Pieper/Lang
(Hrsg.)

EUROPÄISCHE UNION
Investition in unsere Zukunft
Europäischer Fonds
für regionale Entwicklung

Sicherheits-wissenschaftliches Kolloquium 2010 - 2011

Band 7

Schriftenreihe des Instituts für Arbeitsmedizin, Sicherheitstechnik und Ergonomie e.V. (ASER)

Forschungsbericht - Nr. 27

Forschungsbericht – Nr. 27

Ralf Pieper
Karl-Heinz Lang
(Hrsg.)

Sicherheitswissenschaftliches Kolloquium 2010 – 2011

Band 7

Wuppertal **März 2012**

Der hier vorliegende Forschungsbericht – Nr. 27 ist die Dokumentation der eingereichten Schriftbeiträge der Autoren, die innerhalb des Sicherheitswissenschaftlichen Kolloquiums in den Jahren 2010 und 2011 (Wintersemester 2010/2011 und Sommersemester 2011) Vorträge gehalten haben. Das Sicherheitswissenschaftliche Kolloquium, durchgeführt vom Fachgebiet Sicherheitstechnik / Sicherheits- und Qualitätsrecht der Bergischen Universität Wuppertal in Kooperation mit dem Institut für Arbeitsmedizin, Sicherheitstechnik und Ergonomie e.V. (ASER), beschäftigt sich u. a. mit den sich im Wandel befindlichen gesellschaftlichen Rahmenbedingungen für Sicherheit, Gesundheit und Qualität. Die Verantwortung für den Inhalt der Einzelbeiträge dieser Veröffentlichung liegt bei der jeweiligen Autorin bzw. dem jeweiligen Autor.

Herausgeber: apl. Prof., Dr. rer. pol. Ralf Pieper
Bergische Universität Wuppertal
Fachgebiet Sicherheitstechnik / Sicherheits- und Qualitätsrecht
Gaußstraße 20
42097 Wuppertal
E-Mail: rpieper@uni-wuppertal.de
Internet: www.suqr.uni-wuppertal.de

Dipl.-Ing. Karl-Heinz Lang
Institut für Arbeitsmedizin, Sicherheitstechnik und Ergonomie e.V. (ASER)
Corneliusstraße 31
42329 Wuppertal
E-Mail: kh.lang@institut-aser.de
Internet: www.institut-aser.de

© by Institut ASER e.V., Wuppertal, 2012
Druck: buch bücher dd ag, Birkach
Printed in Germany 2012

ISBN 978-3-936841-23-7

Alle Rechte einschließlich der fotomechanischen Wiedergabe und des auszugsweisen Nachdrucks vorbehalten.

www.institut-aser.de
www.suqr.uni-wuppertal.de

In die Schriftenreihe Forschungsberichte des Instituts ASER e.V. werden seit dem Jahr 2001 u. a. auch solche Forschungsergebnisse eingestellt, die in Bezug auf die auftraggebende(n) Organisation(en) oder auf die beteiligten Kooperationspartner aus Gründen des Datenschutzes vorerst nicht in einer zusammenhängenden Darstellungsform frei veröffentlicht werden können und eine Anonymisierung dieser alleinstehenden Forschungsergebnisse nicht möglich ist oder noch nicht vorgenommen werden konnte. Die Aufarbeitung der Forschungsergebnisse in die Form der formalisierten Forschungsberichte des Instituts ASER e.V. dient dazu, diese Forschungsergebnisse in spätere Veröffentlichungen dann mit geringerem Aufwand einfließen zu lassen.

Vorwort und Einleitung

Im vorliegenden Forschungsbericht sind die **Beiträge der 65. bis 74. Sicherheitswissenschaftlichen Kolloquien** verfasst, welche im Wintersemester 2010/2011 und im Sommersemester 2011 vom Fachgebiet Sicherheitstechnik / Sicherheits- und Qualitätsrecht der Bergischen Universität Wuppertal in Kooperation mit dem Institut für Arbeitsmedizin, Sicherheitstechnik und Ergonomie e.V. (ASER) veranstaltet wurden und interessierte Kreise im Land Nordrhein-Westfalen erreicht hat.

