

## Info-Brief Nr. 37

Juli 2013

### Mitgliederinformation der Fachgemeinschaft Anlagen- und Prozesssicherheit

#### INHALT

- An die Mitglieder
- Aktuelles zur Fachgemeinschaft
- Aktuelle Entwicklungen in der Funktionalen Sicherheit
- Kompetenzerhalt: die Fachgemeinschaft verlässt ihre Community
- Aus den Arbeitsgremien
  - Quantitative Risikobetrachtungen von Pipeline-Systemen
- Veranstaltungskalender

#### An die Mitglieder

Liebe Fachgemeinschaftsmitglieder,

im letzten Info-Brief hatten wir Sie bereits auf den kommenden Fachgemeinschaftstag in der DECHEMA in Frankfurt am Main am 17. Oktober 2013 hingewiesen, wieder kombiniert mit einem sicherheitstechnischen Kolloquium. Die Themen, die wir unter unserem Motto „prägnant und kontrovers diskutiert“ behandeln wollen, sind

- Sicherheitskultur der chemischen Industrie
- Absicherung von Chemieanlagen durch Prozessanalytik
- EuGH-Urteil zur Überwachung der Ansiedlung

Natürlich geht es auch um aktuelle Entwicklungen in der Fachgemeinschaft. Dazu gehört unter anderem die turnusgemäße Wahl von sechs Vorstandsmitgliedern aus den Bereichen Wirtschaft, Wissenschaft und Behörde (siehe ergänzende

Geschäftsordnung für die Fachgemeinschaft unter [processnet.org/aps](http://processnet.org/aps)).

Als Kandidaten schlagen wir Ihnen vor

für den Bereich **Wirtschaft**:

- Peter Schmelzer, Bayer Healthcare AG, Leverkusen
- Dr. Andreas Thies, Merck KGaA, Darmstadt

für den Bereich **Wissenschaft**:

- Prof. Uli Barth, Bergische Universität Wuppertal
- Prof. Ulrich Krause, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Für den Bereich **Behörde**:

- Dipl.-Ing. Thomas Hackbusch, Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft, Baden-Württemberg, Stuttgart
- Dr. Thomas Schendler, BAM Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Berlin

Am Nachmittag folgt dem Fachgemeinschaftstag ein DECHEMA-Kolloquium zum Thema „Lernen aus Ereignissen“. Einladungen zum Fachgemeinschaftstag wie zum Kolloquium erhalten Sie separat. Wir hoffen, dass wir Sie am 17. Oktober zahlreich in der DECHEMA begrüßen dürfen.

Natürlich freuen wir uns auch darauf, Sie am 7. und 8. November 2013 in Köthen auf der 11. Fachtagung Anlagen-, Arbeits- und Umweltsicherheit zu treffen. Das Programm ist verfügbar unter [www.hs-anhalt.de/fachtagungen](http://www.hs-anhalt.de/fachtagungen). Aber zunächst einmal wünschen wir Ihnen einen schönen Sommer!

Ihr Fachgemeinschaftsvorstand



Norbert Pfeil

## Aktuelles zur Fachgemeinschaft

### Infoplattform Hochschule

Seit 2004 engagiert sich die Fachgemeinschaft zum Thema Kompetenzerhalt. Regelmäßig haben wir im Info-Brief darüber berichtet, z. B. in Nr. 19 (Aug. 2004) über das Positionspapier März 2004, in Nr. 23 (Aug. 2006) anlässlich eines ACHEMA-Expertengesprächs und in Nr. 34 (Dez. 2011) zur ECCE-8-Sondersession „Process Safety Competence – European Strength Degrading to Weakness?“. In diesem Info-Brief berichten wir über einen Workshop zur Prozess- und Anlagensicherheit in der Hochschulausbildung, zu der die Fachgemeinschaft einen erweiterten Hochschullehrerkreis eingeladen hatte. Ein Ergebnis des Workshops ist die Einrichtung eines Infoportals Hochschule auf der Webseite unserer Fachgemeinschaft. Interessierte bitten wir darum, sich in den E-Mail-Verteiler unter [processnet.org/Infoplattform\\_Hochschule.html](http://processnet.org/Infoplattform_Hochschule.html) einzutragen.

An dieser Stelle möchten wir noch darauf hinweisen, dass das neue ProcessNet-Lehrprofil „Prozess- und Anlagensicherheit“, das im Zentrum des Workshops stand, auf der o. a. Webseite nun auch in Englisch verfügbar ist (**Model Curriculum „Process and Plant Safety“**).

