

**KAS**

---

**KOMMISSION FÜR  
ANLAGENSICHERHEIT**

beim Bundesministerium für

Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit  
und Verbraucherschutz

---

**Merkblatt**

**Betrachtung von Schnittstellen in verfahrenstechnischen  
Anlagen**

**Ausschuss Ereignisauswertung (AS-ER)**

**KAS-60**

---

# **Ausschuss Ereignisauswertung (AS-ER)**

der  
Kommission für Anlagensicherheit

## Merkblatt

### **Betrachtung von Schnittstellen in verfahrenstechnischen Anlagen**

am 09.03.2023 von der KAS verabschiedet

**KAS-60**

Die Kommission für Anlagensicherheit (KAS) ist ein nach § 51a Bundes-Immissionsschutzgesetz beim Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) gebildetes Gremium.

Ihre Geschäftsstelle ist bei der GFI Umwelt - Gesellschaft für Infrastruktur und Umwelt mbH in Bonn eingerichtet.

---

**Anmerkung:**

Dieses Werk wurde mit großer Sorgfalt erstellt. Dennoch übernehmen der Verfasser und der Auftraggeber keine Haftung für die Richtigkeit von Angaben, Hinweisen und Ratschlägen sowie für eventuelle Druckfehler. Aus etwaigen Folgen können daher keine Ansprüche gegenüber dem Verfasser und/oder dem Auftraggeber geltend gemacht werden.

Dieses Werk darf für nichtkommerzielle Zwecke vervielfältigt werden. Der Auftraggeber und der Verfasser übernehmen keine Haftung für Schäden im Zusammenhang mit der Vervielfältigung oder mit Reproduktionsexemplaren.

## **Vorwort**

Nach § 51a Abs. 2 Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) soll die Kommission für Anlagensicherheit (KAS) gutachtlich Möglichkeiten zur Verbesserung der Anlagensicherheit aufzeigen.

Die dazu durchgeführte Erfassung und Auswertung sicherheitsbedeutsamer Ereignisse durch die Kommission für Anlagensicherheit hat das Ziel, Erkenntnisse zum sicheren Betrieb von Anlagen zu gewinnen, um sie zu verbreiten und deren Umsetzung in der Praxis zu ermöglichen. Dadurch sollen ähnliche Ereignisse künftig vermieden und der Stand der Sicherheitstechnik, des technischen Regelwerkes und des Sicherheitsmanagements weiterentwickelt werden.

Bei der Auswertung von Ereignisberichten sind in einigen Fällen Gemeinsamkeiten bezüglich Ursachen, Auswirkungen oder Ereignisart festgestellt worden. Ereignisse mit gemeinsamen Merkmalen wurden zu Schwerpunktthemen zusammengefasst.

Das Merkblatt „Betrachtung von Schnittstellen in verfahrenstechnischen Anlagen“ basiert unter anderem auf Erkenntnissen und Vorkommnissen in Prozessanlagen, bei denen technische oder organisatorische Schnittstellen nicht ausreichend betrachtet worden waren, was in der Folge zu (Beinahe-) Ereignissen geführt hatte.

## ***Inhalt***

<b>1</b>	<b>Einleitung .....</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>Definitionen.....</b>	<b>7</b>
2.1	<b>Schnittstellen .....</b>	<b>7</b>
2.2	<b>Produkte.....</b>	<b>7</b>
2.3	<b>Hilfsstoffe und Hilfsenergien .....</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>Sicherheitstechnische Relevanz von Schnittstellen in verfahrenstechnischen Anlagen .....</b>	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>Typische Schnittstellen in verfahrenstechnischen Anlagen ...</b>	<b>9</b>
4.1	<b>Organisatorische Schnittstellen .....</b>	<b>9</b>
4.2	<b>Technische Schnittstellen.....</b>	<b>12</b>
4.3	<b>Kompetenzschnittstellen .....</b>	<b>16</b>
<b>5</b>	<b>Schlussfolgerungen und Empfehlungen.....</b>	<b>18</b>
	<b>Ereignisbeispiele .....</b>	<b>19</b>
<b>Anhang 1</b>	<b>Beispiel der Regelung von Schnittstellen bei Rohrleitungen in einem Industriepark .....</b>	<b>25</b>
<b>Anhang 2</b>	<b>Berücksichtigung von Spannungsausfällen und Spannungseinbrüchen in Sicherheitsbetrachtungen .....</b>	<b>31</b>
<b>Anhang 3</b>	<b>Strategien zum Schutz vor Kontaminationen bei Versorgungsmedien.....</b>	<b>32</b>
	<b>Weiterführende Literatur zu Ereignissen und Lehren .....</b>	<b>34</b>

# 1 Einleitung

**Das Merkblatt richtet sich** insbesondere an Anlagenbetreiber sowie an Personen, die unmittelbar am Betriebsgeschehen, an der Erstellung des Konzepts zur Verhinderung von Störfällen bzw. an der Erstellung des Sicherheitsberichts oder an der Durchführung von weiterführenden Sicherheitsbetrachtungen beteiligt sind und so Verantwortung für die Anlagensicherheit tragen. Diese sollen auf mögliche Gefahren für Menschen und Umwelt hingewiesen und für besondere Gefahrenschwerpunkte sensibilisiert werden.

**Das Merkblatt** stellt eine zusätzliche Erkenntnisquelle für den sicheren Betrieb von Anlagen dar.

**Das Merkblatt geht nicht** näher auf rechtlich verpflichtende Aspekte (z. B. Anzeige- oder Genehmigungsverfahren nach BImSchG) ein. Diese sind unabhängig von dem Merkblatt in jedem Einzelfall vom Betreiber zu prüfen.

**Ziel des Merkblattes** ist es, Verantwortliche dafür zu sensibilisieren, dass an technischen und organisatorischen Schnittstellen verfahrenstechnischer Anlagen sowie an Schnittstellen von Kompetenzen die Zuständigkeiten für die Sicherheit eindeutig geklärt, dokumentiert und kommuniziert werden müssen. Weiterhin werden Hinweise auf mögliche Gefahren und Gefährdungen, beispielweise durch Wechselwirkungen oder gegenseitige Beeinflussung, an diesen Schnittstellen gegeben.

## **2 Definitionen**

### **2.1 Schnittstellen**

Als Schnittstellen werden hier Grenzen bezeichnet, bei denen verschiedene unterschiedliche Zuständigkeiten zusammentreffen, wobei auslösende Ursachen und ihre sicherheitsrelevanten Auswirkungen auf verschiedenen Seiten der Grenze und somit in unterschiedlichen Verantwortungsbereichen liegen. Solche Schnittstellen können sein (wobei die Unterscheidung nicht immer trennscharf möglich ist):

- organisatorische Schnittstellen, bei denen die Verantwortung für ein Produkt wechselt (Beispiele: Produkthanlieferung oder -zuleitung),
- technische Schnittstellen, bei denen mehrere Stoffströme zusammengeführt werden (Beispiele: Abgas, Abwasser, Abfall),
- Kompetenzschnittstellen, bei denen verschiedene Zuständigkeiten überschneidend oder alternativ zutreffen können (Beispiele: verschiedene Fachabteilungen wie etwa für Einkauf und Produktion oder für Teilbereiche der Anlagen- und Arbeitssicherheit).

### **2.2 Produkte**

Als Produkte werden hier Stoffe, Gemische und Erzeugnisse bezeichnet, die in einem Betrieb bei Herstellung, Mischung, Ge- und Verbrauch, Lagerung, Aufbewahrung, Be- und Verarbeitung, Ab- und Umfüllung, Entfernung, Entsorgung und Vernichtung anfallen können. Der Begriff Produkte schließt sowohl Rohstoffe als auch Endprodukte, Neben- und Koppelprodukte (die – neben dem Hauptzweck – bei der Ver- oder Bearbeitung entstehen) als auch Zwischenprodukte (die während der Ver- oder Bearbeitung isolierfähig und zweckgerichtet entstehen) sowie Abgas, Abwasser und Abfälle ein.

### **2.3 Hilfsstoffe und Hilfsenergien**

Als Hilfsstoffe und Hilfsenergien werden hier Stoffe und Energien bezeichnet, die für die Verarbeitung von Produkten erforderlich sind, aber selbst nicht in den Prozessen eingesetzt werden (z. B. Heißdampf, Kühlwasser, Inertgase, elektrische Energie).

### **3                    Sicherheitstechnische Relevanz von Schnittstellen in verfahrenstechnischen Anlagen**

Bei der Versorgung von Chemieanlagen mit Produkten, Hilfsstoffen und Hilfsenergien werden Übergänge zwischen zwei oder auch mehreren Verantwortungsbereichen erzeugt, die nicht selten einander diffus überlappen.

