

BÖLLHOFF

aktuell

Informationen für unsere Kunden · Ausgabe 27



Sichern von Schraubenverbindungen

Warum lösen sich Schrauben?



Schrauben werden multifunktional und übergreifend in allen Industrien eingesetzt. Von einfachen Verbindungspunkten bis hin zu komplexen Anwendungen. Das Risiko eines Verlustes an Vorspannkraft und eines selbsttätigen Lösens ist dabei übergreifend kritisch für die Funktion der Verbindung und kann immense Kosten und Gefahren nach sich ziehen.

Seit ihrer Erfindung hat sich die Schraube als unersetzliches Konstruktionselement in der Verbindungstechnik erwiesen. Schraubenverbindungen sind eine der wichtigsten lösbaren Befestigungen in Konstruktion, Montage und bei Reparaturen. Ziel einer Schraubverbindung ist dabei das Verbinden von Komponenten und zwar so, dass sich diese Baugruppe wie ein Teil verhält.

Die Zuverlässigkeit der Schraubverbindung ist direkt abhängig von der vorherrschenden Vorspannkraft in der Verbindung. Je nach Anwendung kann das Lösen einer Schraube schwerwiegende Folgen haben. Eine lose Schraube kann dabei zum Stillstand einer Produktionsanlage führen und immense Kosten nach sich ziehen. In einer anderen Anwendung kann eine lockere Schraube eine Gefahr für die Sicherheit darstellen. In jedem Fall ist ein Verlust der Vorspannkraft kritisch für die Anwendung und die Zuverlässigkeit funktionsrelevanter Verschraubungen sollte im Vorfeld bewertet werden, um das Risiko eines Lösens der Verbindung zu reduzieren.

Es gibt einige Möglichkeiten, die Zuverlässigkeit von Schraubverbindungen zu erhöhen und ein selbsttätiges Lösen zu verhindern. Konstruktive Maßnahmen, die Montage der Verbindungselemente und der Einsatz von den richtigen Schraubensicherungen spielen dabei eine wichtige Rolle.

Mit unserem neuen Böllhoff Aktuell wollen wir Ihnen technische Grundlagen zum Thema Schraubensicherung vermitteln und Ihnen eine Übersicht über die wesentlichen im Markt erhältlichen Sicherungselemente geben.

Gerne unterstützen wir Sie auch durch unsere Anwendungstechnik bei der Fragestellung, wie Sie Ihre Anwendung sicher machen können.

Zuverlässigkeit der Schraubverbindung

Die Zuverlässigkeit der Schraubverbindung hängt im wesentlichen von vier Faktoren ab: Der Auslegung der Verbindung, der Montage der Verbindungselemente, dem Erhalt der Vorspannkraft in der Verbindung und einer sicheren Übertragung der Betriebskräfte. In der Praxis ist eine detaillierte Betrachtung aller vier Faktoren nicht immer möglich und der Einsatz von entsprechenden Sicherungselementen notwendig. Kommt es zu einem Lösen der Verbindung, sind hierfür vornehmlich ein Lockern in der Verbindung und ein selbsttätiges Losdrehen verantwortlich. Im Folgenden gehen wir auf die vier Faktoren ein und anschließend auf das Phänomen des selbsttätigen Lösens.

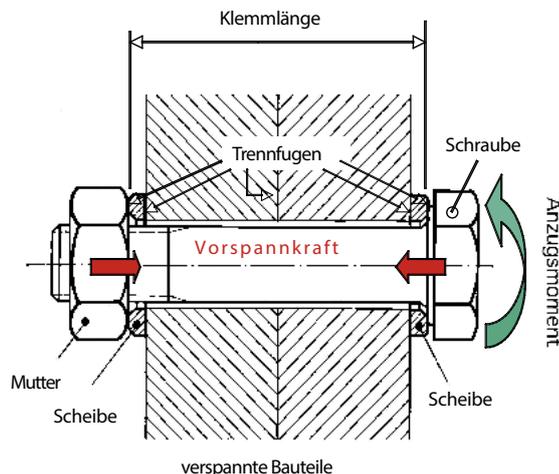
In der Grafik sind die Zusammenhänge dargestellt, von denen eine zuverlässige Schraubverbindung im Wesentlichen abhängt.



Aus Merkblatt 302*): Eine gut ausgelegte und kontrolliert angezogene Schraubverbindung benötigt in der Regel keine zusätzliche Schraubensicherung!

