

• Technische Information



• Wiederverwendung von Schrauben, Bolzen und Muttern

Eine Wiederverwendung von Schrauben, Bolzen und Muttern wird häufig aus Kostengründen, oft aus mangelnder Kenntnis der sich daraus ergebenden Gefährdungen, vorgenommen. Die Verantwortung für den ordnungsgemäßen und gefahrungsfreien Betrieb von Anlagen liegt in der Verantwortung des Betreibers (Arbeitsgeber). Die Anforderungen ergeben sich aus der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV). Werkzeuge, Geräte, Maschinen und Anlagen (Funktionseinheiten) sind Arbeitsmittel, die vom Betreiber zur Verfügung gestellt werden müssen. Der sichere Betrieb einer Anlage ist abhängig von den Wechselwirkungen der Funktionseinheiten untereinander (siehe § 2 der BetrSichV). Gemäß § 3 der BetrSichV hat der Betreiber Gefährdungsbeurteilungen nach § 5 des Arbeitsschutzgesetzes (ArbSchG) vorzunehmen und die notwendigen Maßnahmen zur sicheren Bereitstellung und Nutzung der Arbeitsmittel zu ermitteln. Die bereitgestellten Arbeitsmittel müssen für die am Arbeitsplatz gegebenen Bedingungen geeignet sein und bei bestimmungsgemäßer Benutzung Sicherheit und Gesundheitsschutz gewährleisten (siehe § 4 BetrSichV). Gemäß § 10 BetrSichV muss er sicherstellen, dass bei Arbeitsmitteln deren Sicherheit von der Montage abhängt, eine Prüfung der ordnungsgemäßen Montage und der sicheren Funktion von einer hierzu befähigten Person durchgeführt wird.

Die technische Regel zur Betriebssicherheit TRBS 2141:2019-03, Abschnitt 6.6.2, Schutzmaßnahmen im Betrieb und während der Instandhaltung, Abs. (2), (ex TRBS 2141-3, Abs. 4.2.2, Gebrauch, Wartung und Instandsetzung), dass „...abgenutzte, rissige oder verbogene Schrauben, ausgebrochene oder sonst beschädigte Muttern...“ nicht erneut verwendet, sondern ersetzt werden sollen. Dies gilt selbstverständlich auch für korrodierte oder durch Kerben im Gewinde beschädigte Schrauben und Muttern.

Nach der ASME PCC-1-2010 und 2013 gibt es im Anhang N unter Absatz N-3 „Richtlinien“ ebenfalls wichtige Informationen zur Wiederverwendung von Schrauben:

Zitat (Quelle: Lizenzierte deutsche Übersetzung der ASME PCC-1-2010 zur Montage von genormten Stahlflanschverbindungen (ISBN-13: 978-3-934736-22-1, PP Publico Publications, www.pp-publico.de)

(a) Bei Verwendung von Schrauben und Muttern von üblicher Güte für Befestigungsmittel bis zu 1½ Inch Durchmesser wird die Verwendung neuer Schrauben und Muttern empfohlen, wenn kontrollierte Montageverfahren wie zum Beispiel Drehmoment- oder Zugspannungsverfahren für notwendig erachtet werden. Für größere Durchmesser wird empfohlen, dass die Kosten von Reinigung, Entgratung und Regenerierung mit den Austauschkosten verglichen werden und in die Beurteilung kritischer Sachverhalte bei der Montage einfließen.

(b) Das Auswechseln von Schrauben jeder Größe sollte auf jeden Fall in Betracht gezogen werden, wenn festgestellt wird, dass sie während früherer Montagearbeiten unsachgemäß verwendet oder nicht geschmiert wurden.

(c) Gewindeschneider und -schneidmuttern erbringen im Allgemeinen keine gründlich gereinigten regenerierten Oberflächen; darum ist das Drehen von Schraubengewinden in einer Drehbank das bevorzugte Verfahren zum Regenerieren teurer Befestigungsmittel, obgleich bevorzugt, trägt dieser Prozess Gewindematerial ab. Die in ASME B1.1 vorgegebenen Toleranzwerte müssen unbedingt eingehalten werden.

(d) Muttern werden im Allgemeinen nicht regeneriert.
Ende des Zitats

In der Verfahrensanweisung zur Montage von Flanschverbindungen nach ASME PCC-01-2010 wird die Wiederverwendung, besonders die der großen Schrauben, mit Hinweis auf das Gefährdungspotential nicht empfohlen.

