

# BOLTED

EIN MAGAZIN ZUM THEMA VERSCHRAUBUNGSTECHNIK

AUSGABE 2 – 2021

STÄNDIGE EVOLUTION IN DER

# WELT DER WERKSTOFFE

#### **DIE HISINGS-BRÜCKE**

Ein neues Wahrzeichen  
für Göteborg

#### **IM RAMPENLICHT**

Luisa Moralejo über ihre  
spannende Arbeit im Bereich  
der Reaktorsicherheit

#### **ÜBERZEUGENDE KOMBINATION**

Eine Lösung gegen undichte  
4-Wege-Verbindungen  
in Gasturbinen

**NORD-LOCK  
GROUP**

## 04 DIE HISINGS-BRÜCKE

Expander System sichert ein neues Infrastrukturwahrzeichen in Göteborg



## 07 BRANCHENINSIGHTS

Schweißen oder Schrauben? bewährte Verfahren für einen besseren Brückenbau



## 10 IM RAMPENLICHT

Luisa Moralejo spricht über ihre Arbeit im Bereich der zerstörungsfreien Prüfung



## 13 DIE LÖSUNG FÜR 4-WEGE-VERBINDUNGEN

Kombination von Nord-Lock Technologien setzt undichten Verbindungen ein Ende



## 16 DIE WELT DER WERKSTOFFE

Wie Innovationen bei Werk- und Baustoffen Ingenieuren neue Möglichkeiten bieten



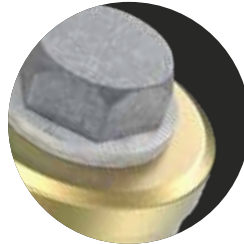
## 20 SCHIFFSFENDER

Sicherung von Fendern in der zweitgrößten Handelsschiffbau-Nation der Welt



## 22 DIE EXPERTEN

Unsere Experten erläutern das Zusammenspiel der Keilsicherungstechnologie mit den Expander System Gelenkbolzen



## 24 LOG MAX

Expander System und Nord-Lock Keilsicherungsscheiben lösen Problem mit Harvesteraggregaten



## 20 GESICHERT MIT

Das Ballspiel Spiribol, ein guter Zweck und die Nord-Lock Keilsicherungsscheiben



### REDAKTIONSMANAGER

Alexander Wennberg  
alexander.wennberg@nord-lock.com

### STELLVERTRETENDER REDAKTEUR

Kelvin Slessor-Marriott

### ART DIRECTION UND DESIGN

Gabriel Jacobi

### INHALTSERSTELLUNG

Nord-Lock Group  
Spoon Agency

### ÜBERSETZUNG

LanguageWire

### DRUCK

Exakta

Das Magazin Bolted wird von der Nord-Lock Group herausgegeben und soll dazu beitragen, das Wissen über sichere technische Lösungen rund um Schraubenverbindungen zu erweitern. Bolted erscheint zweimal jährlich in zehn Sprachen, darunter Chinesisch, 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

## *Licht am Ende eines langen Tunnels*

Das Jahr 2020 war für die Nord-Lock Group ein Jahr der Investitionen: Neben der Verbesserung unserer operativen Plattform haben wir drei von sechs Fabriken einer grundlegenden Modernisierung unterzogen. Durch unsere sorgfältige Vorbereitung auf die steigende Nachfrage durch produktivere, sicherere und nachhaltigere Fertigungsprozesse haben wir die Basis geschaffen, um zu wachsen und gestärkt aus der Pandemie hervorzugehen.

Nachdem sich die Welt allmählich von der Krise erholt und ein Großteil der Schwierigkeiten überwunden ist, richten wir unseren Blick nun auf einige interessante technische Projekte, die in letzter Zeit verwirklicht wurden, darunter auch die neue Hisings-Brücke in Schweden. Wir haben unheimlich viel über die Planung, den Bau und die Instandhaltung von Brücken gelernt – dieses Wissen möchten wir in dieser Ausgabe des Bolted Magazins mit Ihnen teilen.

Außerdem werfen wir einen Blick auf die Entwicklungen in der Welt der Werkstoffe, in der Wissenschaftler und Ingenieure noch immer das perfekte Gleichgewicht zwischen physikalischen Eigenschaften, Nachhaltigkeit und Kosten von Materialien für industrielle Anwendungen suchen.

In einer früheren Ausgabe ging es um die Bedeutung der Widerstandsfähigkeit kritischer Infrastrukturen gegen Naturkatastrophen und vom Menschen verursachte Katastrophen.

Zehn Jahre nach Fukushima sprechen wir jetzt mit Luisa Morajelo, Expertin für nukleare Sicherheit und Kontrolle, über die strukturelle Integrität relevanter Systeme in einer Umgebung, in der ein Ausfall katastrophale Folgen haben kann.

Ebenfalls im Bereich der Energieerzeugung schauen wir uns an, wie eine neue Partnerschaft zu einer marktführenden Lösung für das Problem undichter 4-Wege-Verbindungen in Gasturbinen geführt hat. Lösungen wie Spannelemente mit Vielfachsrauben, hydraulische Schließsysteme und Ausrichtungsspannelemente sind gute Beispiele für die Mission der Nord-Lock Group, Menschenleben und Kundeninvestitionen zu schützen.

Anschließend begeben wir uns in die Wälder Südamerikas, wo wir erfahren, wie Log Max den anspruchsvollen Prozess der Eukalyptusernte meistert. Lesen Sie außerdem alles über die mit Nord-Lock gesicherten Schiffsfender, die südkoreanische Häfen vor möglichen Kollisionen mit Schiffen schützen. In einer immer komplexer werdenden Welt sind es manchmal die einfachen Dinge, die uns große Freude bereiten: Lernen Sie das beliebte spanische Ballspiel Spiribol kennen – gesichert mit Nord-Lock Keilsicherungsscheiben!

Wie immer wünschen wir Ihnen viel Spaß beim Lesen!

# EIN NEUES WAHRZEICHEN IN GÖTEBORG

**Text**  
Hanna Klumbies

**Fotos**  
Göteborgs Stad  
Tomorrow AB  
Max Hjalmarsson

*In Göteborg entsteht mit der neuen Hisings-Brücke eine vertikale Hubbrücke, die Nord- und Südufer des Flusses Göta Älv miteinander verbindet und Schiffe passieren lässt. Die außerordentliche Aufmerksamkeit für Designdetails und Funktionalität hat dazu beigetragen, etwas zu schaffen, das größer ist als die Summe seiner Teile.*



Im Mai 2021 wurde die Hisings-Brücke im schwedischen Göteborg für den Verkehr über den Fluss Göta Älv freigegeben. Zunächst für Autos, Busse, Fahrräder und Fußgänger – die Fertigstellung der Straßenbahnschienen wird im Laufe des Sommers erfolgen.

Die Planung des Projekts im Auftrag der Göteborger Verkehrsbehörde begann bereits 2009. Der Baubeginn war im Jahr 2016. Zuverlässigkeit und der Einsatz bewährter Technologien waren wesentliche Anforderungen in der Spezifikation für die Hubspannweite und ihre Maschinenteknik. Ein Konsortium aus Skanska und MT Højgaard gewann die Ausschreibung und leitet nun das Projekt.

Im Entwurfswettbewerb 2013 gab es Vorschläge für verschiedene bewegliche Brückentypen: Klappbrücken, Drehbrücken und Vertikalhubbrücken. Der Gewinner war die Vertikalliftbrücke Arpeggio, die von einem Konsortium aus Architekturbüros und Projektplanern entworfen wurde. Die Entscheidung der Jury konzentrierte sich auf Machbarkeit, Entwicklung und Funktionalität.

*Die Brücke wird ein Symbol Göteborgs, ein Wahrzeichen der Stadt, im Einklang mit ihrem Charakter und ihrer Landschaft.*

Das Arpeggio-Design ist solide, hat große Abmessungen und stellt eine bewährte technische Lösung dar. Positiv war auch das offene Wasser unter der Brücke, das zu einem lebendigen Umfeld mit Stadtsport und Booten beitragen wird.

**Viele Vorschläge, bevor der richtige gefunden wurde**

Die Hisings-Brücke ist eine 440 Meter lange vertikale Hubbrücke. Wenn ein Schiff passieren muss, wird die zentrale und 28 Meter lange Hubspannweite angehoben. Diese wird von vier Stahltürmen (Pylonen) getragen. Nach jedem Anheben muss die Hubspannweite exakt auf die 12-Meter-Nivellierung zurückfahren, damit die Fahrstreckenbahnen des Hubteils perfekt an der Straße ausgerichtet sind.

Die Bauingenieure ELU konstruierten die Stahlpylonen und die Straße. Sie beauftragten Tikab Strukturmeknik AB mit der Entwicklung der Hubvorrichtung. Peter Lassfolk, Maschinenbauingenieur und Netzwerkadministrator bei Tikab, entwarf die Vorrichtung gemeinsam mit seinem Team. [➤](#)



**Peter Lassfolk**  
 MASCHINENBAUINGENIEUR  
 UND NETZWERK-  
 ADMINISTRATOR, TIKAB

**DIE HISINGS-BRÜCKE**  
 HISINGSBRON

<b>ERÖFFNUNG</b> 2021	<b>ENDKUNDE</b> STADT GÖTEBORG	
<b>GESAMTLÄNGE</b> 440 METER	<b>KONSTRUKTION</b> TIKAB	<b>DIE LÖSUNG</b> EXPANDER SYSTEM

**VORTEILE**  
 EINFACHE MONTAGE, LÄNGERE LEBENSDAUER  
 UND MINIMALER WARTUNGSaufwand.



Lassfolk sagt, die Hisings-Brücke sei eine seiner anspruchsvollsten Aufgaben gewesen:

*„Die größte Herausforderung bestand darin, Maschinen zu entwickeln, die auf den begrenzten Raum passen. Das war kompliziert, und wir haben viele verschiedene Lösungen unter die Lupe genommen, bevor wir uns für die jetzige entschieden haben.“*

### Komplexes System für die Hubspannweite

Es ist von entscheidender Bedeutung, dass das 37 Meter lange und 800 Tonnen schwere Hubteil schnell angehoben und abgesenkt werden kann. Es ist an 16 Seilen befestigt, vier in jeder Ecke. Die Seile führen nach oben zu den Seilrollen auf den Pylonen und dann nach unten bis zu einem Gegengewicht. Vier dünnere Seile werden mit den Maschinen verbunden, die das Gegengewicht ziehen.

Wenn das Hubteil angehoben wird, wird das Gegengewicht nach unten gezogen. Wird das Hubfeld abgesenkt, wird die Hubkraft weggenommen, sodass das Gewicht des Hubfelds dafür sorgt, dass es unten bleibt. In jedem Pylon befinden sich zwei große Haken, die durch eine Winde die Hubspannweite nach unten ziehen und die Hubkräfte aufheben. Das Expander System ist an den Haken befestigt.

Tikab war für das Design verantwortlich und die SH Group hat die Maschinen hergestellt und getestet. Tikab schlug den Einsatz des Expander Systems vor und die SH Group stimmte diesem Vorschlag als beste Lösung zu. Das Expander System ist eine Lösung gegen Verschleiß von Gelenklagerungen und besteht aus drei Hauptteilen: Einem Bolzen in der Mitte und zwei Sprezhülsen, die direkt in die vorhandene Halterung eingebaut werden. Beim seitlichen Anziehen der Befestigungselemente werden die Sprezhülsen auf die konischen Bolzenenden gepresst, dehnen sich aus und passen sich der Montagebohrung an.