### Von ETPIS zu SAFERA

Fast zehn Jahren ist es her, dass sich die Europäische Technologieplattform (ETP) Industrielle Sicherheit (ETPIS) etablierte. ETP werden eine Schlüsselrolle bei der Definition von europäischen Forschungsprioritäten zuerkannt. Für die Zukunftsthemen der chemischen und biotechnologischen Industrie wurde die ETP Sustainable Chemistry SusChem ([suschem.org](http://suschem.org)) gegründet. Die DECHEMA hatte sich hierbei stark engagiert. Bei ETPIS stehen Fragen von Sicherheit, Gesundheit und Umwelt im Vordergrund, wobei die chemische und petrochemische Industrie einen deutlichen Schwerpunkt bilden. Von daher lohnt es, ab und zu einen Blick auf aktuelle Aktivitäten von ETPIS zu werfen ([industrialsafety-tp.org](http://industrialsafety-tp.org)). So zum Beispiel auf SAFERA, ein ERANet das sich zur Aufgabe gemacht hat, die öffentlichen Forschungsaktivitäten der beteiligten 11 europäischen Länder zu koordinieren. Näheres unter [safera.industrialsafety-tp.org](http://safera.industrialsafety-tp.org).

## BMBF-Rahmenprogramm Forschung für die zivile Sicherheit

Zugegeben, das Sicherheitsforschungsprogramm der Bundesregierung zielte von Anfang an und auch mit seiner Fortschreibung 2012 – 2017 auf Sicherheit im Sinne von Security. Allerdings ist es für die Fortschreibung gelungen, Stichworte zu verankern, die auch Safety-relevante Aspekte ansprechen, z. B. kritischen Infrastrukturen, Quantifizierung von Sicherheit/Risiken, Detektionssysteme für Gefahrstoffe. Bei dem Aufruf "Zivile Sicherheit - Schutz vor Explosionsgefahren und Chemieunfällen" ist die Deadline zur Einreichung von Projektvorschlägen inzwischen verstrichen (28.06.2013). Er zeigt aber, dass weitere für die Chemie interessante Aufrufe folgen könnten. Wer regelmäßig aktuelle Informationen erhalten möchte, kann den Informationsbrief Sicherheitsforschung abonnieren unter [zukuenfigitotechnologien.de/sicherheitsforschung\\_informationsbrief](http://zukuenfigitotechnologien.de/sicherheitsforschung_informationsbrief)

### Loss Prevention Symposium kommt 2016 nach 39 Jahren wieder nach Deutschland

Seit seinem Start 1974 in Delft veranstaltet die EFCE Working Party on Loss Prevention erfolgreich alle drei Jahre das International Symposium on Loss Prevention and Safety Promotion in the Process Industries. Nach Heidelberg 1977 kommt die 15. Folgeveranstaltung mit der LP 2016 vom 5. bis 8. Juni 2016 nach Freiburg. Die Fachgemeinschaft gab hierfür den Anstoß und engagiert sich im "Local Committee"; die DECHEMA hat die Organisation übernommen ([ssl.dechema.de/lossprevention2016.html](http://ssl.dechema.de/lossprevention2016.html)).

### AICHe-CCPS und DECHEMA engagieren sich gemeinsam für chemische Prozesssicherheit

Die DECHEMA und das Center for Chemical Process Safety (CCPS) des American Institute of Chemical Engineers (AIChE) arbeiten zukünftig auf dem Gebiet der chemischen Prozesssicherheit eng zusammen.

Kern der Kooperation ist ein europäisches Regionalbüro des CCPS in Frankfurt, das am 1. Juni 2013 offiziell seine Arbeit aufgenommen hat. Von hier aus wird zukünftig das umfangreiche Medienprogramm des CCPS vertrieben sowie die CCPS-Mitglieder in Europa betreut.

Darüber hinaus organisiert das Büro unter der Leitung von Dr. Horst Massong Workshops und Konferenzen. Den Auftakt bildet der 2-tägige Work-

shop „Recognizing Catastrophic Incident Warning Signs“ am 30. und 31. Oktober 2013 in Frankfurt.

## **Aktuelle Entwicklungen in der Funktionalen Sicherheit – Bericht über das 705. DECHEMA-Kolloquium am 21. Februar 2013**

Norbert Matalla, BASF SE, Ludwigshafen

Das diesjährige Kolloquium zum Thema Funktionale Sicherheit bot einen guten Überblick über die derzeit aktuellen Themen auf diesem Gebiet.

Es bestand aus vier Vorträgen:

### **Methoden der Risikobeurteilung**

Dr. V. Arndt, BASF SE, Ludwigshafen

### **Aktuelle Entwicklungen im Rahmen der Maintenance der IEC 61511**

Dr.-Ing. B. Schroers, Bayer Technology Services GmbH, Leverkusen

### **Stördatenerfassung im Rahmen der funktionalen Sicherheit**

Dipl.-Ing. D. Hablawetz, BASF SE, Ludwigshafen

### **Explosionsschutz und funktionale Sicherheit**

Dipl.-Ing. C. Thust, Infracor GmbH, Marl

Die Risikobeurteilung ist eine der wichtigsten Aktivitäten im Lebenszyklus einer Anlage, da sie Grundlage für alle späteren Aktivitäten auf dem Gebiet der funktionalen Sicherheit ist.

Zur Beurteilung des Risikos gibt es eine Vielzahl von Methoden. Ein Teil dieser Methoden führt eine Gesamtbewertung einer Anlage oder eines Standortes aus. Diese sind für das Konzept der funktionalen Sicherheit nicht relevant.

