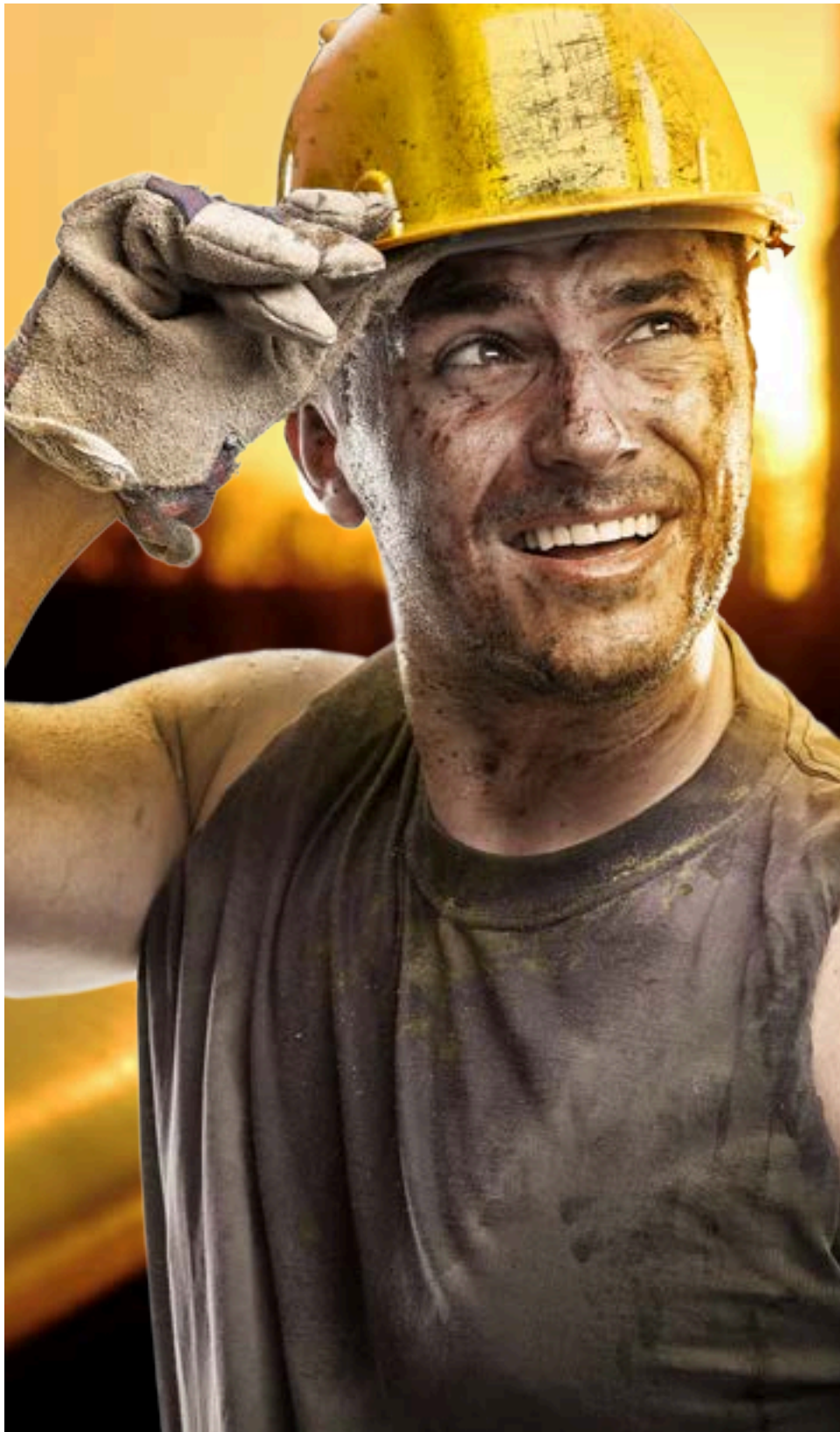


HY

Das Magazin  
für moderne

Verschraubungstechnologie.

www.hytorc-seis.de



## MAKES HARD WORK EASY.

Egal in welcher Branche Sie arbeiten – mit den leistungsstarken Tools und den individuellen Serviceleistungen von HYTORC Seis wird vieles leichter.



**Die energetische Zukunft liegt  
(auch) im Meer**

» 4



**Die richtigen Schlüsse aus  
Unfällen ziehen**

» 8



**„Lob der Schraube“**

oder wieso können die Schrauben kleiner werden obwohl die Leistung steigt?

» 16

## Produktpräsentation



Die neue Lösung **22**  
für die kleinen „Schraubfälle“



**26** 8. Münchener Forum Verbindungstechnologie – Praxis, Innovation, Sicherheit



**10** Prozesssicherheit  
durch geschultes Personal erlangen



HYTORC Technologies GmbH **24**  
weicht neuen Standort ein

## Themen

<b>Die energetische Zukunft liegt (auch) im Meer</b> _____	<b>4</b>	<b>Die neue Lösung für die kleinen „Schraubfälle“</b> _____	<b>22</b>
<b>Die richtigen Schlüsse aus Unfällen ziehen</b> _____	<b>8</b>	<b>HYTORC Technologies GmbH weicht neuen Standort ein</b> _____	<b>24</b>
<b>Durch geschultes Personal Prozesssicherheit erlangen</b> _____	<b>12</b>	<b>8. Münchener Forum</b> _____	<b>26</b>
<b>„Lob der Schraube“</b> _____	<b>16</b>	<b>Innovative Schraubtechnik Zug um Zug umsetzen</b> _____	<b>28</b>

### Kontakt und Impressum

#### HYTORC Seis GmbH

Gallscheider Straße 9 A · D-56281 Dörth

Tel.: +49 6747 597-10 · Fax: +49 6747 597-129

[www.hytorc-seis.de](http://www.hytorc-seis.de)

#### Redaktion

Lorenz Kommunikation

Veilchenweg 10

41516 Grevenbroich

#### Layout

agentur etcetera

Marktstraße 13

56288 Kastellaun



Liebe Leserinnen und Leser,

die Möglichkeiten zur Montage von Schraubverbindungen ändern sich. Montageverfahren, deren Einsatz im Stahlbau, im Maschinen- und Anlagenbau oder in der Rohrleitungsindustrie bisher für unmöglich gehalten wurden, können heute genutzt werden.

Möglich machen dies neue Technologien bzw. Verbindungselemente, die dafür sorgen, dass nicht nur höherwertige Verschraubungen das Ergebnis der Arbeit der Monteure sind. Sondern diese können auch sicherer arbeiten, haben weniger körperliche Belastungen während ihrer Arbeit auszuhalten.

Ein weiterer Aspekt kommt hinzu. Noch nie stand der Zwang nach höherer Produktivität so im Fokus der Unternehmen. Viele, egal ob produzierende oder serviceorientierte, klagen über Fachkräftemangel. HYTORC Seis stellt sich dieser Problematik, indem die Experten in Dörth neben den Weiterbildungsangeboten sehr intensiv darüber nachdenken, wie einerseits zu wenig Fachpersonal kompensiert und andererseits die Produktivität der Unternehmen weiter gesteigert werden kann. Hier stehen mittlerweile Technologien zur Verfügung, die die Montageprozesse vereinfachen und die die Monteure schneller, genauer und damit effizienter arbeiten lassen.

Und oftmals sind es die simplen Ideen, die uns weiter bringen. In diesem Heft finden Sie einige Anregungen, wie einfach es manchmal sein kann, alle Bedarfe unter einen Hut zu bringen. Ein Beispiel: Bei vielen Schraubfällen müssen Unterlegscheiben genutzt werden - technisch bedingt oder vorgeschrieben. Außerdem braucht es bei vielen Schraubfällen einen Gegenhalt. Übrigens werden 40% der Montagezeit damit verbracht, die Durchgangsschraube auf der Gegenseite festzuhalten. Die Lösung: Durch den Einsatz einer einfachen Scheibe, dem Backup Washer, lässt sich dieser Aufwand beheben – zumeist kostenneutral für den Material-, aber mit reduziertem Personaleinsatz. Es lohnt sich also, Schraubfälle und Prozesse genauer zu betrachten.

Fakt ist, dass ab einem bestimmten Punkt die Personalkosten als Produktionsfaktor nicht weiter reduziert werden können. Aber auch hier gibt es Lösungen, die allerdings intelligente Konstruktionen voraussetzen. Es gibt Optimierungspotenzial, sodass aus derselben Maschine mehr Leistung herausgeholt werden kann. Dies bringt einen Wettbewerbsvorteil auf dem globalen Markt. Hier geht in der Schraubtechnik noch viel. 30 Prozent mehr Vorspannkraft in der Schraube zusammen mit einer sicheren und dokumentierten Montage sind die Voraussetzungen für mehr Leistung Tag für Tag.

Ich freue mich, Ihnen mit der siebten Ausgabe der HY-NRW wieder einen spannenden Einblick in die moderne Welt der Verschraubungstechnologie bieten zu können. Lassen Sie uns gemeinsam die Montage verbessern – durch den Einsatz neuer vorhandener Technologien und ihrer Berücksichtigung in der Konstruktion.

Ihr

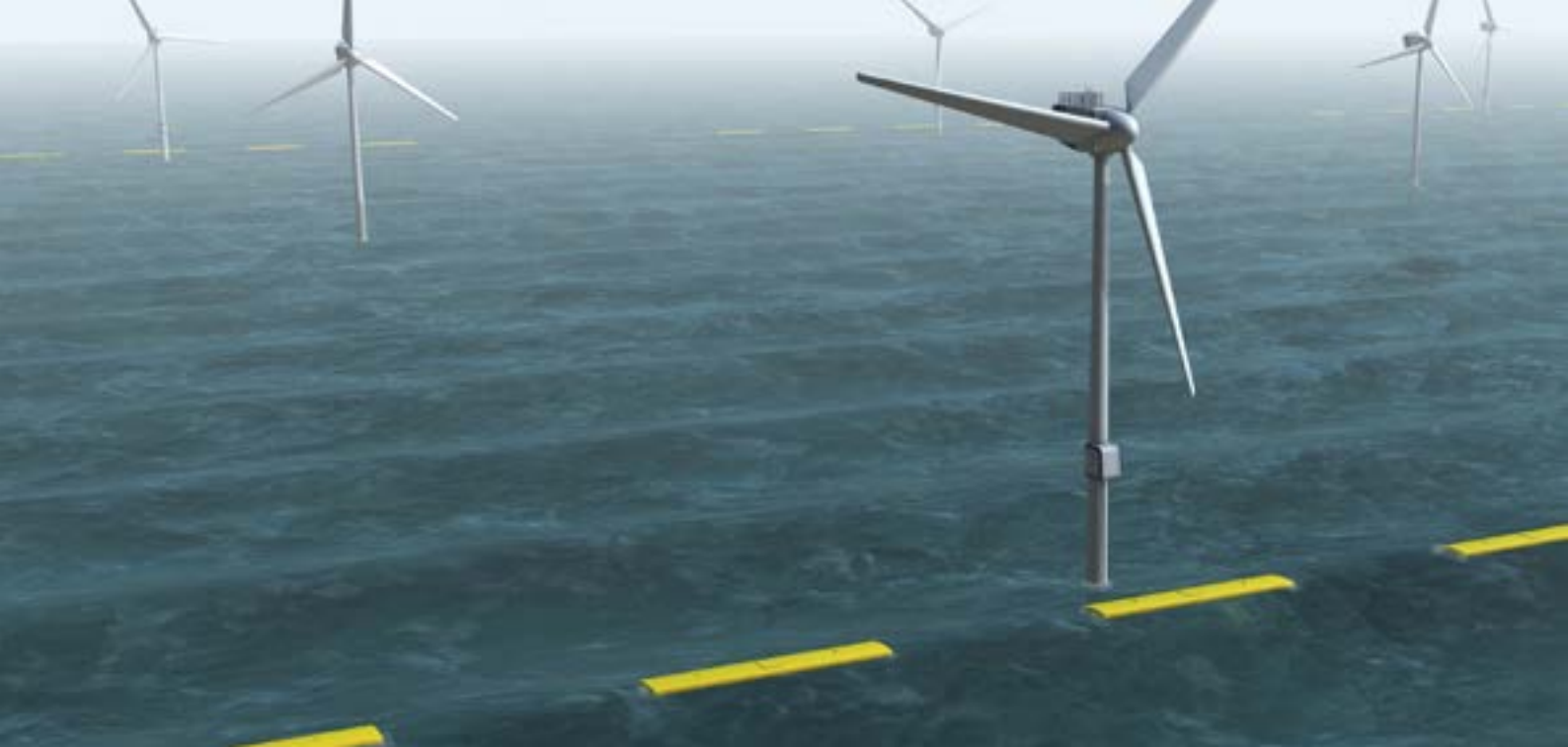
HYTORC Seis GmbH  
(Lothar Seis, Geschäftsführer)

---

**Lassen Sie uns  
gemeinsam die Montage  
verbessern!**

---





## Die energetische Zukunft liegt (auch) im Meer

Wellenenergie – nach Meinung von Energieexperten steckt in Meereswellen im Vergleich zu Sonnen- oder Windenergie ein ungeheures Potenzial. Allerdings und darin liegt die Krux der Geschichte: diese Leistung für die Energieversorgung nutzbar zu machen, stellt sich durch Umwelteinflüsse wie Salzgehalt, Pflanzenbewuchs, Eis oder Treibgut als eine große Herausforderung dar.