### Zuverlässigkeit und lange Lebensdauer

„Wir verwenden einen extra großen, maßgeschneiderten Expander-Bolzen“, erklärt Lassfolk.

*„Der Hauptvorteil liegt darin, wie er die Montage erleichtert hat. Wir mussten große Komponenten auf engstem Raum installieren. Aber durch die Verwendung des Expander Systems war es ein reibungsloser Arbeitsablauf.“*

Die Verwendung des Expander Systems erhöht auch die Lebensdauer und minimiert gleichzeitig den Wartungsaufwand. Norma-

lerweise führt die Achsbewegung zu einer Abnutzung der Gelenklagerungen, wodurch die Bohrungen mit der Zeit oval werden und sich das Spiel vergrößert.

„Mit dem Expander System lässt sich dieses Spiel beseitigen“, sagt Brian Troest, Country Manager für Dänemark und Schweden der Nord-Lock Group. „Der Bolzen muss kleiner sein als die Bohrung, durch die er geführt wird. Die Sprezhülsen gleichen jedoch diese Differenz zwischen dem Bohrungsdurchmesser und dem Bolzendurchmesser aus.“

### Überdauert jede andere Lösung

Durch Anziehen der an den Seiten befindlichen Schrauben oder Muttern wird die Sprezhülse über den Bolzen geschoben. Durch den Innenkonus der Hülse und den Außenkonus des Bolzens weitet sich die Hülse radial auf. „Dann erhält man ein sicheres Resultat, das keine Probleme verursacht und jede andere Lösung überdauert“, sagt Troest.

Seit Jahren setzt Lassfolk das Expander System nun schon in verschiedenen Entwürfen ein. „Es war naheliegend, diese Lösung für das Hisings-Projekt zu wählen. Natürlich wollten wir hochwertige Produkte verwenden“, sagt er.



**Brian Troest**  
COUNTRY MANAGER  
FÜR DÄNEMARK UND  
SCHWEDEN,  
NORD-LOCK GROUP

Dieser Artikel stammt aus dem Whitepaper der Nord-Lock Group **Planung, Bau und Instandhaltung von Brücken: Einblicke und bewährte Lösungen für eine sich schnell verändernde Branche (2021)**

Sie können das 70-seitige Whitepaper kostenfrei herunterladen unter [nord-lock.com/de-de/whitepaper-brueckenbau](https://nord-lock.com/de-de/whitepaper-brueckenbau)

*In Europa sind viele Brücken Teil einer alternden Infrastruktur, die in der Mitte des 20. Jahrhunderts entstanden ist. Dadurch müssen sowohl bestehende Brücken instandgehalten als auch neue gebaut werden, um dem zunehmenden Verkehr besser gerecht zu werden. Geschichte, regionale Präferenzen und Brückentyp sind wichtige Faktoren, die beim Bau und der Instandhaltung von Brücken die einzusetzenden Fügeverfahren beeinflussen.*

Im folgenden Text gehen wir näher auf dieses Thema ein. Es handelt sich dabei um einen Auszug aus dem Whitepaper **Planung, Bau und Instandhaltung von Brücken** der Nord-Lock Group.

# BEST PRACTICES FÜR EINEN BESSEREN BRÜCKENBAU

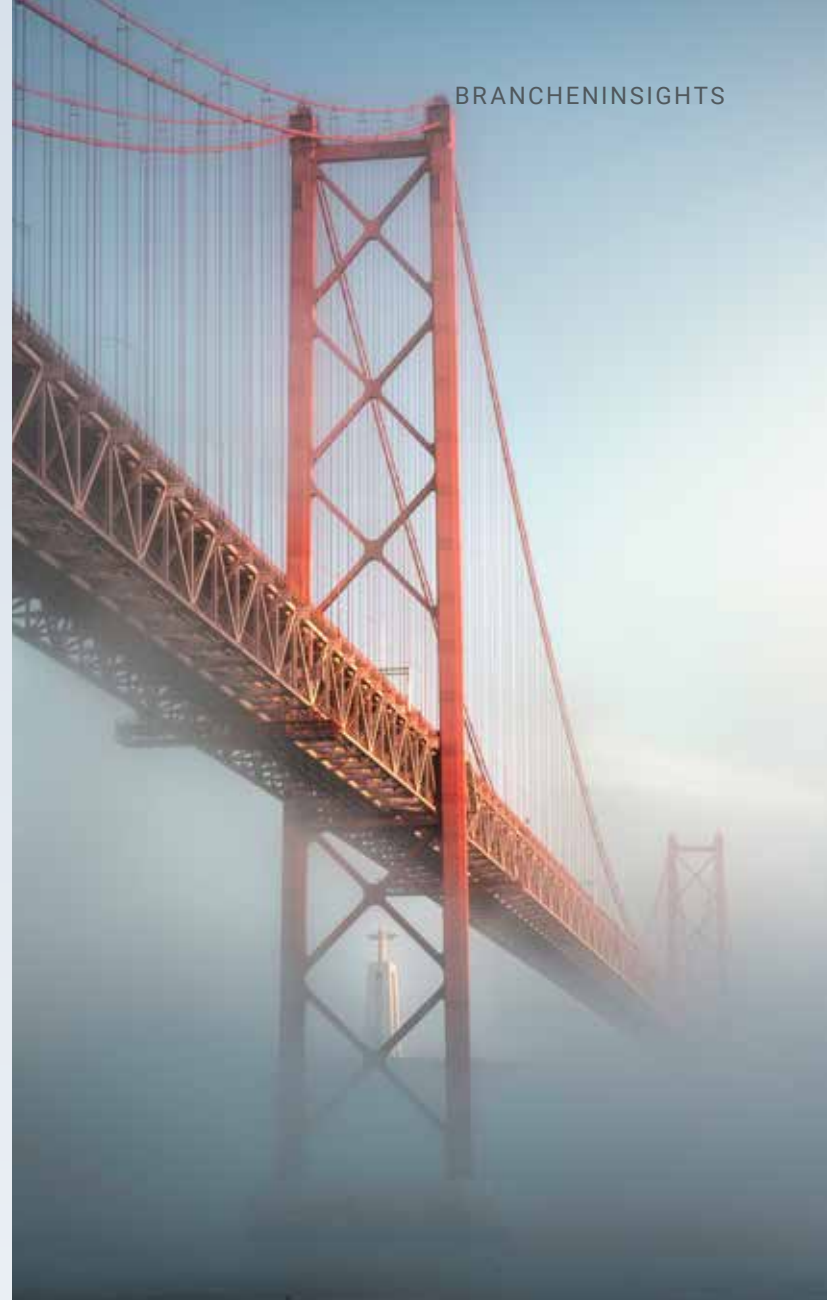
## **Fügeverfahren:**

### **Schweißen und Verschrauben im Vergleich**

Bei der Entscheidung, ob Brückenkomponenten durch Schweißen oder Verschrauben miteinander verbunden werden, sind viele Faktoren zu berücksichtigen. In einigen Fällen bestimmen bestehende Präferenzen diese Entscheidung. Um die richtige Entscheidung zu treffen, ist es jedoch entscheidend, jedes Projekt separat zu betrachten.

### **Die Qual der Wahl**

In der Vergangenheit wurden Brücken und andere Stahlkonstruktionen wie die Golden Gate Bridge genietet. Dieser Prozess umfasst die Wärmebehandlung und das Schmieden der Nieten, woraufhin sie abgekühlt werden. Einzelne Nieten sind nicht sehr widerstandsfähig, weshalb viele verwendet werden müssen, um die Sicherheit einer Konstruktion zu gewährleisten. Es ist außerdem ein umständliches Verfahren und wird nicht mehr im Brückenbau eingesetzt.



Zwar werden keine genieteten Brücken mehr gebaut, bestehende genietete Brücken müssen dennoch gewartet werden. Zum Ersatz abgenutzter Nieten werden oft Schrauben verwendet, und besonders hochfeste Schrauben sind speziell so gestaltet, dass sie Nieten ähneln. Schweißen ist häufig keine praktikable Option, da viele alte Stahlwerkstoffe nicht schweißgeeignet sind oder der Aufwand schlicht zu groß ist.

Schrauben und Schweißen sind derzeit die beiden beliebtesten Methoden, um Komponenten miteinander zu verbinden. Wenn es um die zu verwendende Methode geht, kann die Entscheidung sehr kontrovers und länderspezifisch sein. Es muss darauf hingewiesen werden, dass die Schweißerqualifikation in einigen Ländern sehr hoch ist, und dies ist ein Beispiel dafür, wie nationale Zusammenhänge bei den bevorzugten Konstruktionsmethoden eine Rolle spielen. ➔

## Brückentyp

Neben dem Einfluss nationaler Präferenzen gibt es einige wichtige Faktoren, die entscheiden können, ob Teile verschweißt oder verschraubt werden sollen. Eine davon ist die Art der Brücke, die gebaut wird – siehe Infografik.

Bei größeren Brücken kommen häufig Hohlkammerquerschnitte zum Einsatz, da sie Torsionsspannungen sehr gut ertragen und bei der Planung des Korrosionsschutzes nur die Außenseite berücksichtigt werden muss. Der Nachteil dieser Hohlkammerquerschnitte besteht darin, dass sie nur von einer Seite erreicht werden können, was die Verwendung einer Schraubenverbindung erschwert. Schweißen ist daher die logischste Methode. Toleranz- und Versatzausgleich sind auch für größere Strukturen relevant. Bei Schraubenverbindungen gibt es nur eine geringe Fehlertoleranz, da die Schrauben in die vorgesehenen Bohrungen passen müssen. Schweißen ist unter diesem Gesichtspunkt flexibler, da bei Bedarf Versätze kompensiert werden können.

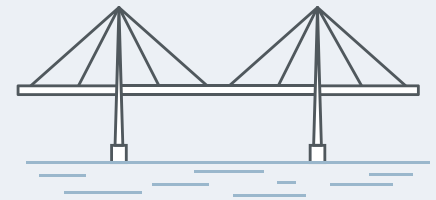
Fachwerkbrücken hingegen könnten aufgrund ihrer ineinandergreifenden Dreiecksabschnitte sehr gut verschraubt werden. Dabei ist aber auch die Größe zu berücksichtigen, und eventuell können kleine Fachwerkbrücken in der Produktionshalle zusammengeschweißt und als Ganzes zur Baustelle transportiert werden. Aber auch wenn Schweißen die bevorzugte Verbindungsmethode ist, werden Schraubenverbindungen dennoch sehr häufig bei Brücken verwendet. Das liegt daran, dass Sekundärstrukturen wie Geländer und Lärmschutzwände üblicherweise verschraubt sind. Es gibt aber auch verschraubte Primärstrukturen, wie z. B. Seilklemmen, Lager oder Fahrbahnübergänge.

