

## Wirksames Sichern von Schraubenverbindungen: Reyher bietet die Auswahl



Eine Schraubenverbindung sollte so ausgelegt sein, dass die aufgebrachte Vorspannkraft unter Betriebsbeanspruchung weitestgehend erhalten bleibt. Zwar kann in einigen Fällen ein deutlicher Vorspannungsverlust geduldet werden, allerdings gilt es, ein vollständiges Auseinanderfallen der Schraubenverbindungen zu verhindern.

Das Sichern von Schraubenverbindungen hat unter anderem in der letzten Zeit besonders deshalb an Aktualität gewonnen, weil diverse Normen für Sicherungselemente wegen Nichtwirksamkeit zurückgezogen worden sind.

### Wann kommt es zum Losdrehen einer Schraubenverbindung?

Ob und wie sich eine Schraubenverbindung lösen kann, hängt entscheidend von der Beanspruchung ab.

Bei dynamischen oder **statischen Belastungen** in axiale Richtung (siehe

Abb. 1

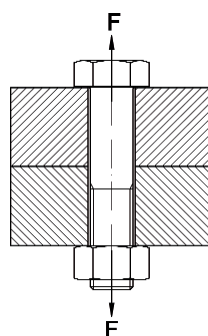
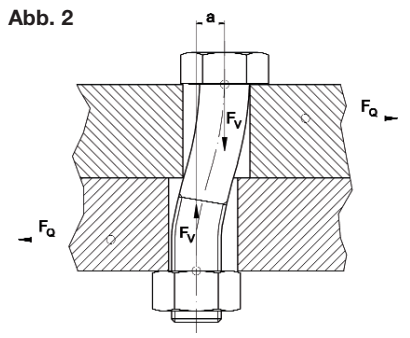


Abb. 1) können Setzerscheinungen, die unter anderem von der Anzahl und Gestalt der Trennfugen zwischen den verspannten Bauteilen abhängig sind, zum vollständigen Verlust der Vorspannkraft führen. Durch bestimmte konstruktive Maßnahmen oder den Einsatz von Setzsicherungen kann dem Vorspannkraftverlust bei dieser Belastungsart begegnet werden.

Bei **dynamischen Belastungen**, die senkrecht zur Schraubenachse wirken

(siehe Abb. 2) und genügend groß sind, um die verspannten Bauteile zueinander zu verschieben, wird ein Losdrehmoment erzeugt, welches die Selbsthemmung in der Verbindung überwinden kann. In diesem Fall kommt es zum Lockern und schließlich zum vollständigen Auseinanderfallen der Verbindung. Besonders kritisch werden diese Belastungen, wenn sie mit hoher Frequenz auftreten. Abhilfe können hier Verlier- und Losdrehsicherungen schaffen.

Abb. 2





## Maßnahmen gegen den Vorspannkraftverlust bei statischer Beanspruchung



Um die Setzverluste in einer Schraubverbindung so gering wie möglich zu halten, sind die Anzahl der Trennfugen zwischen den Bauteilen zu minimieren. Jede unnötige Unterlegscheibe bringt eine zusätzliche Trennfuge ein. Auch der Einsatz von „weichen“ Scheiben DIN 125 140 HV in einer hochfesten Schraubverbindung ( $\geq$  Festigkeitsklasse 8.8) ist aus den oben genannten Gründen zu vermeiden.

Durch die Wahl einer größeren Klemmlänge der Schraube, z. B. durch den Einsatz von Dehnhülsen können Vorspannungsverluste durch eine größere elastische Dehnung aufgefangen werden.

Gleiche Effekte werden durch Dehnschaftschrauben oder Schrauben mit Vollgewinde oder höhere Vorspannkraften bei Einsatz höherer Werkstofffestigkeit erzielt.

Sind diese Maßnahmen nicht anwendbar, so können mittels einer Spannscheibe nach DIN 6796 Setzbeträge in begrenztem Rahmen ausgeglichen werden. Insbesondere ist hier darauf zu achten, dass das Bauteil, welches auf der Spannscheibe aufliegt, eine entsprechend hohe Härte aufweist und nicht unter der Belastung fließt oder dass sich die Spannscheibe nicht in das Bauteil einarbeitet.

