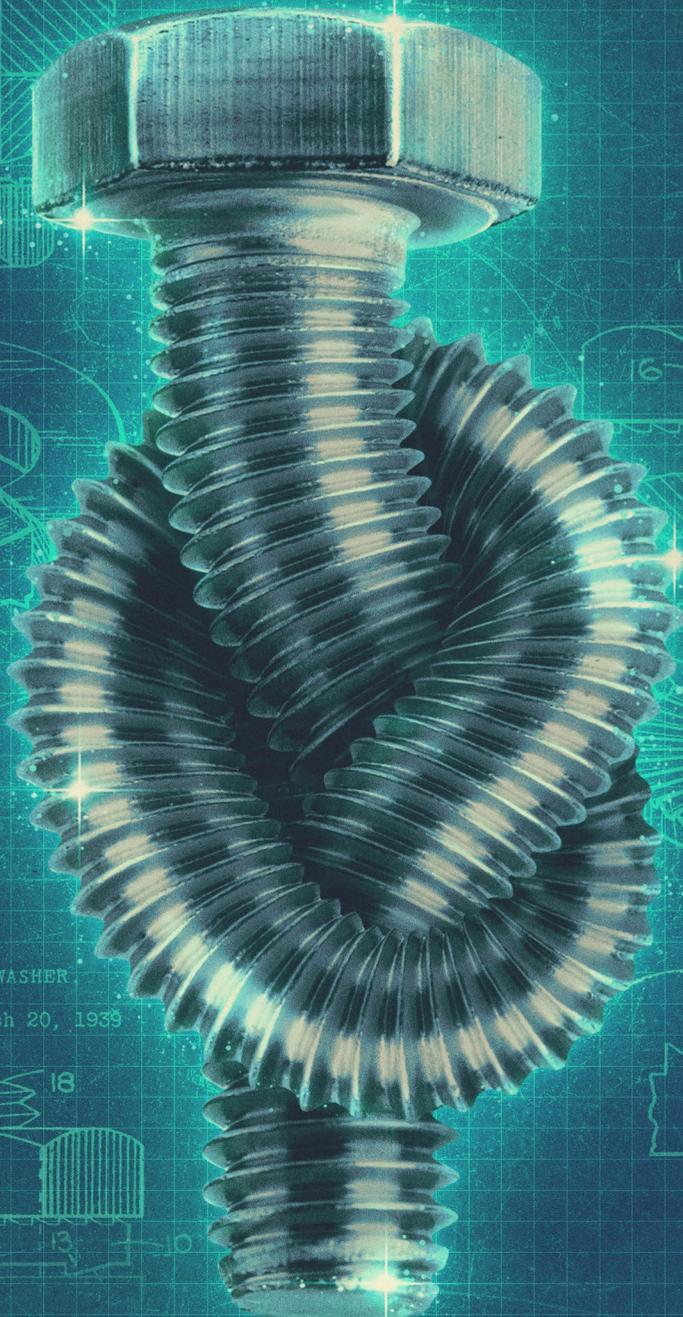


# BOLTED

DAS MAGAZIN ZUM THEMA VERSCHRAUBUNGSTECHNIK

AUSGABE 2 – 2022

## DIE GESCHICHTE DER SCHEIBE





- 08** Die Windkraft neu erfinden mit Vortex Bladeless
- 10** Optimierung der Zuverlässigkeit mit sicheren Schraubverbindungen für nachgelagerte Öl- und Gasanwendungen
- 22** Die Experten: Was passiert, wenn sich Schrauben lösen?

- 24** Die Rolle von Drohnen bei der Modernisierung der chinesischen Landwirtschaft
- 26** Die Suche nach der ultimativ sicheren Schraubverbindung im Drag Racing

Das Magazin Bolted wird von der Nord-Lock Group herausgegeben und soll dazu beitragen, das Wissen über sichere technische Lösungen rund um Schraubverbindungen zu erweitern. Bolted erscheint zweimal jährlich in elf Sprachen, darunter Chinesisch, Dänisch, Deutsch, Englisch, Finnisch, Französisch, Italienisch, Japanisch, Koreanisch, Schwedisch und Spanisch.

Unverlangt eingesandte Manuskripte werden nicht akzeptiert. Die Reproduktion der in dieser Publikation enthaltenen Inhalte ist nur nach vorheriger Genehmigung erlaubt. Anfragen werden an den Redaktionsmanager gestellt. In Bolted veröffentlichte Artikel sowie geäußerte Meinungen und Ansichten müssen nicht notwendigerweise die Meinung und Ansichten von Nord-Lock oder der Redaktion wiedergeben. Bolted wird zu Informationszwecken herausgegeben. Die in dem Magazin enthaltenen Informationen sind allgemeiner Natur und sind nicht als Ratschläge oder Entscheidungsgrundlage für einen bestimmten Verwendungszweck anzusehen. Die Nutzung der gelieferten Informationen erfolgt auf alleiniges Risiko des Nutzers, und Nord-Lock kann in keinerlei Hinsicht für Schäden verantwortlich gemacht werden, die

direkt, unbeabsichtigt, als Folge von oder indirekt durch die Verwendung der in Bolted enthaltenen Informationen entstehen.

Sie haben das Bolted Magazin erhalten, weil Sie Kunde, Partner oder Vertriebspartner von Nord-Lock sind und uns entweder beim Bestellen von Produkten, beim Besuch einer Messe oder durch Abonnieren des Magazins Ihre Adresse mitgeteilt haben.

Falls nicht von Ihnen, haben wir Ihre Kontaktdaten von einem Dritten erhalten. Wir verarbeiten Ihre Kontaktdaten, damit wir Ihnen auf der Rechtsgrundlage des berechtigten Interesses das Bolted Magazin und damit aktuelle Informationen über unsere Produkte und Dienstleistungen zur Verfügung stellen können. Wenn Sie in Zukunft keine Exemplare des Magazins mehr wünschen, informieren Sie uns bitte unter [unsubscribe@nord-lock.com](mailto:unsubscribe@nord-lock.com)

Sie können uns jederzeit Ihre Kommentare oder Anregungen zukommen lassen unter [info@nord-lock.com](mailto:info@nord-lock.com)



Fredrik Mueller  
CEO Nord-Lock Group

*Unsere Technologie hilft der Gesellschaft, sicher zu reisen, effizient zu arbeiten, die Energie von morgen zu erzeugen und vieles mehr.*

Im Jahr 1982 begann die Nord-Lock Group mit der Entwicklung der original Keilsicherungsscheiben, die ein Lösen von Schrauben und Muttern effektiv verhindern. Heute entwickeln unsere vier Technologiemarken innovative, fortschrittliche Verschraubungslösungen zur Sicherung von Anwendungen und kritischer Infrastruktur in allen wichtigen Branchen weltweit.

Wir blicken auf 40 Jahre der Innovation zurück. Anlässlich dieses wichtigen Meilensteins möchte ich auf die Geschichte der Nord-Lock Group von den unternehmerischen Anfängen bis hin zu unserem erfreulichen Wachstum eingehen.

In dieser Ausgabe stellen wir die mechanische Vorspannung mit Superbolt in den Mittelpunkt, zeichnen die Geschichte der Nord-Lock Keilsicherungsscheiben nach und teilen unsere Wertschätzung für die oft übersehenen Befestigungstechnologien, die unsere Welt zusammenhalten.

Im Jahr 2022 dürfen wir also mit Stolz darauf zurückblicken, wie sich Nord-Lock seit der Erfindung der Keilsicherungsscheiben in einer kleinen roten Scheune in Nordschweden zur weltweiten Nummer Eins im Bereich der Schraubensicherung entwickelt hat.

Es ist übrigens auch das Jahr, in dem unsere drei neuen bzw. modernisierten Fabriken vollständig anlaufen, die für noch mehr Qualität, Verfügbarkeit und Nachhaltigkeit sorgen als je zuvor. Trotz des nach wie vor schwierigen makroökonomischen Umfelds zeichnet sich für die Nord-Lock Group dank der Agilität, Erfolgsbilanz und stabilen langfristigen Inhaberschaft durch Investment AB Latour eine spannende neue S-Kurve ab – mit äußerst positiven Aussichten für zusätzliches organisches Wachstum.

*Es ist kaum zu glauben, aber wir kratzen gerade einmal an der Oberfläche der Möglichkeiten unserer Expertise und Lösungen – auch im Hinblick auf die Unterstützung eher „traditioneller“ Branchen mit intelligenter, sensorgestützter Verschraubungstechnik.*

In diesem Magazin erfahren Sie, wie unser mit dem Red Dot Award ausgezeichnetes Superbolt Tool in einem der größten Wasserkraftwerke Europas zum Einsatz kommt, wie Nord-Lock Keilsicherungsscheiben bei der drohnenbasierten Optimierung der chinesischen Landwirtschaft helfen, welche Anwendung sie im Drag Racing finden und mehr.

Wie immer wünschen wir viel Spaß beim Lesen!

**REDAKTIONSMANAGER**

Kelvin Slesser-Marriott

**ART DIRECTION UND DESIGN**

Gabriel Jacobi

**INHALTSTERSTELLUNG**

Nord-Lock Group

Spoon Agency

**ÜBERSETZUNG**

LanguageWire

**TITELBLATT**

Ju Sting

**DRUCK**

Exakta



## WARTUNG VON SCHRAUBEN-VERBINDUNGEN MIT GROSSEM POTENZIAL

*Mit mehr als 250 Druckschrauben, die an einer wichtigen Turbine angezogen werden müssen, suchte das Wartungsteam eines der größten Wasserkraftwerke von EDF nach einer Lösung zur Erleichterung der jährlichen Wartungsarbeiten.*

Text Kelvin Slessor-Marriott Bilder Jörgen Lindström

### Eine bedeutende Größe im Bereich der Erzeugung erneuerbarer Energien in Europa

Laut der Online-Publikation Our World In Data war Wasserkraft im Jahr 2020 die weltweit größte Quelle für erneuerbare Energien. In Frankreich erzeugten Wasserkraftwerke 2021 rund 62,5 TWh bzw. 12 % der Produktion des französischen Mutterlandes, wie aus der Strombilanz 2021 der Réseau de Transport d'Électricité hervorgeht. EDF ist der führende Wasserkrafterzeuger in der Europäischen Union.

Eine der größten Anlagen des Unternehmens ist EDF de la Coche, ein Wasserkraftwerk in den nördlichen Alpen am Eingang des Tarentaise-Tals in Savoyen, Frankreich. La Coche ist eines der sechs größten Pumpspeicherkraftwerke des Landes und produziert rund ein Drittel der französischen Wasserkraft.

Am höchsten Punkt des Standorts befindet sich der La Coche-Stausee, der von Zuleitungen mit einer Länge von 28 km gespeist wird und die potenzielle Energie speichert, die La Coche zur Stromerzeugung nutzt. Es handelt sich um ein sogenanntes Hochdruckkraftwerk mit einem Höhenunterschied von 900 m zwischen dem Stausee und dem Kavernenkrafthaus. Diese sogenannte hydraulische Fallhöhe erzeugt eine Durchflussrate von 40 Kubikmetern pro Sekunde, wenn das Wasser durch eine Druckleitung in die fünf Turbineneinheiten geleitet wird.

Vier dieser Turbinen können reversibel betrieben werden, was bedeutet, dass das Restwasser im unteren Stausee (Aigueblanche) wieder nach oben gepumpt werden kann, um die potenzielle Energie bei geringer Nachfrage wie in einer großen Batterie zu speichern.

