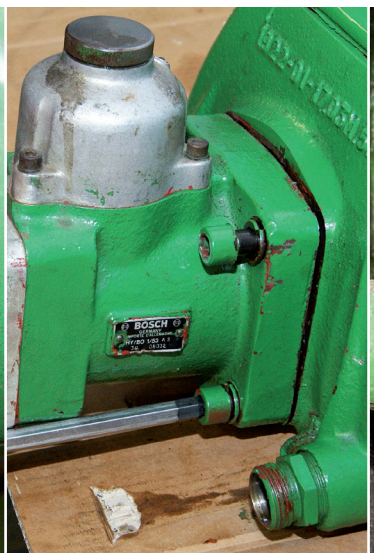
Bilder: Schoch

Schraubensicherung

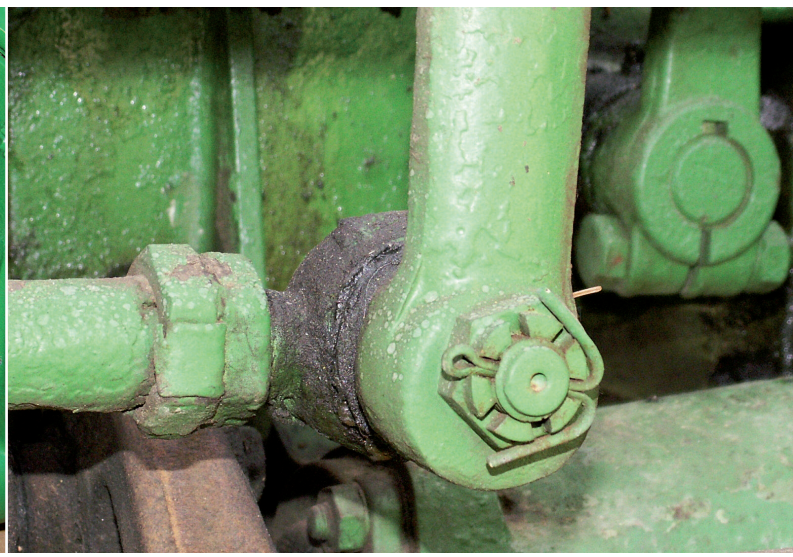
Nach fest kommt lose

Das Thema Schraubensicherung ist ein weites (und weit unterschätztes) Feld. Wie lässt sich das Lösen von Schraubverbindungen zugleich sicher und historisch korrekt verhindern? Tipps und Kniffe für Oldtimer-Profis.

Schraubverbindungen sind äußeren Einflüssen ausgesetzt, die ein ungewolltes Lösen verursachen können. Vor allem Schwingungen, Korrosion oder das Setzen der Bauteile können zur Reduzierung der Vorspannkraft und damit zum Lösen der Schraubverbindung führen. Speziell bei frisch restaurierten Fahrzeugen muss besonders häufig mit dem Phänomen gerechnet werden, insbesondere wenn originale Befestigungselemente wiederverwendet werden. Die Ursache liegt in der Konstruktion alter Schraubverbindungen. „Besonders bei Fahrzeugen der frühen 1950er Jahre und älter waren die nötigen Mindestklemmlängen in Abhängigkeit vom Material bei der Konstruktion nicht ausreichend bekannt“, sagt Peter Götzinger, Werkstoffprüfer für Turbinen und Kraftmaschinen bei der Werner Hofmann GmbH in Allershausen nördlich von München. „Werden alte Befestigungselemente aus Originalitätsgründen wiederverwendet, ist das



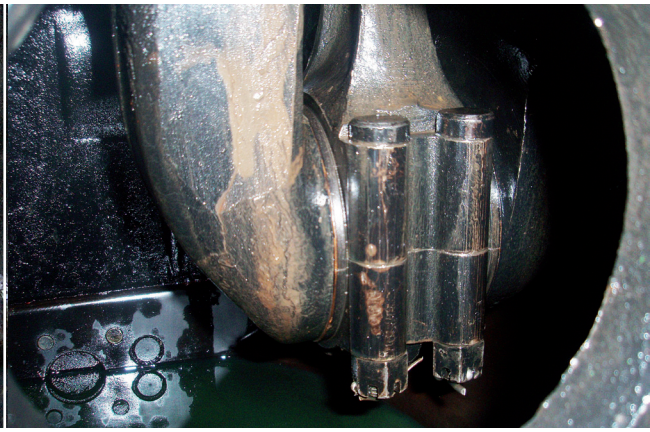
Schrauben mit Umschlagblechen (links), überforderte Federringe einer Pumpe (Mitte)