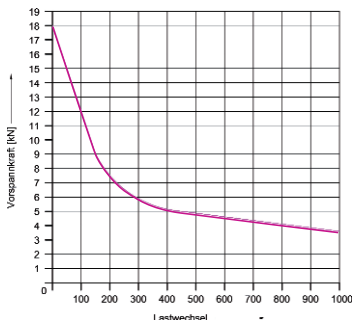
**Unwirksam** sind dagegen Federringe nach DIN 127 und DIN 128 und Federscheiben nach DIN 137. Sie werden in der Regel selbst bei der Verwendung der Festigkeitsklasse 5.6 und kleiner, wie im Anwendungsbereich der Produktnormen festgelegt, lediglich „platt“ gedrückt und können keinerlei Setzbeträge mehr ausgleichen. Die Normung hat deshalb dem Stand der Technik Rechnung getragen und diese Normen zurückgezogen.

## Maßnahmen gegen den Vorspannkraftverlust bei dynamischer Belastung

### Verliersicherungen

Verliersicherungen verhindern zwar nicht einen gravierenden Vorspannungsverlust in der Verbindung, allerdings verhindern sie ein vollständiges Auseinanderfallen der Verbindung. In der Regel bleiben ca. 20% der Vorspannkraft erhalten (Abb. 3). Das Funktionsprinzip beruht auf der Klemmwirkung im Gewinde.

Abb. 3



Produkte die in diese Kategorie fallen, sind u.a.

- Muttern mit metallischem und nicht metallischem Klemmteil,
- Schrauben mit klemmenden Beschichtungen nach DIN 267-28,
- Schrauben mit Klemmteil,
- gewindefurchende Schrauben.

### Übersicht klemmende Beschichtungen

Auswahl an Produkt- und Markennamen	Merkmale
TUFLOC ES-LOC POLYLOC Clemm-Loc Spot-tight	Fleck- oder Rundumbeschichtung mit Kunststoff gemäß DIN 267-28
Klemm-tight Thermo-tight Heat-tight Long-Loc Hot-Loc	Klemmwirkung wird durch einen eingelegten Spezialfaden erreicht. Funktionseigenschaften gemäß DIN 267-28

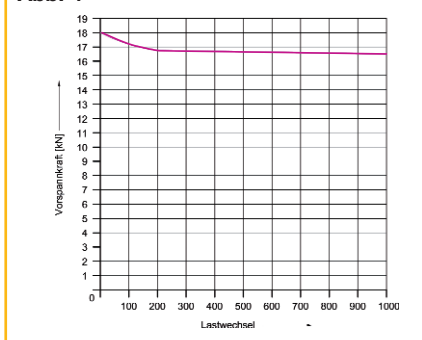
### Übersicht Muttern mit Klemmteil

Bezeichnung	Norm
Sechskantmutter mit metallischem Klemmteil	DIN 980 DIN 6925 ISO 7042
Sechskantmutter mit nichtmetallischem Klemmteil	DIN 982 ISO 7040
Sechskantmutter mit nichtmetallischem Klemmteil, niedrig	DIN 985 DIN 6924 ISO 10511 ISO 10512
Flanschmutter mit metallischem Klemmteil	EN 1664 DIN 6927
Flanschmutter mit nichtmetallischem Klemmteil	EN 1663 DIN 6926
Hutmutter mit nicht metallischem Klemmteil	DIN 986
Nutmutter mit nicht metallischem Klemmteil	Art. 88081

## Losdrehsicherungen

Losdrehsicherungen bewirken, dass die Vorspannkraft im wesentlichen trotz starker dynamischer Belastung erhalten bleibt. In der Regel fällt die Vorspannkraft nicht unter 80 % der Montagevorspannkraft ab (Abb. 4). Es sind hierfür zwei grundsätzliche Sicherungsmethoden möglich.