Bei der funktionalen Sicherheit kommt man zum Sicherheitskonzept, indem man einzelne Schadensszenarien identifiziert und beurteilt. Das Risiko für ein bestimmtes Szenario kann durch Einführung von Gegenmaßnahmen gesenkt werden, die entweder die Eintrittshäufigkeit senken oder das Schadensausmaß reduzieren. Das Maß der Risikoreduktion hängt von der Zuverlässigkeit der Gegenmaßnahmen ab. Besonders zuverlässige Gegenmaßnahmen werden Schutzmaßnahmen oder Schutzfunktionen genannt. Innerhalb der Schutzfunktionen gibt es eine bevorzugte Prioritätsreihenfolge. Das Sicherheitskonzept ist die Kombination aller Gegenmaßnahmen.

Zur Beurteilung der Szenarien wurden verschiedene aktuell angewendete Methoden mit ihren Vor- und Nachteilen vorgestellt. Darunter waren deterministische Methoden ohne Risikobezug, der Risikograph der VDI/VDE 2180, die besonders in den USA bekannte Layers of Protection Analyse (LOPA), die bei Bayer und der BASF verwendete Risikomatrix, sowie quantitative Risikoanalyse auf Basis der Fehlerbaum- / Ereignisbaumanalyse.

Alle diskutierten Methoden liefern, sofern korrekt angewendet, akzeptable Ergebnisse. In den letzten Jahren ist ein Trend zur Anwendung der Risikomatrix festzustellen. Dies liegt primär an folgenden Vorteilen gegenüber anderen Methoden:

- Sie ist sehr leicht anzuwenden und liefert weitgehend teamunabhängige Ergebnisse.
- Sie ist maßgeschneidert auf die Belange der Prozessindustrie kalibriert.
- Sie baut auf einer Grundautomatisierung auf, ohne diese direkt als „Kredit“ in die Risikoreduzierung einzurechnen.

Die Verfahren der Risikomatrix folgen dem national seit Jahrzehnten bewährten Prinzip, die meistens wenigen Schutzfunktionen sicher herauszufinden und diese dann mit entsprechend hoher sicherheitsbezogener Verfügbarkeit zu realisieren.

Wie die Realisierung konkret zu erfolgen hat und wie solche Funktionen zu betreiben und instandzuhalten sind, damit beschäftigt sich auf der Ebene der internationalen Normung die IEC 61508 und – für den Bereich der Prozessindustrie – die IEC 61511.

Mit diesen Normen wurde die Zeit der probabilistischen Vorgehensweise in der Verfahrens- und Anlagensicherheit eingeläutet. Etwa 10 Jahre wurde mit diesen Normen Erfahrung gesammelt; nun liegt seit 2010 die zweite Ausgabe der IEC 61508 vor, die Zweitausgabe der IEC 61511 ist gerade in Erarbeitung und wird voraussichtlich Ende 2014 erscheinen.

Was sind nun die grundsätzlichen Änderungen der neuen IEC 61511?

Viele der Begriffsdefinitionen sind ergänzt und abgeglichen worden. Während in den ersten Jahren der Fokus sehr stark auf der probabilistischen Vorgehensweise und damit den zufälligen Fehlern einer Schutzfunktion lag, wird nun eine stärkere Abgrenzung zwischen zufälligen und systematischen Fehlern vorgenommen. Der Vermeidung systemati-

scher Fehler wird nun deutlich mehr Bedeutung zugemessen. Neu ist in diesem Zusammenhang die Definition einer systematischen Eignung (en. Systematic capability).

Der in beiden Normen verwendete Begriff Betriebsbewährung wird jetzt eindeutig definiert und nur noch in der jeweils „zuständigen“ Norm verwendet. Für „proven in use“ in der IEC 61508 ist der Hersteller von Geräten und Systemen zuständig. Die national bisher gebräuchliche Betriebserfahrung des Betreibers von Schutzeinrichtungen wird nun in der IEC 61511 als „prior use“ bezeichnet. Im Teil 2 der IEC 61511 wird diesbezüglich auf die NAMUR-Empfehlung 130 verwiesen.

Erstmals werden Anforderungen hinsichtlich Security formuliert. Ähnlich wie bei Safety soll eine Risikoanalyse durchgeführt und so geeignete Maßnahmen abgeleitet werden.

Obwohl Schutzfunktionen in SIL4 auch nach nationaler Normung mit PLT-Mitteln möglichst nicht realisiert werden sollten, gab es bei der Überarbeitung einen Bedarf, die bisher in der Norm enthaltenen Anforderungen für die wenigen Ausnahmefälle zu präzisieren und zu erweitern.

Die Safe Failure Fraction, der Anteil sicherer Ausfälle einer Schutzfunktion war schon bei der Entwicklung der Erstausgabe der Norm ein vieldiskutierter Begriff. Bei der Anwendung in der Praxis ergaben sich zusätzliche Probleme mit der korrekten Berechnung und der Interpretation der Rechenergebnisse. Dem wurde durch einen Verzicht auf diesen Parameter Rechnung getragen. Die Hardwarefehler toleranz (HFT) wird nun allein auf Basis des SIL und der Betriebsbewährung der eingesetzten Geräte bestimmt.