In seiner Doktorarbeit an der TU München unter dem Titel „Vergleich einer neuartigen Wellenkraftwerkstechnologie mit existierenden Stromversorgungsmöglichkeiten“ schreibt Dr. Philipp Sinn: um den „praktischen Durchbruch [der Wellenenergie] zu erreichen, muss eine neue Technologie zunächst ihre potentielle Wirtschaftlichkeit unter Beweis stellen. Selbstverständlich beruht diese wesentlich auf der zugrunde liegenden Technologie: Ist der Forschungs-, Entwicklungs-, Installations- und Betriebsaufwand zu hoch im Vergleich zu den erzielbaren Stromerlösen, können sich Kraftwerkstechnologien nicht durchsetzen.“

Die gleiche Meinung äußert Dr.-Ing. Alexander Martha, als leitender Ingenieur Konstruktion sehr eng in die Entwicklung eines der zukunftssträchtesten Projekte aus dem Bereich Wellenenergie eingebunden, das die NEMOS GmbH, Duisburg entwickelt. NEMOS steht dabei für „**N**utzung des **E**nergiepotentials von **M**eereswellen in **O**ffshore-Windparks zur **S**tromerzeugung“. Dabei wird eine Technologie eingesetzt, die von Dr. Philipp Sinn in seiner Doktorarbeit als vielverspre-

chende Technologie bezeichnet wird, „**da jede Bewegung der Schwimmkörper genutzt werden kann, wodurch theoretisch hohe Wirkungsgrade erreicht werden können. Die Elektronik und das Generatorhaus können in sicherem Abstand über der Wasserfläche installiert werden. Gleichzeitig bildet NEMOS eine gute Ergänzung zu Offshore-Windparks...**“.

Offshore-Windparks? „Ja“, sagt Martha, „die Türme von Offshore-Windenergieanlagen können so sehr sinnvoll zweitgenutzt werden.“ Das mit dem RWE-Zukunftspreis und mehreren weiteren nationalen Preisen ausgezeichnete Gesamtsystem sieht vor, dass zwei Seile einen Auftriebskörper, der durch Wellen in Bewegung gesetzt wird, auf einer effizienten Bahnkurve halten. Ein drittes Seil überträgt mechanische Energie über Umlenkrollen an einen im Offshore-Turm installierten Generator. Martha betont, dass natürlich auch ein eigener Turm errichtet werden könne, unabhängig von Offshore-Windenergieanlagen, „aber es wäre eine sinnvolle Synergie.“

Dass in der Doktorarbeit von Dr. Philipp Sinn an der TU München auch Risiken gesehen werden, ist für Martha verständlich. „Seit 2012 forschen wir bei der NEMOS GmbH an diesem Projekt. Derzeit befinden wir uns in der Prototypenphase. Und diese kann durchaus noch fünf bis zehn Jahre länger werden. Denn es werden weitere Entwicklungsschritte wie die jetzt im Bau befindliche Pilotanlage nötig sein, bis

« Die Türme von Windenergieanlagen können sehr sinnvoll zweitgenutzt werden. »

## Im Computer animiert: Die von NEMOS geplante Versuchsanlage in Ostende »



dass unsere Art des Wellenkraftwerkes marktfähig sein wird.“

### Laborversuche, Modelle, Großausführung

Begonnen hat alles 2010 mit Untersuchungen zur Hydromechanik am DST, dem Entwicklungszentrum für Schiffstechnik und Transportsysteme e.V. Diese zeigten für „Anlagen mit schwimmenden Auftriebskörpern erhebliche Optimierungspotenziale allein durch die zeitlich und räumlich kontrollierte Relativbewegung der Körper zum erdfesten Bezugssystem“, heißt es auf der Homepage des DST zu den Anfängen. Labor- und Feldversuche waren so erfolversprechend, dass 2012 entschieden wurde, gemeinsam mit vier Partnern die weiteren Arbeiten unter Leitung von Dipl.-Ing. Jan Peckolt in die damals neu zu gründende NEMOS GmbH auszulagern.

Dann geht es Schlag auf Schlag. Erste weitere wertvolle Ergebnisse liefert ein Simulationstool kurz vor Weihnachten 2012. Anfang Februar 2013 folgen erste Untersuchungen insbesondere zu Betriebsführung und Regelung des Systems im Wellentank mit einem Prototyp der Anlage im Maßstab 1:20.

Im Mai des gleichen Jahres geht es in natürliche Gewässer. Vor der dänischen Küste wird eine 1:10-Anlage installiert. Erfolgreich: Denn die ersten Analysen des Bewegungsverhaltens zeigen, dass die Ergebnisse der Versuchsanlage bei variierenden Richtungen und Frequenzen inklusive Stürmen der Prognose aus den Laborversuchen und den Simulationsrechnungen entsprechen. **Nach fünf Monaten Feldtest dann im Oktober große Freude bei NEMOS:**


„Die eigens entwickelten Komponenten haben sich bewährt und besonders die Effizienz gibt mit Wirkungsgraden von über 50 Prozent eine positive Aussicht auf die Großausführung“, lautet die Bilanz auf der Homepage der NEMOS GmbH.

Doch nach dem Projekt ist vor dem Projekt. Tests der Hardware und die Entwicklung eines neuartigen Konzeptes folgen, mit dem die mechanische Energie des Schwimmkörpers besonders effizient in elektrische Energie umgewandelt werden kann. 80 Prozent sind erreichbar. Die 1:10-Anlage wird durch eine 1:5-Anlage ersetzt. „Der eigens errichtete Turm, die Systemautomatisierung sowie die Komponenten der Seilkinematik haben sich als robust und zuverlässig bewiesen. Besonders hervorzuheben ist die Verifizierung des für die Wellenenergie bisher einzigartigen PTO-Wirkungsgrads von bis zu 80 %.“ Test bestanden.

Es folgen weitere Versuchsreihen mit insgesamt über 200 Tests in einem der weltweit größten Wellentanks in Nantes, Frankreich. Die Ergebnisse fließen in die Überarbeitung der 1:5-Testanlage ein, die im August 2015 ihren vollautomatisierten Betrieb aufnimmt.

### HYTORC Seis betritt verschraubungstechnisches Neuland

Doch auch hier gilt: Nach diesem Schritt kommt der nächste. Während die Testanlage Strom in das dänische Netz einspeist, gehen Martha und seine Kollegen die ersten



« Der Auftriebskörper ist an drei Punkten unter Wasser fixiert.

---

## NEMOS Installationsarbeiten am PTO Prüfstand mit dem Hytorc Versa »

---

Komponententests für das 1:1-Wellenkraftwerk an. Ein PTO-Riemenprüfstand wird entwickelt und realisiert, mit dem täglich bis zu 200.000 Biegezyklen absolviert werden können – im Vergleich zum Realfall auf See eine Überlast, denn er testet 10 Mal schneller als beim Einsatz auf See. Die Zahnwellen werden ebenfalls unter vollen Betriebslasten untersucht.

Konkret wird jetzt auch die Zusammenarbeit zwischen NEMOS und HYTORC Seis diskutiert. Die ersten Kontakte gibt es bereits 2012. Doch erst im Jahr 2016, werden die ersten Schraubversuche im Labor vorgenommen. Das Ergebnis ist so zufriedenstellend, dass die ersten Werkzeuge bestellt werden.

Eingesetzt werden diese auch beim Aufbau der 40 Tonnen schweren mechanisch-elektrischen Energiewandlungseinheit im Großmaßstab. Der vorerst letzte Schritt onshore, bevor es etwa im Februar 2018 an der belgischen Küste vor Ostende tatsächlich mit einer 1:1-Anlage in die Nordsee geht.

Zunächst steht der Bau des Prototyps in der Werft an. Parallel läuft der Genehmigungsantrag für den Bau der Anlage. Dieser wird im Juni 2017 positiv beschieden und beinhaltet den Bau des Wellenkraftwerks mit seiner Turmstruktur sowie die Lizenz für die geplanten Forschungsaktivitäten über drei weitere Jahre.

„Wir freuen uns, nach fünf Jahren intensiver Vorarbeit den endgültigen Schritt in die Realisierung zu gehen“, meint Martha. „Wir beginnen jetzt, das Anlagenkonzept im vollen Maßstab zu testen. „Wir sind sehr zuversichtlich, denn während des mehrmonatigen störungsfreien Betriebs war bereits die 1:5-Testanlage in Dänemark mehreren Winterstürmen mit Wellen von über anderthalb Metern ausgesetzt. In 1:1-Format übertragen bedeutet dies, dass die Großanlage mindestens einer Wellenhöhe von 7,5 Metern standhalten wird.“

### Unterwasserverschraubung unter erschwerten Bedingungen

Gemeinsam mit den Partnern sei man in neue technische Dimensionen vorgestoßen, die dazu geführt haben, dass auch Partner wie ContiTech oder Schaeffler sich dazu veranlasst sahen, neuartige Belastungstests z.B. an den Riemen und Lagern zu unternehmen. Bestätigt wird dies auch durch Bernhard Pape, Berater für Verschraubungstechnologie bei der HYTORC Seis GmbH. **„Wir freuen uns sehr, dass NEMOS uns sehr frühzeitig in die Überlegungen hinsichtlich der Verschraubung in die Entwicklung des Wellenkraftwerkes einbezogen hat. Denn obwohl wir eine große Erfahrung mit allen möglichen Schraubfällen in der Industrie haben, stellt uns dieses Projekt doch vor neue große Herausforderungen. Alleine die Rahmenbedingungen lassen darauf schließen, wie viel Gehirnschmalz wir in die Lösung gemeinsam mit den Entwicklern der NEMOS stecken mussten, um eine Lösung zu entwickeln.**

Wohlgemerkt handelt es sich um eine Unterwasserverschraubung, bei der mehrere Schrauber zum Einsatz kommen. Im Pilotgebiet in der belgischen Nordsee vor Ostende herrscht eine hohe Strömung von 2m/Sek. Die Taucher haben im worst case aufgrund des Tidewechsels höchstens 20 Minuten Zeit, die HV-Schrauben der Größe M36x210 nach DIN EN 14399-4 in der Ausführung „wie hergestellt“ mit einem verlängerten Gewinde sachgerecht zu verschrauben. Gefordert sind mindestens 510 kN Vorspannung.“

