

Anlagensicherheit

Prof. Dr-Ing. Jürgen Schmidt

Zielgruppe:

Die Vorlesung richtet sich an Studierende der Studiengänge:

- ✓ Chemieingenieurwesen / Verfahrenstechnik
- ✓ Bioingenieurwesen
- ✓ Wirtschaftsingenieurwesen
- ✓ Maschinenbau

sowie Interessenten anderer technisch orientierter Fachrichtungen, die ihre Kenntnisse in dem Bereich Anlagensicherheit erweitern möchten.

Vorlesungsvoraussetzungen:

Es werden keine speziellen Kenntnisse für die Vorlesung vorausgesetzt. Grundlagen der Strömungstechnik und Thermodynamik vereinfachen jedoch das Verständnis.

Anwendung in der Industrie

Firmen der chemischen, petrochemischen und pharmazeutischen Industrie, der Energiewirtschaft sowie der Anlagenbau, große Versicherungen und Behörden setzen die Kenntnisse aus der Vorlesung um.

Beispiele sind: BASF, Evonik Degussa, Bayer, Linde, Merk, Aventis, Hoffmann la Roche, Shell, BP, TÜV, Allianz, Gerling, Landesamt für Umwelt, Gewerbeaufsicht und viele andere kleine und große Unternehmen.

VORLESUNGSINHALT

1. Einführung in die Sicherheitstechnik

- Störfälle – Ursachen und Auswirkungen
- Prinzipielle Möglichkeiten zur Absicherung von Anlagen
- Sicherheitstechnik als interdisziplinäres Arbeitsgebiet

2. Risikomanagement

- Begriffe/Definitionen: Gefahr, Risiko, Grenzkrisiko
- Einschätzen und Bewerten von Risiken
- Gesetzliche Anforderungen (z. B. Störfallverordnung)
- Anlagensicherheitskonzept:
Operability: Chemie/Verfahren/Standort/Apparate

Anlagensicherheit

Prof. Dr-Ing. Jürgen Schmidt

Primäre und sekundäre Absicherungsmaßnahmen

- Sicherheitsanalysen (z. B. HAZOP)
Methoden der Gefahrenidentifikation
Technische Risikoanalyse (Risikograph und Reliability Study)
Möglichkeiten der Gefahrenabwehr / Risikominimierung

Block II

3. Sicherheitstechnische Beurteilung von Stoffen (Gefahrstoffe)

- Begriffe: Gefahrstoff, gefährlicher Stoff, Aufnahmewege
- Regelwerke: Gefahrstoff- / Gefahrgutrecht
- Einstufung / Kennzeichnung / Verpackung von Gefahrstoffen
- Einführung in die Arbeitssicherheit:
Gefährdungsbeurteilungen
Arbeitsplatz-Grenzwert, biologischer Toleranzwert
Sicherheitsdatenblätter / REACH Verordnung
- Prüfverfahren zur Bestimmung sicherheitstechnischer
Kenngrößen von Gefahrstoffen (Gefahrstoffklassifizierung)
- Lagerung / Zusammenlagerung von Stoffen

4. Sicherheitstechnische Beurteilung von chemischen Prozessen

- Ursachen für durchgehende Reaktionen
- Konzepte und Leitfäden (z.B. TAA, TRAS 410)
- Vorgehen zur Ermittlung und Bewertung von Gefahren
durch exotherme Reaktionen
- Sicherheitstechnische Kenngrößen
(z. B. adiabate Temperaturerhöhung, adiabate Induktionszeit)
- Einführung in die adiabate Reaktionskalorimetrie
- Beurteilung von Gefahren
durch exotherme chemische Reaktionen
(Bewertung von DSC, Druckwärmestau Versuchsergebnissen)
- Theorie der Wärmeexplosion

Anlagensicherheit

Prof. Dr-Ing. Jürgen Schmidt

Block III

5. Anlagensicherheitskonzept

- Auswahl eines geeigneten Sicherheitskonzeptes
Inhärente Sicherheit / Layer-of-protection concept / human factors

6. Grundlagen der Zweiphasenströmung aus Gasen und Flüssigkeiten

- Grundlagen (Strömungsformen / Bilanzgleichungen / Kennzahlen)
- Strömungskonzepte:
Quasi-Einphasenströmung, homogene Strömung,
Zwei-Fluid-Modelle, Frozen Flow, HEM, HNE

7. Notentlastung von Chemiereaktoren

- Phänomenologische Beschreibung der Vorgänge bei Wärmeexplosionen und Zersetzungsreaktionen
- Berechnung des abzuführenden Massenstroms / Dampfanteils (DIERS – Methodology)

8. Sicherheitseinrichtungen

- Aufbau und Funktion von Flammendurchschlagsicherungen, Berstscheiben und Sicherheitsventilen
- Ventilcharakteristik, Hysterese