Dass Fehlerraten von Feldgeräten je nach Datenquelle sehr starken Schwankungen unterliegen können, war eine Ursache dafür, dass nun Fehlerraten für PLT-Schutzeinrichtungen vorzugsweise durch Auswertung von Daten aus betrieblichen Erfahrungen der Endanwender zu ermitteln sind.

Dieser Ansatz wurde durch die NAMUR sehr frühzeitig verfolgt und entsprechende Anforderungen in der NAMUR-Empfehlung 93 festgelegt.

Seit 2002 liefern mehr als 40 NAMUR-Mitgliedsfirmen ihre Stördaten in die NAMUR-Datenbank. Über 40.000 PLT-Schutzeinrichtungen werden beobachtet um Fehler zu identifizieren und daraus spezifische Fehlerraten abzuschätzen. Mit dieser Methode wird nachgewiesen, dass betriebsbewährte, nach der na-

tionalen Normung aufgebaute und betriebene PLT-Schutzeinrichtungen einkanalig (1v1) die Anforderungen gemäß SIL2 und zweikanalig (1v2) die Anforderungen bezüglich SIL3 erfüllen.

Aufgrund der Erfahrungen und aktueller Anforderungen aus der Normung wird diese NAMUR-Empfehlung demnächst in einer überarbeiteten Version veröffentlicht. Während bisher nur Daten kompletter Schutzkreise erfasst wurden, sollen die Daten nun auf Komponentenebene, also getrennt für Sensor, Aktor oder Steuerung erfasst werden. Dadurch können deutlich aussagekräftigere Kenngrößen, beispielsweise auf Ebene der Haupt-Messprinzipien berechnet werden. Weiterhin werden Schwachstellen auf Geräteebene transparent. Um die etwas aufwendigere Datenerfassung zu unterstützen soll den Unternehmen ein global einsetzbares, internetbasiertes Eingabetool zur Verfügung gestellt werden, das auch Auswertungen auf Ebene des eigenen Unternehmens zulässt. Damit kann die Wirksamkeit des eigenen Anlagensicherheitskonzepts kontrolliert werden.

Während sich die ersten drei Beiträge des Kolloquiums mit Kernthemen der Funktionalen Sicherheit beschäftigten, ging es im letzten Beitrag um die Schnittstelle zwischen Funktionaler Sicherheit und Explosionsschutz.

Regelungen zum Explosionsschutz sind seit mehreren Jahrzehnten in europäisch harmonisierten Normen und nationalen berufsgenossenschaftlichen Vorschriften festgelegt. Die Bewertung erforderlicher Maßnahmen erfolgt dabei – anders als bei der Funktionalen Sicherheit - i. d. R. qualitativ. Spätestens bei der Realisierung von sicherheitstechnischen Funktionen im Rahmen des Explosionsschutzes taucht die Frage nach den Anforderungen an solche Funktionen auf.

Diese Frage wird im Blatt 6 der VDI/VDE 2180 beantwortet, das im Juni dieses Jahres erscheinen wird. Für den Fall einer Zonenreduzierung wird beispielsweise je nach Start und gewünschter Zielzone eine bestimmte Qualität der dafür eingesetzten PLT-Einrichtung gefordert.

Weiterhin werden in Blatt 6 in diesem Zusammenhang Anforderungen an eine „hochverfügbare Überwachungseinrichtung“ festgelegt. Diese neue Norm kann als Grundlage für die im Einzelfall immer anhand der konkreten betrieblichen Randbedingungen durchzuführende Gefährdungsbeurteilung dienen. Darauf aufbauende detailliertere Regelungen für die Praxis sind in der neuen NAMUR-Empfehlung

138, „Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre – PLT-Einrichtungen im Rahmen von Explosionschutzmaßnahmen“ enthalten.

Zum gleichen Thema noch in Arbeit ist die TRBS 2152-5; der derzeit bekannte Diskussionsstand dieser Technischen Regel für Betriebssicherheit wurde aber bereits in beide vorliegenden Papiere eingearbeitet.

### **Kompetenzerhalt: die Fachgemeinschaft verlässt ihre Community**

Norbert Pfeil, BAM Bundesanstalt für Materialforschung und –prüfung, Berlin

Am 7. März 2013 fand im DECHEMA-Haus in Frankfurt/Main ein Gedankenaustausch zur Prozess- und Anlagensicherheit in der Hochschulausbildung statt. Eingeladen hatten wir Hochschullehrer, die Mitglieder von ProcessNet, aber nicht Mitglieder der Fachgemeinschaft Anlagen- und Prozesssicherheit sind, und zwar mit folgenden Worten:

„Die ProcessNet-Fachgemeinschaft Anlagen- und Prozesssicherheit sorgt sich um die notwendige Vermittlung von Kompetenz zur Prozess- und Anlagensicherheit in der Hochschulausbildung relevanter Fachrichtungen wie Chemie, Chemieingenieurwesen oder Verfahrenstechnik. Seit Jahren geht die Zahl einschlägiger deutscher Hochschulinstitute zurück. Der Eindruck entsteht, dass das moderate Unfallgeschehen, gedrängte Bachelorstudiengänge und die Anziehungskraft innovativer Themen das Thema Prozess- und Anlagensicherheit aus dem Fokus von Lehre und Forschung an den Hochschulen geraten lassen. Hierüber möchten wir mit Ihnen reden.