Also sei der nächste Schritt gewesen, einen Partner zu finden, mit dem man die Schraubversuche unter Wasser angehen konnte. Gefunden wurden die Experten der August Friedberg GmbH, die nach den Worten des Forschungschefs





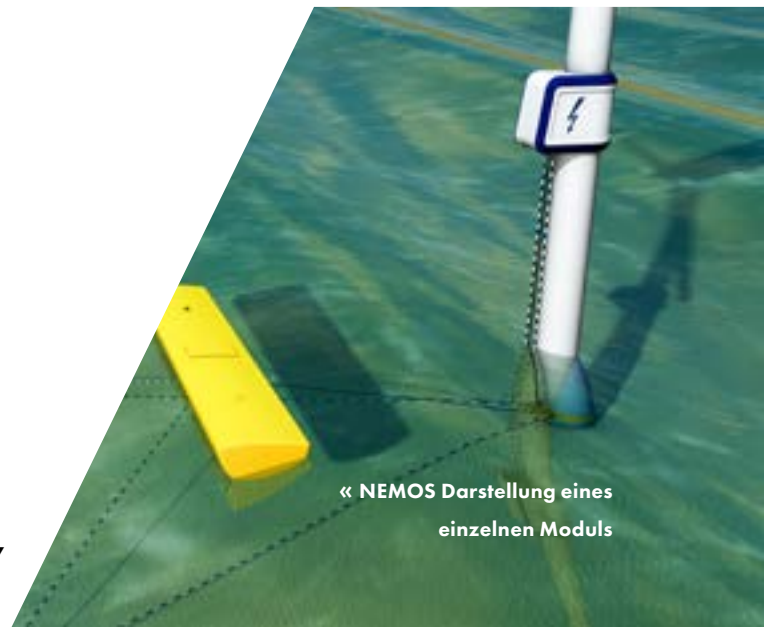
Dr. Selcuk Güres die „große Herausforderung angenommen haben, eine Beschichtung für das Schraubsystem zu finden, die unter Wasser die geforderten Eigenschaften hinsichtlich der Reibung und Mindestvorspannkraft bietet.“ Dazu habe man, so Güres, gemeinsam mit führenden Unternehmen der Beschichtungsbranche zusammengearbeitet und schließlich eine den Anforderungen entsprechende Lösung gefunden. NEMOS entschied sich letztendlich für ein Produkt aus dem Hause MAGNI Europe.

**Das Spannende sei gewesen, betonen sowohl Pape als auch Güres, gemeinsam an einer Verschraubungsanwendung arbeiten zu können, „die es in dieser Form noch nicht gibt.“** Und Wasser sei ja auch nicht gleich Wasser. „Da wir natürlich in diesem Status des Projektes noch keine Taucher unter Wasser schicken konnten, um Schraubversuche zu unternehmen, haben wir uns Originalwasser aus der belgischen Nordsee besorgt, um zumindest bzgl. der chemischen Zusammensetzung des Wassers eine realistische Bauteiluntersuchung starten zu können.“

**Die Zusammensetzung der Schraubgarnitur bestand aus HV-Schraube, HV-Mutter und dem HYTORC Washer, der aufgrund seiner Funktionalität gewährleistet, dass zügig, sicher, seitenlastfrei, ohne Reaktionsarm und mit hoher Vorspannkraftgenauigkeit verschraubt werden kann. Nur die Mutter wurde beschichtet. Die Komponenten wurden vollständig in Originalmeerwasser getaucht und dann in nassem Zustand verschraubt, so wie es auch in den kommenden Monaten in der Nordsee am Flansch des gerammten Monopiles mit jeweils 72 Bolzen geschehen wird.**

„Spannend zu sehen war bei den Versuchen, dass bei allen untersuchten Beschichtungssystemen im Gegensatz zur bisherigen Erfahrung die Reibwerte bei der „nassen“ Verschraubung in den Keller gingen, also die Reibung abnahm“, sagt Güres, „wir aber schlussendlich für ein Beschichtungssystem dennoch bei einem mittleren Reibbeiwert von  $k=0,14$  landeten. Der k-Wert gibt das Verhältnis von aufgebrachtem Anziehdrehmoment und dadurch erreichter Vorspannkraft bezogen auf einen spezifischen Schraubennendurchmesser wieder.“ Ein Ergebnis, mit dem man sehr gut leben könne.

„Zumindest von Verschraubungsseite sind wir damit zunächst einmal auf der sicheren Seite“, unterstreicht Pape. „Die Verschraubung vor Ort wird dann, wie bereits gesagt, unter Wasser von Tauchern durchgeführt, die allerdings noch geschult werden müssen. Vier ICE-3- Schrauber werden zum Einsatz kommen. Das Pumpaggregat wird an Bord des Tauchschiffes sein und mit ca. 20 Meter langen Schläuchen mit den Werkzeugen verbunden sein. Ich bin sehr gespannt.“



« NEMOS Darstellung eines einzelnen Moduls



## Die richtigen Schlüsse aus Unfällen ziehen

Auch gute Planung kann manchmal nicht verhindern, dass Dinge schief laufen. Der Volksmund kommentiert dies meistens mit „Shit happens“ – „C'est la vie“ – „Dumm gelaufen“. Derartige Redewendungen gibt es in allen Sprachen. Gelegentlich geschehen solche Ereignisse auch in Unternehmen. Aber spätestens dann, wenn Menschen zu Schaden kommen, verbietet sich jegliche Flapsigkeit im Umgang. Mangelnde Arbeitserfahrung, Zeitdruck oder knifflige Angelegenheiten – gleich welcher Grund, **nach einem Unfall muss es um eine seriöse Bestandsaufnahme gehen, die den Ursachen auf den Grund geht.** Und natürlich müssen Vorschläge erarbeitet werden, wie solche Vorkommnisse in Zukunft vermieden werden können.

Mindestens aus drei Gründen ist dies notwendig: An erster Stelle steht, dass grundsätzlich jede Schädigung eines Mitarbeiters oder einer Mitarbeiterin vermieden werden muss – unter allen Umständen. Zweitens sind die ökonomischen Folgen für das Unternehmen in Folge eines möglichen Produktionsausfalls zu beachten und drittens können natürlich auch die Geschäftsprozesse der Kunden erheblich beeinträchtigt werden.

Deswegen legen Unternehmen wie die InfraServ GmbH & Co. Knapsack KG großen Wert auf einen **hohen Sicherheitsstandard sowohl in den beiden Werksteilen Hürth und Knapsack**, als auch in den externen Betriebs-

stätten rund um den Knapsack Chemiehügel. Damit verbunden ist der Anspruch, diesen permanent weiterzuentwickeln. Sollte es dennoch zu einem Ereignis kommen, greift die Meldekette, welche unternehmensweit organisiert ist, um eine schnelle Erstversorgung durch hauseigene Rettungssanitäter, weiterführend in der eigenen werksärztlichen Abteilung oder auch eine benötigte Weiterbehandlung bei angeschlossenen Durchgangssärzten/Krankenhäusern zu organisieren.

### Tausende Unfälle mit Schraubenschlüsseln

„Wir sind auch immer bemüht, modernste Technik einzusetzen und unsere Mitarbeiter immer wieder auf den neuesten Wissensstand zu bringen. Dennoch passieren manchmal unvorhergesehene Dinge wie in folgendem Fall: Beim Lösen von Schrauben an einer Flanschverbindung mittels Maulschlüssels rutschte der Monteur ab, fiel zurück gegen eine Stahlstütze und zog sich eine Platzwunde am Kopf zu“, berichtet Bernd Sievernich aus dem Bereich Arbeitsschutz der InfraServ Knapsack über einen Arbeitsunfall. Dieses Ereignis war zwar nicht meldepflichtig, dennoch sei dies nur ein schwacher Trost. Laut dem Spitzenverband der Deutschen Unfallversicherung DGUV ereignen sich etwa 4.000 meldepflichtige Unfälle jährlich beim Einsatz von Schraubenschlüsseln.





« Gesamtansicht vom  
Chemiepark Knapsack.

---

## InfraServ legt großen Wert auf einen hohen Sicherheitsstandard.

---

Innerhalb eines Tages lief dann automatisiert ein Verfahren ab, das sich in ähnlichen Fällen bewährt hat. Dies beinhaltet unter anderem eine ausführliche Unfalluntersuchung mit allen relevanten Abteilungen, möglichst unter Einbeziehung der/s betroffenen Mitarbeiters/in. Dabei werden intensiv sowohl die möglichen unmittelbaren Ursachen ebenso erhoben „wie die berühmten Fehler im System“, führt Sievernich aus. Dies kann länger dauern. Denn an der Analyse sind neben den Mitarbeitern der Arbeitssicherheit auch die zuständigen Teamleiter, andere Führungskräfte und Zeugen, nötigenfalls auch Kunden oder Lieferanten, beteiligt.



---

## Der HYTORC Washer die verdrehsichere Unterlegscheibe.

---

In dem beschriebenen Fall ging es um eine Schraubverbindung in einem sehr beengten Arbeitsbereich, in dem der vorhandene Drehschrauber oder ein Ringschlüssel bauartbedingt nicht eingesetzt werden konnten. „Sie waren schlichtweg zu hoch. Erschwerend kam hinzu, dass der Monteur die Schraube, die er bearbeitete, nicht sehen konnte und auch deshalb den Maulschlüssel nicht rechtwinklig zur Schraubachse ansetzte“, erläutert Sievernich.

**Die Ergebnisse der Analyse seien dann sofort in Maßnahmen umgesetzt worden**, wobei insbesondere vier Punkte hervorgehoben wurden:

- Vor Beginn der Tätigkeiten die Vor-Ort-Gefährdungsanalyse INGA durchführen.
  - Grundsätzlich soll zum Lösen und Montieren von größeren Schraubverbindungen eine hydraulisch-, elektrisch- oder pneumatisch-technische Lösung verwendet werden.
  - Nur in Ausnahmefällen soll auf den Maulschlüssel zurückgegriffen werden und auch nur, wenn ein Ring-/Steckschlüssel nicht einsetzbar ist.
  - Bei der Handhabung von Schraubenschlüssel sollte die Gefahr des Abrutschen stets in Betracht gezogen werden. Daher sollte überlegt werden, an welcher Stelle und in welcher Griffposition der Schlüssel anzusetzen ist.
- Moderne Schraubtechnologie hilft Unfälle zu verhindern**
- Entsprechend dieser Maßnahmen habe man mit einer pneumatischen Antriebslösung versucht, die Schraube zu bearbeiten, konnte aber die benötigten Lösekräfte nicht aufbringen. „Und dann kam Thomas Müller mit einer Unterlegscheibe ins Spiel“, erzählt Sievernich, der seit 33 Jahren in Knapsack arbeitet – „erst als Maschinenbautechniker, nun als Sicherheitsfachkraft – es gibt kaum einen Bereich hier auf dem Gelände, den ich nicht kenne.“
- Thomas Müller habe den HYTORC Washer und den Back-up Washer vorgestellt. „Alles ging sehr zügig vonstatten. **Denn wir haben schnell erkannt, dass sich HYTORC mit der Unterlegscheibe was gedacht hat.**“ **Denn die Funktionalitäten seien echt bestechend:**
- Washer und Backup Washer sind verdrehsicher konstruiert, so dass ein Drehen der Scheibe auf dem Grundmaterial verhindert wird.
  - Die zur Schraube hin gerichtete Seite ist reibwertoptimiert und vergütet als Grundlage für eine hochfeste Schraubverbindung.
  - Die äußere Kontur wurde so geschaffen, dass seitenlastfrei verschraubt werden kann und die Sicherheitsnuss zum Einsatz kommt.
  - Es kann ohne Reaktionsarm verschraubt werden. Die Unfallgefahr ist dadurch deutlich reduziert worden.



