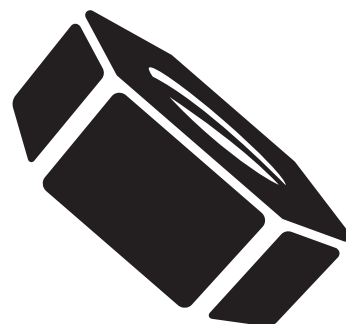
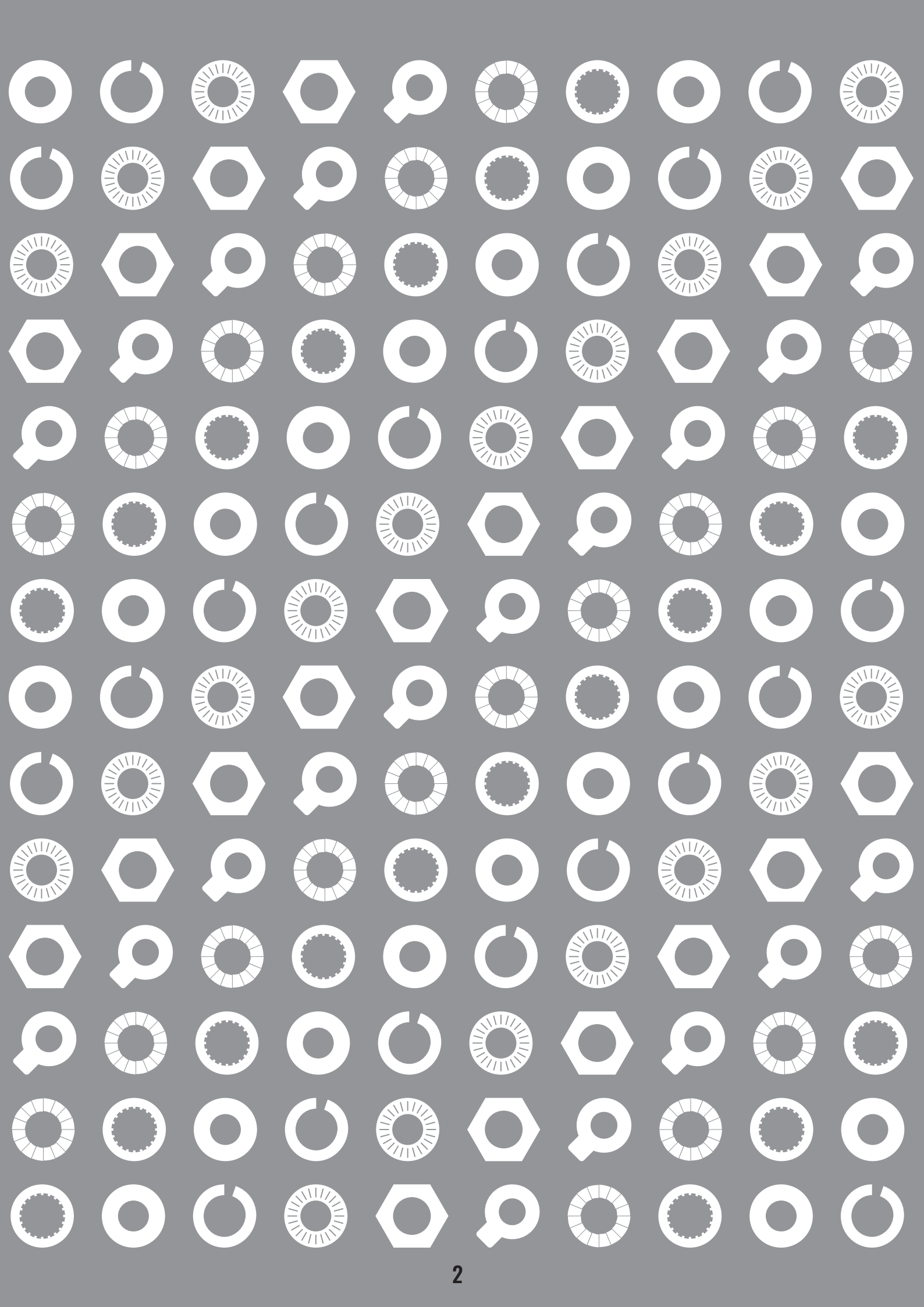




WARUM LÖSEN SICH SCHRAUBEN?

Ein Blick auf Technologien zur Schraubensicherung





4	Warum lösen sich Schrauben?
5	Herausforderungen
6	Was verursacht den Verlust von Vorspannkraft?
7-8	SICHERUNGSMETHODEN Reibung, Mechanisch, Klebstoff, Geometrie
9	Auswahlkriterien
10	Leitfaden für die Auswahl
11	Unterlegscheibe
12	Spannscheibe
13	Kontermutter
	REIBUNG
14	Sperrkantscheibe
15	Federring
16	Zahnscheibe
17	Nylon-Mutter
	MECHANISCH
18	Sicherungsblech
19	Sicherungsdraht
20	Kronenmutter
	KLEBSTOFF
21	Klebstoff
	GEOMETRIE
22	Nord-Lock Keilsicherungsscheibe
23	Nord-Lock Keilsicherungsfederscheibe
24	Der Kampf gegen Korrosion bei Stahl

WARUM LÖSEN SICH SCHRAUBEN?

Schraubenverbindungen müssen so konzipiert sein, dass sich die zusammengefügte Bauteile nicht selbsttätig lösen, selbst wenn sie Vibrationen, dynamischen Belastungen, Biegungen und Temperaturänderungen ausgesetzt sind. Obwohl das Anziehen einer Schraubenverbindung mit der richtigen Vorspannkraft theoretisch ausreichen sollte, um ein Lösen zu verhindern, funktioniert dies in der Praxis nicht immer.

Die Gründe hierfür haben wir in diesem E-Book erläutert. Wir bewerten und vergleichen gängige Methoden zur Sicherung von Schraubenverbindungen gegen das Lösen. Was sind deren Stärken, aber auch deren Schwächen.

Es enthält Leitfäden zur Auswahl der am Besten geeigneten Sicherungsmethode für die betreffende Verbindung.

Sicherungsmethoden wie **REIBUNG, MECHANISCH, KLEBSTOFF UND GEOMETRIE** werden anhand spezifischer Kriterien wie Funktion, Kosten, Aufwand und Anwendungssicherheit beschrieben und bewertet.

