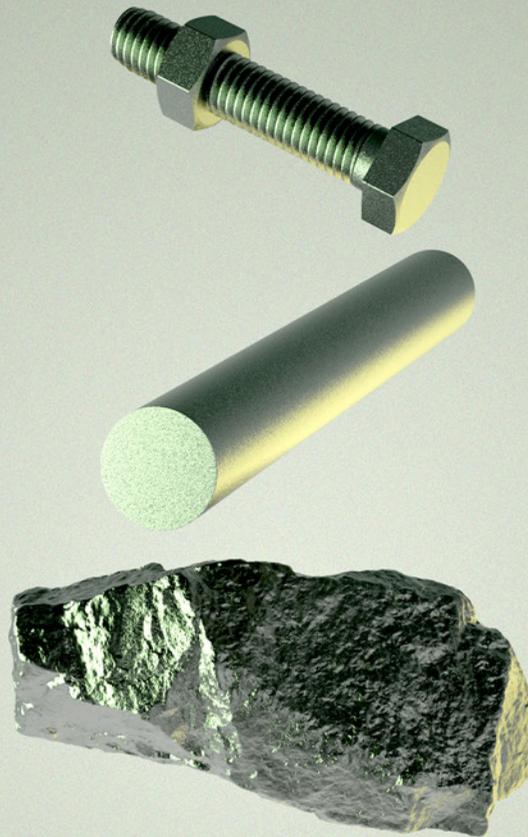


BOLTED

EIN MAGAZIN ZUM THEMA VERSCHRAUBUNGSTECHNIK

AUSGABE 1 – 2020



GRÜNER STAHL

Vom Rohstoff bis zum Ende des Produktlebenszyklus –
wie kann Stahl nachhaltiger werden?

SCHWIMMENDE OFFSHORE- WINDENERGIEANLAGEN

Die neuesten Trends in der
Windkraftindustrie

IM RAMPENLICHT

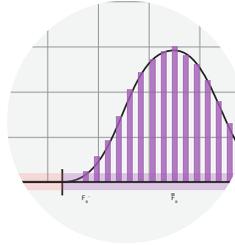
Elena Moral, preisgekrönte
Eisenbahningenieurin

AUS ZWEI MACH EINS

Innovative Lösung für eine
neue Brücke in Stockholm

04 PLD SPACE

Herausforderungen bei der Entwicklung eines Raketentriebwerks für die obere Atmosphäre.



20 DIE EXPERTEN

Unsere Experten beantworten technische Fragen.

06 BRANCHENINSIGHTS

Welches Potenzial haben schwimmende Offshore-Windenergieanlagen?



22 RAMBOLL – SLUSSEN

Die innovative Lösung für eine hochkomplexe Brücke in Stockholm.

10 IM RAMPENLICHT – ELENA MORAL

Erkenntnisse aus der Entwicklung eines Hochgeschwindigkeitszuges durch die Wüste.



25 DER MONOWALKER

Wandern leicht gemacht mit einem einrädigen, geländegängigen Trekkinganhänger.

13 DER WEG ZUM GRÜNEN STAHL

Umdenken hinsichtlich Herstellung und Einsatz für eine nachhaltigere Entwicklung.



26 DIE GESCHICHTE DES TSR+

Samad Ludi ist der Ingenieur hinter dem weltweit schnellsten Spannwerkzeug mit automatischer Kolbenrückstellung.

17 JAPAN STEEL WORKS

Superbolt Spannelemente lösen ein großes Wartungsproblem.



REDAKTIONSMANAGER

Alexander Wennberg
alexander.wennberg@nord-lock.com

SPRACHKOORDINATION

Nord-Lock Group

INHALTSERSTELLUNG

Nord-Lock Group

ART DIRECTION UND DESIGN

Gabriel Jacobi

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. Reproduktion des in dieser Publikation enthaltenen Materials nur nach vorheriger Genehmigung. 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.

Sie können uns jederzeit Ihre Kommentare oder Anregungen zukommen lassen unter info@nord-lock.com.



Fredrik Meuller
CEO Nord-Lock Group

Stahl ist ein Werkstoff, der für nahezu alles verwendet wird, was wir und unsere Kunden produzieren. Von Offshore-Windparks über Hochgeschwindigkeitszüge und Brücken bis hin zu Raketentriebwerken...

Eines der größten Anliegen von Nord-Lock ist es, mit unseren Schraubenverbindungen Menschenleben und Verbraucheranwendungen zu schützen. Das Thema Nachhaltigkeit ist 2020 in aller Munde und bis zu den Zielen für nachhaltige Entwicklung der Agenda 2030 sind es nur noch zehn Jahre – höchste Zeit für einen Rückblick, zu reflektieren und Maßnahmen zu ergreifen.

Als Gruppe definieren wir immer wieder Schwerpunkte und Ziele für unseren Nachhaltigkeitsbeitrag. In dieser Ausgabe möchten wir uns mit dem Rohstoff auseinandersetzen, auf den wir alle angewiesen sind. Aus ökologischer Sicht hat die Stahlindustrie zwar eine ziemlich düstere Geschichte, aber es wurden auch Fortschritte in Bezug auf Emissionen und Wiederverwertung gemacht. Nicht zuletzt durch ihre ausgeprägte Innovationskraft inspiriert und begeistert diese Branche viele Menschen.

In diesem Jahr erweitern wir drei unserer sechs Produktionsstätten. Dadurch können wir nicht nur zukünftigen Anforderungen besser gerecht werden, sondern auch die Arbeitsumgebung für unsere Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

verbessern und unsere Idee von einer nachhaltigeren und effizienteren Fertigung mit weniger Energieverbrauch und Abfall weiter vorantreiben.

Apropos Energie: Wir haben uns mit Experten der Branche über schwimmende Offshore-Windenergieanlagen unterhalten. Es ist äußerst spannend, die Entwicklungen und das enorme Potenzial dieser relativ neuen Form der Energiegewinnung mitzuverfolgen. In Spanien haben wir die Ingenieurin Elena Moral getroffen, die für ihre führende Rolle beim Bau des ambitionierten Eisenbahnprojekts Medina-Mekka ausgezeichnet wurde. Ebenfalls in Spanien waren wir zu Gast bei PLD Space, einem Raumfahrtunternehmen, das in seinen Raketentriebwerken Nord-Lock Keilsicherungsscheiben einsetzt.

Aber damit nicht genug: Wir berichten außerdem über den Verkehrsknotenpunkt „Slussen“, ein riesiges Bauprojekt in Schwedens schöner Hauptstadt Stockholm und Sie erfahren mehr darüber, wie wir ein Problem für den Stahlhersteller Japan Steel Works gelöst haben.

Viel Spaß beim Lesen!

In der oberen Atmosphäre wirken enorme Kräfte. Die Entwicklung eines Raketentriebwerks für diese Umgebung ist daher eine große Herausforderung. Kommt es zu Komplikationen, können das Triebwerk und weitere sicherheitsrelevante Teile beschädigt werden.

SICHER BIS ANS LIMIT

Das spanische Luft- und Raumfahrtunternehmen PLD Space entwickelt Trägerraketen und bietet suborbitale und orbitale Startdienste für kleine kommerzielle Nutzlasten und Satelliten. Seit seiner Gründung 2011 hat es sich von einem kleinen Start-up zu einem florierenden Unternehmen mit 42 Mitarbeitern entwickelt.



Die Auswahl hochwertiger Materialien und Komponenten ist eine wichtige Voraussetzung für die Konstruktion und den Bau der Trägerraketen MIURA 1 und MIURA 5 von PLD Space.

„Die von uns eingesetzten Materialien sind sehr speziell. So müssen zum Beispiel die Schrauben, mit denen die einzelnen Komponenten zusammengehalten werden, extrem robust und zuverlässig sein. Während einer hochintensiven Flugmission darf einfach nichts aus den Fugen geraten“, erklärt Raúl Torres, CEO und Mitbegründer von PLD SPACE. Ismael Gutiérrez, Head of Propulsion, stimmt zu:

„Qualität ist überaus wichtig, da wir mit jedem einzelnen Teil an die Grenzen seiner Belastbarkeit stoßen.“

Er fährt fort: „Wir müssen immer wieder verschiedene Szenarien testen, um sicherzustellen, dass wir die strengen Vorschriften erfüllen und die Sicherheit gewährleisten können. Werden bei einem solchen Test nicht die maximal definierbaren Eigenschaften wie die Zugfestigkeit, die Verschleißrate und ähnliche Parameter erreicht, ist er nicht bestanden.“

Dies gilt insbesondere für den Bereich Antriebstechnik, wo Mängel im Ausgangsmaterial aufgrund der hohen Anforderungen der Anwendung zu vorzeitigen Ausfällen führen können.

In einer schwingungsintensiven Umgebung wie dem Welt- raum hat die Aufrechterhaltung der Vorspannung oberste Priorität. Nachdem sich die herkömmlichen Drahtsicherungen nicht als praktikabel erwiesen hatten, stieß PLD Space bei der Suche nach einem anderen Sicherungsmechanismus auf Nord-Lock.

„Wir haben verschiedene Technologien getestet und uns schließlich für Nord-Lock entschieden, da die Keilsicherungsscheiben unheimlich robust sind“, so Torres.

KUNDE
PLD SPACE

ORT
ELCHE, SPANIEN

UNTERNEHMEN
RAUMFAHRT

ANWENDUNG
TRÄGERRAKETEN

HERAUSFORDERUNG
AUFRECHTERHALTUNG DER VORSPANNUNG
IN DEN SCHRAUBEN UNTER EXTREMEN
BEDINGUNGEN IM WELTRAUM

LÖSUNG
NORD-LOCK KEILSICHERUNGSSCHEIBEN
VERHINDERN DIE LOCKERUNG VON SCHRAUBEN



Heute kommen die Nord-Lock Keilsicherungsscheiben bei den meisten Schraubenverbindungen von PLD Space zum Einsatz – vom Raketentriebwerk bis hin zur Startrampe.

„In den Triebwerken nutzen wir die Keilsicherungsscheiben von Nord-Lock für praktisch jede Schraubenverbindung und sie halten absolut, was sie versprechen“, freut sich Gutiérrez. „Bei unseren Starttests bleibt die Vorspannkraft erhalten und wir konnten bis dato kein Lockern der Schrauben feststellen.“

PLD Space kann sich damit voll und ganz auf die Qualität seines Materials verlassen und bereitet nun den ersten kommerziellen Start seiner MIURA 1 vor.

Text Maria Reilly Fotos Jörgen Lindström und PLD Space



Raúl Torres
CEO UND MITBEGRÜNDER



Ismael Gutiérrez
HEAD OF PROPULSION



SCHWIMMENDE OFFSHORE-WINDENERGIEANLAGEN ERLEBEN AUFWIND

Allein mit Offshore-Windenergieanlagen 11-mal mehr Strom erzeugen als die gesamte Welt verbraucht? Laut der Internationalen Energieagentur IEA wäre das gut möglich.

Text Hugh O'Brian

Illustration Getty Images

Das enorme Potenzial der Offshore-Windenergie sorgt weltweit für Schlagzeilen. Ende 2019 bestätigte der norwegische Energieriese Equinor seine massiven Investitionen in den schwimmenden Offshore-Windpark Hywind Tampen mit einer Gesamtleistung von 88 MW. Wenige Tage später veröffentlichte die Internationale Energieagentur IEA einen umfassenden Bericht mit erstaunlichen Erkenntnissen. Sie kam darin zu dem Schluss, dass schwimmende und fest verankerte Offshore-Windenergieanlagen bis 2040 zusammen 11-mal mehr Strom liefern könnten, als weltweit verbraucht wird, und ein Kapitalinvestitionspotenzial von 1 Milliarde US-Dollar haben. Hier kommt Bewegung in die Windkraftindustrie.

