



A. Einleitung

Ein Austreten brennbarer Gase, Flüssigkeiten, Dämpfe, Nebel, Aerosole und Stäube ist zu verhindern, damit außerhalb von Anlagen keine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre durch diese Stoffe auftreten kann.

Dadurch ergeben sich Anforderungen an die Dichtheit von Anlagen. Ob die hier beschriebenen Dichtungsprinzipien auch zur Vermeidung des Sauerstoffeintrags (z. B. durch Lufteinbruch) in die Anlage herangezogen werden können, ist im Einzelfall zu bewerten.

Hinsichtlich des Explosionsschutzes ist folgende Einteilung von Anlagenteilen und Verbindungen seit langem üblich und hat sich bewährt:

1. „auf Dauer technisch dicht“
2. „technisch dicht“
3. „betriebsbedingte Austritte brennbarer Stoffe möglich“

Die in der EN 1127-1:2019 verwendeten neuen Begriffe „normale Dichtheit“ und „erhöhte Dichtheit“ beruhen auf einer anderen Herangehensweise, da sich diese Norm an Hersteller und nicht an Betreiber wendet. Die Begriffe dieser Norm sind daher nicht mit den in diesem Infoblatt verwendeten, generell eingeführten Begriffen identisch.

B. Beanspruchung von Anlagenteilen und Verbindungen

Die für die Anlagenteile und Verbindungen verwendeten Werkstoffe müssen hinreichend resistent gegen Beanspruchungen sein, die sich im Rahmen der Nutzung der Anlage ergeben.

Dabei sind Beanspruchungen – insbesondere auch Wechselbeanspruchungen – zu berücksichtigen, u. a.

1. mechanischer Art, wie z. B. Druckwechsel, Temperaturwechsel, Förderung von abrasiven Stoffen
2. thermischer Art, wie z. B. Förderung bei hohen oder niedrigen Temperaturen
3. chemischer Art, wie z. B.
 - Verwendung ungeeigneter Werkstoffe (Förderung von Acetylen, Wasserstoff durch Kupferleitungen)
 - Korrosion, wie z. B. bei der Förderung von Säuren und Laugen oder anodischer Korrosionsabtrag durch elektrische Ausgleichsströme

Für das Herstellen von Verbindungen (Planen, Projektieren, Auslegen und Montieren) dürfen nur Personen eingesetzt werden, die aufgrund ihrer fachlichen Ausbildung, Kenntnisse, Fähigkeiten und Erfahrungen die übertragenen Arbeiten fachgerecht durchführen können.

C. Auf Dauer technisch dichte Anlagenteile und Verbindungen

Bei diesen sind im Normalbetrieb keine Freisetzen zu erwarten. Es entstehen keine explosionsgefährdeten Bereiche (keine Ex-Zonen) außerhalb der auf Dauer technisch dicht ausgeführten und den Bedingungen entsprechend adäquat gewarteten Anlagenteile und Verbindungen.

Diese Anlagenteile und Verbindungen müssen so ausgeführt sein, dass sie

1. aufgrund ihrer Konstruktion technisch dicht bleiben oder
2. ihre technische Dichtheit durch Instandhaltung (Inspektion, Überwachung/Kontrolle, Wartung und Instandsetzung) ständig gewährleistet bleibt.





C1. Konstruktiv auf Dauer technisch dichte Anlagenteile und Verbindungen

Konstruktive Merkmale für auf Dauer technisch dichte Anlagenteile und Verbindungen sind:

1. geschweißte Anlagenteile mit lösbaren Komponenten und/oder Verbindungen, die betriebsmäßig nur selten gelöst und konstruktiv wie lösbare Rohrleitungsverbindungen (siehe nachfolgende Ziffer 3) gestaltet sind.
2. Anlagenteile, die auch Dichtungselemente enthalten können,
 - 2.1 für Gase, Dämpfe, Flüssigkeiten:
 - a) Wellendurchführungen mit doppelt wirkender Gleitringdichtung unter Berücksichtigung der Lebensdauer, z. B. an Pumpen, Rührwerken,
 - b) Spaltrohrmotorpumpen,
 - c) magnetgekuppelte Pumpen (dichtungslos),
 - d) Membranpumpen mit Doppelmembran und Zwischenraumüberwachung,
 - e) Armaturen mit hermetischer Abdichtung der Spindeldurchführung mittels Faltenbalg und Sicherheitsstopfbuchse,
 - f) Gasgeschmierte Dichtungen mit Überwachung des Gasflusses oder -drucks,
 - g) stopfbuchsenlose Armaturen mit Permanent-Magnetantrieb.
 - 2.2 für Stäube:
 - a) Wellendurchführungen mit überwachter Sperrluft, z. B. bei Labyrinth- oder Stopfbuchsdichtungen,
 - b) Armaturen mit üblichen Abdichtungssystemen, z. B. Scheibenventile, Schieber in geschlossener Bauart, Kugelhähne,
 - c) magnetisch gekoppelte, dichtungslose Antriebssysteme.
3. Anschlüsse für Armaturen oder Rohrleitungsverbindungen, z. B.
 - 3.1 für Gase, Dämpfe, Flüssigkeiten:
 - a) unlösbare Verbindungen, z. B. geschweißt, gelötet,
 - b) lösbare Verbindungen, die betriebsmäßig nur selten gelöst werden, z. B.
 - b1. Flansche mit Schweißlippendichtungen,
 - b2. Flansche mit Nut und Feder,
 - b3. Flansche mit Vor- und Rücksprung,
 - b4. Flansche mit V-Nuten und V-Nutdichtungen,
 - b5. Flansche mit glatter Dichtleiste und besonderen Dichtungen, wie z. B. Weichstoffdichtungen bis einschließlich PN 25 bar, metallinnenrandgefasste Dichtungen oder metallummantelte Dichtungen, wenn bei Verwendung von Norm-Flanschen eine rechnerische Nachprüfung ausreichende Sicherheit gegen die Streckgrenze aufweist,
 - b6. metallisch dichtende Verbindungen,
 - b7. Schneid- und Klemmringverbindungen in Leitungen bis einschließlich DN 32,
 - b8. NPT-Gewinde (National Pipe Taper Thread, kegeliges Rohrgewinde) oder andere konische Rohrgewinde mit Abdichtung im Gewinde bis einschließlich DN 50, soweit sie nicht wechselnden thermischen Belastungen ($\Delta T > 100 \text{ K}$) ausgesetzt sind.
 - Zusätzliche Voraussetzungen für Kombinationen von Flanschverbindungen mit Weichstoffdichtungen, die als auf Dauer technisch dicht gelten, sind:
 - Flansch und Dichtung wurden entsprechend der Herstellervorgaben ausgewählt und montiert,
 - die Kombination ist für die Anwendung geeignet,
 - der Weichstoff der Dichtung versprödet nicht, noch fließt dieser unzulässig,
 - die Dichtung ist gegen Ausblasen sicher und
 - die Flächenpressung der Dichtung liegt ausreichend über der erforderlichen Mindestpressung.
 - 3.2 Für Stäube kann durch Flanschverbindungen mit Dichtungen oder durch Clamp-Verschlüsse eine auf Dauer technische Dichtheit erreicht werden, wenn die Anlage
 - a) nur geringer mechanischer oder thermischer Beanspruchung und
 - b) nur geringer Schwingungsbelastung ausgesetzt ist.



C2. Durch Kombination von technischen und organisatorischen Maßnahmen auf Dauer technisch dichte Anlagenteile und Verbindungen

Alternativ kann auch die Kombination von technischen und organisatorischen Maßnahmen dazu führen, dass ein Anlagenteil bzw. eine Verbindung auf Dauer technisch dicht ist.

1. Bei ordnungsgemäßer Instandhaltung gilt dies beispielsweise für folgende Anlagenteile/Verbindungen:
 - 1.1 für Gase, Dämpfe, Flüssigkeiten:
 - a) dynamisch beanspruchte Dichtungen, z. B. bei Wellendurchführungen an Pumpen,
 - b) thermisch beanspruchte Dichtungen an Anlagenteilen,
 - c) mechanisch beanspruchte Anlagenteile, z. B. bei Förderung von Stoffen mit abrasiven Eigenschaften.
 - 1.2 bei Stäuben:
 - a) selbsttätig nachstellende Stopfbuchspackungen bei Kontrolle der richtigen Passung und Überprüfung der Verschleißgrenze,
 - b) einfache Dichtungssysteme nur bei Anlagenteilen/Verbindungen
 - b1. ohne inneren Überdruck,
 - b2. mit geringer mechanischer und thermischer Beanspruchung und
 - b3. mit geringer Schwingungsbelastung, z. B. an Schneckenförderern, Trogkettenförderern.