So ist es insbesondere in Chemieparks möglich, dass ein Erzeuger (beispielsweise ein Infrastrukturbetrieb oder ein Betrieb zur Erzeugung eines Vorprodukts) sein Produkt zur Fortleitung an einen (weiteren) Infrastrukturbetrieb abgibt, wodurch die Verantwortung zumindest teilweise an den Betreiber dieses Rohrleitungsnetzes übergeht. Im Zuge der Fortleitung und Verteilung berührt dieses Netz möglicherweise Anlagen(-bereiche), die nicht selbst zu den Abnehmern des Produktes zählen, z. B. wenn eine Versorgungsrohrleitung über das Grundstück eines dritten Betreibers hinweg zum eigentlichen Abnehmer geführt wird. Obwohl in diesem Fall für diesen Dritten keine unmittelbare Verbindung zu dem Produkt besteht, können sich für ihn dennoch Gefährdungen ergeben, z. B. durch mögliche Leckagen.

Während Verantwortlichkeiten bzw. Verantwortungsbereiche bei diesen Netzen nach Arbeitsaufgaben, Anlagenteilen oder schlicht räumlicher Lage in der Theorie zumeist einfach festgelegt und voneinander abgegrenzt werden können (z. B. organisatorische Schnittstellen an Grundstücksgrenzen oder bestimmten Verbindungselementen), kann es mit Blick auf physikalisch-technische Wechselwirkungen durchaus zu Überschneidungen kommen. So ist denkbar, dass eine Explosion oder ein hydraulischer Druckstoß im abnehmenden Nachbarbetrieb die Integrität dieses Leitungsabschnitts gefährdet oder dass eine über das Rohrnetz eingetragene Kontamination zu einem Werkstoffversagen durch Korrosion führt.

Schnittstellen mit sicherheitstechnischer Relevanz gibt es in verfahrenstechnischen Anlagen nicht nur auf der Seite der Versorgung, sondern auch auf der Seite der Entsorgung, wenn etwa Abgase, Abwässer oder feste bzw. flüssige Abfälle zusammengeführt und (ggf. durch Dritte) zusammen behandelt und entsorgt werden. Bei diesen technischen Schnittstellen sind neben der geteilten Verantwortung insbesondere die chemisch-physikalischen Wechselwirkungen der zusammengeführten Produkte zu berücksichtigen.

Gefährdungen dieser Art müssen ggf. im Rahmen der aus der Störfall-Verordnung (StörfallV) resultierenden Pflichten, etwa im Konzept zur Verhinderung von Störfällen, sowie nach Pflichten aus anderen Rechtsverordnungen, wie der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) oder der Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV), berücksichtigt werden.



In diesem Merkblatt werden schließlich auch Kompetenzschnittstellen betrachtet, die sich durch die Aufteilung der verschiedenen Zuständigkeiten in Betrieben ergeben, sodass für die Bearbeitung sicherheitsrelevanter Fragestellungen unterschiedliche Abteilungen überschneidend oder alternativ verantwortlich sein können oder (Teil-) Aufgaben an externe Dienstleister übertragen werden.

Die Beispiele verdeutlichen, dass die erforderlichen Sicherheitsbetrachtungen oftmals betriebsübergreifend bzw. betriebsbereichsübergreifend abgestimmt sein müssen, damit jeder Betreiber seiner Verantwortung tatsächlich gerecht werden kann. Folglich bedarf es in der Praxis einer schnittstellenübergreifenden Zusammenarbeit. Dabei sind neben den Verantwortungsbereichen auch konkrete Zuständigkeiten zu regeln, um technischen sowie betriebsorganisatorischen Änderungen oder auch Änderungen der Betriebsweise sicherheitstechnisch angemessen Rechnung tragen zu können.

## **4 Typische Schnittstellen in verfahrenstechnischen Anlagen**

Die nachfolgende Aufzählung von Schnittstellen ist exemplarisch. Es muss im Einzelfall geprüft werden, ob diese oder weitere Schnittstellen im Betrieb vorliegen, die zu hinterfragen sind.

### **4.1 Organisatorische Schnittstellen**

Bei organisatorischen Schnittstellen wechselt die Verantwortung für ein Produkt.

#### **4.1.1 Versorgung mit Hilfsstoffen und Hilfsenergien**

Die Versorgung mit Hilfsstoffen und Hilfsenergien ist für den Betrieb einer Anlage eine grundlegende Voraussetzung und kann auch für den sicheren Betrieb eine wesentliche Bedeutung haben.

Daher kann u. a. die Beantwortung der folgenden Fragestellungen von Bedeutung sein:

- Elektrische Energie
  - Gibt es Systeme, deren Sicherheit bzw. Sicherheitsfunktion von der Energieversorgung abhängt, sind Puffersysteme erforderlich? (*siehe hierzu auch Anhang 2*)
  - Gibt es Erfahrungen zur Häufigkeit eines Energieausfalls?

- Thermische Energie
  - Gibt es Systeme, deren Sicherheit von der Beheizung oder Kühlung abhängt, sind Puffersysteme erforderlich?
  - Sind in der Sicherheitsbetrachtung die Szenarien Rückströmen und Produktübertritt in Wärmeträgersysteme bzw. Kühlmedien betrachtet?
  - Gibt es Erfahrungen zur Häufigkeit eines Energieausfalls?
- Pneumatische und hydraulische Medien für Steuer- und Antriebssysteme
  - Gibt es Systeme, deren Sicherheit bzw. Sicherheitsfunktion von der Energieversorgung abhängt, sind Puffersysteme erforderlich?
  - Gibt es Erfahrungen zur Häufigkeit eines Energieausfalls?
- Inertisierungsgase und Prozessluft
  - Gibt es Systeme, deren Sicherheit von der Versorgung abhängt, sind Puffersysteme erforderlich?
  - Ist in der Sicherheitsbetrachtung das Szenario Rückströmen betrachtet?
  - Gibt es Erfahrungen zur Häufigkeit eines Ausfalls?

#### **4.1.2 Produktanlieferung oder -zuleitung**

Bei der Anlieferung oder Zuleitung von Produkten ergeben sich verschiedene Gefährdungen unter anderem aus möglichen Wechselwirkungen.

Daher kann u. a. die Beantwortung der folgenden Fragestellungen von Bedeutung sein:

- **Anlieferung / Bezug von Produkten über Transportbehälter von externen und internen Lieferanten**
  - Wie werden die Identität und die erforderliche Qualität des Produktes sichergestellt, wie wird eine Produktverwechslung ausgeschlossen?
  - Wie wird sichergestellt, dass der Transportbehälter an der richtigen Stelle angeschlossen und das Produkt über den richtigen Weg zur Anlage geführt wird?

- Wie wird sichergestellt, dass beim Einsatz von Schlauchverbindungen das richtige Schlauchmaterial verwendet wird?
  - Wer qualifiziert und unterweist das ausführende Personal (Zuständigkeiten von Betrieb und Fremdfirmen)?
  - Welche wechselseitigen Gefährdungen bestehen zwischen Transportbehälter und Anlage (insbesondere hinsichtlich zulässiger Betriebsparameter), wie wird ein Druckausgleich gewährleistet?
  - Welche Anforderungen bestehen an die Werkstoffe und die Auslegung der aufnehmenden Teilanlage?
  - Sind in der Sicherheitsbetrachtung die Szenarien Überfüllung und Rückströmen betrachtet?
- **Anlieferung / Bezug von Produkten aus anderen Anlagen, Lägern über Werknetze oder Fernrohrleitungen**
- Wie kann bei Ereignissen der Produktstrom unterbrochen und falls erforderlich zielgerichtet abgeführt werden?
  - Sind in der Sicherheitsbetrachtung die Szenarien Überfüllung und Rückströmen betrachtet?

#### **4.1.3 Abfüllung, Abgabe und Zwischenlagerung von Produkten**

Bei der Abfüllung, Abgabe und Zwischenlagerung von Produkten ergeben sich verschiedene Gefährdungen unter anderem aus möglichen Wechselwirkungen.

Daher kann u. a. die Beantwortung der folgenden Fragestellungen von Bedeutung sein:

- **Abfüllung in Transportgebinde**
- Welche Anforderungen bestehen an Rückstandsfreiheit, Bedienbarkeit, Sicherheitseinrichtungen der Transportgebinde?
  - Welche Anforderungen bestehen an den Werkstoff der Transportgebinde und deren Zulässigkeit nach Gefahrstoff- und Fahrgutrecht (z. B. ADR)?
  - Wer qualifiziert und unterweist das ausführende Personal (Zuständigkeiten von Betrieb und Fremdfirmen)?

- Sind in der Sicherheitsbetrachtung die Szenarien Überfüllung und Rückströmen betrachtet?