Behelfsbrücken werden fast ausschließlich verschraubt, da sie alle paar Jahre abgebaut und anderswo wieder aufgebaut werden. Da die Verschraubung eine temporäre Verbindung schafft, lassen sich diese Verbindungen leicht lösen und die Schrauben und Unterlegscheiben selbst wiederverwenden. Da beim Schweißen eine dauerhafte Verbindung entsteht, ist es sehr kompliziert, kostspielig und zeitaufwändig, diesen Ansatz für eine Behelfsbrücke zu wählen. Zuerst müssten die Schweißnähte zeitaufwändig hergestellt und anschließend wieder gelöst werden. Daher ist das Verschrauben eine wesentlich effizientere und vorteilhaftere Methode.

### Effizienz und Benutzerfreundlichkeit

Schnelligkeit und Benutzerfreundlichkeit sind auch wichtige Faktoren, die bei der Wahl des Fügeverfahrens berücksichtigt werden müssen. Inbegriffen ist die Entscheidung, ob die Verbindung im Werk oder vor Ort herzustellen ist. Schweißen erfordert häufig einen zertifizierten Schweißer und eine entsprechende Ausstattung. Aufgrund der auftretenden hohen Temperaturen kann es als riskant angesehen werden. Daher ist es schneller und einfacher, in einer Fertigungshalle zu schweißen, in der alles bereits eingerichtet ist. Aufgrund der hohen Kosten für den Aufbau einer Schweiß- und Prüfeinrichtung vor Ort, was auch zu längeren Brückenaufbauzeiten beiträgt, ist es außerdem günstiger, in einem Werk zu schweißen.

Wenn die Verbindungen vor Ort hergestellt werden sollen, ist das Verschrauben häufig die einfachste und effizienteste Methode. Dies liegt daran, dass das Verschrauben ein viel kontrollierterer Vorgang ist und in einer Bauumgebung kein unnötiges Risiko darstellt. Zudem sind die Komponenten einfach zu transportieren und zu installieren, da sie keine spezielle Ausrüstung benötigen. In den meisten Fällen ist für die Ausführung nur ein einfacher Handdrehmomentschlüssel erforderlich. Verschrauben hat außerdem den Vorteil, dass es im Gegensatz zum Schweißen nicht dauerhaft ist, was bedeutet, dass unerwartete Probleme schneller, einfacher und kostengünstiger zu reparieren sind.



## SCHRÄGSEILBRÜCKE

**Bekanntes Beispiel**  
Brücke von Millau, Frankreich

### ⊕ VORTEILE

- + Ästhetische Brücke.
- + Schneller und günstiger zu bauen als Hängeseilbrücken.
- + Hohe Steifigkeit.

### ⊖ NACHTEILE

- Teurer als die meisten Brückentypen.



## HÄNGEBRÜCKE

**Bekanntes Beispiel**  
Golden Gate Bridge, USA

### ⊕ VORTEILE

- + Ästhetisches und symbolträchtiges Brückendesign.
- + Große Spannweiten möglich.
- + Durchfahrt großer Schiffe möglich.
- + Sehr stabil.

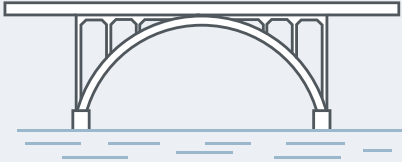
### ⊖ NACHTEILE

- Hohe Baukosten.
- Lange Bauzeit.
- Anfällig für Schwingungen.



# VOM STEINBOGEN ZUR MODERNEN HIGHTECH-BRÜCKE

Bei der Entscheidung für ein Fügeverfahren – Schweißen oder Verschrauben – ist der Brückentyp ein wichtiger Faktor. Es gibt viele verschiedene Brückentypen mit jeweils eigenen Varianten. Im Folgenden stellen wir sechs gängige Brücken mit ihren jeweiligen Vor- und Nachteilen vor.



## BOGENBRÜCKE

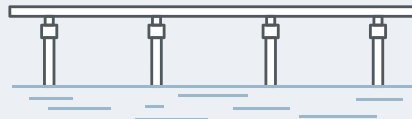
**Bekanntes Beispiel**  
Karlsbrücke, Tschechien

### ⊕ VORTEILE

- + Sehr stabile Brücke, die für mehrere Zwecke verwendet werden kann.
- + Unterschiedliche Werkstoffe möglich.

### ⊖ NACHTEILE

- Hohe Baukosten.
- Begrenzte Orte, an denen diese Brücke gebaut werden kann



## BALKENBRÜCKE

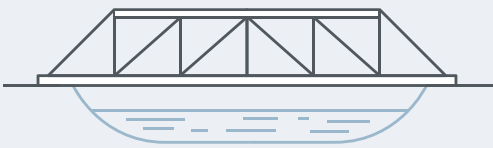
**Bekanntes Beispiel**  
Große Brücke von Tianjin, China

### ⊕ VORTEILE

- + Einfache Bemessung.
- + Geringere Baukosten als für die meisten Brücken.

### ⊖ NACHTEILE

- Wird nicht als ästhetisch angesehen.
- Nur für kleine Spannweiten geeignet.
- Benötigt Pfeiler.



## FACHWERKBRÜCKE

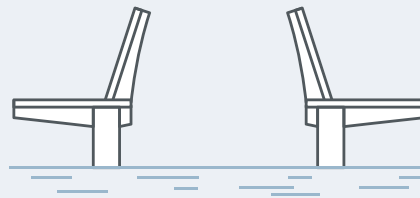
**Bekanntes Beispiel**  
Sky Gate Bridge R, Japan

### ⊕ VORTEILE

- + Sehr stabil.
- + Einfach vorzufertigen.
- + Geringe Bauhöhe.

### ⊖ NACHTEILE

- Schwierig zu bauen und zu warten.
- Aufgrund der vielen Träger schwer vor Korrosion zu schützen.



## BEWEGLICHE BRÜCKE

**Bekanntes Beispiel**  
London Tower Bridge, Großbritannien

### ⊕ VORTEILE

- + Bietet eine Alternative, wenn keine feststehenden Brücken verwendet werden können.

### ⊖ NACHTEILE

- Der Brückenverkehr wird unterbrochen, wenn die Brücke geöffnet ist.

*Vor mehr als zwei Jahrzehnten begann Luisa Moralejo ihre Tätigkeit als Prüferin für zerstörungsfreie Prüfungen (ZfP) in der Nuklearindustrie.*

Seitdem kontrolliert und überwacht sie die ZfP an nuklearen Komponenten sowohl in der Fertigung als auch bei der sogenannten In-Service-Inspektion (ISI). Daneben ist sie als ZfP-Trainerin tätig. Aktuell beaufsichtigt sie die ZfP in spanischen Kernkraftwerken im Rahmen der dort stattfindenden ISI.

---

#### **Wie kamen Sie zur Nuklearindustrie und speziell zur zerstörungsfreien Prüfung (ZfP)?**

Mein erster Job in der Nuklearindustrie war es, bei den ZfP im Rahmen der ISI am Kernkraftwerk Santa María de Garoña im nordspanischen Burgos zu assistieren. Dieser Erstkontakt dauerte nur ein paar Wochen, hatte aber großen Einfluss auf meinen beruflichen Werdegang – inzwischen bin ich seit über 20 Jahren in diesem Bereich tätig. Mich hat einfach die Neugierde gepackt, das Bedürfnis, alles zu verstehen: den Betrieb der Anlage, die Funktionsweise der einzelnen Systeme, die Logik der Protokolle und natürlich die Inspektionsprozesse.

*„Das alles war für mich faszinierend und ist es auch heute noch.“*

Mittlerweile arbeite ich als Supervisorin und Personaltrainerin für ZfP. Es macht mir unheimlich Spaß, mein Wissen weitergeben zu dürfen und das Interesse der Teilnehmer meiner ZfP-Schulungen zu wecken.

#### **Was genau sind zerstörungsfreie Prüfungen? Wie und warum kommt die ZfP in Kernkraftwerken zum Einsatz?**

Die ZfP wird an Schweißnähten, Komponenten oder Systemen durchgeführt. Ziel ist es, den Zustand des Materials zu analysieren, ohne es zu beschädigen oder zu zerstören. Dabei versuchen wir, Schäden wie Risse, Abnutzung, Dickenverlust oder andere Mängel zu erkennen und zu bewerten, weshalb die ZfP ein wesentlicher Bestandteil der vorausschauenden Wartung und Instandhaltung eines Kernkraftwerks ist. Die ZfP wird im laufenden Anlagenbetrieb, bei Wartungsstillständen oder im Rahmen von Konstruktionsänderungen durchgeführt. Damit ist sie praktisch ein weiteres Element im täglichen Betrieb des Kernkraftwerks. ⌚



A woman with dark hair, wearing a black blazer over a white collared shirt, stands in a factory or industrial setting. She is holding a large sheet of paper, likely blueprints, and looking towards the camera with a slight smile. In the background, a worker in a blue uniform and cap is visible, working with a large white cylindrical object. The background is slightly blurred, emphasizing the woman in the foreground.

# LUISA MORALEJO





### **Was passiert bei einem Anlagenstillstand mit Brennelementwechsel?**

Ein Anlagenstillstand mit Brennelementwechsel wird von Kernkraftwerken in der Regel auch für Wartungsarbeiten und In-Service-Inspektionen (ISI) genutzt. Da viele Arbeiten innerhalb kurzer Zeit erfolgen müssen, werden sie sorgfältig geplant, damit sich keine Arbeitsschritte gegenseitig behindern. Meist gibt es ein festes Zeitfenster, in dem jeder Vorgang abgeschlossen werden muss.

Das Personal ist diese Umstände gewohnt und erledigt die Arbeiten in aller Regel gut und pünktlich. Unvorhergesehene Probleme sind aber unvermeidlich und können den Zeitplan mächtig durcheinanderbringen. Deshalb ist es wichtig, eine gewisse Flexibilität für spontane Planänderungen zu bewahren.

Neben all der Anspannung kommt aber auch der Spaßfaktor bei uns nicht zu kurz. Es gibt unzählige Running Gags und Geschichten unter Nuklearexperten, die außerhalb unserer Kernkraftwelt absolut keinen Sinn ergeben würden.

### **Zehn Jahre sind seit der Atomkatastrophe in Fukushima vergangen.**

#### **Was hat sich seitdem verändert, was haben wir gelernt?**

Nach Fukushima erhielten alle Kernkraftwerke in Europa die Auflage, ihre Sicherheitsmargen mittels sogenannter Stresstests neu zu bewerten. Dabei wurden auch die aus dem Unfall gezogenen Lehren berücksichtigt. Eine Folge dieser Stresstests war die Umsetzung einer Reihe von Maßnahmen, um die Anlagen robuster und widerstandsfähiger gegen extreme Naturereignisse zu machen. So wurden unter anderem neue alternative Notfallkontrollzentren eingerichtet, Kühlsysteme verbessert und tragbare Ausrüstung zur unmittelbaren Reaktion auf mögliche Unfälle und deren Folgen angeschafft.

### **Im Rahmen des Kernfusionsprojekts ITER arbeiten 35 Nationen am Bau des weltweit größten Tokamak zusammen. Als erste ihrer Art wird diese Fusionsanlage Nettoenergie liefern.**

#### **Was finden Sie daran so spannend?**

Das ITER-Projekt ist ein wissenschaftlicher Meilenstein und eine beispiellose technologische Errungenschaft bei der Suche nach sauberer, sicherer und preiswerter Energie. Vor Jahren habe ich an der Entwicklung der ZfP-Prozesse für ITER mitgewirkt – insbesondere an der Ultraschallprüfung für die Bewertung der Schweißnähte in den Sektoren der Reaktordruckbehälter. Seitdem fühle ich mit dem ITER-Projekt verbunden und verfolge den Fortschritt mit großem Interesse.