Für ihr großes Engagement danken wir allen Referenten ganz herzlich, die ihre Beiträge zusätzlich von der Präsentationsform in die – nunmehr hier vorliegende – Schriftform für den **Forschungsbericht – Nr. 27 „Sicherheitswissenschaftliches Kolloquium 2010 – 2011 (Band 7)“** transferiert haben. Dieser Dank gilt selbstredend allen **Referenten**, die dies schon für die sechs vorangegangenen Forschungsberichte zum Sicherheitswissenschaftlichem Kolloquium[1] geleistet hatten. Zudem werden die **Herausgeber** ab Band 6 bei der Erstellung des Dokumentationsbandes der Sicherheitswissenschaftlichen Kolloquien von **Frau Maria Teipel** vom Institut ASER e.V. unterstützt, so dass der jeweilige Dokumentationsband wieder zeitnäher herausgeben wird.

---

[1] PIEPER, R., LANG, K.-H. (Hrsg.):
Sicherheitsrechtliches Kolloquium 2004 – 2005 (Band 1)
Forschungsbericht - Nr. 13, Institut ASER e.V., ISBN 978-3-936841-10-7, Wuppertal, Januar 2006
(s.a. **www.suqr.uni-wuppertal.de** und **www.institut-aser.de**)

PIEPER, R., LANG, K.-H. (Hrsg.):
Sicherheitsrechtliches Kolloquium 2005 – 2006 (Band 2)
Forschungsbericht - Nr. 14, Institut ASER e.V., ISBN 978-3-936841-12-1, Wuppertal, Januar 2007
(s.a. **www.suqr.uni-wuppertal.de** und **www.institut-aser.de**)

PIEPER, R., LANG, K.-H. (Hrsg.):
Sicherheitswissenschaftliches Kolloquium 2006 – 2007 (Band 3)
Forschungsbericht - Nr. 18, Institut ASER e.V., ISBN 978-3-936841-15-2, Wuppertal, Januar 2008
(s.a. **www.suqr.uni-wuppertal.de** und **www.institut-aser.de**)

PIEPER, R., LANG, K.-H. (Hrsg.):
Sicherheitswissenschaftliches Kolloquium 2007 – 2008 (Band 4)
Forschungsbericht - Nr. 19, Institut ASER e.V., ISBN 978-3-936841-16-9, Wuppertal, April 2009
(s.a. **www.suqr.uni-wuppertal.de** und **www.institut-aser.de**)

PIEPER, R., LANG, K.-H. (Hrsg.):
Sicherheitswissenschaftliches Kolloquium 2008 – 2009 (Band 5)
Forschungsbericht - Nr. 23, Institut ASER e.V., ISBN 978-3-936841-20-6, Wuppertal, Juni 2010
(s.a. **www.suqr.uni-wuppertal.de** und **www.institut-aser.de**

PIEPER, R., LANG, K.-H. (Hrsg.):
Sicherheitswissenschaftliches Kolloquium 2009 – 2010 (Band 6)
Forschungsbericht - Nr. 25, Institut ASER e.V., ISBN 978-3-936841-21-3, Wuppertal, April 2011
(s.a. **www.suqr.uni-wuppertal.de** und **www.institut-aser.de**

Die Sicherheitswissenschaftlichen Kolloquien 2010 – 2011 dienten der fachlichen Weiterentwicklung und dem Wissenschaftstransfer des **regionalen Schlüsselprojekts Design4All – Das Mehrgenerationengütesiegel**, welches im Rahmen des aus dem „Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE)“ kofinanzierten Operationellen Programms für das Land Nordrhein-Westfalen zum Ziel "Regionale Wettbewerbsfähigkeit und Beschäftigung" von der Europäischen Union und dem Land Nordrhein-Westfalen gefördert wird.

Das Sicherheitswissenschaftliche Kolloquium versteht sich seit seinem Start im Frühjahr 2004 als pragmatischer Beitrag zur Weiterentwicklung der **„Wuppertaler Sicherheitswissenschaft“**. Es wird nachhaltig von interessierten Kreisen jeweilig zur aktuellen Thematik weit über das Bergische Land hinaus zum Wissens- und Wissenschaftstransfer genutzt.