Berechnung und Gestaltung

Die Auslegung der Schraube erfolgt nach Regelwerken. Ein besonders wichtiges ist dabei die VDI2230. Bei der Berechnung und Gestaltung von Schraubverbindungen sollen diese so ausgelegt werden, dass die Summe aller auftretenden Belastungen nicht zu einem Überschreiten der Fließgrenze der verpaarten Teile führt. Das Anzugsmoment soll so gewählt werden, dass die aufgebrachte Vorspannkraft zu einem reinen Reibschluss der Bauteile führt. Richtwert: Vorspannkraft mind. 75% der Streckgrenze der Schraube. Bei einem Klemmlängenverhältnis $L_k / DN_{\text{Nenn}} > 5$, geringer Trennfugenanzahl und ausreichender Vorspannkraft, sind bei metallischen Bauteilen keine zusätzlichen Sicherungsmaßnahmen erforderlich, wenn keine erhöhten dynamischen Belastungen speziell quer zur Schraubachse auftreten. Die Verbindung ist in diesem Fall selbsthemmend.



Montage

Die Montageart hat einen wesentlichen Einfluss auf die Zuverlässigkeit Ihrer Verbindung, welcher durch den Anziehungsfaktor αA beschrieben wird. Die Montageart, die in der allgemeinen Industrie am verbreitetsten ist, ist die drehmomentgesteuerte Montage. Bei der drehmomentgesteuerten Montage wird die Schraube indirekt mit einer Montagevorspannkraft beaufschlagt. Die erzielte Vorspannkraft unterliegt dabei Schwankungen, die direkt im Zusammenhang mit der Zuverlässigkeit der Schraubverbindung stehen und ebenso das selbsttätige Losdrehen stark beeinflussen. Ursächlich für die Schwankungen sind Toleranzen bei dem Verschraubungsgerät und dem hohen Einfluss der Reibung bei dieser Montageart. Eine nicht Reibungszahl eingestellte Verbindung kann so zum Beispiel Schwankungen in der Vorspannkraft von über 50 % unterliegen. Weitere Montagearten werden in der VDI2230 beschrieben.



Sicherungsmethoden

Die Sicherungselemente werden nach der Funktion in Setzsicherungen, Losdreh Sicherungen und Verliersicherungen unterteilt. Das Angebot an Sicherungselementen im Markt ist groß. Die Wahl für das richtige Sicherungselement ist nicht einfach. Hinzu kommt, dass ältere Sicherungselemente oft nicht ausreichen und einige Normen zurückgezogen sind. Wir helfen Ihnen in dieser Broschüre, einen Überblick über die wichtigsten Elemente mit Ihren Anwendungsbereichen und Anwendungsgrenzen zu erhalten.

Funktionelle Eigenschaften der Verbindungselemente

Zur sicheren Übertragung von Betriebskräften und zur Erfüllung der Verbindungsfunktion ist es wichtig, dass die Schrauben anhand ihrer mechanischen Eigenschaften ausgewählt und eingesetzt werden. Die normativen Anforderungen werden zum Beispiel in der DIN EN ISO 898 für Stahlelemente und in der DIN EN ISO 3506 für Edelstahl definiert. Neben der Festigkeit, die direkt auf dem Verbindungselement erkennbar sein muss, werden unter anderem auch die Bruchdehnung, die Werkstoffzusammensetzung und die Temperatureinsatzbereiche definiert. Nur so kann eine reproduzierbare Auslegung stattfinden und die Funktion in der Anwendung sicher gestellt sein. Doch nicht nur Kräfte können eine Schraubverbindung beeinflussen, die Verschraubung muss auch zum Beispiel unterschiedlichen Witterungsverhältnissen standhalten. Die Definition des richtigen Verbindungselementes obliegt dabei der Konstruktion. Die Sicherstellung der Eigenschaften von Schraube, Mutter und Scheibe dem Hersteller.

