

**EX 4.0**

THE NEXT LEVEL OF  
EXPLOSION PROTECTION.



THE STRONGEST LINK.

**STAHL**

## **PFLICHTEN UND AUFGABEN**

Für Betreiber elektrischer Anlagen  
in explosionsgefährdeten Bereichen



# INHALT

<b>1. VORWORT</b>	<b>4</b>
<b>2. RECHTSVORSCHRIFTEN INNERHALB DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFT FÜR DIE SICHERHEIT DES EXPLOSIONSSCHUTZES BEIM BETREIBER</b>	<b>5</b>
2.1 EU-Richtlinien 2014/34/EU und 1999/92/EG	6
2.2 Umsetzung der Richtlinien 2014/34/EU und 1999/92/EG in nationales Recht	8
2.3 Technische Regeln und Normen	8
<b>3. AUFGABEN DES BETREIBERS ZUR AUFRECHTERHALTUNG DES SOLL-ZUSTANDES DER GERÄTE UND SCHUTZSYSTEME IN EXPLOSIONSGEFÄHRDETEN BEREICHEN</b>	<b>10</b>
3.1 Begriffe	11
3.2 Projektierung, Auswahl und Errichtung	12
3.2.1 Pflichten des Herstellers und des Betreibers	12
3.2.2 Weitere Anforderungen an die Montage und Installation	15
3.3 Prüfung und Instandhaltung	18
3.3.1 Gesetzliche Anforderungen	18
3.3.2 Anforderungen an die Qualifikation des Prüfpersonals	18
3.3.3 Technische Dokumentation für die Prüfungs- und Instandhaltungsarbeiten	18
3.3.4 Prüfung vor Inbetriebnahme und vor Wiederinbetriebnahme nach prüfpflichtigen Änderungen nach § 15 und Anhang 2 Abschnitt 3 und 4	19
3.3.5 Wiederkehrende Prüfungen	20
3.3.6 Instandhaltungskonzept	21
3.3.7 Instandsetzung	21
3.3.8 Besondere Anforderungen an die Prüfung und Wartung bzw. Reparatur von druckfest gekapselten elektrischen Geräten	22
3.3.9 Besondere Anforderungen an die Prüfung und Wartung bzw. Reparatur von elektrischen Betriebsmitteln der Zündschutzart »Erhöhte Sicherheit«	24
3.3.10 Besondere Anforderungen an die Prüfung und Wartung bzw. Reparatur von eigensicheren elektrischen Geräten	26
3.3.11 Weitere wichtige Prüf- und Wartungsmaßnahmen	27
<b>4. ZUSAMMENFASSUNG</b>	<b>28</b>
<b>5. LITERATURVERZEICHNIS</b>	<b>29</b>

# 1. VORWORT

---

Kein technisches System funktioniert per se sicher und behält die ursprüngliche Funktionsfähigkeit ohne äußere Eingriffe über seine gesamte Lebenszeit. Neben der konstruktiven Gestaltung eines Produktes und einer angemessenen Qualität bei der Herstellung kommt es auch auf die richtige Installation sowie alle Einflüsse während der gesamten Lebensdauer an.

Besonders bei sicherheitstechnisch relevanten Produkten, wie z. B. bei explosionsgeschützten elektrischen Betriebsmitteln, sind neben der reinen technischen Funktion sämtliche Produkteigenschaften für die Produktsicherheit zu beachten. Das für den Betrieb in explosionsgefährdeter Umgebung erforderliche hohe Sicherheitsniveau kann also nur gewährleistet werden, wenn die ausgelieferten Produkte eine ausreichende Qualität aufweisen, korrekt nach Herstellerangaben installiert und betrieben und in angemessenen Zeitabständen gewartet werden. In der vorliegenden Arbeit sollen dabei besonders die Aufgaben des Betreibers für explosionsgeschützte elektrische Betriebsmittel betrachtet werden. Der mechanische Explosionsschutz wird nur am Rande betrachtet.

Trotz Angleichung der weltweiten Rechtsvorschriften für explosionsgefährdete Bereiche gibt es nach wie vor Unterschiede zwischen verschiedenen Ländern und Regionen. In Deutschland sind die Gefahrstoffverordnung mit den Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS) sowie die Betriebssicherheit mit den Technischen Regeln für Betriebssicherheit (TRBS) zu berücksichtigen. Gerade in Bezug auf die notwendigen Prüfungen und das Prüfpersonal gibt es Abweichungen zu den IEC-Normen. Aus diesem Grund soll hier exemplarisch auf die Regelungen innerhalb der Europäischen Union sowie bei der Darstellung der nationalen Umsetzung auf das deutsche Recht eingegangen werden.



## 2. RECHTSVORSCHRIFTEN

---

Im folgenden Kapitel erhalten Sie einen Überblick über die EU-Richtlinien 2014/34/EU sowie 1999/92/EG und deren Umsetzung. Diese Rechtsvorschriften gelten innerhalb der Europäischen Gemeinschaft für die Sicherheit des Explosionsschutzes beim Betreiber. In Deutschland sind zudem die Technischen Regeln und Explosionsschutzregeln zu beachten.

## 2. RECHTSVORSCHRIFTEN

### 2. RECHTSVORSCHRIFTEN INNERHALB DER EUROPÄISCHEN UNION FÜR DIE SICHERHEIT DES EXPLOSIONSSCHUTZES BEIM BETREIBER

#### 2.1 EU-RICHTLINIEN 2014/34/EU UND 1999/92/EG

In der Europäischen Union wird der Explosionsschutz über zwei Richtlinien geregelt:

Die Richtlinie 2014/34/EU (bis 20. Juni 2016 die Richtlinie 94/9/EG) regelt die Beschaffenheitsanforderungen an Geräte und Schutzsysteme für den bestimmungsgemäßen Gebrauch in explosionsgefährdeten Bereichen und ermöglicht durch das Setzen eines einheitlichen Anforderungsniveaus den freien Warenverkehr dieser Produkte innerhalb der EU. Häufig wird hierfür auch der Begriff ATEX-Richtlinie verwendet (ATEX: französisch für Atmosphère EXplosible). Die Geräte, die unter diese Richtlinie fallen, werden dann als ATEX-Geräte bezeichnet.

Die Richtlinie 1999/92/EG definiert die Mindestvorschriften zur Verbesserung des Gesundheitsschutzes und der Arbeitssicherheit von Arbeitnehmern, die durch explosionsfähige Atmosphären gefährdet werden können.

Erstere wendet sich vorrangig an die Hersteller, Einführer (Importeure) und Händler\*, die explosionsgeschützte Produkte auf dem Markt bereitstellen sowie an die Zertifizierungsstellen (Notified Bodies – ExNB). Die zweite Richtlinie ist vorrangig für Betreiber von Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen verbindlich.

Die EU-Richtlinie 2014/34/EU regelt für Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen u.a.:

- die Unterteilung in Gerätegruppen und -kategorien sowie die Entscheidungskriterien zur Einstufung der Geräte und Schutzsysteme,
- die für die jeweiligen Gerätegruppen und -kategorien anzuwendenden Konformitätsbewertungsverfahren,
- die Verantwortung der Hersteller einschließlich der CE-Konformitätskennzeichnung,
- die grundlegenden Gesundheits- und Sicherheitsanforderungen für die Konzeption und den Bau von explosionsgeschützten Betriebsmitteln.

Die Richtlinie 2014/34/EU wurde im Februar 2014 veröffentlicht. Die eigentliche Umsetzung in Bezug auf die Gerätezertifizierung erfolgte ab dem 20. April 2016. Sie ersetzt die Richtlinie 94/9/EG, die über 20 Jahre gültig war.

Um Europäische Richtlinien besser aneinander anzugleichen, wurden diese entsprechend überarbeitet. So wurden Begriffe und die Verfahren zur Konformitätsbewertung der Geräte einheitlich definiert.

Durch die Richtlinie 2014/34/EU erfolgte die Anpassung der ATEX-Richtlinie. Zudem wurden auch weitere Aspekte überarbeitet bzw. ergänzt.

Für den Hersteller bleiben die Änderungen überschaubar. Die EG-Konformitätserklärung wird durch die EU-Konformitätserklärung ersetzt. Bei Zertifizierung neuer Geräte wird eine EU-Baumusterprüfbescheinigung ausgestellt. Allerdings behalten die ATEX-Bescheinigungen nach der bisherigen Richtlinienfassung 94/4/EG (EG-Baumusterprüfbescheinigungen) weiterhin ihre Gültigkeit. Importeure (Einführer) und insbesondere die Händler sind stärker in die Pflicht genommen, die nationalen Marktüberwachungsbehörden zu unterstützen.

Wesentlich für die Sicherheitsbetrachtung durch den Betreiber ist, dass die benannten Europäischen Zertifizierungsstellen neben der Ex-Baumusterprüfung eines bestimmten Produkttyps anhand von Produktmustern auch die regelmäßige Überwachung der qualitätssichernden Maßnahmen bei der Herstellung der Serienprodukte durchführen müssen. (Anerkennung der Qualitätsmanagementmaßnahmen nach Durchführung eines Audits beim Hersteller). Die Betriebsanleitungen haben einen sehr hohen Stellenwert. Diese werden im Rahmen der Baumusterprüfungen auch durch die Zertifizierungsstelle in Hinblick auf das Vorhandensein und die Vollständigkeit der sicherheitsrelevanten Aussagen überprüft.

Die 1999/92/EG legt die Pflichten der Arbeitgeber zum Schutz der Arbeitnehmer bei Arbeiten in explosionsgefährdeten Bereichen fest. Unter anderem werden folgende Themen behandelt:

- die grundsätzlichen technischen und/oder organisatorischen Maßnahmen zur Verhinderung von und dem Schutz gegen Explosionen und ihre Rangordnung,
- die Beurteilung der Explosionsrisiken,
- die allgemeinen Pflichten bezüglich der sicheren Gestaltung des Arbeitsumfeldes der Gewährleistung einer an das vorherrschende Risiko angepassten Aufsicht,
- die Koordinierungspflicht bei Anwesenheit von Arbeitnehmern mehrerer Betriebe an derselben Arbeitsstätte,
- die Einteilung der explosionsgefährdeten Bereiche in Zonen,
- die Verpflichtung zur Anlage und Pflege eines Explosionsschutzdokumentes und
- die Übergangsfristen für Anlagen, die vor dem 30. Juni 2003 bereits in Betrieb waren sowie für nach dem 30. Juni 2003 in Betrieb genommene Neuanlagen.

Anhang I der Richtlinie beschreibt die Einteilung von Bereichen, in denen explosionsfähige Atmosphären vorhanden sein können. Im Anhang II der Richtlinie werden dagegen die Mindestvorschriften zur Verbesserung des Gesundheitsschutzes und der Sicherheit in explosionsgefährdeten Bereichen erklärt.

**Tabelle 1: Übersicht Technische Regeln für Gefahrstoffe und Technische Regeln für Betriebssicherheit (Explosionsgefahr) <sup>1</sup>**

TRBS 1111	Gefährdungsbeurteilung und sicherheitstechnische Bewertung
TRBS 1112	Instandhaltung
TRBS 1112 Teil 1	Explosionsgefährdungen bei und durch Instandhaltungsarbeiten – Beurteilung und Schutzmaßnahmen
TRBS 1123	Änderungen und wesentliche Veränderungen von Anlagen nach § 1 Abs. 2 Satz 1 Nr. 3 BetrSichV – Ermittlung der Prüfnotwendigkeit gemäß § 14 Abs. 1 und 2 BetrSichV
TRBS 1201	Prüfungen von Arbeitsmitteln und überwachungsbedürftigen Anlagen
TRBS 1201 Teil 1	Prüfung von Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen und Überprüfung von Arbeitsplätzen in explosionsgefährdeten Bereichen
TRBS 1201 Teil 3	Instandsetzung an Geräten, Schutzsystemen, Sicherheits-/Kontroll- und Regelvorrichtungen im Sinne der RL 94/9/EG – Ermittlung der Prüfnotwendigkeit gemäß § 14 Abs. 6 BetrSichV
TRBS 1201 Teil 5	Prüfung von Lageranlagen, Füllstellen, Tankstellen und Flugfeldbetankungsanlagen und soweit entzündliche, leicht-entzündliche oder hochentzündliche Flüssigkeiten gelagert oder abgefüllt werden hinsichtlich Gefährdungen durch Brand und Explosion
TRBS 1203	Befähigte Personen
TRBS 2152, TRGS 720	Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Allgemeines
TRBS 2152 Teil 1, TRGS 721	Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Beurteilung der Explosionsgefährdung
TRBS 2152 Teil 2, TRGS 722	Vermeidung oder Einschränkung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre
TRBS 2152 Teil 3, TRGS 723 <sup>2</sup>	Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Vermeidung der Entzündung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre
TRBS 2152 Teil 4, TRGS 724 <sup>2</sup>	Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Maßnahmen des konstruktiven Explosionsschutzes, welche die Auswirkung einer Explosion auf ein unbedenkliches Maß beschränken
TRGS 725	Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – Mess-, Steuer- und Regeleinrichtungen im Rahmen von Explosionsschutzmaßnahmen
TRGS 727	Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen
TRBS 2210	Gefährdungen durch Wechselwirkungen
TRBS 3151, TRGS 751	Vermeidung von Brand-, Explosions- und Druckgefährdungen an Tankstellen und Füllanlagen zur Befüllung von Landfahrzeugen

In Artikel 9 (Übergangsfristen) im Zusammenhang mit Anhang II, wird die Verbindung der beiden Richtlinien hergestellt. Dort heißt es, dass nach dem 30. Juni 2003 erstmalig im Unternehmen bzw. im Betrieb zur Verfügung gestellte Geräte und Schutzsysteme entsprechend den Kategorien gemäß der Richtlinie 2014/34/EU als Nachfolger der 94/9/EG auszuwählen sind. Sehr hilfreich für die praktische Umsetzung der 1999/92/EU ist der nicht verbindliche Leitfaden für bewährte Verfahren im Hinblick auf die Durchführung der Richtlinie.