Die Herausgeber würden sich freuen, auch mit dem nun vorliegenden Forschungsbericht – Nr. 27 „Sicherheitswissenschaftliches Kolloquium 2010 – 2011 (Band 7)“ sowie auch den **zukünftigen Veranstaltungen des Sicherheitswissenschaftlichen Kolloquiums**, Anstöße sowie Diskussions- und Lösungsbeiträge für die gesellschaftlich relevanten Fragestellungen der Sicherheitswissenschaft geben zu können.

Den interessierten Kreisen in und über das Bergische Land hinaus soll hierdurch ein **Forum** für den sicherheitswissenschaftlichen Wissenstransfer, betriebliche Lösungsmöglichkeiten und konstruktive Diskussionen gegeben werden sowie das **Profil** der Wuppertaler Sicherheitswissenschaft und der Bergischen Universität Wuppertal weiterentwickelt und damit gestärkt werden.

Wuppertal, im Februar 2012

Ralf Pieper & Karl-Heinz Lang

EUROPÄISCHE UNION
Investition in unsere Zukunft
Europäischer Fonds
für regionale Entwicklung

Ziel2.NRW
Regionale Wettbewerbsfähigkeit und Beschäftigung

Ministerium für Wirtschaft, Energie, Bauen, Wohnen und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen

Inhaltsverzeichnis

Vorwort und Einleitung **3**

Inhaltsverzeichnis **5**

Abbildungsverzeichnis **9**

Tabellenverzeichnis **17**

1 Von Zäunen befreit – Industrieroboter mit Ultraschall absichern (BJÖRN OSTERMANN, MICHAEL HUELKE, ANKE KAHL) **19**

1.1 Kurzreferat 19
1.2 Abstract 19
1.3 Einleitung 20
1.4 Kollaborierende Roboter 21
1.5 Arbeitsaufgabe des Industrieroboters 22
1.6 Absicherung des Roboters mit Sensoren 23
1.6.1 Platzierung der Sensorik 23
1.6.2 Wahl der Sensoren 25
1.6.3 Messprinzip des Ultraschall Arrays 27
1.7 Algorithmen zur Messwertauswertung 30
1.7.1 Zusammenhang Messzyklus - Abstand - Geschwindigkeit 31
1.7.2 Fail Safe Control (FSC) 33
1.7.3 Bestimmung des freien Raums 34
1.7.4 Kollisionstest 35
1.8 Zusammenfassung 37
1.9 Referenzen 38

2 Arbeitsbedingungen, Arbeitssicherheit und Instandhaltung in den Betrieben der Braunkohlenindustrie (NORBERT ROSKOPF) **40**

2.1 Einleitung 40
2.2 Rahmenbedingungen 40
2.2.1 Braunkohle in Deutschland 40
2.2.2 Rheinische Braunkohlenrevier 41
2.2.3 Eigenpersonal – Fremdpersonal 42
2.2.4 Instandhaltungsstrategien 43
2.3 Fremdfirmen als Dienstleister der Braunkohlenindustrie 44
2.3.1 Klassifizierung der Unternehmen 44
2.3.2 Montageunternehmen / Montagearbeiten 44
2.3.3 Einsatzbesonderheiten der Fremdfirmen 45
2.4 Ziele und Zielkonflikte 46
2.4.1 Leitsätze im Arbeitsschutz 46
2.4.2 Ziele der Akteure 47
2.4.3 Zielkonflikte 48
2.5 Lösungsansätze 48

2.5.1 Handlungsfeld für den Auftraggeber ... 48
2.5.2 Handlungsfeld für den Auftragnehmer ... 50
2.6 Ausblick ... 53

3 Neufassung der Gefahrstoffverordnung – eine Einführung (HELMUT A. KLEIN) ... 55

3.1 Einleitung ... 55
3.2 Anpassungen auf Grund der REACH-Verordnung ... 56
3.3 Anpassungen auf Grund der CLP-Verordnung ... 56
3.4 Vorgehen in der Übergangszeit ... 56
3.5 Schutzstufen und CLP ... 57
3.6 Ausblick ... 58

4 Zukunft der Arbeit – Entwicklungstrends und Gestaltungsanforderungen aus Sicht des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales (RAINER SCHLEGEL) ... 60