Wir wollen Sie an einem Meinungsbildungsprozess beteiligen, dessen Ergebnisse wir gegenüber Verantwortlichen in Wirtschaft, Wissenschaft und Verwaltung verwenden können. Wir wollen mit Ihnen nach Mitteln und Wegen zu einer nachhaltigen Kompetenzsicherung suchen. Wir wollen die auf dem 8. European Congress of Chemical Engineering begonnene internationale Diskussion mit nationalen Aktivitäten flankieren. Eine solche Aktivität sind die Empfehlungen des neuen ProcessNet-Lehrprofils „Prozess- und Anlagensicherheit“ zur Ausbildung im Rahmen des Bologna-Prozesses.“

Im Workshop vertreten waren vierzehn deutsche Hochschulen und die Montanuniversität Leoben (A). Zur Einführung stellte der Autor dieses Beitrags den Weg vor, den die Kompetenzerhalt-Initiative seit 2004

genommen hatte. Peter Schmelzer, Bayer HealthCare, legte seine Gedanken zum Kompetenzbedarf in der Großchemie wie auch in kleinen und mittleren Unternehmen dar. Schließlich stellte Jürgen Schmidt, BASF SE und Karlsruher Institut für Technologie, das neue ProcessNet-Lehrprofil „Prozess- und Anlagensicherheit“ mit Empfehlungen zur Ausbildung im Rahmen des Bologna Prozesses vor.

Empfohlen wird ein Pflichtmodul für alle Bachelorabschlüsse der Fachrichtungen Chemieingenieurwesen, Technische Chemie und Verfahrenstechnik über 14 Wochen mit je 2x45 Minuten/Woche. In den Bachelorstudiengängen Chemie, Maschinenbau, Bioverfahrenstechnik/-ingenieurwesen sowie Wirtschaftsingenieurwesen soll dieses Modul als Wahlpflichtfach angeboten werden. Weitere Empfehlungen betreffen ergänzende Übungen/Praktika sowie konsekutive und nicht konsekutive Masterstudiengänge. Überzeugend vertrat Jürgen Schmidt die Ansicht, dass ingenieurmäßiges Denken sicherheitsgerichtetes Denken nicht unbedingt mit abdecke und deshalb gesondert vermittelt werden sollte. Damit war die erste Hürde der Veranstaltung genommen: Das neue Lehrprofil wurde von den Teilnehmern als hilfreich begrüßt und dessen Empfehlung zur Aufnahme der Prozess- und Anlagensicherheit in alle relevanten Bachelorstudiengänge grundsätzlich für richtig gehalten.

Allerdings wurde die breite Umsetzung dieser Empfehlung als schwer realisierbar angesehen. Die wesentlichen Argumente waren:

- Die Umstellung der Studiengänge nach Bologna-Vorgaben ist abgeschlossen, so dass Prozess- und Anlagensicherheit häufig nur im Rahmen von Vorlesungen mit anderen Schwerpunkten vermittelt werden kann.
- Professoren, die Prozess- und Anlagensicherheit lehren können, sind nicht ausreichend verfügbar.

Nach der Diskussion der Einführungsbeiträge, die primär die Lehre zur Prozess- und Anlagensicherheit betraf, kam das Thema Forschung bzw. Forschungsförderung zur Sprache. Bernd Giernoth von der Deutschen Forschungsgemeinschaft erläuterte die verschiedenen Förderlinien der DFG und machte deutlich, dass die DFG generell Grundlagenforschung fördert. Andreas Förster, DECHEMA, stellte die Idee für eine neue Fördermaßnahme „Forschungsgruppe“ im Rahmen der vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie geförderten industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vor, mit der speziell der Kompetenzaufbau in solchen Disziplinen unterstützt werden soll, die wie

die Prozess- und Anlagensicherheit mangels Fördermöglichkeiten aus dem Fokus der Hochschulen geraten sind. Die IGF fördert vorwettbewerbliche Forschungsthemen, die für kleine und mittlere Unternehmen von Interesse sind.

Insgesamt ergab die Diskussion über Mittel und Wege zu einer nachhaltigen Kompetenzsicherung in der Prozess- und Anlagensicherheit:

Da Prozess- und Anlagensicherheit im Vergleich zu primär technologieorientiertem Vorgehen ein anderes – nämlich primär sicherheitsorientiertes – Denken erfordert, bleibt ein eigenständiges Modul für den ersten berufsbefähigenden Hochschulabschluss in relevanten Studiengängen die erste Wahl. Ist dies nicht möglich, sind ersatzweise andere Konzepte zu überlegen, z. B. die Integration in andere Lehrinhalte, wofür Konzepte zu entwickeln wären.