#### **Name**

Luisa Moralejo

#### **Funktion**

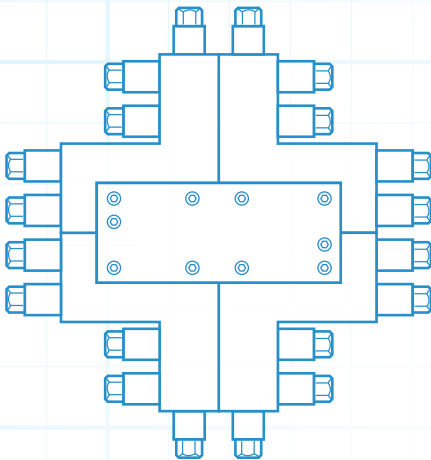
Ingenieurin und  
ZfP-Level-3-Prüferin

#### **Beruflicher Hintergrund**

Zwanzig Jahre in der nuklearen ZfP, davon zehn Jahre im Kernkraftwerk Santa María de Garoña und zehn Jahre im Kernkraftwerk Vandellòs II. Derzeit freiberuflich als Supervisorin und Personaltrainerin für ZfP tätig.

#### **Persönliche Eigenschaften**

„Meiner beruflichen Entwicklung hat es wohl enorm geholfen, dass ich ein akribischer und methodisch denkender Mensch bin. Das sind wichtige Eigenschaften für jemanden, dessen Job es ist, die Konsistenz und Qualität in kritischen Prozessen wie der Nuklearinspektion aufrechtzuerhalten.“



*Leckagen in einer Gasturbine können nicht nur zu ungeplanten Ausfällen und Schäden an wichtigen Anlagen führen, sondern auch ein erhebliches Sicherheitsrisiko darstellen. Durch die Kombination mehrerer Produkte und Technologien ist es Nord-Lock gelungen, eine Lösung für das verbreitete Problem undichter 4-Wege-Verbindungen in 501F-Gasturbinen zu entwickeln.*

## DIE LÖSUNG FÜR 4-WEGE- VERBINDUNGEN


**Text** Nic Townsend **Fotos** Chris Fogler

Zu Undichtigkeiten bei den 4-Wege-Verbindungen in Gasturbinen kommt es in der Regel dann, wenn sich die Turbinenzylinder bei extremen Temperaturschwankungen mit der Zeit verziehen und verformen. Verstärkt wird das Problem durch Zylinderfehlstellungen, wenn die Flanschflächen nicht mehr die maximale Kontaktfläche bieten, die für eine ordnungsgemäße Abdichtung erforderlich ist. In der Folge kommt es dann zu Undichtigkeiten.

Undichtigkeiten können erhebliche Schäden an der Instrumentierung und Isolierung der Turbine verursachen, aber auch die Prozess- und Arbeitssicherheit gefährden. Kürzlich ging die Nord-Lock Group eine Partnerschaft mit einem Betreiber von 501F-Gasturbinen ein, der über 20 Jahre lang Probleme mit undichten Verbindungen hatte. Im Rahmen eines gemeinsamen F&E-Projekts machten sich die Partner auf die Suche nach einer besseren Lösung.

### **Eine dauerhafte Lösung musste her**

„Die bisherigen Lösungsansätze für die Betreiber solcher Gasturbinen waren entweder temporärer Natur oder bestanden eher darin, die Undichtigkeiten einzudämmen, statt sie komplett zu unterbinden“, erklärt Jeremy Hersom, Business Development Manager, Power Generation, bei der Nord-Lock Group.

Eine gängige Art der Eindämmung ist das Anschweißen von Auffangvorrichtungen. Allerdings wird die Undichtigkeit dadurch nicht behoben. Stattdessen wird der Prozess komplizierter, da die Vorrichtungen bei einem Stillstand entfernt und anschließend wieder angebracht werden müssen, was zusätzlich Zeit und Geld kostet. 



**Jeremy Hersom**  
BUSINESS DEVELOPMENT  
MANAGER, POWER GENERATION,  
NORD-LOCK GROUP

„Die bisherigen Lösungen haben sich nur auf eine Einzelursache konzentriert, um das Problem anzugehen“, so Hersom. „Für unsere Lösung kombinieren wir stattdessen mehrere Produkte und Technologien aus unserem Produktportfolio, um mehrere Ursachen gleichzeitig zu beseitigen.“

Während des Projekts hatten die Experten der Abteilung Power Generation von Nord-Lock Zugang zu den Turbinen des Betreibers und konnten die Zylinderkonfigurationen und Ursachen der Undichtigkeiten so gezielt untersuchen.

„Der direkte Zugang zu den 501F-Gasturbinen erwies sich als entscheidend für die erfolgreiche Diagnose der verschiedenen Faktoren, die zur Undichtigkeit beitragen“, erinnert sich Hersom.

*„Das war tatsächlich ein längerer Lernprozess, zumal mehrere Lösungen entwickelt und getestet werden mussten.“*

### **Clevere Kombination verschiedener Technologien**

Nach umfangreichen Tests stand fest: Die wirksamste Lösung ist eine Kombination aus mehreren Nord-Lock Produkten und Technologien. Dabei kommt zunächst ein Hydraulisches Schließsystem (HCS) von Boltight zum Einsatz, mit dem schnell und vorübergehend die Ausrichtung der Zylinder und die Vorspannung der 4-Wege-Verbindung sichergestellt werden. Wenn nach dem Zusammendrücken des Zylinders durch das HCS ein Schraubenloch oder ein Flansch noch immer eine falsche Ausrichtung hat, wird der Zylinder mittels CamAlign-Spannsystem neu ausgerichtet. Dadurch kann ein interner Spalt um 2 bis 4 Millimeter geschlossen werden, wodurch eine kleinstmögliche Öffnung erreicht wird.

Das HCS wird mit Druck beaufschlagt, um den Turbinenzylinder gleichzeitig und gleichmäßig um die 4-Wege-Verbindung herum zusammenzudrücken. Somit wird der Bereich isoliert. Während der Druck durch mehrere hydraulische Vorspannwerkzeuge aufrechterhalten wird, werden interne und externe Spaltwerte aufgezeichnet und die Zylinderausrichtung überprüft.

Sobald diese Anpassungen abgeschlossen sind und die 4-Wege-Verbindung korrekt ausgerichtet ist, wird die Verbindung erneut mit dem HCS zusammengedrückt. Durch spannen der Superbolt-Spannelemente mit Vielfachschrauben wird die Last durch selbige aufgebracht und die Verbindung so dauerhaft vorgespannt. Anstatt jede Schraube einzeln zu spannen, wodurch es zum Verschieben der Fugen kommen kann, fixiert das HCS die gesamte Verbindung und sorgt so für absolute Stabilität, während die Schrauben nach und nach gespannt werden.

Anschließend wird in dem Bereich, in dem der Verbrennungszylinder und die Turbinenabschnitte aufeinander treffen, eine interne Dichtung als zusätzliche Schutzschicht installiert. Mögliche Undichtigkeiten, die sich durch die Neuausrichtung der Zylinder nicht verhindern lassen, werden dadurch beseitigt.

### **Die beste Lösung auf dem Markt**

Die Kombination der Nord-Lock Lösungen – darunter Spannelemente mit Vielfachschrauben, hydraulische Schließsysteme und Ausrichtungspannelemente – wurde vom Betreiber der Gasturbinen getestet und hat sich als wirksam bei der Verhinderung von Undichtigkeiten in 4-Wege-Verbindungen erwiesen. Es hat seither keine ungeplanten Stillstände aufgrund von Schäden an der Instrumentierung oder Isolierung gegeben, und es wurde eine sicherere Arbeitsumgebung im Turbinengehäuse geschaffen.

*Das allgemeine Feedback des Turbinenbetreibers: „Das ist die beste Lösung gegen Undichtigkeiten in 4-Wege-Verbindungen, die es derzeit auf dem Markt gibt.“*

Auch wenn es sich um eine maßgeschneiderte Lösung für den Betreiber der 501F-Gasturbinen und seine Anlagen handelt, erweisen sich die im Rahmen des Projekts gewonnenen Erkenntnisse und Erfahrungen für Nord-Lock als wertvoll.

„Alle Turbinen haben ein gemeinsames Prinzip: Ein Rad bzw. ein Rotor dreht sich, um durch Bewegung Energie zu erzeugen“, erklärt Peter Miranda, Regional Sales Director, Nord-Lock Group. „Die Erkenntnisse unserer Experten aus dem Fachbereich Power Generation erweitern unser Know-how und können zur Lösung ähnlicher Probleme mit Undichtigkeiten herangezogen werden.“



Hydraulisches Verschlussystem von Boltight war für Ausrichtung entscheidend



**Peter Miranda**  
REGIONAL SALES DIRECTOR,  
NORD-LOCK GROUP



Superbolt Spannelemente mit Vielfachschauben verteilen hohe Vorspannkraften auf Druckschrauben, die durch den Mutternkörper geschraubt werden, auf überschaubare Drehmomente. Im Vergleich zu herkömmlichen Sechskantmuttern sind sie selbst bei größeren Größen einfach zu montieren.

STÄNDIGE EVOLUTION IN DER

# WELT DER WERKSTOFFE

Text Brian Cloughley  
Illustration Gabriel Jacobi

*Die Werkstoffauswahl für Projekte im Maschinenbau oder Bauwesen ist seit jeher mit Kompromissen verbunden.*

*Bei so vielen Variablen – dutzende physikalische Eigenschaften, Kosten, Nachhaltigkeit – gibt es einfach nicht „das eine“ perfekte Material für jede Aufgabe. Und doch haben Ingenieure und Wissenschaftler die Suche danach nicht aufgegeben.*





Das perfekte Material für eine bestimmte Industrie- oder Bauanwendung zu finden, kann ein komplexes Unterfangen sein. Ob mit sogenannten Ashby-Diagrammen, Mehrfachkriterienanalysen oder gar künstlicher Intelligenz: Den roten Faden in den Entscheidungsprozessen bildet das Abwägen von Zielen und Einschränkungen.

In den letzten Jahrzehnten ist die Vielfalt der Materialien, die Ingenieuren zur Verfügung stehen, explosionsartig gestiegen. An der grundsätzlichen Notwendigkeit von Kompromissen hat das vielleicht nichts geändert, die Abwägung ist dafür subtiler geworden, wobei Ziele tendenziell wichtiger werden als Einschränkungen.

*Man könnte also sagen, dass Werkstoffe immer häufiger danach ausgewählt werden, was gewünscht wird, und weniger danach, was man bereit ist aufzugeben.*

Im Folgenden setzen wir uns mit der Frage auseinander, wie Innovationen im Werkstoffdesign die Optionen und Möglichkeiten für Ingenieure erweitern.