„Die Erfahrungen an diesem Schraubfall sind so gut, dass jetzt viele Apparate mit den Washern nachgerüstet werden. Hinzu kommen die Vorgaben der VCI-Richtlinie zur EN 1591-4, die den Gebrauch von Unterlegscheiben zwingend vorgeben. Also warum das Nötige nicht mit dem Guten verbinden,“ schlussfolgert der 51-jährige. „Wir können in Zukunft umfassend sicherer verschrauben und lösen und das auch noch effektiver.“



**HYTORC Lithium Gun  
mit Washer-Antrieb**

### Reduktion der Nachziehzeiten an Flanschverbindungen durch den Einsatz von jGun und Washer System

DN	Schrauben			Zeittabelle *		jGun **		2 x jGun ***	2 x jGun Washer Syst. ****
	Anzahl	Größe	M <sub>A</sub> in Nm	Gesamtzeit	pro Schraube	Gesamtzeit	pro Schraube	Gesamtzeit	Gesamtzeit
500	20	M39	1670	170 min	8,5 min	55 min	2,8 min	39 min	22 min
400	16	M36	1390	112 min	7,0 min	41 min	2,5 min	28 min	16 min
350	16	M33	1050	88 min	5,5 min	37 min	2,3 min	26 min	14 min
300	16	M30	795	67 min	4,2 min	33 min	2,1 min	23 min	13 min
250	12	M30	900	50 min	4,2 min	25 min	2,1 min	18 min	10 min
200	12	M27	610	34 min	2,8 min	23 min	1,9 min	16 min	9 min

\* Flanschverbindung auf Drehmoment von einer Person und einem Drehmomentwerkzeug (Handdrehmomentschlüssel) nachziehen. Zeitverlust durch beengte Platzverhältnisse und Nacharbeiten von Undichtigkeiten nicht berücksichtigt.

\*\* Ein geschulter und eingearbeiteter Mitarbeiter zieht die Flanschverbindung mit einem jGun Schrauber nach. Dreistufige Verschraubung (50%, 100%, 100%).

\*\*\* Zwei geschulte und eingearbeitete Mitarbeiter ziehen die Flanschverbindung mit zwei jGun Schraubern nach. Empfohlene Methode für planparalleles Anziehen ab 16 Schrauben (dadurch entfallen Nacharbeiten). Dreistufige Verschraubung (50%, 100%, 100%).

\*\*\*\* Zwei geschulte und eingearbeitete Mitarbeiter ziehen die Flanschverbindung mit zwei jGun Schraubern und vormontierten HYTORC Washer System an. Kein Gegenhalten. Höchste Verschraubungsqualität und Vorspannkraftgenauigkeit. Planparalleles Anziehen (dadurch entfallen Nacharbeiten). Dreistufige Verschraubung (50%, 100%, 100%).





## Durch geschultes Personal Prozesssicherheit erlangen

**„Für den optimalen Einsatz von Schraubverbindungen sind von der Konstruktion bis zur Endmontage und Erprobung Ingenieure und Techniker notwendig, die die technisch-physikalischen Potenziale der Verbindungen kennen und ausnutzen können. Das gegenwärtige Ausbildungsniveau auf diesem Sektor wird den Anforderungen nur teilweise gerecht. Darüber hinaus ist, oft bedingt durch Änderungen der Personalstruktur, in den betreffenden Bereichen ein zunehmender Schwund an Erfahrungen zu verzeichnen.“**

Der DSV Deutsche Schraubenverband e.V. bringt es in der Beschreibung der Ausgangssituation in den Unternehmen als Vorwort zu den Angeboten der „Schraubfachausbildung 2018 auf den Punkt: Das Wissen um die richtige Verschraubung lässt in vielen Branchen zu wünschen übrig. **Verschraubungsspezialist HYTORC SEIS hat darauf reagiert und ein eigenes Schulungszentrum eingerichtet. Das Unternehmen bietet dort Ausbildungsmöglichkeiten für Mitarbeiter/innen unterschiedlicher Branchen, die allesamt einem wichtigen Grundsatz entsprechen: Die einzelnen Programme**

**beruhen auf den allgemein gültigen Richtlinien für die einzelnen Branchen und sind dementsprechend zertifiziert.**

Thomas Wagner, bei HYTORC Seis verantwortlich für den Schulungsbereich, hebt neben dieser Branchenorientierung insbesondere hervor, „dass wir die Schulungen sowohl bei uns in Dörth als auch bei unseren Kunden vor Ort durchführen können. Dies gilt für Unternehmen der Prozessindustrie ebenso wie für die des Maschinen- und Anlagen- sowie des Stahlbaus.“

### **Ausbildung auf Basis der gültigen Normen**

Jede Branche habe dabei ihre spezifischen Anforderungen, hebt Wagner hervor und verdeutlicht dies an unterschiedlichen Normen für die Flanschmontage, für den Maschinen- und Anlagenbau die VDI 2862 oder im Stahlbau die neue DIN 1090. „Mit dem stetig zunehmenden Bewusstsein in den Unternehmen steigt natürlich auch der Bedarf an qualitativ hochwertigen Schulungen, sodass die Techniker oder Monteure nach einer Schulung in der Lage sind, hochwertige Verschraubungen dem jeweiligen Anwendungsfall entsprechend zu realisieren. Jeder, ob Konstrukteur, technischer Meister oder Monteur, muss verstehen, dass alle Parameter in der

« Ulrich Oehms, Prokurist  
HYTORC Seis: Adäquate  
Schulungen steigern die  
Produktivität.

Die Schulungen beruhen auf  
den allgemein gültigen Richtlinien  
und sind entsprechend zertifiziert.

⌆  
Schulungsraum Praxis

Schraubtechnik wie Zahnräder ineinander greifen. Nur so kann eine absolute Prozesssicherheit gewährleistet werden.“



**Um als Schulungsanbieter jederzeit die erforderliche Qualität bei den Schulungs- und Weiterbildungsangeboten garantieren zu können, hat HYTORC Seis im Juli 2016 den Schritt getan und sich als „Zertifizierter Lerndienstleister ISO 29990“ von der TÜV Rheinland Cert GmbH qualifizieren lassen. Entsprechend ist das Dörther Unternehmen auch in der Zertifikatsdatenbank des TÜV Rheinland, Certipedia, gelistet.**

Angelehnt an den allgemeinen Standard für Qualitätsmanagementsysteme, die DIN ISO 9001, handelt es sich bei der ISO 29990 um einen internationalen Servicestandard für Lerndienstleistungen sowie um ein Qualitätsmanagementsystem für Lerndienstleister in der Aus- und Weiterbildung. Jährlich finden Audits statt, um die weitere Optimierung der Prozesse zu überprüfen und gleichzeitig sicherzustellen, dass die Normkonformität gemäß ISO 29990 aufrechterhalten wird. Nach drei Jahren ist eine Re-Zertifizierung möglich.

HYTORC Seis bietet, so Wagner, Schulungen in Basiswissen bis zur Vermittlung von Spezialwissen an. „Wie bei jeder handwerklichen Tätigkeit ist es auch beim Verschrauben so, dass nicht nur die hohe Qualität des Equipments für die Sicherheit einer Verschraubung wesentlich ist, sondern dass dieses auch von geschultem oder sehr gut ausgebildetem Personal bedient wird.







## Die Angebote im Einzelnen:

### • Die Montage von Flanschen

Mit Inkrafttreten der DIN EN 1591-4 wurde allen Betreibern, Kontraktoren und allen Personen, die mit Flanschverschraubungen befasst sind, eine einheitliche Norm an die Hand gegeben. Der Verband der Chemischen Industrie e.V. VCI hat gemeinsam mit führenden Unternehmen der Chemie- und Petrochemieindustrie mit einem eigenen Leitfaden zur Montage von Flanschverbindungen in verfahrenstechnischen Anlagen reagiert, in dem wichtige Begrifflichkeiten erklärt und wesentliche Schritte zu einer sicheren Flanschverschraubung beschrieben sind.

Diese haben unmittelbar Eingang in die **Schulungsmodule gefunden, die entsprechend der Anforderungen der EN 1591-4 in den Abschnitten 8.2.2 bis 8.2.4 in eine Basisschulung und in zwei Aufbauschulungen aufgebaut sind: einmal in das Anziehen mit hydraulisch betriebenen Spannwerkzeugen und zum anderen hydraulisches, drehmomentgesteuertes Anziehen der Verbindung.**

„Insbesondere in der Öl- und Gasindustrie arbeiten die Unternehmen sehr häufig auf der Basis des amerikanischen ASME-Codes“, fügt Wagner hinzu. „Da es zwischen diesem und den Bestimmungen der EN 1591 gravierende Unterschiede gibt, haben wir entsprechende Schulungen mit Inhalten des ASME Code PCC-1-2013 ins Programm hineingenommen. Die Schwerpunkte liegen hier insbesondere darin, den Teilnehmerinnen und Teilnehmern bewusst zu machen, welche Unterschiede zwischen der amerikanischen und der europäischen Norm liegen.“ Wagner nennt hier als Beispiele die unterschiedliche Kennzeichnung von Flanschen. Verschiedenartig ist auch die Kennzeichnung und damit verbunden die Verwendung von Schrauben bzw. Bolzen oder der Umgang mit Dichtungen. Allerdings: „Gleich welches Regelwerk zur Anwendung kommt, mit der Änderung der TA Luft in diesem Jahr 2017 ist es für die Unternehmen absolut verpflichtend, Montagearbeiten an Flanschen von geschultem Personal durchführen zu lassen.“

### • Montage im Maschinen- und Anlagenbau

„Manchmal überrascht es mich“, meint Wagner, der lange Jahre in der Produktion und dem Service bei Unternehmen **des Maschinen- und Anlagenbaus** beschäftigt war, bevor er 2013 als Schulungs- und





Normenspezialist zu HYTORC Seis wechselte, „wie wenig Grundlagenwissen zum Thema Verschraubung bei Technikern und Monteuren vorhanden ist. **Und dabei gibt es auch hier eine hohe Dynamik bei der (Weiter-)Entwicklung von Normen und Richtlinien, die zunehmend die technischen Mindestanforderungen an Schraubsysteme regeln. Zu nennen insbesondere die VDI 2230 und die VDI 2862, Blatt 2.**“

#### ● **Auch der Stahlbau hat Schulungsbedarf**

Neu im Programm und der Entwicklung der Normen folgend hat HYTORC Seis Schulungen für Verschraubungen im Stahlbau ins Programm aufgenommen. Die DIN 18800 ist aufgegangen in die DIN 1090 und hat insbesondere auch Veränderungen gebracht, die sich auf die anzuwendenden Verschraubungsverfahren auswirken. Bisher wurde die Ausführung von Stahlbauten als ganzheitlicher Vorgang betrachtet. **Mit der Revision von der alten DIN 18800 auf die neue DIN 1090 wurde der Teil 7 aufgespalten in die europäisch harmonisierte Norm DIN 1090-1 und 1090-2. Insbesondere der zweite Teil ist für die Monteure und Techniker wichtig, denn hier sind die technischen Regeln für die Herstellung und die Montage hinterlegt.**

„Die DIN 1090 – Ausführung von Stahltragwerken und Aluminiumtragwerken mit ihren Teilen 1 bis 3 ist damit die zu den EUROCODES EN 1993 (Stahlbau), EN 1994 (Verbundbau) und EN 1999 (Aluminiumbau) gehörige Ausführungsnorm“, heißt es in Erläuterungen und Kommentaren mit Beispielen zur DIN 1090-2 des Österreichischen Stahlbauverbands und folgt dieser Publikation zufolge dem Grundsatz: „SO VIEL UND SO STRENG WIE NÖTIG, und nicht so streng und viel wie möglich.“

„Das aber bedeutet“, dass die Monteure wissen was sie tun. Hier setzen nach Aussage von Wagner die Schulungen für den Stahlbau an, deren Schwerpunkt insbesondere darauf liegt, „den teilnehmenden Personen die unterschiedlichen Schraubverfahren nahezubringen und deren Bedeutung im Zusammenhang mit der neuen Norm deutlich zu machen.“

Der Schulungsbereich wird nach Meinung des Experten weiter wachsen. „Innovative Schraubsysteme, die Entwicklung neuer Verbindungselemente, die Änderungen der Produktionsprozesse im Hinblick auf Industrie 4.0 – dies sind nur einige Stichworte, die deutlich machen, welche Herausforderungen auf die Werker in den Unternehmen zukommen, aber auch auf uns als „Zertifizierter Lerndienstleister nach DIN ISO 29990“.