Im Lenkungsbereich haben sich Kronmuttern mit Splintsicherung bewährt

Peter Götzinger ist Spezialist für Werkstoffprüfung bei Metallen

Bei Getriebeausgangswellen kommen oft Bundmuttern zum Einsatz. Wurden sie korrekt (formschlüssig) montiert, wirken sie auch als Losdrehsicherung



Bei besonders harten Bauteilen wie diesen Pleuelfüßen werden Dehnschrauben verwendet – allerdings jeweils nur einmal

meist überdehnte oder verpresste Material nicht mehr in der Lage, die Schraubverbindung zu sichern." Hinzu kommt, dass damals häufig die Umgebungsbedingungen unterschätzt wurden, die auf die Verbindungen einwirken. Zudem wurden Dimensionen und Material von Schraubverbindungen meist rein empirisch ermittelt, was zuweilen zu Über- oder Unterdimensionierung führte. Ein typisches Beispiel sind Alukotflügel, die an Stahlaufhängungen montiert wurden. Durch elektrochemische Korrosion wird die Klemmkraft der Schraube über die Jahre allmählich aufgehoben. Ist die Schraube gelockert, führt stetige Vibration dazu, dass die Bohrung immer weiter ausschlägt, bis der Kotflügel abfällt.

Auch bei Youngtimern sind lockere Schraubverbindungen keine Seltenheit. Vor allem bei Großserien-Fahrzeugen galten bereits damals Schraubensicherungen als zusätzlicher Aufwand an Material und Logistik und somit als vermeintlich vermeidbarer Kostenpunkt. Oft wurde auf Schraubensicherungen verzichtet. Nur sicherheitsrelevante Verbindungen wurden unter Berücksichtigung der Umgebungsbedingungen so ausgelegt, dass sie sich unter allen Bedingungen nicht öffnen können.

Um eine Schraubverbindung gegen ungewolltes Öffnen zu sichern, muss man zunächst die Belastungen kennen, denen sie ausgesetzt ist. „Dynamische Belastungen, wie am Fahrwerk oder im Motor, wirken meist senkrecht zur Schraubenachse", erklärt Peter Götzinger. Im Klartext heißt das, dass die zu verbindenden Bauteile nicht nachgeben dürfen. Erreicht wird das durch große Querschnitte und Material, das weder fließt noch elastisch ist. Für die Schraubverbindung bedeutet das, möglichst nachgiebig zu sein (Beispiel: Dehnschrauben am Pleuelfuß). Werden hochfeste Schrauben und Muttern verwendet, muss sichergestellt sein, dass sie gemäß ihrer Festigkeitsgrenze angezogen werden können, ohne dass es zur Bauteilverformung kommt (Grenzflächenpressung). Wo all das nicht möglich ist oder niedrigfeste Schraubverbindungen nötig sind, müssen verschiedene Sicherungsmaßnahmen ergriffen werden. Der Fachmann unterscheidet drei Arten von Schraubensicherungen:

- ✔ formschlüssig (u. a. Rippscheiben oder Sicherungsbleche mit Umschlag-Blechstreifen)
- ✔ kraftschlüssig (u. a. Federscheiben und -ringe, selbstsichernde Muttern mit Klemmteil)
- ✔ stoffschlüssig (Schraubenlack, Gewindeklebstoff)

„Primär sollen Schraubensicherungen die Vorspannkraft der Verbindung aufrecht erhalten", so Peter Götzinger. „Hierzu werden gern Schnorr-, Wellen- und Zahnscheiben, aber auch Tellerfedern und spezielle Klebstoffe verwendet." Da jedoch nicht alle Schraubensicherungen diese Aufgabe erfüllen, unterscheiden Profis sie nochmals in Losdrehsicherungen und Verliersicherungen. Im Gegensatz zur Losdrehsicherungen können Verliersicherungen die Vorspannkraft der Schraubverbindung auf Dauer nicht halten. Sie verhindern aber beim Lösen, dass die Bauteile auseinanderfallen. Die bekanntesten Verliersicherungen sind Sicherungsringe, Splinte, selbstsichernde und selbsthemmende Muttern, zum Beispiel Kronenmuttern mit Splint, Draht oder Kunststoff-Sperrringeinsatz. Sie kommen bei hoch- und niedrigfesten Schraubverbindungen zum Einsatz.