#### ○ **Abpumpen in Sammel tanks**

- Welchem Verantwortungsbereich ist die fördernde Pumpe zugeordnet, wer schaltet sie ein und aus?
- Wie ist die Pumpe in das Sicherheitskonzept des aufnehmenden Tanks eingebunden?
- Wann darf Produkt mit welcher Spezifikation wohin verpumpt werden?
- Wer qualifiziert und unterweist das ausführende Personal?
- Sind in der Sicherheitsbetrachtung die Szenarien Überfüllung und Rückströmen betrachtet?

## **4.2 Technische Schnittstellen**

Bei technischen Schnittstellen werden mehrere Stoffströme zusammengeführt.

### **4.2.1 Zusammenführung unterschiedlicher Abgasströme**

In verfahrenstechnischen Anlagen werden Abgasströme an verschiedenen Stellen zusammengeführt, beispielsweise in der gemeinsamen Leitung verschiedener Anlagen zu einer Verbrennungsanlage, der gemeinsamen Entspannungsleitung aus Druckentlastungseinrichtungen oder der Gaspendelung bei Rohstoffanlieferung.

Aus dem Blickwinkel der Anlagensicherheit kann für Abgasströme, die aus vielen unterschiedlichen Einzelkomponenten in variabler Konzentration bestehen können, u. a. die Beantwortung der folgenden Fragestellungen von Bedeutung sein:

- Ist die Betreiberverantwortung einer gemeinschaftlich genutzten Leitung für Abgase schriftlich festgelegt und im Detail geregelt?
- Ist der Entsorgungsweg behördlich genehmigt bzw. immissionsschutzrechtlich zulässig? Sind alle möglichen Abgasströme berücksichtigt?
- Liegen ausreichende Informationen zu den einzelnen Abgasströmen und den Randbedingungen vor, wie:
  - Mengen der Abgasströme?

- Art des Transfers: kontinuierlich oder diskontinuierlich?
  - Druck- und Temperaturschwankungen?
  - Chemische Zusammensetzung einschließlich der Inertgase sowie physikochemische Eigenschaften?
  - Sicherheitstechnische Kenngrößen des Brand- und Explosionsschutzes?
  - Gefahrstoff- und ggf. immissionsschutzrechtliche Informationen?
- Können unterschiedliche Abgasströme aus verschiedenen Anlagen Wechselwirkungen auslösen, beispielsweise
    - Exotherme Reaktionen oder Bildung thermisch sensibler Verbindungen?
    - Bildung von Ablagerungen und daraus resultierend ein Versagen regelungstechnischer oder mechanischer Sicherheitseinrichtungen?
  - Können atmende Lösemitteltanks an derselben Abgasleitung Wechselwirkungen auslösen, beispielsweise
    - Änderung der Zusammensetzung aufgrund unterschiedlicher Dampfdrücke?
    - Änderung des Flammpunktes durch geänderte Zusammensetzung?
  - Wird bei Änderungen im Produktionsprozess, die einen Einfluss auf die Abgaszusammensetzung haben, ein Management of Change (MOC)-Prozess mit der erforderlichen Sicherheitsbetrachtung durchgeführt?
  - Werden relevante Änderungen in der Abgaszusammensetzung an den abnehmenden Betrieb weitergegeben?
  - Wie erfolgt die Kommunikation, wenn eine erforderliche Abgasbehandlung nicht zur Verfügung steht?

#### **4.2.2 Zusammenführung unterschiedlicher Abwasserströme**

In verfahrenstechnischen Anlagen werden Abwasserströme an verschiedenen Stellen zusammengeführt, beispielsweise in der gemeinsamen Leitung verschiedener Anlagen zur Kläranlage oder der gemeinsamen Entwässerungsleitung aus Tanktassen.

Aus dem Blickwinkel der Anlagensicherheit kann für Abwasserströme, die aus vielen unterschiedlichen Einzelkomponenten in variabler Konzentration bestehen können, u. a. die Beantwortung der folgenden Fragestellungen von Bedeutung sein:

- Ist die Betreiberverantwortung einer gemeinschaftlich genutzten Leitung für Abwasser schriftlich festgelegt und im Detail geregelt?
- Ist der Entsorgungsweg behördlich genehmigt? Sind alle möglichen Abwassereinleitungen berücksichtigt?
- Liegen ausreichende Informationen zu den einzelnen Abwasserströmen und den Randbedingungen vor, wie:
  - Mengen der Zu- und Abflüsse der Abwasserströme?
  - Art des Transfers: kontinuierlich oder diskontinuierlich?
  - Druck- und Temperaturschwankungen?
  - Chemische Zusammensetzung sowie physikochemische Eigenschaften?
  - Sicherheitstechnische Kenngrößen?
  - (Öko)toxikologische Informationen (einschließlich Informationen zur biologischen Abbaubarkeit)?
  - Wasserrechtliche Informationen?
- Ist die chemische Verträglichkeit der Produkte mit Wasser bekannt?
- Ist eine nachträgliche Phasentrennung möglich, wenn mehrere Abwasserströme zusammenkommen, mit den möglichen Konsequenzen
  - Löslichkeits- und Mischbarkeitseffekte?
  - Bildung von Ex-Atmosphären aufgrund von Ausbildung einer Oberphase?
- Sind Reaktionen zwischen unterschiedlichen Abwasserströmen möglich (z. B. bei stark unterschiedlichem pH-Wert)?
- Können unzulässige Wege ausgeschlossen werden, über die Produkte in den gemeinsamen Abwassertank gelangen können?

- Werden Störungen des bestimmungsgemäßen Betriebes der Anlage, die zu einer anderen Zusammensetzung des Abwassers führen, im Konzept des aufnehmenden Betriebes (z. B. Kläranlage) angemessen berücksichtigt?
- Wird bei Änderungen im Produktionsprozess, die einen Einfluss auf die Abwasserzusammensetzung haben, ein MOC-Prozess mit der erforderlichen Sicherheitsbetrachtung durchgeführt?
- Stehen ausreichend dimensionierte Abwasserpufferbehälter zu Verfügung?
- Wie erfolgt die Kommunikation, wenn die Abwasserbehandlung nicht zur Verfügung steht?

#### **4.2.3 Zusammenführung unterschiedlicher Abfallströme**

In verfahrenstechnischen Anlagen fallen in der Regel an verschiedenen Stellen Abfallströme an (z. B. Destillationsrückstände, Mutter- und Waschlaugen, diverse Rückstände aus Produktionsprozessen), welche zunächst in Abfalltanks oder Sammelbehältern zwischengelagert oder aus einem oder mehreren Betrieben in gemeinschaftlich genutzte Sammelbehälter transferiert werden, bevor sie der weiteren internen oder externen Entsorgung zugeführt werden.

Aus dem Blickwinkel der Anlagensicherheit kann für Abfallgemische, die aus vielen unterschiedlichen Einzelkomponenten in variabler Konzentration bestehen können, u. a. die Beantwortung der folgenden Fragestellungen von Bedeutung sein:

- Ist die Betreiberverantwortung gemeinschaftlich genutzter Sammelbehälter schriftlich festgelegt und im Detail geregelt?
- Werden die Hinweise des Abfallerzeugers zum Umgang mit Abfällen durch den Entsorger berücksichtigt?
- Ist der Entsorgungsweg behördlich genehmigt? Sind dabei alle mögliche Abfallströme berücksichtigt?
- Liegen ausreichende Informationen zu den einzelnen Abfallströmen und den Randbedingungen vor, wie:
  - Mengen der Zu- und Abflüsse der Abfallteilströme?
  - Art des Transfers: kontinuierlich oder diskontinuierlich?

- Chemische Zusammensetzung sowie physikochemische Eigenschaften?
  - Sicherheitstechnische Kenngrößen des Brand- und Explosionsschutzes?
  - Abfallrechtliche, gefahrstoff- und ggf. gefahrgutrechtliche Informationen?
- Liegen sicherheitstechnische Untersuchungen sowohl zu den einzelnen Abfallströmen als auch zum resultierenden Abfallgemisch vor?
  - Ist bei der Ermittlung der sicherheitstechnischen Kenngrößen die variable Zusammensetzung des Abfallgemisches mittels repräsentativer Probenahme ausreichend berücksichtigt worden? Hinweis: Erfahrungsgemäß können je nach Prozessführung (z. B. Batch- oder Kampagnenfahrweise) erhebliche Schwankungen in der Zusammensetzung der Abfälle auftreten.
  - Werden bei der Ermittlung der Abfallzusammensetzung und der sicherheitstechnischen Kenngrößen auch mögliche zu erwartende betriebsbedingte Störungen berücksichtigt?
  - Können die unterschiedlichen Abfallströme gefährlich miteinander reagieren?
  - Ist die thermische Stabilität der Abfälle unter den Lagerbedingungen bekannt? Hinweis: Hierzu sind u. a. Kenntnisse zur Verweilzeit und zur thermischen Beständigkeit bei der maximalen Lagertemperatur erforderlich.
  - Wird bei Änderungen im Produktionsprozess, die einen Einfluss auf die Abfallzusammensetzung haben, ein MOC-Prozess mit der erforderlichen Sicherheitsbetrachtung durchgeführt?
  - Werden relevante Änderungen in der Abfallzusammensetzung an den abnehmenden Entsorgungsdienstleister weitergegeben?
  - Wie erfolgt die Kommunikation, wenn das Abfallsammelsystem nicht zur Verfügung steht?