## Lob der Schraube

Ein Mensch, der selber nicht geschraubt,  
hat auch sein Leben lang geglaubt,  
dass eine Redensart wohl bloß,  
' bei wem sei eine Schraube los'.

Doch plötzlich mitten in der Nacht  
hat tief er drüber nachgedacht.  
Und Schrecken riss ihn aus dem Dösen:  
wie, wenn sich alle Schrauben lösen?

Ist's nicht die Schraube, die die Welt  
im Innersten zusammenhält  
und in der Zeit der Technik jetzt  
das geistige Band sogar ersetzt?  
Und noch viel mehr muss ihn erschüttern, wie ist's  
erst mit den Schraubenmüttern?

Der Mensch, in dies Problem verirrt,  
wird selbst verschoben und verwirrt  
und stellt sich vor in seinem Wahn,  
wie Auto, Schiff und Eisenbahn,  
Flugzeuge, ja selbst Flugzeughallen  
mit einem Schläge jäh zerfallen,  
wie alle Arten von Maschinen  
von den gewaltigen Turbinen  
bis zu den feinsten Apparaten  
im Nu aus ihrer Bahn geraten;  
selbst Uhren, Mikroskope – kurz  
wie in gewaltigem Höllensturz  
der Menschheit klug durchdachte Werke  
verlieren ihre Götterstärke.

Der Mensch, der Schrauben nie bezogen,  
greift anderntags zu Katalogen,  
darin er sieht, dass es unglaublich,  
was alles hergestellt wird schraublich:

Sechskant-, Zylinder-, Kreuzschlitz-, Bügel-,  
Pass-Schrauben, Linsensenk- und Flügel-;  
der Hohlkopf selbst ist hier von Wert,  
der niedre Kopf ist noch begehrt.'

Der Mensch erkennt': es sieht der Blinde,  
dass Windung alles überwinde  
und dass, wer sonst 'Geschraubtes' hasst,  
hoch lobt die Schraube, wenn sie passt!

(Eugen Roth)

# „Lob der Schraube“ oder wieso können die Schrauben kleiner werden obwohl die Leistung steigt?

Quizfrage der HY-NRW: Nennen Sie mir ein Bauteil, das jedes Jahr milliardenfach verbaut wird, das immer kleiner wird und dennoch immer leistungsfähiger. Computerchips werden Sie natürlich sagen, diese dünnen, einige Quadratmillimeter großen Plättchen aus Halbleitermaterial, auf denen sich Schaltung und mikroelektronische Schaltelemente befinden. Und die, wenn sie versagen, ganze Produktionsprozesse lahm legen können.

Doch Sie ahnen es, im Quiz eines Verschraubungsmagazins wäre dies die falsche Antwort. Die richtige Antwort lautet – natürlich: die Schraube. Schrauben können kleiner werden, obwohl die Leistung gesteigert werden kann.

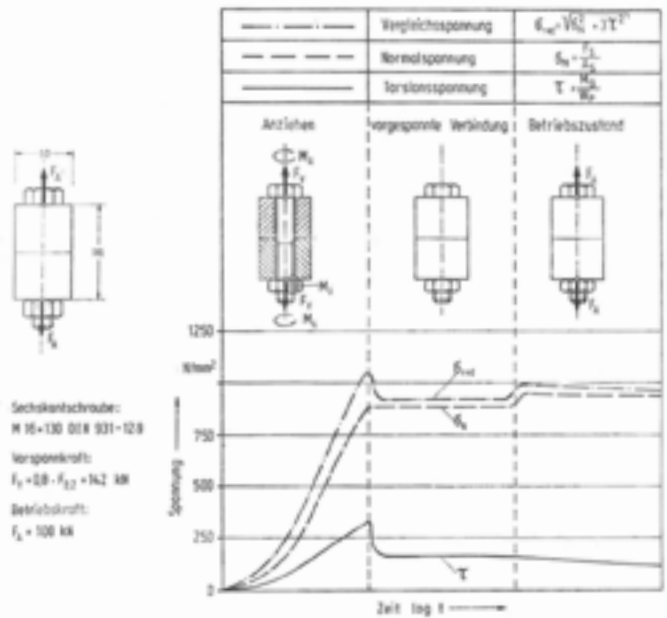
In Deutschland werden pro Jahr ca. 30 Milliarden Schrauben verbaut. Damit ist die Schraube quasi allgegenwärtig. Eugen Roth war dies bewusst, nimmt man seine Gedichtverse als Maßstab „Ist's nicht die Schraube, die die Welt im Innersten zusammenhält.“ Ein sogenanntes C-Teil als das, was alles miteinander verbindet?

## Was passiert mit der Schraube im Fall der Fälle?

Für Experten bei den „Schraubern“ ist diese Frage längst positiv beantwortet. Sie werden auch nicht wach in der Nacht, wie Eugen Roth dichtet: „Und Schrecken riss ihn aus dem Dösen, wie, wenn sich alle Schrauben lösen“. Beruhigt schlafen hingegen kann derjenige und so schließt das Gedicht: „... hoch lobt die Schraube, wenn Sie passt!“

In diesem Sinne verbringen auch die Monteure ihre Nächte, wenn Sie Maschinen montiert oder demontiert haben, weil sie es „richtig gemacht haben“. **Allerdings wissen nur wenige „Schrauber“, was da wirklich mit der Schraube passiert, wenn sie verschraubt wird. Dies zeigen am Rande von Seminaren und Kongressen zur Verschraubungstechnologie immer wieder die Fragen, die auch von Personen mit langjähriger Schrauberfahrung zu Grundfragen gestellt werden.**

Eine Vielzahl der angesprochenen Themen befasst sich mit Montageaufgaben. Häufig jedoch können die Fragen aber nur fallspezifisch bewertet und beantwortet werden.



Beanspruchung einer Schraube bei der Montage und im Betrieb

Quelle: Schraubenverbindungen – Grundlagen, Berechnung, Eigenschaften, Handhabung von Dr.-Ing. Heinrich Wiegand, Dr.-Ing. Karl Heinz Kloos, Dr.-Ing. Wolfgang Thomala, S. 259 (ISBN: 978-3-540-17254-3 (Print) 978-3-662-09819-6 (Online); Konstruktionsbücher Volume 5, 1988:).

Noch schwieriger wird es, wenn es um die Dimensionierung von Schrauben für bestimmte Anwendungsfälle geht, denn hier sind dann Experten gefragt.

In den meisten Unternehmen beschäftigen sich nur wenige Ingenieure mit der Berechnung von Schrauben. Der Verein Deutscher Ingenieure (VDI) hat zu diesem Thema einige international anerkannte Richtlinien verfasst. Die bekannteste ist die VDI 2230. Sie gilt als das internationale Standardwerk, wenn es um die Auslegung von Schrauben geht.

### Die grundsätzliche Frage: Wenige Große oder viele Kleine?

Grundsätzlich weiß der Maschinenbauer, dass die Schraube die Aufgabe hat, zwei oder mehr Teile so fest miteinander zu verbinden, dass sie sich wie ein Teil verhalten. Das heißt, bei der Auslegung geht es in erster Linie darum, die Kraft zu bestimmen, die mindestens benötigt wird, um diese Aufgabe zu erfüllen. Danach entscheidet der Berechnungsingenieur, ob diese berechnete Kraft dann von nur einer großen oder von vielen kleinen Schrauben aufgebracht wird.

Doch derartige Betrachtungen können nicht im „luftleeren“ Raum stattfinden. **Von Beginn an muss der Konstrukteur auch die Bedürfnisse der Montage im Blick ha-**

**ben. Denn, was bringt die beste Berechnung, wenn später beim Zusammenbau die berechnete mindestens notwendige Vorspannkraft nicht erreicht wird bzw. durch die Ungenauigkeit des Werkzeuges die Schraube geschädigt oder abgerissen wird.**

**Erschwerend kommt hinzu, dass unterschiedliche Anzugsverfahren gewählt werden können – von Hand bis Streckgrenze, elektrisch, pneumatisch oder hydraulisch. Allerdings streuen die Vorspannkraft je nach Anzugsverfahren, die erreicht werden. Um diesen Unsicherheitsfaktor bei der Berechnung berücksichtigen zu können, hat die VDI 2230 den Anziehungsfaktor  $\alpha_A$  in das Berechnungsverfahren zur Bestimmung der notwendigen Vorspannkraft eingeführt.**





Es gibt zwei Zielgrößen:  
**Vorspannkraftniveau**,  
d.h. werden 90 % erreicht  
oder nur 50 % erreicht?

Low/high accuracy.

Wie genau wird das  
Vorspannkraftniveau  
erreicht?

(Ziel (Bulls eye) ist 90 %  
(technisch begründet))

**Streuung der Vor-  
spannkraft**, d.h. +- 5 %  
oder +- 25 %?

Wie stark streut das Ver-  
fahren um das Vorspann-  
kraftniveau?

Ziel ist 0 Streuung.

## Streckgrenzgesteuertes Anziehen – nur keine Hemmungen.

### Erste Antworten liefert Blatt A8 der VDI 2230

Der Anziehungsfaktor definiert das Verhältnis von der maximalen zur minimalen Montagevorspannkraft. Er beschreibt die Streuung des Anziehverfahrens:  $\alpha_A = F_{\max}/F_{\min}$ . **Je kleiner der Anziehungsfaktor, desto kleiner ist die Streuung der Vorspannkraft. In der Tabelle A8 der VDI 2230 sind die Faktoren in einer Übersicht zusammengefasst.** In dieser sind „Richtwerte für den Anziehungsfaktor  $\alpha_A$  zu finden.

Allerdings gestaltet es sich schwierig, unter Zuhilfenahme dieser Tabelle das für die Anwendung richtige Verschraubungsverfahren auszuwählen. Dies hat der VDI erkannt und arbeitet aus diesem Grund gemeinsam mit Experten aus Unternehmen und Hochschulen derzeit am Blatt 3 der VDI 2230, das sich intensiv mit den Anziehverfahren auseinandersetzt. Veröffentlicht wird diese Ergänzung der VDI 2230 voraussichtlich Ende 2018.

Bis zu diesem Zeitpunkt steht **für die Vorspannkraftberechnung nur die Tabelle A8 der VDI 2230 zur Verfügung.** Anhand dieser kann sich der Konstrukteur jetzt für das Anziehverfahren entscheiden, allerdings muss er zunächst prüfen, ob über das gewünschte Verfahren überhaupt das anvisierte Vorspannkraftniveau erreicht werden kann.