4.1 Schrumpfende und alternde Gesellschaft Demographische Entwicklung bis 2030 ... 60
4.2 Herausforderungen an den Arbeitsmarkt ... 62
4.2.1 Allgemeiner Wohlstand und Fachkräftemangel ... 62
4.2.2 Beschäftigungschancen älterer Arbeitnehmer ... 62
4.2.3 Exkurs: Netzwerke ... 64
4.2.4 Vereinbarkeit von Familie und Beruf ... 66
4.2.5 Prävention und Gesundheitsförderung ... 67
4.3 Herausforderungen an soziale Sicherungssysteme ... 68
4.4 Das Junktim „Arbeit & Soziales“ ... 69

5 DGUV Vorschrift 2: Reform der betriebsärztlichen und sicherheitstechnischen Betreuung (FRANK BELL) ... 72

5.1 Hintergründe der Reform ... 72
5.2 DGUV Vorschrift 2 im Überblick ... 74
5.3 Das neue Konzept der Regelbetreuung ... 75
5.4 Unterstützungsmaßnahmen ... 78
5.5 Aufgaben und Vorgehensweisen im Betrieb ... 79
5.6 Die Vorteile der reformierten Regelbetreuung ... 80
5.7 Erstes Fazit und Ausblick ... 80
5.8 Literatur ... 81

6 Sicherheit von Großveranstaltungen – Zum Stand der Technik aus Sicht der operativen Gefahrenabwehr (JÖRG SCHMIDT) ... 83

7	**Kriterien für die Beurteilung von Gefährdungen durch technische Anlagen (ULRICH HAUPTMANNS)**	**85**
7.1	Problemstellung	85
7.2	Probitbeziehungen	87
7.3	Berechnung der Auswirkung von Energiefreisetzungen	89
7.4	Ermittlung von Energieeinhalten	91
7.5	Fallstudien	94
7.5.1	Versagen eines Dampfkessels	94
7.5.2	Windkraftanlage	95
7.5.3	Biogasanlage	96
7.6	Risikobasierte Untersuchung für den Gasbehälter der Biogasanlage	97
7.7	Anwendung des Räuber-Beute Modells auf Aufzüge	98
7.8	Modellierung von Funktionsprüfungs- und Instandsetzungsvorgängen	102
7.9	Lageranlagen	106
7.9.1	Untersuchte Szenarien und Vorgehensweise	107
7.9.2	Fallstudien	110
7.10	Zusammenfassende Einschätzung	117
7.11	Literatur	118
8	**Methodik zur Bedarfsermittlung für Prüfungen gefährlicher Arbeitsmittel und Anlagen durch unabhängige Experten (CHRISTOF BARTH)**	**121**
8.1	Problemlage	122
8.2	Modernisierung erforderlich	122
8.3	Entwicklung einer Methodik	123
8.4	Erprobung und Ausblick	140
8.5	Literatur	143
9	**Forschung für die Prävention (HELMUT BLOME)**	**145**
9.1	Einleitung	145
9.2	Allgemeine Informationen zum IFA	146
9.3	Herkunft der Aufgaben und Zusammenarbeit mit den Unfallversicherungsträgern	149
9.4	Der Verbund der Forschungsinstitute der DGUV und Kooperationen	151
9.5	Aktuelle Schwerpunkte und Beispiele	152
9.6	Zukunftsaspekte	154
10	**Manipulation von Schutzeinrichtungen an Maschinen – Warum wird manipuliert und was kann man dagegen tun? (RALF APFELD)**	**156**
10.1	Übliche Schutzeinrichtungen	157
10.2	Die Manipulations-Studie	158
10.3	Rechtliche Situation	161
10.4	www.stop-manipulation.org	164
10.5	Literatur	165

11 **Autoren- und Herausgeberverzeichnis 168**

12 **Veranstaltungsverzeichnis..... 170**

Anhang **Folienpräsentationen verschiedener Veranstaltungen 185**

Anhang 1 **Folienpräsentation am 12. April 2011 von Herrn Dr. Jörg Schmidt (Stadt Köln)..... 186**

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1.1 Unfallstatistik mit Industrierobotern 2005-2009 Erhoben von der DGUV, aufgeschlüsselt nach Körperregionen 3 tödliche Unfälle, 11 Fälle von Erwerbsunfähigkeit **20**