### **4.3 Kompetenzschnittstellen**

Bei Kompetenzschnittstellen können verschiedene Zuständigkeiten überschneidend oder alternativ zutreffen.



### 4.3.1 Firmenübergreifende Kommunikation

An einem Standort können unterschiedliche Firmen ansässig sein, die gemeinsame Ressourcen nutzen. Oder es wird mit Fremdfirmen zusammengearbeitet, die in unterschiedlichen Unternehmen eingesetzt werden.

Daher kann u. a. die Beantwortung der folgenden Fragestellungen von Bedeutung sein:

- **Externe Firmen, welche die gemeinsame Infrastruktur nutzen**
  - Sind unterschiedliche Sicherheitsstandards vorhanden?
  - Erfolgt eine wechselseitige Information über sicherheitsrelevante Aspekte?
- **Personal, das in unterschiedlichen Unternehmen eingesetzt wird**
  - Sind unterschiedliche Sicherheitsstandards vorhanden?
  - Gibt es betriebliche Bezeichnungen, die in den Unternehmen unterschiedlich verwendet werden (beispielsweise Farbcodierungen für Medien)?

### 4.3.2 Fachübergreifende Kommunikation

In einem Unternehmen können für Aufgaben und Projekte unterschiedliche Fachabteilungen zuständig sein. Die nachfolgende Aufstellung zeigt Beispiele für Schnittstellen verschiedener Fachzuständigkeiten:

<b>Tätigkeiten / Verfahrensschritte / Grundoperationen</b>	<b>Betroffene Teilaspekte<sup>1</sup></b>
Entladung eines entzündlichen Produktes	Ex-Schutz, Brandschutz, Anlagensicherheit, Arbeitssicherheit, Gewässerschutz, Transportsicherheit
Inertisierung von Behältern	Ex-Schutz, Arbeitssicherheit, Anlagensicherheit
Absicherung von Pumpen im Prozess	Anlagensicherheit, Ex-Schutz
Wechselwirkung von Maschinen und Package Units (z. B. Kälteanlage, HT-Brenner) mit der Prozessanlage	Anlagensicherheit, Maschinensicherheit, Arbeitssicherheit

---

<sup>1</sup> Die Zuordnung der Teilaspekte zu den betreffenden Abteilungen des Unternehmens kann von Betrieb zu Betrieb variieren.

Daher kann u. a. die Beantwortung der folgenden Fragestellungen von Bedeutung sein:

- Sind insbesondere bei sicherheitstechnischen Fragestellungen / Sicherheitsbetrachtungen alle relevanten unterschiedlichen Funktionen / Fachdisziplinen beteiligt und angemessen eingebunden?
- Ist den Fachdisziplinen bekannt, für welche Teilaufgaben im Projekt sie verantwortlich sind und wie die Dokumentation der Übergabe erfolgen soll?

## **5 Schlussfolgerungen und Empfehlungen**

Das Erkennen der Komplexität und das Wissen um Gefahrenpotenziale, die an Schnittstellen entstehen können, sind wesentliche Grundlagen bei der sicherheitstechnischen Beurteilung. Der resultierende Lösungsansatz muss ganzheitlich und interdisziplinär sein. Hierzu müssen die Rahmenbedingungen der Schnittstellenbetrachtung festgelegt, dokumentiert und kommuniziert sowie das Procedere entsprechend umgesetzt werden. Hierfür ist eine enge Kommunikation und Abstimmung der jeweils Beteiligten erforderlich – und das Wissen, dass die Verantwortung nicht im eigenen Bereich bzw. in der eigenen Anlage endet. Dazu müssen

- Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten eindeutig definiert werden,
- Mitarbeiter diesbezüglich unterwiesen werden, um das Bewusstsein zu schärfen,
- bei Änderungen die Schnittstellen in das Management of Change (MOC) einbezogen werden.

Die entsprechenden Themen sind bei Sicherheitsbetrachtungen immer angemessen zu berücksichtigen. Im Anhang sind praxisbewährte Vorgehensweisen für die Regelung von Schnittstellen bei Rohrleitungen in einem Industriepark (Anhang 1), die Berücksichtigung von Spannungsausfällen und Spannungseinbrüchen in Sicherheitsbetrachtungen (Anhang 2) und Strategien zum Schutz vor Kontaminationen bei Versorgungsmedien (Anhang 3) zusammengestellt.

## Ereignisbeispiele

### **Beispiel 1: Physikalische Explosion in einer Stahlgießerei (Schnittstelle Anlieferung)**

In den Induktionsofen sollte Reinnickel eingebracht und gleichzeitig Trockenstampfmasse gesintert werden. Der Ofen sollte dazu in vollem Zustand bei ca. 1630° C angefahren werden. Die Nickelpellets wurden in gebrauchten Fässern angeliefert (vorheriger Gebrauch zum Transport nicht bekannt). Vor dem Unfallzeitpunkt war die Hälfte des Nickels verbraucht. Beim Einfüllen des 14. Fasses per Gabelstapler kam es zur physikalischen Explosion und Metallschmelze wurde aus den Ofen geschleudert. Es wird vermutet, dass sich in dem Fass nicht sichtbare Flüssigkeit befand (fehlerhafte Anlieferung von Rohmaterial).

(Quelle: <https://www.infosis.uba.de/index.php/de/site/2854/aser/index/1285.html>)

### **Beispiel 2: Schwefelwasserstoff-Freisetzung in einer Biogasanlage (Schnittstelle Anlieferung)**

In der Biogasanlage werden bisher ausschließlich Ko-Fermente in Form von biologischen Abfällen und tierischen Nebenprodukten eingesetzt. Die Materialannahme erfolgt über drei Zugänge: A Sortierung, B Speiserestannahme, C Grube.

Die Grube verfügt über eine 4m<sup>2</sup> große Klappe, die für die Anlieferung fester Stoffe geöffnet wurde. Flüssige Stoffe werden bei geschlossenem Deckel über einen Rohrstutzen in die Grube gefüllt. Am Vortag des Unfalls ging der Motor, der den Deckel öffnet und schließt kaputt und die Reparatur sollte am Unfalltag um 8:00 Uhr durchgeführt werden. Um 6:00 Uhr wurde mit der Entladung eines bereits wartenden LKWs mit chem. behandeltem Schweinedarmschleim aus einem Pharmaziebetrieb begonnen. Der Schlauch wurde, da der Deckel offen stand, direkt in die Grube gehängt. Der Fahrer (1), der Betriebsleiter und zwei Mitarbeiter gingen in den Pausenraum. Ein weiterer LKW fuhr auf das Betriebsgelände, der Fahrer (2) ging ebenfalls direkt in den Pausenraum. Gegen 6:20 gingen alle, bis auf den Fahrer (2), in die Betriebshalle. Wenige Augenblicke später rief Fahrer (1) Fahrer (2) zur Hilfe. Der Betriebsleiter lag neben der Grube leblos am Boden. Die Fahrer versuchten zu retten, merkten aber, dass sie selbst Atemprobleme bekamen. Sie versuchten aus der Halle zu laufen. Fahrer (2) gelang dies, Fahrer (1) brach in der Halle zusammen. Fahrer (2) alarmierte die Rettungskräfte. Der Betriebsleiter und ein Mitarbeiter starben noch an der Unfallstelle; Fahrer

(1) und eine weitere Mitarbeiterin wurden reanimiert, verstarben jedoch später im Krankenhaus. Fahrer (2) war schwer verletzt.

Die Grube verfügt über eine Absaugung, die auch funktioniert hat, aber nicht für solche Mengen an gefährlichen Gasen ausgelegt war. Sie sollte lediglich die Geruchsbelastung in der Halle mindern. Bei komplett geöffnetem Deckel war sie nur sehr eingeschränkt wirksam. Bei geschlossenem Deckel hätte es mehrere Stunden gedauert, die Konzentration an Schwefelwasserstoff auf einen ungefährlichen Wert zu reduzieren. Schweinedarmschleim wird mit einem Konservierungsmittel versetzt und zur Gewinnung von Heparin verwendet. Dabei verringert sich die Masse nur um 1 %. Laut Gutachten hat sich der Schwefelwasserstoff im Schweinedarmschleim durch biochemischen Abbau gebildet. Dieser wurde während des Entladevorgangs aus dem Material heraus in die Halle getrieben. Gefördert wurde dieser Prozess durch die Temperatur des Materials (ca. 60° C), die in der Grube laufenden Rührwerke und den offenen Grubendeckel. In der Grube befand sich zum Zeitpunkt der Entladung wahrscheinlich noch Material (Molkekonzentrat, Abfälle aus Tiergewebe), das am Vortag angeliefert worden war. Dieses Material muss einen niedrigen pH-Wert gehabt haben. Das ergibt sich aus dem pH-Wert des gemischten Materials in den weiteren Aggregaten. Diese pH-Wert-Verschiebung hat die Entstehung des Schwefelwasserstoffes zwar gefördert, hat aber eher einen geringen Anteil an der Gesamt-Schwefelwasserstoff-Bildung.