Im Folgenden wird die grundsätzliche mögliche Wiederverwendung von Schrauben, Bolzen und Muttern betrachtet. Für die Wiederverwendung sind folgende Punkte zu beachten (Quelle: Martin Rüedy, www.bossard.com):

- Installationssicherheit
- Rostschutz
- Qualität der Oberflächenbehandlung
- Haltbarkeit
- Effiziente Produktions-Montagekosten

Immer noch ist es üblich, dass Schrauben gereinigt werden. Ist dies durch Abbürsten mit Drahtbürsten (keine Stahldrahtbürste für Edelstahlschrauben) nicht möglich, wird immer wieder mit Gewindeschneidern nachgeschnitten, an sich schon ein Hinweis für starke Beschädigung und Verschrottungsreife. Das Nachschneiden ist nicht zulässig, weil beim Nachschneiden ein Eingriff in die Masse des Gewindes und damit die Festigkeit des Bauteils stattfinden kann.

Für den Einsatz gebrauchter Schrauben, Bolzen und Muttern (Wiederverwendung) ergeben sich einige Probleme. Während z.B. für Ketten ein System regelmäßiger Prüfungen, je nach Verwendung, auch regelmäßige Rissprüfungen, nach den BGR-Regeln vorgesehen sind, um eine Weiterverwendung sicher zu beurteilen, gibt es diese für Schrauben, Bolzen und Muttern nicht. Meistens wird die Beurteilung der Wiederverwendbarkeit vom Montagepersonal vorgenommen. Hier stellt sich die Frage nach ausreichender Befähigung, Qualifizierung und nach der tatsächlich möglichen Beurteilung der Fähigkeit zur Wiederverwendung.

In der aktuell erschienenen DIN EN 1591-4:2013-12 zur Qualifizierung von Montagepersonal gibt es kein Thema zur Beurteilung der Wiederverwendbarkeit von Schrauben, Bolzen und Muttern. Nach TRBS 2141 und 2152-2 ist davon auszugehen, dass von Rohrleitungen und Apparaten, die unter Druck stehen, immer ein hohes Gefährdungspotential ausgeht. Dieses kann durch sachgemäße Montage reduziert werden, die aber bei Wiederverwendung von Schrauben, Bolzen und Muttern nicht sicher gewährleistet ist, wenn sie nicht ausreichend geprüft sind.

Die VDI 2862-1 und -2 teilt die Anwendungsbereiche in Kategorien ein (Tab.1).

Tab.1: Wiederverwendung in Abhängigkeit der Gefährdungsklasse nach VDI 2862-1+2 © Peter Thomsen - www.thomsen-bremen.de		
Gefährdungsklasse	Beschreibung	Wiederverwendung
Kategorie A	Hohe Risikobewertung Gefahr für Leib, Leben und Umwelt	nur nach repräsentativer und vollständiger Stichprobenprüfung ¹⁾
Kategorie B	Mittlere Risikobewertung Funktionsstörung / Anlagenstillstand	nicht empfehlenswert
Kategorie C	Niedrige Risikobewertung Unkritisch	möglich
¹⁾ eine Wiederverwendung ohne diese Erkenntnisse kann als fahrlässig eingestuft werden, eine Einzelprüfung ist wegen der erforderlichen zerstörenden Prüfungen nicht möglich		

Tab.1: Wiederverwendung in Abhängigkeit der Gefährdungsklasse nach VDI 2862-1+2

Es gibt zu beurteilende Schäden, deren Beurteilung in der Regel vor Ort nicht durchgeführt werden kann. Die folgende Tabelle (Tab.2) stellt die Schäden und die Möglichkeiten zur Beurteilung dar.

Tab.2: Schaden, Prüfung, Beurteilung der Wiederverwendbarkeit, Durchführbarkeit			
© Peter Thomsen · www.thomsen-bremen.de			
Schaden	Schadensbild	Prüfung	von befähigter Person vor Ort durchführbar
Schraube war gelockert ¹⁾	lose, leicht zu demontieren	Feststellung bei der Demontage	ja
sichtbare mechanische Beschädigung, Deformation	Kerben, Macken, verbogen, überdehnt	Sichtprüfung, Mutter lässt sich auf das gesamte Gewinde aufdrehen	ja
Risse	starke Risse	Sichtprüfung	ja
	feine Risse	Ultraschallprüfung Magnetpulverprüfung	nein
veränderte Oberflächenbeschaffenheit	Korrosion	Sichtprüfung	ja
	Rauhigkeit, veränderter Reibbeiwert	Reibwertmessung	nein
veränderte Haltbarkeit	Streckgrenzveränderung z.B. durch Relaxation	zerstörende Prüfung (Kerbschlagprobe; Zugversuch), wenn Werte aus Zeugnissen zur Verfügung stehen oder eine unbenutzte Schraube aus der gleichen Charge zum Vergleich zur Verfügung steht	nein
	Veränderung der Zeitstandfestigkeit durch Einsatz bei hohen Temperaturen		
	Wasserstoffversprödung		