*„Wenn wir bei Verbrauchsspitzen Strom benötigen, können wir ihn mit diesem Wasser für die französischen Einwohner erzeugen. In La Coche produzieren wir in etwa den Jahresverbrauch von 270.000 Personen“, erklärt Benott Pezous, Leiter der Werksgruppe La Coche Randens von EDF.*

### Wartung einer 15-Tonnen-Pelton-turbine

Bei Anlage Nummer Fünf handelt es sich im Gegensatz zu den anderen vier Francis-Turbinen um ein nicht umkehrbares G5-Peltonrad. Dieser jüngste Zuwachs am Standort La Coche ist eine lauffrichtungsgebundene Turbine, die besonders effizient ist, wenn es zu übermäßigen Wasserzuflüssen kommt, etwa durch das alpine Wassernetz während der Schneeschmelze.

Mit einem Durchmesser von 3,6 Metern und einem Gewicht von 15 Tonnen bildet das Peltonrad das Herzstück der Anlage und ist zugleich die leistungsstärkste Wasserkraftanlage von EDF in Frankreich. Hierbei wird Wasser mit einer Geschwindigkeit von rund 500 km/h durch die fünf Turbineneinheiten gepumpt, um das Peltonrad anzutreiben. Durch das im Wasser enthaltene Sediment muss das Rad jedoch trotz seiner abriebfesten Beschichtung fast jährlich ausgetauscht werden.

David Enault ist First Line Manager des Mechanical Intervention Teams bei EDF und für die reaktionsschnelle Wartung und Optimierung der Verfügbarkeit der Einheiten in der gesamten EDF-Gruppe verantwortlich.

„Beim jährlichen Radwechsel am G5-Peltonrad in La Coche arbeiten wir an achtzehn M125-Spannelementen mit Vielfachschrauben, die in einer Deckenhöhe von 1,8 m gelöst werden müssen“, sagt Enault.

### Die Wartung von Wasserkraftwerken optimieren

Aufgrund der Vielzahl von Schraubenverbindungen und der beengten Platzverhältnisse beim Anziehen/Lösen der zahlreichen Druckschrauben war das Team von Enault auf der Suche nach speziellen Werkzeugen, um den Arbeitsaufwand und die Ergonomie zu optimieren. 



Das Wasserkraftwerk La Coche von EDF

Bild edf-C.Huret

Jean-Christophe Bette, Business Preparation Manager und Kollege von Enault, stieß erstmals auf das Superbolt Tool, als er eine frühere Ausgabe dieses Magazins durchblätterte. „Unser Ansprechpartner bei Nord-Lock erklärte, dass sich dieses Werkzeug an unsere Anwendung anpassen lässt“, erinnert sich Bette.

Anschließende Tests an einem Kugelventil in La Coche konnten das Team davon überzeugen, dass das Superbolt Tool die gewünschten ergonomischen Eigenschaften hat und sich schnell implementieren lässt. Und so entschied EDF, mit der Entwicklung eines anwendungsspezifischen Werkzeugs für das G5-Peltonrad fortzufahren.

**Mit dem Superbolt Tool bis zu dreimal schneller anziehen**

Das Superbolt Tool ist eine projektbasierte, modulare Lösung mit Antriebseinheit und Kassette, die etwa genau auf die

Mutterngrößen am Peltonrad von EDF abgestimmt sind. Im Einsatz verstärkt es einen kleinen Drehmomenteintrag in eine große und gleichmäßige Drehmomentabgabe, wodurch alle Druckschrauben gleichzeitig auf eine genaue und gleichmäßige Vorspannkraft angezogen werden können.

*„Anders als beim separaten Anziehen der Superbolt Druckschrauben, bei dem wir rund 1.000 Spannvorgänge über alle Muttern hatten, können wir mit dem Superbolt Tool alle Schrauben gleichzeitig anziehen. Das gewährleistet eine gleichmäßige Vorspannung und bietet gleichzeitig eine deutliche Zeitersparnis“, so Bette.*

Das Peltonrad am Standort La Coche ist mit achtzehn großen Spannelementen montiert, sodass es früher mehr als 250 einzelne Druckschrauben gab, die von Hand gespannt werden mussten.

Albin Paluello, Senior Maintenance Technician bei EDF, äußert sich zufrieden über die jährlichen Wartungsarbeiten seit der Einführung des Superbolt Tools:

*„Es ist eine große Verbesserung. Wenn wir die Zeit vor und nach dem Superbolt Tool vergleichen, stellen wir fest, dass sich die Wartungszeiten stark verkürzt haben. Mit dem Werkzeug geht es einfach leichter.“*

„Durch das gleichzeitige Anziehen aller Druckschrauben konnten wir den Wartungsaufwand um zwei Drittel senken“, freut sich Jean-Christophe Bette. „Wir haben unser Ziel erreicht und ein Werkzeug, mit dem unsere Mitarbeiter ergonomischer unter dem Peltonrad arbeiten und Anlagenverfügbarkeit verbessern können“, bringt es Enault auf den Punkt.



Albin Paluello  
SENIOR MAINTENANCE  
TECHNICIAN, EDF



Jean-Christophe Bette  
BUSINESS PREPARATION  
MANAGER, EDF



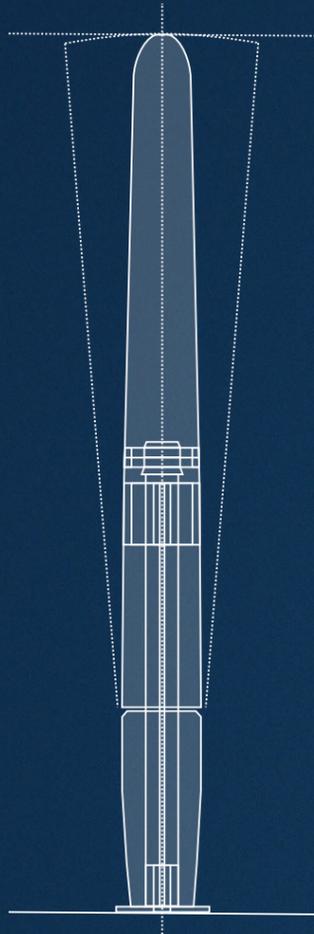
Sehen Sie, wie Delvator, Generalvertreter für Hitachi Baumaschinen in Schweden, das Expander System einsetzt

## VERSCHLISSENE GELENKLAGERUNGEN SIND KEIN GRUND ZUM VERZWEIFELN

„Das Expander System ist eine einfache Lösung für ein großes Problem“  
Thomas Johnsson, After Market Manager bei Delvator

Expander System ist eine dauerhafte Lösung gegen den Verschleiß von Gelenklagerungen, die sich schnell und unkompliziert ein- und ausbauen lässt. Mit einfachen Handwerkzeugen können die Reparaturen direkt in den verschlissenen Bohrlöchern erfolgen – ohne aufwändiges Schweißen und Aufbohren.





*Der Mensch macht sich den Wind schon seit jeher zunutze. Und doch finden wir immer wieder neue Wege, wie die innovative Technologie des spanischen Unternehmens Vortex Bladeless zeigt, das Windkraft für kleinere Anwendungen nutzbar macht.*

# DIE WINDKRAFT NEU ERFINDEN

Text Ulf Wiman Bilder Vortex Bladeless

Wenn von Windenergie die Rede ist, geht es meist um große, horizontal ausgerichtete Windkraftanlagen mit Dreiblattrotoren (HAWTs). Dabei gibt es aber auch innovative Lösungen in kleinerem Maßstab, die trotz ihrer kompakteren Größe von unschätzbarem Wert sein können, wenn für eine bestimmte Anwendung eine passgenaue Lösung gefordert ist.

So soll die Technologie des spanischen Unternehmens Vortex Bladeless S.L. sogar die Windkraft neu erfinden. Und da ist definitiv etwas dran. Vortex Bladeless hat bereits mehrere Innovationspreise erhalten und wird jetzt vom staatlichen norwegischen Energiekonzern Equinor unterstützt und teilweise sogar durch das Forschungs- und Innovationsprogramm Horizon 2020 der Europäischen Kommission gefördert.

## Perfekt für den Einsatz in Ballungsgebieten

Getreu dem Firmennamen kommt das flügellose Windrad von Vortex Bladeless ohne die riesigen Rotorblätter von HAWTs aus. Tatsächlich sind die ersten Nano-Prototypen gerade einmal 0,85 Meter hoch. Sie sind allerdings auch keine Windräder im klassischen Sinne. Das mag Sie jetzt skeptisch werden lassen, aber die flügellosen Windräder waren gar nie als Konkurrenz zu den HAWTs gedacht.

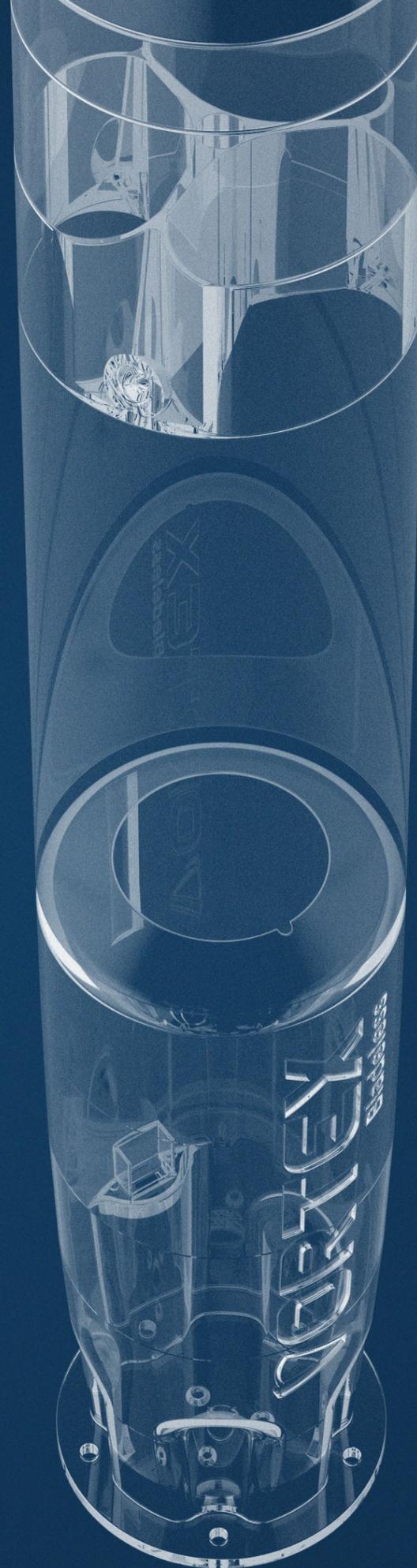
David Yáñez, Mitbegründer, Präsident und CTO, erklärt: „Mit der unbestreitbaren und durchaus wettbewerbsfähigen Realität der erneuerbaren Energien wird die unmittelbare Zukunft verteilte und sogar dezentrale Energie sein.“

*„Dabei werden Privatpersonen zu wichtigen Akteuren bei der Erzeugung und Vermarktung der auf ihren Dächern erzeugten Energie. Unsere Technologie soll diesen Menschen helfen, ihren Energiebedarf zu decken.“*

Durch ihre vertikale Bauweise haben die flügellosen Windräder eine äußerst kleine Stellfläche und sind praktisch geräuschlos. Dadurch eignen sie sich hervorragend für Ballungs- und Wohngebiete. Außerdem stellen sie keine Gefahr für Vögel dar.