(Quelle: <https://www.infosis.uba.de/index.php/de/site/2854/aser/index/1418.html>)

### **Beispiel 3: Zerknall eines Rührreaktors (Schnittstelle Anlieferung)**

In den betroffenen Rührreaktor wurde zunächst anstatt der vorgeschriebene Menge Pottasche (Kaliumcarbonat) die gleiche Menge Potassium Hydroxide (Ätzkali) eingefüllt. Anschließend wurde gemäß Betriebsanweisung in Dimethylsulfoxid gelöstes Chlornitrotoluol zugegeben. Danach erfolgte die Aktivierung des Rührers und eine Erwärmung des Kessels über eine Warmwasserbeheizung auf 90°C. Nachdem alle Betriebsparameter über längere Zeit im normalen Bereich blieben, stiegen die Temperatur und damit auch der Druck im Reaktor plötzlich steil an. Zur gleichen Zeit hörten 2 Mitarbeiter, die sich in der Nähe des Reaktors befanden, ein zischendes Geräusch und flüchteten in Richtung Brandschutztür. Im selben Moment zerknallte der Reaktor. Die Druckwelle erfasste die Mitarbeiter vor Erreichen der Brandschutztür und warf sie zu Boden.

Ursache war eine Stoffverwechslung: Im Lager wurde Pottasche korrekt geordert und bereitgestellt. Der Gabelstaplerfahrer holte jedoch eine Palette mit Potassium Hydroxide. Der

zuständige Chemiefacharbeiter, dem die Verwechslung auffiel, meldete dies seinem Meister, der jedoch gesagt haben soll, dass alles korrekt sei.

(Quelle: <https://www.infosis.uba.de/index.php/de/site/2854/aser/index/1269.html>)

## **Beispiel 4: Freisetzung von Ethylacetat in einer Anlage zur Herstellung von Kunstharzen (Schnittstelle Anlieferung)**

Am Ereignistag kam es in einem Reaktorkessel bei der Durchführung einer durch Zugabe von Peroxid initiierten Nachreaktion zum Aufschäumen des Gemisches. mit einem Druck- und Temperaturanstieg im Reaktor, nachfolgend zur Entspannung über Berstscheibe in einen Catchtank mit dem ca. 2,5-fachen Volumen des Reaktors und nachfolgend dort wiederum über Berstscheibe Entspannung in die Atmosphäre. Das Auslösen der Berstscheibe wurde im Prozessleitsystem angezeigt. Es traten ca. 5.500 kg Ethylacetat aus und verdampften, wobei Produktbestandteile in Tröpfchenform mitgerissen wurden. Eine Fläche von ca. 60.000 m<sup>2</sup> nördlich des Betriebsgeländes wurde verunreinigt. Da die Substanz nicht wasserlöslich ist, erfolgte keine Gewässerverunreinigung. Personen wurden nicht verletzt.

Im Nachgang wurde rekonstruiert, dass es zu Beginn des Ansatzes bei der Vorlage von festem Peroxid, welches zunächst mit Ethylacetat in Lösung zu bringen ist, zu einer Behälterverwechslung gekommen ist. Von Mitarbeitern der Frühschicht wurde das Lösemittel Ethylacetat in den richtigen Vorlagebehälter 1, das feste Peroxid in den falschen Vorlagebehälter 2 eingefüllt. Es hätte auch in den Vorlagebehälter 1 gefüllt werden sollen. Daher setzte keine Reaktion ein. Von der nachfolgenden Schicht wurde der Vorlagebehälter 1 kontrolliert, ob das Peroxid in Lösung ist. Durch die bloße Sichtkontrolle war jedoch nicht feststellbar, dass der Behälter lediglich mit dem flüssigen Ethylacetat gefüllt war. In der Folge war bei dem Produktansatz nicht die erwartete vollständige Stoffumsetzung erreicht, so dass bei der Zugabe von Peroxid zur Nachreaktion abrupt mehr Stoffumsetzung als erwartet erfolgte mit den beschriebenen Auswirkungen.

(Quelle: <https://www.infosis.uba.de/index.php/de/site/12981/zema/index/30047.html>)

## **Beispiel 5: Austritt von nitrosen Gasen (Schnittstelle Abgasströme)**

Der mit 60 %-iger Salpetersäure gefüllte Vorlagebehälter war etwa drei Wochen lang über einen Wäscher mit der Gasatmosphäre von zwei Lagerbehältern mit 30 %-iger Salzsäure

verbunden. Aus diesem Behälter wurden in dieser Zeit etwa zehn Mal bis zu 50 Liter Salpetersäure entnommen. Bei Abschätzung einer Rohrleitungslänge von 100 Meter für die Rohrleitung zwischen Wäscher und Vorlagebehälter bedeutete dies, dass durch einen Salpetersäureentnahmeprozess die gesamte Rohrleitung mit Salzsäuredämpfen gefüllt wurde.

Am Ereignistag kam es dann zu einem Durchkorrodieren des Salpetersäurevorlagebehälters und im 5. OG des Betriebes zu einer Freisetzung von nitrosen Gasen über das Raumlüftungsgitter. Innerhalb von 20 Minuten bekam die Feuerwehr den Gasaustritt so weit unter Kontrolle, dass am Raumlüftungsgitter keine Säuredämpfe mehr sichtbar waren.

Wie nachfolgend experimentell gezeigt werden konnte, hat Salzsäure in erheblichem Masse das Bestreben, sich in Salpetersäure zu lösen. Da der Salpetersäure-Vorlagebehälter mindestens drei Wochen mit HCl-Atmosphäre der HCl-Lagertanks in Verbindung stand, war eine hohe HCl-Konzentration in der oberen Salpetersäureschicht zu erklären.

(Quelle: <https://www.infosis.uba.de/index.php/de/site/2854/aser/index/1305.html>)

## **Beispiel 6: Fehleinleitung von Ammoniak in die Kläranlage (Schnittstelle Abwasser- und Abgasströme)**

Durch eine undichte Einfachabspernung in einem Bypass kam es über einen Zeitraum von etwa zwei Tagen zu einem unbemerkten Transfer von rund zwei Tonnen Ammoniak in den betriebsinternen Abwassertank. Dies war möglich, weil sowohl das Ammoniak-Abgassystem als auch der Abwassertank in die gleiche Abgasleitung entspannten, weshalb das Ammoniak über das gemeinsame Abgassystem in die wässrige Phase des Abwassertanks gelangen konnte. Von dort wurde das ammoniakhaltige Abwasser in Richtung werksinterner Kläranlage abgegeben. Dies führte zeitversetzt zu einer leicht erhöhten Stickstofffracht im Kläranlagenauslauf, welche durch eine Stickstoff-Online-Überwachung frühzeitig detektiert wurde. Die Einleitung in den Fluss wurde umgehend gestoppt und das Abwasser in einem Puffertank separiert, sodass keine Gefährdung für die Umwelt bestand.

## **Beispiel 7: Vermischen von Abfällen (Schnittstelle Abfallströme)**

Beim Reinigen eines Eimers mit Sondermüll ereignete sich ein Unfall. Ein Operator neutralisierte eine kleine Menge betrieblichen Abfall, der bei Instandsetzungsarbeiten in einen Eimer abgelassen worden war. Im Eimer war eine kleine Menge metallisches Natrium, ein

Stoff, der heftig mit Wasser reagiert. Laut Betriebsanweisung musste getrocknetes Methanol in den Eimer gegeben, erwärmt und 6-7 Stunden abreagiert werden. Der Operator handelte entsprechend und schüttete den Eimer nach der Reaktionszeit aus. Er bereitete gerade das Spülen des Eimers vor als noch mehr Material aus dem Eimer lief, mit Regenwasser in Kontakt kam und eine exotherme Reaktion einsetzte. Der Operator wurde verletzt.

Der Eimer einhielt 5-7 cm Schlamm aus der Instandhaltungsaktion und war nicht gekennzeichnet. Der Operator fragte seine Kollegen. Ihm wurde gesagt das Material auf dem üblichen Weg zu entsorgen. Der Schlamm enthielt aber auch eine Schicht aus festem Natrium, das nicht wie vorgesehen mit dem Methanol reagiert hat. Die Anweisung sah nicht vor, Schlamm und Methanol zu mischen, um eine vollständige Reaktion zu ermöglichen.

