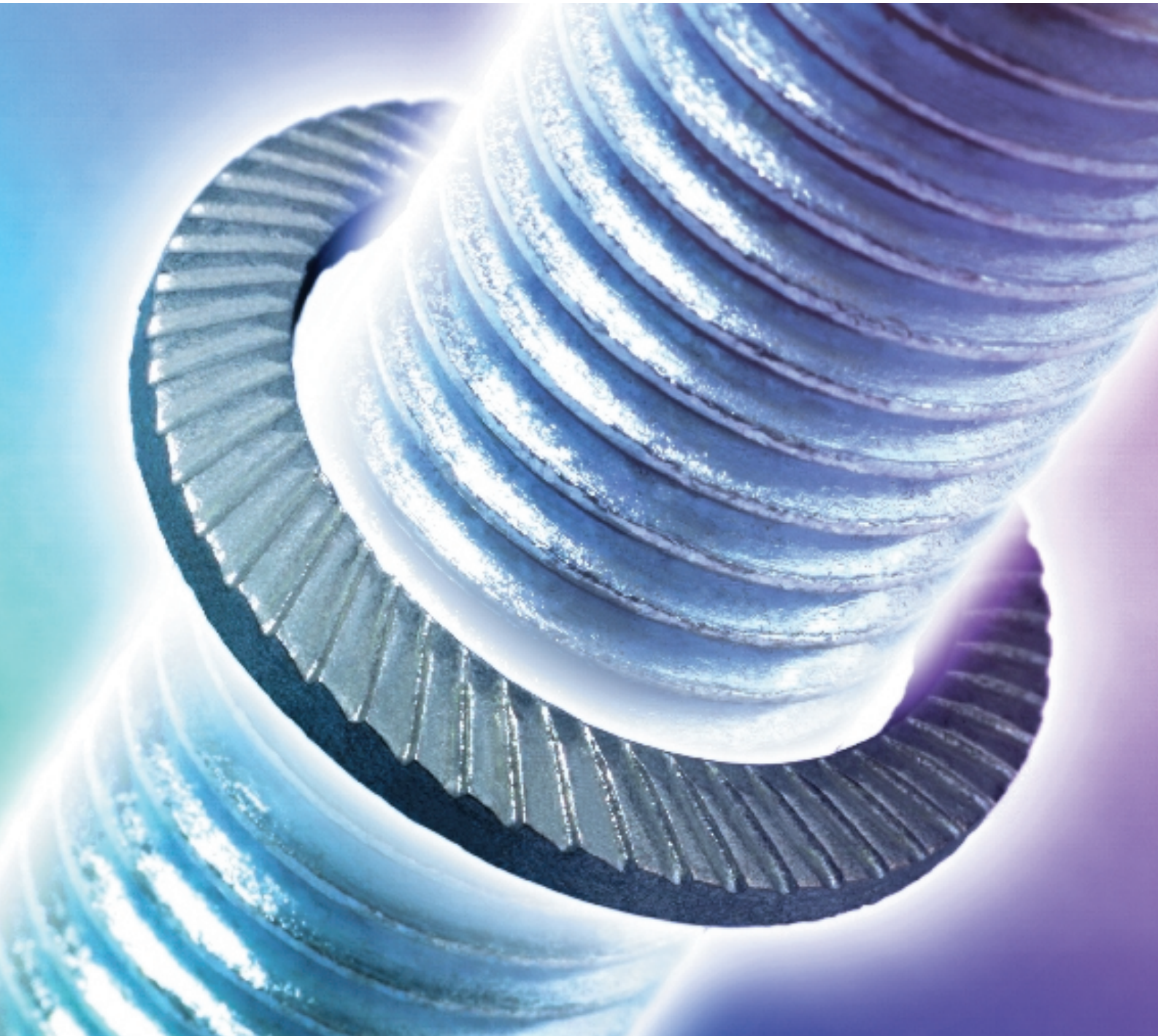


**Sicherer Halt für Schrauben.
Solange Sie wollen.**
**Firm grip for bolts
as long as you want.**



In früheren Jahren waren Schraubensicherungen eine Selbstverständlichkeit und durften praktisch bei keiner Schraube fehlen. Heute werden sie dagegen eher skeptisch beurteilt und nach Möglichkeit vermieden.

Dieser Wandel der Anschauungen wurde durch neue Erkenntnisse auf dem Gebiet der Schraubenverbindungen hervorgerufen, die in den letzten Jahrzehnten gewonnen wurden und die die Vorgänge, die zum Versagen einer Schraubenverbindung führen, weitgehend aufklären konnten. Man zog daraus die Folgerung, daß eine konstruktiv richtig ausgelegte und korrekt montierte Schraubenverbindung ohne eine zusätzliche Sicherung auskommen müsse.

Ein weiterer Grund für die Ablehnung von Sicherungselementen ist die häufige Verwendung von hochfesten Schrauben der Festigkeitsklassen 8.8 und höher. Nach der heute vorherrschenden Ansicht kann ein mitverspanntes federndes Sicherungselement nur wirksam sein, wenn es den durch Setzvorgänge entstehenden Klemmkraftverlust weitgehend ausgleichen kann. Bei hochfesten Schrauben sind dazu aber alle genormten federnden Sicherungselemente mit Ausnahme der Spanscheiben DIN 6796 nicht in der Lage. Aus diesem Grund wurden in letzter Zeit einige Normen solcher Elemente zurückgezogen bzw. ihr Anwendungsbereich auf Schrauben niedriger Festigkeitsklassen begrenzt.