Drei Teilbereiche je nach Standort

Der moderne Windkraftsektor lässt sich grob in drei Kategorien unterteilen, je nachdem, wo sich die Windenergieanlagen befinden und welche Unterkonstruktion zum Einsatz kommt: Onshore-Anlagen (mit Fundament im



Binnenland), Nearshore-Anlagen (mit Fundament im Meeresboden) und schwimmende Offshore-Anlagen (auf einer über dem Meeresboden schwimmenden Plattform) – siehe Abbildung 1 auf der nächsten Seite.

Schwimmende Offshore-Windenergieanlagen (OWEA) werden auf einer schwimmfähigen Konstruktion errichtet. Dadurch können sie in Wassertiefen von mehr als 60 Metern eingesetzt werden, wo keine Fundamentverankerung im Meeresboden mehr möglich ist.

Obwohl in den letzten Jahrzehnten sowohl Onshore- als auch fest gegründete Offshore-Windenergieanlagen enormen Aufwind erlebt haben, sehen viele Experten das größte Zukunftspotenzial in den schwimmenden OWEA. Grund dafür ist, dass sich diese Anlagen in tieferen Gewässern und in größerem Abstand zur Küste errichten lassen, wo gleichbleibend hohe Windgeschwindigkeiten die sonst üblichen Schwankungen bei der Stromerzeugung reduzieren

können. Ein weiterer Faktor, der sich günstig auf die Verbreitung schwimmender OWEA auswirken könnte, ist der zunehmende Widerstand der Öffentlichkeit gegen Windenergieanlagen an Orten, wo diese eine visuelle oder akustische Belästigung darstellen.

Größtes Potenzial bereits ausgeschöpft

Schwimmende OWEA erhalten auch deshalb immer mehr Aufmerksamkeit, weil das größte Potenzial vieler Onshore- und Nearshore-Anlagen bereits ausgeschöpft ist. Natürlich gibt es noch Tausende weitere mögliche Onshore- und Nearshore-Standorte, doch der wachsende Widerstand gegen die Windräder macht sich hier durchaus bemerkbar. Es ist das klassische Problem, wenn es sich um wichtige Infrastruktur für die Gesellschaft dreht, wie zum Beispiel um Kraftwerke oder Mülldeponien. Jeder weiß, dass es nicht ohne geht, aber niemand möchte sie in seiner Nähe haben.

80 % in tiefen Gewässern

In Kombination begünstigen diese Faktoren den Ausbau schwimmender OWEA, insbesondere in tieferen Gewässern. Bei der Bekanntgabe der endgültigen Entscheidung von Equinor zur Realisierung des 88-MW-Projekts Hywind Tampen, das Investitionen von rund 550 Millionen US-Dollar vorsieht, machte der CEO Mr. Eldar Sætre die Beweggründe des Unternehmens deutlich.

„Etwa 80 Prozent des weltweiten Potenzials für Offshore-Windenergie liegen in tiefen Gewässern“, so Eldar Sætre, CEO von Equinor.

„Und schwimmende Offshore-Windenergieanlagen können eine wichtige Rolle bei der Energiewende hin zu einer nachhaltigen globalen Energieversorgung spielen“, fährt er fort. >

Eine wichtige Motivation für Equinor ist, dass der im Rahmen dieses Projekts erzeugte Strom auf den nahegelegenen Ölplattformen Gullfaks und Snorre verwendet werden kann und so den Gasverbrauch und die damit verbundenen CO₂-Emissionen direkt um 200.000 Tonnen pro Jahr senken wird.

Erster Schritt in Richtung 1.000 MW

Laut Arne Eik, Lead Business Developer für Offshore Wind bei Equinor, ist Tampen nur ein Schritt des Unternehmens auf seinem Weg in Richtung Großzeu-gerprojekten mit hoher Wirtschaftlichkeit.

„Die bestehende 30-MW-Anlage Hywind Scotland zeigt, dass schwimmende Offshore-Windenergieanlagen funktionieren, und Hywind Tampen wird mit einer Leistung von 88 MW schon fast dreimal so groß sein. Wir hoffen, in ein paar Jahren ein 200- bis 400-MW-Projekt realisieren zu können, und dann dürfte irgendwann auch Großvorhaben mit mehr als 1.000 MW nichts mehr im Wege stehen“, so Eik.

„Ich sollte noch erwähnen, dass wir bei Hywind Tampen derzeit Kosteneinsparungen von rund 40 % gegenüber Hywind Scotland erzielen. Mit Blick auf die Zukunft dürften also weitere deutliche Kostensenkungen möglich sein, die das nächste größere Projekt nach Hywind Tampen noch wirtschaftlicher machen werden. Hywind Tampen ist demnach ganz klar ein technologisches und industrielles Entwicklungsprojekt, ein Sprung-

brett für den Aufbau einer wichtigen Branche, die durch saubere Energie und die gleichzeitige Senkung der CO₂-Emissionen einen hohen Mehrwert schafft.“

Hohes Tempo von den Anfängen bis zur Großinvestition

Obwohl die Branche für schwimmende Windenergie vor fünf Jahren noch in ihren Kinderschuhen gesteckt habe und die Zahl der Skeptiker noch immer groß sei, so Erik Rijkers, Director of Market Development & Strategy beim Marktforschungsunternehmen Quest Floating Wind Energy, sei bereits eine Menge in Bezug auf neue Schwimmkonstruktionen, maßstabstreue Prototypen, vorkommerzielle Projekte und neue Akteure erreicht worden.

„Der Einstieg von Unternehmen wie Equinor, Repsol, SBM, Aker Solutions und kürzlich erst Shell half dieser noch jungen Branche bei der Realisierung und ermöglichte es erst 50 oder 100 schwimmende Windenergieanlagen auf Basis einer Serienfertigung herzustellen.“, erklärt Rijkers.

„Offshore-Windenergie mit schwimmenden Anlagen ist ein sehr schnelllebiges Markt“, fährt er fort, „und Europa nimmt dabei die Rolle des globalen Versuchslabors ein. Der Erfolg von Projekten wie Hywind Scotland und Windfloat Atlantic wird den Export dieser Technologie in die USA und nach Asien noch vor 2025 vorantreiben. Unterstützt mit reichlich finanzieller Rückendeckung, wird dieser Schritt in

Richtung Großprojekten dazu beitragen, die allgemeine Effizienz zu verbessern und die Kosten deutlich zu senken. In Verbindung mit zusätzlicher staatlicher Unterstützung für den langfristigen Ausbau schwimmender Windenergieanlagen dürfte dieser Trend weitere europäische Projekte wirtschaftlicher machen.“

In vielen Ländern stehen nur tiefe Gewässer zur Verfügung

Charlotte Obhrai, Associate Professor für Offshore-Windenergie an der Universität Stavanger in Norwegen, bescheinigt schwimmenden Windenergieanlagen eine vielversprechende Zukunft.

„Wenn wir die Energieziele der Zukunft erreichen wollen, kommen wir an Windenergie nicht vorbei“, sagt Charlotte Obhrai.

„In vielen Ländern sind aber die leichter zu erreichenden Nearshore-Standorte bereits verbaut. Hinzu kommt, dass einige Länder wie Japan nur wenige oder gar keine Standorte in flachen Gewässern haben. Tiefere Standorte sind also die Zukunft, und das bedeutet, dass die Anlagen schwimmen müssen.“

Auch seien die Windgeschwindigkeiten weiter draußen in der Regel höher und damit auch die erzeugte Leistung, da sie in der dritten Potenz abhängig von der Windgeschwindigkeit ist.



Abbildung 1

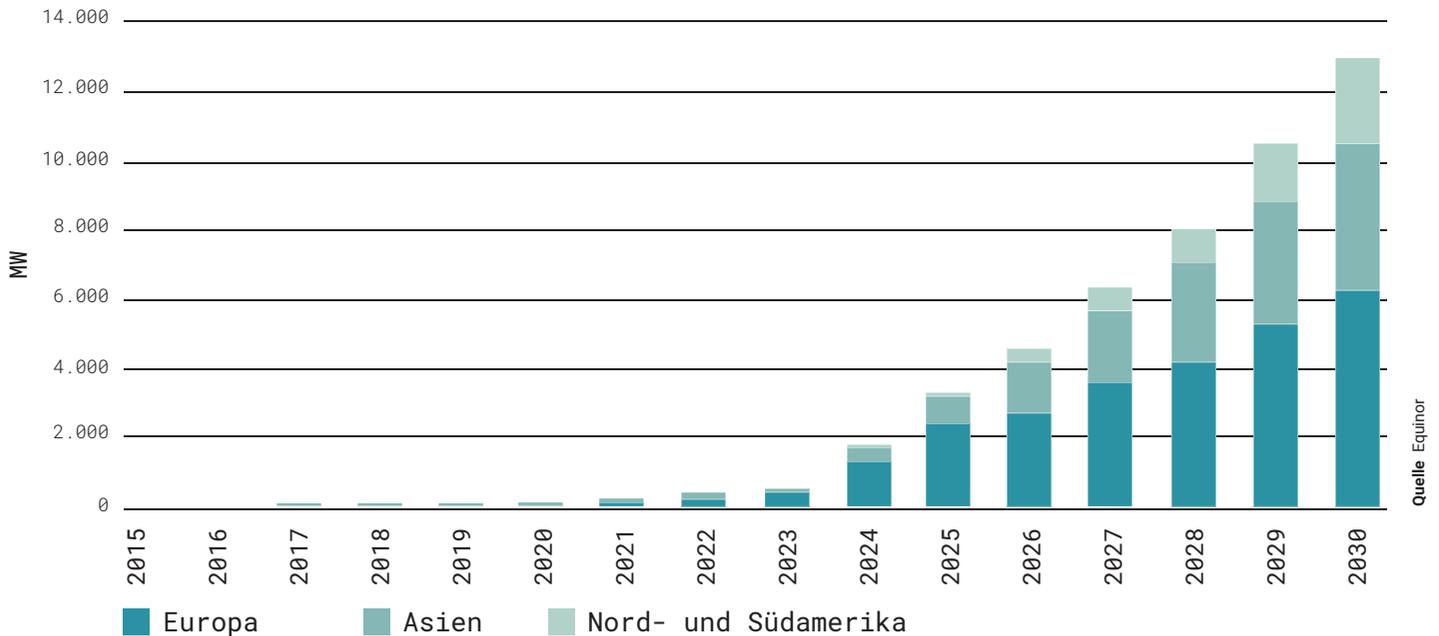


Arne Eik
LEAD BUSINESS DEVELOPER
FÜR OFFSHORE WIND
EQUINOR



Erik Rijkers
DIRECTOR OF MARKET
DEVELOPMENT & STRATEGY
QUEST FLOATING WIND ENERGY

Marktausblick schwimmende Offshore-Windenergieanlagen



Demnach schlägt sich bereits ein leichter Anstieg der durchschnittlichen Windgeschwindigkeit erheblich in der Leistung nieder, und so muss sich auch die Technologie weiterentwickeln, um dieses Potenzial zu erschließen.