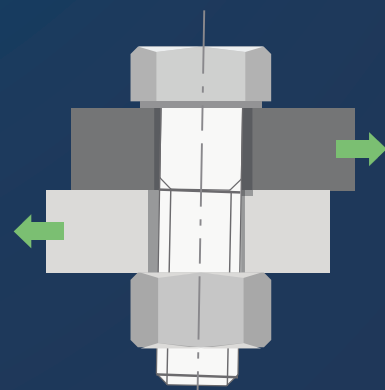
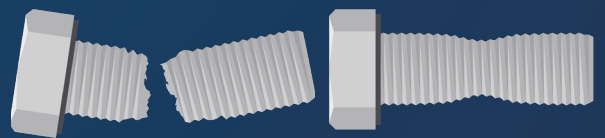
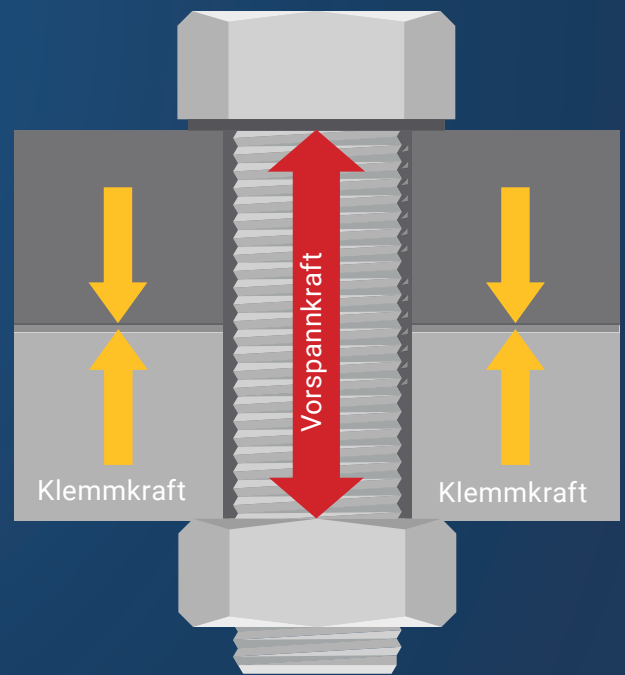
HERAUS- FORDERUNGEN

Je nach Anwendung kann das Lösen von Schrauben gravierende Auswirkungen auf Kosten und Sicherheit haben. Daher ist es entscheidend, dass die Vorspannung in einer Schraubenverbindung während der gesamten Lebensdauer intakt bleibt, da sich die Verbindung ohne ausreichend Vorspannung löst.

Vorspannung bezeichnet die Spannung, die in einem Befestigungselement entsteht, wenn es angezogen wird. Ihre Funktion besteht darin, ein Gleiten und Öffnen zwischen den Bauteilen zu verhindern. Je genauer die Vorspannung ist, desto besser sollte die Verbindung vor dem Lösen geschützt sein. Wenn sich der Bolzen dehnt, werden die Bauteile zwischen Bolzen und Mutter zusammengedrückt, wodurch Klemmkraft entsteht.

Ist die Vorspannung zu hoch, besteht die Gefahr, dass Bauteile beschädigt werden. Es besteht auch die Gefahr einer Überdehnung des Bolzens, die im schlimmsten Fall zum Bruch führen kann.

Ist die Vorspannung zu gering, besteht die Gefahr, dass sich Teile in der Verbindung bewegen, sogenannte Scherbewegungen. Ist der Bolzen externen Lastschwankungen ausgesetzt, bricht er unter Umständen, obwohl die Lasten die Grenzen des Bolzenmaterials nicht überschritten haben.



WIE ENTSTEHT VORSPANN- VERLUST?



Die größte Herausforderung für Schraubenverbindungen ist spontanes Lösen, was dazu führt, dass die Vorspannung verloren geht und die Schraubenverbindung versagt.

Spontanes Lösen: Stöße, Vibrationen, dynamische Belastungen

Spontanes Lösen tritt auf, wenn sich eine Schraube aufgrund äußerer Faktoren wie **Vibration, Stöße und dynamischer Belastung (Biegung)** löst. Die anspruchsvollsten Anwendungen sind ständig dynamischen Belastungen ausgesetzt und selbst eine leichte Drehung des Befestigungselements kann ausreichen, damit die Verbindung einen Großteil ihrer Vorspannung verliert.

Lockern: Setzerscheinungen, Kriechen, Relaxation

Setzerscheinungen sind dauerhafte Verformungen zwischen den Bauteilen, die häufig dort auftreten, wo unregelmäßige oder weiche Oberflächen vorliegen. **Kriechen** ist eine bleibende Verformung, aufgrund einer langfristigen Belastung durch hohe Beanspruchungen unterhalb der Streckgrenze der Materialien. Es ist bei Hochtemperaturanwendungen schwerwiegender. **Relaxation** ist eine Verformung des Materials aufgrund einer Kombination aus Belastung und Zeit, die eine Umstrukturierung der Mikrostruktur in den Materialien der Verbindung bewirkt. Es kommt häufig in weichen metallischen Materialien, Polymeren und Verbundwerkstoffen vor. Bei Relaxation ändert sich die Klemmlänge nicht, was die Erkennung im Vergleich zu anderen Ursachen erschwert.

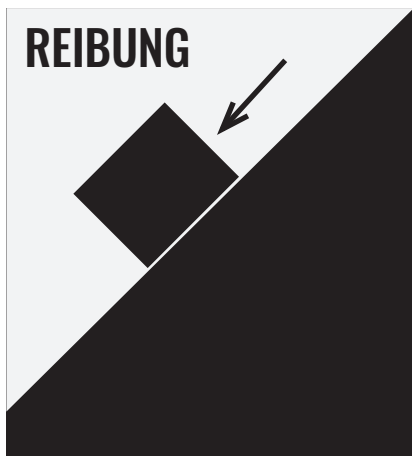
SICHERUNGSMETHODEN

Bei der Auswahl einer Sicherungsmethode die verhindert, dass sich Schrauben lösen gibt es viele verschiedene Optionen.

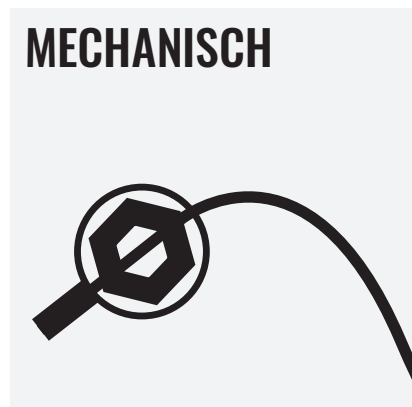
Ein wichtiges Auswahlkriterium ist, wie hoch das Risiko bei einem Versagensfalls ist und wie stark die Verbindung während der Lebensdauer Belastungen ausgesetzt ist. Nur so kann aus einigen der am häufigsten verwendeten Prinzipien eine passende Lösung ausgewählt werden.