Der Einsatz von Sicherungselementen

The Use of Securing Devices

It has been common practice for generations to use the traditional lock washer in any and all bolting applications. The term "lock washer" however is a misnomer. The SAE J489 states that "it should be noted that the word 'lock' appearing in the names of the products in this standard is a generic term historically associated with their identification and is not intended to imply an indefinite permanency of fixity in attachments where they are used."

In recent years the rationality of any additional device in a bolted connection is questionable. This has been a result by new insights in the field of fastener connections. These insights help explain the actual reasons for the many failures of fastener connections. Therefore, some have concluded that a well designed and assembled connection does not need any securing device.

Another reason for avoiding securing devices is the frequent use of high duty fastener materials of DIN 8.8 (SAE Grade 5) or higher. The reason is that a securing device is only effective if it is able to maintain most of the

required fastener tension despite the setting effects of the fastener.

With the exception of HDS safety washers according to DIN 6796, none of the standardized securing devices are able to maintain the required tension of high duty fasteners. In recent years several standards of securing devices have been withdrawn or their application field reduced to low duty fasteners.



Aktueller Stand der Normung

DIN 127	Federringe, aufgebogen oder glatt mit rechteckigem Querschnitt ☞ <i>zurückgezogen!</i>
DIN 128 DIN 6905	Federringe, gewölbt oder gewellt Federringe für Kombi-Schrauben ☞ <i>Anwendungsbereich eingeschränkt auf Festigkeitsklasse < 8.8!</i>
DIN 137 DIN 6904	Federscheiben, gewölbt oder gewellt Federscheiben für Kombi-Schrauben ☞ <i>Anwendungsbereich eingeschränkt auf Festigkeitsklasse < 5.8!</i>
DIN 6913	Federringe mit Schutzmantel ☞ <i>zurückgezogen!</i>
DIN 7980	Federringe für Zylinderschrauben ☞ <i>zurückgezogen!</i>

Angesichts dieser Situation stellen sich dem Konstrukteur folgende Fragen:

- Ist bei Schrauben der Festigkeitsklasse 8.8 die Verwendung eines mitverspannten federnden Sicherungselementes überhaupt notwendig und sinnvoll?
- Gibt es eine Sicherung, die ohne Einschränkung auch bei Schrauben der Festigkeitsklasse 8.8 eingesetzt werden kann?
- Durch welches Sicherungselement können die oben genannten Federringe und Federscheiben ersetzt werden?

Present Standards

Spring lock washers, with square ends or tang ends ☞ <i>withdrawn!</i>
Curved or wave spring lock washers Spring lock washers for screw and washer assemblies ☞ <i>limited to screws below class 8.8!</i>
Curved and wave spring washers Curved spring washers for screw and washer assemblies ☞ <i>limited to screws below class 5.8!</i>
Spring lock washers with safety ring ☞ <i>withdrawn!</i>
Spring lock washers with square ends for cheese head screws ☞ <i>withdrawn!</i>

Several questions arise during design of bolted connection:

- Is it necessary or reasonable to use a spring like securing device?
- Are there any securing devices useful in Grade 8.8 (SAE 5)-fasteners without limitations?
- Which securing devices are substitutable for the items in the withdrawn standards?



Abb. 1: Bisher genormte und häufig verwendete Schraubensicherungen
Fig. 1: So far standardized and common used securing devices



Abb. 2: Schnitt durch eine Verschraubung mit SCHNORR-Sicherungsscheibe
 Fig. 2: Transverse section of a bolted connection with SCHNORR Safety Washer

Vibrationsversuche auf dem Rüttelprüfstand Vibrational tests

Um auf diese Fragen eine Antwort zu finden, hat SCHNORR an der Staatlichen Materialprüfungsanstalt Darmstadt eine umfangreiche Versuchsreihe durchführen lassen.

Getestet wurde eine Vielzahl von Verschraubungen mit den verschiedensten Sicherungselementen im vergleichenden Vibrationsversuch nach DIN 65 151. Dieser Versuch ermöglicht einen Vergleich der Sicherungswirkung unterschiedlicher Schraubensicherungen unter genau definierten Bedingungen. Im Gegensatz zu den in der Praxis vorliegenden Verhältnissen ist dabei der Reibschluß in der Trennfuge zwischen den verschraubten Teilen aufgehoben und die Belastung erfolgt senkrecht zur Schraubenachse. Die Bedingungen sind also viel schärfer als sie in der Praxis je vorgekommen können.

Die Versuche machen deutlich, daß sich auch eine vorschriftsmäßig montierte und angezogene Schraube durch Aufhebung der Selbsthemmung lösen kann, wenn ungünstige Betriebsverhältnisse vorliegen. Sie zeigen aber auch, daß geeignete Sicherungselemente in der Lage sind, dies zu verhindern.

To answer these questions a series of tests was done at the Staatliche Materialprüfungsanstalt Darmstadt, Germany.

A large number of bolted connections with a great variation of securing devices was tested in comparison in a vibration test according DIN 65 151. This test allows to compare the locking effect of different securing devices under the same conditions. In difference to real conditions the joint friction between the assembled surfaces is eliminated in these tests and load is applied vertical to the bolt axis.

The tests show, that a bolted connection even when correctly assembled and pulled tight can come loose by counteraction to its self-locking effect under unfavourable surrounding conditions. The tests also show, that suitable securing devices are able to prevent this.