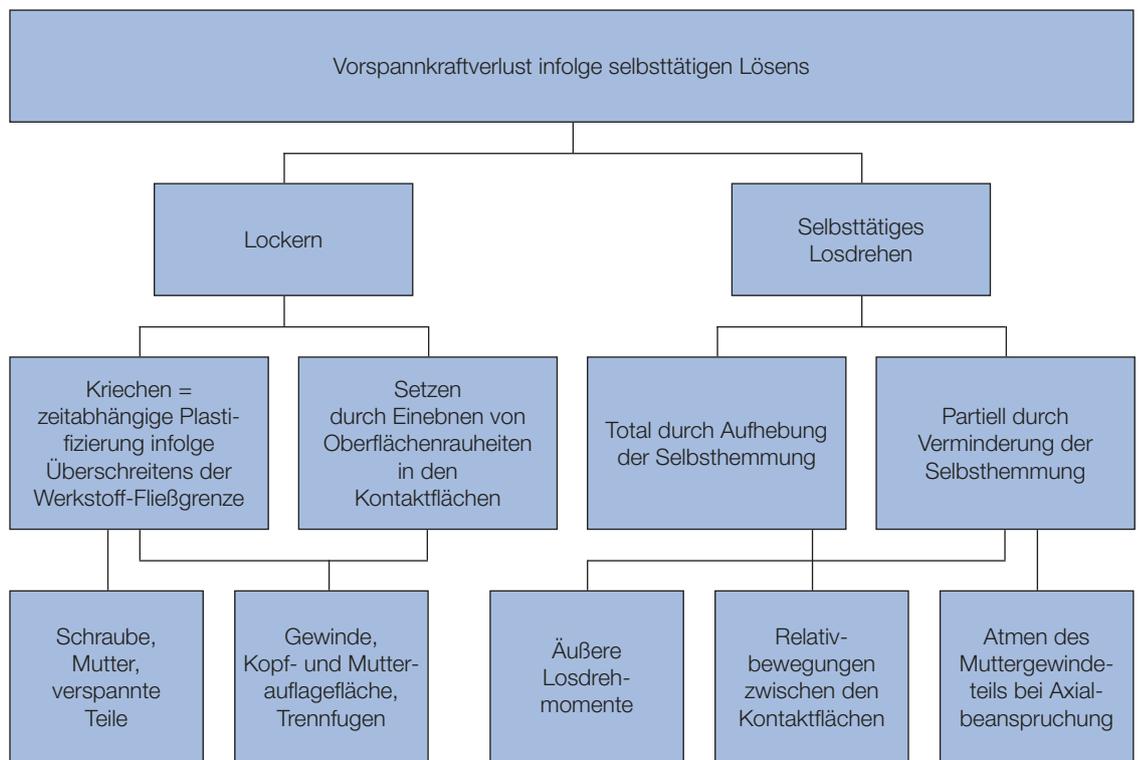


Selbsttätiges Lockern und Losdrehen

Das Versagen dynamisch – insbesondere quer zur Achse – belasteter Schraubverbindungen ist nicht selten auf selbsttätiges Lösen zurückzuführen. Das bedeutet Schadensfälle, in Form von Dauerbruch oder Losdrehen der Schrauben, verursacht durch teilweisen oder vollständigen Verlust der Vorspannkraft. Verantwortlich für das Losdrehen ist das innere Losdrehmoment der Verbindung; es entsteht durch Überwindung des Reibschlusses zwischen Kopfauflage und Bauteil sowie zwischen Bolzen und Muttergewinde. Besonders gefährdet sind Durchsteckverbindungen (Schraube und Mutter), da sich hier ein Verbindungselement mehr lösen kann.

Normalerweise genügt der Reibungswiderstand, in Verbindung mit den Klemmkraften zwischen Mutter/Schraube und den verspannten Teilen, um die Verbindung ausreichend zu sichern. Mit entsprechender Klemmlänge (Richtwert > 5d) benötigen Schrauben in der Regel auch bei dynamischer Belastung keine zusätzliche Sicherung. Treten Belastungen auf, die dazu führen, dass die konstruktiven Maßnahmen nicht ausreichen, so sind zusätzliche Sicherungselemente zu verwenden.

Ursachen für selbsttätiges Lösen einer Schraubverbindung



Sicherungsmaßnahmen gegen selbsttätiges Lösen

Eine Einordnung der Sicherungselemente erfolgt gemäß der Darstellung Ursachen für selbsttätiges Lösen einer Schraubverbindung. Liegt die Ursache des Vorspannkraftverlustes in einem Lockern der Verbindung, können sogenannte Setzsicherung eingesetzt werden. Gegen ein Losdrehen der Verbindung werden je nach Anwendung Losdreh Sicherungen oder Verliersicherungen eingesetzt, die ein vollständiges oder ein partielles Losdrehen verhindern.

Setzsicherung



Sicherungselemente kompensieren die Kriech- und Setzbeiträge sowie die Elastizität der Bauteile. Diese verhalten sich meistens ähnlich einer Druckfeder. Achtung: Viele noch bekannte mitverspannte Elemente sind unwirksam; z. B. Federringe.

Losdreh Sicherung



Sicherungselemente zur Verhinderung der Relativbewegung zwischen den Verbindungselementen (Verriegelungszähne, Sicherungsrippen, mikroverkapselte Klebstoffe). Festlegung: Mind. 80% der Vorspannkraft soll erhalten bleiben.

Verliersicherung



Sicherungselemente verhindern das vollständige Auseinanderfallen der Verbindung. Das Prinzip beruht meist auf einer Erhöhung der Reibung bzw. Klemmung im Gewinde oder Unterkopf. Weniger als 80% der Vorspannkraft bleibt erhalten.

Das Angebot an Verbindungselementen, die als Schraubensicherung beworben und eingesetzt werden, ist groß. Doch welche Schraubensicherung ist die Richtige? Und welche Sicherungselemente sind wirksam und welche sind unwirksam?