Alle Schraubenverbindungen sind einzigartig und sollten als solche stets neu betrachtet werden.

Aus einer tiefergehenden, technischen Perspektive gibt es weitere Überlegungen die zur Betrachtung einzelnen Schraubenverbindung angestellt werden müssen. Dies reicht von Schmierung über Materialeinflüsse bis hin zu diversen Betriebsbedingungen.



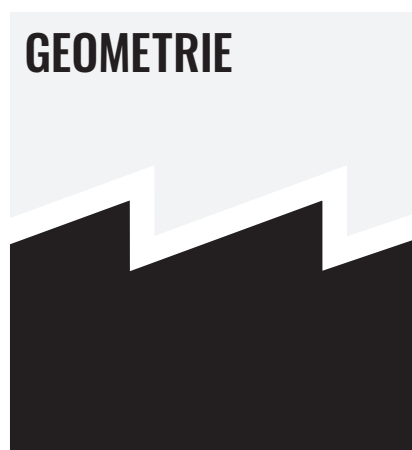
Sicherungsmethoden die auf Reibung basieren verhindern Bewegung von Bauteilen, indem der Widerstand (Reibung) zwischen den Kontaktflächen erhöht wird. Eine erhöhte Reibung zwischen dem Außen- und Innengewinde oder zwischen dem Befestigungselement und der Kontaktfläche erzeugt einen Widerstand gegen das Lösen. Nach diesem Prinzip funktionieren Federringe, Sperrkant- und Zahnscheiben. Auch selbstsichernde Muttern fallen in diese Kategorie.



Bei der mechanischen Sicherung wird eine physikalische Barriere verwendet, um zu verhindern, dass sich das Befestigungselement bewegt. Zu dieser Kategorie gehören: Sicherungsdraht, der durch ein Loch im Schraubenkopf / in der Mutter geführt und an anderer Stelle befestigt wird; Sicherungsbleche mit einer seitlichen Lasche, die nach oben gebogen wird, um die Mutter zu arretieren, sowie Kronenmutter mit Sicherungssplint. Alle drei können Losdrehen verhindern. Die korrekte Ausführung ist mitunter sehr aufwendig. Die Sicherungswirkung variiert daher stark.



Bei dieser Methode wird eine Flüssigkeit verwendet, die als Klebesicherungen bezeichnet wird und verhindert das Lösen der Schraubenverbindung. Der Klebstoff wird auf das Gewinde des Befestigungselements aufgetragen. Klebstoffe sind nicht durch die Größe des verwendeten Befestigungselements beschränkt. Sie bergen jedoch das Risiko von Produktverunreinigungen und können gesundheitsschädlich sein. Sie können sich auch erheblich nachteilig auf das Drehmoment / Vorspannungsverhältnis auswirken, was zu einer unkontrollierten Vorspannung beim Anziehen führt.



Diese Methode sichert durch Erhöhung der Klemmkraft anstatt durch Reibung. Das gängigste System sind Keilsicherungsbleche, die auf der Innenseite über Keilflächen und auf der Außenseite über Radialrippen verfügen. Beim Anziehen der Schraubenverbindung prägen sich die Radialrippen formschlüssig in die Gegenauflage ein und verhalten sich dann wie ein Bauteil. Bewegungen sind so nur noch zwischen den Keilflächen möglich. Schon bei geringster Drehung in Löserichtung erfolgt aufgrund der Keilwirkung eine Erhöhung der Klemmkraft – die Schraube sichert sich somit selbst.

AUSWAHLKRITERIEN

FUNKTIONALITÄT

SICHERUNGSWIRKUNG

Die Methode oder die Wirksamkeit gegen Lockern, verursacht durch Aufklaffen, Vibration, dynamische Belastung oder Wärmezyklen.

WIEDERVERWENDBARKEIT

Kann die Methode oder das Produkt beispielsweise nach einer geplanten Wartung wiederverwendet werden oder muss es entsorgt und durch eine neue ersetzt werden?

SICHERHEIT

ANWENDUNGSSICHERHEIT

Einige Methoden und Produkte zur Bolzensicherung wurden mit Gesundheits- und Sicherheitsaspekten in Verbindung gebracht. Beispielsweise besteht ein fester Zusammenhang zwischen der Verwendung von Sicherungsscheiben und Handverletzungen.

AUFWAND

MONTAGEDAUER

Wie aufwändig ist die Methode oder das Produkt bei der Montage? Wie lange dauert es, die Schraubenverbindung zu sichern?

KOSTEN IN BEZUG AUF METHODE ODER PRODUKT

ANSCHAFFUNGSKOSTEN

Die kombinierten Anschaffungskosten und die erste Anwendung der Methode oder des Produkts.

GESAMTKOSTEN

Die kombinierten Kosten für den Kauf, die Anwendung und die Wartung der Methode oder des Produkts über die Lebensdauer. Wiederkehrende Inspektionen, Wartungen und Nachziehen verursachen erhebliche Kosten. Ausfälle und Reparaturen können diese Kosten erheblich erhöhen, sind hier jedoch nicht enthalten.

Jede Produktgruppe im Leitfaden für die Auswahl basiert auf einer Reihe von Produkten (desselben allgemeinen Typs) verschiedener Hersteller.

Es muss anerkannt werden, dass innerhalb jeder Gruppe einige Produkte besser oder schlechter funktionieren als andere. Wir haben daher einen Durchschnittswert für jede der Produkte / Methoden in jeder Produktgruppe berücksichtigt.

Selbst innerhalb einer Produktgruppe mit einer hohen Bewertung der Sicherungswirkung kann es beispielsweise Hersteller von geringer Qualität geben, deren Produkte beim Testen nicht funktionieren.

Daher sind alle Angaben ohne Gewähr!

