

## ● Technische Information

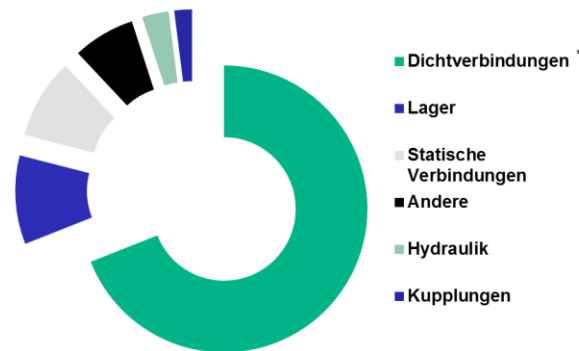


### ● Was der Betreiber einer verfahrenstechnischen Anlage oder der Hersteller von Druckgeräten vom Montagepersonal, qualifiziert nach DIN EN 1591-4, erwarten kann

Die Betreiber verfahrenstechnischer Anlagen beauftragen üblicherweise Kontraktoren mit der Durchführung von Arbeiten in ihren Anlagen. Besonders bei der Montage von Neuanlagen, Umbauten und zu Stillständen/Revisionen wird die Zahl der tätigen Mitarbeiter sehr stark erhöht. Nach schlechten Erfahrungen mit unqualifiziertem Montagepersonal wurde entsprechend reagiert.

Das fehlerhafte Montieren von Dichtverbindungen ist eine der Hauptursachen für Leckagen und versagende Flanschverbindungen in Druckgeräten, deren Baugruppen nach der Herstellung sowie in der Anwendung in der Prozessindustrie. Die englische Studie UK00A geht davon aus, dass ca. 70% der Leckagen auf unzureichend aufgebrachte Schraubkraft zurückzuführen ist. Fehlerhaft montierte Dichtverbindungen sind die Hauptursache für Anlagenausfälle (Abb.1). Es werden erhebliche Kosten und Umweltschäden verursacht.

#### Ursachen für Anlagenausfälle



\* Dichtverbindungen vermutlich statisch und dynamisch

Quelle: TMT, Hans-Joachim Tückmantel

**Abb.1: versagende Dichtverbindungen sind die Hauptursache für Anlagenausfälle**

Es ist davon auszugehen, dass mangelnde Qualifizierung des Montagepersonals die Hauptursache für versagende Dichtverbindungen ist. Eine 1999 in den Niederlanden veröffentlichte Studie ermittelt jährliche Kosten durch versagende Dichtverbindungen von mehreren 100 Millionen €. Die Betreiber haben darauf reagiert und mit dem SCC-Safety-Certificate-Contractors begonnen, ein Qualifizierungssystem aufzubauen. In der BRD wird die Qualifizierung von Monteuren für Flanschverbindungen nach §10, Absatz (2) der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) verlangt. Für Montagearbeiten zur Instandsetzung ist ein fachkundiger Mitarbeiter einzusetzen, der seine Fachkenntnis gemäß BetrSichV §2, (5) durch Berufsausbildung, Berufser-

fahrung oder eine zeitnah ausgeübte entsprechende berufliche Tätigkeit sowie regelmäßig an Schulungen zum aktuellen Stand teilgenommen hat.

Nach der Technischen Regel Rohrleitungen, TRR 100 (gültig bis 31.12.2012) und dem AD 2000-Merkblatt HP 100 R wird/wurde in Absatz 4.1 (bei beiden) eine „sachkundige Person“ für die Montage von Flanschverbindungen gefordert. Die „sachkundige Person“ ist in der BetrSichV durch die „befähigte Person“, nach §2, (6) ersetzt. Die Anforderungen an die befähigte Person gelten nicht für den Monteur in der Instandsetzung.

Eine Montage von Dichtverbindungen in druckbeaufschlagten Systemen soll durch fachkundiges Personal so vorgenommen werden, dass die montierte Verbindung über die gesamte Betriebslebensdauer „dicht“ bleibt. Die Berufsausbildung, Berufserfahrung, eine zeitnahe entsprechende berufliche Tätigkeit und regelmäßige Teilnahme an Schulungen zur Erlangung von Kenntnissen zum aktuellen Stand der Technik sind ausreichend, um ohne zusätzliche Qualifizierung die Montagen vorzunehmen, siehe BetrSichV §10 (2) und §2 (5). Die fachkundige Person darf auch Gefährdungsbeurteilungen nach BetrSichV §3 (3) durchführen. Für die Montagen in kritischen Einsätzen wird nach der BetrSichV keine besondere Befähigung verlangt, wohl aber für die Durchführung von Prüfungen.