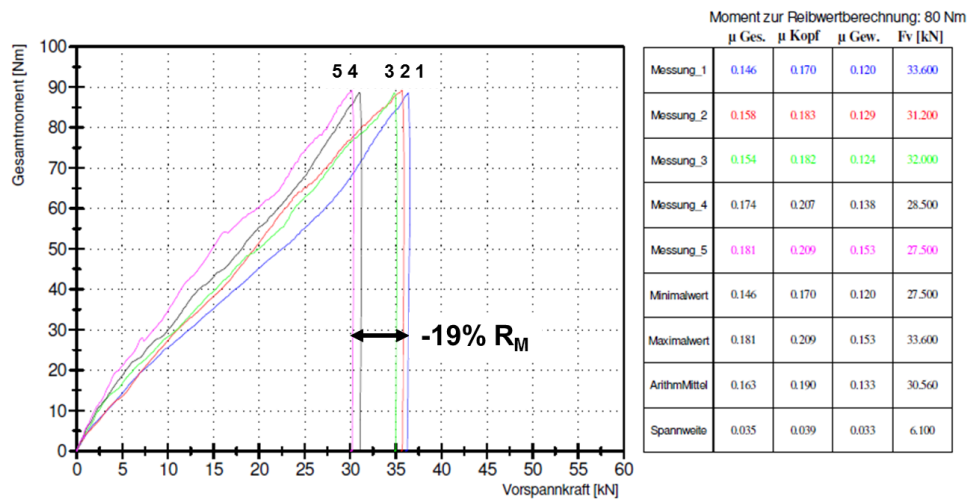
¹⁾ die schweizerische Berufsgenossenschaft SUVA empfiehlt im Merkblatt „Instandhaltung von hochbeanspruchten Schraubenverbindungen“ die gelockerte Schraube und die zwei Schrauben links und recht davon nicht wiederzuverwenden

Tab.2: Schaden, Prüfung, Beurteilung der Wiederverwendbarkeit, Durchführbarkeit

Es zeigt sich recht deutlich, dass eine wirklich richtige, eindeutige Beurteilung der Wiederverwendbarkeit nicht möglich ist. Dies kann auch erklären, warum in der DIN EN 1591-4 nicht darauf eingegangen und der Monteur entsprechend geschult wird. Man könnte davon ausgehen, dass grundsätzlich von der Verwendung neuer Schrauben ausgegangen wird.

Eine Wiederverwendung ohne zerstörungsfreie Prüfung von gebrauchten Schrauben an Druckgeräten, kann aus sicherheitstechnischen Gründen nicht empfohlen werden.

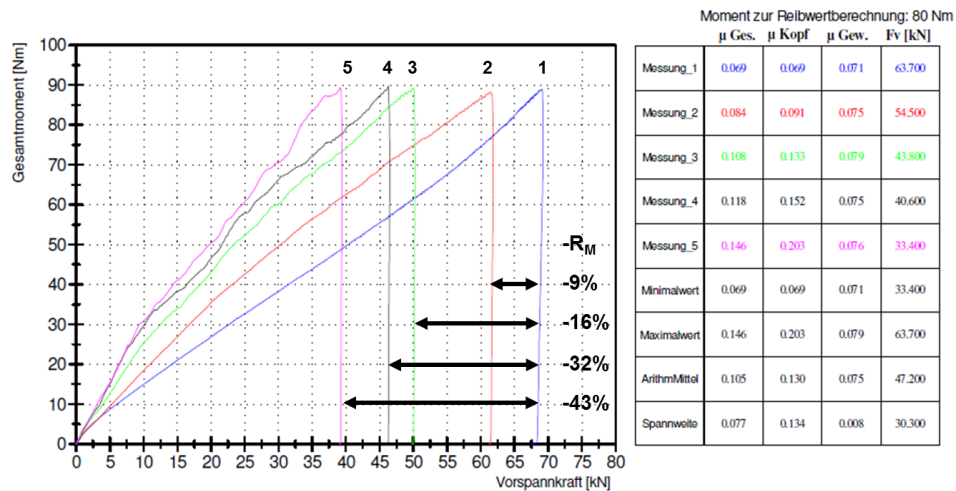
Ein sehr großes Problem stellt die Veränderung der Reibwerte bei Wiederholverschraubungen dar (Abb.1 und Abb.2).



Das Bild zeigt die Auswertung einer Wiederholverschraubung. Beim 1. bis 3. Schraubfall liegen die Reibwerte noch dicht beieinander. Ab dem 4. Schraubfall zeigen sich diese als deutlich angestiegen. Bei Wiederverwendung von Schrauben ist mit stark steigenden Reibwerten und somit starken Vorspannkraftverlusten zu rechnen.