So oder so brauchen die Lehrenden spezifische Kompetenzen und Erfahrungen auf dem Gebiet der Prozess- und Anlagensicherheit. Sind diese in einer Universität nicht vorhanden, können Lösungen sein

- Lehrbeauftragte, z. B. aus der Industrie
- Kooperationen zwischen Hochschulen
- hochschulexterne Ausbildungsträger, z. B. DECHEMA

IT-gestützte Ausbildungen (eLearning) werden für weniger geeignet gehalten, da Prozess- und Anlagensicherheit ein hohes erfahrungstragendes Verantwortungsbewusstsein erfordert, was unpersönlich nur schwer vermittelt werden kann.

Über Maßnahmen zur unmittelbaren Verbesserung der Hochschulausbildung in der Prozess- und Anlagensicherheit hinaus ist unbestritten, dass Forschung auf diesem Gebiet, d. h. entsprechende Forschungsförderung, die Lehre verbessern hilft.

Um diese Vorstellungen in die Hochschulen zu tragen, wird dringend die Unterstützung der betreffenden Fakultätentage benötigt, das sind der Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultätentag MNFT und der Fakultätentag für Maschinenbau und Verfahrenstechnik FTMV.

Der Teilnehmerkreis des Workshops sieht sich als Ausgangspunkt für ein Netzwerk zur Hochschulausbildung in der Prozess- und Anlagensicherheit. Für Interessierte ist auf der Webseite der Fachgemeinschaft die Infoplattform Hochschule eingerichtet ([processnet.org/infoplattform\\_hochschule.html](http://processnet.org/infoplattform_hochschule.html)).

## Quantitative Risikobetrachtungen von Pipeline-Systemen

Urban Neunert, ILF Beratende Ingenieure GmbH, München

In der chemischen und petrochemischen Industrie sind Quantitative Risikoanalysen (QRA) eine verbreitete Methode zur Ermittlung von Risiken einer Anlage, welche auf Freisetzungen von Gefahrenstoffen zurückzuführen sind. Dabei ist Risiko als das Produkt der Auftrittswahrscheinlichkeit und der Auswirkung eines Gefahrenszenarios definiert und kann sich auf Menschen, Umwelt und Anlagegüter beziehen. Ziel einer QRA ist es, Risiken zu bewerten und gegebenenfalls durch geeignete Maßnahmen zu minimieren. Der generelle Ablauf einer QRA ist in Abbildung 1 schematisch dargestellt.

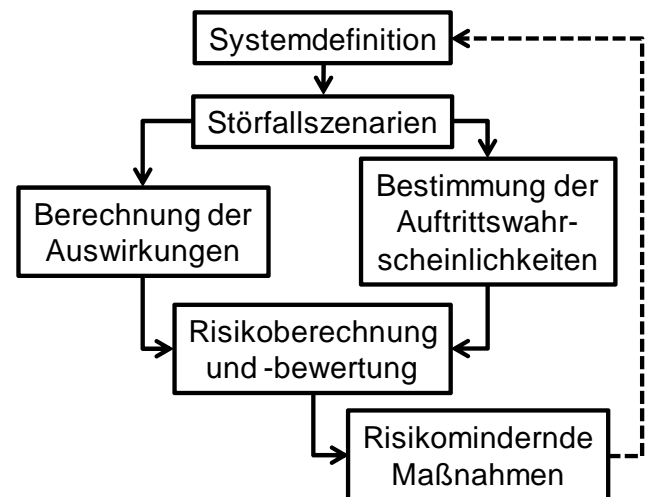


Abbildung 1 Ablauf einer QRA

Handelt es sich bei der untersuchten Anlage um eine Pipeline oder ein Pipeline-System, sind während den einzelnen Phasen der QRA Besonderheiten zu beachten. In der „Systemdefinition“ gilt es den Umfang der QRA, also die Anlage (Behälter, Verrohrung, Instrumentierung usw.), die Prozessbedingungen (Material, Druck, Durchsatz, Temperatur) und das Umfeld (Wetterbedingungen, Bevölkerung, Zündquellen usw.), zu bestimmen. Wird eine Pipeline betrachtet, handelt es sich üblicherweise um ein Rohrstück in dem ein Material bei konstanten Bedingungen gefördert wird. Die benötigten Datenmengen bezogen auf „Anlage“ und „Prozessbedingungen“ sind daher überschaubar. Je nach Länge der Pipeline kann hingegen die Bestimmung der Daten bezogen auf das Umfeld sehr umfangreich werden. Eine über mehrere Kilometer verlegte Transportleitung verläuft durch Gebiete mit möglicherweise unterschiedlichen Bevölkerungsdichten und klimatischen Bedingungen. Für erdverlegte Leitungen sind zusätzliche Einfluss-

parameter wie z. B. die Bodenbeschaffenheit und die Bedeckungshöhe zu beachten.