Die gerade im Dezember 2013 erschienene DIN EN 1591-4 „Qualifizierung der Befähigung von Personal zur Montage von Schraubverbindungen in druckbeaufschlagten Systemen im kritischen Einsatz“ löst die bisher gültige DIN CEN/TS 1591-4 ab. Kritischer Einsatz sind Anwendungen die in einem druckbeaufschlagten System bei Versagen der Schraubverbindung zu einer Gefährdung von Personen oder der Umwelt führen kann. Im Unterschied zu ihrer Vorläuferin gilt die DIN EN 1591-4 nicht nur für das Montagepersonal/Verschraubungsmonteur sondern auch für deren Vorgesetzte, die verantwortlichen Ingenieure und die technische Leitung. Sie regelt die Qualifizierung in einem modularen System, in dem über die Grundqualifizierung hinaus weitere Schulungen absolviert werden können. Die Tabelle (Tab.1) stellt eine Übersicht der Unterschiede dar. Die DIN EN 1591-4 ist keine harmonisierte Norm im Sinne der Druckgeräterichtlinie (Richtlinie 2014/68/EU, ex. 97/23/EG).

Die Anforderungen gelten sowohl für das Herstellen, den Aufbau als auch das Betreiben und Instandhalten von Druckgeräten im Sinne der Druckgeräterichtlinie. Während einige Betreiber schon seit einiger Zeit aktiv die Qualifizierung ihres Personals vorantreiben, ist das bei Herstellern von Druckgeräten noch eher selten der Fall.

Seit einigen Jahren bieten verschieden Anbieter die Qualifizierung des Montagepersonals nach DIN EN 1591-4 an, obwohl dieses erst auf Basis der 2007 veröffentlichten Vornorm DIN CEN/TS 1591-4 oder den vorliegenden Entwürfen aus der Normenarbeit, z.B. Entwurf aus November 2011 und des Schlusssentwurfs vom März 2013, gemacht werden konnte. Für bereits vor dem Erscheinen durchgeführte Schulungen und Prüfungen, ist die Einhaltung der Anforderungen der aktuell vorliegenden Norm zu prüfen.

Die Umsetzung der Qualifizierungsmaßnahmen nach der DIN EN 1591-4 erfordert den Aufbau umfangreicher Schulungszentren, mit aufwendiger Ausstattung zur Durchführung der praktischen Schulungen und Prüfungen.

Zunehmend verlangen die Betreiber von ihren Kontraktoren die Gestellung von nach DIN EN 1591-4 geschultem Personal. Das Problem ist die Tatsache, dass die Verantwortung für die ordnungsgemäße Durchführung der Arbeiten nach wie vor beim Betreiber der verfahrenstechnischen Anlage liegt. Im Folgenden soll überprüft werden, ob der Betreiber von einer ausreichenden Qualifizierung des ihm zur Verfügung gestellten Personals ausgehen kann.

Tab.1: Unterschiede in den Normen		
Bereich	Vornorm DIN CEN/TS 1591-4:2007	DIN EN 1591-4:2013
betroffenes Personal	ungeschultes und ungeübtes Montage-/Arbeitspersonal	Verschraubungsmonteure deren Vorgesetzte verantwortliche Ingenieure techn. Leitung (Teilnahmeempfehlung)
Kompetenz	Montage der Verbindung, keine Versagensbeurteilung	Montage der Verbindung
Lehrplan/-pläne	<ul style="list-style-type: none"> <li>- allgemeine Kenntnisse</li> <li>- spezielle Kenntnisse</li> <li>- praktische Erfahrung am Arbeitsplatz</li> </ul>	Tabelle 1 Grundqualifizierungsstufe Tabellen 2 bis 10 höhere Qualifizierungsstufen <ul style="list-style-type: none"> <li>- Montage mit hydraulisch betriebenen Spannwerkzeugen</li> <li>- Montage mit hydraulisch drehmomentgesteuertes Anziehen</li> <li>- Montage von Wärmetauscher und Druckbehälter</li> <li>- Montage für Flansche aus spröden Werkstoffen</li> <li>- Bestimmung der Schraubkraft nach der Montage</li> <li>- Kompaktflansche</li> <li>- Klemmverbinder</li> <li>- Sonderverbindungen/-flansche</li> <li>- Rohrverschraubungen</li> </ul> Tabelle 11 Schulungsvorgaben für den verantwortlichen Ingenieur
Prüfung/Beurteilung	theoretischer Teil nach Lehrgang praktischer Teil nach Häufigkeit der Anwendung <ul style="list-style-type: none"> <li>- häufig, konzentriert nach 3 Monaten</li> <li>- selten in konzentrierten Perioden nach 6 Monaten</li> <li>- sporadisch nach 12 Monaten</li> </ul>	theoretischer und praktischer Teil nach Lehrgang nicht erforderlich für technische Leitung
Gültigkeit/Verlängerung	Auffrischungslehrgänge nach Häufigkeit der Erfahrung <ul style="list-style-type: none"> <li>- häufig, konzentriert, nach 3 Jahren</li> <li>- selten in konzentrierten Perioden, nach 2 Jahren</li> <li>- sporadisch, nach 12 Monaten</li> </ul>	5 Jahre <ul style="list-style-type: none"> <li>- bei keiner Unterbrechung von mehr als 6 Monaten</li> <li>- keine vorliegenden Gründe zum Zweifel an der Befähigung</li> </ul>