LEITFADEN FÜR DIE AUSWAHL

●●●●● Geeignet / Sehr Gut ● Ungeeignet / Schlecht ○ Nicht zutreffend

REIBUNG

MECHANISCH

KLEBSTOFF

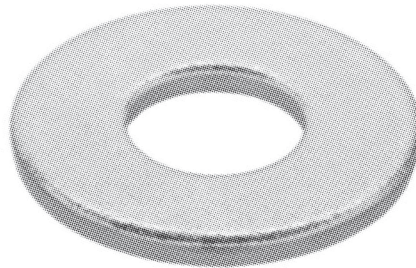
GEOMETRY

Material: Stahl	SICHERUNGS- WIRKUNG	WIEDERVERWEND- BARKEIT	ANWENDUNGS- SICHERHEIT	MONTAGE- DAUER	ANSCHAF- FUNGS- KOSTEN	GESAMT- KOSTEN
Unterleg- scheibe	○	●●●●●	●●●●●●	●●●●●	Gering	Hoch
Spannscheibe	○	●	●●●●●	●●●●●	Mittel	Hoch
Kontermutter	○	○	●	●●●	Mittel	Mittel
Sperrkant- scheibe	●●●	●	●●●●●	●●●●●	Gering	Hoch
Federring	○	○	●●●●●	●●●●●	Gering	Hoch
Zahnscheibe	●	○	●●●●●	●●●●●	Mittel	Mittel
Nylon-Mutter	●●●	○	●●●●●	●●●	Mittel	Mittel
Sicherungs- blech	●●●	●	●●	●●	Hoch	Mittel
Sicherungs- draht	●●●	○	●●●	●	Hoch	Mittel
Kronenmutter	●●	●●●●●	●●●●●●	●●●●●	Mittel	Mittel
Klebstoff	●●●●●	○	●●	●●	Mittel	Mittel
Nord-Lock Keilsicherungs- scheibe	●●●●●	●●●●●	●●●●●	●●●●●	Hoch	Gering
Nord-Lock Keilsicherungs- federscheibe	●●●●●●	●●●	●●●●●	●●●●●	Hoch	Gering

UNTERLEGSCHEIBE

VORTEILE

SCHÜTZT DIE KONTAKTFLÄCHE



NACHTEILE

KEINE SICHERUNGSWIRKUNG

Unterlegscheiben sind die am häufigsten verwendeten Bauteile einer Schraubenverbindung. Unterlegscheiben haben keine Sicherungsfunktion, sondern dienen zum Schutz vor Bauteilbeschädigungen. Sie tun dies, indem sie die Oberfläche vergrößern, um die Lastverteilung insbesondere auf weichen Materialien oder Übergröße- oder Langlöcher zu unterstützen. Sie werden zwischen dem Schraubenkopf / der Mutter und dem Bauteil gelegt. Die Schraubenverbindung wird dann wie eine ungesicherte Schraube angezogen.

AUSWERTUNG UNTERLEGSCHETBE

- Funktion
- Sicherheit
- Aufwand
- Kosten

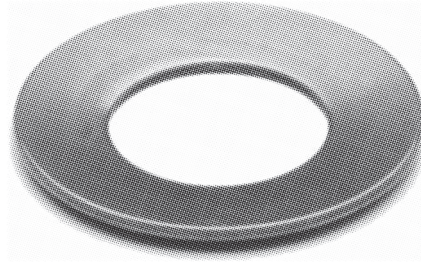
	Gering	Hoch
Sicherungswirkung	○	
Wiederverwendbarkeit	● ● ● ●	
Anwendersicherheit	● ● ● ●	● ●
Anschaffungskosten		
Gesamtkosten		

5 PUNKTE Geeignet / Sehr Gut. **1 PUNKT** Ungeeignet / Schlecht. 0 = Nicht zutreffend.

SPANNSCHEIBE

VORTEILE

WIRKT SETZERSCHWINGUNGEN ENTGEGEN



NACHTEILE

KEINE SICHERUNGSWIRKUNG

HOHE WARTUNGSKOSTEN

Federscheiben, auch Spannscheiben oder konische Unterlegscheiben genannt, verwenden Federkräfte, um axiale Flexibilität zu schaffen. Dies wirkt Setzerscheinungen entgegen und hält ein anfängliches Vorspannungsniveau aufrecht.

Die Unterlegscheiben sind zwischen dem Schraubenkopf / der Mutter und der Gegenauflage installiert. Die mechanischen Fähigkeiten der Spannscheiben hängen von der Form des Materials ab. Unter Belastung erfährt die Scheibe eine elastische Verformung und kehrt dann in die ursprüngliche Form zurück. Sie können gestapelt werden, sodass Durchbiegung und Tragfähigkeit variieren können, ohne die Kräfte wesentlich zu beeinflussen. Die von den Spannscheiben erzeugten Kräfte können je nach Materialstärke, Krümmung und Größe unterschiedlich sein. Dies bedeutet, dass der Bediener die verwendeten Federbelastungen anpassen kann.

AUSWERTUNG SPANNSCHEIBE

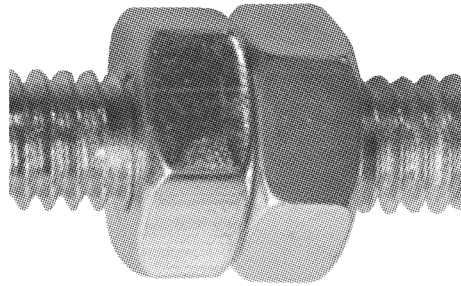
- Funktion
- Sicherheit
- Aufwand
- Kosten



5 PUNKTE Geeignet / Sehr Gut. 1 PUNKT Ungeeignet / Schlecht. 0 = Nicht zutreffend.

KONTERMUTTER

VORTEILE
PRAKTISCH UND PREISWERT
VERFÜGBARKEIT



NACHTEILE
KEINE SICHERUNGSWIRKUNG

BENÖTIGT LÄNGERE SCHRAUBEN UND
ZWEI MUTTERN

KOMPLIZIERTES MONTAGEVERFAHREN

Die Kontermutter, auch als Gegenmutter bekannt, ist eine Sicherungsmethode, bei der zwei separate Muttern übereinander verwendet werden.

Beim Anziehen der zweiten Mutter ist Vorsicht geboten, da ein zu festes Anziehen zu Beschädigungen am Gewinde oder zum Zugbruch der Schraube führt.

Obwohl die für dieses Verfahren verwendeten Muttern nur geringe Investitionen erfordern, ist der Installationsprozess selbst zeitaufwändig und hängt von den Fähigkeiten des Anwenders ab. Kontermuttern gelten auch als unzuverlässige Sicherungsmethode, die schlecht vor Vibrationen schützt, was bedeutet, dass sie häufig überprüft und gewartet werden muss – was die langfristigen Kosten erhöht. Sie ist besonders unwirksam, wenn eine Schmierung der Schraubenverbindung erforderlich ist.