David Yáñez  
MITBEGRÜNDER, PRÄSIDENT UND  
CTO VON VORTEX BLADELESS S.L.



## Eine langlebige und kostengünstige Lösung

Wie funktioniert die flügellose Technologie? Laut der Website von Vortex Bladeless handelt es sich bei der Innovation um „ein wirbelinduziertes, schwingungsresonantes Windrad, das Windenergie aus einem als Vortex Shedding bezeichneten Wirbeleffekt nutzt“.

Die Lösung besteht aus einem elastischen, konischen Mast innerhalb eines vertikal befestigten, zweiteiligen, starren Zylinders. Der untere Teil des Zylinders ist fest mit dem Untergrund verbunden, während sich der obere Teil frei bewegen kann und die maximale Schwingungsamplitude aufweist.

Der Mast reagiert optimal auf Windgeschwindigkeiten und passt sich schnell an Änderungen der Windrichtung sowie turbulente Luftströmungen an. Durch das Oszillieren des Zylinders wird mechanische Energie aufgenommen, die dann an einen Generator übertragen wird, der sie in Strom umwandelt. Der Generator ist eine relativ einfache Konstruktion mit Spulen und Magneten, kommt ohne Getriebe, Wellen oder bewegliche Teile aus und ist daher günstig und einfach herzustellen. Im Betrieb wird das Risiko von Turbinenausfällen und Stillständen deutlich reduziert, wodurch der Wartungsbedarf gering ausfällt.

Das flügellose Windrad hält rauen Witterungsbedingungen, einschließlich Regen und Schnee, sowie Windgeschwindigkeiten von bis zu 30–35 m/s – auch heftigen Stürmen oder orkanartigen Böen – problemlos stand.

## Einstürzende Brücke gab den Anstoß

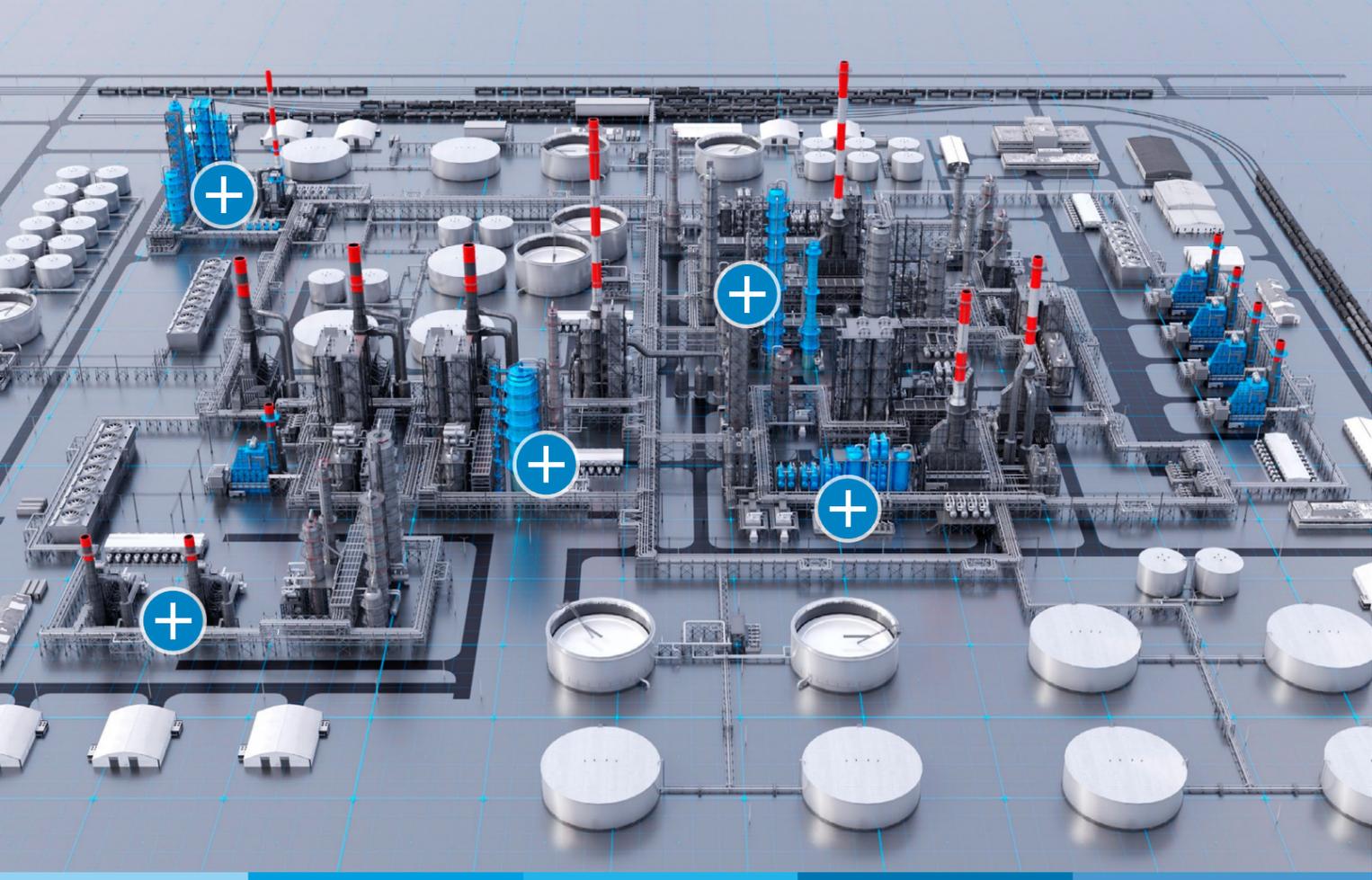
Die Idee kam David Yáñez, als er noch Ingenieurstudent an der Universität Valladolid war und einen Film aus den 1940er Jahren sah, in dem die Tacoma Narrows Bridge bei einem Sturm im Wind schwankte. Nur vier Monate nach Eröffnung für den Verkehr brach die Brücke zusammen.

Er erinnert sich noch, wie er damals dachte: „Diese Brücke nimmt ungeheuer viel Energie auf. Könnte man nicht irgendeine Technologie entwickeln, um davon zu profitieren? Dann wurde mir klar, dass eine vertikale Konstruktion Winde erreicht, die weiter vom Boden entfernt sind und daher höhere Geschwindigkeiten aufweisen.“

Heute hält Vortex Bladeless sechs eingetragene Patentfamilien. Das Unternehmen wurde 2014 mit der Unterstützung von Business Angels und anderen Fördermitteln gegründet. Seitdem hat es eine spannende Reise hinter sich, die vom Crowdfunding über verschiedene Auszeichnungen, Medienberichte und interessante Kooperationen bis hin zum Bau von Prototypen reicht.

## Endlich auf dem Markt erhältlich

Laut Yáñez befindet sich die Entwicklung in einer spannenden Phase: „Nach mehr als einem halben Jahrzehnt der Entwicklung im Labor und der Herstellung einiger Vorserien haben wir endlich eine ausreichende Reife erreicht, um die ersten bescheidenen Vorstöße auf den Markt zu unternehmen.“



*Superbolt in den Weltraum zu bringen, war eine große Sache. Doch die Eignung dieser Lösung zur Sicherung kritischer Schraubenverbindungen ist nicht auf solch beeindruckende Bereiche beschränkt.*

*Die Reise ist noch nicht zu Ende: von der Nischenlösung im Herzen der US-Fertigungsindustrie bis hin zur globalen Marke, die für industrielle Vorspannung mit Vielfachschrauben steht und heute auf dem Gebiet der Predictive Maintenance und Digitalisierung von Verschraubungen an der Spitze steht. ➔*

# DIE INNOVATIONSKULTUR VON SUPERBOLT UND SMARTE VERSCHRAUBUNGSLÖSUNGEN

## SICHERE SCHRAUBENVERBINDUNGEN ZUR OPTIMIERUNG UND ERHÖHUNG DER ZUVERLÄSSIGKEIT IN ÖL-UND GASANWENDUNGEN

Nutzen Sie die neue Online-Umgebung der Nord-Lock Group, um Informationen zu häufigen Problemen rund um Wärmetauscher, Kompressoren, Flanschwendungen, Reaktorabdeckungen, strukturelle Anwendungen und mehr zu erhalten. Wir entwickeln das Tool mit unserem branchenführenden Know-how auf dem Gebiet der Schraubenverbindungen kontinuierlich weiter.

Erfahren Sie, wie weltweit führende Öl- und Gasunternehmen mit unseren Verschraubungslösungen die Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit und Sicherheit ihrer Anlagen verbessern und ihre Wartungskosten senken.



Scannen Sie den QR-Code, um unsere Lösungen oder besuchen Sie [www.nord-lock.com/downstream](http://www.nord-lock.com/downstream)



Sébastien Bruyas  
STRATEGIC SALES MANAGER  
EMEA, NORD-LOCK GROUP



Max Bastiaansen  
R&D PROJECT COORDINATOR,  
NORD-LOCK GROUP



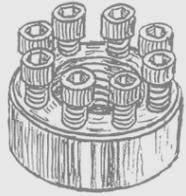
Steve Busalacchi  
GLOBAL PRODUCT MANAGER,  
NORD-LOCK GROUP



Amaris Neidich  
GENERAL MANAGER LATEINAMERIKA,  
NORD-LOCK GROUP



Pierre Kellner  
BUSINESS DEVELOPER, SMART  
PRODUCTS AND SERVICES,  
NORD-LOCK GROUP



### Die Ursprünge der Vorspannung mit Vielfachschrauben

Im Jahr 1974 hatten die Werke von US Steel in Pittsburgh mit Maschinenausfällen und wartungsbedingten Stillständen zu kämpfen. Die großen, herkömmlichen Schrauben und Muttern lösten sich häufig durch die Vibrationen und Rotationen der Anlagen. Zum Nachziehen mussten die Arbeiter oft mit einem Vorschlaghammer anrücken, um die hohen Drehmomente bei Schraubendurchmessern von über M24 zu erreichen.

Große Innovationen haben oft einen spontanen, eher zufälligen Ursprung. Und so war es ein ganz normaler Arbeitstag für Rolf Steinbock, als ihm die Idee kam, die hohen Drehmomentanforderungen dieser problematischen Muttern auf mehrere durch den Mutterkörper geschraubte Druckschrauben mit kleineren Drehmomenten zu verteilen.

Steinbock erfand das Superbolt Spannelement mit Vielfachdruckschrauben (engl. Multi Jackbolt Tensioner, MJT), eine innovative Lösung, mit der große Schrauben erstmals mit einem einfachen Drehmomentschlüssel angezogen werden konnten – der Vorschlaghammer hatte ausgedient. Die MJT-Technologie ermöglichte nicht nur eine genauere Vorspannung, sondern auch die Aufrechterhaltung der Klemmkraft, was eine Revolution für die Produktivität von Maschinen in der Schwerindustrie bedeutete, deren Schrauben sich fortan nicht mehr lösen konnten.

Mittlerweile hat sich Superbolt in Zehntausenden von erfolgreichen Anwendungen weltweit bewährt und wird von den Betreibern zur Lösung komplexer Verschraubungsprobleme in Produktionsanlagen, bei großen Bauvorhaben, im Bergbau und im Rahmen innovativer Stromerzeugungsprojekte eingesetzt. Dank der schnellen und flexiblen Produktion, des internen technischen Know-hows und der Technologiezentren rund um den Globus können die Lösungen individuell auf den Kunden zugeschnitten werden.