### **Faserverstärkte Verbundwerkstoffe**

In nahezu jeder Branche, sei es Luftfahrt, Verkehr, Energie, Bauwesen oder Maschinenbau, stehen Verbundwerkstoffe ganz oben auf der Liste der modernen Werkstoffe. Dabei geht es hier eher um eine Kategorie als um ein Material, denn ein Verbundwerkstoff kann eine beliebige Kombination aus zwei oder mehr Materialien sein, wodurch andere Eigenschaften als die der einzelnen Bestandteile erreicht werden. Im Allgemeinen bezieht sich der Begriff „Verbundwerkstoff“ aber in den meisten Branchen auf eine Mischung aus Polymeren und verstärkenden Materialien.

Als Konzept ist diese Art von Verbundwerkstoff nicht neu. Faserverstärkte Verbundwerkstoffe mit Glasfasern zur Verstärkung ungesättigter Polyesterharze wurden bereits in den 1930er Jahren erfunden. In den darauffolgenden Jahrzehnten ermöglichten Innovationen wie Kohlenstoffasergemische und Epoxidharze den Einsatz dieser Technologie in Militär- und Marineanwendungen. Ihren Durchbruch hatten sie aber erst in den 1970er Jahren:

Angesichts der steigenden Ölpreise wurden die hervorragenden Festigkeits- und Gewichtsmerkmale von kohlenstofffaserverstärktem Kunststoff (CFK) äußerst attraktiv für die Luftfahrtindustrie. Die Tatsache, dass Flugzeuge aus wirtschaftlichen Gründen leichter werden mussten, trieb die Entwicklung und Kommerzialisierung von CFK weiter voran.

### **Viele vorteilhafte Eigenschaften**

Das ausgezeichnete Verhältnis von Festigkeit zu Gewicht bleibt wohl der größte Vorteil dieser Verbundwerkstoffe, die allerdings noch viele weitere wertvolle Eigenschaften aufweisen. Diese variieren zwar je nach verwendeten Polymeren, doch in der Regel verfügt CFK über eine hohe thermische und elektrische Leitfähigkeit, Korrosionsbeständigkeit, Zugfestigkeit und Steifigkeit. Durch den Einsatz unterschiedlicher verstärkender Materialien lassen sich diese Eigenschaften erheblich beeinflussen. Wird statt Kohlenstoff beispielsweise Aramid (eine starke synthetische Faser) verwendet, so ist der resultierende Verbundwerkstoff flexibler, langlebiger und nicht leitfähig.

Diese Vielfalt an Eigenschaften ist ein wichtiger Grund, weshalb Verbundwerkstoffe weiterhin in so vielen Branchen und Anwendungen zum Einsatz kommen. Neuere Innovationen ermöglichen sogar die Verwendung von CFK für die Seile von Schrägseilbrücken und dank der dämpfenden Eigenschaften für schnell bewegte Komponenten in Industriemaschinen.

Das größte Hindernis für einen noch breiteren Einsatz von Verbundwerkstoffen waren bisher die Herstellungskosten. Hinzu kommt, dass die Kombination mehrerer Materialien und die Anordnung von Verstärkungsfasern in verschiedenen Matrices die strukturelle Komplexität erhöhen und die Vorhersage von mechanischem Verhalten und Verschleiß erschweren. Die Entwicklung sicherer und robuster Verbindungen ist in vielen Branchen eine Herausforderung. Zu den wichtigsten Errungenschaften in diesem Bereich zählen fortschrittliche Verschraubungstechnologien wie die Nord-Lock X-series Keilsicherungsfederscheiben. Sie verfügen über einen Federmechanismus, der bei der Verschraubung zweier Polymere den Verlust der Vorspannung durch Erschlaffung ausgleicht. ☺

## Biobasierte Polymere und Verbundwerkstoffe sind vielversprechend

Die meisten der in industriellen Anwendungen verwendeten Polymere stammen nach wie vor aus fossilen Brennstoffen und sind damit nicht besonders nachhaltig. In den letzten Jahren hat das Interesse an biobasierten Polymeren, deren Ausgangsstoff erneuerbare Ressourcen sind, stark zugenommen.

Peter Mannberg, Bereichsleiter am unabhängigen und staatlich finanzierten RISE – Research Institute of Sweden (RISE), forscht über die Umweltauswirkungen von Polymeren und Verbundwerkstoffen.

„Unser Ziel ist es, nachhaltige Lösungen für Leichtbauanwendungen zu finden“, sagt er. „Die meisten Verbundwerkstoffe haben ihren Ursprung in fossilem Öl, das trifft sowohl auf Kohlenstofffasern als auch auf Kunststoffe zu. Wir wollen diese ölbasierten durch erneuerbare Ressourcen ersetzen. Wir nutzen also bereits vorhandene Ausgangsmaterialien, die verfügbaren Bausteine, um Alternativen zu den umweltschädlichen Werkstoffen zu entwickeln.“

Mannbergs Team hat sich dafür vor allem mit Forst- und Agrarreststoffen auseinandergesetzt, doch ein Rohstoff scheint sein Interesse besonders geweckt zu haben. „Schilfrohrgras wächst in Sumpfbereichen“, erklärt Mannberg, „und kann somit flächenschonend angebaut werden, ohne mit dem Anbau von Nahrungsmitteln zu konkurrieren. Das ist wichtig. Dieses Gras können wir auf verschiedene Arten nutzen, um Verbundwerkstoffe herzustellen.“

Am einfachsten ist es, die Stämme und das holzähnliche Material als Verstärkungsfaser zu verwenden. Die daraus resultierenden Verbundwerkstoffe sind aber relativ begrenzt einsetzbar und nur für den Innenbereich robust genug. Anspruchsvoller wird es dagegen, wenn man aus dem Gras Kohlenstofffasern herstellt.

„Seit Jahren forschen wir am RISE zur Verwendung von Lignin für die Erzeugung einer karbonisierbaren Faser“, erklärt Mannberg. „Das gleiche funktioniert auch mit Zellulose und Hemizellulose, den beiden anderen Grundbestandteilen der Biomasse. Aus dem Lignin des Grases werden Fasern hergestellt, die wir dann in einem komplexen Verfahren karbonisieren.“



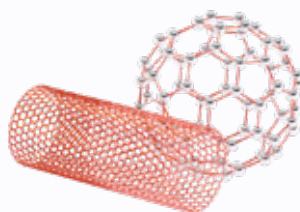
Kohlenstofffaser



Aramid



Biobasierte Polymere



Nanokomposite

„Das Ergebnis sind Kohlenstofffasern, die stärksten Fasern, die es derzeit gibt. Diese eignen sich für Verbundwerkstoffe für Anwendungen mit besonders hohen Festigkeits- und Stabilitätsanforderungen.“

### Alternative zu fossilen Rohstoffen

Natürlich handelt es sich dabei nur um einen Bestandteil eines Kohlenstofffaser-Verbundwerkstoffs. Peter Mannberg ist aber optimistisch, dass sich Schilfrohrgras auch für die Herstellung von Polymeren nutzen lässt.

„Es gibt bereits marktfähige Kunststoffe geringerer Qualität, die aus Biomaterial hergestellt werden, zum Beispiel für Plastiktüten“, so Mannberg. „Wir suchen aktuell nach Möglichkeiten, biobasierte Kunststoffe für den Einsatz in der Automobil- und Luftfahrtindustrie zu entwickeln, um die dort verwendeten Epoxide und Duroplaste ersetzen zu können. Im Grunde versuchen wir, Lignin auf molekularer Ebene aufzubrechen und dann so wieder zusammensetzen, dass etwas entsteht, das mit den derzeit aus Öl gewonnenen Materialien vergleichbar ist.“

Obwohl bereits einige Unternehmen mit Lignin zur Herstellung von Kohlenstofffasern experimentieren, befindet sich die von Mannberg beschriebene Arbeit zum größten Teil noch im Forschungsstadium.

„Das alles ist bereits auf Laborebene möglich“, erklärt er. „Die Ableitung der Moleküle und die Erzeugung der Kunststoffe und Fasern sind derzeit noch teurer als die Herstellung aus Öl. Es bedarf also einer Kombination aus Gesetzgebung und gesellschaftlichem Engagement, um eine kommerzielle Nutzung dieser Produkte zu erreichen.“



**Peter Mannberg**  
BEREICHSLEITER,  
RESEARCH INSTITUTES  
OF SWEDEN



**Guan Gong**  
LEITENDE WISSENSCHAFTLERIN,  
RESEARCH INSTITUTES  
OF SWEDEN

## Maßgeschneiderte Lösungen

Als Institut für angewandte Forschung beteiligt sich das RISE auch an Projekten mit Werkstoffen, die seit Jahren als Zukunft der technischen Materialien gehandelt werden: Nanokompositen.

Nanokomposit ist ein weiterer Begriff, der ein breites Spektrum an Materialien abdeckt. Im Prinzip kann es sich dabei um einen beliebigen Verbundwerkstoff handeln, bei dem ein Bestandteil durch Nanopartikel verstärkt wird. Diese Partikel haben eine Größe von weniger als 100 Nanometer (nm). Die Nutzung von Partikeln dieser Größenordnung kann die physikalischen Eigenschaften eines Materials radikal verändern.

Guan Gong ist leitende Wissenschaftlerin am RISE, die sich unter anderem mit der Verwendung von Nanomaterialien befasst, um gewisse Eigenschaften von Verbundwerkstoffen so zu verändern, dass sie bestimmten Anforderungen der Industrie entsprechen.

*„Wir interessieren uns für den Einsatz von Nanomaterialien zur Verbesserung oder Modifizierung verschiedener Eigenschaften, je nachdem, was die Endanwender wünschen“, erklärt sie.*

„Es gibt zum Beispiel Kunden, die Materialien mit einer besseren elektrischen oder thermischen Leitfähigkeit brauchen. Oder mit einem Verbundbestandteil, der gute Barriereigenschaften gegen Sauerstoff hat, usw. Anhand dieser Anforderungen suchen wir nach Nanomaterialien, die diese besonderen Merkmale aufweisen, und entwickeln und verifizieren dann eine entsprechende Lösung. Grundsätzlich fragen wir immer zuerst: Was wird benötigt? Welche Eigenschaft ist dem Kunden am wichtigsten?“

## Ein anspruchsvoller und schwieriger Prozess

Doch der Prozess ist nicht so einfach, wie er auf den ersten Blick erscheint. Bei der großen Bandbreite an physikalischen Eigenschaften und Faktoren wie Kosten, Energieeffizienz und Produktionsaufwand ist es immer schwierig, die richtige Kombination aus Nanomaterialien, Verbundwerkstoffen und Verfahren zu ermitteln. Laut Gong ist das aber nicht das einzige Hindernis für einen breiten Einsatz von nanomodifizierten Verbundwerkstoffen:

„Die größte technische Herausforderung ist die Dispersion. Um die besonderen Eigenschaften von Nanomaterialien auf Verbundwerkstoffe zu übertragen, müssen die Partikel erfolgreich im Verbundwerkstoff dispergiert werden“,

so Gong. „Dafür gibt es verschiedene Methoden. Aber es ist immer noch sehr schwierig, den gewünschten Dispersionsstatus zu erreichen, vor allem in Verbindung mit einer Faserverstärkung. Die industrielle Umsetzung von nanomodifizierten Verbundwerkstoffen ist noch nicht belastbar genug.“

„Die meisten Nanomaterialien, wie Kohlenstoff-Nanoröhrchen und Graphen, sind teuer. Dieses Problem lässt sich nur lösen, indem sehr geringe Mengen Nanomaterial verwendet werden. Da wir aber sonst keine gute Dispersion erreichen, braucht es mehr, als zwingend erforderlich wäre.“

Auch die Einhaltung strenger Sicherheitsregeln ist bei der Herstellung und beim Umgang mit Nanomaterialien unerlässlich. Ansonsten kann es zu einer Bedrohung für Mensch und Umwelt kommen.