Das bleibt natürlich nicht ohne Herausforderungen, insbesondere im Hinblick auf die Bau- und Montagekosten für die schwimmende Unterkonstruktion. „Es werden derzeit zahlreiche Konzepte verwendet und getestet“, erklärt Obhrai. „Am Ende wird es sehr wahrscheinlich verschiedene Konstruktionen geben, zumal die geeignete Lösung für einen bestimmten Standort von verschiedenen Faktoren abhängt, wie der Tiefe des nächsten Hafens, den Fertigungskompetenzen und -kapazitäten vor Ort, usw.“

Ausblick positiv, aber Trends nur schwer absehbar

Matthew Hannon, Dozent an der University of Strathclyde im schottischen Glasgow, rät zu Vorsicht bei der Einschätzung der künftigen Entwicklung schwimmender OWEA, erkennt aber einen eindeutigen und positiven Trend.

„Obwohl die langfristigen Aussichten optimistisch sind, lässt sich die Zukunft

dieses Marktes nur schwer hochrechnen, zumal es bislang nur eine sehr kleine Zahl schwimmender OWEA gibt. Und jedes Projekt, das nicht realisiert wird, kann sich negativ auf das Vertrauen in die Branche auswirken“, sagt Hannon.

„Unter Berücksichtigung aller Faktoren rechnen wir aber dennoch bis 2030 mit einem sehr stabilen Wachstum der weltweiten Kapazitäten schwimmender Windenergieanlagen. Der springende Punkt ist, dass dieses Wachstum sehr stark den einstigen Wachstumsraten der Nearshore-Windenergie folgt. Kommt es bis dahin nicht zu unvorhersehbaren Problemen, dürfte das Geschäft mit schwimmenden OWEA spätestens in den 2030er Jahren so richtig in die Gänge kommen. Schwimmende OWEA werden dann, ähnlich wie Nearshore-Anlagen heute, eine legitime risikoarme Energieinvestition mit ähnlichen dynamischen Wachstumsraten sein.“

Aufregende Zeiten stehen bevor

Das genaue Tempo, mit dem der Offshore-Windsektor wachsen wird, ist eindeutig Interpretationssache. Doch der Trend ist unverkennbar und es wird sicherlich interessant, zu sehen, wie sich sowohl der Markt als auch die Technologie in den kommenden Jahren entwickeln.

Sind Schraubenverbindungen die Schwachstelle?

„Die Beurteilung der Lebensdauer von Schrauben ist eine große Herausforderung für die Branche, denn es handelt sich dabei um den schwächsten Punkt in einer Windenergieanlage. Hier scheint es auch einen blinden Fleck zu geben, da die Schrauben in den Standardberechnungen der Lebensdauer, die alle auf aeroelastischen Modellen basieren, nicht berücksichtigt werden.“

David McMillan von der University of Strathclyde in Glasgow

„Vorhersagen zur Leistung und Zuverlässigkeit von Schraubenverbindungen während der Lebensdauer eines Schwimmkörpers sind schwierig, was sowohl mit ihrer Größe als auch mit den rauen Bedingungen zu tun hat, unter denen sie zum Einsatz kommen.“

Tomas Svendsen – Nord-Lock Group Norwegen



Charlotte Obhrai
ASSOCIATE PROFESSOR FÜR
OFFSHORE-WINDENERGIE
UNIVERSITÄT STAVANGER



Matthew Hannon
DOZENT
UNIVERSITY OF STRATHCLYDE

1-01

1-00

Elena Moral ist seit fast zwei Jahrzehnten Eisenbahningenieurin bei Talgo, einem spanischen Hersteller von Hochgeschwindigkeitszügen. Kürzlich erhielt sie den Women in Construction and Engineering (WICE) Award 2019 in der Kategorie European Railway Engineer für ihre führende Rolle bei der Realisierung des ambitionierten Eisenbahnprojekts Medina–Mekka.

Text Gonzalo Atienza Fotos Brian Hallett

Wie hat sich Ihre Rolle seit Ihrem Einstieg bei Talgo im Laufe der Jahre entwickelt?

Ich habe meine gesamte berufliche Laufbahn von fast zwanzig Jahren bei Talgo verbracht und so viele verschiedene Abteilungen des Unternehmens kennengelernt. Heute koordiniere ich alle verschiedenen Funktionsbereiche wie Engineering, Vertrieb und Fertigung. Es ist wichtig, die erforderlichen Ressourcen sinnvoll auf unsere vielen Projekte zu verteilen, denn nur so können wir die Ziele aller unserer Vorhaben weltweit erreichen.

Meine umfangreichen Fachkenntnisse geben mir die Möglichkeit, eng mit den einzelnen Teams zusammenzuarbeiten, um jedes noch so hartnäckige Problem zu lösen. Dabei geht es um langfristige Projekte, die auf mehrere Jahre angelegt sind und die, auch angesichts der Größe von Talgo, sehr pragmatisch und aktiv gesteuert werden müssen. Jeder hier fühlt sich persönlich involviert und wenn ich mich mit meinen Kollegen unterhalte, nenne ich sie oft liebevoll „meine Züge“. Wir haben das Privileg, in einer Branche zu arbeiten, die einen Beitrag zur Verbesserung der Lebensum-

stände von Menschen leistet. Das macht unsere Arbeit sehr bereichernd.

Warum haben Sie den WICE Award als „European Railway Engineer“ erhalten?

Ich würde sagen, dass ich den Preis zu einem großen Teil dem Projekt Medina–Mekka zu verdanken habe. Es war eines der kompliziertesten Eisenbahnprojekte der Geschichte: Der Bau der ersten Hochgeschwindigkeitsstrecke in wüstenartigen Bedingungen. Über 1.000 Menschen haben an diesem unglaublich ambitionierten Projekt mitgearbeitet, daher sollte nicht vergessen werden, dass jeder Preis auch das Produkt von Zusammenarbeit ist. Ich sehe mich nicht als alleinige Preisträgerin. Mein Team hat sowohl intern als auch in Zusammenarbeit mit anderen Branchen Lösungen entwickelt, damit wir nicht durch Temperaturen von über 50 Grad Celsius oder Sand, der in feinste Risse eindringt und bei Reisegeschwindigkeiten von über 300 km/h die Züge regelrecht „sandstrahlt“, ausgebremst werden. Die Strecke zählt seit dem letzten Jahr insgesamt 1,3 Millionen Betriebskilometer und die positiven Ergebnisse machen uns sehr stolz auf unsere Arbeit.





500 5122427

CM

32-02-00



ELENA MORAL





Was nehmen Sie aus einem solchen Großprojekt mit?

Die Entwicklung einer Hochgeschwindigkeitszugstrecke durch die Wüste ist eine faszinierende technische Herausforderung, aus der man viel lernen kann, was auch in anderen Situationen hilfreich ist. Die Erfahrungen, die wir bei der hermetischen Abdichtung der Züge gemacht haben, um das Eindringen von Staubpartikeln zu verhindern, könnten zum Beispiel auf ähnliche Anwendungen mit Temperaturen unter dem Gefrierpunkt, mit Schnee oder mit anderen Elementen übertragen werden. Die Entwicklung einer Lackierung, die bei ständigem Kontakt mit Sand nicht abplatzt, kann uns nachhaltige Alternativen zu unseren bisherigen Prozessen aufzeigen. Bei Talgo sind wir stolz auf unsere langjährige Erfahrung mit Kunden, die wir mit innovativen, maßgeschneiderten Lösungen für Hochgeschwindigkeitszüge unterstützen.

Warum sind Preise wie die WICE Awards notwendig?

WICE hat das Ziel, den Beitrag von Frauen in verschiedenen technischen Bereichen sichtbar und diese Rollen attraktiver zu machen, aber auch das geschlechtsspezifische Ungleichgewicht in unserer Branche zu verringern. In vielen Ländern gibt es in technischen Berufen weniger als 20 Prozent Frauen. Weibliche Vorbilder, mit denen sich junge Mädchen identifizieren und denen sie nacheifern können, führen dazu, dass sich mehr Frauen für ähnliche Berufe in der Branche interessieren. Letztlich sprechen die Zahlen für sich. Frauen bilden die Hälfte unserer Gesellschaft und damit auch 50 Prozent des potenziellen Talentpools für die Industrie. Vorausschauende Unternehmen können es sich mit Blick auf die Zukunft nicht leisten, diese Tatsache zu ignorieren. In einer idealen Welt, in der wir hoffentlich schon bald leben, sind solche Auszeichnungen und eine Unterscheidung bei den Geschlechtern gar nicht mehr nötig.

Name

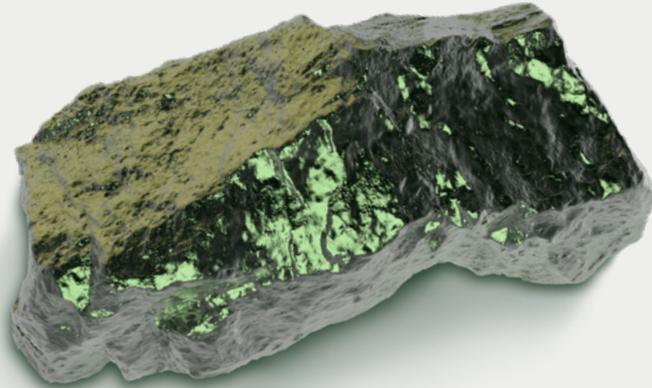
Elena Moral

Funktion

Project Execution Director bei Talgo

Beruflicher Hintergrund

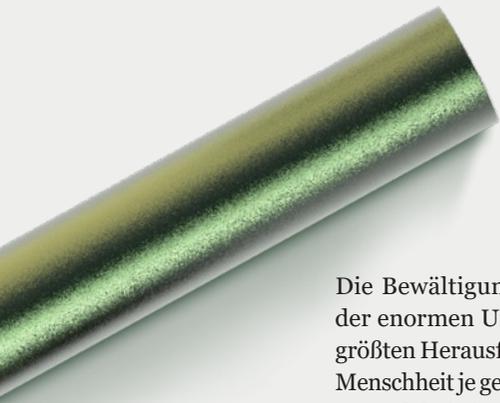
Projektleiterin für Talgo Hochgeschwindigkeitszüge, zuständig für Planung, Konstruktion, Fertigung und Prüfung. Talgo ist einer der weltweit führenden Hersteller von Personenzügen und hat sich auf die Konstruktion, Herstellung und Wartung von Regional-, Fernverkehrs- und Hochgeschwindigkeitszügen spezialisiert.



GRÜNER STAHL

Die Stahlindustrie ist einer der größten Umweltverschmutzer weltweit. Angesichts der Klimakrise und des allgemeinen Wandels in Richtung Nachhaltigkeit muss sich dringend etwas ändern. Einen Anfang bilden Innovationen und das Konzept der Kreislaufwirtschaft. Aber es ist noch ein langer Weg, der völlig neue Denkansätze für den gesamten Lebenszyklus eines Produkts vom Entwurf bis zur Wiederverwertung erfordern wird. ➤

Text Brian Cloughley



Die Bewältigung des Klimawandels und der enormen Umweltschäden ist eine der größten Herausforderungen, denen sich die Menschheit je gestellt hat. Die Stahlindustrie muss dabei eine wichtige Rolle einnehmen. Nach einer Schätzung des Weltklimarats von 2014 ist die Stahlproduktion für 5 Prozent aller Treibhausgasemissionen verantwortlich. Zum Vergleich: Der Flugverkehr macht 2 Prozent der weltweiten Emissionen aus.