Umfang und Häufigkeit für die Instandhaltung richten sich im Einzelnen nach der Art der Verbindung, Konstruktion, Betriebsweise, Beanspruchung sowie Zustand und Eigenschaften der Stoffe. Sie müssen so gewählt und ausgeführt werden, dass sie die technische Dichtheit auf Dauer gewährleisten.

Umfang und Häufigkeit für die Instandhaltung zur Aufrechterhaltung der auf Dauer technischen Dichtheit sind im Explosionsschutzdokument sowie in dort angeführten Unterlagen zu dokumentieren, z. B. in einer zugehörigen Betriebsanweisung und/oder im Instandhaltungsplan.

Geeignete Maßnahmen zur regelmäßigen Kontrolle der Dichtheit können sein:

1. bei Gasen, Flüssigkeiten und Dämpfen:
 - a) Begehung der Anlage und Kontrolle, z. B. auf Schlieren, Eisbildung, Geruch und Geräusche infolge Undichtheiten,
 - b) Begehung der Anlage mit mobilen Lecksuchgeräten/Gasspürgeräten oder tragbaren Gaswarngeräten,
 - c) kontinuierliche oder periodische Überwachung der Atmosphäre durch selbsttätig arbeitende, fest installierte Mess- und Warneinrichtungen.
2. bei Stäuben:

Begehung der Anlage und Kontrolle auf Staubaustritte, -ablagerungen und Werkstoffveränderungen.

Hinweis: Nur bei adäquater vorbeugender Instandhaltung kann der Umfang und die Häufigkeit der Kontrolle auf Dichtheit reduziert werden.



D. Technisch dichte Anlagenteile und Verbindungen

Bei diesen sind im Normalbetrieb seltene Freisetzungen zu erwarten. Diese Anlagenteile und Verbindungen sind so auszuführen, dass bei einer Dichtheitsprüfung oder Dichtheitsüberwachung bzw. -kontrolle, z. B.

1. für Gase und Dämpfe mit schaubildenden Mitteln oder mit Lecksuchgeräten/Gasspürgeräten,
2. für Stäube durch regelmäßige Kontrolle auf Staubaustritte und -ablagerungen sowie auf sichtbare Defekte oder Beschädigungen keine Undichtheit erkennbar ist.

Beispiele für technisch dichte Anlagenteile sind:

1. für Gase und Dämpfe
 - a) Flansche mit glatter Dichtleiste und keinen besonderen konstruktiven Anforderungen an die Dichtung,
 - b) Schneid- und Klemmringverbindungen in Leitungen ab DN 32,
 - c) Wellendichtungen, die auf einfachen Wirkprinzipien beruhen, wie z. B. einfach wirkende Gleitringdichtungen oder Stopfbuchsen,
 - d) lösbare Verbindungen entsprechend der Realisierung von Verbindungen, die auf Dauer technisch dicht sind, die nicht nur selten gelöst werden.
2. für Stäube
 - a) Kompensatoren,
 - b) flexible Verbindungen,
 - c) Stopfbuchsenabdichtung,
 - d) lösbare Verbindungen, die nicht nur selten gelöst werden,
 - e) Einstiegs- und Inspektionsöffnungen, die nicht nur selten geöffnet werden.

E. Überprüfen der Anlagenteile und Verbindungen auf Dichtheit

Um die Dichtheit sicherzustellen, müssen Anlagenteile/Verbindungen diesbezüglich als Ganzes oder in Abschnitten wie folgt überprüft werden:

1. Vor der ersten Inbetriebnahme,
2. nach längeren Betriebsunterbrechungen,
3. nach Änderungen,
4. nach Reparatur- oder Umbauarbeiten,
5. auch nach einem seltenen Öffnen und Wiederverschließen.

In der Praxis hat es sich gezeigt, dass ein Prüfplan sinnvoll ist.