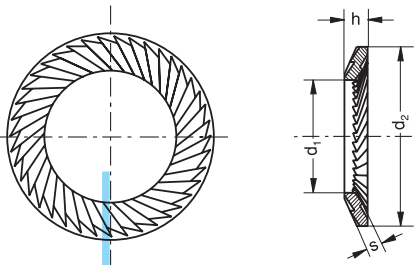


Abb. 3: Original SCHNORR-Sicherungsscheibe
 Fig. 3: Original SCHNORR Safety Washer

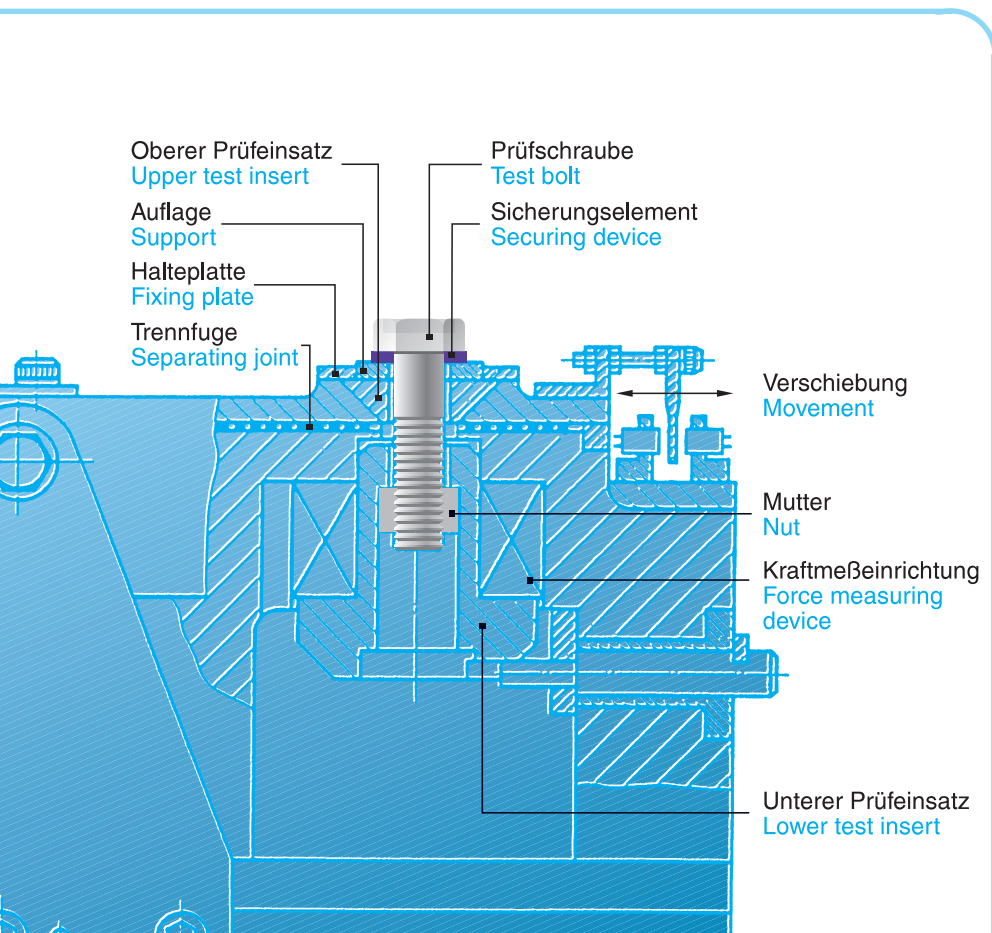
Versuchsaufbau

Verwendet wurden Sechskantschrauben DIN 931–M 10 x 45–8.8 und Muttern DIN 934–M 10–8. Die Kopfaufgabe und das Sicherungselement waren ungeschmiert, dagegen wurde das Schraubengewinde leicht geölt. SCHNORR-Sicherungsscheiben wurden mit der konvexen Seite nach oben eingebaut, d.h. der Innendurchmesser lag am Schraubenkopf an. Die Prüffrequenz betrug 12,5 Hz, die Leerlaufamplitude 0,8 mm. Die Verbindungen wurden auf eine definierte Anfangsvorspannkraft von 100% der Kraft an der Mindestdehngrenze nach DIN ISO 898 Teil 1 angezogen, dies sind im vorliegenden Fall 37000 N. Das hierzu erforderliche Anziehdreh-

moment wurde kontinuierlich in Abhängigkeit von der Vorspannkraft aufgetragen. Beim Versuch stellt sich durch die zwangsweise aufgebrachtene Querverschiebung eine Verringerung der Vorspannkraft ein. Die Restvorspannkraft wird in Prozent der gewählten Anfangsvorspannkraft über der Zahl der Lastwechsel aufgezeichnet. Ist nach 1500 Lastwechseln kein vollständiges Lösen eingetreten, wird die Verbindung gelöst und das Lösemoment analog zum Anziehdrehmoment aufgetragen.

Test Situation

In use were hexagon bolts DIN 931–M 10 x 45–8.8 and nuts DIN 934–M 10–8. The joint surfaces had not been lubricated with exception of the thread of the bolt, which had been oiled slightly. SCHNORR Safety Washers had been implied with their convex side up, i.e. the inner diameter was in touch with the bolt head. The testing frequency was 12.5 Hz, the neutral amplitude 0.8 mm. The joints had been fastened to a defined initial force of 100% of the force corresponding to the minimum required bolt tension according DIN ISO 898 part1, which is in this case 37 000 N. The necessary fastening torque had been applied continuously depending on the initial force. By introducing transverse movement into the test set the initial force is decreasing during an experiment. The remaining force were measured and the ratio of remaining force by initial force was recorded over the number of cycles. If the joint was not totally loose after 1500 cycles, the remaining force during loosening torque in comparison to the initial torque.