Abb. 1.2 Arbeitsbereich, von außen überwacht mit Kameras **24**

Abb. 1.3 Arbeitsbereich, von außen überwacht mit Kameras **25**

Abb. 1.4 Reis Roboter mit microsonic Sensoren **26**

Abb. 1.5 Eindringendes Objekt wirf Echo zurück, Sensor 2 misst geringste Distanz **27**

Abb. 1.6 Verkürzte Schallaufzeit für Sensor 4 ..... **28**

Abb. 1.7 Fehlerhafte Messungen (blau) bei gleichzeitiger Messung, Minimale Distanz bleibt unbeeinflusst **29**

Abb. 1.8 Unterschied der freien Räume, mit und ohne Fehlmessung **30**

Abb. 1.9 Zusammenhang „aktueller Abstand – maximal erlaubte Geschwindigkeit“ für eine Reaktionszeit von 100 ms **32**

Abb. 1.10 Zeitlicher Ablauf der Berechnungen **33**

Abb. 1.11 Bahnkurvenabhängige Berechnung der aktuell zulässigen Geschwindigkeit **37**

Abb. 1.12 Dipl.-Ing. Hans-Joachim Ostermann, Dipl.-Ing. Björn Ostermann und Prof. Ralf Pieper zu Beginn des Kolloquiums in Wuppertal (v.l.n.r.) **39**

Abb. 1.13 Am 9. November 2010 beteiligten sich insgesamt 35 interessierte Fachbesucher beim 65. Sicherheitswissenschaftlichen Kolloquium **39**

Abb. 2.1 Instandhaltungsstrategie – Fremdfirmeneinsatz – Maßnahmenplanung – Auswirkungen auf den Arbeitsschutz **46**

Abb. 2.2 Dr. Norbert Roskopf aus Aachen referierte am 23. November 2010 zum Thema Fremdfirmenmanagement und Instandhaltungsstrategien in der Rheinischen Braunkohlenindustrie. **54**

Abb. 2.3 Das 66. Sicherheitswissenschaftliche Kolloquium stieß insbesondere bei Kraftwerksbetreibern und Energieversorgern auf großes Interesse **54**

Abb. 3.1 Dr. Helmut Klein (BMAS) bei seinem Eingangsreferat über das neue Gefahrstoffrecht in Deutschland..... **58**

Abb. 3.2 Prof. Ralf Pieper (BUW), Dipl.-Chem. Rainer Dörr (Bau BG) und Dr. Helmut Klein beim Nachgespräch des Kolloquiums (v.l.n.r.) **59**

Abb. 3.3 Insgesamt 40 Fachbesucher beteiligten sich am 11. Januar 2011 in Wuppertal beim 67. Sicherheitswissenschaftlichen Kolloquium..... **59**

Abb. 4.1 Dem Eingangsreferat folgte eine rege Diskussion mit den Teilnehmern beim 68. Sicherheitswissenschaftlichen Kolloquium am 25. Januar 2011 in Wuppertal **70**

Abb. 4.2 Der Diskussion folgten eine Reihe bilaterale Gespräche, wie z.B. zwischen Prof. Dr. Rainer Schlegel (BMAS, Berlin) und Dr. Anja Vomberg (KAN, Sankt Augustin) oder … **71**

Abb. 4.3 … zwischen Prof. Dr. Ralf Pieper (BUW), Dipl.-Ing. Matthias Folz (Ferrostaal AG, Essen) und Prof. Dr. Sascha Stowasser (IfaA, Düsseldorf) **71**

Abb. 5.1 DGUV Vorschrift 2 im Überblick..... **75**

Abb. 5.2 Konzept der Regelbetreuung der Betriebe mit mehr als 10 Beschäftigten **76**

Abb. 5.3 Dr. Frank Bell von der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung bei seinem Referat über die Neuregelungen bei der Betreuung von Betrieben im Bereich von Sicherheit und Gesundheit..... **82**

Abb. 5.4 Das Referat wurde durch eine Reihe von Beiträgen der rund 40 teilnehmenden Fachleute aus der betrieblichen Praxis angereichert..... **82**