### **Beispiel 8: Zerstörung einer Pumpe durch Verschleppung von Ammoniumnitrat (Schnittstelle Abfallströme)**

Eine Störung im Prozessleitsystem führte dazu, dass der im Prozess eingesetzte Hilfsstoff Ammoniumnitrat (AN) nicht wie vorgesehen mittels Extraktion aus dem Prozess entfernt wurde. Das in einem polaren Medium gelöste AN wurde dadurch über mehrere Prozessschritte schließlich in den zugehörigen Abfalltank verschleppt.

Durch die bestimmungsgemäße Zuführung von unpolarem Lösemittel aus einem Nachbarbetrieb kam es im Tank zu einer Änderung der Löslichkeit des AN, was mit der Zeit zum Ausfall von festem AN führte. Dieses gelangte auch in die externe Umwälzpumpe des Tanks, wo es sich vermutlich im Bereich des Spalttopfs ablagerte. Die thermische Beanspruchung führte im weiteren Verlauf zu einer Zersetzung des AN, was zu einem erheblichen Druckaufbau und zur Zerstörung der Pumpe führte. In Folge entzündete sich dabei das in der Kreislaufleitung befindliche organische Medium. Da der Tank (50 m<sup>3</sup>) mit einer Verriegelung ausgestattet war, beschränkte sich der Brand auf diese Reste (ca. 200 Liter).

### **Beispiel 9: Erhöhter Peroxidgehalt im Rückstand (Schnittstelle Abwasser- und Abfallströme sowie firmenübergreifende Kommunikation)**

Eine Verfahrensänderung bei der Firma A führte dazu, dass kontinuierlich eine erhöhte Menge Wasserstoffperoxid über den betriebsinternen Abwassertank in die gemeinsam genutzte

Kläranlage der Firma B gelangte. Die Firma B war nicht von Firma A über diese Änderung informiert worden (kein MOC-Prozess).

Im Einlaufbecken der Kläranlage befindet sich häufig eine organische Oberphase, die sich nachträglich beim Zusammenkommen unterschiedlicher Abwasserströme der Firmen A und B ausbildet. Die erhöhte Wasserstoffperoxid-Fracht führte dazu, dass ein gewisser Anteil des Wasserstoffperoxids in die organische Phase bzw. an die Grenzfläche gelangte. Daraus resultierte die Bildung einer geringen Konzentration organischer Peroxide in der Oberphase.

Die organische Phase wird regelmäßig abgesaugt und der externen Entsorgung (thermischen Verwertung) zugeführt. Beim Entsorger wurde dabei im Rahmen der Eingangsanalytik festgestellt, dass der Peroxidgehalt im Rückstand über dem betrieblich festgelegten Grenzwert für eine sichere Verbrennung lag.

## **Beispiel 10: Freisetzung von Chlor in einer Anlage zur Herstellung von Alkoholaten**

### **(Schnittstelle Fachübergreifende Kommunikation, hier: Betrieb – Instandhaltung)**

Bei Instandhaltungsarbeiten an einem Chlorklagerbehälter musste ein Teilstück einer Rohrleitung freigestellt werden. Im Zuge der Freistellung wurde die Rohrleitung nicht ausreichend entspannt und es kam in der Folge bei den anschließenden Spülarbeiten mit Stickstoff zu einer Rückströmung. Dadurch gelangten geringe Mengen Chlor ins Stickstoffsystem und hierüber zur Abfüllanlage, an der zu diesem Zeitpunkt Abfüllarbeiten erfolgten.

Der anwesende Mitarbeiter wurde durch die Inhalation leicht verletzt. Zusätzlich kam es vereinzelt zu geringfügigen Chloremissionen an Atmungsarmaturen und Messgeräten. Dadurch kam es an diversen Stellen zu einer Chlorwahrnehmung. Zwei weitere Mitarbeiter waren vorsorglich beim werksärztlichen Dienst vorstellig.

(Quelle: <https://www.infosis.uba.de/index.php/de/site/12981/zema/index/30743.html>)



# **Anhang 1 Beispiel der Regelung von Schnittstellen bei Rohrleitungen in einem Industriepark**

## **1 Allgemeines**

Rohrleitungen außerhalb der Anlagen (nachfolgend als „RadA-Leitungen“ bezeichnet) dienen der bestimmungsgemäßen Ver- und Entsorgung von Produktionsanlagen, wobei Produkte oft auch über Grundstücksgrenzen befördert werden. Zugleich stellen RadA-Leitungen Schnittstellen zwischen Anlagen dar, über die im Störfall Produkte in unbeabsichtigter, sicherheitstechnisch relevanter Weise übertragen werden können und die daher mit besonderen Gefahren einhergehen.

## **2 Verantwortung für den Betrieb, das Zusammenwirken bei der Gefährdungsbeurteilung und Prüfungen an Rohrleitungen**

Verantwortlich für den ordnungsgemäßen Betrieb, die Gefährdungsbeurteilung sowie erforderliche Prüfungen an Rohrleitungen sind die Betreiber (bzw. die Betriebsleitung im Rahmen der übertragenen Aufgaben und Befugnisse).

Der genaue Verlauf der RadA-Leitungen, die örtlichen Verantwortlichkeiten sowie die Eigentumsverhältnisse können bei den Infrastrukturbetrieben in Erfahrung gebracht werden. Verantwortlich für eine Rohrleitung ist gemäß den geltenden Vereinbarungen stets der Leiter desjenigen Betriebs, über dessen zugehöriges Grundstück sie geführt wird, auch wenn seine Anlagen nicht über eine verfahrenstechnische Anbindung an die betreffende Rohrleitung verfügen.

Bei Rohrleitungen, die außerhalb der Anlage des Abnehmers/Einspeisers über Grundstücke weiterer Betriebe geführt werden, müssen die beteiligten Betriebe bezüglich der Gefährdungsermittlung und -beurteilung zusammenwirken. Sie legen gemeinsam erforderlichenfalls Schutzmaßnahmen fest und stimmen sich bezüglich der Beauftragung und Nachverfolgung von Prüfungen und Instandhaltungsmaßnahmen ab. Hierzu muss der jeweils auf Einspeise- und Abnahmeseite verantwortliche Betriebsleiter den übrigen Betrieben alle für ihre Gefährdungsbeurteilung erforderlichen Informationen zur Verfügung stellen.

Verlässt eine Rohrleitung die Anlagengrenzen eines Betriebes und bindet im weiteren Verlauf wieder in ein Anlagenteil desselben Betriebes ein, so ist diese Leitung im Rahmen der Prozessgefahrenanalyse des Betriebs (und nicht als RadA-Leitung) zu bewerten.

### **3 Rückströmungen und Wechselwirkungen**

Bei RadA-Leitungen, die mehrere Betriebe versorgen, müssen Wechselwirkungen mit anderen Anlagen prinzipiell unterstellt werden. Wenn eine sicherheitstechnisch bedeutsame Sensibilität gegenüber Verunreinigungen besteht, hat der abnehmende Betrieb Rücksprache mit dem Versorger zu nehmen und entsprechend wirksame Erkennungs- und Schutzmaßnahmen vorzusehen. Er darf sich in seinen Sicherheitsbetrachtungen nicht ausschließlich auf die in den Lieferbedingungen zugesagte Spezifikation verlassen.

Zugleich müssen abnehmende Betriebe angemessene Maßnahmen treffen, um Rückströmungen in RadA-Leitungen zu vermeiden. Insbesondere sind Ströme solcher Stoffe zu verhindern, die aufgrund von Druck, Temperatur, Korrosivität, Instabilität oder möglichen Phasenübergängen eine Schädigung bzw. Beeinträchtigung von RadA-Leitungen verursachen oder in Rohrleitungsnetzen oder nachgeschalteten Anlagenteilen gefährliche explosionsfähige Gemische bilden können (z. B. durch Eintrag von Oxidationsmitteln). Können solche Effekte nicht sicher ausgeschlossen werden, muss der Verantwortliche für den Netzbetrieb in die Sicherheitsbetrachtungen mit eingebunden werden.

Spezielle Anforderungen für Brenngas- sowie die Produktionsabgasnetze können den Anschlussbedingungen der Infrastrukturbetriebe entnommen werden. Diese Netze sind nicht als explosionsgefährdete Bereiche eingestuft, weshalb gerade die Einleitung oder potenzielle Rückströmung von Sauerstoff der Rücksprache bedarf.

Konstruktionsbedingt sind Rückschlagklappen nicht geeignet, um unbeabsichtigte Stoffströme sicher zu vermeiden. Sie sollten daher bei höheren Anforderungen nicht eingesetzt werden. Sie können jedoch genutzt werden, um Rückströmungen zu begrenzen, wenn beispielsweise bei dem an die RadA-Leitung angeschlossenen anlageninternen System ein Stoffaustausch nicht unterstellt werden muss (z. B. bei Dampfbeheizung).