### Einfache Wahl. Einfache Anwendung. Eine Weiterentwicklung der Spannelemente mit Vielfachschrauben

Vereinfacht ausgedrückt, erleichtert ein Superbolt MJT die Anwendung großer Schrauben und reduziert den Wartungsaufwand. Richtungsweisend für weitere Innovationen sind immer Geschwindigkeit und Präzision.

## EASY TO CHOOSE. EASY TO USE.



Superbolt NXT

6 mm  
Schlüsselweite

220 kN  
Vorspannkraft

88  
Festigkeit

M30  
Größe

97%  
weniger  
Drehmoment!

36 Nm  
Erforderliches Drehmoment



Normale  
Sechskantmutter

46 mm  
Schlüsselweite

220 kN  
Vorspannkraft

88  
Festigkeit

M30  
Größe

1300 Nm  
Erforderliches Drehmoment



Im Jahr 2019 wurde das Superbolt Tool vorgestellt, das Nord-Lock kurz darauf den renommierten Red Dot Design Award einbrachte. Ein kompakter Antriebsmechanismus ermöglicht hier das gleichzeitige Anziehen mehrerer Druckschrauben auf die korrekte Vorspannung, wie im Fallbeispiel von EDF Energy (siehe Seite 4).

Mit Superbolt NXT folgt nun ein brandneues Spannelement mit Vielfachschrauben, das diese Grundwerte – Geschwindigkeit und Präzision – auf die nächste Stufe hebt.

„Alles begann mit einer strategischen Initiative zur Verbesserung der Kundenerfahrung beim Einsatz einer Superbolt Spannvorrichtung mit Vielfachschrauben“, erinnert sich Sébastien Bruyas, Strategic Sales Manager EMEA bei der Nord-Lock Group.

Die wichtigste Verbesserung bestand darin, die Anzahl der zum Anziehen von Schraubenverbindungen erforderlichen Druckschrauben zu reduzieren, da bereits eine geringfügige Verringerung sowohl die Montage- als auch die Demontagezeiten erheblich verkürzen kann. Um das zu erreichen, mussten die Konstrukteure diese kritische Komponente überdenken.

„Wir haben mit Stahllieferanten und Partnern im Bereich der Wärmebehandlung zusammengearbeitet, um die richtigen Werkstoffe und Verfahren zur Erhöhung der Festigkeit unserer Druckschrauben zu finden. Jetzt können wir dem Kunden eine vergleichbare Vorspannkraft mit weniger Druckschrauben bieten, was eine schnellere und einfachere Montage mit weniger Drehmoment ermöglicht“, sagt Max Bastiaansen, R&D Project Coordinator bei der Nord-Lock Group.

Superbolt NXT verfügt außerdem über eine schwarzoxidierte Beschichtung zum Schutz vor Korrosion, Lasermarkierungen als Montagehilfe und einen Griffbereich mit rutschfester Rändelung. Damit hebt es sich deutlich von den bisher auf

dem Markt erhältlichen Ausführungen mit grauen Spannelementen ab.

„Legen Sie zwei Produkte nebeneinander und Sie werden sofort den Unterschied zwischen Superbolt NXT und einem herkömmlichen Spannelement mit Vielfachschrauben erkennen – Superbolt NXT hat zwei, vier oder sogar sechs Druckschrauben weniger. Wir wollten nicht nur etwas entwerfen, das gut aussieht, sondern dem Anwender auch einen zusätzlichen Nutzen bringt. Superbolt NXT hebt sich also nicht nur optisch ab, sondern ist auch noch benutzerfreundlicher“, so Bruyas.

„Ich habe schon oft betont, dass die Auslegung des Superbolt Mutterkörpers nur innerhalb enger Grenzen möglich ist, die durch Gewindegröße, Anzahl der Druckschrauben und -Scheibe vorgegeben ist. Mit dem neuen MJT verschwinden diese Grenzen“

Steve Busalacchi, Global Product Manager bei der Nord-Lock Group.

### Ein wachsendes Angebot an internetfähigen Load-Sensing-Schraubenverbindungen

Neben mechanischen Spannelementen gibt es seit 2019 auch den Load-Sensing Tensioner (LST) von Superbolt. In der letzten Ausgabe von Bolted berichteten wir über die Zusammenarbeit zwischen Nord-Lock und Revotec bei der digitalen Überwachung der Vorspannkraft und modernen Bauwerkswartung mit dem LST an Lärmschutzwänden in Österreich.

In diesem Jahr kam die Superbolt Load-Sensing Flexnut (LSF) zu unserem Sortiment intelligenter Schrauben hinzu. Die LSF ist eine Kontermutter auf der reaktiven Seite einer Schraubenverbindung, die maximale Flexibilität bietet und mit jedem Anzugsverfahren (Spannen, Anziehen auf Drehmoment, Erwärmen usw.) zum Einsatz kommen kann. ➔



Die Superbolt Load-Sensing Flexnut (LSF) ist die neueste Ergänzung des Load-Sensing-Portfolios von Nord-Lock und kann mit jedem beliebigen Anziehverfahren verwendet werden.

„Der größte Vorteil der LSF ist für mich die Vielseitigkeit. Sie misst zuverlässig die Vorspannkraft, ganz gleich, welches Anzugsverfahren verwendet wird.“

**Amaris Neidich, General Manager Lateinamerika bei der Nord-Lock Group.**

Die integrierten Sensoren der LSF messen und übermitteln automatisch Vorspannwerte und ermöglichen so eine nahtlose Fernüberwachung bei der Montage sowie während der gesamten Lebensdauer der Anwendung. Die Anwender müssen nicht einmal vor Ort sein, um die Live-Daten auf dem Bildschirm zu verfolgen. Außerdem können sie automatische Warnungen einrichten, um informiert zu werden, wenn die Vorspannkraft außerhalb eines bestimmten Bereichs liegt (was zum Beispiel auf eine lockere Schraube hinweisen kann).

Die Möglichkeit zur kontinuierlichen Messung der Vorspannkraft mit einer Genauigkeit von mehr als  $\pm 5\%$  macht den Montageprozess sicherer, aber auch die kontinuierliche Überwachung ist von unschätzbarem Wert, um die Auslastung der Anlagen zu optimieren und ihre Verfügbarkeit zu gewährleisten.

Text Kelvin Slesser-Marriott Fotos Jörgen Lindström

„Was das Potenzial internetfähiger Schrauben angeht, kratzen wir gerade erst an der Oberfläche. Im Bereich Offshore-Windenergie beispielsweise erhalten wir viele Anfragen von Kunden, die unsere Load-Sensing-Technologien nutzen wollen, um ihre Wartungsplanung zu verbessern. Sie sehen darin ein großes Potenzial für Kosteneinsparungen.“

**Pierre Kellner, Business Developer, Smart Products and Services bei der Nord-Lock Group.**

Von der Nischenlösung in der Stahlindustrie bis hin zur führenden Größe auf dem Gebiet der industriellen Vorspannung – bei Superbolt steht und fällt alles mit der Kundennachfrage nach flexiblen, schnellen und präzisen Lösungen für das Anziehen und Warten von Schraubenverbindungen. Heute kommt die Technologie praktisch überall zum Einsatz, von Unterwasseranwendungen über Lösungen für die Luft- und Raumfahrt bis hin zur Sicherung von Brücken, Überwachung von Eisenbahninfrastruktur und mehr.

Morgen wird sie zur Optimierung der Wartungsplanung an schwer zugänglichen Orten, wie zum Beispiel an Offshore-Windkraftanlagen und im Bergbau, beitragen. Und auch danach wird es weitere Superbolt Innovationen geben – vielleicht sogar eines Tages Schrauben, die sich bei Bedarf selbst nachziehen können. Fest steht jedenfalls: Diese Kultur der Innovation und Kundennähe wird auch in Zukunft eine treibende Kraft für sicherere Schraubenverbindungen sein, wo auch immer diese als nächstes benötigt werden.



# DIE GESCHICHTE DER SCHEIBE

Text Ulf Wiman Illustration Ju Sting

Seit der Erfindung von Schrauben und Muttern gibt es ein großes Problem: Das Lösen oder Lockern der Schraubenverbindung im Laufe der Zeit. Auch wenn Unterlegscheiben vielleicht nicht die glamouröseste aller mechanischen Innovationen sind, spielen sie doch eine ganz entscheidende Rolle.

Ob zur Sicherung eines hölzernen Wagenrads aus dem 17. Jahrhundert oder einer aerodynamischen Flugzeugtragfläche – Sicherungsscheiben sind die bevorzugte Lösung für die Sicherung von Schraubenverbindungen.

Das Konzept, Gegenstände miteinander zu verbinden, ist praktisch so alt wie die Menschheit selbst. Es kann – relativ gesehen – nicht lange gedauert haben, bis jemand zwei Stöcke oder vielleicht auch einen Stock und einen Stein miteinander verbunden hat. Und dafür nicht nur die Notwendigkeit erkannte, sondern auch einen konkreten Weg gefunden hat.

Vermutlich waren verschiedene Arten von primitiven Schnüren und Seilen über Jahrtausende hinweg die bevorzugte Lösung zur Herstellung von Werkzeugen und Waffen sowie für verschiedene Konstruktionen wie einfache Gebäude und Flöße. Der neolithische Mensch (ca. 9.000 bis 5.000 v. Chr.) hat in der sogenannten Jungsteinzeit sicherlich alle vorhandenen Materialien genutzt, wahrscheinlich auch aus Teilen von Pflanzen und Tieren. ☺



Lesen Sie den Artikel über die Geschichte der Schraube

Später in unserer Evolution brachten die Holzbearbeitung und Schreinerei ein breites Spektrum an ausgeklügelten Verbindungen mit sich. Entscheidende Entwicklungen waren hier Leim sowie einfache Verbindungselemente wie Dübel und Nägel.

### Zurück zu den Anfängen der Unterlegscheiben

Der Einsatz und die Entwicklung von Unterlegscheiben sind eng mit der Entwicklung von Schrauben und Schraubenverbindungen verflochten. Wann ein technischer Vordenker die Vorteile einer Unterlegscheibe für eine Schraubenverbindung erkannte, darüber lässt sich allerdings nur mutmaßen.

Die Erfindung der Schraubengewinde lässt sich wahrscheinlich auf die Zeit um 400 v. Chr. zurückführen, wobei auch hier die Meinungen auseinandergehen. Die Technologie kam zum Beispiel in Pressen zum Einsatz. Diese Erfindung ermöglichte schließlich die Entwicklung der spitz zulaufender Schrauben, vermutlich durch die Ägypter oder die Römer, und ebnete den Weg für eine Revolution bei Holzverbindungen und anderen Befestigungsanwendungen.

Eine Schraube aus Stahl mit passender Mutter ist in ihren Anfängen wahrscheinlich ein Produkt des 15. Jahrhunderts. Obwohl

Gewindeschneidmaschinen bereits im 17. Jahrhundert relativ weit verbreitet waren, kam die Entwicklung erst mit der ersten industriellen Revolution ab Mitte des 18. Jahrhunderts in Schwung. Vorangetrieben wurde sie von der Idee und schließlich auch der Möglichkeit, Maschinen für die Massenproduktion herzustellen und einzusetzen.