9. Absicherung von Reaktoren I

(klassische Konzepte / End-of-Pipe Technologie)

- Verfahrenstechnische Optimierung des Prozesses
- Inhärent sichere Anlagen
- Auslegung von Sicherheitsventilen und Berstscheiben (ISO 4126)
Strömungszustand am Ventileintritt,
Einphasenströmung / Gas/Flüssigkeits-Strömung
Bewertung der sicheren Funktion eines Sicherheitsventils
- Bemessung von Rohrleitungssystemen

10. Einführung in die Absicherung anderer Apparate

- Kolonnen
- Wärmetauscher

Anlagensicherheit

Prof. Dr-Ing. Jürgen Schmidt

11. Rückhaltesysteme

- Konzepte und Leitfäden:
Rückhaltung gefährlicher Flüssigkeiten / Dämpfe
- Abscheider für Notentlastungssysteme
(Auslegung von Schwerkraft- und Zyklonabscheidern)
- Direktkondensation: Quenche / Tauchungen / Strahlapparate
- Betriebliche Entsorgung / Safe Bag
- Reaktionsstopper / Notkühlsysteme

Block IV

12. Absicherung von Reaktoren II (PLT-Schutzkonzepte)

- Aufbau von PLT-Einrichtungen
- Klassifizierung von PLT-Einrichtungen (Überwachung / Absicherung)
- Anforderungen an PLT-Schutzeinrichtungen
- Risikominderung nach IEC 61511
- Zuverlässigkeit / Verfügbarkeit von PLT-Schutzeinrichtungen
- Klassische PLT-Schutzkonzepte

13. Neue Methoden zur Absicherung von Reaktoren

(„Intelligente hochverfügbare PLT-Schutzeinrichtungen“)

- Absicherung von Reaktoren ohne Sicherheitseinrichtungen
- Ausführung komplexer softwarebasierter PLT-Schutzeinrichtungen
- Sicherheitsgerichtete Steuerungen
- Validierung / Verifizierung von PLT-Schutzkonzepten

14. Gefahrloses Ableiten von Gasen/Dämpfen (Ausbreitungsrechnung)

- Grundlagen zur Ausbreitung von Gefahrstoffen
(Inversion, atmosphärische Temperaturschichtung, Turbulenz)
- Gesetzliche Anforderungen (Störfallverordnung, VDI 3783)
- Freistrahlausbreitung / Atmosphärische Ausbreitung nach VDI 3783
- Abdunstung aus Flüssigkeitslachen
- Störfallbeurteilungswerte: z.B. ERPG, AEGL, IDLH, TEEL
- Bewertung von Explosionsgefahren / toxischen Gefahren

Anlagensicherheit

Prof. Dr-Ing. Jürgen Schmidt

Block V

15. Brand- und Explosionsschutz

- Grundlagen des ExSchutzes / physikalische Effekte
- Klassifizierung von Explosionen (Deflagration / Detonation)
- Explosionsbereiche in Zweistoff- / Dreistoffsystemen
- Kenngrößen (z.B. UEG / OEG)
- Zündwirksamkeit von Zündquellen
- Bewertung von Explosionen: Explosionsdruck, KG-, KSt-Werte
- Maßnahmen zur Vermeidung/Verminderung/Beherrschung von Gefahren
- Einstufung von Anlagen in explosionsgefährliche Bereiche
- Einführung in der Brandschutz

16. Elektrostatik

- Grundlagen der Elektrostatik / Physikalische Effekte (Influenz, Kontaktaufladung)
- Entladungsmechanismen / Entladungsarten (Funken / Schüttkegel / Gleitstiel / Gleitstielbüschel-Entladungen)
- Schutzmaßnahmen gegen Entladungen statischer Elektrizität

17. Standard-Literatur

- Richtlinien und Regelwerke / Nachschlagewerke und Datenbanken

18. Sicherheitstechnik in der chemischen Industrie

Organisation der sicherheitstechnischer Abteilungen in Firmen der Großchemie

19. Prüfungsvorbereitung

Exkursion

20. Besichtigung einer Chemieanlage

Diskussion des Anlagensicherheitskonzeptes mit dem Betriebsleiter
Verantwortungsübertragung in großen Unternehmen
Vor-Ort Besichtigung der Absicherung von Reaktoren
(Umsetzung des Vorlesungsstoffes in der Praxis)

Anlagensicherheit

Prof. Dr-Ing. Jürgen Schmidt

Dechema Lehrprofil

Die Vorlesung Anlagensicherheit am KIT erfüllt alle Vorgaben des Lehrprofils „Anlagen- und Prozesssicherheit“ der Dechema (Verband der chemischen Industrie)