Es liegt also auf der Hand, dass die Stahlhersteller und die unzähligen Branchen, in denen Stahl zum Einsatz kommt, sich mit den Themen Nachhaltigkeit und Klimawandel auseinandersetzen müssen. Glücklicherweise haben sie dafür verschiedene Möglichkeiten.

Innovationen in der Stahlproduktion

Es gibt einige Gründe für Optimismus in der Branche. Zunächst wird Stahl heute weitaus effizienter produziert als je zuvor. Die dafür nötige Energie ist in den letzten 50 Jahren drastisch gesunken und es besteht noch Potenzial für weitere Verbesserungen. Auch die Menge des aus Schrott gewonnenen Stahls hat zugenommen – mehr als ein Drittel des weltweit produzierten Stahls stammt heute aus recyceltem Material.

Für Max Åhman, Dozent für Umwelt- und Energiesystemstudien an der Universität Lund in Schweden, sind diese Entwicklungen positiv, aber nicht ausreichend, um die ökologischen Herausforderungen unserer Zeit zu bewältigen. Vielmehr sieht er die Notwendigkeit bahnbrechender, innovativer Technologien, um Stahl zu einer nachhaltigen Ressource zu machen.

„Wir können und werden die Menge an Recyclingstahl erhöhen“, sagt er. „Wird der Stahl in einem mit erneuerbarer Energie betriebenen Elektrolichtbogenofen geschmolzen, dann sind die Emissionen nahe Null. Das ist zwar eine gute Sache, aber wir können nicht ausschließlich auf recycelten Stahl setzen. Erstens, weil die Nachfrage nach Stahl weltweit wächst, weshalb wir weiterhin mehr neuen Stahl benötigen. Zweitens, weil Qualitätsprobleme auftreten können. Es ist nicht immer möglich, Spezialstähle und andere Stahlsorten ausschließlich aus recyceltem Stahl herzustellen.“

„Es ist schön und gut, über Energieeffizienz und die CO₂-Bilanz zu sprechen“, fährt Åhman fort.

„Aber wir dürfen die langfristigen Herausforderungen nicht aus dem Blick verlieren, und das bedeutet, dass wir auch die schwerer zu erreichenden Ziele angehen müssen.“

„Müssen wir alle Hochöfen ersetzen und, wenn ja, womit?“, fragt er.

Nahezu emissionsfrei

Die am ehesten erfolgsversprechenden Innovationen in der Stahlindustrie, so Åhman, basieren auf dem Ersatz von kohlebefeuerter Hochöfen durch Verfahren mit erneuerbaren Brennstoffen.

Dieser Ansatz wird derzeit im Rahmen von öffentlich-privaten Kooperationen in Schweden (HYBRIT) und Deutschland (SALCOS) erprobt. Aus beiden Projekten lassen sich Methoden ableiten, mit denen Strom aus erneuerbaren Energien zur Erzeugung von Wasserstoff gewonnen wird, um diesen Wasserstoff dann in der Reduzierungsphase der Stahlerzeugung als Ersatz für Koks-kohle zu nutzen. Bei diesem Verfahren fällt als Nebenprodukt nur Wasser und kein CO₂ an, wodurch theoretisch eine Stahlproduktion komplett oder nahezu ohne Emissionen möglich wird.

„Es gibt hier keine technischen Unbekannten“, erklärt Åhman. „Eine direkte Wasserstoffreduktion und die Elektrolyse sind nicht das Problem. Was abzuwarten bleibt, ist die Frage, ob die Prozesse in großem Maßstab kosteneffizient und integriert umsetzbar sind.“

Allerdings bleibt nicht mehr viel Zeit, langfristige Weichen zu stellen. Angesichts der langen Investitionszyklen in dieser Branche müssen Investoren bald die Entscheidung treffen, wo sie im Jahr 2050 stehen wollen.

„Wenn wir Hochöfen durch Direktreduktionsverfahren mit Wasserstoff ersetzen wollen, müssen wir uns im Grunde bis 2025 festgelegt haben. Das ist der Zeitraum, um den es hier geht“, so Åhman.

LEBENSZYKLUS VON STAHL



Quelle: EIT RawMaterials



Max Åhman
DOZENT
UMWELT- UND
ENERGIESYSTEMSTUDIEN
UNIVERSITÄT LUND



Karin Östman
SENIOR POLICY ADVISOR
JERNKONTORET

Die Lebenszyklusanalyse

In unserer modernen Gesellschaft kommt Stahl überall zum Einsatz, weshalb seine Rolle in einer nachhaltigen Zukunft über die bloße Produktion hinausgehen sollte. Karin Östman, Senior Policy Advisor bei Jernkontoret, dem schwedischen Verband stahlproduzierender Unternehmen, befürwortet die Lebenszyklusanalyse als besseren Indikator für die Nachhaltigkeit von Stahl.

Die Lebenszyklusanalyse ermöglicht eine genaue Messung der Auswirkungen eines Produkts vom Anfang bis zum Ende. Durch die Bewertung des gesamten Lebenszyklus eines Produkts, so wird argumentiert, kann man seine Umweltbilanz besser verstehen und bessere Entscheidungen über nachhaltige Wege treffen. Darüber hinaus bedeuten Fortschritte in der Produktion, dass Stahl einen positiven Beitrag zur Nachhaltigkeit leisten kann.

„Ein Beispiel dafür wäre die Entwicklung hochfester Stahlgüten“, erklärt Östman. „Kommt hochfester Stahl in Autos zum Einsatz, reduziert sich ihr Gewicht und sie werden kraftstoffeffizienter. Auf diese Weise

trägt Stahl zu einer Senkung des Energieverbrauchs im gesamten System bei.“

Auch wird leicht übersehen, dass Nachhaltigkeit mehr umfasst als nur die Senkung von Emissionen.

Bei Nachhaltigkeit geht es darum, einen lebenswerten Planeten zu erhalten oder, wie es die UNO in einer Beschreibung ihrer Ziele für nachhaltige Entwicklung definiert, „den Planeten zu schützen und das Leben und die Perspektive aller Menschen zu verbessern“. Diese Sicht teilen laut Östman viele in der Stahlindustrie.

„Unsere Vision bei Jernkontoret: Bis 2050 wird die schwedische Stahlindustrie nichts mehr produzieren, was keinen Wert für die Gesellschaft schafft“, sagt sie. „Das bedeutet nicht nur null Emissionen und Abfall, sondern auch einen Beitrag zu einer besseren Gesellschaft. Gute Berufsaussichten und sicherere, gerechtere Arbeitsplätze sind ein wesentlicher Bestandteil davon“, so Östman. ➔

Nachhaltiger Einsatz von Stahl

Auch wenn es noch einige Jahre dauern dürfte, bis der von Max Åhman beschriebene „grüne Stahl“ kommerziell erhältlich ist, bieten sich den Herstellern und Maschinenbauern schon jetzt nachhaltige Möglichkeiten. Der Lebenszyklusansatz von Jernkontoret kann helfen, Quellen für potenzielle Verbesserungen auszumachen.

Wichtig dabei ist, dass die Lebenszyklusanalyse zu einem zentralen Teil des Konstruktionsprozesses wird. Viele Länder sowie zwischenstaatliche und nichtstaatliche Organisationen führen sogenannte Ökoinventare, mit denen sie die Auswirkungen von Produkten und deren Rohstoffen quantifizieren. Ziel ist es, dass die Datensätze in diesen Inventaren möglichst allumfassend sind und die Umweltauswirkungen von Rohstoffen, Herstellung, Transport, Endnutzung und vielem mehr bis zum Ende der Lebensdauer berücksichtigen.

Dann ermöglichen diese Daten eine detaillierte Lebenszyklusbewertung für eine Vielzahl von Waren, wobei es einige grundlegende Aspekte gibt, die für fast jede Anwendung mit Stahl gelten.

Reduzieren, Wiederverwenden, Recyclen

Der erste Aspekt betrifft Materialeffizienz und Überdimensionierung. Die Lebenszyklusanalyse beginnt mit der Gewinnung von Ressourcen, und Überdimensionierung – ein Produkt stärker, größer oder komplexer zu machen, als seine Endnutzung es erfordert – ist per Definition ein ineffizienter Einsatz von Rohstoffen.

Die Verwendung von Stahl aus recyceltem Material kann eine Möglichkeit sein, den Rohstoffverbrauch zu reduzieren. Je nach Anwendung könnten aber auch höherwertige Stähle eine Lösung sein, um eine Konstruktion zu optimieren und die Auswirkungen eines Produkts während seiner gesamten Lebensdauer zu reduzieren.

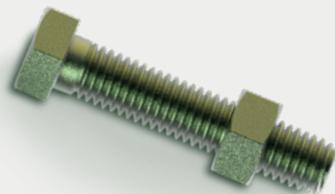
In einer Kreislaufwirtschaft sollte das Ende der Lebensdauer eines Produkts immer schon in der Planungsphase berücksichtigt werden.

Stahl ist endlos wiederverwertbar, aber die Verunreinigung mit anderen Metallen – insbesondere Kupfer – schränkt den Nutzen von recyceltem Stahl oft ein. Je nach Art des Produkts variiert die Recyclingfähigkeit erheblich, doch bereits in der Konstruktionsphase kann Einfluss darauf genommen werden, wie leicht sich die Teile demontieren lassen und ob bzw. wie oft sie mit anderen Metallen verschweißt werden müssen.