**Z. B glänzt „Hydraulisches Anziehen“ mit einem sehr guten Anziehungsfaktor von 1,1 – 1,4. Allerdings konstatieren Wiegand, Kloos und Thomala in Ihrem Grundwerk „Schraubenverbindungen“ auf Seite 273 bezogen auf das hydraulische Anziehen einen potenziellen Vorspannkraftabfall, „der sich bei Schraubenverbindungen mit kurzer Dehnlänge  $l_k/d < 8$  besonders stark auswirken kann. Hier kann der Vorspannkraftabfall Größenordnungen von bis zu 50% erreichen.“ Dies führt mitunter trotz eines niedrigen Anziehungsfaktors  $\alpha_A$  zu großen Schrauben und damit zu einer teuren Konstruktion.**

### Die richtige Lösung: Das Streckgrenzgesteuerte Anziehen

Was tun? Die Richtlinie selbst empfiehlt, 90 % der Streckgrenze der Schraube auszunutzen, denn das führe zu wirtschaftlich sinnvollen Konstruktionen, weil kleiner und leichter, und bringe deutliche Vorteile wie eine Erhöhung der Dauerschwingfestigkeit.

**Aber welche Verfahren sind in der Lage, Schrauben sicher auf 90 % vorzuspannen, wird sich der geneigte Leser fragen?** Denn wenn die 90 % sicher erreicht werden sollen, die Schraube aber auf keinen Fall über 100 % hinaus belastet werden darf, würde ein Verfahren benötigt, mit dem man die Schraube z.B. auf 94 %  $\pm$  4 % vorspannen könnte. Dies ergäbe einen Anziehungsfaktor  $\alpha_A$  von  $\approx 1,09$ .

## Es gibt 4 Verfahren:

### Drehmomentgesteuertes Anziehen



Drehmomentgesteuertes Anziehen  
= 70% +/- 20%

### Hydraulisch Ziehen



Hydraulisch ziehen  
60% +/- 10%

### Kombiniertes Verfahren



Drehmoment-drehwinkelgesteuertes Anziehen  
80% +/- 15%

### Streckgrenzgesteuertes Anziehen



Streckgrenzgesteuertes Anziehen  
Der Schraubvorgang wird durch individuelle Streckgrenze der Schraube beendet. Vorspannkraftniveau ca. 90%

## „Vergleich aktueller Anzugverfahren bzgl. erreichbares Vorspannkraftniveau und Streuung“

Nach Tabelle VDI 2230 A8 gibt es aber auf den ersten Blick kein Verfahren mit einem Anziehungsfaktor besser 1,1. Selbst beim „Anziehen mit Längungssteuerung bzw. -kontrolle per Ultraschall“ geht man von einer Streuung der Vorspannung von  $\pm 5\%$  bis  $+9\%$  aus.

**Analysiert man die unterschiedlichen Anziehverfahren jedoch genauer, findet man doch zwei geeignete Verfahren: das Streckgrenzgesteuerte Anziehen und das Drehwinkelgesteuerte Anziehen. Beide Verfahren haben nach dieser Tabelle einen Anziehungsfaktor  $\alpha_A$  von 1,2-1,4, sind also eigentlich ungeeignet, doch unter Bemerkungen steht: „Die Vorspannkraftsteuerung wird wesentlich bestimmt durch die Streuung der Streckgrenze im verbauten Schraubenlos. Die Schrauben werden hier für  $FM_{min}$  dimensioniert; eine Auslegung der Schraube für  $FM_{max}$  mit dem Anziehungsfaktor  $\alpha_A$  entfällt deshalb für diese Anziehmethoden.“**

Nur bei diesen beiden Verfahren, dem Streckgrenzgesteuerten Anziehen und dem Drehwinkelgesteuerten Anziehen im überelastischen Bereich, resultiert die Streuung der Vorspannkraft nicht aus der Ungenauigkeit des Werkzeugs oder der Längenmessung. Bei diesen Verfahren wird jede einzelne Schraube bis zu ihrer individuellen Streckgrenze bzw. gezielt darüber hinaus vorgespannt. Aus dieser Tatsache ergeben sich aber zwei neue Fragen:











- Wenn man die Schraube bis zur Streckgrenze vorspannt, was passiert mit der Betriebslast?  
Bei beiden Verfahren wird die Streckgrenze durch eine Belastung auf Zug und Torsion erreicht. Unmittelbar nach dem Ende des Anziehvorgangs gehen 50% der Torsionsbelastung verloren, die Zugbelastung und damit die Vorspannkraft bleiben aber vollständig erhalten. Durch diesen Effekt ergibt sich eine verbleibende Vorspannkraft von ca. 90% von  $Rp0,2$ . Damit erhält die Schraube die nötige Reserve zur Aufnahme der Betriebslast (siehe Tabelle Seite 17 oben).
- Wieso wird bei diesen Verfahren ein Anziehungsfaktor von 1,2 – 1,4 angegeben?  
Durch das Schraubverfahren wird sichergestellt, dass die Schraubverbindung nicht überlastet werden kann, da in einem geschlossenen Regelkreis die Fließgrenze aller verspannten Bauteile überwacht wird. Allerdings garantiert uns der Schraubenlieferant mit der Stempelung nur die Mindeststreckgrenze. Man rechnet bei einer Schraube 10.9 mit  $940\text{N/mm}^2$ , aber die Schraube könnte auch  $1.000\text{N/mm}^2$  liefern, ohne das ein Grund für eine Reklamation vorliegt. Der Anziehungsfaktor in der VDI 2230 signalisiert, dass die Anschlusskonstruktion für die Schraube, das heißt das Muttergewinde und die Flächenpressungen in der Verbindung, auch diesen höheren Werten widerstehen müssen.

**Zusammenfassend kann man also feststellen, dass bei der Verwendung von Normverbindungselementen nur das Streckgrenzgesteuerte Anziehen eine Vorspannkraft von 90% von  $R_{p0,2}$  sicherstellt.** Mit dem Drehwinkelgesteuerten Anziehen im überelastischen Bereich lassen sich bei gleichem Anziehfaktor zwar noch höhere Vorspannkraft erreichen, allerdings geht dies nur mit Schrauben mit ausreichend großen Verformungsvermögen, also solchen mit Dehn- oder Rollschaff.

## Die Vorteile des Streckgrenzgesteuerten Anziehens

Anziehfaktor $\alpha_A = 1,0$	VDI 2230: „Die Vorspannkraftstreuung wird wesentlich bestimmt durch die Streuung der Streckgrenze im verbauten Schraubenlos. Die Schrauben werden hier für $F_{Mmin}$ dimensioniert; eine Auslegung der Schrauben für $F_{Mmax}$ mit dem Anziehfaktor $\alpha_A$ entfällt deshalb für diese Anziehmethode.“
Maximale Vorspannkraft	Die Schraube erreicht beim Anziehen auf Grund der Belastung auf Zug und Torsion ihre individuelle Streckgrenze. Durch den Wegfall der Torsionsbelastung beim Beenden des Anziehvorgangs wird eine Vorspannkraft von ca. 90% von $R_{p0,2}$ erreicht.
Reibwertunabhängig	Unabhängig von der Reibung wird jede Schraube bis zur Streckgrenze belastet. Unterschiedliche Reibbeiwerte führen lediglich zu einer Veränderung der Torsionsbelastung in der Schraube.
Keine Sonderschrauben nötig	Das Anziehverfahren kann sowohl am Schraubenkopf, als auch an der Mutter angewendet werden.
Wiederverwendbarkeit von Schrauben	Da das Verfahren sicher vor $R_{p0,2}$ abschaltet, können die Verbindungselemente wiederverwendet werden.
Verschiedene Hersteller	Schrauben und Muttern von verschiedenen Herstellern können problemlos vermischt werden, da jede Schraube auf ihre individuelle Streckgrenze angezogen wird, es gibt also keine Einschränkungen bei der Wahl der Lieferanten.
Setzverluste	Da sich alle Bauteile ständig im Kraftfluss befinden und eine besonders hohe Vorspannkraft erreicht wird, hat dieses Verfahren die geringsten Setzverluste.
Zertifizierung	Das Streckgrenzgesteuerte Anziehen wird von allen Zertifizierern im Maschinenbau anerkannt.
VDI 2862 kompatibel	Erfüllt die Anforderungen der VDI 2862 für alle Verschraubungen.
Qualitätskontrolle	Da nicht nur die Schraube, sondern die gesamte Verbindung beim Anziehen „vermessen“ wird, werden Abweichungen in der Qualität sofort erkannt.
Dauerschwingfestigkeit	Aufgrund des hohen Vorspannkraftniveaus erhöht sich auch die Dauerschwingfestigkeit der Verbindung.



									
Schraub- verfahren	Schlag- schrauber	Drehmoment- gesteuert	Hydraulische Spannzylinder (torsionsfrei)	Drehmoment- gesteuert	Drehmoment- gesteuert HYTORC Washer	Drehwinkel- gesteuert (elastisch)	HYTORC- Drehmutter (torsionsfrei)	Streckgrenz- gesteuert	Drehwinkel- gesteuert (überelastisch)
<b>Anziehfaktor</b>									
<b>erreichbares Vorspannniveau</b>									
<b>VDI 2862 tauglich</b>									
<b>Schrauben Qualität 8.8</b>									
<b>Vorspannkraft F min.</b>									
<b>Vorspannkraft F max.</b>									

(A-B)\* nur mit zusätzlicher Längenmessung



## Die neue Lösung für die kleinen „Schraubfälle“

Der neue Akku Schrauber im Vertrieb bei HYTORC Seis trägt den wohlklingenden Namen LiON-Gun – ein Akkuschauber mit einem 18V Lithium-Ionen-Akku **für den industriellen Anwender für Drehmomente von 30 bis 950Nm. Verarbeitet werden können damit Schrauben der Größen bis M30.**

Das Besondere an der LiON-Gun: Dieser Präzisionsschrauber besticht dadurch, dass die Dokumentationsmöglichkeit im Werkzeug integriert ist. Die Dateien können sehr komfortabel in ein Excel-Sheet, auf den PC oder auf das Tablet übertragen werden.

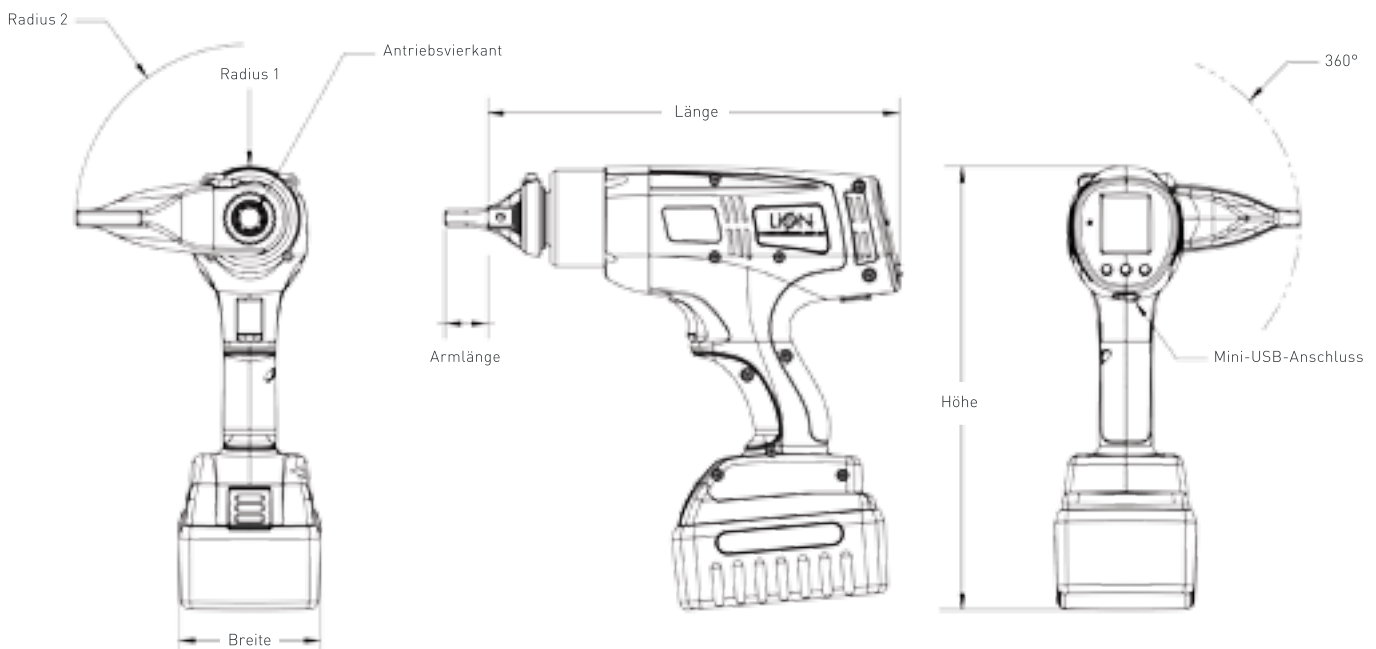
**Präzise und jederzeit können die Drehmomente aufgebracht werden – geräuscharm und vibrationsfrei, eine sinnvolle Alternative zum Schlagschrauber.** Inklusive Akku wiegt der Hochleistungsschrauber für den Einsatz in der Luft- und Raumfahrt, Landwirtschaft, Transportwesen, der Chemie oder in der Energiewirtschaft 3,5 kg. Monteure können also schnell und bequem sehr genau arbeiten. Genutzt werden kann die LiON-Gun sowohl mit Reaktionsarm als auch der HYTORC Washer-Technologie.