Anbieter von Schraubensicherungen*

Anbieter	Kontakt	Produkte
3M Deutschland GmbH	http://solutions.3mdeutschland.de	flüssige Schraubensicherung
Albert Berner Deutschland GmbH	http://shop.berner.eu/berner/de/start	form- und kraftschlüssige Schraubensicherungen
EDE Einkaufsbüro Deutscher Eisenhändler GmbH	www.e-coll.de	flüssige Schraubensicherung
Theo Förch GmbH & Co. KG	www.foerch.de	form- und kraftschlüssige Schraubensicherungen
Henkel AG & Co. KGaA (Loctite)	www.loctite.de	flüssige Schraubensicherung
Liqui Moly GmbH	www.liqui-moly.de	flüssige Schraubensicherung
Milles + Hofmann Verbindungselemente GbR	www.milles-hofmann.de	form- und kraftschlüssige Schraubensicherungen
Adolf Würth GmbH & Co. KG	www.wuerth.de	form- und kraftschlüssige Schraubensicherungen

* kein Anspruch auf Vollständigkeit

Noch vor wenigen Jahren galten Fächerscheiben (DIN 6798), Federringe (DIN 127, 128 und 6905), Federscheiben (DIN 137 und 6904), Kronenmuttern (DIN 937) mit Splint, Sicherungsbleche (DIN 93, 432 und 463), -muttern (DIN 7967), -näpfe (DIN 526) und Zahnscheiben (DIN 6797) als Losdrehsicherungen. Es hat sich aber herausgestellt, dass sie die Vorspannung nicht dauerhaft aufrecht erhalten, weil sie aufgrund ihrer zu geringen Klemm- oder Federkraft schon bei einem Bruchteil der Nennvorspannkraft der Schraubverbindung auf Block gehen und dann wie eine Unterlegscheibe wirken. „Aus diesem Grund wurden sämtliche DIN-Normen dieser Schraubensicherungsart zurückgezogen“, sagt Peter Götzinger. „Gegen ihre Verwendung als Verliersicherung spricht jedoch nichts.“

