



## 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.

Die Anlagen sind daher hinreichend dicht zu gestalten.

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 DIN 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

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 Freisetzungen zu erwarten. Es entstehen keine explosionsgefährdeten Bereiche (keine Ex-Zonen) außerhalb der auf Dauer technisch dichten 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 gestaltet sind.
2. Anlagenteile, die auch Dichtungselemente enthalten können,
  - 2.1 für Gase, Dämpfe, Flüssigkeiten:
    - a) Wellendurchführungen mit doppelt wirkender Gleitringdichtung, z. B. Pumpen, Rührwerke
    - b) Spaltrohrmotorpumpen,
    - c) magnetisch gekoppelte dichtsichere Pumpen,
    - d) Armaturen mit hermetischer Abdichtung der Spindeldurchführung mittels Faltenbalg,
    - e) Sicherheitsstopfbuchse, stopfbuchsenlose Armaturen mit Permanent-Magnetantrieb (SLMA-Armaturen).
  - 2.2 für Stäube:
    - a) Wellendurchführungen mit überwachter Sperrluft, z. B. bei Labyrinth- oder Stopfbuchsichtungen,

- b) Armaturen mit üblichen Abdichtungssystemen, z. B. Scheibenventile, Schieber in geschlossener Bauart, Kugelhähne,
  - c) magnetisch gekoppelte, dichtsichere Antriebssysteme
3. Rohrleitungsverbindungen, z. B.
    - 3.1 für Gase, Dämpfe, Flüssigkeiten:
      - a) unlösbare Verbindungen, z. B. geschweißt,
      - 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 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, ausgenommen Schneid- und Klemmringverbindungen in Leitungen größer als DN 32.
      - 3.2 Für Stäube gelten im Allgemeinen einfache Flanschverbindungen mit Dichtungen oder Clamp-Verschlüsse als ausreichend dicht.
    4. Auf Dauer technisch dichte Verbindungen zum Anschluss von Armaturen sind, soweit sie selten gelöst werden, z. B.
      - a) die vorgenannten Rohrleitungsverbindungen und
      - b) NPT-Gewinde (National Pipe Taper Thread, kegeliges Rohrgewinde) oder andere konische Rohrgewinde mit Abdichtung im Gewinde bis DN 50, soweit sie nicht wechselnden thermischen Belastungen ( $\Delta T > 100$  K) ausgesetzt sind.



## 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.

5. Bei ordnungsgemäßer Instandhaltung gilt dies beispielsweise für folgende Anlagenteile/Verbindungen:

5.1 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. Förderung von Stoffen mit abrasiven Eigenschaften

5.2 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 sollen die technische Dichtheit auf Dauer gewährleisten.

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

Für die Überwachung kann eine der folgenden Maßnahmen ausreichend 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:** Vorbeugende Instandhaltung kann den Umfang und die Häufigkeit der Überwachung auf Dichtheit reduzieren.



## 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 größer DN 32,
  - c) Pumpen, deren Dichtheit nur auf einer einfach wirkenden Gleitringdichtung beruht
  - 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 geprüft werden:

1. Vor der ersten Inbetriebnahme,
2. nach längeren Betriebsunterbrechungen,
3. nach Veränderungen und
4. nach Reparatur- oder Umbauarbeiten größeren Ausmaßes
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.



## 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 Auftrittswahrscheinlichkeit explosionsfähiger Atmosphäre (Zonen) verringert werden, wenn z. B.

1. beim Umfüllen ein Vollslauchsystem (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 abs.) 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 Auftrittswahrscheinlichkeit explosionsfähiger Atmosphäre (Zonen) verringert werden.

Quellenangabe:

Die Inhalte dieser Information sind teilweise der TRBS 2152 Teil 2/TRGS 722 (März 2012) entnommen bzw. an die TRBS 1201 Teil 2 (Juli 2018) angelehnt.

<b>Herausgeber:</b> IVSS Sektion Chemie Kurfürsten-Anlage 62 69115 Heidelberg	IVSS Sektion Maschinen- und Systemsicherheit Dynamostraße 7–11 68165 Mannheim
--	--