Zunehmend positive Auswirkungen auf die Wertschöpfungskette



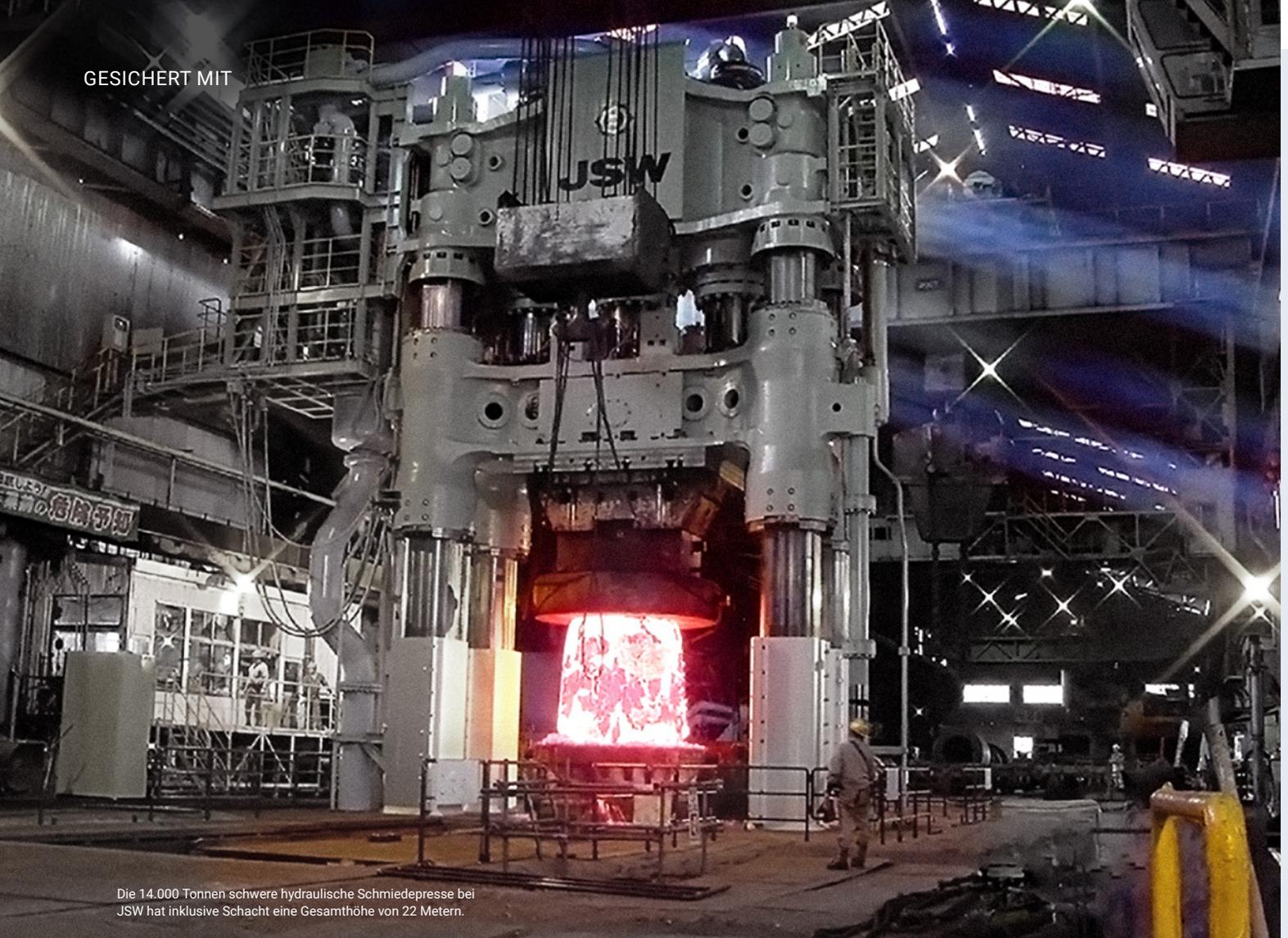
Voraussetzung für eine nachhaltige Entwicklung ist ein ganzheitlicher Ansatz, in dem die gesamte Wertschöpfungskette berücksichtigt wird.





WENN ERFOLGREICHE LÖSUNGEN IM KOPF ENTSTEHEN

Kann ein Instandhaltungsleiter, ähnlich wie ein Spitzenathlet, den perfekten Wurf vorausdenken? Japan Steel Works könnte die Antwort auf diese Frage haben. >



Die 14.000 Tonnen schwere hydraulische Schmiedepresse bei JSW hat inklusive Schacht eine Gesamthöhe von 22 Metern.

Text Hugh O'Brian Fotos Keisuke Okada und Japan Steel Works

Japan Steel Works, Ltd. (JSW) in Muroran auf der Insel Hokkaido betreibt eine der weltweit größten Schmiedepressen, die enorme Stahlblöcke mit einem Gewicht von bis zu 670 Tonnen verarbeiten kann. Das 1907 gegründete Unternehmen ist heute ein etablierter Hersteller von großformatigen Guss- und Schmiedeerzeugnissen, Stahlblechen und Industriemaschinenteilen. Mit drei Werken in Japan und 18 Niederlassungen weltweit setzt JSW auf fortschrittliche Technologien für die Herstellung von Schmiedepressen, Turbinenwellen und sogar japanischen Schwertern. Im Rahmen des Kundendienstes bietet das Unternehmen seit Kurzem auch die Wartung von Druckbehältern, Schmiedepressen und anderen schweren Ausrüstungsteilen an.

Eine große Herausforderung, die JSW seit vielen Jahren bei der Wartung hat, ist das Anziehen und Lösen der riesigen Schrauben an den hydraulischen Schmiedepres-

sen und den massiven Wasserpumpen, die diese antreiben. Dazu gehören zum Beispiel M180-Schrauben, mit denen die „Ausgleichsstangen“ an der 14.000 Tonnen Hydraulik-Schmiedepresse gesichert werden, und M64-Schrauben an der Wasserpumpe, ohne die deren Abdeckung und Hauptkonstruktion dem enormen Druck der Schmiedepresse nicht standhalten würden.

Das Problem: Es war schwierig, diese gigantischen Schrauben präzise und gleichmäßig anzuziehen. JSW blieb bisher nichts anderes übrig, als dafür große Hämmer oder hydraulische Drehmoment-schrauber zu verwenden. Durch dieses ungenaue Anziehen kam es manchmal sogar zum Ausfall der Schrauben aufgrund der unterschiedlichen Vorspannkräfte.

Ein frustrierendes und kostspieliges Problem

Takumi Kawauchiya, der seit über 30 Jahren für die Instandhaltung der

Produktionsanlagen von JSW verantwortlich ist, sagt, dieses Problem sei sowohl für ihn als auch für das Unternehmen sehr frustrierend gewesen.

„Wir hatten sehr kraftintensive Anziehverfahren, wie Hammerschläge und den Einsatz hydraulischer Drehmoment-schrauber, die sowohl ungenau als auch körperlich ermüdend für unsere Leute waren“, erklärt Kawauchiya. „Das war eine schwere Belastung für die Arbeiter und gleichzeitig fehleranfällig. Manchmal kam es an den hochkomplizierten Maschinen sogar zu Schraubenausfällen, die auf eine ungenaue Vorspannung zurückzuführen waren.“

Ein gedankliches Bild der erfolgreichen Lösung

Wie ein Profigolfer, der vor dem Abschlag das genaue Ziel des Balls vor Augen hat, sagt Kawauchiya, entstehe in seinem Kopf häufig ein konkretes Bild davon, wie die erfolgreiche Lösung eines

KUNDE

THE JAPAN STEEL WORKS,
LTD.

ANWENDUNGEN

14.000 TONNEN SCHWERE HYDRAULISCHE
SCHMIEDEPRESSE UND MASSIVE DRUCKWASSERPUMPE

LÖSUNG

SUPERBOLT SPANNELEMENTE
MIT VIELFACHSCHRAUBEN

ANWENDUNG (PRESSE)

ZUGSTANGEN-AUSGLEICHSTÜCK (M180)

ANWENDUNG (PUMPE)

SCHRAUBEN AN ABDECKUNG (M64, 4 STÜCK JE SATZ X 8 EINHEITEN)

GRÖSSE DER PRESSE

HÖHE ÜBER BODEN 16,44 M (GESAMTHÖHE INKLUSIVE SCHACHT 22 M)

Problems aussehen könnte. „Ich male mir den gesamten Arbeitsprozess aus, einschließlich der Frage, wie das Problem am besten zu beheben ist. Option A oder B? Dann gehe ich die mögliche Lösung Schritt für Schritt durch. Erst wenn dieses gedankliche Bild fertig ist, beginne ich mit der Arbeit“, sagt er.

Die Schwierigkeiten mit den Schrauben waren ein ernstes Problem, das seine wohlüberlegten Strategien durcheinander brachte. Normalerweise, fährt er fort, entwickle er bei unerwarteten Zwischenfällen anhand der gemachten Erfahrungen einen Alternativplan und visualisiere dann den gesamten Prozess neu. Bei einem unerwarteten Problem wie einem Schraubenbruch musste allerdings der gesamte Betrieb der Anlage gestoppt werden. Und je länger dieser Zustand andauerte, desto größer waren die finanziellen Verluste, die sich an einem einzigen Tag auf mehrere Zehntausend Euro summieren können. „Da gab es dann natürlich nichts Wichtiges als die Frage, wie schnell wir die Anlage wieder in Betrieb nehmen können“, erklärt Kawauchiya.

„Es war mein großer Traum dieses technische Problem zu lösen.“

Emotional „bewegt“ von einem echten Problemlöser

Glücklicherweise wurde dieser Traum vor ein paar Jahren wahr. Als Takumi Kawauchiya die großen Schrauben zum ersten Mal mit Superbolt anzog, stellte er zufrieden fest: Das langjährige, schwer zu behobende Problem war tatsächlich gelöst. „Nach dem Anziehen war ich absolut bewegt und überzeugt. Superbolt war die Lösung für unser Problem.“ Ein wesentlicher Grund dafür ist aus seiner Sicht die Einfachheit der Bedienung, vor allem im Vergleich zur bisherigen Vorgehensweise, bei der die großen Schrauben mit Hammerschlägen angezogen werden mussten.

Aufgrund der speziellen Konstruktion hatten einige zunächst Zweifel, ob mit Superbolt auch tatsächlich große Schrauben angezogen werden können oder ob das Anziehen aller kleinen Druckschrauben am Mutterkörper am Ende zu lange dauern würde. Auf die Frage nach seiner Reaktion auf solche Bedenken antwortet Kawauchiya, auch die anderen Methoden hätten Nachteile. „Der hydraulische Drehmomentschrauber erfordert schwere Aggregate wie Pumpen. Und auch das Hämmern ist eine sehr schwere Arbeit, die gerade bei vielen großen Schrauben sehr kräftezehrend ist. Im Vergleich zu diesen Verfahren ist die Superbolt-Methode viel einfacher, auch wenn wir dafür die Druckschrauben anziehen müssen“.

Flex-Technologie macht Verbindung sicherer

Der Vorteil von Superbolt liegt nicht nur in der Arbeitserleichterung. Auch die Sicherheit der Schraubenverbindung wird verbessert, wodurch die Gefahr von Schraubenbruch und ähnlichen Problemen deutlich sinkt. Superbolt kann dank seiner einzigartigen Flex-Technologie einen bruchbedingten Ausfall der Schraube verhindern. Dazu wird die Spannung, die sich normalerweise auf den ersten und zweiten Gewindegang konzentriert, auf das gesamte Gewinde verteilt, indem sich der untere Teil beim Anziehen nach außen öffnet und der obere Teil nach innen schließt.

Ryu Kobayashi, der seit vielen Jahren im Geschäftsbereich Equipment von JSW für die Konstruktion von Produktionsanlagen zuständig ist, hält dies für einen großen Vorteil.

„Die Flex-Funktion von Superbolt ist extrem hilfreich, vor allem wenn Teile befestigt werden müssen, die einem

großen Spektrum an dynamischen Belastungen ausgesetzt sind.“

Tatsächlich wird so einem Brechen der Schraube vorgebeugt, und eine Auswertung der Prüfdaten zeigt, dass Superbolt die Spannung auf jeden Gewindegang sehr gleichmäßig verteilt. Auch Hydraulikmuttern können die Arbeitsbelastung beim Anziehen reduzieren, allerdings unter Verzicht auf die Vorteile der Flex-Technologie. Diese Technologie ist ein Patent der Nord-Lock Group, weshalb Produkte, die die Struktur nachahmen, diese wichtige Eigenschaft nicht bieten.

Ryu Kobayashi weist außerdem auf andere Vorteile von Superbolt aus Sicht eines Konstrukteurs hin. „Die Genauigkeit beim Anziehen von Schrauben durch Hammerschläge variiert je nach Arbeiter erheblich, was dazu führen kann, dass einige Schrauben nicht richtig angezogen werden. Und selbst wenn, haben sie unter Umständen nicht genug Vorspannkraft. Die Wiederholbarkeit mit Superbolt ist einmalig und jeder kann die Schrauben auf exakt dasselbe Niveau anziehen. Dadurch werden die Wartungseinsätze sicherer.“ Diese hohe Wiederholgenauigkeit verringert das Risiko unsachgemäßer Arbeit, verhindert Unfälle und trägt dazu bei, ungeplante und teure Ausfallzeiten zu reduzieren.