### **4 Sicherheitsbetrachtungen für RadA-Leitungen mit besonderen Gefahren und ihre Schnittstellen mit Produktionsanlagen**

RadA-Leitungen werden ähnlich wie Prozessanlagen systematischen Sicherheitsbetrachtungen unterzogen, sofern aufgrund der Inhaltsstoffe bei einem Versagen von Rohrleitungs- oder Einbauteilen von einer ernststen Gefahr ausgegangen werden muss. Schutzziele sind insbesondere die Vermeidung bzw. Erkennung und Begrenzung der Freisetzung toxischer Stoffe in gesundheits- oder umweltgefährdenden Mengen sowie die Vermeidung bzw. Erkennung und Begrenzung von Leckagen und von Freistrahlen entzündbarer Stoffe in Anlagenbereiche hinein.

Die Sicherheitsbetrachtungen erfolgen in Ergänzung zu den Gefährdungsbeurteilungen der Druckanlagen(teile) und liegen in der Verantwortung des Rohrnetzbetriebs und der an das Rohrnetz angeschlossenen Betriebe. Bei der Erstellung können Fachfunktionen unterstützend hinzugezogen werden.

Abhängig von den spezifischen Gefährdungen umfassen Sicherheitsbetrachtungen beispielsweise

- die Platzierung von fernbedienbaren schnellschließenden Absperrarmaturen (baufeldeingangs auf der Abnehmer- bzw. baufeldausgangs auf der Versorgerseite), sowie deren Auslegung (insbesondere Bauart und Schließcharakteristika) auf der Grundlage geeigneter Druckstoßszenarien und -berechnungen,
- die Anforderungen an eine wirksame Abrisserkennung, ggf. anhand weiterer strömungstechnischer Simulationen,
- druckstoßunabhängige Ereignisse, bei denen unter vernünftigerweise anzunehmenden Umständen unzulässig hohe/niedrige Drücke und Temperaturen auftreten können, einschließlich Wärmeausdehnung von Rohrleitungen und thermische Expansion eingesperrter Flüssigkeiten, sowie
- Rückströmungen.

Die fernbedienbaren schnellschließenden Absperrarmaturen dienen der Begrenzung der Auswirkungen von Ereignissen und sind jährlich wiederkehrenden Funktionsprüfungen zu unterziehen. Sie sind so anzuordnen, dass ihre bestimmungsgemäße Funktion durch die abzusichernden Ereignisse möglichst nicht beeinträchtigt würde, z. B. Baueingangsarmaturen grundsätzlich außerhalb der Anlagentasse, in der sich eine brennende Flüssigkeit ansammeln könnte.

Soweit erforderlich, fließen die gewonnenen Erkenntnisse bezüglich verfahrenstechnischer Zusammenhänge, zulässiger Betriebsbedingungen, möglicher Schadensursachen und erforderlicher Schutzmaßnahmen in die Gefährdungsbeurteilungen, die Abgrenzung von Druckanlagen, AwSV-Anlagen sowie sicherheitsrelevanten Anlagenteilen (SRA) gemäß StörfallV und in die Festlegungen der sicherheitstechnisch erforderlichen Prüfungen und Prüffristen ein.

Es ist zweckdienlich, die den Sicherheitsbetrachtungen zu Grunde gelegten Spezifikationen von Pumpen (Nullförderhöhe, maximale Fördermenge) so zu dokumentieren, dass auch zukünftig der versehentliche Einsatz unzulässiger Druckerzeuger verhindert wird. Des Weiteren werden unter angemessener Berücksichtigung wirtschaftlicher Belange aller

beteiligten Betriebe Fristen für die Umsetzung notwendiger technischer Maßnahmen festgesetzt. Diese Fristen sind mit einer zugelassenen Überwachungsstelle abzustimmen, mindestens jedoch mit einer zur Prüfung befähigten Person, wenn diese gemäß Anhang 2 Abschnitt 4 BetrSichV die Druckanlagenprüfungen durchführen darf.

## **5 Sonstige Werknetze**

### **5.1 Dampf**

Die im Normalbetrieb auftretenden Drücke und Temperaturen der Dampfnetze sind gemäß Produktspezifikationen bekannt. Sofern einspeisende Betriebe keine adäquate Absicherung vorsehen, sind aufgrund der weitläufigen Verzweigung der Netze Zustände vorstellbar, bei denen die Sicherheitsventile in den Kraftwerken (welche die primäre Absicherung gegen unzulässigen Überdruck darstellen) nicht wirksam würden oder zumindest lokal unzulässige Druckspitzen auftreten könnten. Bei der Absicherung müssen sich Einspeiser nach den verwendeten Rohrklassen richten und haben somit – sofern nicht ausdrücklich anders vereinbart – die folgenden maximalen Parameter einzuhalten: [...]

Grundsätzlich sind diese Höchstwerte auch in Sicherheitsbetrachtungen für an die Dampfnetze angeschlossene Rohrleitungen, Apparate und Prozesse in abnehmenden Betrieben anzusetzen. Sollten bei Bestandsanlagen unzulässige Zustände erkannt werden, können nach differenzierten Gefährdungsbeurteilungen (zusätzliche) technische Maßnahmen erforderlich sein, um Gefahren abzuwenden.

Bauliche, verfahrenstechnische sowie organisatorische Maßnahmen für den Bau von Dampfnetzanschlüssen sind in den technischen Anschlussbedingungen der Infrastrukturbetriebe geregelt. Bei der Einspeisung muss u. a. durch geeignete Rohrleitungsführung sowie durch Überhitzung des eingespeisten Dampfes der Eintrag flüssigen Wassers in die Dampfnetze vermieden werden.

### **5.2 Kälte**

Die flüssiges Ammoniak in dezentralen Kälteanlagen abnehmenden Betriebe sind verantwortlich für deren ordnungsgemäßen Betrieb, auch wenn mit dem Versorger vereinbart ist, dass dieser Betriebsführungsaufgaben übernimmt. Sicherheitsbetrachtungen für dezentrale Kälteanlagen sind mit dem Versorger abzustimmen. Die Absicherung des Ammoniak-Netzes erfolgt sowohl zentral beim Versorger als auch bei jedem Abnehmer (für den Fall thermischer Ausdehnung eingesperrter Flüssigkeit) mittels Sicherheits- bzw. Überströmventilen bei x bar(ü). Anhand von Sicherheitsbetrachtungen sind insbesondere

geeignete Maßnahmen vorzusehen, damit die Verdampfer produkt- bzw. kältesoleseitig nicht mit Temperaturen größer  $x$  °C (Siedetemperatur von Ammoniak bei  $x$  bar(abs)) beaufschlagt werden. Des Weiteren muss in Abstimmung mit der Werkfeuerwehr beurteilt werden, ob eine Absicherung der Anlagenteile gegen unzulässigen Überdruck durch Unterfeuerung erforderlich ist und die Sicherheitsventile daher für den Brandfall auszulegen sind. Im Allgemeinen darf davon ausgegangen werden, dass Ammoniak bei Umgebungstemperatur aus dem Netz entnommen wird. Dies ist jedoch besonders dann zu hinterfragen, wenn keine kontinuierliche Entnahme erfolgt und mit einer Erwärmung des ruhenden Mediums durch Sonneneinstrahlung gerechnet werden muss.

### **5.3 Niedertemperaturwärme und Rückkühlwasser**

Es gelten die Produktspezifikationen der Infrastrukturbetriebe. Die abgesicherten maximalen Drücke in den Netzen betragen  $x$  bar(abs).

RadA-seitig muss ausnahmsweise ein Unterdruck angenommen werden, wenn es aufgrund des Leitungsverlaufs bei einem Ausfall von Druckerzeugern zu einer abrupten Rückströmung des anstehenden Wassers kommen kann. Temperaturüber-/unterschreitungen können ebenfalls nicht pauschal ausgeschlossen werden und müssen ggf. mit dem Versorger diskutiert werden. Auch ist in Sicherheitsbetrachtungen grundsätzlich der anlagenweite Ausfall von Wärmeträgern als auslösendes Ereignis anzunehmen.

### **5.4 Druckluft und Luftgase**

Es gelten die Produktspezifikationen der Infrastrukturbetriebe. Die abgesicherten maximalen Drücke in den Netzen betragen  $x$  bar(abs).

Aufgrund der geringen Wärmekapazität dieser Druckgase kann in Sicherheitsbetrachtungen üblicherweise die Lieferung bei Umgebungstemperatur unterstellt werden. Ausnahmsweise, z. B. in unmittelbarer Nähe zu den Verdichterstationen bzw. Verdampfern, kann es erforderlich sein, von höheren Temperaturen auszugehen, da ein Ausfall der Kühlung beim Versorger in der Regel zwar durch Betriebseinrichtungen erkannt wird, deren Qualität jedoch sicherheitstechnischen Anforderungen nicht genügt.