Typische Störfallszenarien in Europa sind Leckagen welche auf Grund von Bauarbeiten und Erdbewegungen von dritter Seite auftreten. Weitere Gründe von Pipelineunfällen können Korrosion, Materialfehler oder Umwelteinflüsse (Erdbeben, Hangrutsch, Flut, usw.) sein. Bei der QRA ist üblicherweise das Szenario Vollabriss (worst case) sowie ein typisches Leckage-Szenario zu betrachten. Bei erdverlegten Leitungen ist zu beachten, dass bei einem Schadensfall ein Kraterwurf auftritt. Das freigesetzte Material strömt entweder direkt oder durch Ablenkung an der Kraterwand in vertikaler Richtung aus.

Für die Berechnung der Auswirkungen gilt es die Ausström- und Ausbreitungsbedingungen der freigesetzten Substanz zu quantifizieren. Bei toxischen Substanzen können hieraus direkt die Auswirkungen und die Gefährdung für die Bevölkerung bestimmt werden. Handelt es sich um eine brennbare Substanz, können je nach Zündwahrscheinlichkeit (sofortige oder verspätete Zündung) unterschiedliche Brandszenarien (Fackelbrand, Feuerball, Verpuffung) oder Explosionen auftreten. Der Schaden wird dann aus der resultierenden Wärmestrahlung bzw. aus der Explosionsdruckwelle berechnet.

Die Auftretswahrscheinlichkeiten der einzelnen Schadensfälle sowie Zündwahrscheinlichkeiten können aus empirischen Datensätzen aus der Literatur bestimmt werden. Diese hängen grundsätzlich vom zu fördernden Material sowie von Durchmesser und Wandstärke der Pipeline ab. Weiterhin sind unterschiedliche Einflussfaktoren in Betracht zu ziehen, welche auf die Umgebung (Bevölkerungsdichte, Landwirtschaft, Bodenbeschaffenheit) und auf vorhandene Sicherheitsmaßnahmen (Warnbänder, Bedeckungshöhe, mechanischer Schutz, Markierungen) zurückzuführen sind.

Aus den quantifizierten Auswirkungen und Auftretswahrscheinlichkeiten aller untersuchten Schadensfälle lässt sich das Gesamtrisiko auf die Bevölkerung, die Umwelt oder Anlagegüter berechnen. Liegen Risikokriterien (von den Behörden oder dem Betreiber) vor, so kann das Risiko verglichen und dessen Akzeptanz eingeschätzt werden. Bei einem Risiko für die Bevölkerung wird üblicherweise zwischen dem individuellen und dem gesellschaftlichen Risiko unterschieden. Das individuelle Risiko gibt Auskunft über die Sterbenswahrscheinlichkeit pro Jahr einer ungeschützten Person, welche sich 24 Stunden täglich an einer gegebenen Position befin-

det. Dieses wird mit Risikokonturdiagrammen oder Risikoprofilen dargestellt.