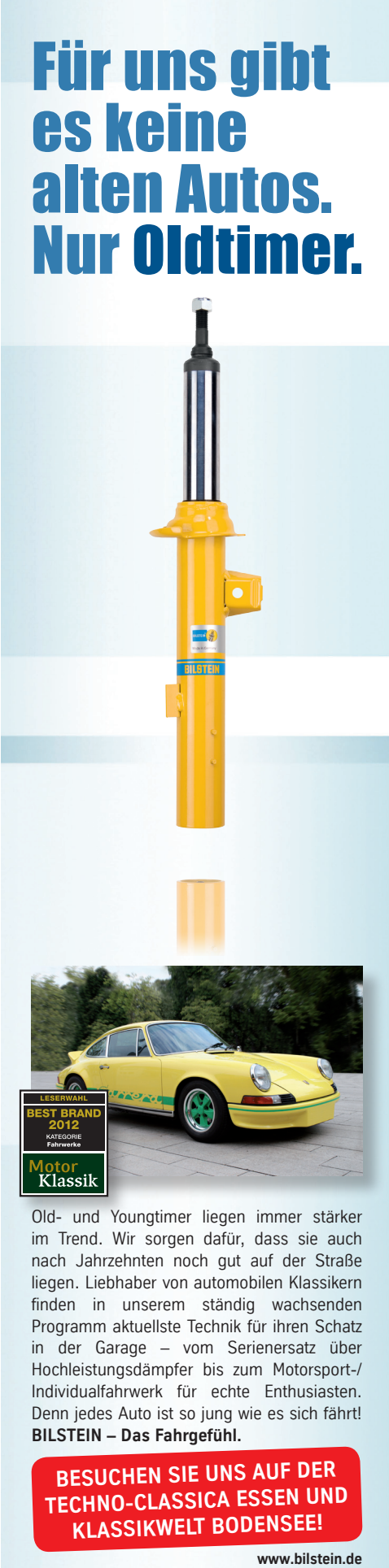
Ausweg: Werte selbst ermitteln

Wenn man, wie oft bei Oldtimern, keine Kenntnisse über die Beschaffenheit der Schraubverbindung und deren Sicherung hat, „bleibt einem nichts anderes übrig, wenn man fachgerecht und sicher vorgehen will, als alle Werte selbst zu ermitteln“, weiß Peter Götzinger aus eigener Erfahrung. Hierzu muss zuerst die maximale und minimale axiale Betriebslast, die auf die Verbindung wirkt, bekannt sein. Dann müssen die so genannte Teil- oder Trennfugenbeschaffenheit und deren Werkstoffkennwerte anhand der konstruktiv vorgegebenen Einbausituation ermittelt werden. Ferner werden die Reibwerte der geschmierten Schraubverbindung vor dem Anziehen für die Festsetzung des Anzugsdrehmoments benötigt. Wichtig ist auch zu wissen, mit welchem Werkzeug und wie die Schraubverbindung angezogen wird. „Bei alldem müssen auch noch die Werkstoffeigenschaften der Verbindung in Abhängigkeit von den zu erwartenden Temperaturen – Stichwort Wärmedehnung – bekannt sein, um die Dauerfestigkeit bei dynamischen oder wechselnden Kräften und das Setz- oder Kriechverhalten abschätzen oder berechnen zu können“, ergänzt Peter Götzinger. Vor allem das Setzen der verwendeten Materialien führt häufig dazu, dass die vorhandene (Micro-)Rauhigkeit der Kontaktoberflächen verloren geht und sich die Schraubverbindung mit der Zeit lockert. Als Beispiel führt Peter Götzinger Kupfer- oder Aludichtungen von Ölablassschrauben oder Bremsleitungsanschlüssen an, die sich bereits nach kurzer Betriebsdauer lockern können. Ein Nachziehen nach den ersten Betriebsstunden ist daher unerlässlich.

Bei sicherheitsrelevanten Teilen, wie zum Beispiel der Lenkung, müssen Sachverständige wie Peter Götzinger schließlich noch den Nachweis der Dauerfestigkeit der Verbindung einschließlich der zu befestigenden Bauelemente führen. Das geschieht entweder in Testreihen oder, wie in einigen Branchen zulässig, mit Hilfe einer Berechnung nach der so genannten Finite-Elemente-Methode.

Da hierfür hochgradige Spezialisten notwendig sind und sich meist der hohe Aufwand für Reparatur, Restaurierung oder Neuaufbau von Oldtimern nicht rechnet, empfiehlt Peter Götzinger bei hoch belasteten Schraubverbindungen, alle Schrauben und Sicherungselemente durch baugleiche und vom Material her identische Teile zu ersetzen. Die Montage selbst darf nur mit geeigneten Werkzeugen erfolgen, da allein diese das vorgeschriebene Anzugsmoment sicherstellen. Drehmomentschlüssel müssen kalibriert sein. Niemals sollte eine bewusste Überschreitung des festgelegten Anzugsmoments bei der Montage erfolgen, weil das zu einer Schwächung (Überdehnung) der Schraubverbindung führt.

Bei hochfesten Schraubenverbindungen gibt es nur beschränkte Möglichkeiten einer zusätzlichen Sicherung. Meist sind das Kronenmuttern mit Splinten oder Steckbolzen. Auch spezielle hochfeste Gewindekleber haben sich bewährt. Bei Stahlschrauben in Alubauteilen kann mit selbstsichernden Gewindeeinsätzen oder speziellen Gewinden gearbeitet werden. Jedoch sollte man dann auf die Verwendung von Edelstahlschrauben verzichten, da sie fressen können. Auch der Einsatz leichter und mittelfester Gewindekleber in diesem Bereich hat sich als zuverlässig herausgestellt.

Zum Schluss gibt Peter Götzinger noch einen eigentlich selbstverständlichen Rat: „Bei jeder Schraubenmontage und -sicherung ist auf penible Sauberkeit zu achten. Staub oder Metallspäne auf dem Gewinde können das Anzugsmoment stark verfälschen. Wer verschmutzte Schrauben und Muttern verbaut, handelt fahrlässig; ein Lösen der Verbindung ist hier nur eine Frage der Zeit.“

Marcel Schoch