### Eine Unterlegscheibe für jede Anwendung

Die Herkunft des englischen Begriffs „washer“ für Unterlegscheibe hat sich mit der Zeit verloren. Eine erste Erwähnung findet sich jedoch in einer Schrift aus dem Jahr 1346. In einer anderen Quelle aus dem Jahr 1611 wird nicht nur dieser Begriff verwendet, sondern auch sein Verwendungszweck beschrieben: Der Verringerung von Verschleiß an Radnaben in der Artillerie.

Heutzutage werden Unterlegscheiben in unterschiedlichen Formen, Werkstoffen und mit diversen Funktionen angeboten. Sie dienen etwa der Lastverteilung auf größere Flächen, als Abstandhalter, dämpfendes Element oder um die Schraubenverbindung abzudichten.

Eine wesentliche Funktion kommt auch der Sicherung der Schraubenverbindung gegen ungewolltes Lockern oder Lösen zu.

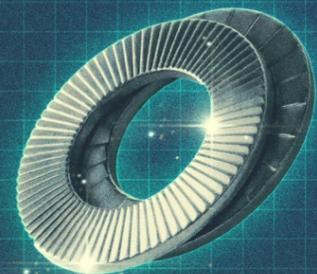
Unterlegscheiben gibt es heute in einer Vielzahl von Varianten, Materialien, Oberflächenbehandlungen und Beschichtungen sowie in den verschiedensten Größen – auch für sehr spezifische Anwendungen. Ganz allgemein lassen sie sich in drei Hauptgruppen unterteilen:

- **Einfache (flache) Unterlegscheiben**, die die Last verteilen und vor Verschleiß schützen
- **Federscheiben**, die sich die axiale Flexibilität zunutze machen, um Vorspannkraftverluste infolge Setzens zu kompensieren
- **Keilsicherungsscheiben**, die ein Lösen oder Lockern der Schraube oder Mutter verhindern

### Die bis heute effektivste Sicherungsmethode erblickt das Licht der Welt

Natürlich haben Ingenieure auch andere Methoden als Keilsicherungsscheiben erprobt, um das Lösen von Schraubenverbindungen zu verhindern, beispielsweise Klebstoffe und verschiedene Arten von klemmenden Muttern. Was die Sicherungsscheiben betrifft, so haben sich im Laufe der Zeit viele Varianten bewährt, darunter konische Sicherungsscheiben (Tellerfedern), gebogene Tellerfedern, Wellenscheiben, Federringe/-scheiben, gezahnte/gerippte Sicherungsscheiben, Sicherungsbleche und schließlich Keilsicherungsscheiben.

Keilsicherungsscheiben gelten heute als das effektivste Verfahren, um das Lösen von Schrauben zu verhindern. Erste Patentanmeldungen stammen aus dem frühen 20. Jahrhundert, aber es lässt sich wohl sagen, dass der Durchbruch in den 1980er Jahren gelang, als Nord-Lock mit der Optimierung und Vermarktung begann.



### Die Geschichte der Nord-Lock Keilsicherungsscheiben

Im Jahr 1953 begann das schwedische Unternehmen Nobex mit dem Verkauf von Ölbrennern, Schlauchaufrollern, Gehrungssägen und anderen Werkzeugen, bis es 1960 seine Produktion nach Mattmar rund 600 Kilometer nordwestlich von Stockholm verlegte. Nach dem Erwerb des Patents für Keilsicherungsscheiben 1982 stellte Nobex diese erstmals unter der Marke Nord-Lock her.

Kurt Persson, Sohn der Firmengründer Bengt und Mary Persson und seit 26 Jahren CEO von Nord-Lock, war aktiv an der Entwicklung der Keilsicherungsscheiben beteiligt. Er erinnert sich: „Mit den Keilsicherungsscheiben sind wir sozusagen direkt ins kalte Wasser gesprungen. Wir wussten damals nichts über die Produktion, die Press- und Härteverfahren oder die Oberflächenbehandlung.“

„Das Funktionsprinzip an sich war gut, daran bestand kein Zweifel“, so Persson. „Aber unser Produkt war eine Katastrophe, vor allem was Material und Design betraf. Wir haben es schließlich eingestampft und uns buchstäblich zurück ans Zeichenbrett gesetzt.“

### Perfektionierung der Keilsicherungseigenschaften

Nobex beauftragte einen Ingenieur mit der Neugestaltung der Keilsicherungsscheibe und baute dann mit der Zeit seine internen Konstruktions- und Produktionskapazitäten aus. Persson sagt:

„Zunächst ging es darum, die grundlegenden Eigenschaften der Keilsicherungsscheibe zu perfektionieren. Die weiteren Entwicklungen und Verbesserungen befassten sich dann eher mit neuen Materialien, Größen und Oberflächenbehandlungen, um einen höheren Schutz vor Korrosion, Hitze und Säure zu erreichen.“

Seitdem liegt der Schwerpunkt auf stetigen, kontinuierlichen Verbesserungen und Spezialanpassungen. Für Nobex lag der Schlüssel in der Verbesserung der Produktionstechnik und Neuausrichtung der Maschinen, um auch bei steigender Stückzahl eine hohe Qualität gewährleisten zu können. Darüber hinaus waren – und sind nach wie vor – sorgfältige Prüfungen unerlässlich, um ein hohes und gleichmäßiges Qualitätsniveau aufrechtzuerhalten.

Als erster Hersteller weltweit konnte Nobex 1984 Keilsicherungsscheiben aus Edelstahl anbieten, was laut Persson „eine deutliche Verbesserung der Produktstabilität und Korrosionsbeständigkeit bewirkte. Vor der Markteinführung wurden

die Keilsicherungsscheiben umfangreichen Salzsprühnebeltests unterzogen.“

Ein Jahr später begann das Unternehmen, paarweise verklebte Keilsicherungsscheiben anzubieten. Diese Entwicklung gewährleistete nicht nur die Produktqualität, sondern vereinfachte auch die Montage für die Kunden.

### Robustere Produktionsprozesse und Ausbau des Sortiments

Im Jahr 2001 wurde Nobex zu Nord-Lock und konzentriert sich seither ausschließlich auf die weltweite Vermarktung von Keilsicherungsscheiben. Das Unternehmen brachte 2003 Keilsicherungsscheiben in Speziallegierungen auf den Markt, darunter Keilsicherungsscheiben in 254 SMO® für Anwendungen mit Salzwasser und Chlorid sowie in Legierungen auf Nickelbasis für Hochtemperaturanwendungen und korrosive Umgebungen.

Im Jahr 2007 installierte Nord-Lock in Mattmar neue Härtings- und Oberflächenbehandlungslinien und führte kurze Zeit später die Delta Protokt®-Beschichtungen ein. Anpassungen an der nicht-elektrolytisch aufgetragenen Beschichtung ermöglichten eine höhere Härte, wodurch ihre Verwendung mit Schrauben hoher Festigkeit verbessert werden konnte.

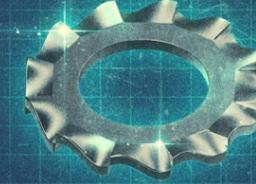
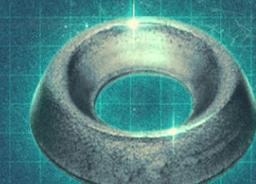
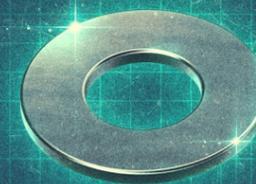
Um eine bessere Überwachung zu gewährleisten, kamen 2011 Lasermarkierungen hinzu, gefolgt von einer umfassenden Weiterentwicklung im Jahr 2012, den Nord-Lock X-series Keilsicherungsfederscheiben. Diese Serie kombiniert die Original-Keilsicherungstechnologie mit einem innovativen elastischen Effekt. Dadurch wird das Risiko eines spontanen Losdrehens der Schraube durch Vibrationen oder Lockerung, beispielsweise bei Anwendungen mit kurzer Klemmlänge und mehreren eingespannten Teilen, Dichtungen, weichen Metallen, Kunststoffverbundwerkstoffen, Beschichtungen oder Temperaturschwankungen, deutlich reduziert.

Heute stellt das Werk in Mattmar mehrere hundert verschiedene Keilsicherungsscheiben her und kann auch kundenindividuelle Sonderanfertigungen realisieren. Der Fokus liegt auf dem Ausbau der Kapazitäten, der kontinuierlichen Verbesserung des Kernprodukts und der Prozesse sowie der Erweiterung des Sortiments um neue Sicherungsscheiben und Kombiprodukte.

Im Jahr 2021 feierte die Nord-Lock Group die Einweihung einer modernisierten und erweiterten Produktionsstätte in Mattmar, um die Produktionskapazitäten angesichts der wachsenden Kundennachfrage aus aller Welt langfristig zu sichern. ☺



Kurt Persson  
EHMALIGER CEO DER  
NORD-LOCK GROUP



# HINTER JEDER GROSSEN ERRUNGENSCHAFT STECKEN VIELE KLEINE SCHRITTE

*Den vierzigsten Jahrestag der Nord-Lock Group möchten wir zum Anlass nehmen, die Denker, Konstrukteure, Ingenieure und Anwender hinter den technischen Wunderwerken zu würdigen, die unsere Gesellschaft vorangebracht haben. Und gleichzeitig die Bedeutung der einfachen Schraubenverbindung als grundlegendes Sicherheitselement in Gesellschaft und Industrie hervorheben.* ↻



## Die Sicherungsscheiben der Zukunft

Grundsätzlich gibt es viele interessante Möglichkeiten für die Fernüberwachung der Vorspannkraft von Schraubenverbindungen mit sensorgestützten intelligenten Technologien. Viele dieser Lösungen gibt es bereits, wie zum Beispiel Superbolt LST oder Superbolt LSF, die zur Überwachung besonders kritischer Verbindungen etwa im Schienenverkehr oder im Bereich der Offshore-Windenergie eingesetzt werden.

Laut Pierre Kellner, Business Developer Smart Products and Services bei der Nord-Lock Group, überwachen jedoch die meisten bestehenden intelligenten Verschraubungsprodukte die Dehnung der Schraube bzw. des Bolzens, um die Vorspannkraft zu messen. Es gibt zwar auch einige intelligente Sicherungsscheiben, die aber keine breite Anwendung finden, da sie viel mehr Platz benötigen als herkömmliche Sicherungsscheiben.

*„Nord-Lock Keilsicherungsscheiben messen nicht die Vorspannkraft, auch wenn die Keilsicherungsfunktion einen Verlust der Vorspannkraft konstruktionsbedingt ausschließt“, sagt Pierre Kellner.*

„Es gibt experimentelle Anwendungen mit piezoelektronischen Kristallen auf sehr dünnen Sicherungsscheiben, aber wirtschaftlich gesehen liegen die unmittelbaren Möglichkeiten der Industrie 4.0 in der Produktion. Dort könnte man die Effizienz und Qualität bei der Herstellung von Sicherungsscheiben verbessern, indem man automatisierte Kontrollverfahren erforscht, den Ausschuss reduziert und die Geschwindigkeit durch die Integration von Daten in den gesamten Prozess erhöht.“



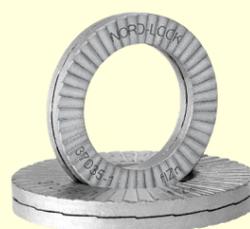
Pierre Kellner  
BUSINESS DEVELOPER, SMART  
PRODUCTS AND SERVICES,  
NORD-LOCK GROUP



## Die einfache Unterlegscheibe

Ein kleiner flacher Ring aus Metall, Gummi oder Kunststoff, der zwischen zwei Verbindungsflächen oder zwischen einer Mutter und einer Schraube angebracht wird, um den Druck zu verteilen oder als Abstandhalter bzw. Dichtung zu dienen.