So sind zum Beispiel vom DIN-Ausschuss einige Schraubensicherungen zurückgezogen worden. Der Einsatz dieser Elemente sollte möglichst vermieden werden.

Zurückgezogene Sicherungselemente

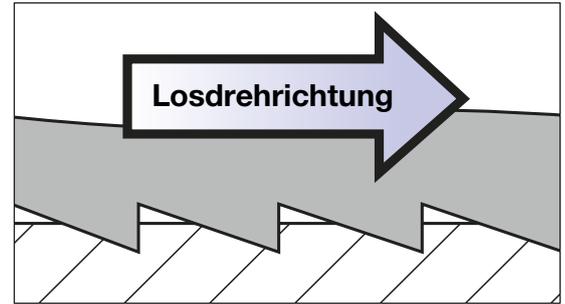
- Federringe (DIN 127, DIN 128 und DIN 6905)
- Federscheiben (DIN 137 und DIN 6904)
- Zahnscheiben (DIN 6797)
- Fächerscheiben (DIN 6798 und DIN 6908)
- Sicherungsbleche (DIN 93, DIN 432 und DIN 463)
- Sicherungsnapfe (DIN 526)
- Sicherungsmuttern (DIN 7967)
- Kronenmutter mit Splint (DIN 937)

Diese Normen haben bei Schrauben höherer Festigkeit keine Sicherungswirkung und sind auch als Setzsicherung nicht geeignet!

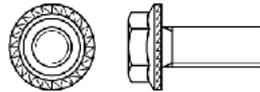


Sicherungselemente mit Sperrverzahnung bzw. Profilierung

Die Funktion dieser Sicherungsmethode basiert auf eingepprägten, meist asymmetrischen Zähnen, die so ausgerichtet sind, dass die steilere Flanke der Losdrehrichtung zugewandt ist. Beim Anziehen graben sich diese Formelemente in das Bauteil und erzeugen einen Formschluss, der beim Lösen überwunden werden muss. Für die Funktion ist die Oberflächenbeschaffenheit und die Festigkeit der Klemmteile von großer Bedeutung. Es lassen sich zwei grundsätzliche Arten unterscheiden:

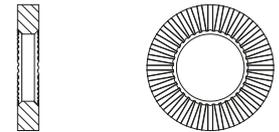


Schrauben und Muttern mit Unterkopfverzahnung/-profilierung



z. B.
B 53085 Sechskant-Sicherungsschrauben,
B 53012 Sicherungsmuttern mit Flansch,
B 151 und B 196 ZAHN Sicherungsschrauben,
B 158, B 193 und B 251 RIPP LOCK®
Sicherungselemente

Verzahnte profilierte Unterleg-elemente



z. B.
B 53065 RIPP LOCK® Sicherungsscheiben,
B 53074 NORD-LOCK® Keilsicherungsscheiben
Sicherungselemente

RIPP LOCK® Schraubensicherung

Die RIPP LOCK® Sicherungsscheibe ist beidseitig mit Radialrippen versehen, die RIPP LOCK® Sicherungsschraube und -mutter jeweils an der Unter- bzw. Oberseite. Bei der Montage prägen sich die Radialrippen formschlüssig in die Gegenauflage.



- Zuverlässige und wirtschaftliche Schraubensicherung – universell einsetzbar
- Auch geeignet bei extremen Vibrationen und hohen dynamischen Belastungen
- Einfache Montage und Demontage – mehrfach wiederverwendbar

NORD-LOCK® Sicherungsscheiben

Das NORD-LOCK® Schraubensicherungssystem nutzt die unterschiedlichen Winkelverhältnisse zwischen den Keilflächen und dem Schraubengewinde für das wirksame Sichern von Schraubenverbindungen in kritischen Applikationen. Dies bietet folgende Vorteile:

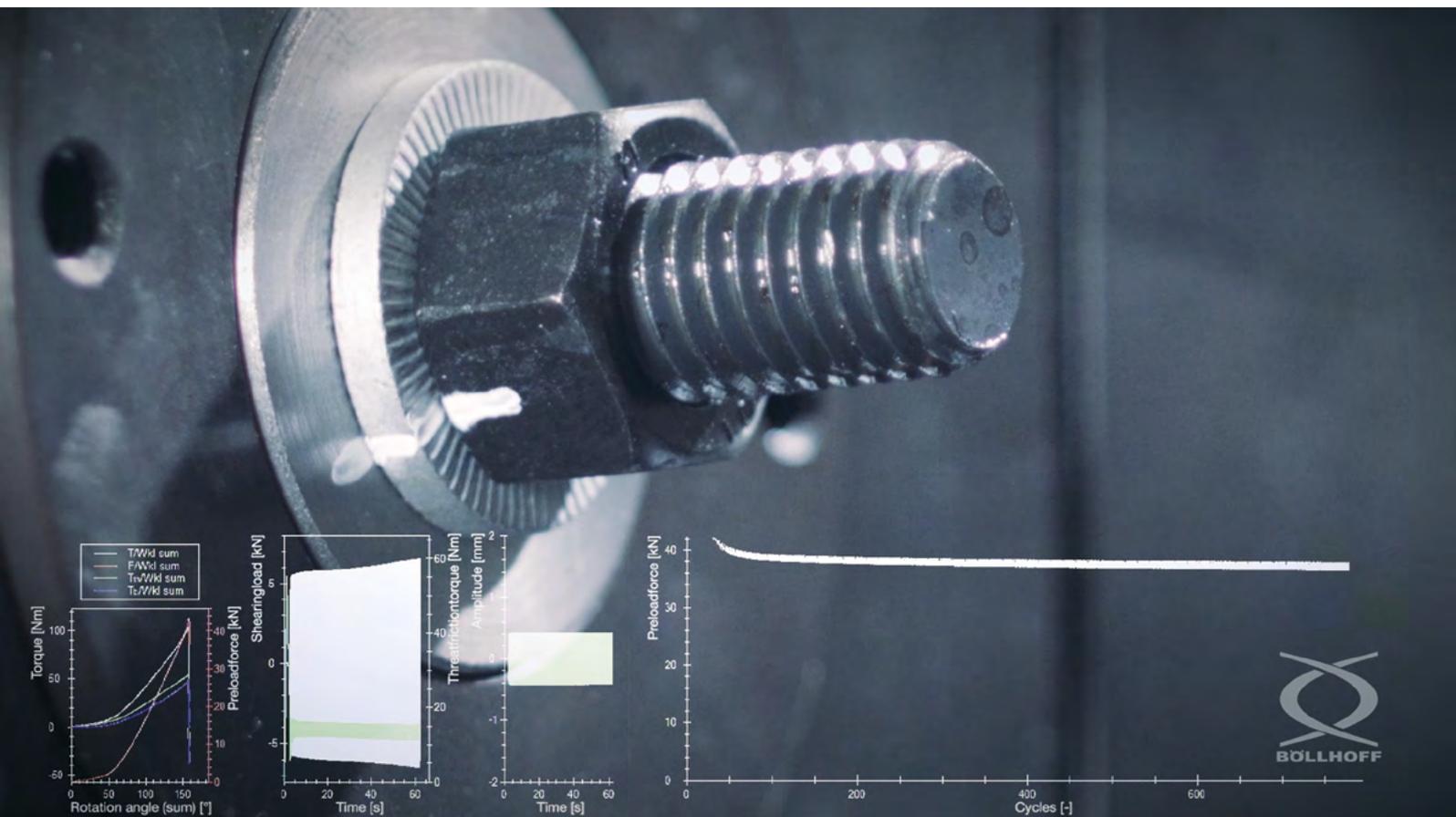
- Maximale Sicherheit beim Sichern von Schraubenverbindungen bis einschließlich der Schraubenqualität 12.9
- Verhindert das Losdrehen bei Schwingungsbeanspruchung und dynamischer Belastung
- Auch bei niedrigen Vorspannkräften wirksam



Prüfen von Sicherungselementen

Zur Bewertung und Prüfung der Losdrehsicherheit wird zumeist der Junker Test herangezogen. Dieser ist ein vergleichender Test, der ein selbsttätiges Losdrehen provoziert und es ermöglicht, die Sicherheitswirkung von Elementen und Verbindungen zu beurteilen. Die zugrunde liegende Prüfnorm ist die DIN 65151.

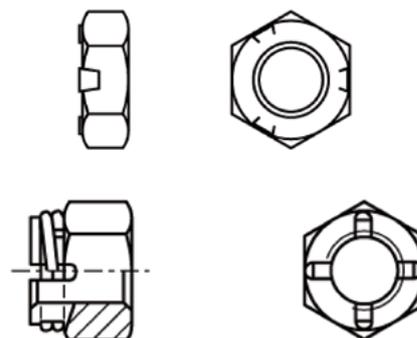
Während des Versuches wird eine Querverschiebung auf die Verbindung aufgebracht. Bauteil I und Bauteil II sind über ein Gleitlager getrennt und bewegen sich relativ zueinander mit einer definierten Amplitude und Frequenz. Eine Sicherungswirkung wird erreicht, wenn das Verbindungselement innerhalb von 2000 Zyklen nicht mehr als 20% der ursprünglich aufgebrachten Vorspannkraft verliert.



Schauen Sie sich unser Video zum Junker Vibrationstest an.