Entwickelt wurde der Schrauber für den Akkuwechsel für bis zu 150 Verschraubungsvorgänge, wobei die Anzahl natürlich von den Umfeldbedingungen abhängt. Die Ladezeit des Akku beträgt rund eine Stunde.

Modellbezeichnung	LiON-.25	LiON-.7
Artikel-Nr.	LiONGUN-.25	LiONGUN-.7
Drehmomentbereich	33 – 338 Nm	203 – 949 Nm
Antriebsvierkant	½" Antrieb	¾" Antrieb
Gewicht	3,2 kg inkl. Akku	3,5 kg inkl. Akku
Höhe	275 mm	275 mm
Länge	258 mm	280 mm
Breite	88 mm	88 mm
Armlänge	25 mm	35 mm
Radius 1	30 mm	31 mm
Radius 2	108 mm	115 mm
Schraubgeschwindigkeit	11 U/min	3 U/min
Lieferumfang	18V Lithium-Ionen-Batterie, Ladegerät, Reaktionsarm im Werkzeugkoffer verpackt	



LiON Gun – wo Kraft  
und Präzision auf  
Mobilität und Sicherheit  
treffen!







## **HYTORC Technologies GmbH weiht neuen Standort ein**

### **Sprockhöveler Hochdruck-Hydraulikspezialist setzt auf weiteres Wachstum**

„Unsere Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter haben sich gut in das neue Gebäude und in die damit verbundenen Prozesse eingelebt. Jetzt arbeiten wir intensiv daran, die Qualität unserer Produkte weiter zu steigern und die Lieferzeiten zu reduzieren.“ Ein knappes Jahr nach dem Einzug zeigt sich Thomas Heitmann, der Geschäftsführer der HYTORC Technologies GmbH, sehr zufrieden über die bisherige Entwicklung im neuen Firmengebäude in Sprockhövel. Es sei richtig gewesen, die beengten Verhältnisse am alten Standort zu verlassen.

1979 gegründet hatte das Unternehmen bereits seit 25 Jahren unter dem Namen HydroWer Hydraulik GmbH Hydraulikaggregate fast ausschließlich für den international führen-

den Spezialisten für Verschraubungstechnologie HYTORC geliefert. Zuletzt waren dies rund 5.000 Serienaggregate, die ca. 80 Prozent des Gesamtumsatzes ausmachten. 20 Prozent waren entsprechend Sonderanfertigungen.

Produziert werde mittlerweile nach Kanban-Prinzipien, erläutert Heitmann. In den entsprechenden Produktionsprozess seien auch die Lieferanten eingebunden. Gestärkt worden sei in den vergangenen Jahren insbesondere der Entwicklungsbereich. "Wir haben die Anzahl der dort tätigen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in den letzten 24 Monaten verdreifacht. Insgesamt produzieren derzeit rd. 100 Personen hydraulische und pneumatische Pumpen."



Um die Fertigungstiefe für hydraulische Komponenten zu erweitern, ist eine zweite Fertigungslinie bereits geplant. Die klare Wachstumsstrategie werde es ermöglichen, in Zukunft weitere Mitarbeiter einzustellen, sagt Heitmann und fügt gleichzeitig hinzu, dass dieses Wachstum in der Hauptsache über Neu- und Weiterentwicklungen generiert werde. „Die Herausforderungen für die Zukunft sind groß. Industrie 4.0 ist das eine Stichwort, die Pumpen müssen kompatibel für die jeweiligen Firmendatenetze sein. Außerdem müssten die Pumpen z.B. vielsprachig aufgrund der sehr heterogenen Nutzer oder für unterschiedliche User mit ungleichen Ausbildungs- und Wissensstand programmiert werden. Jeder muss mit einem Aggregat schrauben können.“

Von links:

Juergen Homann, Mitglied des HYTORC-Aufsichtsrats,  
Thomas Heitmann, Geschäftsführer HYTORC Technologies GmbH,  
Jason Junkers, COO HYTORC UNEX CORPORATION,  
Michael McDonagh, CFO HYTORC UNEX CORPORATION.





MÜNCHENER FORUM  
VERBINDUNGSTECHNOLOGIE  
SCHRAUBEN HEBEN DICHTEN SCHMIEREN

## 8. Münchener Forum Verbindungstechnologie – Praxis, Innovation, Sicherheit

In der gesamten Industrie steigen die Ansprüche an die Schraubtechnik, das sichere Heben und das optimale Dichten. Die Ziele sind klar: Es geht um die Erhöhung der Montage- und Prozesssicherheit, die Verringerung von Stillstandszeiten oder die Automatisierung der Produktionsprozesse, nicht zuletzt auch um die Minimierung von Produktrückrufen und Regressforderungen der Kunden.

**Antworten auf entsprechende Fragestellungen hinsichtlich schrauben, heben, dichten und schmieren liefern die Referentinnen und Referenten auf dem 8. Münchener Forum Verbindungstechnologie, das am 6. und 7. Dezember 2017 im Holiday Inn, München-Unterhaching, stattfindet. Die Veranstalter, HYTORC Barbarino & Kilp, RUD Ketten, Kempchen Dichtungstechnik sowie Organisator Lorenz Kommunikation haben zum 8. Münchener Forum Verbindungstechnologie wieder ein Programm erstellt, das den Anspruch der Unternehmen unterstreicht, gemeinsam mit Vortragenden aus Industrie, Forschung und Verwaltung Antworten auf aktuelle Fragestellungen state of the art zu bieten.**

Zahlreiche Experten bringen aktuelle Topics und praxisrelevante Tipps in den Vorträgen und Workshops in das

interdisziplinär angelegte Programm ein. Welchen neuen Kenntnisstand gibt es in der Schraubfallanalyse? Uwe Bergmann von der RAG geht gemeinsam mit Ulrich Oehms von der HYTORC Seis aus Dörth dieser Frage nach. Zum Thema „TA Luft Neufassung: Die wichtigsten emissionsseitigen Änderungen für Betreiber und Behörden“ referiert Rainer Remus vom Umweltbundesamt. Holger Junkers, Geschäftsführer von JUKO Technik, erläutert u.a. die VDI 2862 Blatt 1-2 und geht auf die zulässigen Werkzeuge ein, die für eine qualitativ hochwertige Verbindung zur Anwendung kommen müssen. Sein Vortragstitel lautet: „Qualitätssicherung in der Schraubtechnik“.

Wie Big Data in einem Unternehmen effizient genutzt werden kann, um dadurch die wachsenden Kosten der Betriebsmittelprüfung zu reduzieren, erfahren die Teilnehmerinnen und Teilnehmer im Vortrag von Zoltan Demeter, Geschäftsführer der SYFIT. Um die Kostenbalance insbesondere beim Einkauf unter Kontrolle zu halten, hat sich der Bezug von Waren aus low cost countries auch für deutsche Unternehmen bewährt. Welche Risikofaktoren hier hinsichtlich Kommunikation, Normenkenntnisse, Qualität und Kulturunterschiede beachtet werden müssen, bringt Klaus-Dieter Schmidt, Geschäftsführer von REYHER auf den Punkt. Einen wesentlichen Vorteil in der Dichtigkeit von Flanschverbindungen bringt der Einbau von Ring-Joint-Dichtungen, die sich passgenau in die Flanschnut





einbringen lassen und hoch belastbar sind. Tolga Gebes von Kempchen Dichtungstechnik klärt auf, welches Verhalten ovale und oktagonale Ring-Joints unter Krafteinfluss zeigen und welche Auswirkungen hier die Schraubkraft insbesondere auf die Ausführung der Dichtigkeit hat.

HV-Garnituren nach DIN EN 14399-4/-6 bzw. DAST-021 werden bevorzugt bei vorgespannten Schraubanwendungen eingesetzt. Wie wichtig der sachgemäße Umgang mit HV-Garnituren ist, erklärt Dr.-Ing. Selcuk Güres, August Friedberg, anhand von möglichen Auswirkungen von Witterungseinflüssen wie Feuchtigkeit oder Temperatur auf Reibung bzw. Vorspannkraftniveau.

Immer häufiger wird ein Nachweis nach der VDI 2230 Richtlinie für Schraubverbindungen gefordert. Dieser Nachweis kann vom Dokumentationsprozess her sehr zeitaufwändig sein. Wird der Nachweis zudem noch manuell durchgeführt, steigt das Fehlerisiko entsprechend an. Markus Meingast vom Unternehmen CADFEM zeigt in seinem Vortrag auf, wie unter Berücksichtigung des Blatt 2 der VDI 2230 Unternehmen nun den Aufwand der Erstellung eines Nachweises reduzieren und die Genauigkeit erhöhen. Ein quantitativer Vergleich zwischen den Beispielen der VDI 2230 und der FEM-Anwendung, sowie die Darstellung praktischer Anwendungsbeispiele runden den Vortrag ab.

Auch die Offshore-Industrie, wie bei der Öl- und Gasförderung oder beim Betrieb von meeres-technischen Anlagen, setzt auf qualitativ hochwertige Lösungen. David Jaramillo von RUD Ketten gibt Einblicke in die Besonderheiten und Anforderungen der beiden Industriezweige für den Offshorebereich. Darüber hinaus wird der Fokus auch auf den operativen Einsatz gelegt.

Dies sind nur einige der für die betriebliche Praxis relevanten Themenstellungen, die das anderthalb-tägige Programm beinhaltet. In der kongressbegleitenden Ausstellung präsentieren die ausstellenden Unternehmen Produktneuheiten und laden die Teilnehmer/innen zu weiteren Fachdiskussionen ein. Alle weiteren Details zur Veranstaltung, zu Ausstellungsmöglichkeiten und den Teilnahmebedingungen finden Sie unter **[www.vt-forum.de](http://www.vt-forum.de)**.



## Innovative Schraubtechnik Zug um Zug umsetzen

Calum MacLean, der CEO von Synthomer, gab bei der Veröffentlichung der Halbjahreszahlen Anfang August 2017 die weitere Vorgehensweise vor: „Wir werden das nachhaltige Wachstum durch Investitionen in Unternehmenskäufe sowie in Forschung und Entwicklung bzw. Effizienzprogramme fortsetzen.“ Die Voraussetzungen dafür sind sehr gut. Denn der internationale Markt wächst so stark, dass die Produktionskapazitäten eines der weltweit führenden Hersteller von Dispersionen und Spezialpolymeren erhöht werden müssen.