\* Anmerkung: zur Vereinfachung wird im Folgenden nur noch von Herstellern gesprochen, auch wenn zusätzlich Einführer und Händler gemeint sind.

<sup>1</sup> Stand 12/2016. Die Technischen Regeln werden überarbeitet, um die Änderungen der GefStoffV und BetrSichV von 2015 zu berücksichtigen.

<sup>2</sup> Da der Explosionsschutz in der Gefahrstoffverordnung und Betriebssicherheitsverordnung neu geordnet wurde, müssen die Technischen Regeln (TRBS, TRGS) überarbeitet und teilweise neu zugeordnet werden. Die Nummern in kursiv sind bereits reserviert für die neue Struktur.

## 2. RECHTSVORSCHRIFTEN

### 2.2 UMSETZUNG DER RICHTLINIEN 2014/34/EU UND 1999/92/EG IN NATIONALES RECHT

Die zweigeteilte Struktur der Rechtsvorschriften für den Explosionsschutz in der Europäischen Gemeinschaft spiegelt sich auch in der nationalen Gesetzgebung bezüglich des Explosionsschutzes wider. Die Umsetzung der Forderungen aus der EU-Richtlinie 2014/34/EU erfolgt in Deutschland über die 11. Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz (11. ProdSV – Explosionsschutzprodukteverordnung). In dieser Verordnung sind alle erforderlichen Festlegungen bezüglich der Beschaffenheitsanforderungen und des Inverkehrbringens von Geräten und Schutzsystemen, Komponenten sowie Sicherheits-, Kontroll- und Regeleinrichtungen für explosionsgefährdete Bereiche getroffen. Sie entspricht im Wesentlichen der Richtlinie 2014/34/EU und setzt das dort beschriebene Sicherheitsniveau deckungsgleich in nationales Recht um.

Die Umsetzung der Richtlinie 1999/92/EU in deutsches Recht erfolgt dagegen in der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) bzw. seit Juni 2015 auch in der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV).

Wenn vorher noch der Explosionsschutz überwiegend in der Betriebssicherheitsverordnung geregelt war, so sind ab Juni 2015 die materiellen Anforderungen an den Explosionsschutz in der Gefahrstoffverordnung von 2015 zu finden:

- die Forderung nach einer Gefährdungsbeurteilung und deren Dokumentation in einem Explosionsschutzdokument,
- die vorgeschriebenen Schutzmaßnahmen gegen Explosionsgefährdungen,
- Mindestvorschriften für Tätigkeiten in explosionsgefährdeten Bereichen,
- Zoneneinteilung,
- Verwendung von Gerätekategorien in Zonen.

Die Anforderungen an die Prüfungen in explosionsgefährdeten Bereichen sind in der Betriebssicherheitsverordnung geregelt.

In Österreich wird die Richtlinie 2014/34/EU durch die Explosionsschutzverordnung – ExSV umgesetzt. Die Umsetzung der zweiten Richtlinie 1999/92/EG erfolgt über die Verordnung explosionsfähige Atmosphären – VEXAT.

Obwohl die Schweiz kein Mitglied der Europäischen Union ist, werden aufgrund von Verträgen verschiedene Richtlinien der EU umgesetzt. Die Verordnung über Geräte und Schutzsysteme zur Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen (VGSEB) setzt die EU-Richtlinie 2014/34/EU in nationales Recht um.

Für den Betreiber gilt die »Verordnung über die Verhütung von Unfällen und Berufskrankheiten« (VUV). Details zum Explosionsschutz finden sich dann im SUVA-Merkblatt 2153 Explosionsschutz – Grundsätze, Mindestvorschriften, Zonen.

### 2.3 TECHNISCHE REGELN UND NORMEN

Technische Regeln sind Empfehlungen, von denen der Arbeitgeber in alleiniger Verantwortung abweichen kann, wenn er das in ihnen festgelegte Schutzniveau auch anders erreicht. Sowohl in der Gefahrstoffverordnung als auch in der Betriebssicherheitsverordnung sind im Allgemeinen nur die grundlegenden Anforderungen festgelegt. Die Technischen Regeln sollen zur Ausfüllung und Konkretisierung der Verordnungen dienen. Die Erfüllung der Anforderungen der von der Bundesregierung bekannt gegebenen Regeln und Erkenntnisse löst die Vermutung aus (Vermutungswirkung), dass die Vorschriften nach Gefahrstoffverordnung bzw. nach Betriebssicherheitsverordnung erfüllt sind. Das technische Regelwerk wird damit für die betriebliche Praxis wie auch für Aufsichtsdienste die wesentliche Erkenntnisquelle zur Beurteilung der erforderlichen Maßnahmen. Wichtige Technische Regeln für das Gebiet des Explosionsschutzes sind:

- die Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS)
- die Technischen Regeln für Betriebssicherheit (TRBS).

Die TRGS und TRBS werden auf der Homepage der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin ([www.baua.de](http://www.baua.de)) veröffentlicht. Sie können dort kostenlos eingesehen und heruntergeladen werden.

Die Explosionsschutzregeln (EX-RL) der Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie (BG RCI) beinhalten sowohl die oben genannten Technischen Regeln als auch weitere Informationen rund um den Explosionsschutz. So ist eine umfangreiche Sammlung von Beispielen für die Zoneneinteilung enthalten. Die EX-RL ist unter der Nummer DGUV 113-001 (früher BGR 104) im Regelwerk der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) gelistet.

Neben diesen national gültigen Technischen Regeln gibt es mittlerweile auch eine Vielzahl von internationalen Normen, die ebenfalls den Stand der Technik dokumentieren und bei deren Einhaltung auch die Vermutungswirkung der Erfüllung der Anforderungen der Richtlinien gegeben sein sollte. Letzteres ist allerdings formell nur dann der Fall, wenn diese Dokumente als sog. harmonisierte Standards im Europäischen Amtsblatt veröffentlicht wurden. Eine aktuelle Übersicht ist auf der Homepage der EU zu finden. Im Einzelnen gibt es zum Thema Installation, Inspektion, Reparatur und Wartung die folgenden internationalen Normen (Tabelle 2).

**Tabelle 2:** Internationale Normen

IEC 60079-10-1	Einteilung von gasexplosionsgefährdeten Bereichen
IEC 60079-10-2	Einteilung von staubexplosionsgefährdeten Bereichen
IEC 60079-14	Projektierung, Auswahl und Errichtung elektrischer Anlagen
IEC 60079-17	Prüfung und Instandhaltung elektrischer Anlagen
IEC 60079-19	Geräte-reparatur, Überholung und Regenerierung

Auf dem Gebiet der Normung zum Explosionsschutz sind in den vergangenen Jahren beachtliche Anstrengungen unternommen worden. Das bereits seit längerem existierende, umfassende und gut strukturierte Normenwerk zu den Beschaffenheitsanforderungen von Betriebsmitteln wurde ergänzt und noch praxisnäher strukturiert.

Für den Betreiber stehen jetzt ebenfalls wichtige Normen zur Verfügung, mit deren Hilfe er die Zonenklassifizierung vornehmen und geeignete Betriebsmittel auswählen kann. Installation, Prüfung, Wartung und Instandsetzung sind sowohl für den gas- als auch für den staubexplosionsgefährdeten Bereich umfassend umschrieben. Allerdings ist es für den Praktiker nicht immer leicht, sich innerhalb der Normenvielfalt zurechtzufinden und aus den häufig allgemein gehaltenen Festlegungen und Empfehlungen richtige konkrete Maßnahmen für seinen Anwendungsfall abzuleiten. Die folgenden Ausführungen sollen daher einige Erläuterungen und praktische Erfahrungen aus der Sicht eines Herstellers elektrischer Betriebsmittel in Bezug auf die o.g. Tätigkeiten bieten.





### 3. AUFGABEN DES BETREIBERS

---

Der Betreiber ist verantwortlich für die Sicherheit der Anlagen. Auf seine Aufgaben zur Aufrechterhaltung des Soll-Zustandes der Geräte und Schutzsysteme in explosionsgefährdeten Bereichen wird auf den folgenden Seiten ausführlich eingegangen. Denn der Betreiber soll sicherstellen, dass die Anlage ordnungsgemäß errichtet und vor der ersten Inbetriebnahme geprüft wird. Durch die regelmäßige Prüfung und Wartung wird der ordnungsgemäße Zustand der Anlage aufrechterhalten.

# 3. AUFGABEN DES BETREIBERS

## 3. AUFGABEN DES BETREIBERS ZUR AUFRECHTERHALTUNG DES SOLL-ZUSTANDES DER GERÄTE UND SCHUTZSYSTEME IN EXPLOSIONSGEFÄHRDETEN BEREICHEN

### 3.1 BEGRIFFE

#### Arbeitsmittel (BetrSichV)

Arbeitsmittel sind Werkzeuge, Geräte, Maschinen oder Anlagen, die für die Arbeit verwendet werden, sowie überwachungsbedürftige Anlagen.

#### Überwachungsbedürftige Anlagen (BetrSichV)

Überwachungsbedürftige Anlagen sind Anlagen nach § 2 Nummer 30 Satz 1 des Produktsicherheitsgesetzes, soweit sie nach dieser Verordnung in Anhang 2 genannt sind oder nach § 18 Absatz 1 erlaubnispflichtig sind. Zu den überwachungsbedürftigen Anlagen gehören auch Mess-, Steuer- und Regeleinrichtungen, die dem sicheren Betrieb dieser überwachungsbedürftigen Anlagen dienen.

#### Prüfpflichtige Änderung (BetrSichV)

Prüfpflichtige Änderung ist jede Maßnahme, durch welche die Sicherheit eines Arbeitsmittels beeinflusst wird. Auch Instandsetzungsarbeiten können solche Maßnahmen sein.

#### Sichtprüfung (TRBS 1201 Teil 1)

Die Sichtprüfung beinhaltet eine durch äußere Begutachtung (ohne Eingriffe in Geräte, Einrichtungen, die Installation und die Montage) erzielte rechtzeitige Feststellung von optisch zu erkennenden Mängeln. Darüber hinaus erfolgt dabei auch die Feststellung von Mängeln durch Wahrnehmungen über andere Sinnesorgane (Tast-, Gehör-, Geruchsinn; Beispiele: übermäßige Vibration, Lagergeräusche an einer Maschine, Korrosion an einem druckfesten Gerät, Undichtigkeiten).

#### Nahprüfung (TRBS 1201 Teil 1)

Die Nahprüfung beinhaltet die rechtzeitige Feststellung von nicht unmittelbar sicht- oder hörbaren Mängeln und wird analog zur Sichtprüfung, jedoch unter Verwendung von Zugangseinrichtungen (z. B. Leitern) und, falls erforderlich, anderen Hilfsmitteln durchgeführt. Eingriffe in die Prüfobjekte, z. B. die Öffnung eines Gehäuses, sind üblicherweise für eine Nahprüfung nicht erforderlich.

#### Detailprüfung (TRBS 1201 Teil 1)

Die Detailprüfung beinhaltet zusätzlich zu den Aspekten der Sicht- und Nahprüfungen die Feststellung solcher Fehler, die nur durch Eingriffe, z. B. das Öffnen von Gehäusen und/oder, falls erforderlich, unter Verwendung von Werkzeugen und Prüfeinrichtungen zu erkennen sind.

#### Zur Prüfung befähigte Person (BetrSichV)

Zur Prüfung befähigte Person ist eine Person, die durch ihre Berufsausbildung, ihre Berufserfahrung und ihre zeitnahe berufliche Tätigkeit über die erforderlichen Kenntnisse zur Prüfung von Arbeitsmitteln verfügt; soweit hinsichtlich der Prüfung von Arbeitsmitteln in den Anhängen 2 und 3 der BetrSichV weitergehende Anforderungen festgelegt sind, sind diese zu erfüllen. Im Hinblick auf die speziellen Anforderungen, die in explosionsgefährdeten Bereichen an die Qualifikation, Kompetenz und Erfahrung der Fachkräfte gestellt werden müssen, unterscheidet die Betriebssicherheitsverordnung drei Arten von befähigten Personen (Tabelle 3).

#### Instandhaltung (BetrSichV)

Instandhaltung ist die Gesamtheit aller Maßnahmen zur Erhaltung des sicheren Zustands oder der Rückführung in diesen. Instandhaltung umfasst insbesondere Inspektion, Wartung und Instandsetzung.