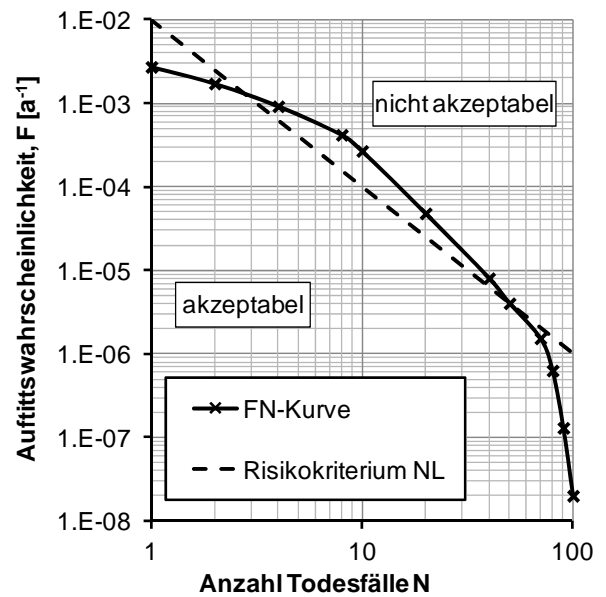


Abbildung 2 FN-Kurve

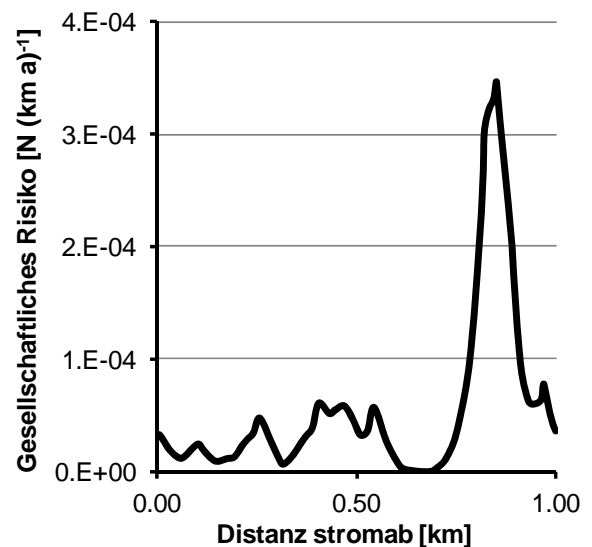


Abbildung 3 Gesellschaftliches Risiko entlang der Pipeline-Trasse

Das gesellschaftliche Risiko wird üblicherweise in FN-Kurven (WA-Diagrammen) dargestellt. Eine FN-Kurve zeigt die kumulativen Auftretswahrscheinlichkeiten  $F$  aller Schadensfälle der untersuchten Anlage mit  $N$  oder mehr Todesfällen. Diese Darstellung erlaubt es das gesellschaftliche Risiko mit vorhandenen Risikokriterien zu vergleichen. Bei Pipelines muss die FN-Kurve dabei auf eine bestimmte Länge bezogen werden. Abbildung 2 zeigt ein Beispiel des gesellschaftlichen Risikos eines 1 km langen Pipelinestücks im Vergleich mit gesetzlichen Risikokriterien aus den Niederlanden. Die Ergebnisse in Abbildung 2 zeigen, dass im gegebenen Fall die Anwendung risikomin-



dernder Maßnahmen notwendig ist. Generell lässt sich das Risiko durch Minimierung der Auswirkungen (z. B. durch Änderung der Prozessbedingungen oder des Umfelds) bzw. der Auftrittswahrscheinlichkeiten (durch höhere Wandstärken oder Bedeckungshöhen, mechanischen Schutz bzw. Warnhinweise) reduzieren. Bei Pipelines, welche über mehrere Kilometer verlaufen, spielt der optimale Anwendungsort der risikomindernden Maßnahme in Hinblick auf Effizienz und Kosten eine wesentliche Rolle. Da dies aus einer FN-Kurve (siehe Abbildung 2) nicht ersichtlich wird, empfiehlt es sich, das gesellschaftliche Risiko ortsabhängig darzustellen. Abbildung 3 zeigt den Verlauf des gesellschaftlichen Risikos entlang der Pipeline-Trasse. Der Verlauf zeigt deutlich, dass der Leitungsabschnitt bei ca. 800 m maßgeblich zum Gesamtrisiko beiträgt. Grund dafür könnte z. B. eine hohe Bevölkerungsdichte in diesem Bereich sein. Die Anwendung risikomindernder Maßnahmen ist in diesem Bereich besonders effektiv.

Wie im oberen Beispiel gezeigt, ermöglicht die Darstellung des gesellschaftlichen Risikos entlang der Pipelinetrasse risikomindernde Maßnahmen möglichst kostengünstig und effizient einzusetzen.

**Herausgeber:**

DECHEMA  
Gesellschaft für Chemische Technik  
und Biotechnologie e.V.  
Theodor-Heuss-Allee 25  
D-60486 Frankfurt am Main  
Telefon: (069) 7564-0  
Telefax: (069) 7564-201  
E-Mail: [info@dechema.de](mailto:info@dechema.de)  
<http://www.dechema.de>

**Verantwortlich für den Inhalt:**

Prof. Dr. N. Pfeil  
Dr. A. Förster

**Redaktion:**

Dr.-Ing. K. Mitropetros  
Telefon: (069) 7564-127  
E-Mail: [mitropetros@dechema.de](mailto:mitropetros@dechema.de)

## Veranstaltungskalender

### Tagungen / Kolloquien / Workshops

#### 2013

- 28.07.-02.08. 24th International Colloquium on the Dynamics of Explosions and Reactive Systems (ICDERS)  
Taipei, Taiwan  
<http://www.icders.org>
- 17.10. Fachgemeinschaftstag „Anlagen- und Prozesssicherheit“  
Frankfurt am Main
- 17.10. DECHEMA-Kolloquium  
„Aus Ereignissen lernen“ (ab 15 Uhr)  
Frankfurt am Main  
<http://events.dechema.de/kolloquien>
- 30.-31.10 1st CCPS Workshop on Process Safety 2013 -Recognizing Catastrophic Incident Warning Signs-  
Frankfurt am Main, Germany  
<http://www.aiche.org/ccps>
- 7.-8.11. 11. Fachtagung Anlagen-, Arbeits- und Umweltsicherheit  
Köthen
- 14.-15.11. Bring On The Heat 2013  
(Corrosion and Fire Protection Event)  
Frankfurt am Main  
<http://efcweb.org/both>
- 14.-15.11. Human Factors Application in Major Hazard Industries  
Leeds, UK  
<http://www.energyinst.org/events/view/981>
- #### 2014
- 13.-16.04. 6th International Conference on Safety & Environment in Process & Power Industry  
Bologna, Italy  
<http://www.aidic.it/cisap6/>



30.9-3.10. Working On Safety 7th Annual Conference - Learning From The Past To Shape A Safer Future  
Glasgow, Scotland  
<http://www.wos2014.net/>

Veranstaltungsinformationen zur Anlagen- und Prozesssicherheit finden Sie auch im Internet über die Webseite der ProcessNet Fachgemeinschaft „Anlagen- und Prozesssicherheit“:

<http://www.processnet.org/aps>