Das üblicherweise zur Verfügung stehende Personal ist nach der Tabelle 1, Grundqualifikationsstufe der DIN EN 1591-4 geschult und geprüft. Die wichtigen Schulungen nach den Tabellen 2 bis 10 unterbleiben sehr häufig. Im Auftrag eines Betreibers einer größeren verfahrenstechnischen Anlage, haben wir die Schulung nach der Grundqualifizierungsstufe der Tabelle 1 der DIN EN 1591-4 einer Gefährdungsbeurteilung unterzogen. Die Gefährdungsbeurteilung haben wir in die Teile A und B eingeteilt. Teil A (Tab.2) beschäftigt sich mit erforderlichen Grundkenntnissen zum Arbeitsschutz, Teil B (Tab.3) mit den erweiterten Anforderungen des Betreibers zum Immissionsschutz. Anhand von Fachfragen wurde der Stand erläutert.

Tab.2: Arbeitsgegenstände: Flanschverbindungen (Arbeitsschutz)		
Pos.	Frage bzw. Anforderung	Antwort bzw. Ergebnis
00	Anwendungsbereich	<b>Schulung von Monteuren, deren Aufsichtspersonen und den verantwortlichen Ingenieuren, die sich mit der Montage und Demontage von Flanschverbindungen in Arbeitsmitteln nach § 4 der BetrSichV, Absatz (1) in verfahrenstechnischen Anlagen befassen</b>
01	Wird auf die Gefahren beim Öffnen von Flanschverbindungen geschult?	Ja, wird als Schwerpunktthema in der Tabelle 1 ausgewiesen
02	Wird auf Wechselwirkungen und Gefahren, die bei den Arbeiten an Flanschverbindungen zu beachten sind, geschult?	Nein
03	Werden die Maßnahmen bei der Wiederverwendung von gebrauchten Schrauben geschult?	Nicht direkt. Es obliegt der verantwortlichen Schulungsorganisation, dieses Thema unter der Spalte „Erkennen von Fehlern und Mängeln“ zu bearbeiten.
04	Werden die Maßnahmen bei der Kontrolle der Kennzeichnung und Chargenkennzeichnung von Schrauben und Muttern geschult?	Nicht direkt. Es obliegt der verantwortlichen Schulungsorganisation, dieses Thema unter der Spalte „Erkennen von Fehlern und Mängeln“ zu bearbeiten.
05	Werden die Kontrollmaßnahmen an verschraubten Flanschverbindungen geschult?	Nicht direkt. Es obliegt der verantwortlichen Schulungsorganisation, dieses Thema unter der Spalte „Erkennen von Fehlern und Mängeln“ zu bearbeiten.
06	Wird das Nachziehen von Schrauben in Dichtverbindungen unter Druck und Temperatur geschult?	Nein
07	Wird auf Richtwerte über die Einsatzdauer von Schrauben, die im Bereich von hohen Temperaturen eingesetzt werden, hingewiesen?	Nein
08	Wird auf die Einsatzgrenzen von Werkstoffen für Flansche, Schrauben, Muttern hingewiesen?	Nein
09	Werden Maßnahmen bei Dichtungsmontagen geschult?	Ja, wird als Schwerpunktthema in der Tabelle 1 ausgewiesen
10	Werden die Maßnahmen bei Überarbeitung von Dichtflächen geschult?	Ja, wird als Schwerpunktthema in der Tabelle 1 ausgewiesen
11	Ist die Wiederverwendung von Dichtungen ein Teil der Schulung?	Nein
12	Wird die Vorgehensweise bei der Auswahl der richtigen Flansche, Schrauben, Muttern und Dichtungen geschult?	Nein
13	Wird der Einsatz von Gleitmitteln in Systemen mit Brandfördernden Fluiden, wie z.B. O <sub>2</sub> (Sauerstoff), geschult?	Nein
14	Gibt es Hinweise auf z.B. ASTM und ASME Werkstoff- und Flanschnormen in den Schulungs- bzw. Montageunterlagen?	Nein
15	<b><u>Diese Frage ist keine Fachfrage!</u></b> Gibt es in der Montageunterlagen Hinweise und Informationen auf Unterrichtung und Unterweisung von Montagepersonal von Flanschverbindungen nach anderen Regelwerken wie z.B. VDI 2290?	(Nein)