**Tabelle 3:** Übersicht Anforderungen an zur Prüfung befähigte Personen (BetrSichV 2015)

	zur Prüfung befähigte Person Anh. 2, Abschn. 3, Nummer 3.1 BetrSichV	zur Prüfung befähigte Person Anh. 2, Abschn. 3, Nummer 3.2 BetrSichV	zur Prüfung befähigte Person Anh. 2, Abschn. 3, Nummer 3.3 BetrSichV
Berufsausbildung	Einschlägige technische Berufsausbildung, ausreichende Qualifikation zur Prüfung		Einschlägiges Studium oder Berufsausbildung oder vergleichbare technische Qualifikation oder andere technische Qualifikation mit langjähriger Erfahrung auf dem Gebiet der Sicherheitstechnik
Berufserfahrung	Mindestens einjährige Erfahrung mit der Herstellung, dem Zusammenbau, dem Betrieb oder der Instandhaltung		Umfassende Kenntnisse des Explosionsschutzes einschließlich des zugehörigen Regelwerkes
Zeitnahe berufliche Tätigkeit	Kenntnisse zum Explosionsschutz auf aktuellem Stand halten, z. B. durch Teilnahme an Schulungen oder Unterweisungen		Fortbildung durch regelmäßige Teilnahme an einem einschlägigen Erfahrungsaustausch auf dem Gebiet des Explosionsschutzes
Anerkennung durch zuständige Behörde	nein	ja	nein
Fachliche Weisung	Sie unterliegt bei ihrer Prüftätigkeit keinen fachlichen Weisungen und darf wegen dieser Tätigkeit nicht benachteiligt werden		

# 3. AUFGABEN DES BETREIBERS

## 3.2 PROJEKTIERUNG, AUSWAHL UND ERRICHTUNG

### 3.2.1 PFLICHTEN DES HERSTELLERS UND DES BETREIBERS

Bei der vorliegenden Betrachtung wird davon ausgegangen, dass die Gefährdungsbeurteilung gemäß § 6 GefStoffV durchgeführt und in diesem Zuge auch eine Zoneneinteilung nach Anh. I, 1.7 GefStoffV vorgenommen wurde. Die für eine korrekte Installation notwendigen Informationen bezüglich der Zonenklassifikation, der Temperaturklassen oder der für die brennbaren Substanzen charakteristischen Zündtemperaturen sowie die Einteilung von Gasen und Stäuben in die entsprechenden Gruppen, müssen in Form eines Explosionsschutzdokumentes oder eines aussagekräftigen Auszugs daraus vorliegen. Vor Beginn der Montage ist zu überprüfen, ob die zu montierenden Geräte für den vorliegenden Anwendungsfall geeignet sind. Alle dazu erforderlichen Angaben sind im Typschild der Geräte vorhanden sowie der Betriebsanleitung zu entnehmen. Innerhalb der EU dürfen explosionsgeschützte Geräte nur dann in Verkehr gebracht werden, wenn der Hersteller ein von der ATEX-Richtlinie gefordertes Qualitätssicherungssystem bzw. eine Fertigungskontrolle anwendet und die dabei vorgeschriebenen Prüfungen ausgeführt und erfolgreich bestanden hat. In der IEC 60079-0 heißt es dazu im Abschnitt 28.1 »Verantwortlichkeit des Herstellers – Übereinstimmung der Unterlagen«:

Der Hersteller muss notwendige Verifizierungsmaßnahmen und Prüfungen durchführen, um sicherzustellen, dass das gefertigte elektrische Gerät mit den Dokumentationen übereinstimmt.

Weiter heißt es im Abschnitt 28 »Verantwortlichkeit des Herstellers«: »Durch Anbringen der Kennzeichnung auf dem elektrischen Gerät nach Abschnitt 29 bestätigt der Hersteller in eigener Verantwortung, dass

- das elektrische Gerät in Übereinstimmung mit den im Hinblick auf die Sicherheit zu treffenden Anforderungen der einschlägigen Normen gebaut wurde,
- die in Abschnitt 28.1 angegebenen laufenden Überwachungen und Stückprüfungen erfolgreich abgeschlossen wurden und das Erzeugnis mit der Dokumentation übereinstimmt.«

In der zur technischen Dokumentation zugehörigen EU-Konformitätserklärung bestätigt der Hersteller, dass das Produkt mit den relevanten EU-Richtlinien übereinstimmt.

Für die montierende und installierende Firma bedeutet dies, dass das Gerät an sich keiner weiteren Prüfung auf Einhaltung der sicherheitstechnischen Kenngrößen zu unterziehen ist. Es ist lediglich eine Identifikation der Eignung für den Gebrauch (wie oben geschildert) durchzuführen.

Die Technischen Regeln für Gefahrstoffe und die Technischen Regeln für Betriebssicherheit enthalten sicherheitstechnische Festlegungen im Sinne der Gefahrstoffverordnung und der Betriebssicherheitsverordnung. Für die Errichtung von Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen ist die TRBS-Reihe 2152 (gefährliche explosionsfähige Atmosphäre) und die TRGS 727 (Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladung) zu berücksichtigen. Die TRBS 2152 Teil 3 konkretisiert die Anforderungen der Betriebssicherheitsverordnung zur Vermeidung der Entzündung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre. Sie legt Maßnahmen fest, die das Wirksamwerden der einzelnen Zündquellen verhindern. So sind für elektrische Anlagen viele konkrete Maßnahmen für die Installation aufgeführt. Als zusätzliche Erkenntnisquelle kann die IEC 60079-14 (DIN VDE 0165-1) »Projektierung, Auswahl und Errichtung elektrischer Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen« herangezogen werden.

Im Folgenden soll nicht der Originaltext der IEC 60079-14, 2013 wiedergegeben werden, sondern auf einzelne Forderungen beispielhaft eingegangen werden, deren Beachtung sich in der Vergangenheit als sehr wichtig herausgestellt hat:

#### (4.1) Allgemeine Anforderungen

»Anlagen sollten so ausgelegt und Geräte und Werkstoffe so installiert werden, dass ein leichter Zugang für die Prüfung und Instandhaltung gewährleistet ist.«

Prüfungen können nur dann effektiv und richtig vorgenommen werden, wenn die zu inspizierenden Geräte einfach zugänglich sind. Unnötig gewählte und schwer zugängliche und abgelegene Montageorte provozieren »Alibi-Prüfungen« oder gar den Verzicht auf Prüfungen.

#### (5) Auswahl elektrischer Geräte

In den Abschnitten 5.1 bis 5.2 sind wichtige explosionsschutztechnische Auswahlkriterien aufgeführt:

Das Schutzniveau der Geräte muss auf die jeweilige Zone abgestimmt werden. Hierzu dient die Einteilung der Geräte in Gerätekategorien nach ATEX-Richtlinie bzw. in die Geräteschutzniveaus nach IEC 60079-0 (Tabelle 4).

Für die Auswahl der Geräte in Bezug auf die Stoffe selber werden die Gruppe und die Zündtemperatur der Stoffe herangezogen. Bei Gasatmosphären werden die Geräte über Gruppe IIA, IIB, IIC und Temperaturklasse T1 bis T6 ausgewählt. Bei Staubatmosphären gelten die Gruppen IIIA, IIIB, IIIC und die max. Oberflächentemperatur des Gerätes bezogen auf die Zündtemperatur der Staubwolke und der Staubschicht. Hierbei sind die Sicherheitsfaktoren aus der IEC 60079-14 zu beachten.

Bei der Auswahl der Geräte findet häufig eine Forderung zu wenig Beachtung: Der Schutz gegen äußere Einflüsse (5.9). Es wird vom Errichter gefordert, dass die elektrischen Geräte gegen äußere Einflüsse geschützt sind, die den Explosionsschutz nachteilig beeinträchtigen könnten (z. B. chemische, thermische, mechanische Einwirkungen, Schwingungen oder Feuchte).

Die Geräte sind in Bezug auf bestimmte standardisierte Umgebungsbedingungen konstruiert, geprüft und zugelassen. Liegen besondere Einsatzbedingungen vor, so ist dies vorab zwischen Betreiber und Hersteller zu besprechen, um gegebenenfalls wirksame Zusatzmaßnahmen ergreifen zu können. Insbesondere in Bezug auf den Schutz gegen das Eindringen von Wasser und Feuchtigkeit ist zu beachten, dass die IP-Schutzgrade, die vom Hersteller auf dem Typschild angegeben werden, nur auf Basis von genormten Prüfungsbedingungen ermittelt werden können, welche oft mit den in der Praxis anzutreffenden Belastungen nicht vergleichbar sind. Vielfach kann durch Anbringen eines Schutzdaches oder durch Montage eines Druckausgleichstutzens im Gehäuse eine ausreichende Wirkung gegen das Eindringen von Feuchtigkeit erzielt werden (Bild 1).

**Tabelle 4:** Einteilung Geräte in Gerätekategorien/ Geräteschutzniveau

Zone	Gerätekategorie	Geräteschutzniveau
0	1G	Ga
1	2G	Gb
2	3G	Gc
20	1D	Da
21	2D	Db
22	3D	Dc



Bild 1: Der Druckausgleichstutzen schützt vor Eindringen von Feuchtigkeit

# 3. AUFGABEN DES BETREIBERS

## (5.6) Max. Umgebungstemperatur

Hier ist zu beachten, dass für die Installationspraxis im Nicht-Ex-Bereich eine Umgebungstemperatur von 30 °C bzw. 25 °C zugrunde gelegt wird.

Die IEC 60079-0 (allgemeine Anforderungen an Geräte für explosionsgefährdete Bereiche) hat die atmosphärischen Bedingungen von -20 °C bis + 60 °C festgelegt, für die Geräte in explosionsgefährdeten Bereichen zum Einsatz kommen. Allerdings wird als normale Betriebsumgebungstemperatur ein Bereich von -20 °C bis +40 °C angenommen, sofern der Hersteller keine Umgebungstemperatur auf dem Gerät angibt.

Weiterhin ist im Hinblick auf die Temperatur zu berücksichtigen, dass durch die aus Explosionsschutzgründen notwendigen Kapselungen Maßnahmen zur Wärmeabführung, wie sie aus der konventionellen Elektrotechnik her bekannt sind, nicht realisierbar sind.

## (6.2) Gefährdung durch aktive Teile

Bei den geforderten Berührungsschutzmaßnahmen geht es um die Vermeidung von Zündgefahren. Jede Berührung mit blanken aktiven Teilen – ausgenommen eigensichere Teile – kann einen Zündfunken erzeugen und muss verhindert werden.

## (6.4) Potentialausgleich

Für Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen ist ein Potentialausgleich erforderlich. Bei TN-, TT- und IT-Systemen müssen alle Körper elektrischer Geräte und fremde leitfähige Teile an das Potentialausgleichssystem angeschlossen sein. Die Verbindungen müssen gegen Selbstlockern gesichert sein.

## (9) Kabel und Leitungssysteme

Kabel und Leitungen sowie das Zubehör sollten nach Möglichkeit an Stellen installiert sein, an denen sie gegen mechanische Beschädigung und Korrosion oder gegen chemische Einwirkungen und Beeinträchtigung durch Wärme geschützt sind. Wenn Einwirkungen dieser Art unvermeidbar sind, müssen Maßnahmen zum Schutz der Anlage wie beispielsweise eine Installation im Schutzrohr getroffen oder zweckentsprechende Kabel und Leitungen ausgewählt werden.

Es ist sicherzustellen, dass es während oder nach Abschluss der Montage beim Verschließen der Geräte zu keiner Beschädigung der Leiterisolation kommen kann. So muss beispielsweise bei großen druckfest gekapselten Steuerungen mit herausklappbaren Montageebenen darauf geachtet werden, dass es beim Einklappen dieser Montageplatten oder beim Schließen der Druckraumdeckel keine mechanische Beschädigung von Kabeln und Leitern geben kann (Bild 2). Kabel- und Leitungseinführungen in erhöhter Sicherheit bieten zwar einen geprüften Zugentlastungsschutz, sind aber trotzdem lediglich für eine ortsfeste Verlegung geeignet, d. h., die Anschlussleitung muss außerhalb des Gehäuses separat mechanisch fixiert sein.



Bild 2: Kabel und Leiter sind vor mechanischer Beschädigung geschützt



Bild 3: Trennplatte zur Trennung von eigensicheren und nicht eigensicheren Stromkreisen

Bezüglich der Einzelbestimmungen für die Eigensicherheit ist zu sagen, dass im Gegensatz zu allen anderen Zündschutzarten bei dieser Schutzart der Bereich des eigensicheren Stromkreises, der sich im Nicht-Ex-Bereich befindet, ebenfalls mit berücksichtigt werden muss. Bei der Zündschutzart »Eigensicherheit« handelt es sich nicht um Einzelgeräte oder Bauteile, die für sich gesehen explosionsgeschützt sind, sondern immer um geschlossene Stromkreise, die sicher gegen nicht eigensichere Stromkreise und auch gegen andere eigensichere Stromkreise getrennt sein müssen.

Daraus resultieren die Anforderungen an die Trennung und Kennzeichnung der eigensicheren Stromkreise wie z. B.:

- die getrennte Leitungsverlegung,
- die durchgehende Kennzeichnung der eigensicheren Stromkreise z. B. durch die blaue Farbe,
- die Abschirmung,
- die erdfreie Errichtung oder besondere Anforderungen an die Erdung,
- der erhöhte Abstand bei den Klemmen für den äußeren Anschluss usw. (Bild 3).

Beim Zusammenschalten eigensicherer Stromkreise mit zugehörigen Betriebsmitteln, welche aktiv sein können, muss die Eigensicherheit sichergestellt sein.