Rüttelprüfstand

Die Versuche wurden auf einem Prüfstand der Bauart „Unbrako“ durchgeführt. Abb. 4 zeigt eine schematische Darstellung der Versuchsanordnung.

Vibration test apparatus

The vibration tests were carried out on an „Unbrako“-type device. Figure 4 shows a basic illustration of the apparatus.

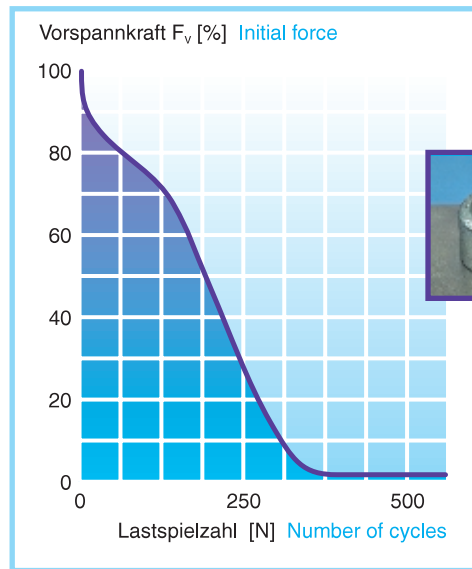


Abb. 5: Losdrehverhalten einer ungesicherten Schraube
Fig. 5: Loosening behaviour of a bolt without securing device

Bei einer ungesicherten Schraube fällt die Vorspannkraft sofort steil ab und ist bereits nach wenigen hundert Lastwechseln bei Null angelangt, d.h. die Schraube hat sich vollständig gelöst.

The initial force of a joint without securing device is giving in very fast and reaches zero already after several hundred cycles, i.e. the joint is totally loose.

Einige charakteristische Losdrehkurven Typical Loosening Diagrams

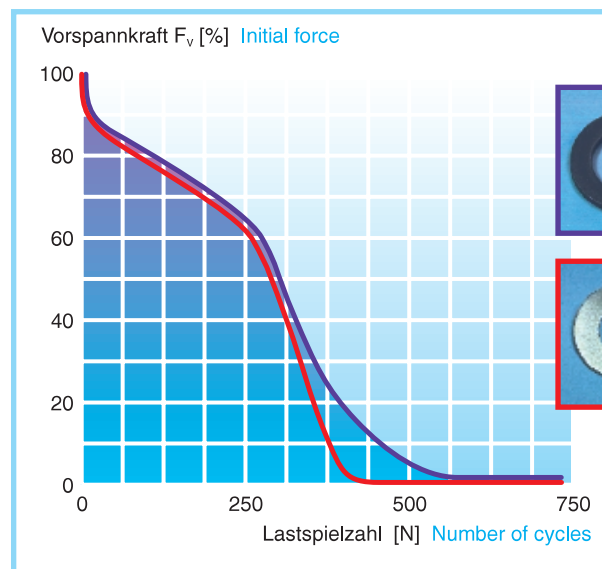


Abb. 6: Losdrehverhalten einer Schraube mit Federring DIN 128 und mit Federscheibe DIN 137
Fig. 6: Loosening behaviour of a bolt with a curved spring lock washer acc. DIN 128 and a wave spring washer acc. DIN 137

Diese beiden Sicherungselemente sind nicht in der Lage, einen raschen Abfall der Schraubenvorspannkraft zu verhindern. Im Vergleich mit der ungesicherten Schraube wird der vollkommene Vorspannungsverlust lediglich 100 bis 200 Lastwechsel später erreicht. Beide Elemente müssen deshalb als „unwirksame Sicherung“ bezeichnet werden.

These two kind of washers are not able to prevent a fast loss of initial force. Compared to the unsecured joint it keeps the joint locked only 100 to 200 cycles longer. Thus both elements have to be considered as “not effective securing devices”.

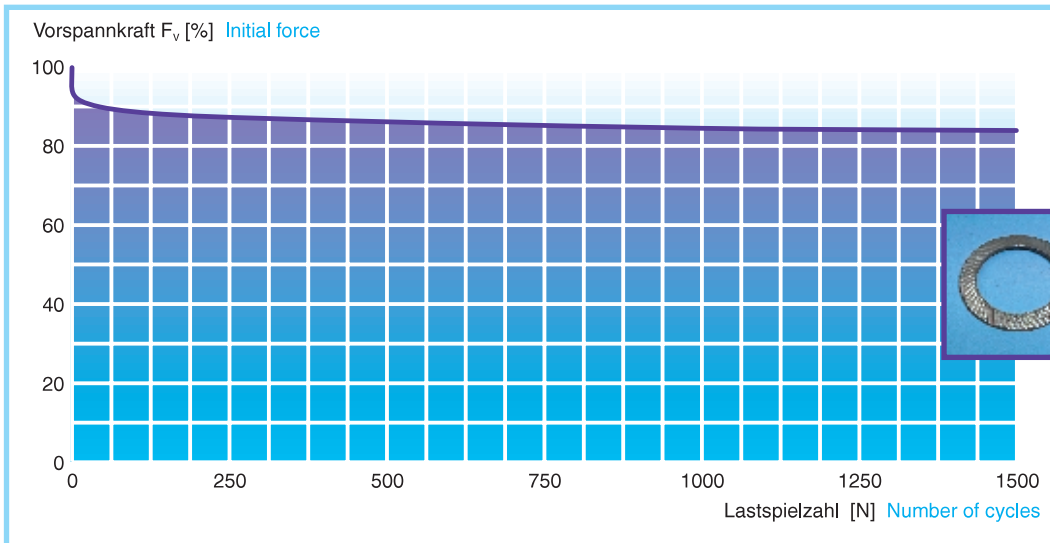


Abb. 7: Losdrehverhalten einer Schraube mit SCHNORR-Sicherungsscheibe „S“, Unterlage weich
 Fig. 7: Loosening behaviour of a bolt secured with SCHNORR Safety Washer „S“ on low hardness surface