**Tab. 3: Arbeitsgegenstände: Flanschverbindungen (vorwiegend Immissionsschutz)**

Pos.	Frage	Antwort bzw. Ergebnis
	<b>Anwendungsbereich</b>	<b>Schulung von Monteuren, deren Aufsichtspersonen und den verantwortlichen Ingenieuren, die sich mit der Montage und Demontage von Flanschverbindungen in Arbeitsmitteln nach § 4 der BetrSichV, Absatz (1) in verfahrenstechnischen Anlagen befassen</b>
01	Werden die Rohrleitungen in Montageklassen eingeteilt?	Ja, wird als Schwerpunktthema in der Tabelle 1 ausgewiesen
02	Wird auf die Lagerfähigkeit und auf die Entsorgung von Dichtungswerkstoffen, wie z.B. Dichtungen aus PTFE, hingewiesen?	Nicht direkt. Es obliegt der verantwortlichen Schulungsorganisation, z.B. dieses Thema unter der Spalte „Lagerung, Handhabung, Vorbereitung und der Einbau der Dichtung“ zu bearbeiten.
03	Werden Beispiele für Schmierstoffe und deren Anwendung und Anwendungsgrenzen genannt?	Nicht direkt. Es obliegt der verantwortlichen Schulungsorganisation, z.B. dieses Thema unter der Spalte „Bedeutung der Verwendung des festgelegten Schmiermittels“ zu bearbeiten.
04	Wird das Minimierungsgebot nach Nr. 5.2.7 der TA Luft beachtet?	Nein
06	Ist das Anziehen von Schrauben an schlecht zugängigen Flanschverbindungen mit handbetätigten konventionellen Schraubenschlüsseln, ggf. mit geeigneter Verlängerung, Teil der Schulungen?	Geschult wird als Schwerpunktthema ausschließlich manuelles drehmomentgesteuertes Anziehen. Es obliegt der verantwortlichen Schulungsorganisation, das Anziehen von Schrauben an schlecht zugängigen Flanschverbindungen z.B. unter der Spalte „Schraubanziehverfahren und zugehörige Genauigkeiten“ zu bearbeiten.
07	Gibt es Hinweise auf Maßnahmen zur Qualitätssicherung je Montageklasse?	Nicht direkt. Es obliegt der verantwortlichen Schulungsorganisation, z.B. dieses Thema unter der Spalte „Anforderung, eine bestimmte Dichtheitsklasse zu erfüllen“ zu bearbeiten.
08	Werden Vorgaben für die Überprüfung des Montageergebnisses zu Nachweis einer erfolgreichen Montage geschult?	Nein Eine Überprüfung der Montageergebnisse ist in der Tabelle 1 - Schulungsvorgaben der Grundqualifikationsstufe nicht vorgegeben
09	Sind Maßnahmen bei Klaffung von Flanschen ein Teil der Schulungen?	Nicht direkt. Es obliegt der verantwortlichen Schulungsorganisation, z.B. dieses Thema unter der Spalte „Ausrichtung der Dichtflächen und Einbau der Dichtung“ zu bearbeiten.
10	Wird der Einsatz von Unterlegscheiben bei Schrauben in Flanschverbindungen behandelt?	Dieses Thema wird nicht geschult.

In der folgenden Tabelle (Tab.4) wird das Ergebnis der Beantwortung der Fragen aus Tabelle 3 und 4 bewertet und mit Erläuterungen/Festlegungen versehen.