Quelle: Microgleit

Abb.1: Veränderung der Reibwerte bei Wiederholverschraubungen



Im gleichen Versuch mit einer anderen Schraubenpaste waren die Werte für den Vorspannkraftverlust noch deutlich höher!

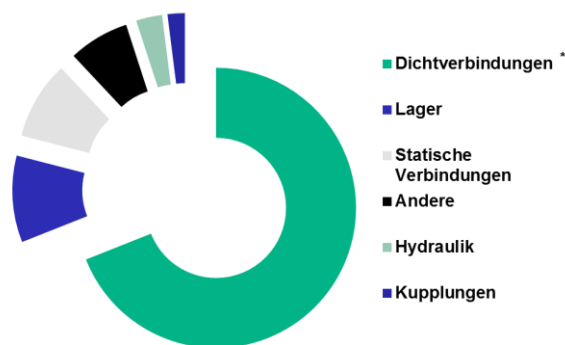
Für eine Flanschverbindung bedeutet dies eine höhere, nicht geplante Leckagerate!!!

Quelle: Microgleit

Abb.2: Veränderung der Reibwerte bei Wiederholverschraubungen

Betrachtet man die Ursachen für Anlagenausfälle (Abb.3), stellt man fest, dass versagende Dichtverbindungen die häufigste Ursache sind. Für das Versagen der Dichtverbindungen ist häufig ungenügend aufgebraachte Schraubenkraft die Ursache. Hierzu gehören selbstverständlich auch die Fehler, die durch schlechte, wiederverwendete Schrauben verursacht wurden.

Ursachen für Anlagenausfälle



* Dichtverbindungen vermutlich statisch und dynamisch

Quelle: TMT, Hans-Joachim Tückmantel

Abb.3: versagende Dichtverbindungen sind die Hauptursache für Anlagenausfälle

Versagende Dichtverbindungen verursachen erhebliche Kosten und Schäden, zumeist auch Umweltschäden.

Betrachtet man den erforderlichen Aufwand und damit die erforderlichen Kosten für die Wiederverwendung einer Schraube

- | | |
|---|-----------------|
| • Reinigung | ca. 3 bis 5 € |
| • Sichtprüfung | ca. 2 bis 3 € |
| • zerstörungsfreie Prüfung | ca. 40 bis 50 € |
| • Prüfung der Oberflächenbeschaffenheit | ca. 25 bis 30 € |

und beachtet, die besonders zur Haltbarkeit und nicht feststellbare Schäden, stellt man sehr schnell fest, dass die Verwendung neuer Schrauben in nahezu allen Fällen deutlich günstiger als die Wiederverwendung gebrauchter Schrauben ist.

Das Wiederverwenden von Schrauben, Bolzen und Muttern könnte als fahrlässiges oder sogar grob fahrlässiges Handeln ausgelegt werden. Die Wiederverwendung von Dichtungen entspricht nicht dem Stand der Technik/Beste verfügbare Technik und kann sehr teuer werden. Nichtanwenden des Stand der Technik/Beste verfügbare Technik ist eine Ordnungswidrigkeit (Bußgeld bis 100.000 €), bei Wiederholung oder vorsätzlicher Missachtung sogar eine Straftat (Geldstrafe oder Gefängnisstrafe bis 1 Jahr). Informationen zum Stand der Technik/Beste verfügbare Technik findet man auf unserer Homepage www.thomsen-bremen.de unter folgendem Link:

<https://www.thomsen-bremen.de/download/20/dichtungen/558/anforderungen-an-dichtungen-aus-dem-stand-der-technik-beste-verfuegbare-technik-und-dgrl.pdf>

Bitte beachten, dass jeder Betreiber auf eigenes Risiko und eigene Gefahr handelt und diese nicht an Kontraktoren delegieren kann. Er muss klare Regeln zum Umgang mit gebrauchten Bauteilen, auch z.B. Dichtungen, erstellen und die Einhaltung überprüfen.

Schrauben, Bolzen und Muttern sind sicherheitsrelevant und sollten entsprechend spezifiziert und behandelt werden.

Weitere interessante Informationen zu verschiedenen Themen finden Sie auf der Homepage www.thomsen-bremen.de.

Zur technischen Beratung stehe ich Ihnen selbstverständlich gerne auch kurzfristig persönlich zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen aus Stuhr-Varrel
Peter Thomsen

Haftungsausschluss:

Die Inhalte der Regeln sind zum Teil zitiert, zum Teil in den Worten der Regeln wiedergegeben, die Anmerkungen und Auslegungen beruhen auf langjähriger Erfahrung, dienen der Entscheidungshilfe und begründen keinen Anspruch auf Gewährleistung.

© Peter Thomsen, D-28816 Stuhr-Varrel

Stand 12.11.2023