Abb. 4

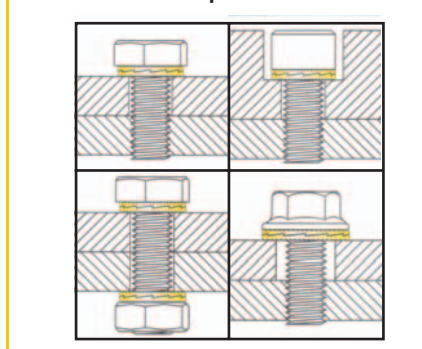


## Formschlüssige Losdrehsicherungen

Der Formschluss wird über Verriegelungszähne/Sperrzähne oder Rippen an den Auflageflächen des Schrauben-

kopfes bzw. der Mutter erreicht. Auch der Einsatz von Scheiben mit Sperrzähnen oder Rippen ist möglich. Besonders

Abb. 5: Einbaubeispiele



wichtig dabei ist, dass die Oberflächenhärte der Sperrzähne/-rippen erheblich höher ist als die zu verbindenden Bauteile, damit sich diese in die Oberfläche einarbeiten können.

Grundsätzlich ist für die Montage zu beachten, dass die Sicherung sowohl unter dem Schraubenkopf als auch unter der

Mutter erfolgen muss (Abb.5), da sich ansonsten eines der beiden Teile (Schraube oder Mutter) gegenüber den zu verbindenden Bauteilen losdrehen kann.

Zu beachten ist, dass die Reibwerte durch die Sperrzähne / Rippen stark beeinflusst werden. So ist insbesondere bei weichen Gegenwerkstoffen (Alu-Legierungen, Baustähle), in die sich die Verzahnung einarbeitet, mit wesentlich höheren Reibwerten (0,2 – 0,3) zu rechnen. Entsprechend sind die Anziehdrehmomente auszulegen. Die optimalen Anziehdrehmomente sind letztendlich nur durch Anziehversuche zu ermitteln, welche die realen Gegebenheiten berücksichtigen. Die notwendige Unterstützung erhalten Sie durch das **REYHER Engineering Management – REM**.

Einen Überblick über formschlüssige Losdrehsicherungen gibt die nachstehende Tabelle:

## Übersicht Losdrehsicherungen

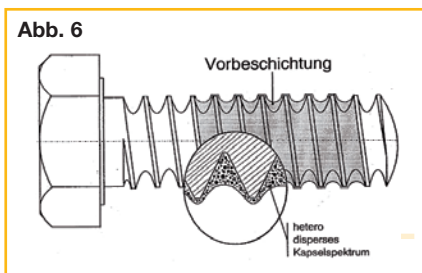
REYHER-Artikelnr.	Bild	Bezeichnung	Besonderheit
Art. 88130 Art. 88131		Sperrkantringe	■ beidseitig geprägte Oberfläche und Aufwölbung → dadurch werden auch kleine Setzbeträge ausgeglichen
Art. 88123 Art. 88124 Art. 88125 Art. 88126 Art. 88129		Sperrkantscheiben	■ durch Aufwölbung – den Spanscheiben ähnlich – werden auch Setzbeträge in begrenztem Umfang mit ausgeglichen
Art. 88120 Art. 88121		SCHNORR-Scheiben	■ beidseitig verzahnte Oberfläche und Aufwölbung → dadurch werden auch kleine Setzbeträge ausgeglichen
Art. 88132 Art. 88232		Nord-Lock-Scheiben Nord-Lock-Keilsicherungsmuttern	■ bestehend aus je einem Scheibenpaar, paarweise geklebt für einfache Montage ■ die äußeren Flächen sind mit Rippen versehen, die sich in die Oberfläche der Bauteile einprägen ■ die inneren Flächen sind keilförmig ausgebildet ■ bei der Montage gleiten nur die inneren Flächen aufeinander → somit wird immer ein gleichbleibender Reibwert realisiert, der eine präzise Vorgabe von Anziehdrehmomenten ermöglicht
Art. 88912 Art. 88913 Art. 88914		Rippschrauben Rippmuttern	■ durch den angepressten Flansch mit den Rippen vereinfacht sich der Montageaufwand, da keine einzelnen Scheiben untergelegt werden müssen
Art. 88933 Art. 88934		Sperrzahnschrauben Sperrzahnmuttern	■ durch den angepressten Flansch mit den Sperrzähnen vereinfacht sich der Montageaufwand, da keine einzelnen Scheiben untergelegt werden müssen ■ durch die spezielle Ausführung des Flansches werden noch in begrenztem Maße Setzbeträge ausgeglichen



## Klebende / Chemische Sicherungen

Durch einen Klebstoff, der auf die Gewinde aufgetragen wird, kann ein Stoffschluss hergestellt werden, der den Vorspannkraftverlust ebenso verhindert wie die Sicherung durch Formschluss. In DIN 267-27 wird die klebende Sicherung mit einem mikroverkapselten Klebstoff beschrieben (Abb. 6). Die Mikrokapseln, welche mittels eines Trägermaterials auf das Gewinde aufgebracht werden, enthalten den Kleber und einen Härter. Durch das Verschrauben werden die Kapseln aufgebrochen und der Kleber beginnt auszuhärten. Der Aushärtungsprozess ist in der Regel innerhalb von 24 Stunden abgeschlossen.