Quelle: Oxford Languages



## Die Keilsicherungsscheibe

Keilsicherungsscheiben nutzen Vorspannung statt Reibung, um Schraubenverbindungen zu sichern. Jede Keilsicherungsscheibe besteht aus einem Scheibenpaar mit Keilflächen auf einer Seite und Radialrippen auf der anderen. Der Keilsicherungseffekt verhindert ein spontanes Losdrehen der Schraube.

Lesen Sie mehr über die Technologie unter [www.nord-lock.com/de-de/nord-lock/technologie/](http://www.nord-lock.com/de-de/nord-lock/technologie/)

## In der Geschichte des technischen Fortschritts geht es in unserem Kapitel um kontinuierliche Innovationen im Bereich der Sicherheit von Schraubenverbindungen.

Die technischen Errungenschaften der Menschheit sind beeindruckend: Das Rad, die Pyramiden, Kanalisationen und Tunnel unter Wasser, Flugzeuge und Brücken, die Kontinente miteinander verbinden. Wir können Atome fotografieren, in fremde Galaxien fliegen und Energie erzeugen aus nichts anderem als Wind und Ehrgeiz. Die Liste der menschlichen Errungenschaften ist lang und länger. Zu Recht werden große Leistungen nach ihrer Vollendung bejubelt. Doch jede Errungenschaft wäre unmöglich ohne die tausend verborgenen Anstrengungen, die dahinter stecken.

Es ist fast schon komisch, wenn man sich Schraubenverbindungen als eine dieser Leistungen vorstellt. Sie sind in allen Bereichen der Industrie allgegenwärtig und wirken sich auf jeden Aspekt unseres täglichen Lebens aus. Und doch spielen sie eine untergeordnete Rolle. Selbst für Ingenieure kann es Jahre dauern, bis sie die Integrität von Schraubenverbindungen nicht mehr als gegeben ansehen und ihnen über ihre grundlegende Funktion hinaus Beachtung schenken.

Diese kleinen kritischen Verbindungspunkte sind wie die winzigen Noten in der Partitur einer klassischen Komposition – wir erkennen ihre Bedeutung, wenn darauf hingewiesen wird, aber unterschätzen sie chronisch als die Kernelemente, die sie tatsächlich sind. Wer nicht gerade zu den ganz Neugierigen oder Tüftlern zählt, kann es sich nicht leisten, ständig daran zu denken und ihnen bei all den anderen Aspekten, die unsere Aufmerksamkeit erfordern, Priorität einzuräumen. Stattdessen vertrauen wir auf die Integrität der kleinen Dinge, ohne einen zweiten Gedanken daran zu verschwenden. Alles andere würde uns überfordern.

Wir halten Flugzeuge für selbstverständlich. Aber ein Flugzeug ist im Wesentlichen eine Ansammlung von Technologien und Materialien, die in einer Zweckeinheit zusammengefunden haben, mit der Gefahr von Material- und Konstruktionsmängeln, anfällig für menschliche Fehler. Eine Kette von Komponenten, bei der kein Element die Bedeutung des anderen überwiegt – ein mechanisches System, bei dem die Grenzen

unserer eigenen Vertrauensfähigkeit uns zwangsläufig darauf beschränken, der Lösung als Ganzes zu vertrauen und nicht jedem ihrer einzelnen Bestandteile.

Dieser pauschale Glaube ist notwendig, sonst würden wir verrückt werden, aber er ist auch fehlbar. Jedes neue oder separate Element birgt einen Risikofaktor. Durch ihre gegenseitige Abhängigkeit vervielfachen sich die Risikofaktoren und kulminieren schließlich an der schwächsten Stelle der Anwendung.

Aus technischer Sicht kann diese schwächste Stelle überall sein, aber der gesunde Menschenverstand – und die Lehren aus der Vergangenheit – sagen uns, dass es sich dabei oft um die Schraubenverbindungen handelt. Was noch beunruhigender ist: Eine große interne Studie eines Kunden hat gezeigt, dass Ausfälle von Schraubenverbindungen in fast 80 % der Fälle auf Montagefehler zurückzuführen sind, beispielsweise auf eine nicht erreichte Mindestvorspannkraft. Es genügt also eine einzige Schraube, die scheinbar angezogen wurde, aber tatsächlich vergessen wurde. Dann spielt es keine Rolle mehr, wie sicher die anderen sind – die Verbindung ist gefährdet und damit die gesamte Anwendung.

Und dieses Risiko ist keine Kleinigkeit, es geht um Menschenleben wie das der Mitarbeiter am Industriestandort. Aber zurück zu unserem Flugzeug: Kein Passagier kann sich vorstellen, welches Maß an Vertrauen erforderlich ist, um sicher vom Boden abzuheben und ans Ziel zu gelangen. Es wäre überwältigend und würde wohl Rechenkapazitäten erfordern, die unser Hirn nicht leisten könnte. Wir kaufen also unser Ticket und vertrauen.

Dieses Vertrauen ist mit einer großen Verantwortung verbunden. Es verpflichtet den Lieferanten der verschiedenen Elemente eines komplexen mechanischen Systems, einem bekannten Mantra gerecht zu werden: Integrität bedeutet, das Richtige zu tun, auch wenn niemand zusieht.



Text Patrick Fitzgerald  
Fotos Monty Rakusen/Getty Images und Christian Frumol

Mit der zunehmenden Komplexität der Konstruktionen und der enormen Bedeutung der verschiedenen Anwendungen sind auch die Anforderungen an die Integrität von Schraubenverbindungen gestiegen.

Insbesondere die Verbreitung der hydraulischen Vorspannung im Zusammenhang mit der Offshore-Ölindustrie in den 1970er Jahren erwies sich hier als Katalysator – zumindest in besonders gefährlichen und komplexen technischen Umgebungen. Das Verfahren ermöglichte zwar erstmals das präzise und gleichzeitige Anziehen mehrerer anspruchsvoller Schraubenverbindungen, war aber auch neu und schwer zu erlernen und mit Drücken von bis zu 1.500 bar ziemlich gefährlich.

Aber dieses neue Bewusstsein legte schließlich den dringend benötigten Fokus auf die Sicherheit der Schraubenverbindung. Einst eher Mittel zum Zweck, war sie nun ein wichtiges Diskussionsthema, wenn nicht gar Anlass zur Besorgnis, und zwar bei weit mehr Anwendungen als nur den offensichtlich gefährlichsten.

Das hatte zur Folge, dass einige clevere Fachleute in den 1980er Jahren neue und beeindruckende Methoden entwickelten, um diese Sicherheit zu gewährleisten – die Geburtsstunde der Nord-Lock Keilsicherungsscheiben, die bei nahezu jeder Schraubenverbindung ein Losdrehen verhindert und dennoch einfach anzuziehen und gleichzeitig wirkungsvoll ist. Weitere wichtige Entwicklungen waren Superbolt Spannelemente, eine Lösung zum Vorspannen von großer Schrauben mit einfachen Handwerkzeugen, oder das hydraulische Vorspannen mit Boltight für unterschiedlichste Anwendungen in einer wachsenden Zahl von Branchen. Und nicht zu vergessen: Das Expander System, das die Wartung von Bau-, Forst- und anderen schweren Maschinen so sehr verändert hat, dass das schwedische Industrieministerium es wegen seiner Bedeutung für die moderne Industrie mit der Erfindung des Kugellagers verglich.

Heute ist die Sicherheit von Schraubenverbindungen der Schlüssel zu fast jeder mechanischen Anwendung oder Konstruktion auf der Welt. Sie ist von grundlegender Bedeutung für anerkanntere Technologien – und damit auch für unsere Lebensweise. Sie gibt uns die Freiheit, zu vertrauen ohne zu hinterfragen. In aller Stille hält sie unsere Welt zusammen.

*Eine Geschichte, an der noch immer geschrieben wird und die es wert ist, gefeiert zu werden.*

# Was passiert, wenn sich Schrauben losdrehen?

Schicken Sie Ihre Fragen zum Thema Schraubenverbindungen per E-Mail an [experts@nord-lock.com](mailto:experts@nord-lock.com)



Anders Knutsson  
PRODUCT MANAGER,  
NORD-LOCK DIVISION,  
NORD-LOCK GROUP

Früher oder später neigen Schrauben dazu, sich zu bewegen.

Vielleicht schon morgen, vielleicht erst in zwei Jahren, besteht bei einer Schraubenverbindung das allgemeine Risiko einer Bewegung.

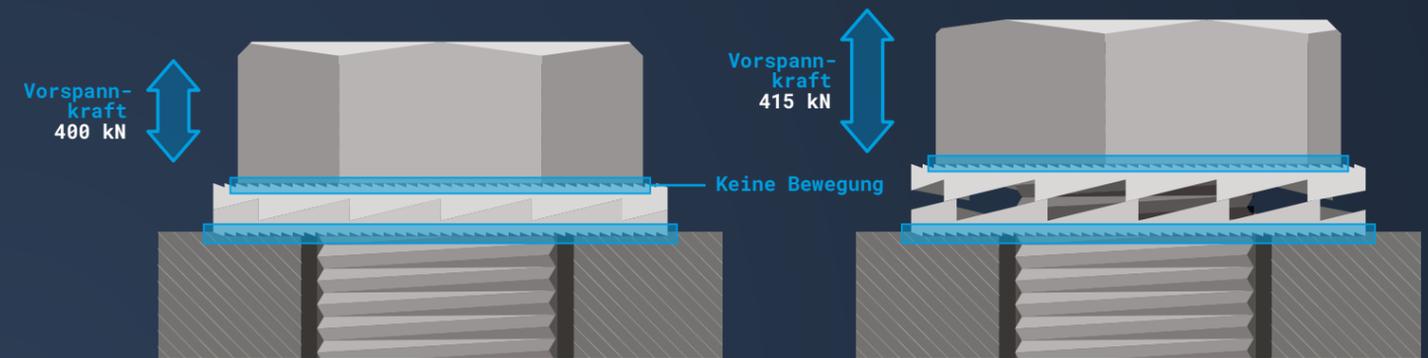


Abbildung 2: Beim Lösen einer mit Nord-Lock Keilsicherungsscheiben gesicherten Schraubenverbindung kommt es hingegen zu keiner Rotation der Schraube

Normalerweise sprechen wir darüber, wie dieses Losdrehen und Lockern verhindert werden kann. Aber wie wäre es, wenn wir heute einmal einen Blick darauf werfen, was genau passiert, wenn das Losdrehen beginnt? Welche Mechanismen spielen dabei eine Rolle und wie wirken sich verschiedene Sicherungslösungen auf die Situation aus? Es mag wie eine Kleinigkeit erscheinen, aber tatsächlich macht genau dieses Detail den Unterschied aus.

### Das Problem mit ungesicherten Schraubenverbindungen und Rotation

Schraubenverbindungen reagieren bekanntermaßen empfindlich auf Vibrationen und dynamische Belastungen sowie andere wichtige Faktoren wie Setzen, Kriechen und Relaxation – mit Auswirkungen auf die verbleibende Vorspannkraft.

Wenn sie diesen äußeren Faktoren ausgesetzt sind, besteht ein hohes Risiko, dass sich Schrauben lösen. Bei ungesicherten Verbindungen ist es die Reibung zwischen den Bauteilen, die ein Losdrehen verhindert. Sobald die äußeren Faktoren jedoch zu stark sind, kommt es zu einer solchen ungewünschten Rotation.