### **5.5 Brenngase**

Es gelten die Produktspezifikationen der Infrastrukturbetriebe. Die abgesicherten maximalen Drücke in den Netzen betragen  $x$  bar(abs). Die obigen Ausführungen zu den sicherheitstechnisch ggf. anzunehmenden Temperaturen gelten auch für Brenngase.

## **5.6 Abgasnetze**

Für die Abgabe von Abgasen in das Sammelgas- und das Reichgasnetz gelten die jeweiligen Anschlussbedingungen der Infrastrukturbetriebe. Insbesondere sei auf die Bestimmungen für die Einleitung von Sauerstoff, Kohlenmonoxid und CMR-Stoffe hingewiesen. Bei Neuanschlüssen hat hinsichtlich der abzusichernden Betriebsbedingungen in jedem Fall eine Abstimmung mit den Infrastrukturbetrieben zu erfolgen.

Bei Anschlüssen an andere Abgasnetze ist hinsichtlich der abzusichernden Betriebsbedingungen sowie der zulässigen Zusammensetzung der Abgasströme eine Abstimmung zwischen den abgebenden Betrieben, dem Verantwortlichen für den Betrieb des Abgasnetzes außerhalb der Anlagen und dem abnehmenden Betrieb herbeizuführen.

## **Anhang 2 Berücksichtigung von Spannungsausfällen und Spannungseinbrüchen in Sicherheitsbetrachtungen**

Im Rahmen von Sicherheitsbetrachtungen sind auch Überlegungen für den Fall von Spannungsausfällen in der gesamten Produktionsanlage anzustellen. Dabei ist zu beachten, dass sowohl mit Spannungsausfällen als auch mit Spannungseinbrüchen die zeitweilige Nichtverfügbarkeit sicherheitsrelevanter Medien einhergehen kann. Insbesondere muss aufgrund des möglichen Ausfalls von Ventilatoren und Pumpen der Kühltürme im Chemiepark der Ausfall von Kühlwasser unterstellt werden, selbst dann, wenn diese Aggregate von einem anderen Werknetz versorgt werden als die Produktionsanlage selbst. Aber auch eine spannungsbedingte Beeinträchtigung der Versorgung mit Stickstoff sowie mit Druckluft oder Kälte ist nicht auszuschließen.

Neben technischen Netzstörungen können auch gesetzliche Verpflichtungen des Netzbetreibers zur Vornahme von Lastreduktionen angekündigte oder spontane Abschaltungen erforderlich machen (z. B. zur Umsetzung der Vorgaben des § 14b Energiewirtschaftsgesetz). In welchem Umfang mit einer solchen Abschaltung gerechnet werden muss, sollte im Zweifel beim Netzbetreiber in Erfahrung gebracht werden.

Abweichend von grundsätzlichen Hinweisen kann, um die Redundanz von Maßnahmen aufrecht zu erhalten, eine batteriegestützte unterbrechungsfreie Stromversorgung oder eine Notstromversorgung mit vom Werknetz unabhängigen Generatoren zur Anwendung kommen. Diese Systeme sind dann in angemessenen Abständen auf Funktionsfähigkeit zu prüfen und Instand zu halten. Batterien sind in festgelegten angemessenen Abständen (mindestens gemäß Herstellerangaben) zu warten und auszutauschen.

## **Anhang 3 Strategien zum Schutz vor Kontaminationen bei Versorgungsmedien**

Kontaminationen des Versorgungsmediums mit Stoffen aus angeschlossenen Anlagen sollten nicht kategorisch ausgeschlossen werden.

Mögliche, wenn auch selten zu erwartende Kontaminationen in Versorgungsmedien sind bedeutsam bei bestimmungsgemäß offenen Systemen. Es ist hier i. d. R. unzureichend, Sicherheitsbetrachtungen lediglich auf Produktspezifikationen oder anderweitig vereinbarte Reinheitsmerkmale abzustützen, auch wenn langjährige Lieferbeziehungen diese zu belegen scheinen. Gelegentlich sind auch offene Schnittstellen zu Systemen anzutreffen, die sonst eher der Fortleitung von Hilfsmedien (Utilities) ohne Stoffaustausch mit Produktionsverfahren dienen. Dampfstrahlpumpen (Heizdampf als Treibmittel) oder die Zuführung von Druckluft (Instrumentenluft z. B. als Katalysatorgift) sind in der Praxis bekannte Beispiele, deren besonderer Schnittstellencharakter zu beachten ist.

Prinzipiell können zwei Strategien zum Schutz vor sicherheitsrelevanten Kontaminationen angewandt werden: erstens die Absicherung der entsprechend sensiblen Anlage selbst (z. B. unter Verwendung von Analysenmessungen oder auch Abscheiden, wenn Versorgungsmedium und Kontaminanten in unterschiedlichen Aggregatzuständen vorliegen) und zweitens die Absicherung mittels individueller technischer Maßnahmen bei jedem einzelnen „Netzpartner“ (d. h. bei jedem angeschlossenen Betrieb unabhängig davon, ob er bestimmungsgemäß Produkt oder Hilfsmedien für das Netz erzeugt bzw. einspeist oder aus dem Netz entnimmt). Erstere Strategie empfiehlt sich vor allem, wenn eine Vielzahl möglicher Quellen für eine spezifische Kontamination vorliegt und im Zuge der Sicherheitsbetrachtung eine definierte sicherheitstechnische Zuverlässigkeit von Maßnahmen festgelegt wird, um das Grenzkrisiko zu unterschreiten. Letzterer Strategie kann der Vorzug gegeben werden, wenn Gewissheit besteht, dass alle plausiblen Quellen bekannt sind und die Anlagensicherheitskultur aller Netzpartner ein abgestimmtes, allseits anerkannt risikogerechtes Vorgehen ermöglicht.

Die Strategien können miteinander verbunden werden, um etwa im Fall eines vereinzelt höheren Risikos zusätzliche Sicherheit zu erreichen.

Bei der kooperativen Strategie ist evident, dass Erzeuger bzw. Einspeiser grundsätzlich höherwertige Maßnahmen zur Vermeidung von Kontaminationen treffen müssen. Der Vorteil dieser Herangehensweise besteht darin, dass alle Netzpartner von der abgesicherten Reinheit des Produkts bzw. des Hilfsmediums profitieren können, sei es in sicherheitstechnischer Hinsicht oder zur Vermeidung wirtschaftlicher Einbußen durch Qualitätsminderung bei den



Endprodukten. Jedoch gilt es zu beachten, dass die Zuverlässigkeit einer solchen „kollektiven“ Absicherung nur schwerlich – sofern überhaupt – quantifizierbar ist (z. B. bilden individuelle Rückströmsicherungen jedes Netzpartners in der Ausführung SIL 2 nicht zwangsläufig eine kollektive Maßnahme der gleichen bzw. vergleichbarer Zuverlässigkeit für jeden Abnehmer). Zudem sollte der mit der Anzahl der Netzpartner überproportional steigende Aufwand für die Sicherheitsbetrachtung des Gesamtsystems bedacht werden, wobei sich auch die Fehleranfälligkeit erhöhen kann.

## Weiterführende Literatur zu Ereignissen und Lehren

Informationssystem zum Stand der Sicherheitstechnik Infosis [www.infosis.uba.de](http://www.infosis.uba.de)

Ereignis-Datenbank der DECHEMA

<https://processnet.org/ereignisdb.html>

Safety Beacons des Center for Chemical Process Safety (CCPS)

<https://www.aiche.org/ccps/resources/process-safety-beacon>

Ereignisdatenbanken der EU

<https://minerva.jrc.ec.europa.eu/EN/content/minerva/f30d9006-41d0-46d1-bf43-e033d2f5a9cd/publications>

[https://minerva.jrc.ec.europa.eu/EN/content/minerva/f4cffe8e-6c6c-4c96-b483-217fe3cbf289/lessons\\_learned\\_from\\_major\\_accidents](https://minerva.jrc.ec.europa.eu/EN/content/minerva/f4cffe8e-6c6c-4c96-b483-217fe3cbf289/lessons_learned_from_major_accidents)

<https://emars.jrc.ec.europa.eu/en/emars/content>

<https://emars.jrc.ec.europa.eu/en/emars/accident/search>

---

## **GFI Umwelt – Gesellschaft für Infrastruktur und Umwelt mbH**

Geschäftsstelle der  
Kommission für Anlagensicherheit

Königswinterer Str. 827  
D-53227 Bonn

Telefon 49-(0)228-90 87 34-0  
Telefax 49-(0)228-90 87 34-9  
E-Mail [kas@gfi-umwelt.de](mailto:kas@gfi-umwelt.de)  
[www.kas-bmu.de](http://www.kas-bmu.de)

---