Genauso wie ein Konstrukteur bei einem Maschinenhersteller von Superbolt profitiert, können auch die Endanwender der Maschinen damit ihre Gesamtbetriebskosten senken. Betrachtet man den Aufwand für Wartung unter dem Aspekt "Qualität", so stellt der Einsatz von Superbolt eine qualitative Verbesserung und einen Mehrwert für den Endanwender dar. Letztendlich wäre das auch ein zusätzliches Verkaufsargument für die Maschinenhersteller.

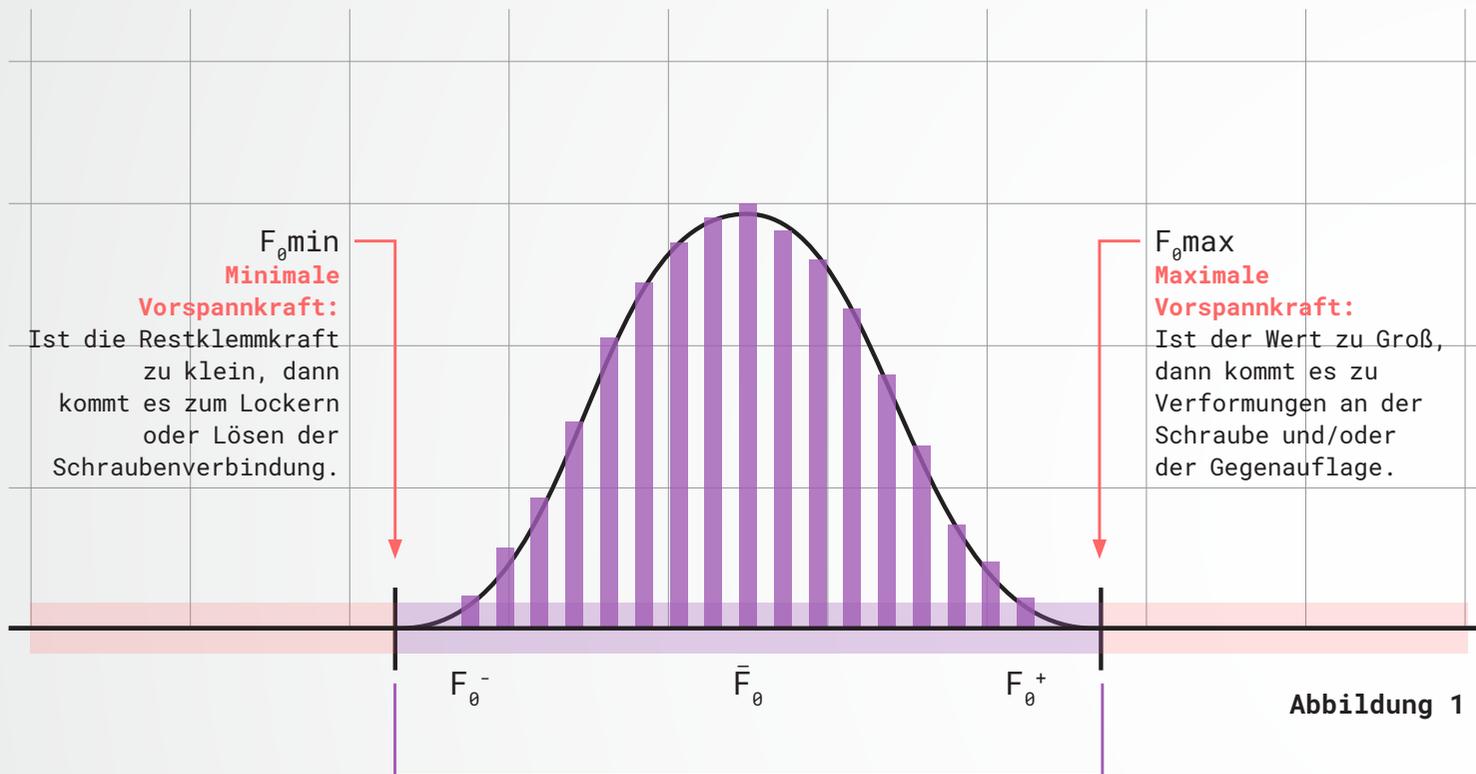


Sonny Halberg

ANWENDUNGS- UND VERTRIEBSINGENIEUR
NORD-LOCK GROUP

Was ist bei der Wiederverwendung von Schraubenverbindungen zu beachten?

Schicken Sie Ihre Fragen zum Thema Schraubenverbindungen per E-Mail an experts@nord-lock.com



Die **funktionale Vorspannkraft** wird berechnet und festgelegt.
In diesem Bereich sollten die Werte bleiben!

Im Werk wird eine Schraube ohne Schmierung montiert und alles funktioniert einwandfrei – bis sie zum ersten Mal gelöst wird und wiederverwendet werden soll. Ab hier nehmen die Probleme ihren Lauf. Warum?

Bei der Konstruktion legt ein Ingenieur den Vorspannbereich für eine Schraubenverbindung fest, wie in Abbildung 1 gezeigt. So stellt er sicher, dass sich die Verbindungselemente nicht losdrehen oder verschieben und die Streckgrenze bei keinem der Elemente überschritten wird. Die Reibungskoeffizienten sind Teil der Berechnungen zur Ermittlung des Nenndrehmoments, das zum Erreichen der richtigen Vorspannung erforderlich ist.

Die Kontaktfläche der Schraube wird beim erstmaligen Anziehen aufgrund der Oberflächenrauigkeit und durch Unregelmäßigkeiten eingeebnet. Bei einer Wiederverwendung nimmt dann die Reibung zu, da die beim ersten Anziehen erzeugte Kontaktfläche größer ist. In der Folge braucht es ein höheres Anzugsdrehmoment, um die gleiche Vorspannkraft wie beim ersten Anziehvorgang zu erreichen. Wird bei der Wiederverwendung der Schraube dagegen nur das ursprünglich empfohlene Anzugsdrehmoment angewendet, ist das Ergebnis eine geringere Vorspannung.

Anziehen ohne Schmierung

Das Diagramm in Abbildung 2 zeigt eine Schraube der Güteklasse M12 8.8, die zum ersten Mal angezogen und danach ohne Schmierung wiederverwendet wurde. Der Vorspannbereich des Ingenieurs ist blau markiert. Beim ersten Anziehen liegt der Wert eindeutig innerhalb dieses Bereichs und alles funktioniert einwandfrei. Aufgrund von Reibungseffekten ist allerdings bei der ersten Wiederverwendung des Verbindungselements ein höheres Anzugsmoment erforderlich, um die nötige Vorspannkraft zu erhalten.

Ein Beispiel dafür könnte eine Maschine sein, die seit der Lieferung vom Hersteller problemlos funktioniert. Dann folgt etwa nach einem Jahr die erste Wartung. Wird die Schraube nach den Anweisungen des Herstellers wiederverwendet und auf das vermeintlich richtige Drehmoment angezogen, liegt die erreichte Vorspannkraft unter dem ursprünglich vom Ingenieur festgelegten Bereich.

Und damit beginnen die Probleme. Die Vorspannkraft ist zu gering und die Verbindungselemente können sich verschieben, wodurch es zu einer Lockerung der Verbindung und/oder zum Bruch der Schraube kommt.

Fazit

Die Wiederverwendung von Schraubverbindungen ohne entsprechende Schmierung gleicht mitunter einem Glücksspiel. Es kann verschiedene Gründe geben, auf die Schmierung zu verzichten, beispielsweise zeitliche oder hygienische Faktoren. Dabei darf allerdings nicht vergessen werden, dass der Abfall der Vorspannung zwischen dem erstmaligen Anziehen und der ersten Wiederverwendung ohne Schmierung sehr groß sein und auch sehr stark variieren kann. Anders ausgedrückt: Die erreichte Vorspannkraft lässt sich nicht genau vorhersagen. Ist eine Schmierung nicht möglich oder erwünscht, wäre es sicherer, die Verbindungselemente jedes Mal zu wechseln, anstatt sie wiederzuverwenden.

Bei Wiederverwendung wird dagegen dringend eine gute, gleichmäßige Schmierung empfohlen. Dafür ist es sehr wichtig, dass die Schrauben zunächst gereinigt und dann erneut mit derselben Schmierung versehen werden. Dadurch werden die ursprünglichen Reibungsbedingungen wiederhergestellt und die Klemmkraft bleibt innerhalb des definierten Bereichs (siehe Abbildung 3).

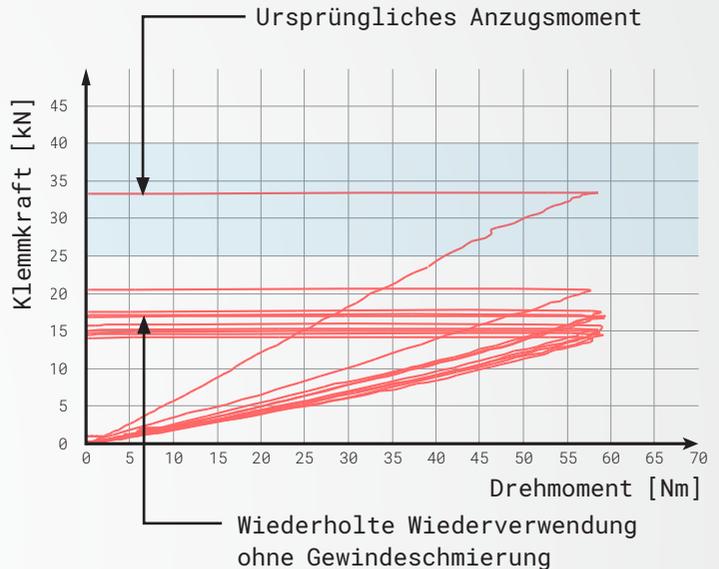


Abbildung 2

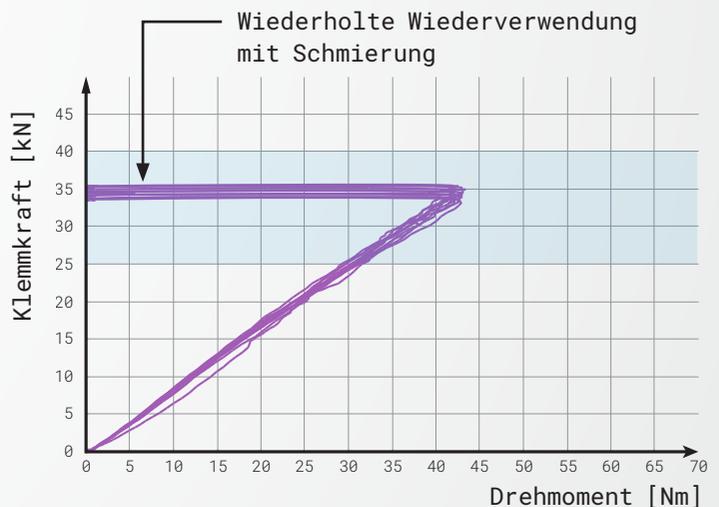


Abbildung 3

Beim erstmaligen Schmieren sollte darauf geachtet werden, das Anzugsmoment an die neuen Reibungsbedingungen und -werte anzupassen. Wenn Sie Unterstützung benötigen, wenden Sie sich gerne an Ihren lokalen Nord-Lock Ansprechpartner.