AUSWERTUNG KONTERMUTTER

- Funktion
- Sicherheit
- Aufwand
- Kosten

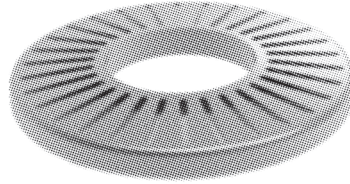


5 PUNKTE Geeignet / Sehr Gut. 1 PUNKT Ungeeignet / Schlecht. 0 = Nicht zutreffend.

SPERRKANTSCHKEIBE

VORTEILE

SCHNELLE, EINFACHE MONTAGE



NACHTEILE

UNBESTÄNDIGE SICHERUNGSWIRKUNG

SOLLTE NICHT GESCHMIERT WERDEN

Sperrkantscheiben erhöhen die Reibung zwischen dem Schraubenkopf / der Mutter und der Gegenauflage. Sie tun dies, indem sie sich in die Gegenauflage pressen. Sperrkantscheiben werden zwischen dem Schraubenkopf / der Mutter und der Gegenauflage montiert. Die Schraubenverbindung wird dann wie eine ungesicherte Schraube festgezogen. Wenn die Schraubenverbindung einen Spannungsverlust erfährt, ist die Unterlegscheibe nicht mehr wirksam und muss ersetzt werden.

Einteilige gezackte Sperrkantscheiben können lackierte / beschichtete Oberflächen beschädigen, da sie dazu neigen, sich mit dem Befestigungselement zu drehen. Dies kann die Oberfläche beschädigen, dazu führen das Lack / die Beschichtung reißen und Korrosion verursachen.

AUSWERTUNG SPERRKANTSCHKEIBE

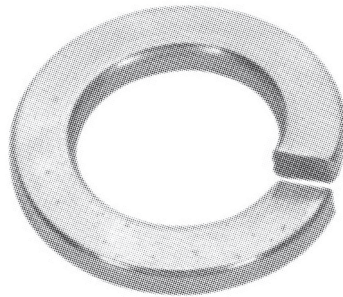
- Funktion
- Sicherheit
- Aufwand
- Kosten



5 PUNKTE Geeignet / Sehr Gut. 1 PUNKT Ungeeignet / Schlecht. 0 = Nicht zutreffend.

FEDERRING

VORTEILE
SCHNELLE, EINFACHE MONTAGE
GERINGE KOSTEN



NACHTEILE
KEINE SICHERUNGSWIRKUNG
SOLLTE NICHT GESCHMIERT WERDEN

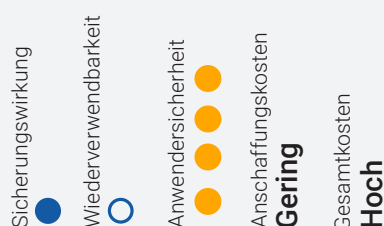
Federringe verwenden Reibung, um ein Lösen der Schraubenverbindungen zu verhindern. Der geschlitzte Ring ist etwas aufgebogen und verfügt somit über zwei scharfe Kanten. Diese sind leicht schräg ausgeführt und nicht entgratet.

Federringe werden zwischen dem Schraubenkopf / der Mutter und der Gegenauflage montiert. Die Schraubenverbindung wird dann wie eine ungesicherte Schraube angezogen. Wenn die Mutter angezogen wird, flacht die Unterlegscheibe ab und drückt die scharfen Kanten in die Gegenauflage was zu einer Erhöhung des Reibungswiderstandes führen soll.

Die Verriegelungsfähigkeit funktioniert am besten bei weicheren Materialien, da sich die Kanten leichter in sie eingraben können. Federringe sind bei Schraubenverbindungen mit höheren dynamischen Belastungen unwirksam. Sie sind auch unwirksam, wenn die Schraubenverbindung geschmiert werden muss, was das Gleiten und Drehen der Schraube fördert.

AUSWERTUNG FEDERRING

- Funktion
- Sicherheit
- Aufwand
- Kosten



5 PUNKTE Geeignet / Sehr Gut. 1 PUNKT Ungeeignet / Schlecht. 0 = Nicht zutreffend.

ZAHNSCHEIBE

VORTEILE
GERINGE KOSTEN



NACHTEILE
UNZUVERLÄSSIG

SEHR SCHLECHTE SICHERUNGSWIRKUNG

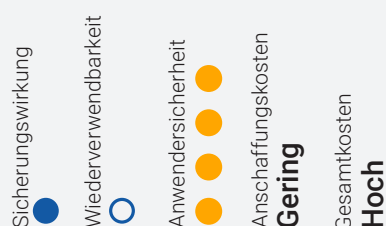
KANN NICHT WIEDEVERWENDET WERDEN

Zahnscheiben verhindern, dass sich die Schraubenverbindungen durch Reibung lösen. Ähnlich wie Sperrkantscheiben verfügen Zahnscheiben entweder innen oder außen über Verzahnungen. Sie werden zwischen dem Schraubenkopf / der Mutter und der Gegenauflage montiert und die Schraubenverbindung wird dann wie eine ungesicherte Mutter festgezogen. Wenn die Schraubenverbindung festgezogen wird, prägen sich diese Zähne in die Gegenfläche.

Diese Unterlegscheiben eignen sich am besten für weiche Oberflächen, da harte Oberflächen die Zähne abflachen. Dadurch wird verhindert, dass sie erfolgreich in die Oberfläche greifen und die Verbindung sichern.

AUSWERTUNG ZAHNSCHEIBE

- Funktion
- Sicherheit
- Aufwand
- Kosten

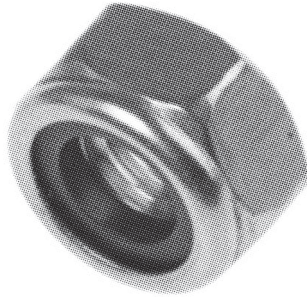


5 PUNKTE Geeignet / Sehr Gut. 1 PUNKT Ungeeignet / Schlecht. 0 = Nicht zutreffend.

NYLON-MUTTER

VORTEILE

VERLIERSICHERUNG, STELLT SICHER,
DASS SCHRAUBE UND MUTTER NICHT
ABFALLEN



NACHTEILE

SCHLECHTE SICHERUNGSWIRKUNG

KEINE WIEDERVERWENDUNG UND
SCHMIERUNG MÖGLICH

Kontermuttern sichern die Schraubenverbindungen, mittels erhöhter Reibung im Gewinde. Es gibt verschiedene Arten von Sicherungsmuttern. Solche, die Metall verwenden, um Reibung zu erzeugen, wie die Vollmetallmutter und solche, die ein Polymer zur Erhöhung der Reibung nutzen, wie die Kontermutter mit Nyloneinsatz.

Sicherungsmuttern folgen dem gleichen Installationsverfahren wie normale Muttern. Die Kontermutter mit Nyloneinsatz verfügt über eine interne Nylonscheibe oder ein -einsatz.