### Tab.4: Ergebnis der Bewertungen und zusätzliche Festlegungen

Die Mehrzahl der Flanschmonteure wird lediglich die Grundqualifikationsstufe absolvieren (Tabelle 1). Auf die Grundqualifikationsstufe (Tabelle 1) bauen auch alle weiteren Qualifikationsstufen auf. Die Grundqualifikationsstufe beinhaltet nur Montagen mit handbetätigten Drehmomentschlüsseln. Diese dürfen nach dem berufsgenossenschaftlichen Regelwerk BGR nur bis maximal 400 Nm eingesetzt werden. Damit wird die Montage für Schrauben aus niedrig legierten Werkstoffen nur bis ca. M24 (1") und aus höher legierten Werkstoffen nur bis ca. M20 (7/8") geschult. Erst nach Schulung nach Tabelle 2 (hydraulisch spannende Werkzeuge, Bolt-Tensioning) und 3 (hydraulisch drehmomentgesteuerte Werkzeuge, Bolt-Torque) ist die Qualifizierung für die Montage von Dichtverbindungen mit größeren Schrauben geschult. Die Grundqualifikationsstufe beinhaltet keine Montagen für Wärmetauscher und Druckbehälter (Tabelle 4), Flansche aus spröden Werkstoffen z.B. Armaturenflansche aus Guss (Tabelle 5), Kompaktflansche (Tabelle 7), Klemmverbinder z.B. Pressfittings oder Schellen (Tabelle 8), Sonderflansche (Tabelle 9) und Rohrverschraubungen (Tabelle 10). Die für die Freigabe des Dichtsystems erforderliche Prüfung und Bestimmung der Schraubenkraft nach der Montage (Tabelle 6) ist ebenfalls nicht Teil der Grundqualifikation.

**Betrachtet man das Ergebnis der Gefährdungsanalyse, so werden von 23 wichtigen Fachfragen aus dem Bereich Flanschmontage 5 Fachfragen mit Ja oder gleichwertig, 10 Fachfragen mit Nein beantwortet, bei 8 Fachfragen liegt der zu vermittelnde Schulungsumfang im Ermessen der Schulungsorganisation oder der zu vermittelnde Schulungsumfang ist eine Vorgabe des Auftrag gebenden Arbeitgebers.**

Der Arbeitgeber, der Schulungsmaßnahmen für den Personenkreis, der in Spalte 00 beschrieben ist, vergibt, ist verantwortlich dafür, dass die Vorgaben nach §10 (2) der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) erfüllt werden.

**Dazu ein Zitat aus der DIN EN 1591-4:2013: 8.1 Inhalt der Lehrpläne – 4. Absatz:**

Die Tabellen 8.2 und 8.3 bilden die Basis für die vorgeschriebenen Mindestlehrpläne für die verschiedenen Qualifikationsstufen. Durch Vereinbarung zwischen dem Hersteller/Betreiber/Anlagenbauer und dem Schulungsanbieter dürfen zusätzliche Themen von örtlicher Bedeutung hinzugefügt werden. Die Kandidaten müssen stets auf der Grundlage von Verfahren und Arbeitsanweisungen geschult werden, die vom Hersteller/Betreiber/Anlagenbauer als am geeignetsten erachtet werden.

**Schlussfolgerung:** Der Auftrag gebende Hersteller/Betreiber/Anlagenbauer ist letztlich verantwortlich für den Inhalt und den Umfang des zu vermittelnden Lehrstoffs.

Wie praxisnah dieses Verfahren ist, wird die Zukunft zeigen. Der Verfasser hat erhebliche Bedenken, wenn dieses Verfahren unter dem Aspekt der Kostenminimierung betrachtet wird. In der Praxis wird sich mit größter Wahrscheinlichkeit zeigen:

**(1) Hauptsache wir haben die Bescheinigungen, den Rest interessiert niemand!**

**Dazu eine Auswertung aus dem Prospekt eines renommierten Schulungsanbieter für eine eintägige Schulung:**

Schulung mit Zertifikat:

„Axxxx“ ist als Schulungsanbieter für Verschraubungstechniker zertifiziert vom TÜV Rheinland. Damit werden nachweislich die Anforderungen der Norm DIN EN 1591-4 (Stand: Dezember 2013) für die Qualifikationsstufe "Grundqualifikation" für Verschraubungsmonteure erfüllt.