Nichtsdestotrotz arbeitet Guan Gongs Abteilung in diesem Bereich erfolgreich mit zahlreichen Partnern aus der Privatwirtschaft zusammen, darunter Unternehmen aus der Luftfahrt-, Marine-, Automobil-, Forst- und Energieindustrie.

## Titan DIE VOR- UND NACHTEILE

Während Polymere, Verbundwerkstoffe und Nanomaterialien in den Wissenschaftsmagazinen mehr Aufsehen erregen, werden auch für traditionellere Materialien immer wieder innovative Anwendungen entwickelt. Seit Jahrzehnten werden Titan und Titanlegierungen für ihr ausgezeichnetes Verhältnis von Festigkeit zu Gewicht und ihre hohe Korrosionsbeständigkeit geschätzt. Sie haben sogar einen Vorteil gegenüber Polymer-Verbundwerkstoffen: einen sehr hohen Schmelzpunkt.

Ein wesentlicher Nachteil bei der Verwendung von Titan Komponenten ist ihre oftmals schwierige Herstellung. Das Fräsen ist zeitaufwändig und verschwendet wertvolles Material, während das

Schmelzen und Gießen durch den hohen Schmelzpunkt des Elements sehr energieintensiv sind. Seit einigen Jahren können Titan Komponenten jedoch im 3D-Druck-Verfahren hergestellt werden.

Die Forschungsbehörde DARPA des US-Verteidigungsministeriums erkannte vor rund 15 Jahren das Potenzial des 3D-Drucks von Titan, als sich die dortigen Wissenschaftler auf die Suche nach neuen Wegen zur Herstellung von Titanpulver machten. Dank dieser Forschung ist Titanpulver heute sehr verbreitet, wenn auch teuer, und wird bereits in konkreten Anwendungen wie High-End-Sportwagen und medizinischen Implantaten eingesetzt. Sowohl Boeing als auch Airbus nutzen beim Bau ihrer Flugzeuge inzwischen 3D-gedruckte Titan Komponenten.





# SCHIFFSFENDER LEITPLANKEN FÜR HAFENANLAGEN

Text Ulf Wiman Bilder Sung-min Cho/Hwaseung Corporation

*Die Kollision eines Schiffs mit der Hafeninfrastuktur kann schwere Schäden verursachen. Sogenannte Fender sind die typische Lösung, um die dabei wirkenden Aufprallkräfte zu reduzieren. Vorausgesetzt, sie sind sicher installiert. Nord-Lock Keilsicherungsscheiben haben sich dabei in Südkorea als perfekte Wahl erwiesen.*

Jedes Jahr kollidieren Hunderte Schiffe beim Anlegen mit Piers oder Kaianlagen – manchmal auf spektakuläre Weise. Auch ein Touchieren von Schiffen untereinander ist keine Seltenheit. Solche Pannen sind meist auf Fehler zurückzuführen, etwa eine falsche Einschätzung von Geschwindigkeit oder Windstärke. Aber auch mangelnde Kommunikation, zum Beispiel zwischen der Brückenmannschaft und dem Lotsen, kann sich als Problem erweisen.

Unfälle wie diese können sehr kostspielig sein und schwere Schäden an Schiffen und Hafeninfrastuktur hinterlassen. Im schlimmsten Fall können sogar Menschenleben in Gefahr sein. Eine Null-Inzidenz für menschliches Versagen ist zwar wünschenswert, in der Praxis aber nur schwer zu erreichen.

Es gibt bei einem Anlegemanöver einfach zu viele Variablen, die berücksichtigt werden müssen, um Kollisionen auszuschließen. Entsprechend empfiehlt es sich, die Sicherheit

proaktiv zu verbessern und die Kraft eines möglichen Aufpralls so weit wie möglich zu reduzieren. Der Einsatz von Fendern zur Absorption dieser enormen Kräfte ist wahrscheinlich so alt wie die Schifffahrt selbst. Heute gibt es viele verschiedene Arten von Fendern in verschiedenen Materialien, Formen und Größen, die entweder allgemeine oder spezifischere Anforderungen erfüllen.

## Ein Schwergewicht im Schiffbau

Die südkoreanische Küste erstreckt sich über drei Himmelsrichtungen und zählt rund 3.000 Häfen aller Größen. Nach China ist Südkorea die zweitgrößte Handelsschiffbau-Nation der Welt, und so verwundert es nicht, dass das Land auch bei der Herstellung von Schiffsfendern den Ton angibt.

Die Hwaseung Corporation stellt verschiedene Arten von Fendern für die südkoreanische Schiffbauindustrie her. Zu ihren Kunden zählen Hyundai Heavy Industry, Samsung Heavy Industry, Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering und STX Offshore & Shipbuilding, die weltweit größten Schiffbauunternehmen im Jahr 2020.

Hwaseung entwickelt und fertigt verschiedene Fender, darunter Bogenfender, Schiffsfender, pneumatische Fender und U-Boot-Fender. Die dafür benötigten Rohstoffe werden vom Segment Gummi des Unternehmens geliefert.

### Lösen der Schrauben durch Vibration

Die Kräfte, die ein Fender aufnehmen muss, verursachen enorme Vibrationen. Als Hwaseung noch auf konventionelle Unterlegscheiben und Federringe setzte, kam es oft vor, dass sich Schrauben lösten. Zwar gab es dadurch keine nennenswerten Zwischenfälle, aber das Problem erhöhte die Wartungszeit und die Endkunden beschwerten sich.

Alex Keum, General Manager von Nord-Lock Korea, kannte diese Problematik bereits durch seine frühere Tätigkeit bei Hwaseung. Mit diesem Wissen konnte er seinem ehemaligen Arbeitgeber die Keilsicherungstechnologie als optimale Lösung zur Sicherung der Fender vorstellen.

„Ich ging sowohl auf Hwaseung als auch auf den Endkunden zu“, berichtet er. „Nach mehreren Besuchen und Vorführungen wurden die Nord-Lock Keilsicherungsscheiben schließlich in die Konstruktion übernommen. Dabei war die gute Beziehung zu meinen alten Kollegen bei Hwaseung sicherlich von Vorteil.“

### Unorthodoxe Entscheidung zahlt sich aus

„Wir hielten die Nord-Lock Keilsicherungsscheiben schon früh für eine gute Lösung“, erinnert sich Sung-min Cho, Stellvertretender Geschäftsführer der Hwaseung Corporation.

*„Inzwischen können wir aber sagen, dass sie eine der besten Lösungen gegen das Lockern und Lösen von Schrauben sind, die wir je auf dem Markt finden konnten.“*

Die Lösung waren Nord-Lock Keilsicherungsscheiben aus Edelstahl an kritischen Stellen eines bestimmten Fenders, dem sogenannten TR-Fender. Keum zufolge handelte es sich um eine eher unorthodoxe Produktwahl. „Ich habe

Hwaseung offen erklärt, dass dieses Material unter Umständen nicht für Spritzwasseranwendungen geeignet ist, und auf das Korrosionsrisiko hingewiesen“, erzählt er.

*„Aber die Keilsicherungsscheiben sind jetzt seit eineinhalb Jahren installiert – ohne jegliche Korrosionsprobleme!“*

Die Nord-Lock Keilsicherungsscheiben haben das Problem der lockeren Schrauben praktisch gelöst. Erwartungsgemäß hat sich dadurch auch die Wartungseffizienz verbessert. „Da wir die Verschraubungspunkte anders als mit den Federscheiben seltener überprüfen müssen, sparen wir viel Zeit“, freut sich Cho.

### Bisherigen Lösungen überlegen

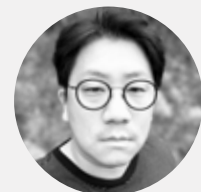
Hwaseung zeigt sich mit der Lösung zufrieden. „Die Sicherungswirkung hält eindeutig länger an als bei bisherigen Lösungen wie den Federscheiben“, sagt Cho. „Die Rahmenbedingungen dieser Anwendung sind rau, und wenn die Nord-Lock Keilsicherungsscheiben das Problem nachhaltig lösen, kann Nord-Lock hier einen weiteren großen Markt bedienen.“

Er sagt, dass die Endanwender ebenfalls positiv reagiert haben und beabsichtigen, die Nord-Lock Keilsicherungsscheiben künftig sowohl für Fender als auch für andere Anwendungen einzusetzen.

„Alex Keum trat 2018 an uns heran, und so lernten wir schließlich Nord-Lock kennen“, erinnert sich Sung-min Cho. „Er hat uns umfassend beraten und konnte unsere Zweifel vollständig ausräumen. Inzwischen haben wir so viel gegenseitiges Vertrauen aufgebaut, dass wir die Nord-Lock Keilsicherungsscheiben auch an unsere Tochtergesellschaften weiterempfehlen.“



Alex Keum  
GENERAL MANAGER,  
NORD-LOCK GROUP KOREA



Sung-min Cho  
STELLVERTRETENDER  
GESCHÄFTSFÜHRER,  
HWASEUNG CORPORATION

KUNDE  
HWASEUNG CORPORATION CO., LTD

GEGRÜNDET  
1978

ORT  
BUSAN, SÜDKOREA

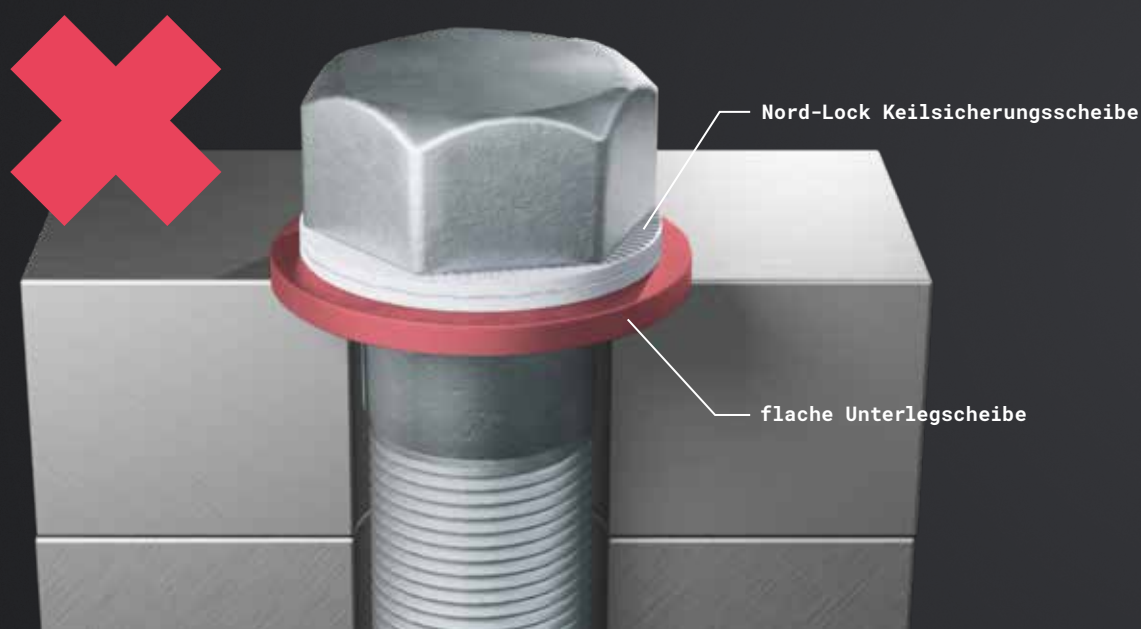
ANWENDUNG  
PNEUMATISCHE FENDER UND SCHIFFSFENDER

DIE LÖSUNG  
NORD-LOCK KEILSICHERUNGSSCHEIBEN

## *Kann ich mit den Nord-Lock Keilsicherungsscheiben das Expander System sichern?*

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

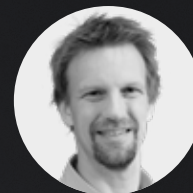
*Gemäß den Nord-Lock Montageempfehlungen sollten Nord-Lock Keilsicherungsscheiben nicht mit einer Unterlegscheibe kombiniert werden, die sich verdrehen kann. Das ist der Grund:*