Die Zugabe der nichtmetallischen Komponente bedeutet, dass die Kontermutter mit Nyloneinsatz temperatur- und chemikalienempfindlicher ist. Aufgrund der erhöhten Reibwerte ist die Kontermutter mit Nyloneinsatz auch nur mithilfe eines Werkzeugs verwendbar, jedoch muss die Drehzahl weniger als 150 U / min betragen, um ein Überhitzen des Nyloneinsatzes zu vermeiden.

AUSWERTUNG NYLON-MUTTER

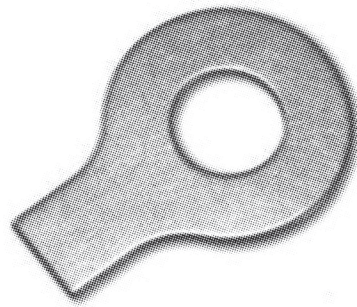
- Funktion
- Sicherheit
- Aufwand
- Kosten



5 PUNKTE Geeignet / Sehr Gut. 1 PUNKT Ungeeignet / Schlecht. 0 = Nicht zutreffend.

SICHERUNGSBLECH

VORTEILE
GUTE SICHERUNGSWIRKUNG
GERINGE KOSTEN
MIT SCHMIERUNG MÖGLICH



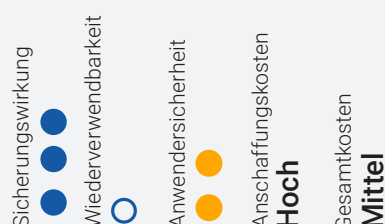
NACHTEILE
LANGE MONTAGEZEIT
WIRKUNG ANWENDERABHÄNGIG
KANN NICHT WIEDERVERWENDET WERDEN

Sicherungsbleche sind eine mechanische Sicherungslösung, mit der Schraubenverbindungen mithilfe einer physischen Barriere gesichert werden. Das Blech selbst ist ein dünnes Stück Metall, normalerweise rechteckig oder kreisförmig. Das Sicherungsblech wird zwischen dem Schraubenkopf / der Schraubenmutter und der Gegenauflage montiert und die Schraubenverbindung wird wie eine normale Schraube festgezogen. Sobald die Schraube festgezogen ist, wird die metallische Lasche am Blech um den Schraubenkopf / die Mutter herum geschlagen, um sie zu arretieren und eine Drehung zu verhindern.

Die Sicherungswirkung der Sicherungsbleche ist normalerweise gut. Zahlreiche Fälle von schlecht installierten und damit ineffizienten Sicherungsblechen wurden jedoch von großen Anlagenbesitzern gemeldet. Der Hauptnachteil ist die komplexe Montagemethode.

AUSWERTUNG SICHERUNGSBLECH

- Funktion
- Sicherheit
- Aufwand
- Kosten



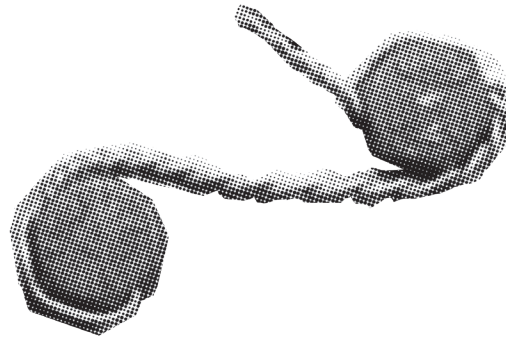
5 PUNKTE Geeignet / Sehr Gut. 1 PUNKT Ungeeignet / Schlecht. 0 = Nicht zutreffend.

SICHERUNGSDRAHT

VORTEILE

GUTE SICHERUNGSWIRKUNG

MIT SCHMIERUNG MÖGLICH



NACHTEILE

WIRKUNG ANWENDERABHÄNGIG

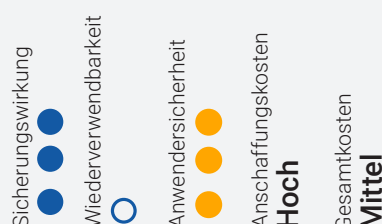
NICHT WIEDERVERWENDBAR

ERFORDERT ZUSÄTZLICHES WERKZEUG

Der Sicherungsdraht ist eine mechanische Sicherungsmethode. Bei dieser Methode wird ein Draht durch ein Loch in einem Schraubenkopf / einer Schraubenmutter geführt und verdreht, um die Schraubenverbindung zu arretieren. Anschließend wird der Vorgang durch einen oder mehrere Schraubenköpfe / -muttern wiederholt, wobei im Wesentlichen alle Schraubenverbindungen miteinander verriegelt werden. Überschüssiger Draht wird nach Abschluss des Vorgangs entfernt. Der Draht muss unbedingt so installiert werden, dass die Spannung im Draht nur dazu führt, dass sich der Schraubenkopf / die Schraubenmutter in Anzugsrichtung dreht. Die Spannung jedes Drahtabschnitts muss ebenfalls gewährleistet sein, um nicht durch versehentliches Lösen eines anderen Schraubenkopfs / einer anderen Schraubenmutter in der Reihe beeinträchtigt zu werden. Obwohl diese Methode einen angemessenen Widerstand gegen das Lösen bietet, ist die Montage zeitaufwändig und der Schraubenkopf / die Schraubenmutter müssen gebohrt werden, um die Löcher für den Sicherungsdraht zu schaffen - was die Kosten erneut erhöht. Die einzige Möglichkeit, den Sicherungsdraht zu entfernen, besteht darin, ihn abzuschneiden. Dies bedeutet, dass er nicht wiederverwendet werden kann und jedes Mal, wenn die Schraubenverbindung beibehalten wird, ein neues Teil installiert werden muss.

AUSWERTUNG SICHERUNGSDRAHT

- Funktion
- Sicherheit
- Aufwand
- Kosten

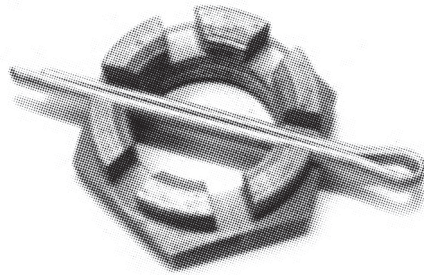


5 PUNKTE Geeignet / Sehr Gut. 1 PUNKT Ungeeignet / Schlecht. 0 = Nicht zutreffend.

KRONENMUTTER

VORTEILE

SICHERUNGSWIRKUNG DURCH SPLINT
EINDEUTIG ERKENNBAR



NACHTEILE

MUTTER HAT SPIEL

SCHRAUBE MUSS ANGEBOHRT WERDEN

BOHRUNG UND MUTTER MÜSSEN
ÜBEREINSTIMMEN

Kronenmuttern bestehen aus einer Sechskantmutter, deren Kopf mehrfach geschlitzt wurde und einem zusätzlichen Splint oder Draht. Mit Hilfe des Splintes wird die Mutter gegen Verdrehen gesichert.