Bild 4: Passende Verschlussstopfen schließen sicher ab

### 3.2.2 WEITERE ANFORDERUNGEN AN DIE MONTAGE UND INSTALLATION

Aus Sicht der Gewährleistung der Anforderungen des Explosionsschutzes sind bei der Montage der elektrischen Geräte weitere Forderungen zu beachten:

- Die Gehäuse der explosionsgeschützten elektrischen Geräte sollten während der Montage und Installation weitestgehend geschlossen bleiben. Dies bedeutet, dass sie nicht länger zu öffnen sind, als es für den elektrischen Anschluss und andere erforderliche Prüf- und Einstellarbeiten erforderlich ist. Erfahrungsgemäß führt ein langzeitiges Öffnen des Gehäuses zu einer verstärkten Ansammlung von Feuchtigkeit und Schmutz im Inneren des Gerätes. Dies verschlechtert den Zustand der Kriechstrecken auf den Isolationsoberflächen und kann über längere Zeit zur Bildung von Kriechwegen und damit zu Kurzschlüssen führen. Nach Abschluss der Montage- und Installationsarbeiten sollte das Gerät hinsichtlich Feuchtigkeit oder Schmutz überprüft und gegebenenfalls gereinigt und getrocknet werden.
- Die verwendeten Kabel- und Leitungseinführungen müssen mit der Zündschutzart des Gehäuses übereinstimmen. Bei einem druckfesten Gehäuse bedeutet dies, dass sowohl die Kabelverschraubung generell für druckfeste Kapselung zugelassen sein muss, aber auch die Übereinstimmung mit der Gruppe (IIA, IIB, IIC) muss gegeben sein. In der IEC 60079-14, 2013 ist die Auswahl der richtigen Kabeleinführung in druckfeste Gehäuse beschrieben. Die einzelnen Adern müssen abgedichtet werden, damit eine mögliche Explosion im druckfesten Gehäuse nicht durch das Kabel durchzündet. Dafür wurden spezielle Kabeleinführungen entwickelt, bei denen die einzelnen Adern mit Hilfe einer Vergussmasse abgedichtet werden können. Unter bestimmten Bedingungen kann auf die Abdichtung verzichtet werden, z. B. wenn das angeschlossene Kabel länger als 3 m und weitere Anforderungen an die Konstruktion erfüllt sind (siehe 10.6.2 der IEC 60079-14, 2013). Bei Verwendung von metallischen Verschraubungen ist die korrekte Einbeziehung in das Erdungssystem und der Potentialausgleich zu gewährleisten. Unbenutzte Öffnungen in Gehäusen des Gerätes müssen durch zugelassene und für die Zündschutzart passende Verschlussstopfen sicher verschlossen sein (Bild 4). Bringt der Betreiber die Öffnungen für Leitungsdurchführungen in Gehäuse der Zündschutzart »Erhöhte Sicherheit« selbst an, so muss er sicherstellen, dass die IP-Schutzart IP54, die in der zutreffenden Norm IEC 60079-7 gefordert wird, nach Montage der Kabel- und Leitungseinführungen eingehalten ist, und dass alle weiteren Vorgaben des Herstellers des Gerätes, die in der Betriebsanleitung dokumentiert sind, eingehalten werden. Bohrungen in druckfest gekapselten Gehäusen sind besonders kritisch zu betrachten, da ein nicht eingehaltenes Spaltmaß zur Durchzündung führen kann. In diesen Fällen

## 3. AUFGABEN DES BETREIBERS

ist entweder einer Stückprüfung durch den Hersteller oder einer zur Prüfung befähigten Person nach Anh. 2, Abschn. 3, 3.2 BetrSichV oder einer zugelassenen Überwachungsstelle (ZÜS) notwendig.

- Beim Durchführen der Anschlussleitung durch die Kabel- und Leitungseinführung ist zu beachten, dass der Außendurchmesser des Kabels mit dem Klemmbereich der Kabel- und Leitungseinführung übereinstimmen muss. Abschließend muss die Kabel- und Leitungseinführung nach den Vorgaben des Herstellers richtig angezogen werden.
- Bei Kabeleinführung von oben ist sicherzustellen, dass kein Wasser über das Kabelinnere in das Gehäuse gelangt. Dies kann beispielsweise durch das Formen einer Kabelschleife vor dem Eintritt in die Verschraubung geschehen (Bild 5).



Bild 5: Kabelschleife schützt vor Eindringen des Wassers

**Bei der Zündschutzart »Erhöhte Sicherheit« sind folgende Punkte besonders zu beachten:**

- Beim Auflegen der Leitungen auf die Anschlussklemmen ist zu beachten, dass die Klemmquerschnitte der Leitungen mit den Klemmvermögen der Anschlussklemmen übereinstimmen. Nach Ausführung der Anschlüsse sind die für die jeweilige Zündschutzart vorgegebenen Luft- und Kriechstrecken einzuhalten. Ein zu langes Abisolieren der Leiterenden kann ebenfalls zu einer Verringerung der Luftstrecken führen (Bild 6).
- Die anzuschließenden Leitungsenden sind gegen das Aufspleißen zu schützen. Das kann mit der Verwendung von geeigneten Hilfsmitteln wie Adernendhülsen oder Kabelschuhen, aber auch durch die Art der Klemme geschehen. Viele der heute marktüblichen Ex-Klemmen sind so konstruiert, dass eine Verwendung eines zusätzlichen Aufspleißschutzes nicht notwendig ist. Man sollte auch beachten, dass das Anbringen von zusätzlichem Aufspleißschutz eine Reihe von Fehlerquellen beinhaltet, die zu einer Verringerung des Explosionsschutzniveaus führen können. Generell hat zusätzlicher Aufspleißschutz nur mit den zum Leiterquerschnitt passenden Adernhülsen bzw. Kabelschuhen und unter Verwendung der vom Hersteller vorgegebenen Werkzeuge zu erfolgen.
- Zu kurzes Abisolieren der Leiterenden ist unbedingt zu vermeiden, da dies die Gefahr des Unterklemmens von Isolationsstoffen mit sich bringt. Dies kann wiederum zu einer Entstehung von Heißpunkten führen (Bild 6).



Bild 6: Richtiges und falsches Auflegen der Leitungen

- Die Anschlussräume explosionsgeschützter elektrischer Geräte sind so zu gestalten, dass sie genügend Platz aufweisen, um eingeführte Leitungen ordnungsgemäß zu verlegen. Insbesondere ist auf die Einhaltung des für den Leiterquerschnitt zulässigen Biegeradius zu achten. Weiterhin ist durch die Anordnung der eingeführten Leiter die Möglichkeit einer mechanischen Beschädigung, beispielsweise während der Bewegung von Einbauteilen, Montageplatten, Deckeln usw., zu vermeiden. Es ist darauf zu achten, dass durch die Art der Verlegung eine unzulässige Bündelung von stromführenden Leitern vermieden wird (Temperatur) sowie Steuerstromkreise getrennt von Hauptstromkreisen zu verlegen sind (gegenseitige Beeinflussung) (Bild 7).
- Die erforderlichen Abstände von eigensicheren Stromkreisen zu nicht eigensicheren Stromkreisen sind einzuhalten.



Bild 7: Getrennte Bündelung von Leitern



Bild 8: Berührungsschutz

#### Nach Abschluss der Montage- und Installationsarbeiten sind folgende Tätigkeiten erforderlich:

- Der innere Zustand des installierten Gerätes ist zu überprüfen, gegebenenfalls ist der Anschlussraum zu reinigen und zu trocknen.
- Während der Installation abgenommener Berührungsschutz ist wieder anzubringen (Bild 8).
- Im Gerät montierte elektrische Auslösegeräte sind durch den Betreiber vor der ersten Benutzung auf den Nennwert einzustellen. Werkmäßig erfolgt in der Regel keine Einstellung der Auslösegeräte, da die elektrischen Daten der Anlage dem Hersteller meistens nicht bekannt sind.
- Alle elektrischen und mechanischen Verbindungsstellen sind zu überprüfen.
- Das Gehäuse ist sorgfältig zu verschließen. Bei der Zündschutzart »Erhöhte Sicherheit« kommt es dabei auf die Gewährleistung der Dichtheit des Gehäuses an, bei der Zündschutzart »Druckfeste Kapselung« auf die korrekte Gestaltung und Absicherung des zünddurchschlagsicheren Spaltes. Dazu sind bei Gewindespalten die Druckraumdeckel bis zur Anschlagsschraube einzudrehen und bei Flachspalten sämtliche Deckelbefestigungsschrauben fest anzuziehen. Vor Verschluss ist der zünddurchschlagsichere Spalt durch Verwendung eines korrosionshemmenden Fettes zu schützen (Bild 9). Die erforderlichen Angaben über Anzugsdrehmomente und Verschlusstechnik sind der Betriebsanleitung zu entnehmen.



Bild 9: Verwendung von korrosionshemmenden Fett

# 3. AUFGABEN DES BETREIBERS

## 3.3 PRÜFUNG UND INSTANDHALTUNG

### 3.3.1 GESETZLICHE ANFORDERUNGEN

Die Anforderungen an die Prüfung von überwachungsbedürftigen Anlagen legt die Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) in ihrem § 15 fest: »Prüfung vor Inbetriebnahme und vor Wiederinbetriebnahme nach prüfpflichtigen Änderungen« und § 16 »Wiederkehrende Prüfung« fest. Für explosionsgefährdete Bereiche sind weitere Details im Anhang 2 Abschnitt 3 aufgeführt.

### 3.3.2 ANFORDERUNGEN AN DIE QUALIFIKATION DES PRÜFPERSONALS

Sämtliche Prüfungen, die in der Betriebssicherheitsverordnung festgelegt sind, müssen von einer zugelassenen Überwachungsstelle oder von einer zur Prüfung befähigten Person durchgeführt werden. Letztere ist in § 2 (6) definiert. Zusätzliche Anforderungen an die zur Prüfung befähigten Personen für Explosionsgefährdungen sind in Abschnitt 3.1 dieser Broschüre zusammengefasst.

### 3.3.3 TECHNISCHE DOKUMENTATION FÜR DIE PRÜFUNGS- UND INSTANDHALTUNGSARBEITEN

Für die korrekte Ausführung der Prüfungen sowie der Instandhaltungsarbeiten steht dem Fachmann vor Ort eine Vielzahl von Unterlagen zur Verfügung. Dabei handelt es sich zum einen um produktspezifische Unterlagen und zum anderen um allgemeingültige Unterlagen.

Zu den produktspezifischen Unterlagen zählt man:

- die Kennzeichnung auf dem Typschild des Gerätes,
- die dem Gerät beigelegte Betriebsanleitung,
- die EU-Baumusterprüfbescheinigung sowie die EU-Konformitätserklärung des Herstellers,
- bei komplexeren Schalt- und Verteilungsanlagen können noch Unterlagen wie Schaltpläne, Aufbaupläne oder Klemmenpläne zur technischen Dokumentation gehören.

Für die korrekte Ausführung der Prüfungs- und Instandhaltungsarbeiten ist es unbedingt erforderlich, dass die komplette produktspezifische Dokumentation über die gesamte Einsatzdauer des Produktes sicher aufbewahrt wird und den mit den Instandhaltungsarbeiten betrauten Fachleuten zur Verfügung gestellt werden kann.

Besonders wichtig sind Betriebsanleitungen von Geräten, die mit einem »X« gekennzeichnet sind. Für sie gelten spezielle Bedingungen für den sicheren Betrieb, die in den Betriebsanleitungen beschrieben sein müssen und vom Betreiber unbedingt einzuhalten sind.

Zu den allgemeingültigen Dokumenten für die Prüfung und Instandhaltung zählen:

- die relevanten Rechtsvorschriften wie die GefStoffV und die BetrSichV und das dazugehörige Technische Regelwerk (TRGS und TRBS),
- die einschlägigen Normen und Standards für die Zündschutzarten,
- die Normen, die das Errichten, die Instandhaltung, die Prüfung sowie Reparaturen und Änderungen an elektrischen Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen regeln.

### 3.3.4 PRÜFUNG VOR INBETRIEBNAHME UND VOR WIEDERINBETRIEBNAHME NACH PRÜFPFLICHTIGEN ÄNDERUNGEN NACH § 15 UND ANHANG 2 ABSCHNITT 3 UND 4

Im Anhang 2 Abschnitt 3 Nummer 4.1 der BetrSichV heißt es:

*»Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen sind vor der erstmaligen Inbetriebnahme und nach prüfpflichtigen Änderungen vor der Wiederinbetriebnahme auf Explosionssicherheit zu prüfen. Hierbei sind das im Explosionsschutzdokument nach § 6 Absatz 9 Nummer 2 der Gefahrstoffverordnung dargelegte Explosionsschutzkonzept und die Zoneneinteilung zu berücksichtigen. Bei der Prüfung ist festzustellen, ob*

- a. die für die Prüfung benötigten technischen Unterlagen vollständig vorhanden sind,*
- b. die Anlage entsprechend dieser Verordnung errichtet und in einem sicheren Zustand ist und*
- c. die festgelegten technischen und organisatorischen Maßnahmen wirksam sind.«*

Diese Prüfungen müssen von von einer zugelassenen Überwachungsstelle, siehe § 15 (3) oder von einer zur Prüfung befähigten Person nach Nummer 3.3 (siehe Anh. 2, Abschn. 3, 4.1) durchgeführt werden.