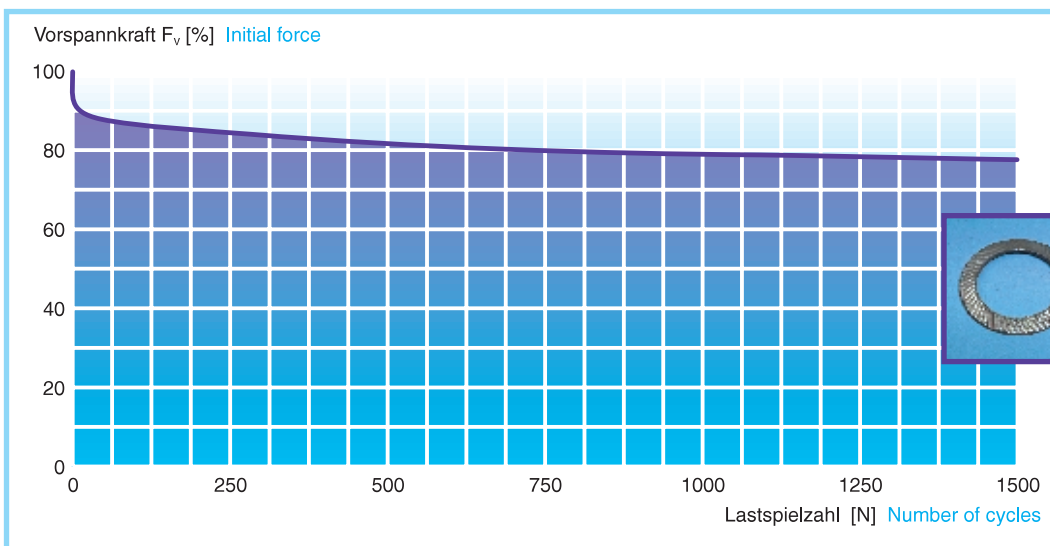


Abb. 8: Losdrehverhalten einer Schraube mit SCHNORR-Sicherungsscheibe „S“, Unterlage hart (380 HV30)
 Fig. 8: Loosening behaviour of a bolt secured with SCHNORR Safety Washer „S“ on hardened surface (380 HV30)

Wie diese Bilder zeigen, ergibt sich mit einer SCHNORR-Sicherungsscheibe ein völlig anderes Losdrehverhalten. Nach einem anfänglichen Vorspannungsverlust von etwa 10–15%, wie er sich bei jeder Verschraubung durch unvermeidliche Setzerscheinungen ergibt, fällt die Vorspannung nur noch sehr wenig ab. Bei weicher Unterlage stellt sich nach 1500 Lastwechseln ein Wert von etwa 85% des Ausgangswertes ein, bei harter Unterlage sind es etwa 80%.

The diagrams show a totally different locking behaviour using SCHNORR Safety Washers. After loosening about 10–15% of the initial force, which is typical for every bolted connection initiated due to setting effects, the remaining force is giving in only slightly until the end of the test. In combination with an unhardened surface the rest force is about 85% of the original initial force, with hardened surface about 80%.

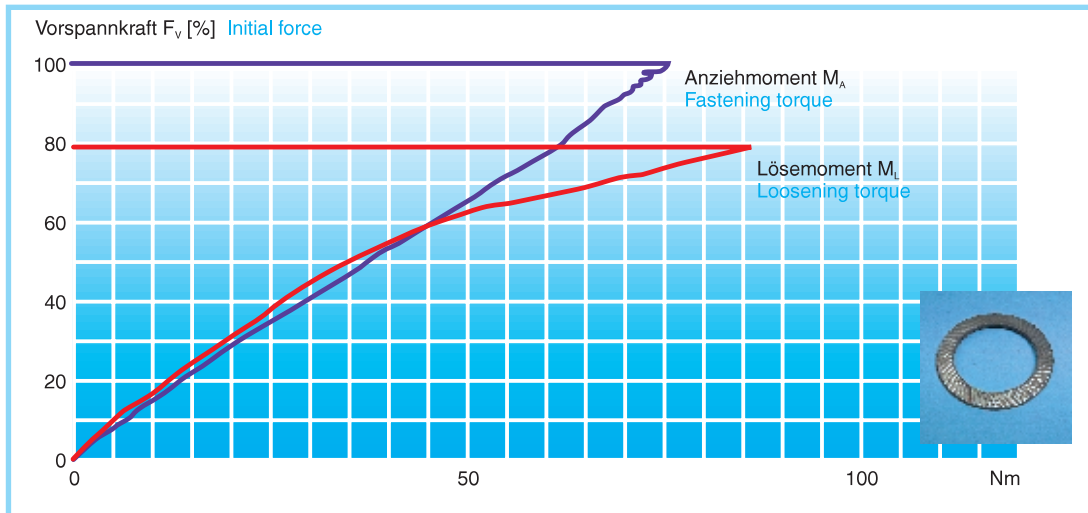


Abb. 9: Anziehmoment und Lösemoment mit SCHNORR-Sicherungsscheibe „S“, Unterlage hart (380 HV30) entsprechend Abb. 8

Fig. 9: Fastening and loosening torque of a bolt secured with SCHNORR Safety Washer “S” on hardened surface (380 HV30) corr. fig. 8

Der Verlauf von Anzieh- und Losdrehmoment ist an diesem Beispiel zu sehen. Zum Lösen ist ein um ca. 15% höheres Moment erforderlich als zum Anziehen. Das Verhältnis Losdrehmoment / Anziehdrehmoment ist ein Maßstab für die Qualität des Formschlusses zwischen der Verzahnung der Sicherungsscheibe und dem Schraubenkopf bzw. der Unterlage. Im vorliegenden Fall ist ein guter Formschluß vorhanden.