Für den Splint muss allerdings im Schraubenschaft eine extra Bohrung vorhanden sein, durch die der Splint oder Draht geführt werden kann. Der Splint greift dann in die geschlitzte Krone der Kronenmutter ein und sorgt für die Verbindung zwischen Mutter und Schraube.

AUSWERTUNG KRONENMUTTER

- Funktion
- Sicherheit
- Aufwand
- Kosten



5 PUNKTE Geeignet / Sehr Gut. 1 PUNKT Ungeeignet / Schlecht. 0 = Nicht zutreffend.

KLEBSTOFF

VORTEILE
KANN ALS DICHUNG DIENEN

GEEIGNET FÜR ALLE
SCHRAUBENGEOMETRIEN



NACHTEILE
SICHERUNGSWIRKUNG VARIERT
ANWENDERABHÄNGIG

ENTHÄLT CHEMIKALIEN

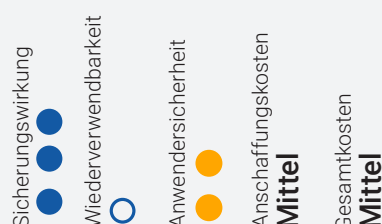
TEMPERATURABHÄNGIG

Der Klebstoff wird auf das Gewinde der Schraube aufgetragen und sofort festgezogen. Um eine optimale Verbindung herzustellen, sollten Klebstoffe nur auf saubere Oberflächen aufgetragen werden, was wiederum die Installationszeit verlängert.

Der Klebstoff benötigt auch eine Aushärtezeit, bevor er sicher verwendet werden kann. Dies kann bis zu 24 Stunden dauern. Es gibt viele verschiedene Klebstoffe mit unterschiedlichen Eigenschaften. Es ist wichtig, den richtigen Klebstoff für Ihre Anwendung, Ihr Material und Ihre Temperatur auszuwählen, um die optimale Sicherungsfunktion zu erzielen. Einige Klebstoffe können durch Erhitzen entfernt werden, sind daher aber wiederum nicht bei hohen Temperaturen verwendbar.

AUSWERTUNG KLEBSTOFF

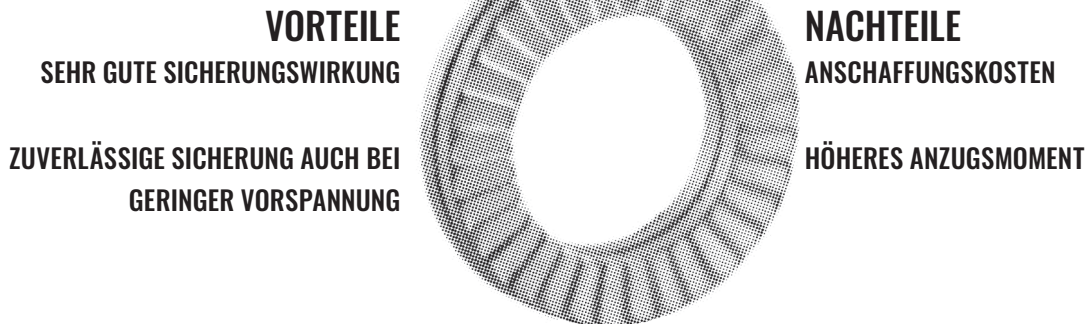
- Funktion
- Sicherheit
- Aufwand
- Kosten



5 PUNKTE Geeignet / Sehr Gut. 1 PUNKT Ungeeignet / Schlecht. 0 = Nicht zutreffend.

KEILSICHERUNGSSCHEIBE

NORD-LOCK



Nord-Lock Schraubensicherungssysteme bestehen aus einem Keilsicherungs-scheibenpaar mit gegenüberliegenden Keilflächen, die ineinander greifen. Die Form der innenliegenden Keilflächen ist so gewählt, dass der Winkel „ α “ stets größer als die Gewindesteigung „ β “ ist. Beim Anziehen der Schraubenverbindung prägen sich außenliegende Radialrippen formschlüssig in die Gegenauflage ein. Das Nord-Lock Keilsicherungs-scheibenpaar sitzt fest an seinem Platz und Bewegungen sind nur noch zwischen den innenliegenden Keilflächen möglich. Schon bei geringster Drehung in Löserichtung erfolgt aufgrund der Keilwirkung eine Erhöhung der Vorspannkraft – die Schraube sichert sich somit selbst.

Betrachten Sie die Schraube als eine Feder. Das Anziehen des Verbindungselementes spannt die Schraube wie eine Feder und erzeugt so die erforderliche Klemmkraft, um die Teile zusammenzuhalten. Nord-Lock Keilsicherungs-scheiben nutzen diesen Effekt und sichern Schraubenverbindungen durch Erhöhung der Klemmkraft anstatt durch Reibung.

Nord-Lock Keilsicherungs-scheiben können sich nicht selbsttätig lösen, da unter dem Schraubenkopf / Mutter ein Keileffekt entsteht.

AUSWERTUNG KEILSICHERUNGSSCHEIBE

- Funktion
- Sicherheit
- Aufwand
- Kosten



5 PUNKTE Geeignet / Sehr Gut. 1 PUNKT Ungeeignet / Schlecht. 0 = Nicht zutreffend.

KEILSICHERUNGSFEDERSCHEIBE

NORD-LOCK X-SERIES



Das Wirkungsprinzip der Keilsicherungsfederscheiben basiert ebenfalls auf Erhöhung der Vorspannkraft anstatt Reibung. Sie funktionieren wie die Original Nord-Lock Keilsicherungsscheiben. Sie lösen allerdings ein sehr entscheidendes Problem:

Schraubenverbindungen versagen hauptsächlich aus zwei Gründen: spontanes Lösen der Schraube aufgrund von Vibrationen oder dynamischen Lasten und Lockern der Schraubenverbindung aufgrund von Setzerscheinungen und Relaxation.

Die Nord-Lock X-Series Keilsicherungsfederscheiben kombinieren die Nord-Lock Keilsicherungswirkung mit einer außergewöhnlichen Federwirkung und bieten so ein zusätzliches Sicherheitsniveau.

Beim Lockern der Schraubenverbindung aufgrund von Setzerscheinungen und Relaxation verhindert der Federeffekt einen Verlust der Klemmkraft in der Verbindung.