Mit Ausnahme von Anlagen nach § 18 Absatz 1 Satz 1 Nummer 3 bis 7 dürfen die Prüfungen von

- Lüftungsanlagen,
- Gaswarneinrichtungen,
- Inertisierungseinrichtungen und
- Geräten, Schutzsystemen, Sicherheits-, Kontroll- und Regelvorrichtungen im Sinne der Richtlinie 2014/34/EU

als Bestandteil einer Anlage in explosionsgefährdeten Bereichen mit ihren Verbindungseinrichtungen und ihren Wechselwirkungen mit anderen Anlagenteilen auch von einer zur Prüfung befähigten Person nach Nummer 3.1 durchgeführt werden (Änderung der BetrSichV von 11/2016).

Bei Anlagen nach § 18 Absatz 1 Satz 1 Nummer 3 bis 7 handelt es sich zum Beispiel um Gasfüllanlagen, Lageranlagen und Füllstellen für entzündbare Flüssigkeiten, Tankstellen und Flugbetankungsanlagen.

Die Prüfung vor erstmaliger Inbetriebnahme umfasst auch die Kontrolle der unter 3.2 beschriebenen Montage- und Installationsregeln sowie notwendige Funktionsprüfungen und Messungen. Insbesondere bei komplexen Schalt- und Verteileranlagen ist eine umfassende Funktionsprüfung nach der Installation erforderlich, da eine solche Prüfung durch den Hersteller in der Regel nicht durchführbar ist. Eine komplette Prüfung aller vorgesehenen Funktionen ist nur möglich, wenn alle Einspeisungen angeschlossen sind bzw. alle Ausgänge mit den vorgesehenen Betriebslasten verbunden sind. Diese sind in der Regel im Herstellerwerk nicht verfügbar, sodass sich eine Funktionsprüfung beim Hersteller auf einfache Schaltfunktionen bzw. auf die Überprüfung der korrekten Ausführung der inneren Verdrahtung beschränken muss. Eine weitere wichtige Tätigkeit während der Erstprüfung ist das Einstellen der in Schalt- und Verteileranlagen eingebauten Schutzeinrichtungen, wie Leistungsschalter oder Motorschutzrelais, auf den erforderlichen Nennstrom IN. Außerdem sollten bei der Erstprüfung alle Erd- und Potentialausgleichsverbindungen auf Vollständigkeit und das Unterschreiten des erforderlichen maximalen Leiterwiderstandes überprüft werden.

# 3. AUFGABEN DES BETREIBERS

## 3.3.5 WIEDERKEHRENDE PRÜFUNGEN

Wie in den Abschnitten 3.2 und 3.3.4 dargestellt wurde, kann der Betreiber unmittelbar nach der Inbetriebnahme der Anlage davon ausgehen, dass sich sowohl die einzelnen Komponenten der Anlage als auch das System als Ganzes in einem ordnungsgemäßen und überprüften Zustand befindet. Jedes technische System, so auch ein explosionsgeschütztes elektrisches Gerät, unterliegt aber einem Verschleiß. Diese Tatsache wird in den Normen, welche die einzelnen Zündschutzarten beschreiben, durch angemessene Sicherheitsfaktoren berücksichtigt. Ungeachtet dessen ist es erforderlich, dieses hohe Sicherheitsniveau über die gesamte Lebensdauer eines explosionsgeschützten elektrischen Gerätes aufrechtzuerhalten. Zu diesem Zweck gibt der Gesetzgeber dem Betreiber in dem § 16 der BetrSichV die Verpflichtung zur regelmäßigen Überprüfung seiner Anlagen vor:

»(1) Der Arbeitgeber hat sicherzustellen, dass überwachungsbedürftige Anlagen nach Maßgabe der in Anhang 2 genannten Vorgaben wiederkehrend auf ihren sicheren Zustand hinsichtlich des Betriebs geprüft werden.«

»(2) Bei der wiederkehrenden Prüfung ist auch überprüfen, ob die Frist für die nächste wiederkehrende Prüfung nach § 3 Absatz 6 zutreffend festgelegt wurde. Im Streitfall entscheidet die zuständige Behörde.«

### Für Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen heißt es im Anh. 2, Abschn. 3, 5:

»Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen sind mindestens alle sechs Jahre auf Explosionssicherheit zu prüfen. Hierbei sind das Explosionsschutzdokument und die Zoneneinteilung zu berücksichtigen. Bei der Prüfung ist festzustellen, ob

- a. die für die Prüfung benötigten technischen Unterlagen vollständig vorhanden sind und ihr Inhalt plausibel ist,
- b. die Prüfungen nach den Nummern 5.2 und 5.3 durchgeführt und die dabei festgestellten Mängel behoben wurden, oder ob das Instandhaltungskonzept nach Nummer 5.4 geeignet ist und angewendet wird,
- c. sich die Anlage in einem dieser Verordnung entsprechenden Zustand befindet und sicher verwendet werden kann und
- d. die festgelegten technischen Maßnahmen geeignet und funktionsfähig und die festgelegten organisatorischen Maßnahmen geeignet sind.«

Diese Prüfung muss von einer zugelassenen Überwachungsstelle oder mit Ausnahme der Anlagen nach § 18 Absatz 1 Satz 1 Nummer 3 bis 7 einer zur Prüfung befähigten Person nach Nummer 3.3 durchgeführt werden.

Zusätzlich sind nach Nummer 5.2 »Geräte, Schutzsysteme, Sicherheits-, Kontroll- und Regelvorrichtungen im Sinne der Richtlinie 2014/34/EU mit ihren Verbindungseinrichtungen, auch als Bestandteil von Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen und von Anlagen nach § 18 Absatz 1 Nummer 3 bis 7, unter Berücksichtigung von Wechselwirkungen mit anderen Anlagenteilen, wiederkehrend mindestens alle drei Jahre zu prüfen.«

Nach Nummer 5.3 müssen Lüftungsanlagen, Gaswarneinrichtungen und Inertisierungsanlagen wiederkehrend jährlich geprüft werden.

Diese Prüfungen dürfen von einer zur Prüfung befähigten Person nach Nummer 3.1 durchgeführt werden.

Der Gesetzgeber verpflichtet den Betreiber also zur wiederkehrenden Prüfung und setzt ein bestimmtes Mindestkriterium, indem er diese Prüfungen in bestimmten Abständen fordert. Die konkrete Ermittlung der notwendigen Zeitabstände zwischen den Prüfungen ist aber Aufgabe des Betreibers selbst. Er muss bei der wiederkehrenden Prüfung überprüfen, ob die Frist für die nächste Prüfung zutreffend festgelegt wurde.

### Welche Anhaltspunkte stehen zur Ermittlung der tatsächlich notwendigen Fristen für die periodischen Prüfungen zur Verfügung?

- a. Die Berücksichtigung der Umgebungsbedingungen: Ein elektrisches Gerät wird in Abhängigkeit von den vorliegenden Umgebungsbedingungen mehr oder weniger stark angegriffen. So sind bei der Festlegung der Prüfungs- und Wartungsintervalle solche Gesichtspunkte wie der Aufstellungsort (Aufstellung im Freien oder in Innenräumen), die Anwesenheit von korrosiven Atmosphären, Verschmutzung mit aggressiven Substanzen wie z. B. Hydrauliköl, die langzeitige direkte Sonneneinwirkung mit ihren Haupteffekten der ultravioletten Strahlung und damit der Zersetzung von Kunststoffteilen und der Erwärmung zu berücksichtigen. Weiterhin spielt hier die Windbelastung sowie Beregnung, Überflutung oder Betauung eine wichtige Rolle.
- b. Ein weiteres wichtiges Kriterium zur Ermittlung der notwendigen Prüfintervalle sind die Betriebsbedingungen. Hier sind solche Gesichtspunkte wie die mittlere Betriebsdauer, der Grad der Belastung des Gerätes relativ zur maximal zulässigen Belastung, die gegenseitige Beeinflussung von zusammenschalteten Geräten sowie die Sicherung vor Fehlbedingungen zu berücksichtigen. Der Betreiber muss einschätzen, wie weit sich bestimmte Betriebsregime auf den Grad der Abnutzung und des Verschleißes des Gerätes auswirken und dementsprechend Prüfungen festlegen.

- c. Als eine weitere wichtige Quelle für die Ermittlung notwendiger Prüfintervalle stehen dem Betreiber seine häufig langjährigen Erfahrungen zur Verfügung. Um diese Erfahrungen effektiv ausnutzen zu können, müssen die Ergebnisse von Prüfungen, Wartung und Reparaturen lückenlos aufgezeichnet sein. Nur dann ist es möglich, über einen längeren Zeitraum systematisch zu analysieren, welche Geräte unter welchen Umgebungs- und Betriebsbedingungen welche Verschleißerscheinungen aufweisen, und dementsprechend rechtzeitig Prüfungen einzuplanen.
- d. Die Hersteller von explosionsgeschützten elektrischen Geräten geben, falls möglich, Hinweise zur Festlegung von Prüf- und Wartungsintervallen in den Betriebsanleitungen vor.
- e. Prüfungen sind außerdem erforderlich, wenn es in der Anlage zu einer Änderung der Zoneneinteilung kommt oder der Einbauort eines Gerätes geändert wird. Der Schwerpunkt dieser Prüfungen liegt darin, festzustellen, ob das Gerät für die neuen Umgebungsbedingungen überhaupt ausreichend geeignet ist.

Die technischen Prüfungen können nach TRBS 1201 Teil 1 bzw. IEC 60079-17 bezüglich ihrer Prüftiefe in

- Sichtprüfung,
- Nahprüfung und
- Detailprüfung

unterschieden werden (Definition siehe 3.1).

Die Prüfungen können sowohl als Stichprobenprüfung bei einer größeren Anzahl gleichartiger Geräte wie beispielsweise Leuchten in Fabrikationshallen als auch als Stückprüfung an den einzelnen Geräten durchgeführt werden. Dabei ist zu beachten, dass bei Stichprobenprüfungen vor allem systematische Fehler wie beispielsweise der Einfluß von Umgebungsbedingungen, Schwingen, Konstruktionsmängeln usw. zu ermitteln ist. Mit sorgfältiger Planung und Dokumentation verbunden, stellen Stichprobenprüfungen eine wirtschaftliche und effektive Überwachungsform dar. Zufällige Fehler wie z. B. lockere Verbindungen oder Beschädigungen von Gehäusen werden üblicherweise durch die Stückprüfung erkannt. Die Entscheidung, ob während der wiederkehrenden Prüfungen an bestimmten elektrischen Geräten Sicht-, Nah- oder Detailprüfungen durchgeführt werden und ob diese Prüfungen für jedes Gerät durchzuführen sind oder als Stichprobe, obliegt ebenfalls dem Betreiber. Ihm stehen dazu die unter a) bis d) genannten Entscheidungshilfen zur Verfügung. Sehr hilfreich sind auch die in der obenstehenden Norm enthaltenen Tabellen 1 bis 3, die für die wichtigsten Zündschutzarten geeignete Prüfpläne enthalten. Gemäß § 17 BetrSichV sind die Ergebnisse sämtlicher Prüfungen generell aufzuzeichnen.

### 3.3.6 INSTANDHALTUNGSKONZEPT

*»Auf die Prüfungen nach Nummer 5.2 (Geräte, Schutzsysteme, Sicherheits-, Kontroll- und Regelvorrichtungen nach ATEX) und 5.3 (Lüftungsanlagen, Gaswarn- und Inertisierungseinrichtungen) kann verzichtet werden, wenn der Arbeitgeber im Rahmen der Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung ein Instandhaltungskonzept festgelegt hat, das gleichwertig sicherstellt, dass ein sicherer Zustand der Anlagen aufrechterhalten wird und die Explosionssicherheit dauerhaft gewährleistet ist. Die Wirksamkeit des Instandhaltungskonzepts ist im Rahmen der Prüfung nach Nummer 4.1 zu bewerten.«*

Hierbei dürfte die größte Schwierigkeit darin bestehen, die Gleichwertigkeit des Instandhaltungskonzeptes mit den wiederkehrenden Prüfungen nachzuweisen.

### 3.3.7 INSTANDSETZUNG

In § 10 der BetrSichV ist festgelegt, dass Arbeitsmittel, zu denen natürlich auch die Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen zählen, nicht betrieben werden dürfen, wenn sie Mängel aufweisen, durch die Beschäftigte oder Dritte gefährdet werden können. In § 10 Absatz 2 heißt es:

*»(1) Der Arbeitgeber hat Instandhaltungsmaßnahmen zu treffen, damit die Arbeitsmittel während der gesamten Verwendungsdauer den für sie geltenden Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen entsprechen und in einem sicheren Zustand erhalten werden (...). Notwendige Instandhaltungsmaßnahmen (...) sind unverzüglich durchzuführen und die dabei erforderlichen Schutzmaßnahmen zu treffen.«*

Berühren die Instandsetzungsarbeiten Sicherheitsaspekte des Gerätes, also im explosionsgefährdeten Bereich Eigenschaften, die den Explosionsschutz beeinflussen, muss das instandgesetzte Arbeitsmittel vor der Wiederinbetriebnahme durch eine zur Prüfung befähigte Person, die von der zuständigen Behörde anerkannt ist, überprüft werden. In Nummer 4.2 heißt es dazu:

Geräte, Schutzsysteme und Sicherheits-, Kontroll- oder Regelvorrichtungen im Sinne der Richtlinie 2014/34/EU dürfen nach einer Instandsetzung hinsichtlich eines Teils, von dem der Explosionsschutz abhängt, erst wieder in Betrieb genommen werden, nachdem im Rahmen einer Prüfung festgestellt wurde, dass das Teil in den für den Explosionsschutz wesentlichen Merkmalen den gestellten Anforderungen entspricht.