INNOVATIVE LÖSUNG FÜR EINE BESONDERE BRÜCKE

140 Meter lang, 45 Meter breit und 3.400 Tonnen schwer. Goldfarben. Die neue Brücke in Stockholm wird zweifellos ein weiteres Wahrzeichen der schwedischen Hauptstadt. Doch das Projekt stellt selbst erfahrene Konstrukteure vor große Herausforderungen.

Text Jens Kärman **Bilder** Stockholm Stad und Foster & Partners



Der Verkehrsknotenpunkt „Slussen“ in Stockholm ist ein symbolträchtiger Ort. Er ist ein dominierendes Merkmal im Stadtbild und ein wichtiger Teil der hauptstädtischen Infrastruktur.

Der Slussen verbindet die Ostsee mit dem Mälarsee und blickt auf eine lange Geschichte als Handelsstraße zurück. Seit 1642 befindet sich dort eine Schleuse, die den Höhenunterschied zwischen Meer und See ausgleichen soll. Die aktuelle Schleuse ist 85 Jahre alt und in einem schlechten Zustand. Aus diesem Grund will die Stadt Stockholm die beiden Brücken, die die Stadtzentren Södermalm und Gamla stan miteinander verbinden, durch eine neue Stahlbrücke ersetzen.

Die neue Schleuse wird die Menge des aus dem Mälarsee abfließenden Wassers erhöhen und damit die Gefahr von Überschwemmungen, die eine Bedrohung für das Trinkwasser in dieser dicht besiedelten Region darstellen könnten, verringern.

Aufgrund seiner zentralen Lage im Herzen von Stockholm ist die Sanierung des Slussen seit Jahr-

zehnten ein vieldiskutiertes Thema. Diese enorme Aufmerksamkeit ist einer der Aspekte, die das Slussen-Projekt so besonders machen. Ein weiterer ist das unmittelbare Umfeld des Verkehrsknotenpunkts. Es ist kompliziert, mitten in einer Großstadt eine neue Brücke zu errichten, ohne den Verkehr für mehrere Jahre vollständig zum Erliegen zu bringen.

„Der Übergang wird täglich von zahlreichen Fußgängern genutzt. Deshalb wurde eine provisorische Brücke errichtet, die nun Platz für das Fundament der neu zu bauenden Brücke schafft“, erklärt Tomas Bergström von der Beraterfirma für Nachhaltigkeit Ramboll, die im Auftrag des Generalunternehmers Skanska am Brückenteil des Projekts arbeitet.

Der zeitliche Druck, die Haltbarkeit und das Gewicht sind einige Gründe, weshalb die Brücke komplett aus Stahl gebaut wird.

„Mit einer Brücke aus Beton hätten wir womöglich ein ganzes Jahr länger gebraucht“, bemerkt Tore Lundmark, Chief Designer bei Ramboll.



Die Brücke variiert sowohl in der Breite als auch in der Höhe. Der südliche Teil ist sieben Meter hoch, während das nördliche Ende der Brücke, das an Stockholms gut erhaltenes mittelalterliches Zentrum Gamla stan grenzt, eine Höhe von weniger als einem Meter aufweist.

Es handelt sich um ein kompliziertes Projekt, das die Ausdauer und die Geduld der Ingenieure von Skanska und Ramboll immer wieder auf die Probe stellt. „Wir haben 550 Zeichnungen angefertigt. Das sind mehr als doppelt so viele wie für unser nächstgrößtes Projekt“, berichtet Tomas Bergström.

Um die Bewegungen der Brücke auszugleichen, hat sich Ramboll für eine Verstrebung aus Pendelstützen mit Expander-System-Achsen der Nord-Lock Group entschieden.

Das Expander System kommt zwar meist zwischen beweglichen Teilen in großen Maschinen zum Einsatz, aber Ramboll stellte

fest, dass sich die Lösung auch perfekt für die spezielle Brückenkonstruktion des Slussen-Projekts eignet.

„Der Druck in den Lagern ist nach oben in etwa gleich hoch wie nach unten. Die Bewegungen waren so groß, dass nur Pendelstützen mit Gelenklagern mit durchgehender Achse in Frage kamen, und so entsprachen diese Achsen genau unseren Anforderungen“, sagt Tore Lundmark.

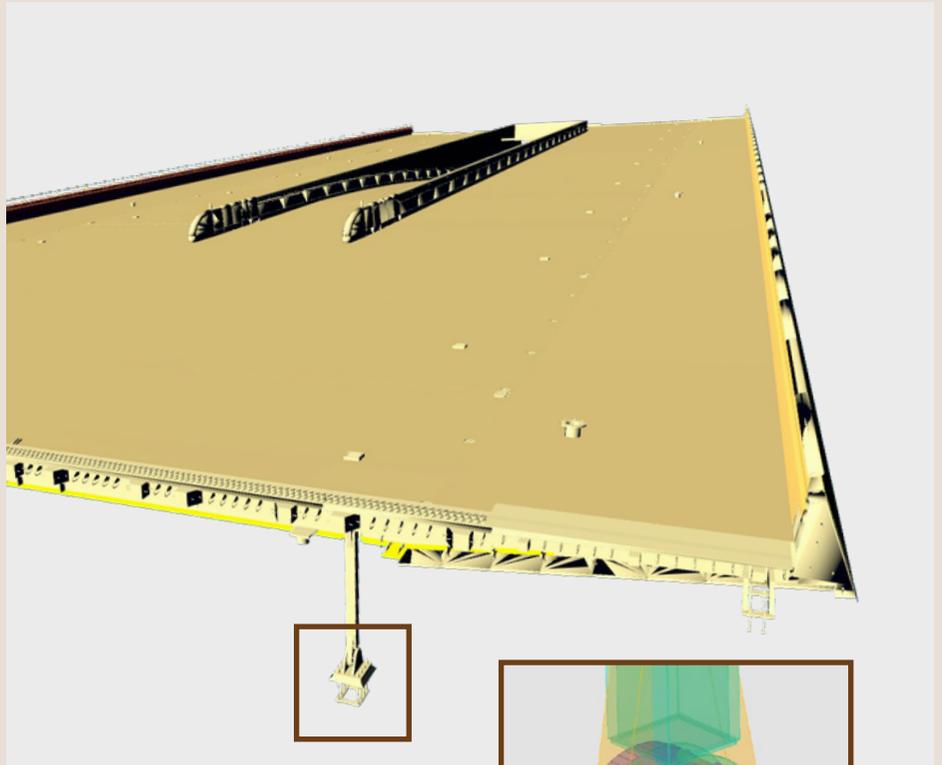
Die Brücke wird in einem Stück per Schiff aus China geliefert, wo die 72 Teile derzeit von einem der weltweit größten Brückenbauunternehmen vormontiert werden. Nach der Ankunft in Stockholm wird sie auf Pontons in zwei Kanälen zum Slussen befördert und dann auf ihre Stützen abgesenkt. Die neue Brücke wird im Frühjahr 2020 errichtet, und die offizielle Eröffnung dieses neuen Wahrzeichens im Herzen der schwedischen Hauptstadt ist für den Sommer 2021 geplant. >

Brückenbau gegen den Trend

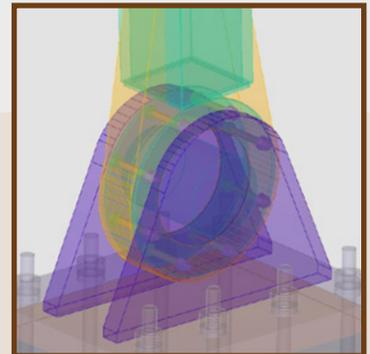
„Brückenprojekte werden immer umfangreicher. Nur selten haben wir die Gelegenheit, eine Brücke über einen Fluss zu bauen. Diese Brücken gibt es bereits“, sagt Tore Lundmark, Ehrendoktor an der Technischen Universität Luleå. Er entwirft seit Anfang der 1980er Jahre Brücken und war während seiner langen Berufslaufbahn in verschiedenen Funktionen an einer Reihe von hochkarätigen Projekten beteiligt.

Standardisierung und eine modulare Denkweise sind heute in vielen Bereichen der Bauindustrie die Norm. Aber Brückenbauprojekte widersetzen sich diesem Trend. Sie werden einfach immer komplexer.

„Es gibt kaum noch gerade Teile und eine Standardisierung ist fast unmöglich. Die meisten Brücken krümmen und biegen sich oder haben unterschiedliche Breiten. Jede Brücke hat einen einmaligen Charakter und eine einzigartige Persönlichkeit“, findet Lundmark.



3D-Zeichnung der Brücke mit Expander System, komplett mit Achse und Lager



Tomas Bergström
SENIOR CONSULTANT
RAMBOLL



Tore Lundmark
CHIEF DESIGNER
RAMBOLL

KUNDE
RAMBOLL

ENDKUNDE
STADT STOCKHOLM, SCHWEDEN

GENERALUNTERNEHMER
SKANSKA

HERAUSFORDERUNG

AUSGLEICH DER BEWEGUNGEN EINER BRÜCKE MIT GROSSER VARIATION BEI QUERSCHNITTSHÖHE UND -GEOMETRIE

ANWENDUNG

VERSTREBUNG MIT PENDELSTÜTZEN

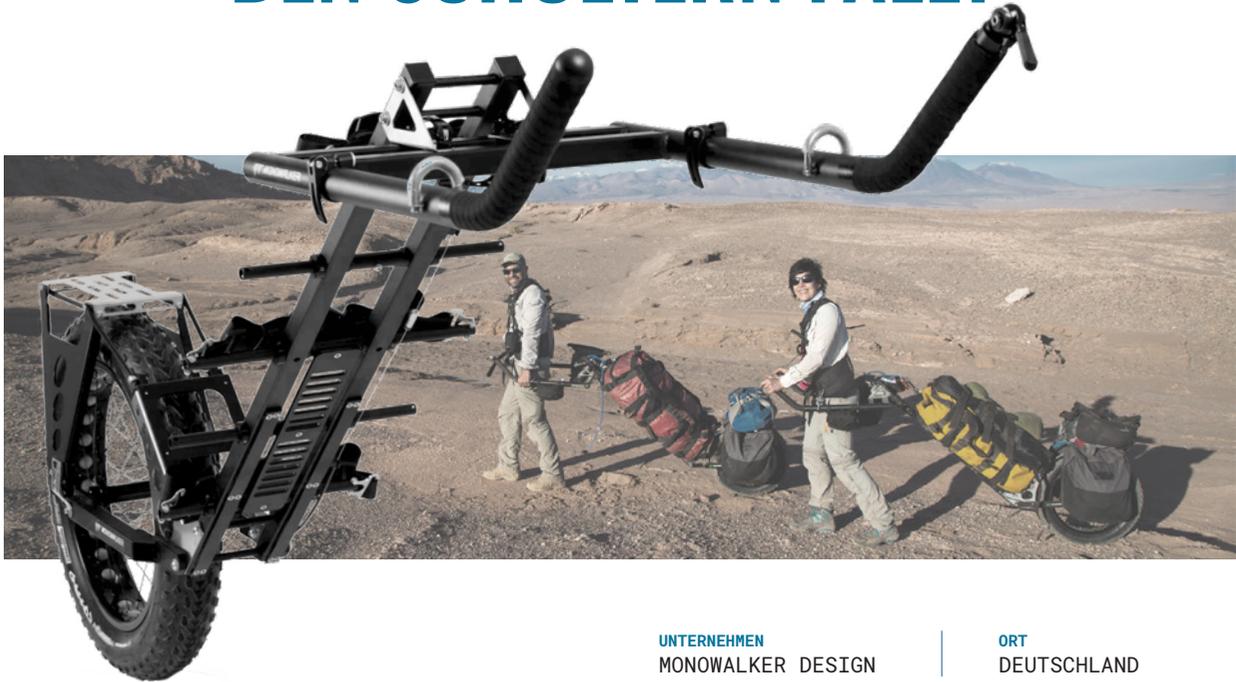
LÖSUNG

EXPANDER SYSTEM

VORTEILE

KEIN SPIEL ZWISCHEN VERSTREBUNG UND BRÜCKENKONSTRUKTION

WENN EINE LAST VON DEN SCHULTERN FÄLLT



Den Elementen trotzen und der Natur dabei ganz nah sein? Das kann eine sehr bereichernde Erfahrung sein, besonders für Kinder. Aber wie so oft ist die richtige Planung entscheidend.