AUSWERTUNG KEILSICHERUNGSFEDERSCHEIBE

- Funktion
- Sicherheit
- Aufwand
- Kosten



5 PUNKTE Geeignet / Sehr Gut. 1 PUNKT Ungeeignet / Schlecht. 0 = Nicht zutreffend.

KAMPF GEGEN KORROSION

FEUCHTIGKEIT



TEMPERATUR



CHEMIKALIEN, SALZ,
VERUNREINIGUNGEN



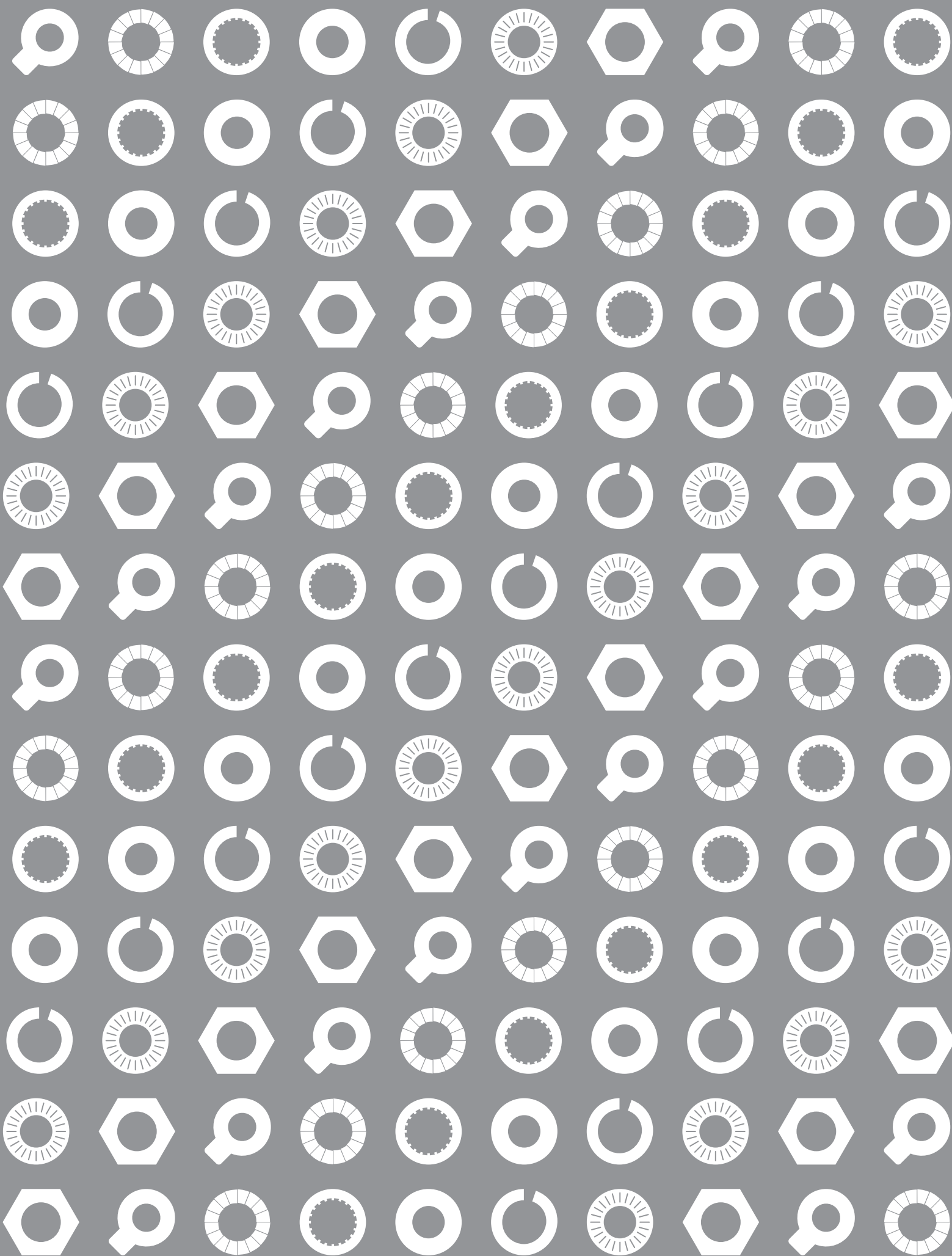
Jedes Metall - insbesondere Eisenwerkstoffe - rostet und zerfällt im Laufe der Zeit, wenn es mit Sauerstoff und Wasser in Kontakt kommt. Da es keinen absoluten Korrosionsschutz gibt, ist die Wahl des richtigen Materials und der richtigen Beschichtung bzw. des richtigen metallischen Überzuges für Verbindungselemente von entscheidender Bedeutung.

Es gibt mehrere gängige Methoden, um die Korrosion von Verbindungselementen zu verzögern: Wählen Sie die für die Umgebung am besten geeigneten Materialien aus und stellen Sie sicher, dass sie ein ähnliches elektrisches Potenzial haben, um elektrochemische Korrosion zu vermeiden. Verwenden Sie spezielle Beschichtungen oder metallisch Überzüge, um den Grundwerkstoff zu schützen.

Zinklamellenbeschichtungen sind ein sehr wirksamer Schutz für Schrauben und Unterlegscheiben aus Kohlenstoffstahl. Solche Beschichtungen werden wie eine Farbe aufgetragen und dann eingebrannt um einen ausreichenden Korrosionsschutz des Grundwerkstoffes zu schaffen. Es gibt eine Reihe anderer Optionen, einschließlich der Feuerverzinkung.

WIE MAN KORROSION ENTGEGEN WIRKT

- Analysieren Sie die korrosive Umgebung und die Anforderungen
- Wählen Sie Materialien mit ausreichender Korrosionsbeständigkeit (und ähnlichem elektrochemischem Potenzial)
- Wählen Sie einen geeigneten Korrosionsschutz
- Anforderungen definieren: Zum Beispiel die Salzsprühnebelprüfung ISO 9227, der elektrochemische Korrosionstest ASTM G48 für nichtrostende Stähle oder Korrosivitätskategorien gemäß ISO 12944



WARUM LÖSEN SICH SCHRAUBEN

Das E-Book der Nord-Lock Group.

1982 entwickelte Nord-Lock die original Keilsicherungstechnologie zur Sicherung von Schraubenverbindungen. Mit einer einzigartigen Kombination aus Know-How im Bereich der Verschraubungstechnologie und einem umfassenden Produktprogramm bieten wir Ihnen die beste Lösung für Ihre Schraubfälle.

**Benötigen Sie Hilfe bei der Auswahl der besten Schraubensicherungslösung an Ihrer Anwendung?
Lassen Sie sich von unseren Experten beraten!**

info@nord-lock.de