Diese Prüfung darf durch eine zur Prüfung befähigte Person nach Nummer 3.2 durchgeführt werden. Weiterhin besteht die Möglichkeit, die Prüfung durch den Hersteller des instandgesetzten Produktes durchführen zu lassen.

## 3. AUFGABEN DES BETREIBERS

Ob ein Gerät nach einer durchgeführten Reparatur durch eine anerkannte, zur Prüfung befähigte Person des Betreibers bzw. durch den Hersteller des Gerätes selbst überprüft werden muss, hängt also davon ab, ob die Reparaturarbeiten mit dem Explosionsschutz des Gerätes zusammenhängen oder nicht. Auch hier ist, genau wie bei der Festlegung der notwendigen Prüfintervalle, eine eindeutige Entscheidung in manchen Fällen schwierig. Das Auswechseln einer Dichtung in einem Klemmenkasten der Zündschutzart »Erhöhte Sicherheit« kann genauso eine Relevanz zum Explosionsschutz haben wie das Bearbeiten von zünddurchschlagsicheren Spalten. Die Anforderungen an die Instandsetzung mit Relevanz für den Explosionsschutz wird in der Technischen Regel zur Betriebssicherheit TRBS 1201 Teil 3 konkretisiert:

Instandsetzung an Geräten, Schutzsystemen, Sicherheits-, Kontroll- und Regelvorrichtungen im Sinne der Richtlinie 94/9/EG – Ermittlung der Prüfnotwendigkeit gemäß § 14 Abs. 6 BetrSichV. (Anmerkung der Redaktion: hier wird noch auf die Vorgänger-richtlinie für den Hersteller 94/9/EG verwiesen sowie auf den Abschnitt § 14 (6) der alten Betriebssicherheitsverordnung. Hier muss eine entsprechende Überarbeitung seitens des Ausschusses für Betriebssicherheit erfolgen).

In dieser TRBS befindet sich eine Beispielsammlung für die Abgrenzung zwischen allgemeinen Instandsetzungen ohne Relevanz für den Explosionsschutz und besonderen Instandsetzungen mit Relevanz für den Explosionsschutz.

Bei der folgenden, auf die jeweiligen Zündschutzarten bezogenen Darstellung der periodischen Prüfungen, Wartungsarbeiten und Instandsetzungsarbeiten, soll versucht werden, dem Betreiber geeignete Entscheidungshilfen zur Verfügung zu stellen.

### 3.3.8 BESONDERE ANFORDERUNGEN AN DIE PRÜFUNG UND WARTUNG BZW. REPARATUR VON DRUCKFEST GEKAPSELTEN ELEKTRISCHEN GERÄTEN

Geräte der Zündschutzart »Druckfeste Kapselungen« zeichnen sich dadurch aus, dass in ihrem Inneren Explosionen stattfinden können, eine Ausbreitung dieser Explosion auf die das Gerät umgebende explosionsfähige Atmosphäre jedoch durch konstruktive Maßnahmen verhindert wird. Dies wird zum einen dadurch gewährleistet, dass die Festigkeit der druckfesten Kapselung so groß ist, dass sie dem inneren Explosionsdruck sicher widerstehen kann, und zum anderen, dass die nach außen führenden Spalten so gestaltet sind (Länge und Breite), dass ein sich von innen nach außen bewegender Funke oder eine Flammenfront während des Passierens des Spaltes so viel Energie verliert, dass, außen angekommen, die Restenergie nicht mehr ausreicht, die äußere Atmosphäre zu zünden. Außerdem wird durch eine Begrenzung der inneren Verlustleistung eine unzulässige Erwärmung der äußeren Gehäusewand verhindert.

Aus der Charakteristik des Schutzprinzips lässt sich die Zielsetzung für die Prüfungs-, Wartungs- und Reparaturtätigkeiten an druckfest gekapselten Betriebsmitteln ableiten:

- das Gehäuse muss über die gesamte Lebensdauer des Betriebsmittels seine erforderliche Festigkeit behalten und
- die Spaltabmessungen müssen entsprechend den Vorgaben aus der IEC 60079-1 erhalten bleiben,
- im Betriebsmittel muss die während des normalen Betriebes entstehende Verlustleistung unter dem durch die Prüfstelle bestimmten Maximalwert bleiben.

Bei der Betrachtung von elektrischen Geräten der Zündschutzart »Druckfeste Kapselung« kann in Bezug auf Prüfung, Wartung und Reparatur zwischen folgenden zwei Ausführungsvarianten unterschieden werden:

a. Vorwiegend aus Kunststoff gefertigte, dauerhaft verschlossene Geräte. In diese Gruppe fallen alle Geräte, deren Gehäuse beim Betreiber durch nicht lösbare Verbindungstechniken, wie z. B.

- das Verschweißen,
- das Vergießen mit Kunststoff oder
- das Verkleben

geschlossen werden. Diese Geräte können beim Betreiber nur äußerlich überprüft werden. Eine Wartung oder gar Reparatur an den druckfest gekapselten Einrichtungen ist hier nicht möglich. Wartungs- oder Reparaturarbeiten sind lediglich an den in einer anderen Zündschutzart ausgebildeten Anschlussstellen möglich. Dies hat beispielsweise zur Konsequenz, dass Leistungsschalter, die einmal einen Kurzschluss in der Anlage

abgeschaltet haben, auszutauschen sind, da man sich nicht vom Zustand der Schaltstücke überzeugen kann.

- b. Druckfest gekapselte Geräte, deren Gehäuse durch den Betreiber zu öffnen sind. Bei diesen Geräten ist ein weitaus höherer Umfang an Prüfungs- und Wartungsarbeiten erforderlich und möglich (Bild 10).

Bei den periodischen Prüfungen druckfest gekapselter elektrischer Geräte ist insbesondere auf Folgendes zu achten:

#### Äußerer Zustand des Gehäuses

Das Gehäuse eines druckfest gekapselten elektrischen Gerätes darf keinerlei sichtbare äußere Beschädigungen wie Risse, Beulen, Korrosionsstellen oder ähnliches aufweisen.

Insbesondere bei Kunststoffgehäusen ist darauf zu achten, dass keine Materialversprödungen, beispielsweise durch Einwirkung von bestimmten Chemikalien oder von UV-Strahlung, aufgetreten sind.

#### Zustand der zünddurchschlagsicheren Spalte

Alle zünddurchschlagsicheren Spalte (Flachspalte, Zylinderspalte, Gewindespalte) müssen sich in einem optisch einwandfreien Zustand befinden. Es dürfen keine Korrosionserscheinungen sichtbar sein. An Gewindespalten dürfen die Gewindegänge nicht beschädigt sein. Mindestens fünf einwandfreie Gewindegänge müssen sich im Eingriff befinden. Flachspalte dürfen ebenfalls keine sichtbaren mechanischen Beschädigungen aufweisen. Die Rauigkeit der Spaltoberflächen darf 6,3 µm mittlere Rautiefe nicht überschreiten. Im Zweifelsfall kann dieser Wert sowie die anderen, den zünddurchschlagsicheren Spalt bildenden Maßnahmen nachgemessen und mit den Vorgaben aus der Baumusterprüfbescheinigung verglichen werden. Bei Unklarheiten ist der Hersteller des druckfesten Gehäuses direkt zu kontaktieren. Angerostete Spalte dürfen nicht durch Schleifmittel, Drahtbürsten oder andere harte Gegenstände mechanisch gereinigt werden, sondern nur auf chemischen Weg, z. B.



Bild 10: Druckfeste Steuerung

mit reduzierenden Ölen. Zur Vermeidung von Korrosionsangriff sind die zünddurchschlagsicheren Spalte bei Metallgehäusen regelmäßig mit einem säurefreien Fett, z. B. OKS-Seewasserfest zu behandeln. Ein Korrosionsschutz durch Farbanstrich ist prinzipiell verboten.

#### Überprüfung des Zustandes der Kabeleinführungen und Rohrleitungseinführungen

Es ist zu überprüfen, ob die verwendeten Kabeleinführungen für die Zündschutzart des Gehäuses geeignet sind (Gruppe IIA, IIB, IIC). Weiterhin ist der feste Sitz der Verschraubungen sowie der Zustand der Abdichtung innerhalb der Verschraubung zu überprüfen. Es ist zu beachten, dass bei Direkteinführungen in den Druckraum der Übergang von der Dichtung der Verschraubung zur äußeren Oberfläche der Kabel den Explosionsschutz an dieser Stelle sicherstellt. Alle nicht benutzten Öffnungen in der druckfesten Kapselung müssen durch zugelassene Verschlussstopfen verschlossen sein. Das gemeinsame Gewinde zwischen Gehäuse und Verschraubung bzw. Verschlussstopfen bildet genau wie bei den Einführungen einen zünddurchschlagsicheren Gewindespalt.

**Schauglasscheiben** sind ein besonders kritischer Bestandteil der druckfest gekapselten Gehäuse. Der Zustand dieser Glasscheiben ist bei der Überprüfung besonders sorgfältig zu begutachten.

Tiefe Kratzer setzen die Bruchfestigkeit der Schauscheiben stark herab. Unter Einwirkung von größeren Temperaturschwankungen kann es dann sogar zum Selbsterfall des Glases kommen. Dieser Effekt wird bei Anwesenheit von Feuchte auf der Oberfläche des Glases noch verstärkt. Da die Schauscheiben als integraler Bestandteil des druckfesten Gehäuses angesehen werden müssen, ist bei tiefen sichtbaren Kratzern oder anderen mechanischen Zerstörungen der Austausch der Schauscheiben die einzige Alternative.

Im Fall von metallischen Gehäusen ist der Zustand des **äußeren Anschlusses des Potentialausgleichsleiters** zu überprüfen.



Bild 11: Die Anlagschraube stellt das richtige Verschließen des d-Gehäuses sicher

## 3. AUFGABEN DES BETREIBERS

Bei druckfest gekapselten Gehäusen, die durch den Betreiber geöffnet werden können, ist der **Innenraum des Gerätes** ebenfalls regelmäßig zu überprüfen. Zunächst ist dabei der Zustand der Dichtungen zu begutachten und anschließend der Innenraum zu überprüfen. Eingedrungene Feuchtigkeit oder Schmutz können zur Bildung von Kriechwegen auf der Isolierstoffoberfläche führen und somit Kurzschlüsse oder unzulässige Erwärmungen im Inneren des Gehäuses verursachen. Verschmutzungen und Feuchtigkeit im Inneren des Druckraumes sind sorgfältig zu beseitigen.

Weisen Gehäusedichtungen Schäden auf, so sind sie umgehend auszutauschen. Weitere Prüfungs- und Wartungsarbeiten im Inneren des Druckraumes sind:

- die Überprüfung der Isolation auf Schäden und auf Kriechspuren,
- die Überprüfung der Befestigung der eingebauten Geräte (mechanische Befestigung sowie Festigkeit der elektrischen Kontakte).

Nach Abschluss der Überprüfungs- und Wartungsarbeiten ist der Druckraum wieder sachgerecht zu verschließen. Bei Flachspaltgehäusen ist darauf zu achten, dass alle vorgesehene Deckelbefestigungsschrauben fest angezogen sind. Bei einschraubbaren Deckeln ist der Deckel bis zur Anschlagsschraube in das Gehäuse einzudrehen und anschließend an der Anschlagsschraube zu fixieren (Bild 11). Treten während des Betriebes von druckfest gekapselten elektrischen Geräten Störungen auf oder werden während der Überprüfungen Mängel an diesen festgestellt, müssen die Geräte umgehend repariert werden. Dabei ist es prinzipiell möglich, dass Reparaturen an druckfest gekapselten elektrischen Geräten im Herstellerwerk oder durch Mitarbeiter des Herstellerwerks vor Ort durchgeführt werden. Eine Reparatur beim Betreiber ist ebenfalls möglich. Allerdings muss beachtet werden, dass Reparaturen oder Änderungsarbeiten, die den Explosionsschutz des Gerätes berühren, einer Abnahme durch eine zur Prüfung befähigte Person nach Nummer 3.2 der BetrSichV bedürfen. Die Tabelle 5 enthält einige für die Zündschutzart »Druckfeste Kapselung« typische Reparatur- und Änderungsarbeiten sowie die notwendigen Prüfungen.

### 3.3.9 BESONDERE ANFORDERUNGEN AN DIE PRÜFUNG UND WARTUNG BZW. REPARATUR VON ELEKTRISCHEN BETRIEBSMITTELN DER ZÜND-SCHUTZART »ERHÖHTE SICHERHEIT«

Bei der Zündschutzart »Erhöhte Sicherheit« wird das Auftreten von zündfähigen Funken und Lichtbögen im Fall eines Fehlers und im Normalbetrieb durch spezielle konstruktive und technische Maßnahmen verhindert. Auch das Auftreten von heißen zündfähigen Oberflächen an einem beliebigen Teil innerhalb und außerhalb des Gehäuses wird mit einem hohen Maß an Sicherheit verhindert.