Mutternelemente mit Klemmteil DIN EN ISO 2320

Muttern mit Klemmteil nach dieser Norm besitzen ein integriertes Klemmteil, das dazu führt, dass sich ein Außengewinde nicht frei darin bewegen kann und das, unabhängig von Klemm- und Druckkräften, einen Widerstand gegen Verdrehen bietet. Die Gestaltung des Klemmteils erfolgt nach Wahl des Herstellers.



U-NUT® Sicherungsmutter

Die U-NUT® besitzt eine integrierte Blechfeder, die beim Aufschrauben gegen das Gewinde drückt. Die Blechfeder führt zu einem kontrollierten Reibschluss auf dem Gewinde, welcher groß genug ist, ein Lösen der Verbindung zu verhindern bei gleichzeitig konstanten Aufschraubmomenten.



Vorteile

- Hohe Sicherheit gegen Lösen der Verbindung
- Einfache Montage
- Konstante Montageparameter auch bei Wiederverwendung
- Kein zusätzliches Sicherungselement notwendig
- Hohe Werkstoff- und Variantenbreite

HELICOIL® Sicherungsmutter

HELICOIL® Screwlock Sicherungsmuttern sind die Kombination aus hochfesten Mutterkörpern und HELICOIL® Screwlock Gewindeeinsätzen. Bei HELICOIL® Screwlock Sicherungsmuttern erfolgt die Schraubensicherung durch die elastisch wirkenden Sicherungswindungen der HELICOIL® Screwlock. Diese hochwertigen Verbindungselemente bieten darüber hinaus wesentliche Konstruktionsvorteile.



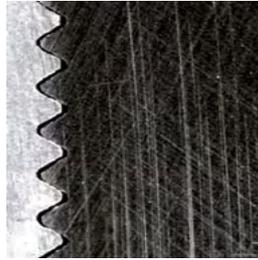
Vorteile

- Temperaturbelastbar bis 600° C und höher
- Verliersicherheit bei häufiger Wiederholverschraubung
- Verbesserte Lastverteilung im Gewinde für hoch dynamisch belastete Schraubenverbindungen
- Niedrige und konstante Gewindereibung, dadurch hohe und gleichmäßige Vorspannkraft
- Gezielte Beschichtung des HELICOIL®, unabhängig von der Beschichtung des Mutterkörpers

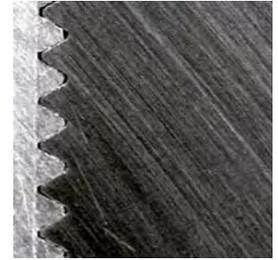
Direktverschraubungen als Alternativverfahren

Da beim Einsatz von vorgeschrittenen Innengewinden die angezogene Schraube aufgrund des Flankenspiels nur auf ihrer Lastflanke anliegt, bringen die Reibverhältnisse einer solchen Verbindung einen geringeren Widerstand gegen selbsttätiges Lösen auf als bei einer Direktverschraubung, die im Idealfall gar kein Flankenspiel besitzt. Ein Teil des Anzugsmoments wird bei dem Direktverschraubungsprinzip für das Gewindeformen benötigt. Die optimalen Montagemomente sollten daher im Versuch ermittelt werden.