Wenn das Losdrehen einmal eingesetzt hat, ist noch weniger Kraft erforderlich, um eine weitere Drehung zu bewirken, was letztendlich zu einem vollständigen Verlust der Vorspannung und damit losen Schrauben führt.

### Nie mehr Losdrehen

Um ein Lösen von Schrauben zu verhindern, gibt es eine Vielzahl gängiger Methoden, wie Federringe, gerippte Sicherungsscheiben und Kontermuttern. Trotz der Unterschiede in Funktionsweise und Leistung ist das Grundprinzip gleich: Alle Methoden setzen auf erhöhte Reibung, um ein Drehen der Schraube zu erschweren.

Hat das Losdrehen aber erst einmal begonnen, gibt es nichts mehr, was eine weitere Rotation der Schraube verhindern kann, und es braucht dafür immer weniger Kraft. Reibschlüssige Lösungen funktionieren grundsätzlich wie eine ungesicherte Verbindung, nur haben sie dabei einen anderen Reibungsgrad.

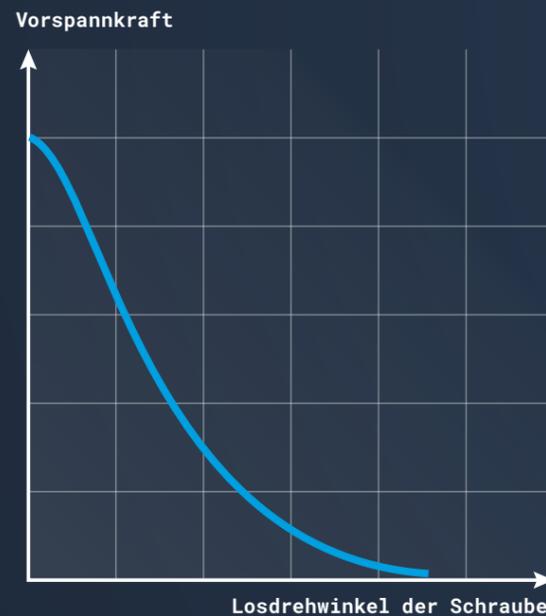


Abbildung 1: Verhältnis zwischen Vorspannkraft und Schraubendrehung



Abbildung 3: Vorspannkraft beim Lösen

### Die Alternative zum Reibschluss

Nord-Lock Keilsicherungsscheiben setzen auf Geometrie statt Reibung, um ein Lösen der Schraube zu verhindern. Man könnte sogar sagen, dass Nord-Lock Keilsicherungsscheiben Rotation nutzen, um den Verlust der Vorspannkraft und ein Loslösen der Schraube zu verhindern.

Das Prinzip der Keilsicherung sorgt dafür, dass Drehbewegungen nur zwischen den Keilflächen auftreten. Das bedeutet, dass sich die obere Keilsicherungsscheibenhälfte bei der geringsten Drehung der Schraube mit der Steigung der Keilflächen nach oben bewegen muss.

Da diese Steigung größer ist als die Gewindesteigung der Schraube, dehnt sich die Schraube und erhöht so die Vorspannkraft in der Schraube. Die Erhöhung der Vorspannkraft wirkt also der Rotation entgegen und verhindert so ein Lösen der Schraube!

Damit sich eine mit Keilsicherungsscheiben gesicherte Schraube lösen kann, muss sie sich dehnen und somit länger werden. Dadurch unterscheidet sich die Keilsicherungstechnologie von anderen Lösungen.



In unserem Junkertest-Video erfahren Sie, wie unsere Keilsicherungsscheiben im Vergleich zu alternativen Sicherungsmethoden abschneiden

# THE SKY IS THE LIMIT

## UAVS UNTERSTÜTZEN DIE CHINESISCHE LANDWIRTSCHAFT

Text Ulf Wiman Bilder SLZY

*Die Ernährung der riesigen Bevölkerung Chinas ist eine gewaltige Herausforderung, weshalb das Land seinen Agrarsektor schrittweise modernisieren will, um ihn effizienter zu machen. Eine entscheidende Rolle spielt dabei eine relativ neue Technologie: Unbemannte Luftfahrzeuge (UAVs).*

China ist das größte landwirtschaftliche Erzeugerland der Welt. Das sollte niemanden überraschen, zumal es sich um das bevölkerungsreichste Land der Erde handelt – mit rund 1,413 Milliarden Menschen, etwas mehr als auf dem gesamten afrikanischen Kontinent.

Diese gigantische Bevölkerung zu ernähren, ist eine große Herausforderung. Dabei ist China bei allem was man anbauen und essen kann, mit ziemlicher Sicherheit weltweit führender Produzent. Das gilt für Reis und die meisten anderen Getreidesorten, Gemüse sowie Obst.

Die Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen (FAO) schreibt: „China ist es gelungen, auf weniger als zehn Prozent der weltweiten Anbaufläche ein Viertel des weltweiten Getreides zu produzieren und damit ein Fünftel der Weltbevölkerung zu ernähren, was eine große Errungenschaft im Streben nach Lebensmittel- und Ernährungssicherheit nicht nur in China, sondern weltweit ist.“



### Technologien für eine effizientere Landwirtschaft

Chinas Regierung hat die Entwicklung und Modernisierung der Landwirtschaft zu einer der wichtigsten Prioritäten erklärt. Ziel ist es, die Produktion effizienter zu machen und die gesamte landwirtschaftliche Wertschöpfungskette zu optimieren. Der Wandel von dezentralen Kleinbetrieben hin zu groß angelegten Agrarmodellen, die auf effiziente landwirtschaftliche Methoden setzen, ist hierbei von entscheidender Bedeutung.

Darüber hinaus müssen Innovationen bei Agrartechnologien und deren großflächige Einführung beschleunigt werden. Daher kommen dort zunehmend hochmoderne Geräte wie unbemannte Luftfahrzeuge (UAVs) zum Einsatz.

Nach zehn Jahren immer neuer Entwicklungen machten UAVs in der Land- und Forstwirtschaft sowie im Pflanzenschutz 2020 rund 42 Prozent des zivilen UAV-Marktes der Volksrepublik aus.

### Drohnen ermöglichen höhere Erträge

Die Drohnen bringen dem Agrarsektor zahlreiche Vorteile, wie etwa eine effizientere Überwachung und Analyse von Feldern und Nutzpflanzen. Um die Erträge weiter zu verbessern, vereinfachen sie außerdem das Besprühen der Felder mit Düngemitteln, Pestiziden und Pflanzennährstoffen. Früher mussten die Landwirte dazu entweder zu Fuß durch die Felder gehen oder teure Fahrzeuge oder sogar Agrarflugzeuge nutzen.

Mit Drohnen sind sie unabhängiger von externen Zulieferern und können Zeit und Geld sparen. Sie können ihr UAV entweder selbst steuern oder vollständig autonom fliegen lassen. Einer Quelle zufolge leistet ein 15-minütiger UAV-Beobachtungsflug mitunter so viel wie drei bis vier Stunden manuelle Beobachtung.

Hinzu kommt die Sicherheit. Das Steuern eines Agrarflugzeugs zum Besprühen der Felder ist kompliziert und verlangt absolute Aufmerksamkeit. So müssen beispielsweise gefährliche Hochspannungsleitungen umflogen werden – schwere Unfälle sind hier keine Seltenheit. Durch den Einsatz von Drohnen sinkt diese Unfallgefahr erheblich.

### Ein sehr wettbewerbsfähiges UAV-Angebot

Landwirtschaftliche Drohnen, die für die großflächige Schädlingsbekämpfung eingesetzt werden, können in der Regel schwere Lasten heben. Der chinesische Hersteller Shangliang Zhongyi (SLZY) Hi-tech Co., Ltd. bietet mit seiner Houji-Reihe einige hochpräzise UAVs für den Pflanzenschutz an. Diese Drohnen haben eine äußerst wettbewerbsfähige Nutzlast von 40 Kilogramm, bieten lange Laufzeiten, haben einen guten Windfeldeffekt und lassen sich einfach bedienen und warten.

Herr Zhang, Technischer Leiter bei SLZY, sagt: „Die Houji-Reihe bietet wichtige Vorteile gegenüber anderen UAVs in Bezug auf die technische Leistung, Effizienz und Wirkung, wenn es um den großflächigen Anbau von Nutzpflanzen und die Schädlingsbekämpfung etwa bei Obstbäumen und Baumwolle geht.“

Anfangs kam es jedoch durch die hohe Drehzahl und die damit verbundenen Vibrationen des Rotors zu lockeren Schrauben an den UAVs. Um dieses Problem zu lösen, setzte SLZY auf Federdichtungen und das Prinzip der Reibung, aber der Lockerungsschutz war aufgrund der ungleichmäßigen Elastizität unzuverlässig.

### Suche nach einer besseren Verschraubungslösung

Für die Kunden waren häufige Wartungsarbeiten aufgrund von lockeren Schrauben nichts Ungeöhnliches. In der Folge waren die Betriebszeit der Drohne kurz und der Arbeitsaufwand insgesamt hoch.

*SLZY suchte nach einer anderen Möglichkeit, die Motoren, Rotoren und Antennenbefestigungen zu sichern. Die Lösung: Nord-Lock Keilsicherungsscheiben.*

Anders als Federdichtungen setzen Nord-Lock Keilsicherungsscheiben auf Geometrie statt Reibung, um ein Lösen der Schraube zu verhindern. Das System besteht aus einem Paar Sicherungsscheiben mit Keiflächen an einer Seite und Radialrippen an der anderen. Das Prinzip der Keilsicherung sorgt dafür, dass Drehbewegungen nur zwischen den Keiflächen auftreten.

### Reduziert den Wartungsaufwand erheblich

„Dank der ausgezeichneten Sicherungsleistung der Nord-Lock Keilsicherungsscheiben müssen wir nicht mehr so häufig Inspektionen oder Reparaturen durchführen. Unsere Kunden sagen, dass dies die Betriebszeit ihrer UAVs deutlich verlängert und die Stabilität insgesamt verbessert hat“, so Zhang.

Die Houji-Drohnen werden mittlerweile in ganz China eingesetzt. Bei der großflächigen Schädlingsbekämpfung im Getreideanbau sowie bei Obstbäumen und Baumwolle erfüllen sie unterschiedliche Anforderungen und meistern selbst schwieriges Gelände. Die nun stabileren und robusteren UAVs der Houji-Reihe werden auch in Zukunft einen wichtigen Beitrag zu einem effizienteren und moderneren Pflanzenschutz in China leisten.

KUNDE  
SHANGLIANG ZHONGYI (SLZY) HI-TECH CO. LTD.