Die Produkte sind wichtige Rohstoffe für zahlreiche Industrie-segmente, u.a. für die Herstellung von Farben und Lacken, die Bauchemie, technischen Textilien, Papier und Schutzhandschuhen. Die Unternehmensgruppe mit Zentrale in London erwirtschaftet einen Jahresumsatz von 1,2 Mrd. Euro und beschäftigt etwa 2.700 Mitarbeiter/innen an mehr als 25 Standorten weltweit. Im Konzernverbund nimmt Deutschland mit rund 650 Mitarbeiter/innen eine führende Rolle in Produktion, Forschung und Marketing für die Region EMEA ein. Der größte deutsche Standort befindet sich in Marl.

Und auch hier steht man vor der herausfordernden Aufgabe, nach Lösungen zu suchen, wie die Anlagen noch stärker ausgelastet werden können. Peter Burbank, Manager External

Resources der Synthomer Deutschland GmbH in Marl:

„Dabei helfen uns natürlich auch die Analysetechniken, die vor drei Jahren durch McKinsey im Zuge des Lean Management Prozess eingeführt wurden. **Im Zuge der notwendigen Prozessanalysen forderte unser Geschäftsführer Dr. Christoph Breucker eine Verkürzung der Abstellungen ein, um auch auf diesem Wege die Anlagenverfügbarkeit zu erhöhen. Seine Frage: „Wie können wir erreichen, dass wir eine Abstellung möglichst effizient gestalten?“**

„Eine Untersuchung ergab sehr schnell, dass wir ausgewiesenes gutes Personal haben“, berichtet der 54-jährige Burbank, der für das Fremdfirmenmanagement zuständig ist. **„Hier in Marl arbeiten 44 hervorragend ausgebildete Techniker und Handwerker daran, dass unsere Anlagen immer laufen, aber wir setzen veraltete Werkzeuge ein. Da wir alle anspruchsvollen technischen Tätigkeiten im Unternehmen erfüllen wollen, weniger relevante sind an Fremdfirmen ausgelagert, bestand die Aufgabe darin, den Markt für Verschraubungswerkzeuge zu scannen.“** Fündig sei er dann bei einer Tagung von TA Cook geworden, als er die Experten von HYTORC Seis kennengelernt habe.



« Wir plädieren dafür, bei der Umstellung auf moderne Verschraubungstechnologie Schritt für Schritt vorzugehen.

## Effizienz ist auch eine Frage des Werkzeugs.

„Bei den Gesprächen hier in Marl unter anderem mit Jürgen Dohle, dem für uns zuständigen technischen Vertriebsmitarbeiter von HYTORC Seis, wurde uns bei einer strukturierten Analyse sehr schnell bewusst, dass wir verschraubungstechnisch suboptimal arbeiten. „Folglich haben wir uns aufgemacht, dies zu ändern, und **haben auf diesem Weg mit dem Verschraubungsspezialisten HYTORC Seis einen Partner an Bord, der ein komplexes Paket anbietet, das kein Wettbewerber präsentieren kann: Die Technik ist innovativ, die Unterstützung bei den Abstellungen oder bei Sonderanwendungen, der sonstige Service und die Schulungen der Monteure und Techniker sind sehr gut.**“

**Ein-Rundumsorglos-Paket sozusagen inkl. der Warnung, nicht auf einmal alles ändern zu wollen.** „Denn das kann sehr schnell die entsprechenden Mitarbeiter überfordern“, beschreibt Jürgen Dohle sein Vorgehen bei den ersten Kontakten mit den Mitarbeitern von Synthomer. „Moderne Verschraubungstechnologie erleichtert viele Arbeitsvorgänge, die früher sehr aufwendig oder gefährlich für die Monteure waren. Und dennoch plädieren wir immer wieder auch dafür, ebenso wie wir dies jetzt bei Synthomer tun, Schritt für Schritt vorzugehen. Dies erhöht die Akzeptanz und erleichtert den Verantwortlichen die Freigabe neuer Investitionen“, fügt Dohle augenzwinkernd hinzu.

Es komme auch immer auf die Randbedingungen in den Unternehmen an, welche Werkzeuge ausgewählt werden könnten. „Wir haben zunächst HYTORC Pneumatik-Schrauber eingesetzt, aber schnell gesehen, dass das vorhandene Druckluftpotential aufgrund der Gegebenheiten nicht ausreichte, um die Werkzeuge wirtschaftlich einsetzen zu können. **Also haben wir auf die HYTORC-Akkuschrauberfamilie zurückgegriffen, die nun zur vollen Zufriedenheit benutzt wird.**



---

## Das HYTORC Washer System revolutioniert die Verschraubungstechnologie.

---

**Eingesetzt werden an den Apparaten jetzt auch der HYTORC Washer und der Backup Washer. Sie sind verdrehsicher entwickelt worden.** Die verdrehsichere Seite verhindert ein Drehen der Scheibe auf dem Grundmaterial. Die zur Schraube hin gerichtete Seite ist reibwertoptimiert und als Grundlage für eine hochfeste Schraubverbindung vergütet. Die äußere Kontur wurde so geschaffen, dass während des Verschraubungsvorgangs Aktions- und Reaktionskräfte genau in die Verbindung eingeleitet werden können, was heißt, dass seitenlastfrei verschraubt werden kann.

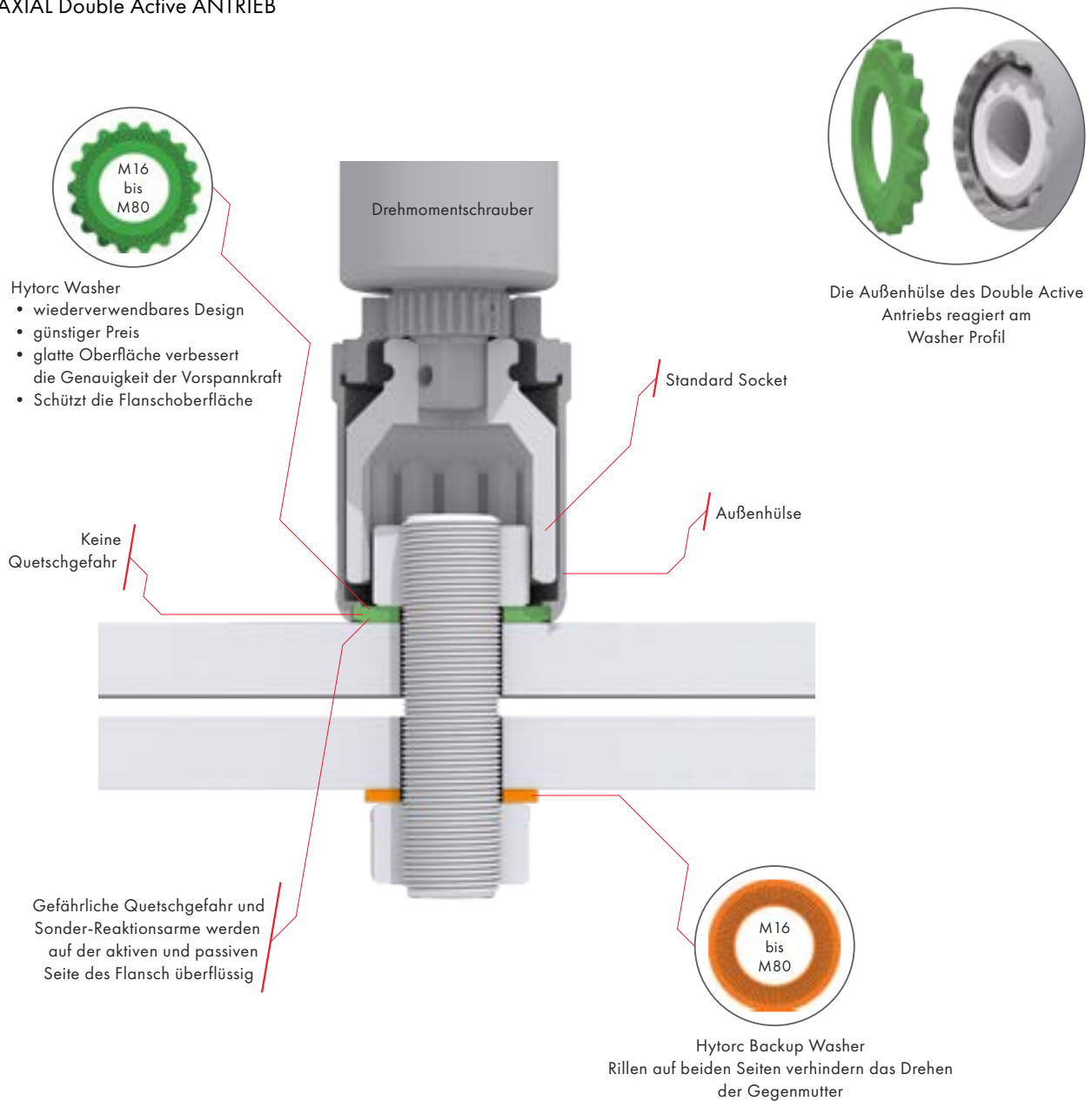
Denn die beiden Unterlegscheiben ermöglichen, dass ohne Reaktionsarm verschraubt werden und auf das Gegenhalten durch einen zweiten Monteur verzichtet werden kann. Es gibt außerdem beim Verschraubungsvorgang keine rotierenden Teile mehr. Die Unfallgefahr ist dadurch deutlich reduziert worden.

**Burbank: „Wir können tatsächlich jetzt punktgenau planen. Die Anlagen gehen termingerecht ans Netz. Die erhoffte Verkürzung einer Abstellung konnten wir auch durch den Einsatz der neuen Werkzeuge erzielen.** Dabei kommt uns auch entgegen, dass Unternehmen wie die Ebert HERA Esser Group, die uns bei Abstellungen unterstützen, ebenfalls mit den HYTORC-Werkzeugen arbeiten. Dies wäre nämlich unsere Vorgabe, um mit uns bei Revisionen ins Geschäft zu kommen.“





Mit dem HYTORC Washer und HYTORC Backup Washer  
CO-AXIAL Double Active ANTRIEB



# DAS HYTORC WASHER SYSTEM – die Revolution in der Schraubtechnik



Sicherer, einfacher, schneller, genauer – und das zu einem Preis, der keinen Vergleich mit herkömmlichen Kosten für Unterlegscheiben scheuen muss. Das HYTORC Washer System hat deshalb das Potenzial, die Welt der Verschraubungstechnik nachhaltig zu verändern.

Sicherheitsrisiken werden beseitigt, Ungenauigkeiten reduziert – im Rohrleitungs- und Apparatebau ebenso wie im Stahl- oder Maschinen- und Anlagenbau. Überall dort, wo Unterlegscheiben notwendig sind, sorgen der HYTORC Washer und der HYTORC Backup Washer für

- ✔ Sicherheit,
- ✔ gleichmäßige Vorspannkraft,
- ✔ höhere Geschwindigkeit beim Verschrauben.

Wichtig für Sie:

- ✔ Das HYTORC Washer System besteht aus HYTORC Washer und HYTORC Backup Washer. Sie können jedoch auch getrennt voneinander verwendet werden.
- ✔ Sie können die Vorteile der Washer Familie mit jedem modernen HYTORC Werkzeug nutzen.

Sie kennen das HYTORC Washer System noch nicht?

Die Technischen Vertriebsmitarbeiter der HYTORC Seis GmbH kommen gerne zu Ihnen und demonstrieren auch Ihnen die Revolution in der Schraubtechnik.

Vereinbaren Sie einen Termin unter der Telefonnummer:  
**+49 6747 597-10**