**Die wichtigsten Merkmale sind:**

- Die Gehäuse sind so gestaltet, dass das Eindringen von Feuchtigkeit und Schmutz in gefahrbringenden Ausmaßen vermieden wird. So ist die IP-Schutzart IP54 als Mindestforderung festgelegt, und die Gehäuse weisen eine hohe mechanische Festigkeit auf, die an die für Industrieanlagen typischen rauen Einsatzbedingungen angepasst ist. Selbst beim Einsatz unter extremen klimatischen Bedingungen muss das Gehäuse der Geräte eine ausreichend hohe Festigkeit besitzen, um auch nach starker mechanischer Krafteinwirkung IP54 zu gewährleisten.
- Im Inneren sind die Luft- und Kriechstrecken so dimensioniert, dass sich selbst unter rauen Umgebungsbedingungen keine Kurzschlüsse über Kriechwege bzw. Durchschläge bilden können.
- Die elektrischen Kontaktstellen sind so gestaltet, dass ein unbeabsichtigtes Lösen der kontaktierten Leiter unmöglich ist.
- Die elektrische Dimensionierung der Geräte sorgt dafür, dass sich keine unzulässigen Temperaturen im Inneren oder an Außenteilen des Gerätes bilden können.

**Tabelle 5:** Instandsetzung von d-Geräten

Arbeitsinhalt	Prüfung Anhang 2 Abschnitt 3 Nummer 4.2 BetrSichV
Austausch innerer Geräte gemäß EU-Baumusterprüfbescheinigung	nein
Austausch druckfester Durchführungen von Schaltwellen oder ähnlichem gegen Original-Ersatzteile	ja
Austausch druckdichter Leitungsdurchführungen zwischen druckfestem Raum und Anschlussraum in Schutzart »Erhöhter Sicherheit« gegen Original-Ersatzteil	ja
Bearbeitung von Spaltflächen bei Einhaltung der Sollspaltabmessungen	ja

### Hieraus ergeben sich die Schwerpunkte für die periodische Prüfung der Geräte beim Betreiber:

#### Äußerer Zustand des Gehäuses:

Das Gehäuse ist regelmäßig Sichtkontrollen zu unterziehen. Dabei ist festzustellen, ob Löcher oder Risse entstanden sind, die ein Eindringen von Feuchtigkeit und Schmutz möglich machen. Nach Öffnen des Gerätes ist zu überprüfen, ob Schmutz oder Feuchtigkeit in das Innere gelangt ist. Das Dichtungssystem ist einer gründlichen Prüfung zu unterziehen. Es dürfen weder an der Dichtung Fehlstellen oder Versprödungen noch an der Dichtlippe mechanische Beschädigungen sichtbar sein (Bild 12).

Die **elektrischen Leitungen und die Kontaktstellen** im Inneren der Betriebsmittel sind regelmäßig auf Spuren von unzulässig hoher Wärmeentwicklung zu untersuchen. Die Kontaktstellen sind regelmäßig auf ihre Festigkeit zu überprüfen. Ist ein Nachziehen von Schraubkontakten erforderlich, so hat dies unter Einhaltung der vom Hersteller vorgeschriebenen Anzugsdrehmomente zu geschehen.

**Die Prüfung der Einhaltung der zulässigen Maximaltemperaturen im Normalbetrieb** ist regelmäßig durchzuführen. Dies kann in den meisten Fällen durch einfache Tätigkeiten wie das Fühlen mit der Hand erfolgen. Im Bedarfsfall können auch für den Ex-Bereich zugelassene Kontaktthermometer verwendet werden. Bewährt haben sich auch Temperaturindikatoren, die auf die Gehäuse aufgeklebt werden können. Ein weiterer effektiver Indikator ist die Verfärbung von Isolationsmaterial unter Wärmeentwicklung. Die Einhaltung der laut Herstellerangabe zulässigen maximalen Umgebungstemperatur ist ebenfalls regelmäßig zu überprüfen (Bild 13).

#### Überprüfung des Zustandes der Kabeleinführungen:

Die Kabeleinführungen müssen in der Verbindung mit den eingeführten Kabeln ebenfalls die Mindestanforderungen an die IP-Schutzart, d. h. IP54, einhalten. Außerdem dienen sie zur Zugentlastung der im Inneren angeschlossenen Leitungen. Beides sollte durch Überprüfung der Festigkeit der Kabeleinführungsstelle (fester Sitz der Überwurfmutter) sowie durch eine Sichtprüfung der Verbindungsstelle zum Gehäuse und der

Verbindungsstelle zwischen Kabeleinführung, Dichtung und Kabel sichergestellt werden. Für den Fall, dass nicht benutzte Öffnungen mit Verschlussstopfen verschlossen sind, ist die Dichtheit des Gehäuses an dieser Verbindungsstelle sowie der äußere Zustand der Verschlussstopfen zu überprüfen. Es dürfen nur bescheinigte Verschlussstopfen verwendet werden.

#### Hauptsächliche Wartungsarbeiten können sein:

- das Reinigen des Innenraumes der Gehäuse,
- das ordnungsgemäße Nachziehen der elektrischen Schraubverbindungen (Einhaltung der vorgegebenen Drehmomente) sowie
- ggf. das Auswechseln von Dichtungen.

Beim Reinigen der äußeren Gehäuseoberflächen sind die Hinweise des Herstellers bezüglich der Notwendigkeit der Verwendung von feuchten Lappen zu beachten. Diese Hinweise sind immer an Gehäusen angebracht, die einen hohen Oberflächenwiderstand aufweisen und somit beim Reinigen mit trockenen Tüchern elektrostatisch aufgeladen werden können. Elektrostatische Entladungen gehören zu den häufigsten Zündquellen bei Explosionen.

Die Wicklungen von Motoren der Zündschutzart »Erhöhte Sicherheit« sind mit geeigneten Einrichtungen geschützt, um sicherzustellen, dass die Grenztemperatur nicht überschritten werden kann. Deshalb ist eine Überprüfung erforderlich, ob die Auslösezeit der Schutzeinrichtung nicht größer ist als die auf dem Leistungsschild des Motors angegebene Zeit  $t_E$ . In Abhängigkeit von Erfahrungswerten kann es erforderlich sein, bei Erst- und Wiederholungsprüfungen die Auslösezeit zu überprüfen.

Die Möglichkeit von Reparaturen an Betriebsmitteln dieser Zündschutzart beim Betreiber ist eher gegeben als bei Betriebsmitteln der Zündschutzart »Druckfeste Kapselung«. Die jeweiligen Befugnisse sowie die notwendigen Prüfungen können Tabelle 6 entnommen werden:



Bild 12: Beispiel für Beschädigungen der Dichtlippe von Gehäusen



Bild 13: Standardumgebungstemperatur (-20 °C...+40 °C)

## 3. AUFGABEN DES BETREIBERS

### 3.3.10 BESONDERE ANFORDERUNGEN AN DIE PRÜFUNG UND WARTUNG BZW. REPARATUR VON EIGENSICHEREN ELEKTRISCHEN GERÄTEN

Das Grundprinzip der »Eigensicherheit« besteht in der sicheren Begrenzung der elektrischen Energie im Stromkreis auf Werte, die unter der Mindestzündenergie einer explosionsfähigen Atmosphäre liegen. Außerdem wird die Erwärmung im Stromkreis auf ein ungefährliches Maß begrenzt. Dies geschieht durch eine Limitierung der Strom- und Spannungswerte und der Energiespeichermöglichkeiten in Kondensatoren und Induktivitäten. Geräte der Zündschutzart »Eigensicherheit« sind nicht für sich allein explosionsgeschützt, wie dies beispielsweise bei druckfest gekapselten Geräten oder vergussgekapselten Geräten der Fall ist. Diese Zündschutzart muss daher immer für den gesamten betrachteten Stromkreis überprüft werden.

Es ist regelmäßig zu überprüfen, ob die logische Kette zwischen der Zoneneinteilungen der Anlage, der Dokumentation für die eigensicheren Stromkreise und den installierten eigensicheren Geräten selbst richtig aufeinander abgestimmt und passend ist. **Eine eindeutige Trennung zwischen eigensicheren und nicht eigensicheren Stromkreisen ist erforderlich.** Daher müssen eigensichere Stromkreise immer eindeutig gekennzeichnet sein. In der Regel geschieht dies durch die Wahl von hellblauen Leitungen und Stopfbuchsverschraubungen sowie durch entsprechende Hinweisschilder an wichtigen Stellen der Geräte und Anlagen. Es ist periodisch zu überprüfen, dass die Kennzeichnung in der erforderlichen Qualität und im erforderlichen Ausmaß vorhanden ist.

Die eigensicheren Stromkreise in den Anlagen sind darauf zu überprüfen, ob in der Zwischenzeit **keine unzulässigen und undokumentierten Veränderungen** vorgenommen wurden.

Es ist zu überprüfen, ob die Energiebegrenzungseinrichtungen wie Trennstufen, Remote-I/O-Stationen oder Feldbuskomponenten dem bestätigten Typ entsprechen und in Übereinstimmung

mit den Vorgaben der Prüfstelle bzw. des Herstellers installiert wurden. Insbesondere ist auf die **richtige und sichere Erdung** bei den Geräten zu achten, für die dies aus Sicherheitsgründen erforderlich ist (Sicherheitsbarrieren).

Wesentlich für den Erhalt der Eigensicherheit in den betreffenden Stromkreisen ist die sichere Trennung der eigensicheren von den nicht eigensicheren Stromkreisen. Dies wird durch die Einhaltung von bestimmten Mindestabständen, durch eine ausreichende Isolation oder durch die Verwendung von metallischen und geerdeten Schirmen gewährleistet. Es ist regelmäßig zu überprüfen, ob die erforderlichen Mindestabstände eingehalten sind, ob benachbarte nicht eigensichere und eigensichere Leitungen keine Beschädigungen an der Isolation aufweisen und ob die Metallschirme sich in einem ordentlichen Zustand befinden und sicher geerdet sind.

Für bestimmte Komponenten innerhalb von eigensicheren Systemen, wie z. B. Sicherheitsbarrieren, ist eine Erdung wichtiger Bestandteil der Zündschutzart. Diese Erdung darf nur an einem Punkt des eigensicheren Stromkreises erfolgen, um eine Verschleppung unzulässig hoher Spannungen aus dem nicht eigensicheren Bereich zu vermeiden.

Andere eigensichere Komponenten müssen isoliert gegen Erde aufgebaut werden. Es ist erforderlich, sowohl das Vorhandensein der notwendigen Erdverbindungen als auch die Gewährleistung ausreichend hoher Isolationswiderstände gegen Erde regelmäßig zu überprüfen. Die Isolationsprüfung eigensicherer Systeme oder Schaltkreise darf nur mit einem Prüfgerät durchgeführt werden, das speziell für die Verbindung solcher Systeme und Schaltkreise zugelassen ist. Um diese Prüfungen durchzuführen, muss die bestimmungsgemäße Erdverbindung getrennt werden. Das kann nur dann geschehen, wenn für die Anlage keine Gefahr besteht oder die Spannung vollständig abgeschaltet ist. Solche Bedingungen sind bei modernen integrierten Systemen nur im Fall größerer Ganzabschaltungen der Anlagen möglich. Die Prüfung ist daher nur auf Grundlage einer Stichprobe erforderlich.

**Tabelle 6:** Instandsetzung von e-Geräten

Arbeitsinhalt	Prüfung Anhang 2 Abschnitt 3 Nummer 4.2 BetrSichV
Austausch von Klemmen gemäß EU-Baumusterprüfbescheinigung	nein
Austausch von Deckelschrauben und Dichtungen	nein
Auswechseln von baumustergeprüften Geräten	nein
Auswechseln nicht baumustergeprüfter Geräte	als Instandsetzung nicht zulässig
<b>Leuchten der Zündschutzart »Erhöhte Sicherheit«</b>	
Austausch der Wanne oder des Schutzglases bei Verwendung von Original-Ersatzteilen	nein
Austausch baumusterbescheinigter Lampenfassungen und Verriegelungsschalter	nein
Austausch von Vorschaltgeräten gem. EU-Baumusterprüfbescheinigung	nein
Austausch von Vorschaltgeräten, die nicht in der EU-Baumusterprüfbescheinigung vermerkt sind	als Instandsetzung nicht zulässig
Austausch der Innenverdrahtung	ja

### 3.3.11 WEITERE WICHTIGE PRÜF- UND WARTUNGSMASSNAHMEN

Im Folgenden sind noch weitere wichtige Prüf- und Wartungsmaßnahmen aufgeführt, die sowohl allgemein zur Aufrechterhaltung des Explosionsschutzes als auch zur Gewährleistung der allgemeinen Sicherheit der Geräte und Anlagen erforderlich sind:

#### Messen von Isolationswiderständen und Durchgangswiderständen

Diese notwendigen Prüfungen dürfen in den Anlagen nur mit einem entsprechenden Erlaubnisschein (Feuerschein, Heißarbeitsgenehmigung) durchgeführt werden, da die verfügbaren Messgeräte in der Regel nicht den Anforderungen der Zündschutzart »Eigensicherheit« entsprechen.

Es ist außerdem grundsätzlich verboten, die zu überprüfenden elektrischen Geräte während der Anwesenheit von explosionsfähiger Atmosphäre zu öffnen.