ANWENDUNG  
LANDWIRTSCHAFTLICHE UAVS DER HOUJI-REIHE

NUTZLAST  
40 KG

BETRIEBSZEIT BEI VOLLAST  
90 MINUTEN

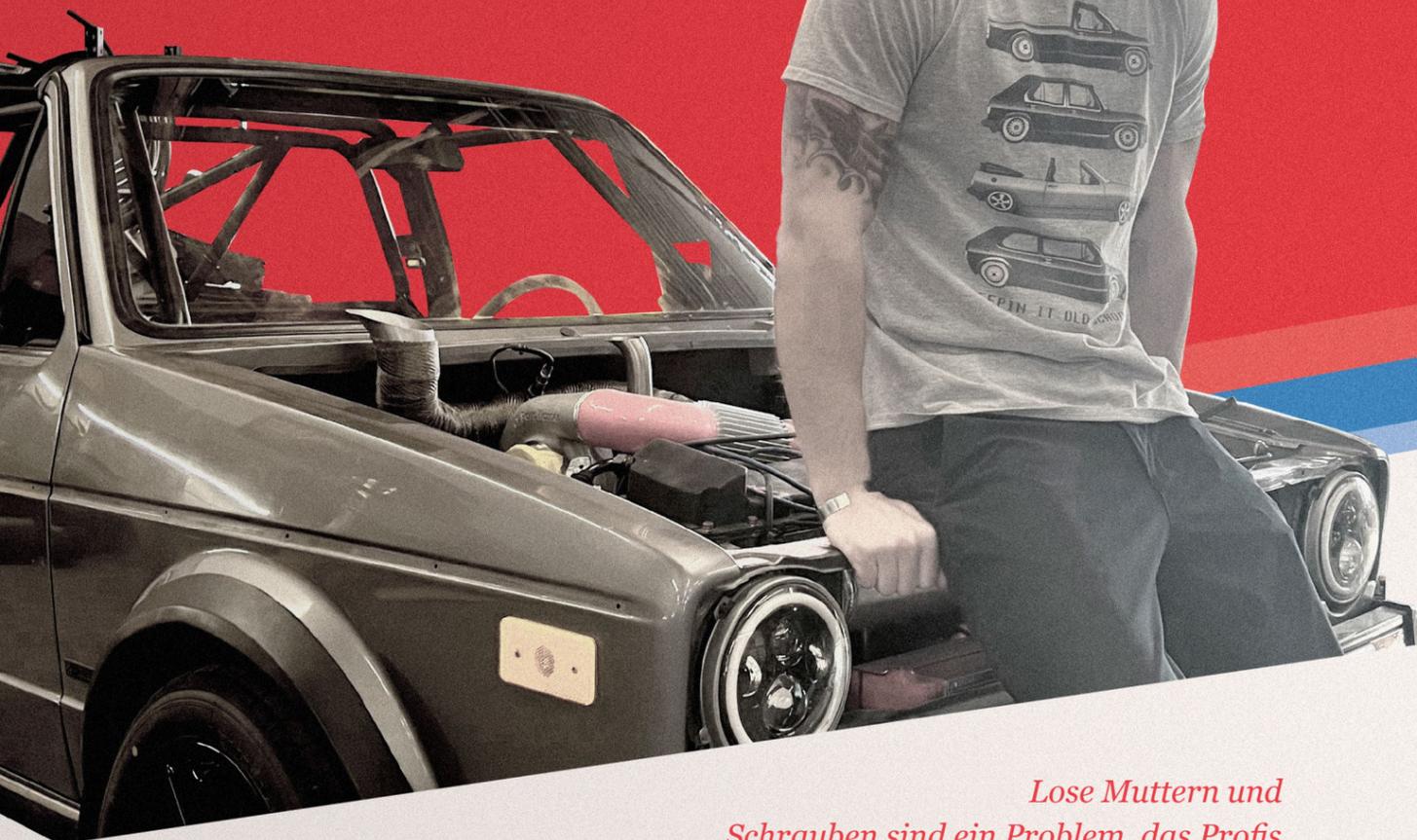
SPRITZBILD  
6-15 M

DIE LÖSUNG  
NORD-LOCK KEILSICHERUNGSSCHEIBEN



Kaufen Sie Nord-Lock  
Keilsicherungsscheiben  
online

# MIT KEILSICHERUNGS- SCHEIBEN AUF KURS BLEIBEN



*Lose Muttern und Schrauben sind ein Problem, das Profis und Hobbybastler auf der Suche nach der ultimativen, sicheren Schraubenverbindung vereint. Für Freizeit-Dragsterfahrer Sam Retke sind Keilsicherungsscheiben die Antwort.*

Text Ulf Wiman Bild Sam Retke

Wo immer Sie Schraubenverbindungen vorfinden, werden Sie mit hoher Wahrscheinlichkeit auch auf lockere und gelöste Muttern und Schrauben stoßen. Und ganz gleich, ob Sie große Infrastrukturprojekte planen oder sich in ein Freizeitprojekt vertiefen – Sie haben ein gemeinsames Ziel: die Schraubenverbindungen so effektiv wie möglich zu sichern.

Ein gutes Beispiel dafür ist Sam Retke. In seiner Freizeit findet man ihn höchstwahrscheinlich in seiner Garage in Las Vegas, wo er an seinem VW-Dragster bastelt. Der gelernte Handelsvertreter fährt seit 2016 Dragster-Rennen, wurde aber schon viel früher vom Rennsportfieber gepackt.

„Als Kind habe ich mir Rennen im Fernsehen angesehen“, erzählt er. „Mein Onkel Brian war damals VW-Fahrer und so bin ich dann irgendwann zum VW-Rennsport gekommen. Aber ich bin Autodidakt, ich habe mir das alles mit Artikeln und YouTube-Videos selbst beigebracht.“

#### Extreme Vibrationen sind ein Problem

Retke nimmt an Dragster-Rennen in der Viertelmeilendistanz (ca. 400 Meter) teil, bei denen oft spektakulär umgebaute und lackierte VW-Modelle gegeneinander antreten. Sein aktuelles Fahrzeug, ein VW Rabbit von 1984, hat die Strecke noch nicht geschafft, aber das Ziel sind 10,5 Sekunden.

Diese Geschwindigkeiten sind für die Dragster-Rennwagen eine enorme Herausforderung, da sie sehr steif sind und stark wackeln. Diese extremen Vibrationen können schnell dazu führen, dass sich Schrauben und Muttern lösen. Wenn zum Beispiel kritische Bauteile wie Getriebelager ausfallen oder eine Schraube sich löst, kann sich die Geometrie des Motors oder des Getriebes verändern, was dann zum Versagen führt.

„Durch lockere Schrauben sind einige Bohrlöcher oval geworden“, sagt Retke. „Ein Problem war, dass sich einige Schrauben von Zubehörteilen gelöst haben, die mit dem Motor verschraubt sind, wie zum Beispiel der Riemenspanner oder das Kühlwassergehäuse.“

#### Eine zuverlässige Lösung, die funktioniert

Retke hatte versucht, das Problem mit Gewindekleber zu lösen, aber auch das brachte keine dauerhafte Lösung. Dann erfuhr er von einem befreundeten Dragsterfahrer, der mit Nord-Lock Keilsicherungsscheiben sehr gute Erfahrungen bei der Schraubensicherung an seinem VW GTI von 1992 gemacht hatte.

„Ich fand einen Baumarkt, der die Keilsicherungsscheiben vorrätig hatte, und habe jetzt fast hundert Stück in verschiedenen Größen in meiner Werkstatt“, freut sich Retke.

*Ich nutze sie praktisch an jeder Stelle, die dafür in Frage kommt. Auch an kritischen Komponenten, wie zum Beispiel den Getriebelagern. Durch die Vibrationen eignen sie sich aber vor allem für die Komponenten der Aufhängung.*

Die einzigen Stellen, an denen er keine Keilsicherungsscheiben verwendet, sind „Komponenten, die ein spezielles Drehmomentverfahren erfordern, zum Beispiel festziehen auf 202 Joule, um 180° zurückdrehen, auf 68 Joule festziehen und dann um 60° drehen. Was ich derzeit außerhalb der offiziellen Wärme-

werte nutze, ist mein Turboanschluss an den Abgaskrümmern. Mir sind zwar keine Probleme bekannt, aber ich überprüfe das oft, da der Wärmewert bis zu 427 °C über dem offiziellen Wert liegt.“

#### Eine eingeschworene Gemeinschaft

VW Drag Racing als Hobby macht Spaß und fordert den Teamgeist. „In der VW-Dragster-Community geht es sehr familiär zu“, sagt Retke. „Wir gehen gemeinsam zu den Shows und helfen uns gegenseitig, zum Beispiel mit Ersatzteilen.“

Die Vorbereitung ist für ihn der vielleicht schönste Teil an dem Ganzen: „Wenn man den Kumpel zu Besuch hat, ein paar Bierchen trinkt, alles noch mal überprüft und sich gemeinsam auf die Events vorbereitet.“

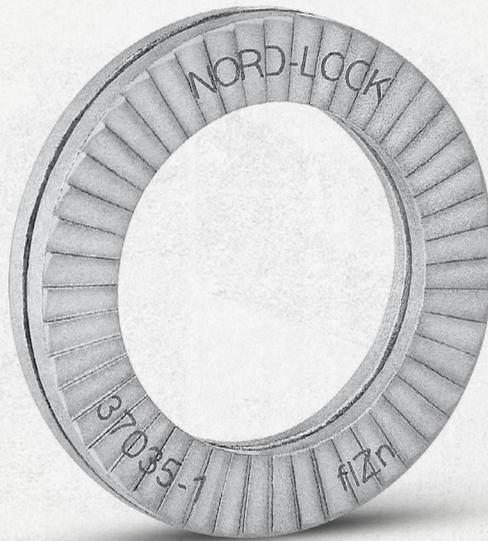
Sein Hobby half ihm auch über die schwierige Zeit der COVID-19-Lockdowns. „Ich konnte ja nirgendwo sonst hin und hatte viel mehr Freizeit. Also bin ich in die Garage gegangen und habe dort manchmal acht Stunden am Tag an meinem VW gebastelt. Es war super, etwas zu haben, in das man sich so vertiefen konnte.“

#### Das ewige Streben nach Perfektion

Jetzt, wo alles wieder relativ normal ist, freut sich Sam Retke auf weitere Rennen. Und es gibt immer etwas zu tun an seinen Fahrzeugen, mit denen er gerade arbeitet. „Wenn ich ein Hobby habe“, erklärt er, „stecke ich da mein ganzes Herzblut rein und bin praktisch nie zufrieden. Also gehe ich immer wieder in die Werkstatt, schraube und bastle weiter an meinem Fahrzeug, zum Beispiel am Käfig oder an anderen Sicherheitsvorrichtungen, damit es irgendwann vielleicht noch ein bisschen schneller fährt.“

Und Ihre Frau hat nichts dagegen? „Nein“, lacht Retke, „sie sagt immer, dass sie mir nicht böse sein kann, wenn ich in der Garage am Basteln bin. Immerhin bin ich ja zu Hause.“

# Es gibt einen Grund, warum seit 1982 explizit danach gefragt wird.



New Wave, lange, hochtupierte Haare, Schulterpolster – nicht alles aus den 1980er Jahren war für die Ewigkeit gemacht. Andererseits erfand Nord-Lock in diesem Jahrzehnt die Original-Keilsicherungsscheiben, auf die sich Ingenieure und Techniker bei der Sicherung von Schraubenverbindungen verlassen, seit wir 1982 mit dieser Innovation an den Markt gegangen sind.

Indem sie auf Geometrie statt Reibung setzen, verhindern Nord-Lock Keilsicherungsscheiben effektiv ein unbeabsichtigtes Lösen von Schrauben und Muttern. Überall wird heute explizit nach Nord-Lock Keilsicherungsscheiben gefragt, die für die Sicherheit in Bauwesen und Industrie inzwischen als Maß der Dinge gelten. Fakt ist: Die Welt mag sich im Laufe der Jahrzehnte verändern, eine Nord-Lock Keilsicherungsscheibe dagegen ist für die Ewigkeit gemacht.