The characteristic of fastening and loosening torque can be seen in figure 10. For loosening the necessary momentum is about 15% higher than for fastening.

The ratio of loosening to fastening torque reflects the quality of the locking effect between the SCHNORR Safety Washer and the base surface as well as the bolt head. Here we do have a good locking effect.

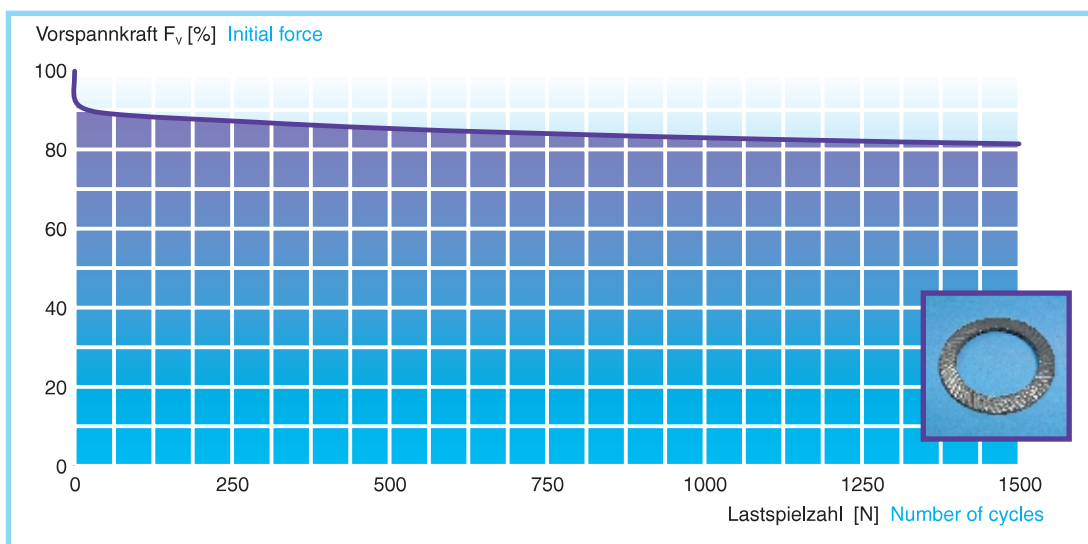


Abb.10: Losdrehverhalten einer Schraube mit SCHNORR-Sicherungsscheibe „VS“, Unterlage hart (440 HV30)

Fig.10: Loosening behaviour of a bolt secured with SCHNORR Safety Washer “VS” on hardened surface (440 HV30)

Diese Losdrehkurven zeigen eindeutig, daß SCHNORR-Sicherungsscheiben das bei Vibration entstehende innere Losdrehmoment blockieren können und deshalb in der Lage sind, eine Schraube auch unter ungünstigen Betriebsverhältnissen zu sichern. Sie sind deshalb als „Losdreh-sicherung mit sehr guter Sicherungswirkung“ einzuordnen.

These diagrams show positively, that SCHNORR Safety Washers are able to block the inner loosening momentum initiated by vibration and thus are able to secure a bolt even under unfavourable conditions. Therefore they can be classified as “securing device with very high safety against loosening”.

Weitere Versuchsergebnisse

Further Results

1. Wie wirken sich unterschiedliche Vorspannkraft aus?

What are the effects of different initial forces?

Versuche, bei denen die Schraube nur auf 75% statt auf 100% der Kraft an der Mindestdehngrenze angezogen wurde, brachten eindeutig schlechtere Ergebnisse, d.h. ein gewisser Prozentsatz der Verschraubungen löste sich. Bei Versuchen mit nur 50% Vorspann-

Tests, where bolts had been tightened only to 75% instead of 100% of the initial force corresponding to the minimum required bolt tension, produced definitely poorer results. A certain percentage of the joints came loose. This

kraft zeigte sich diese Tendenz noch deutlicher. Daraus muß die Folgerung gezogen werden: Richtiges Anziehen, möglichst auf 100% der Streckgrenzkraft nach DIN ISO 898 T1, ist für die Haltbarkeit einer Schraubenverbindung von ausschlaggebender Bedeutung!

effect was even more evident with only 50% initial force. Hence it can be concluded that fastening up to 100% of the force corresponding to the minimum required bolt tension acc. DIN ISO 898 T1 is essential for a good performance of a connection.

2. Welche Auswirkung haben SCHNORR-Sicherungsscheiben auf das Anziehdrehmoment?

What effects do SCHNORR Safety Washers have for the initial torque?