Persönliche Voraussetzungen der Kandidaten :

- keine Berufserfahrung,
- Berufserfahrung
- abgeschlossene Berufsausbildung

Abzuarbeitende Positionen:

Theorie: 14  
Praxis: 5  
Prüfung: 2  
**Gesamt: 23**

Geht man von einer Gesamtschulungszeit von 8 Stunden aus, stehen pro abzuarbeitende Positionen durchschnittlich ca. 23 Minuten zur Verfügung. Dabei sollen z.B. absoluten Laien mit nicht bekannter Vorbildung, Themen wie z.B.

- Dichtheitsanforderungen
- Kräfte, Momente, Längung
- Gesundheits- und Sicherheitsvorkehrungen

in ca. 69 Minuten vermittelt werden.

**Der Verfasser hat erhebliche Bedenken an messbaren Erfolgen der erzielten Schulungsergebnisse und bleibt bei der unter (1) gemachten Bemerkung.**

**Der Betreiber kann bei nach der Grundqualifikationsstufe (Tabelle 2) der DIN EN 1591-4 geschultem Montagepersonal nicht sicher von ausreichender Fachkunde für die üblicherweise anfallenden Aufgaben ausgehen!**



Die Ergebnisse aus Tabelle 4 sind sicherlich für den Betreiber einer verfahrenstechnischen Anlage nicht sehr befriedigend:

**Der Betreiber kann bei, nach der Grundqualifizierungsstufe (Tabelle 2) der DIN EN 1591-4 geschultem Montagepersonal, nicht sicher von ausreichender Fachkunde für die üblicherweise anfallenden Aufgaben ausgehen!**

Zu viele relevante Punkte sind nicht oder nur nach dem Gusto des Schulungsanbieters beachtet.

Viele Betreiber berichten von positiven Erfahrungen mit den qualifizierten, im Prinzip nach der Qualifizierungsstufe sensibilisierten, geschulten Monteuren und von Verbesserungen in den Anlagen. Dies ist, ausgehend von der vorher üblichen Praxis, eher nicht verwunderlich. Es ist aber davon auszugehen, dass die aus Gesetzen und Verordnungen gestellten Anforderungen nicht vollinhaltlich umgesetzt werden.

Die für die Umsetzung der Anforderungen aus Gesetzen und Verordnungen von der Betriebsleitung ausgewählten verantwortlichen Mitarbeiter handeln eigenverantwortlich im Auftrag ihrer Geschäftsleitung. Sie sollten darauf achten, dass die eingesetzten nach DIN EN 1591-4 geschulten Monteure entweder auch nach allen anderen für ihre Arbeit wichtigen Qualifizierungen aus den weiteren Tabellen der DIN EN 1591-4 anforderungsgerecht geschult sind oder die Anforderungen an das fachkundige Personal nach der BetrSichV §2 (5) erfüllen. Mitarbeiter, die sich nur mit nach der Grundqualifizierungsstufe geschulten Personal zufriedengeben, könnten sich dem Vorwurf aussetzen, verantwortungslos und damit fahrlässig zu handeln.

Dem Verfasser ist bisher keine Schulung nach Tabelle 11 bekannt. Die verantwortlichen Ingenieure werden demnach bisher nicht nach der DIN EN 1591-4 ausgebildet. Ähnliches gilt für die Anforderungen an die technische Leitung.

Der Betreiber, aber auch der Hersteller von Druckgeräten, hat wesentlich mehr zu beachten, um die von der Allgemeinheit mit Gesetzen und Verordnungen an ihn gestellten Anforderungen zu erfüllen. Dies kann er erst, wenn das Schulungs- und Qualifizierungssystem eindeutig ist oder ein Qualifizierungssystem mit Vermittlung ausreichender Fachkunde, auch der zum Teil anlagenspezifischen Anforderungen, von ihm selbst erstellt wird. Das kann nicht das Ziel der Betreiber sein. Es bedarf zum Teil einer Überarbeitung der bestehenden Norm, um den komplexen Anforderungen gerecht zu werden.

Wir unterstützen die Betreiber bei der Überprüfung ihres aktuellen Status, der Bewertung der Qualifizierung des Montagepersonals und bei der Erstellung betreiberspezifischer gesetzeskonformer Montageanweisungen. Bei Interesse sprechen Sie uns bitte gerne an.

Einen besonderen Dank möchte ich Dipl.-Ing. Rolf Hardorp, meinem geduldigen, langjährigen technischen Berater, für die tatkräftige Unterstützung aussprechen.

Weitere interessante Informationen zu verschiedenen Themen finden Sie auf der Homepage [www.thomsen-bremen.de](http://www.thomsen-bremen.de).

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

Mit freundlichen Grüßen aus Bremen  
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

Stand 23.02.2021