Metrisches ISO-Regelgewinde nach DIN 13 im vorgeschrittenen Innengewinde

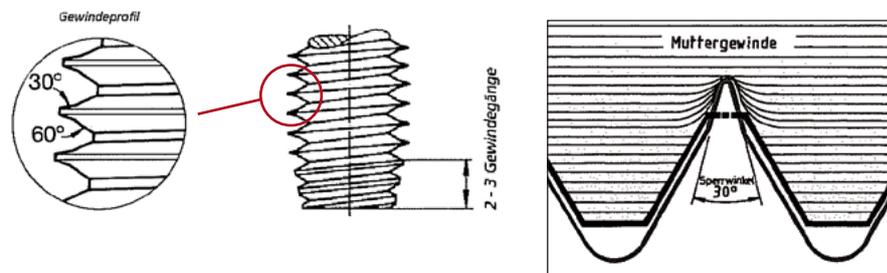


Gewindefurchende Schraube im selbstgeformten Innengewinde



Verbindungselemente mit mechanischem Sicherungsgewinde

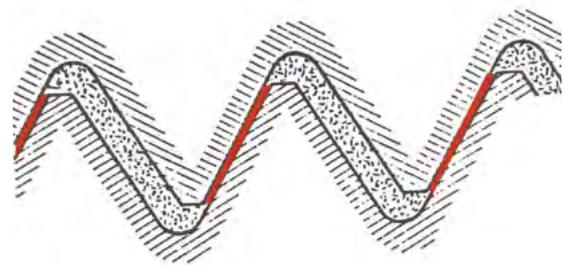
Schrauben mit integrierter „Gewindebremse“ sind Sicherungsschrauben mit Spezialgewinde. Sie werden einfach in ein vorhandenes metrisches ISO-Gewinde (Toleranzfeld 6H) eingeschraubt. Hierzu gehören z. B. Schrauben, bei denen auf den regulären Gewindeflanken mit 60° kleine zusätzliche Flanken mit 30° Steigung aufgewalzt sind, die über den Nenndurchmesser des Bolzensgewindes hinausragen. Diese 30° Spitzen dringen beim Einschrauben in das Gegengewinde ein und bewirken so eine Selbsthemmung der Schraube, wodurch ein schwingungs- und vibrationsbeständiger Sitz entsteht. Die Verformung des Muttergewindes vollzieht sich weitgehend im elastischen Bereich. Dadurch ist eine Sicherungswirkung bei bis zu fünfmaliger Wiederholverschraubung gewährleistet.



Chemische Schraubensicherungen

Chemische Gewindegewissungen (Klebind – klemmend – dichtend)

Hohe Bedeutung haben chemische Gewindegewissungen als sichere und moderne Methode. Diese Produkte werden entweder als flüssige Klebebeschichtungen (anaerob aushärtend) oder als Vorbeschichtung angeboten. Letzteres hat den Vorteil, dass die Beschichtung nicht mehr manuell während der Montage aufgebracht werden muss, sondern prozesssicher auf den Verbindungselementen vor der Auslieferung aufgebracht wird. Dies ist auch bei Schüttgut möglich.



Flüssige anaerobe Klebstoffe

Der flüssige Klebstoff wird unmittelbar vor der Montage aufgetragen. Es wird meist vom Monteur mittels Auftrag aus einer Kunststoffflasche oder bei Serienanwendungen automatisch dosiert und zugeführt. Der Klebstoff ist dadurch gekennzeichnet, dass er unter Metallkontakt und unter Ausschluss von Luft (anaerob) aushärtet. Je nach Anwendung sind die Klebstoffe (z. B. VARYBOND®) von niedrig- bis hochfest oder auch für extreme Temperaturbereiche verfügbar.

Beschreibung der Vorbeschichtungs-Systeme

In der Norm DIN 267 Teil 27 ist die Beschichtungszone mit 1,5 d gemessen vom Schraubenende vordefiniert. Die ersten 2-3 Gewindgänge sollen frei von Beschichtungsmaterial sein, um das Einschrauben zu erleichtern. Außerdem sind in der Norm Anziehmomente mit Losbrechmomenten, bzw. Klemmdrehmomenten gegenübergestellt. Hiermit ist ein planmäßiges Prüfverfahren sichergestellt.

a) DIN 267 Teil 27 – klebende Beschichtung

Mikroverkapselte Klebstoffe: Beim Einschrauben werden die Mikro-Kapseln durch Druck und /oder Scherbeanspruchung zerstört. Der in den Kapseln enthaltene Klebstoff und Härter wird freigesetzt. Es kommt zu einer chemischen Reaktion (Polymerisation), der Klebstoff härtet aus (Stoffschluss), die gewünschte Sicherungswirkung tritt ein. Das selbsttätige Losdrehen von Schraubenverbindungen wird durch Verklebung von Bolzen und Muttergewinde zuverlässig verhindert. Hierbei bleibt die eingesetzte Vorspannkraft abzüglich des Setzbetrages vollständig erhalten (Losdrehesicherung).

Nach ca. 5 Minuten je Produkt sollte der Montagevorgang abgeschlossen sein (Aushärtung). Abhängig vom Produkt beträgt die Aushärtezeit zwischen 1 und 24 Stunden.

b) DIN 267 Teil 28 – klemmende Beschichtung

Klemmende Gewindegewissicherungen: Hier wird ein Polyamid auf einen Gewindeabschnitt aufgebracht. Beim Einschrauben wird eine klemmende Wirkung erzeugt. Der axiale Spielraum zwischen Schrauben- und Muttergewinde wird durch die Beschichtung ausgefüllt und erzielt dadurch eine hohe Flächenpressung (Formschluss) zwischen den gegenüberliegenden unbeschichteten Gewindeflanken.

Die gewünschte klemmende Sicherungswirkung tritt ein. Verliersicherungen können ein teilweises Losdrehen nicht verhindern, wohl aber ein vollständiges Auseinanderfallen der Schraubenverbindung. Eine Mehrfachverwendung ist hierbei mit sinkenden Klemmmomenten möglich!