In einem selbstgebauten Haus in der Schweiz nahe der italienischen Grenze, das dank modernster Technik nur minimal Energie verbraucht, leben der Energieingenieur Stefan Markert und seine Frau Mirjam Haag mit ihren vier Kindern. Sie sind eine umweltbewusste Familie, die etwas zu erzählen hat.

Im vergangenen Sommer wagte die Familie eine dreimonatige Abenteuerreise auf dem Weitwanderweg „La Grande Traversata delle Alpi“ (GTA). Die 900 Kilometer lange Strecke von der Schweiz bis zum Mittelmeer führt von einem malerischen Tal zum anderen, und das auf Wegen, die oft bis in die Römerzeit zurückreichen.

„Wir wollten dem Materialismus und dem Stress der Gesellschaft entfliehen, aber auch unseren Kindern zeigen, wie zerbrechlich die Erde ist“, erklärt Markert. „Manchmal waren wir drei Tage lang unterwegs, bis wir wieder die Zivilisation erreichten. Täglich im Schlepptau hatte ich dabei unser 40 Kilo schweres Gepäck, bestehend aus Zelt, Isomatten, Schlafsäcken, Kleidung, Lebensmitteln und medizinischer Versorgung.“

Um dieses Gewicht stemmen zu können, testete Markert den Monowalker Fatmate, einen maßgeschneiderten einrädigen geländegängigen Trekkinganhänger. Alle Schraubenverbindungen dieses Anhängers werden mit Nord-Lock Keilsicherungsscheiben gesichert, damit sich im Einsatz – womöglich an einem abgelegenen Ort – garantiert keine Schraube löst.

UNTERNEHMEN
MONOWALKER DESIGN

ORT
DEUTSCHLAND

PRODUKT
MONOWALKER FATMATE, EIN 9 KILO SCHWERER
GELÄNDEGÄNGIGER TREKKINGANHÄNGER

DIE LÖSUNG
SICHERUNG ALLER SCHRAUBENVERBINDUNGEN
AM MONOWALKER FATMATE MIT NORD-LOCK
KEILSICHERUNGSSCHEIBEN

Dank der Keilsicherungsscheiben lässt sich der Fatmate ganz einfach zerlegen, wenn eine wohlverdiente Pause oder das Ende einer Etappe ansteht. Dazu werden nur die Schrauben herausgedreht und der Anhänger zusammengeklappt. Anschließend ist er innerhalb weniger Sekunden wieder einsatzbereit. Und das Beste: Die Keilsicherungsscheiben können problemlos wiederverwendet werden.

Der große Vorteil des Fatmate liegt darin, dass er das zu tragende Gewicht umverteilt. Das Rad trägt 50 Prozent der Last, die anderen 50 Prozent werden auf die federleichten Aluminiumgriffe übertragen. Die Griffe wiederum verfügen über Karabiner, die an einem Hüftgurt eingehängt werden.

Markert verwendete einen zusätzlichen über der Radachse des Anhängers befestigten Gepäckträger mit Seitentaschen, an dem die 20 Kilo schwere Ausrüstung befestigt war. So konnte er das Gewicht an den Griffen und am Tragegurt um weitere 20 Prozent reduzieren.

„Es war alles dabei – von Schnee, Eis, Wind und praller Sonne über Temperaturen zwischen 0 und 42 ° bis hin zu beinahe mörderischem Terrain“, erinnert er sich, „aber mit dem Flatmate war das kein Problem. Er hat mir die Last nicht nur von den Schultern genommen, sondern auch aus dem Kopf.“

Text Rob Hyde Bilder Monowalker Design

Manchmal lassen sich sehr gute Lösungen noch weiter verbessern. Aber wie? Das herauszufinden, ist nicht immer leicht. Das Ergebnis einer solchen Verbesserung sind die schnelleren, sichereren und robusteren Boltight TSR+ Spannelemente mit automatischer Kolbenrückstellung.

„Meine Ziele waren klar“, erinnert sich Samad Ludi, Ingenieur hinter der Entwicklung der neuen hydraulischen Vorspannlösung TSR+. „Ich wusste, dass mein Plan nur aufgeht, wenn ich drei entscheidende Eigenschaften verbessere – Geschwindigkeit, Sicherheit und Widerstandsfähigkeit.“

Seit Jahren hatte die Nord-Lock Group an der Verbesserung der bestehenden Konstruktion des Boltight TSR-Spannelements gearbeitet, aber bis zu diesem Zeitpunkt nicht die richtige Lösung gefunden.

Der Druckzylinder ist der Schlüssel

Samad Ludi konzentrierte sich auf die Hauptkomponente des TSR, den hydraulischen Druckzylinder.

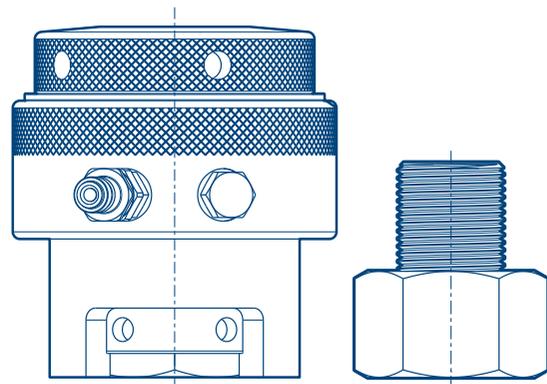
Er plante eine Neukonstruktion, die eine schnellere Vorspannung ermöglicht, bei einem Ausfall sicherer ist und zugleich eine höhere Lebensdauer hat.

In der ersten Woche seines Projektauftrags arbeitete Ludi zunächst auf einem Skizzenblock mögliche Konzepte für die neue Druckzylinder aus. Seine Entwürfe legte er einen nach dem anderen dem Revisionsteam zur Begutachtung vor.

Es dauerte einige Zeit bis ich das endgültige Konzept, das aus meiner Sicht alle Probleme lösen würde, entwickelt hatte. Neben meiner langjährigen technischen Erfahrung konnte ich hier vor allem auf die Unterstützung aus meinem Team zurückgreifen, erzählt Ludi nicht ohne Stolz. Alle Voraussetzungen waren erfüllt: Ausfallsicherheit, lange Lebens-

HYDRAULISCHES VORSPANNWERKZEUG AUS GUT WIRD HERVORRAGEND

Text Hugh O'Brian Fotos Andy Coxsell



dauer und schneller Betrieb. Ich zeigte das Konzept meinem Konstruktionsleiter und gab ihm einen kleinen Einblick in die Funktionsweise. Was soll ich sagen? Er war begeistert!“

Austauschbarkeit mit bestehenden Komponenten

Eine weitere Anforderung, die Samad Ludi zu erfüllen hatte, war die Austauschbarkeit. Kunden mit bestehenden Boltight TSR-Elementen sollten diese weiterhin nutzen können und nur den Druckzylinder austauschen müssen, um von allen Vorteilen des TSR+ zu profitieren. Da er sich bei seiner Neukonstruktion nur auf den Druckzylinder konzentrierte, bietet seine Lösung den großen Vorteil, dass alle anderen Teile wie bisher weiterverwendet werden können.

Ludi sagt, der neue Druckzylinder des TSR+ verfüge über modernste Dichtungen, Federn und Adapter, wobei insgesamt die Sicherheit an erster Stelle stehe. „Die Sicherheit war ein wichtiger Faktor bei diesem Projekt. Bei einem möglichen Ausfall dürfen die Bediener nicht gefährdet sein. Die Auslegung der Konstruktion war entscheidend, weshalb wir erweiterte Analysen und Tests durchführten, um den Sicherheitsfaktor und die Lebensdauer zu bestimmen. Der Druckzylinder wurde dann so ausgelegt, dass bei einem größeren Störfall innerhalb des Werkzeugs, dem Worst-Case-Szenario, der Hydraulikdruck im Werkzeuginneren abgelassen wird und somit keine Gefahr für den Bediener entsteht.“



Bündelt die gesamte Erfahrung in einer Lösung

Das Ergebnis ist eine neuartige Wägezellenkonstruktion auf der Grundlage modernster Technologien, einschließlich neuer Dichtungen, Federn und Adapter. „Wir haben sämtliche Erfahrung und Erkenntnisse, die wir im Laufe der Jahre mit Spannwerkzeugen gesammelt haben, einschließlich bewährter kundenspezifischer Lösungen, in diese einzigartige Konstruktion gesteckt. All diese Daten, Erfahrungen und Technologien sind jetzt in einem neuen Produkt, dem TSR+, gebündelt und bieten den Anwendern eine Vielzahl von Vorteilen.“

Zu diesen Vorteilen zählen:

- Viermal schnellere Kolbenrückstellung als beim bisherigen TSR, was den TSR+ zum schnellsten auf dem Markt macht.
- Deutlich bessere Haltbarkeit; Lebenszyklustests im Labor haben gezeigt, dass die Leistung des bisherigen TSR bei vollem Druck und Hub mühelos übertroffen wird.
- Größere Bediener-sicherheit dank moderner Dichtungstechnologie mit einem besseren Druckbegrenzungsventil, das bei einem Ausfall nach innen abbläst, um die Bediener zu schützen.

- Volle Austauschbarkeit mit anderen Komponenten, da sich die Wägezelle leicht ersetzen lässt.

Eine kleine Revolution für Boltight

Diese Kombination von Vorteilen und Nutzen dürfte Boltight und die Nord-Lock Group noch stärker auf dem Markt für hydraulische Vorspannwerkzeuge positionieren. „Bei der Vorstellung der endgültigen Konstruktion sprachen meine erfahrenen Kollegen von einer kleinen Revolution. Ein federbelastetes Vorspannwerkzeug mit automatischer Kolbenrückstellung – das ist schon sehr speziell“, sagt Samad Ludi. „Heute haben wir damit das schnellste Spannelement mit automatischer Rückstellung auf dem Markt. Die ersten Reaktionen waren sehr positiv und haben ein großes Interesse hervorgerufen. Auch die ersten Bestellungen sind bereits eingegangen.“

Wenn Sie mehr über Boltight TSR+ und die Vorteile des hydraulischen Vorspannwerkzeugs erfahren möchten, besuchen Sie www.nord-lock.com/de-de/boltight/produkte/tsr-spannelemente



ÜBRIGENS... MÖCHTEN SIE BOLTED
KÜNFTIG LIEBER DIGITAL ANSTATT
IN PAPIERFORM ERHALTEN?

Dann sichern Sie sich hier Ihr digitales Exemplar:
www.bolted.com