Wird eine SCHNORR-Sicherungsscheibe „S“ verwendet, dann ist gegenüber einer Schraube ohne Sicherungselement ein um etwa 10% höheres Anziehdrehmoment notwendig, um dieselbe Vorspannkraft zu erreichen. Dasselbe gilt auch für die Sicherungsscheibe „VS“. Bei Verwendung von verzinkten Sicherungsscheiben

To reach the same initial force when using a SCHNORR Safety Washer type “S”, the initial torque has to be about 10% larger than for a bolt without securing device. The same applies to SCHNORR Safety Washers type “VS”. For the use of zinc plated safety washers the initial torque does not

muß dagegen das Anziehdrehmoment nicht erhöht werden, da durch die Schmierwirkung des Zinks die Reibungserhöhung durch die Verzahnung wieder ausgeglichen wird. Die Streuung der gemessenen Anziehdrehmomente ist mit SCHNORR- Sicherungsscheiben nicht größer als bei Schrauben ohne Sicherungselement.

have to be raised, because the additional friction induced by the serrated surface of the safety washers is compensated by a certain lubrication effect of the zinc coating. The variation in initial torque is not greater with use of SCHNORR Safety Washers than in bolted connections without securing device.

3. Welchen Einfluß hat die Härte der verschraubten Teile?

What is the effect of the hardness of the different parts?

Mit zunehmender Härte der Unterlage nimmt der teils elastische, teils plastische Eindruck der Sicherungsscheibenverzahnung ab, d.h. die Qualität des Formschlusses wird schlechter. Dies wirkt sich auch auf die Sicherungswirkung aus. Da die SCHNORR-Sicherungsscheibe eine Härte von

With increasing hardness of the base surface in the joint the “biting” effect of the serration of the safety washers, which results in partially elastic and partially plastic deformation, decreases. The securing performance is directly correlated with this effect. Since the hardness of SCHNORR Safety Washers

39–45 HRC (380–450 HV30) aufweist, tritt dieser Effekt erst bei höherer Härte der Unterlage ein, wie die Abbildungen 9–11 zeigen. Wir empfehlen, bei gehärteter Unterlage die verstärkte Ausführung „VS“ zu verwenden und die Schraube möglichst auf 100% der Streckgrenzkraft anzuziehen.

is 39–45 HRC (380–450 HV30), this applies only for higher hardness of the contact surface as is shown in figures 9–11. We recommend to use the high duty type “VS” in combination with hardened surfaces and to tighten the bolt up to 100% of the force corresponding to the minimum required bolt tension.

4. Wie wirkt sich eine Oberflächenbehandlung auf die Sicherungswirkung aus?

What is the effect of a surface treatment on the securing effect?

Die beste Sicherungswirkung wird mit schwarzer Oberfläche erzielt. Aber auch mit verzinkten Sicherungsscheiben läßt sich eine einwandfreie Sicherungswirkung erreichen, wenn die

The best securing effect is reached with a safety washer with black surface. But zinc coated safety washers can secure a bolt joint perfectly as well, if

Schraube auf die richtige Vorspannkraft angezogen wird. In diesem Fall sollte unbedingt auf 100% der Streckgrenzkraft angezogen werden.

the bolt is tightened with the appropriate initial force. In this case it is necessary to apply not less than 100% of the minimum required bolt tension force.



Abb. 11: SCHNORR-Sicherungsscheiben mit verschiedenen Oberflächenbehandlungen
Fig.12: SCHNORR Safety Washers with different surface treatments

5. Was geschieht bei einem Langloch?

What happens on a slot?

Bei Vorspannung auf 100% der Streckgrenzkraft lösen sich bei einem Langloch auch ungesicherte Schrauben nicht, der Schraubenkopf wird jedoch beim Anziehen stark beschädigt, und es ist ein relativ hohes Anziehdrehmoment erforderlich.

When tightened up to 100% of the minimum required bolt tension force bolts without securing device do not loosen, but the bolt head is being damaged considerably, and a relatively high initial torque is required.

Bei Verwendung einer SCHNORR-Sicherungsscheibe „VS“ sinkt das Anziehdrehmoment um ca. 25% ab, und die Beschädigungen des Schraubenkopfes sind nur noch minimal. Die Sicherungswirkung ist sehr gut.

In combination with a SCHNORR Safety Washer type "VS" the required initial torque is about 25% lower, and the damages on the bolt head are only little. The securing effect is very good.

Abb. 12: Zylinderschraube mit Innensechskant mit SCHNORR-Sicherungsscheibe in einem Langloch

Fig.12: Hexagon socket head cap screw with SCHNORR Safety Washer in a slot



**6. Sind SCHNORR-Sicherungs-
scheiben wiederverwendbar?**

Wird eine mit einer SCHNORR-Sicherungsscheibe „S“ oder „VS“ gesicherte Schraube gelöst und wieder angezogen, bleibt die Sicherungswirkung voll erhalten, wie aus Abb. 13 klar hervorgeht. Das Anziehdrehmoment wird nur wenig niedriger, d.h. mit dem

beim ersten Anziehen angewendeten Moment wird eine etwas höhere Vorspannkraft erreicht. SCHNORR-Sicherungsscheiben können also ohne Einschränkung zwei- oder sogar mehrmals verwendet werden!

**Can SCHNORR Safety Washers
be used several times?**

When a bolt joint secured with SCHNORR Safety Washers is being unscrewed and tightened again, the securing effect does not diminish as it is evident in picture 13. The initial torque decreases only slightly, i.e. the

originally applied momentum produces a slightly higher initial force. Ergo SCHNORR serrated Safety Washers can be used two or even more times without any restrictions!