Der Dichtheitsnachweis erfolgt in Form einer Dichtheitsprüfung unter Betriebsdruck mit geeigneten Prüfmitteln, wie z. B. unter „Technisch dichte Anlagenteile und Verbindungen“ beschrieben oder in Form einer Druckprüfung mittels Prüfdruck.

Zudem sind Kontrollen nach Wartungs- und Anschlussarbeiten und im Rahmen periodischer Betriebsbegehungen zur Feststellung von offensichtlichen Mängeln erforderlich, wie z. B.

1. Kontrolle des Anzugsmomentes von Flanschverschraubungen nach der Neumontage von Dichtungen,
2. Feststellung von Undichtigkeiten/Leckagen in Form von Schlieren, Tropfen bzw. Eisbildung, Nebelbildung, leckagetypischen Geräuschen oder Gerüchen (wie in Abschnitt „Auf Dauer technisch dichte Anlagenteile und Verbindungen“ Teil C2 Absatz 5 Nummer 1 Buchstabe a),
3. Feststellung von äußerlichen Veränderungen durch Korrosion, Verfärbungen infolge zu hoher Temperatur, mechanische Beschädigung,
4. Feststellung unerwünschter Schwingungen/Vibrationen.

Gesetzlich vorgeschriebene Prüfungen bleiben unberührt.



F. Nicht dicht gebaute Anlagenteile und Verbindungen – Verringern betriebsbedingter Austritte brennbarer Stoffe

Außerhalb von Anlagenteilen, die weder auf Dauer technisch dicht noch technisch dicht sind, ist mit der Bildung von gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre durch betriebsbedingten Austritt brennbarer Flüssigkeiten, Gase, Dämpfe oder Stäube zu rechnen. Somit können diese nicht als dicht bezeichnet werden.

Betriebsbedingte Austrittsstellen sind, z. B. Öffnungen von Entlüftungs- und Entspannungsleitungen, Umfüllanschlussstellen, Peilventile, Probenahmestellen, Entwässerungseinrichtungen und bei Stäuben, z. B. Übergabestellen, sowie nicht kontrollierte Flansch- oder Gehäuseverbindungen (z. B. Pumpengehäuse).

Durch technische Maßnahmen können die Austrittsmengen, damit die Ausdehnung von explosionsgefährdeten Bereichen und/oder die Auftretswahrscheinlichkeit explosionsfähiger Atmosphäre (Zonen) verringert werden, wenn z. B.

1. beim Umfüllen ein Vollschauchsystem (Schlauch bleibt ständig vollgefüllt) verwendet wird,
2. in geschlossenen Systemen unter Anwendung der Gaspindelung umgefüllt wird,
3. Entlüftungs- und Entspannungsleitungen in Gassammelsysteme geführt werden,
4. an Probenahmestellen und Peilventilen durch besondere Einrichtungen sichergestellt ist, dass nur geringe Mengen austreten können,
5. Entwässerungen über Schleusen geringen Rauminhalts mit gegeneinander verriegelten Absperrarmaturen vorgenommen werden,
6. Objektabsaugungen verwendet werden,
7. die Übergabestellen von staubförmigen bzw. staubhaltigen Produkten mit einer gegebenenfalls auch flexiblen Umhüllung aus weitgehend staubundurchlässigen Materialien versehen werden,

8. durch Unterdruckfahrweise bei betriebsbedingten Austrittsstellen ein Austreten von brennbaren Stoffen vermieden oder verringert wird,
9. bei Anwendung der Unterdruckfahrweise (z. B. 900 mbar absolut) die Wahrscheinlichkeit des Auftretens gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre in der Umgebung von Anlagenteilen (z. B. Öffnungen, Wellendurchführungen) sehr gering ist.

Bei Stäuben können durch organisatorische Maßnahmen (z. B. regelmäßige Reinigung) die Staubablagerungen und damit die Ausdehnung von explosionsgefährdeten Bereichen und/oder die Auftretswahrscheinlichkeit explosionsfähiger Atmosphäre (Zonen) verringert werden.

Quellenangabe:

Die Inhalte dieser Information sind teilweise der TRGS 722 (Februar 2021) entnommen.

Herausgeber:
IVSS Sektion Chemie
Kurfürsten-Anlage 62
69115 Heidelberg

IVSS Sektion Maschinen-
und Systemsicherheit
Dynamostraße 7–11
68165 Mannheim