Die notwendigen Messungen in den Anlagen können wie folgt gegliedert werden:

#### Messung des Isolationswiderstandes

Durch diese Messungen wird festgestellt, ob der Isolationswiderstand den für die einzelnen Arten von Anlagen jeweils geforderten Mindestwerten entspricht. Bei Ex-»e«-Motoren ist so beispielsweise regelmäßig der Isolationswiderstand der Wicklung zu überprüfen. Dabei sind die von den Motorenherstellern vorgegebenen Richtwerte einzuhalten. Bei Bedarf sind die Wicklungen zu reinigen und zu trocknen.

#### Messung des Schleifenwiderstandes in TN-Netzen

Damit wird die Wirksamkeit der Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag festgestellt.

#### Überprüfung des Potentialausgleichs

Wenn der richtige Anschluss der Potentialausgleichsleiter nicht eindeutig durch eine Inaugenscheinnahme festgestellt werden kann, empfiehlt sich eine Messung. Dazu sollte ein Isolationsmessgerät mit einer Messspannung in Höhe der Netzspannung oder mit 500 V Gleichspannung benutzt werden, da einfache Durchgangsprüfer mit ihren kleinen Messspannungen hohe Übergangswiderstände vortäuschen können.

#### Funktionsprüfung an sonstigen Sicherheitseinrichtungen

In Anlagen vorhandene Fehlerstromschutzschalter müssen ebenfalls regelmäßig auf ihre Funktion überprüft werden. Die Funktionsprüfung umfasst auch andere Überwachungsorgane wie beispielsweise Temperaturbegrenzer.

#### Wartung und Überprüfung von Lagern elektrischer Maschinen

Zur Vermeidung von unzulässigen Erhitzungen sind die Lager von elektrischen Maschinen regelmäßig gemäß den Herstellerangaben zu schmieren. Bei der periodischen Überprüfung ist auf einen schwingungsarmen Lauf und auf unnormale Lagergeräusche zu achten.

#### Überprüfung des Alters der Geräte

Es ist regelmäßig zu überprüfen, ob die vom Hersteller vorgegebene Lebensdauer der Betriebsmittel nicht überschritten ist. Diese wird bei Schaltgeräten beispielweise in Form der Angabe der maximalen Schaltspiele bezogen auf ein definiertes Betriebsregime vorgegeben. Dabei geht es nicht nur um die mechanische Abnutzung der Kontakte, sondern vorrangig um den Abbrand des Kontaktmaterials, welches sich im Inneren der Schaltkammern ablagert und so die Isolationseigenschaften und Kriechstrecken verringert. Da man dies in der Regel nicht begutachten oder gar rückgängig machen kann, bleibt nur das konsequente Auswechseln nach Erreichen einer bestimmten Lebensdauer.

Neben den regelmäßig durchzuführenden Messungen und Prüfungen sind auch regelmäßige Reinigungs- und Wartungsarbeiten in den Anlagen – unabhängig von Zündschutzart der Geräte – erforderlich. Beispielsweise können zu starke Ablagerungen von Staub und Schmutz auf dem Gehäuse der Geräte zu unzulässigen Temperaturen am Gerät führen oder die Zündtemperatur des Staubes selbst kann überschritten werden und so zu einer Explosion führen. Unzulässige Verschmutzung an explosionsgeschützten elektrischen Geräten können weiterhin zum Festfressen oder Festklemmen von Antrieben, z. B. an Schaltelementen, Endschaltern, Hauptschaltern oder Sicherheitsschaltern führen. Sie führen zu warmlaufenden Lagern und somit zu gefährlichen Heißpunkten.

## 4. ZUSAMMENFASSUNG

Die Sicherheit in einer Anlage hängt wesentlich von der Verwendung geeigneter Arbeitsmittel und von der Qualifikation des Personals ab. Sichere elektrische Betriebsmittel haben in Deutschland und vielen anderen Ländern Europas eine lange Tradition. Gleiches gilt für die organisatorischen und technischen Maßnahmen, die in explosionsgefährdeten Bereichen angewendet werden und deren Wirksamkeit durch das Ausbleiben größerer Explosionsunfälle nachweisbar ist.

Die beiden Richtlinien 2014/34/EU und 1999/92/EG spiegeln die wesentlichen Elemente dieser bewährten Praxis auf europäisches Niveau.

Zur Aufrechterhaltung des hohen Sicherheitsniveaus ist es erforderlich, dass es auch in Zukunft gelingt, die enge Zusammenarbeit von Herstellern, Prüfstellen und Betreibern zu gewährleisten. Aufseiten der Betreiber ist es erforderlich, eine bestimmte technische Kompetenz aufrechtzuerhalten, um auch in Zeiten der allgemeinen Kostensenkungen in der Lage zu sein, sicherheitskritische Betriebsmittel richtig auszuwählen, zu installieren und zu betreiben. Das bei der Auslieferung vom Hersteller garantierte Sicherheitsniveau muss durch geeignete Prüfungs- und Wartungsmaßnahmen über die gesamte Produktlebensdauer aufrechterhalten werden. Dies ist eine Aufgabe des Betreibers. Ein Mindestmaß an Fachwissen dafür zu vermitteln, das ist das Anliegen dieser Broschüre. Da sie von den gesammelten Erfahrungen aus der Praxis lebt, sind wir sehr an Ihren Meinungen und Anregungen zur Verbesserung interessiert. Bitte teilen Sie uns diese mit!

E-Mail: [info@stahl.de](mailto:info@stahl.de)



# 5. LITERATURVERZEICHNIS

Richtlinie 2014/34/EU zur Harmonisierung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten für Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen (Neufassung)

Elfte Verordnung zum Produktsicherheitsgesetz (Explosionsschutzprodukteverordnung 11. ProdSV) vom 6. Januar 2016

Richtlinie 1999/92/EG über Mindestvorschriften zur Verbesserung des Gesundheitsschutzes und der Sicherheit der Arbeitnehmer, die durch explosionsfähige Atmosphäre gefährdet werden können

Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV) vom 15. November 2016

Technische Regeln für Gefahrstoffe TRGS  
www.baua.de

Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Verwendung von Arbeitsmitteln BetrSichV vom 15. November 2016

Technische Regeln für Betriebssicherheit TRBS  
www.baua.de

Explosionsschutz-Regeln (Ex-RL) – DGUV Regel 113-001

Dyrba  
Kompendium Explosionsschutz  
Carl Heymanns Verlag

Explosionsschutzportal der BG RCI  
www.exinfo.de

Explosionsschutz  
– Antworten auf häufig gestellte Fragen  
Merkblatt T049  
www.exinfo.de

Explosionsschutz an Maschinen  
– Antworten auf häufig gestellte Fragen  
Merkblatt T050  
www.exinfo.de

Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen  
DGUV Information 213-060  
www.exinfo.de

Elektrostatik  
– Antworten auf häufig gestellte Fragen  
Merkblatt T051  
www.exinfo.de

Brennbare Flüssigkeiten  
– Antworten auf häufig gestellte Fragen  
Merkblatt T053  
www.exinfo.de

Brennbare Stäube  
– Antworten auf häufig gestellte Fragen  
Merkblatt T054  
www.exinfo.de

IEC 60079 Teil 0 bis 31  
Explosive atmospheres  
www.iec-normen.de

EN 60079 Teil 0 bis 31  
Explosionsgefährdete Bereiche  
www.vde-verlag.de

EN 60529  
Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code)  
www.vde-verlag.de

DIN EN ISO 80079 Teil 36 und 37  
Explosionsfähige Atmosphären – Nicht-elektrische Geräte für den Einsatz in explosionsfähigen Atmosphären  
www.din.de

EN 13463 Teil 1 bis 8  
Nicht-elektrische Geräte für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen  
www.din.de

Grundlagen Explosionsschutz  
R. STAHL Schaltgeräte GmbH

Brandes, Möller  
Sicherheitstechnische Kenngrößen  
Band 1: Brennbare Flüssigkeiten und Gase  
Wissenschaftsverlag NW,  
Verlag für neue Wissenschaft GmbH  
ISBN 978-3897017450

Molnarne, Schendler, Schröder  
Sicherheitstechnische Kenngrößen:  
Band 2: Explosionsbereiche von Gasgemischen  
Wissenschaftsverlag NW,  
Verlag für neue Wissenschaft GmbH  
ISBN 978-3897018563

# R. STAHL: IHR PARTNER WELTWEIT

## FÜR DIE SICHERHEIT IHRER MITARBEITER UND PROJEKTE

Mit sieben Produktionsstandorten, Tochtergesellschaften in 24 Ländern und mehr als 50 Vertretungen stehen wir Ihnen rund um den Globus zur Verfügung. Unsere internationalen Mitarbeiter verstehen Ihre Bedürfnisse und bieten Ihnen R. STAHL-Qualität – wo auch immer sie gebraucht wird.

Dank dieser globalen Präsenz realisieren wir internationale Projekte gemeinsam mit Auftraggebern, Planern, Installationsunternehmen und Betreibern aus den unterschiedlichsten Ländern. Dabei kümmern wir uns um die Bedürfnisse aller Projektbeteiligten direkt vor Ort.

Gleichzeitig werden wir in jedem Projekt den unterschiedlichsten gesetzlichen Bestimmungen gerecht, da wir weltweit über internationale Zertifizierungen und Zulassungen verfügen.



## UNSERE PRODUKTIONSSTANDORTE

### R. STAHL

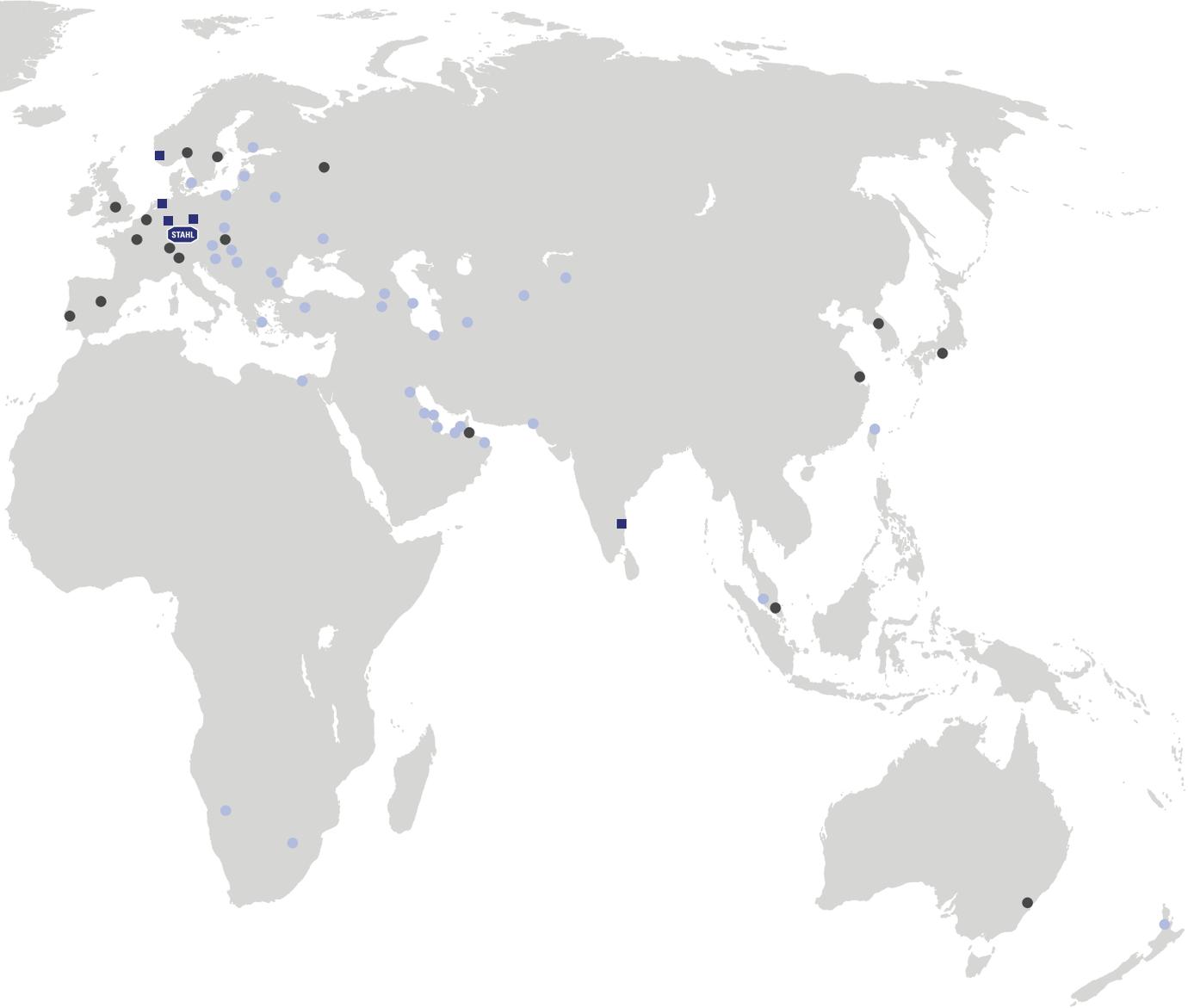
-  Firmensitz
-  Tochtergesellschaft
-  Produktionsstandort
-  Vertretung



Deutschland – Waldenburg

Deutschland – Köln

Deutschland -



Weimar



Niederlande



Norwegen



Indien



USA

**STAHL**

**V-2341**

**R. STAHL**

Am Bahnhof 30

74638 Waldenburg, Germany

T +49 7942 943-0

F +49 7942 943-4333

[r-stahl.com](http://r-stahl.com)