Abb. 6



Da die Mikroverkapselung in einem speziellen Beschichtungsprozess auf das Gewinde aufgebracht wird, empfiehlt sich diese insbesondere bei großen Stückzahlen. Für kleine Stückzahlen sind anaerobe Flüssigklebstoffe geeignet, die

bei der Montage der Schraubverbindung auf das Gewinde aufgetragen werden. Diese härten durch den Abschluss von Luftsauerstoff aus.

Beim Einsatz von mikroverkapselten Klebstoffen auf Zinklamellenüberzügen, Versiegelungen auf Dickschichtpassivierungen und Beschichtungen mit Gleitmittelzusätzen kann es zu einer Reduzierung der Losbrechmomente gegenüber der DIN 267-27 kommen. In diesem Fall sollte der Einsatz durch eine Erstbemusterung vor der serienmäßigen Verwendung abgesichert werden.

### Auswahl an Produkt- und Markennamen für klebende Beschichtungen

DELO  
INBUS-Plus  
LOCTITE  
METAFLUX  
OKS  
OMNICOTE  
OMNIFIT  
POLYLOC  
Precote  
SCOTCH GRIP  
SPOT-Tight  
STICK-Tight  
WEICON LOCK

## Unwirksame Sicherungselemente sind

- Fächerscheiben nach DIN 6798,
- Zahnscheiben nach DIN 6797,
- Sicherungsbleche nach DIN 93, DIN 432 und DIN 463,
- Sicherungsnapfe nach DIN 526,
- Sicherungsmuttern nach DIN 7967 (auch als Palmuttern bekannt).

Die Produkte nach diesen Normen wurden in der Vergangenheit der Kategorie Losdrehsicherung unter dynamischer Querbelastung zugeordnet. Sie werden diesen Anforderungen jedoch nicht gerecht. Deshalb wurden die genannten Normen ebenfalls zurückgezogen.

Abb. 7

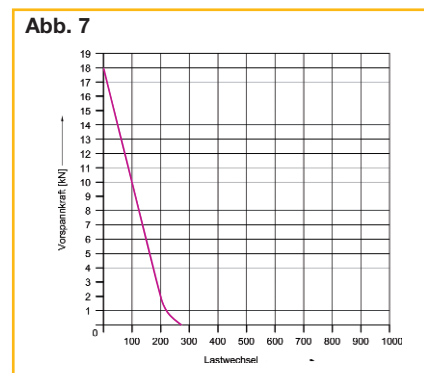


Abb. 7 veranschaulicht den Verlust der Vorspannkraft unter dynamischer Last am Beispiel eines Federringes DIN 127.

Bei den Fächer- und Zahnscheiben kann außerdem ein ausreichender elektrischer Kontakt, so wie im Anwendungsbereich dieser Normen beschrieben, nicht sichergestellt werden, weshalb hier ein weiterer Zurückziehungsgrund für die DIN 6797 und DIN 6798 vorliegt.



## Hilfe zur Auswahl der richtigen Schraubensicherung

Auslegungsziel	Sicherungsvariante
Wiederverwendbarkeit	Formschlüssige Elemente
Definierte/gleichbleibende Reibwerte	Nordlock-Scheiben, klebende Sicherungen
Geringer Montageaufwand	Flanschschrauben und -mutter mit Sperrverzahnung /Verrippung klebende Sicherung
Nachjustierbarkeit der Verbindung	Formschlüssige Sicherungselemente
Montagebedingungen	Lässt es sich nicht vermeiden, dass die zu paarenden Gewinde öl- und fettfrei sind, so sind klebende Sicherungen wirkungslos
Temperatur	Klebende und klemmende Schraubensicherungen unterliegen eingeschränkten Temperaturbereichen