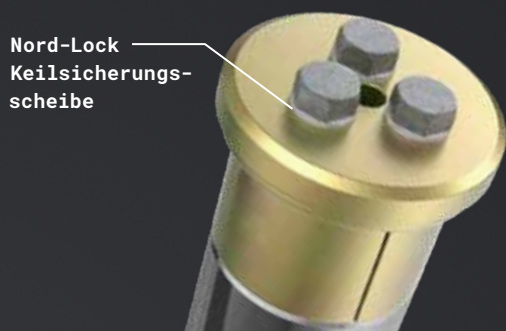
In diesem Fall sichert die Nord-Lock Keilsicherungsscheibe die Schraube nur gegen die Unterlegscheibe (hier rot dargestellt). Für die Sicherheit der Verbindung maßgeblich ist aber immer der Formschluß zwischen Keilsicherungsscheibe und Kontaktfläche des Bauteils. Da die konventionelle Unterlegscheibe aber nicht verdrehgesichert ist, kann Nord-Lock die Sicherung nicht garantieren. Einige Expander System Kunden setzen Nord-Lock Keilsicherungsscheiben jedoch erfolgreich auf diese Weise ein, um das Expander System mittels Keilsicherung bzw. verstärkter Reibung zu sichern.



**Sonny Halberg**  
ANWENDUNGS- UND  
VERTRIEBSINGENIEUR,  
NORD-LOCK GROUP

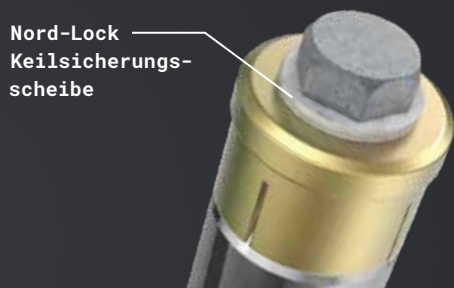


**Jonny Wiberg**  
INGENIEUR,  
EXPANDER DIVISION  
NORD-LOCK GROUP



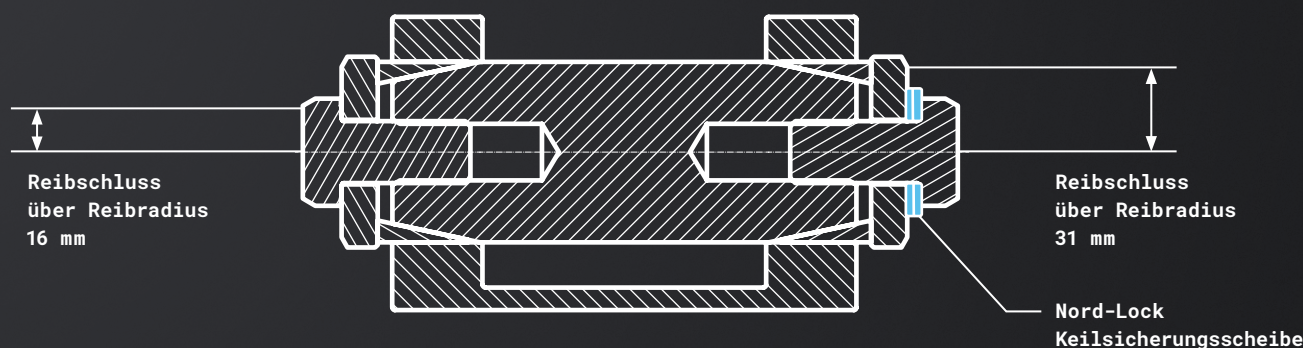
### 100 % Keilsicherung

Für 100% Keilsicherungswirkung müssen Nord-Lock Keilsicherungsscheiben auf verdrehsicheren Auflageflächen verbaut werden. Für Anwendungen mit dieser Anforderung wird das Expander System üblicherweise als Mehrschrauben-System ausgeführt, um ein Verdrehen der Druckscheibe zu verhindern. Auf diese Weise erfüllt die Verbindung die allgemeinen Montageempfehlungen für Nord-Lock Keilsicherungsscheiben, die gegen eine nicht drehbare Fläche montiert werden sollen. Die Nord-Lock Keilsicherungsscheibe gewährleistet damit die effektive Sicherung der Schraube.



### Verbesserte Sicherung durch Reibschluss

Wenn eine verbesserte Sicherung für Ihre Anwendung ausreicht, können Sie mit zusätzlichen Nord-Lock Keilsicherungsscheiben am Expander System ein Losdrehen der Schraube erschweren.



Sehen wir uns dazu ein Beispiel an. Die angezogene Schraube auf der linken Seite des Expander Systems wird durch die Reibung zwischen dem Schraubenkopf und der Druckscheibe gehalten. Die Reibkraft entspricht der Vorspannkraft multipliziert mit der Reibung, und die Reibungskraft wird über einen Reibradius von 16 mm aufgebracht.

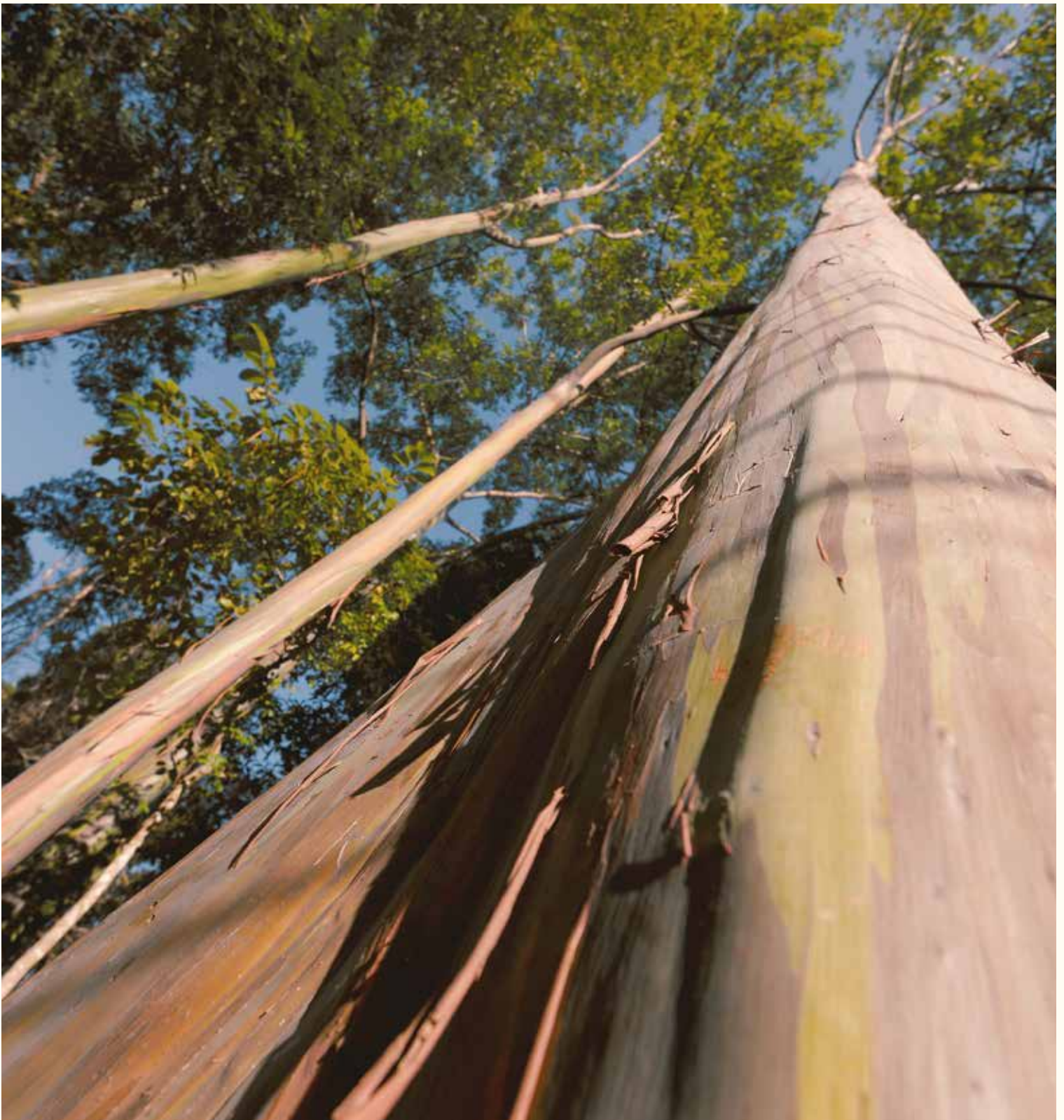
Die Schraube auf der rechten Seite ist mit Nord-Lock Keilsicherungsscheiben versehen, was zu einer 100%igen Keilsicherung zwischen der Schraube und der Druckscheibe führt. Auf diese Weise wird die Schraube durch die Reibung zwischen Druckscheibe und Hülse gehalten. Die Reibkraft wird über einen Reibradius von 31 mm aufgebracht.

Die Größe des Reibradius hat unmittelbaren Einfluss auf den Reibschluss. Wird der Reibradius verdoppelt, hat es die Schraube doppelt so schwer, sich loszudrehen (sofern alle anderen Parameter gleich bleiben). In diesem Beispiel wird die Drehmomentstütze um den Faktor  $31/16=1,93$  erhöht, woraus folgt, dass sich der Reibschluss um etwa den Faktor 2 verbessert.

Und es gibt noch einen weiteren Vorteil, wenn der Drehpunkt nicht mehr zwischen Schraubenkopf und Druckscheibe, sondern zwischen Druckscheibe und Hülse liegt: Der Schraubenkopf ist härter als die Hülse, weshalb der Reibkoeffizient zwischen Schraubenkopf und Druckscheibe geringer ausfällt als der zwischen Druckscheibe und Hülse. Durch die höhere Reibung und den größeren Abstand zur Drehachse oder Mittelnie der Schraube wird ein Losdrehen der Schraube erschwert.