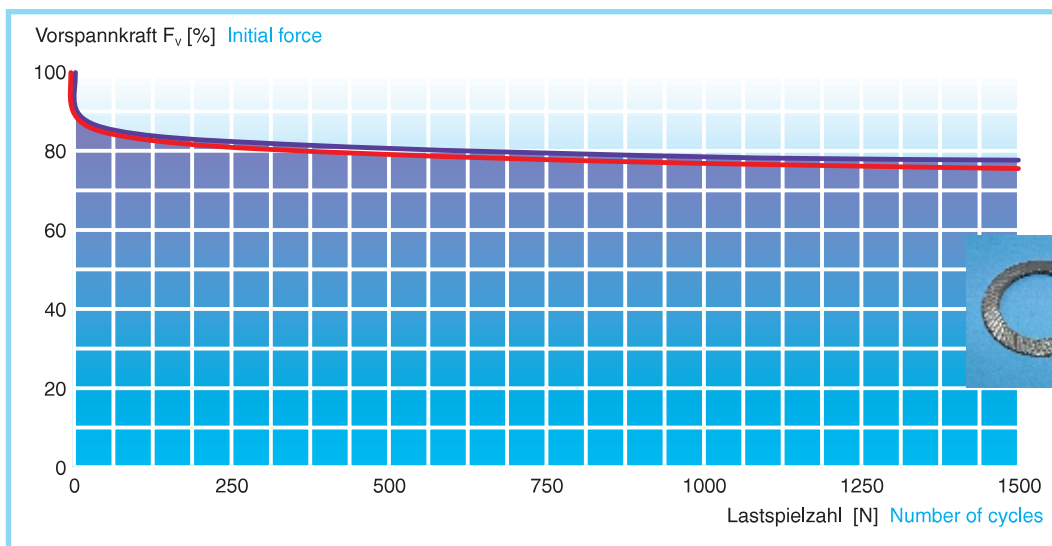


Abb. 13: Losdrehverhalten einer Schraube mit SCHNORR-Sicherungsscheibe „S“, Unterlage hart (380 HV30), zum 1. und zum 2. mal angezogen

Fig.13: Loosening behaviour of a bolt secured with SCHNORR Safety Washer "S" on hardened surface (380 HV30), tightened first time and second time

Zusammenfassung

Summary

Faßt man die Ergebnisse der ganzen Versuchsreihe zusammen, dann lassen sich die eingangs gestellten Fragen so beantworten:

Auch bei hochfesten Schrauben der Festigkeitsklasse 8.8 (und höher) ist in sehr vielen Fällen eine zusätzliche Sicherung notwendig. Hauptsächlich bei kurzen Schrauben und bei Belastung senkrecht zur Schraubenachse reicht es keinesfalls aus, die Schraube auf 100% der Streckgrenzkraft nach DIN ISO 898 T1 anzuziehen.

Die seit Jahrzehnten bewährte und immer wieder verbesserte SCHNORR- Sicherungsscheibe mit ihren beiden Ausführungen „S“ und „VS“ kann ohne Einschränkung auch

bei hochfesten Schrauben der Festigkeitsklasse 8.8 eingesetzt werden. Für erschwerte Bedingungen (gehärtete Unterlage, Langloch, Schrauben der Festigkeitsklasse 10.9) ist die verstärkte Ausführung VS zu empfehlen.

Daß die SCHNORR-Sicherungs-scheibe die Federringe und Federscheiben nach den oben genannten zurückgezogenen bzw. im Anwendungsbereich eingeschränkten Normen ersetzen kann, bedarf eigentlich keiner Erwähnung mehr. Natürlich kann sie ebenso anstelle von Zahnscheiben DIN 6797, Fächerscheiben DIN 6798 und vielen weiteren genormten und nicht genormten Sicherungselementen eingesetzt werden.

Ihre sehr guten Sicherungseigenschaften und ihre gut gewählten Abmessungen (sie kann sowohl bei Sechskantschrauben als auch bei Zylinderschrauben verwendet werden) machen die SCHNORR-Sicherungs-scheibe zu einem universellen Sicherungselement für sehr viele Schraubenverbindungen.



Abb. 14: Sechskantschrauben DIN ISO 4017 mit SCHNORR-Sicherungs-scheiben
Fig. 14: Hexagon head screws DIN ISO 4017 with SCHNORR Safety Washers

As a result of the whole series of experiments the questions of the beginning can be answered in the following way:

Even for high duty screws of DIN class 8.8 (SAE Grade 5) and higher an additional securing device is necessary. Especially for short bolts and for bolts loaded perpendicular to the axis it is not sufficient to tighten it to 100% of the force corresponding to the minimum required bolt tension according DIN ISO 898 part1.

The SCHNORR Safety Washer, which already has proved its reliability during several decades and which has been continuously improved, can be used in both variations, type "S" and

"VS", in combination with high duty bolts of the DIN class 8.8 (SAE Grade 5) without any restriction. For severe conditions (hardened surfaces, slot, bolt DIN class 10.9) the type "VS" is recommended.

It is not necessary to mention, that SCHNORR Safety Washers can replace the spring washers according to the withdrawn or restricted standards mentioned above. Of course it can also replace toothed lock washers DIN 6797, serrated lock washers DIN 6798 and many other standardized and not standardized securing devices.

The very good securing behaviour and its carefully chosen measurements (it can be used with hexagon bolts as well as with cheese head screws or head cap screws) are the reasons why the SCHNORR Safety Washer is a universal securing device for many bolted connections.

Adolf Schnorr GmbH + Co. KG

Postfach 60 01 62 · D-71050 Sindelfingen
Stuttgarter Straße 37 · D-71069 Sindelfingen
Telefon ++49-(0)70 31-302-0
Telefax ++49-(0)70 31-30 21 38
eMail: verkauf@schnorr.de
Internet: <http://www.schnorr.de>