Gewindevorbeschichtungsprinzip = eingebaute Sicherung am bestehenden Bauteil

Verbindungselement nach Kundenvorgabe



Vorteile chemischer Gewindegewissung als Vorbeschichtung nach der DIN 267 Teil 27/28

- Kein Vergessen der Sicherungselemente
- Wirtschaftlich; denn zusätzlich montageaufwändige mechanische Sicherungselemente entfallen
- Zuverlässig im Vergleich zu vielen anderen sogenannten „Sicherungselementen“, wie Sicherungsringe, Unterlegscheiben, Drahtsicherungen
- Verursacht keine Oberflächenbeschädigungen
- Keine Dosierprobleme
- Gezieltes Aktivieren beim Einschrauben
- Spezielle Abstimmung auf die jeweilige Anwendung möglich



Zusätzlich können die chemischen Gewindegewissungen eine dichtende Funktion bieten. Hier sollte darauf geachtet werden, dass die Beschichtung rundum ausgeführt wird und die Zusatzanforderungen definiert werden.

Übersicht gängiger chemischer Schraubensicherungen

Sicherung	Wirkung	Beschichtung
Polyamid fleck	Klemmend	1 rot, blau oder grün
Polyamid rundum	Klemmend, dichtend	2 rot, blau oder grün
Polyamid temp. Fleck	Klemmend (temperaturbeständig)	3 braun
Polyamid temp. Rundum	Klemmend, dichtend (temperaturbeständig)	4 braun
Precote 30	Mittelfest klebend, dichtend, μ Gew. 0,10-0,15	5 gelb
Precote 80	Sehr hochfest klebend, dichtend, μ Gew. 0,25 – 0,28	6 rot
Precote 85	Hochfest klebend, dichtend, μ Gew. 0,10-0,15	7 türkis
Precote 85-8	Klebend, dichtend, μ Gew. 0,10-0,15	8 türkis
Scotch Grip 2353	Hochfest klebend, dichtend, μ Gew. 0,13-0,18	9 blau
Scotch Grip 2510	Hochfest klebend, dichtend, μ Gew. 0,12-0,15	0 orange

Das Sichern von Schraubenverbindungen wird in Zukunft an Bedeutung zunehmen, da bei der Auslegung der Verbindung oft nicht alle Einflussparameter berücksichtigt werden (können), gleichzeitig aber gestiegenen Produkthaftungs- und Sicherheitsansprüchen Rechnung getragen werden muss.

Gewindesicherungsmethoden, die kein zusätzliches Sicherungselement benötigen, bieten in Summe die höhere Prozesssicherheit und werden diesen Markt dominieren. Besonders zu nennen sind dabei die chemischen Gewindesicherungen, Schrauben und Muttern mit Sperrverzahnung, Direktverschraubungen, und mit Einschränkungen die Sicherungsmuttern entsprechend DIN EN ISO 2320.

Spezielle Sicherungselemente, die zusätzlich zu ihrer Sicherungsfunktion noch weitere positive Eigenschaften für die Verbindung besitzen (z. B. RIPP LOCK® Nord-Lock® Scheiben, HELICOIL® screwlock) werden zusätzlich Verwendung finden. Schraubensicherungen, die mit Formschluss funktionieren (Kronenmutter mit Splint u. a.) oder deren Normen bereits zurückgezogen wurden (Federringe, Zahnscheiben, usw.) sollten möglichst vermieden werden.

Eine universelle Sicherungsmethode für sämtliche Schraubenverbindungen ist bisher nicht in Sicht. Deshalb sollte bei jeder Anwendung individuell geprüft werden, welche Form der Sicherung sinnvoll ist.

ECOTECH – ECOnomic TECHNical Engineering



Je nach Anforderung können wir Ihnen auch folgende Dienstleistungen anbieten:

- Montageoptimierungen auch bei Ihnen vor Ort
- Standardisierungen und Optimierungen
- Information und Beratung
- Kundenseminare

Nach Definition Ihrer Anforderungen erarbeitet unsere Anwendungstechnik gemeinsam mit Ihnen Vorschläge und stellt bei Bedarf die erforderliche Konstruktionsunterstützung zur Verfügung.

Ihr Nutzen durch ECOTECH:

- Kürzere Entwicklungszeiten
- Dokumentierte Entscheidungsgrundlagen
- Aktuelle Verbindungstechnik
- Reduzierung der Lagerhaltungskosten
- Prozessoptimierung in der Produktion
- Kostenoptimierung der Baugruppen

BÖLLHOFF



Böllhoff Gruppe

Innovativer Partner für Verbindungstechnik mit Montage- und Logistiklösungen.

Die Kontaktdaten unserer Standorte weltweit finden Sie unter www.boellhoff.com.

Passion for successful joining.

Archimedesstraße 1–4 | 33649 Bielefeld | Deutschland
Tel. +49 521 4482-168 | message@boellhoff.com | www.boellhoff.de

Technische Änderungen vorbehalten.
Nachdruck, auch auszugsweise, nur nach ausdrücklicher Genehmigung gestattet.
Schutzvermerk nach ISO 16016 beachten.