GESICHERT MIT

# ZUVERLÄSSIGKEIT IN DER FORSTWIRTSCHAFT







*Die Holzernte stellt Mensch und Maschine vor enorme Herausforderungen und die oft entlegenen Arbeitsplätze können Ausfallzeiten um Tage verlängern, wenn eine Reparatur ansteht. Das Expander System und die Nord-Lock Keilsicherungsscheiben helfen dem Unternehmen Log Max, seine Gerätschaften zuverlässig am Laufen zu halten.*

Wer in der Forstwirtschaft tätig ist, weiß, wie wichtig eine langlebige, zuverlässige und effiziente Ausrüstung ist. Wälder können ein einsamer und unerbittlicher Arbeitsplatz sein – da gibt es praktisch keinen Spielraum für Maschinenausfälle und Produktionsstillstände. Auch gilt es Pannen und Unfälle zu vermeiden, um die Sicherheit von Arbeitern und Ausrüstung nicht zu gefährden.

Ganz zu schweigen von dem Ärger, der Frustration und der Zeitverschwendung, die zwangsläufig auftreten, wenn defekte Maschinen zur Reparatur abtransportiert werden müssen. Durch diese vermeidbaren Verzögerungen schwinden Produktivität – und damit Rentabilität.

### **Ein Marktführer in der Forstwirtschaft**

Das schwedische Unternehmen Log Max hat sich mit der Herstellung von robusten und innovativen Forstmaschinen einen Namen gemacht. Ein Spezialgebiet sind sogenannte Harvesteraggregate mit Einzelgreifer, die auf einem Trägergerät – etwa einem großen Traktor, Bagger oder Holzladler – oder einer speziell für die Holzernte entwickelten Maschine montiert werden. Von dem kleinen Dorf Grangårde inmitten eines schwedischen Forstbezirks hat sich Log Max eine starke Position auf dem Weltmarkt erarbeitet. Von den rund 500 jährlich produzierten Harvesteraggregaten werden etwa 70 Prozent exportiert, vor allem nach Europa, Nord- und Südamerika sowie Russland. Seit 2012 ist das Unternehmen Teil der Komatsu Group.

„Wir haben zwar kein Trägergerät im Angebot, sind aber dennoch ein großer, weltweit bekannter Akteur in dieser Branche“, erläutert Johan Ericson, Head of Design.

### **Ein akribischer Entwicklungsprozess**

Log Max will jährlich mindestens zwei neue oder aktualisierte Modelle auf den Markt bringen. Derzeit umfasst die Produktpalette 14 Modelle sowie ein eigenes Steuerungssystem. Log Max hält mehrere Patente, beispielsweise für das Active Friction Control System, mit dem die Messer an die Anwendung angepasst, die Holzqualität verbessert und der Kraftstoffverbrauch gesenkt werden.

Ericson erklärt, dass in jedem Modell eine Menge Entwicklungs- und Testarbeit steckt. Das beweist eine lange Liste kontinuierlicher Produktverbesserungen, die allerdings ein sehr zeitaufwändiges Unterfangen sein können. „Unsere Produkte durchlaufen einen langwierigen Entwicklungsprozess“, erklärt er.


*„Wir gehen dabei absolut sorgfältig und akribisch vor, da wir den Anspruch haben, dass alle unsere Produkte von höchster Qualität sind.“*

Wie viele andere Hersteller, die Lösungen für raue Umgebungen und anspruchsvolle Anwendungen entwickeln, setzt auch Log Max auf Nord-Lock Keilsicherungsscheiben, um das Risiko von Ausfällen der Schraubenverbindungen zu senken. Dem Maschinenbauingenieur Per Andersson zufolge nutzte Log Max die Nord-Lock Keilsicherungsscheiben schon bei seiner Einstellung im Unternehmen vor 20 Jahren. Heute sind sie ein fester Bestandteil der Konstruktion.

„Unsere Stahlgestelle haben viele Gewindelöcher, deren Schraubenverbindungen über keine Muttern verfügen“, sagt Andersson. „Das Design der Nord-Lock Keilsicherungsscheiben verhindert, dass sich die Schrauben lösen.“

### **Expander für die anspruchsvolle Forstwirtschaft**

Bei der Wartung setzt Log Max voll und ganz auf das Expander System als Service- und Reparaturverfahren. Das Expander System ist außerdem serienmäßig am Log Max Harvesteraggregat E6 für Eukalyptus verbaut, das sich vor allem an den südamerikanischen Markt richtet.

Die Ernte von Eukalyptusbäumen ist anspruchsvoller als der klassische Holzeinschlag. Sie stellt hohe Anforderungen an die Geräte, weshalb Log Max das E6-Aggregat speziell für diese Anwendung entwickelt hat. Es verfügt über fünf Messer zum Entrinden und Entasten sowie über spezielle Vorschubwalzen, die das Drehen der Baumstämme erleichtern. 



„Anders als bei der traditionellen Ernte wird der Eukalyptusstamm auch während der Hin- und Herbewegung gedreht, um eine effizientere Entrindung und Entastung zu erreichen“, erklärt Ericson. „Wichtig ist, dass für den Transport zur Weiterverarbeitung keine Rinde am Stamm zurückbleibt.“

Was die Entrindung zusätzlich erschwert, ist die Tatsache, dass Eukalyptus Sand aus dem Boden in die Rinde aufnimmt. In der Praxis, so Andersson, „ist das, als würde man Sandpapier durch die Maschine laufen lassen, was durch die abrasive Wirkung natürlich den Verschleiß erhöht.“

Die Belastungen, denen das E6-Aggregat ausgesetzt ist, sind völlig andere als bei den konventionellen Harvesteraggregaten von Log Max. Andersson sagt, die Entscheidung für den serienmäßigen Einsatz des Expander Systems sei auf Kundenseite gefallen.

*„Das Expander System ist sehr robust und langlebig, zudem braucht es keine speziellen Werkzeuge für die Wartung“, erläutert er.*

„Zum Beispiel muss man die Messer ziemlich oft nachschärfen. Alles, was diese und andere Wartungsarbeiten vereinfacht, spart dem Kunden Zeit und Geld.“

### Eine starke lokale und globale Präsenz

Es mag ein langer Weg sein, von einem kleinen schwedischen Dorf bis in die Wälder Südamerikas, doch Log Max schlägt sich hervorragend. So konnte kürzlich die Produktionskapazität durch eine Erweiterung des Werks deutlich erhöht werden.

„Wir sind stolz darauf, welchen Beitrag wir auf lokaler Ebene leisten können“, freut sich Ericson. „Unser Hauptsitz befindet sich nach wie vor in Grangärde. Auch die Bereiche Design und Entwicklung, Produktion sowie Vertrieb, aber auch unser Hauptersatzteillager, sind noch immer hier vor Ort. Hinzu kommt, dass die meisten unserer Subunternehmer ebenfalls aus dem lokalen Umfeld stammen. Wir freuen uns darüber, dass wir mit Komatsu hier expandieren dürfen. Unseren langjährigen Kunden bedeutet das mit Sicherheit sehr viel.“

**Text**  
Ulf Wiman

**Bilder**  
Thanakorn Hongphan/Shutterstock  
Thomas Jenkins/Log Max



**Johan Ericson**  
HEAD OF DESIGN,  
LOG MAX



**Per Andersson**  
MASCHINENBAUINGENIEUR,  
LOG MAX

**KUNDE**  
LOG MAX AB

**ORT**  
GRANGÄRDE, SCHWEDEN

**GEGRÜNDET**  
1980

**ANZAHL MITARBEITER**  
85

**HAUPTPRODUKT**  
HOLZVOLLERNTER FÜR DIE  
FORSTWIRTSCHAFT

**HAUPTMÄRKTE**  
EUROPA, NORD- UND SÜDAMERIKA, RUSSLAND

**NORD-LOCK LÖSUNGEN**  
NORD-LOCK KEILSICHERUNGSSCHEIBEN,  
EXPANDER SYSTEM GELENKBOLZEN



# DER PERFEKTE AUFSCHLAG MIT SPIRIBOL

*Es heißt, die einfachen Dinge im Leben seien oft die besten – auf Spiribol dürfte das absolut zutreffen. Das einfache Ballspiel, das aus einer Kugel, einer Stange und einem Seil besteht, zieht derzeit viele Menschen in Spanien in seinen Bann.*

Die Geschichte des „Spiribol“ hat ihren Ursprung in den 1920er Jahren im südspanischen Granada. Damals baute Baltasar Fábregas ein primitives Spielgerät für seine 11 Kinder, indem er einen Tennisball mit einem Seil an einer Stange befestigte. Ganz nebenbei erfand er so eine neue Sportart.

Etwa fünf Jahrzehnte später machte einer seiner Enkel, Jesús Candel, inzwischen besser bekannt als „Spiriman“, diese sportliche Erfindung kommerziell nutzbar. Als Mediziner ist Candel besorgt über den überwiegend sitzenden Lebensstil junger Menschen. Er erkannte das Potenzial von Spiribol, insbesondere als Spiel für benachteiligte Jugendliche.

Und so gründete er die Spiribol-Stiftung, die Schulsport fördert und versucht, Jugendliche mit sozialen Schwierigkeiten zu unterstützen.

## **Einfacher, aber effektiver Aufbau**

Beim Spielen von Spiribol kreist der Ball in hohem Tempo um den Mast. Wer es schafft, das Seil so weit aufzuwickeln, dass der Ball den gelben Mast erreicht, hat gewonnen. Der Sockel von Spiribol ist mit einem Satz Nord-Lock

Keilsicherungsscheiben an der Mastvorrichtung zwischen dem Sockel und dem Verbindungsstück zum Mast gesichert.

„Die Nord-Lock Keilsicherungsscheiben sind ein wesentlicher Bestandteil des aktuellen Spiribol-Modells. Sie tragen dazu bei, dass Mast und Sockel während des Spiels stabil bleiben“, erklärt Chus Hervera, Leitender Koordinator für institutionelle Aktivitäten bei Spiribol und Präsident der Spiribol-Stiftung.

## **Gleich zwei gute Zwecke**

Im Jahr 2020 erhielt Candel die Diagnose Lungenkrebs. Da er fest von der heilenden Wirkung körperlicher Bewegung überzeugt ist, sammelt seine Spiribol-Stiftung nun auch Geld für die Unterstützung von Onkologiepatienten.

„Spiribol ist ein solidarischer Sport mit zwei Zielen: die körperliche Bewegung zu fördern und einen positiven sozialen Beitrag zu leisten“, so Hervera weiter. „Spiribol kann man überall spielen, egal wie alt oder sportlich jemand ist. Dadurch kann das Spiel Familien verbinden und den sozialen Zusammenhalt fördern.“

Text Isabelle Klinger Bilder Spiribol

UNTERNEHMEN  
SPIRIBOL-STIFTUNG

ORT  
GRANADA, SPANIEN

DIE LÖSUNG  
SPIRIBOL BESTEHT  
AUS EINEM SOCKEL,  
EINEM MAST, EINEM  
SEIL UND EINEM BALL.  
DER SOCKEL IST MIT  
EINEM SATZ NORD-LOCK  
KEILSICHERUNGSSCHEIBEN  
AN DER MASTVORRICHTUNG  
GESICHERT.

PRODUKT  
NORD-LOCK  
KEILSICHERUNGSSCHEIBEN  
NL18sp