Abb. 6.1 Veranstalter Prof. Dr. Ralf Pieper bei der Begrüßung von Dr. Jörg Schmidt beim 70. Sicherheitswissenschaftliches Kolloquium am 12. April 2011 in Wuppertal..... **84**

Abb. 6.2 Aufgrund der Beteiligung von rund 50 Fachleuten wurde das Sicherheitswissenschaftliche Kolloquium wieder parallel in einen zweiten Veranstaltungsraum im Institut ASER übertragen **84**

Abb. 7.1 Graphische Darstellung der Wahrscheinlichkeiten gemäß Gl. (2) auf Grundlage von Nr. (4) und Nr. (2) aus Tabelle 7.2..... **89**

Abb. 7.2 Spitzenüberdruck als Funktion des skalierten Abstands (sogenannte Marshall-Kurve) in kPa (Anmerkung: da die Kurve für Drücke oberhalb 6,2 bar (620 kPa) nicht definiert ist, wird in dem entsprechenden Bereich skalierter Abstände der Druck auf 6,2 bar festgelegt; bezüglich der Todeswahrscheinlichkeit macht dies keinen Unterschied, da diese bei 6,2 bar bereits gleich 1 ist)..... **90**

Abb. 7.3 Ereignisablaufdiagramm für die Freisetzung und Zündung einer Dampfwolke (entwickelt auf der Grundlage empirischer Beobachtungen, die in [4] wiedergegeben werden; Zahlenangaben neben den Pfaden sind Wahrscheinlichkeiten; bei einer Weglänge > 1.000 m wird angenommen, dass sich das Gas so weit verdünnt hat, dass die untere Zündgrenze unterschritten wird.) **93**

Abb. 7.4 Druckverlauf und bedingte Todeswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit vom Abstand für den Dampfkessel..... **95**

Abb. 7.5 Bedingte Todeswahrscheinlichkeit als Funktion des Abstands von der Windkraftanlage..... **96**

Abb. 7.6 Vergleich der bedingten Todeswahrscheinlichkeiten verschiedener Objekte in Abhängigkeit vom Abstand **96**

Abb. 7.7 Ortsbezogenes Gesamtrisiko mit stochastisch verteilten Zündorten und Bewegungsrichtungen der Wolke **98**

Abb. 7.8 Zeitliche Entwicklung der Anzahl von Aufzügen (Personen und Lastenaufzüge) Bemerkung: Zahlen ab 2000 expertenurteilgestützte Extrapolation **99**

Abb. 7.9 Beobachtete Verletzungsraten und Modellergebnisse auf der Grundlage der Daten von 1992 bis 2000 ..... **100**

Abb. 7.10 Beobachtete Todesraten und Modellergebnisse auf der Grundlage der Daten von 1992 bis 2000 ..... **101**

Abb. 7.11 Zeitlicher Verlauf der Nichtverfügbarkeit einer Komponente mit $\lambda = 1000 \bullet 10^{-6}\ h^{-1}$ ohne Funktionsprüfung und mit Funktionsprüfung in Zeitabständen $\theta = 720$ h **103**

Abb. 7.12 Nichtverfügbarkeit der Sicherheitsfunktion (Ausfallrate $\lambda_s = 0{,}000001\ h^{-1}$) bei jährlicher Funktionsprüfung in Abhängigkeit von der Wahrscheinlichkeit eines Fehlers bei Funktionsprüfung oder Instandsetzung (obere waagrechte Linie: Obergrenze SIL-1; untere waagrechte Linie: Obergrenze SIL-2)..... **105**

Abb. 7.13 Nichtverfügbarkeit der Sicherheitsfunktion (Ausfallrate $\lambda_s = 0{,}000001\ h^{-1}$) bei fünfjährlicher Funktionsprüfung in Abhängigkeit von der Wahrscheinlichkeit eines Fehlers bei Funktionsprüfung oder Instandsetzung (obere waagrechte Linie: Obergrenze SIL-1; untere waagrechte Linie: Obergrenze SIL-2)..... **105**

Abb. 7.14 Mögliche Szenarien infolge einer Freisetzung aus Gebinden in einem Lager **107**

Abb. 7.15 Bedingte Todeswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit vom Abstand vom Mittelpunkt der Lache (Lachendicke $\delta = 0{,}02$ m; Fälle gemäß Tabelle 7.8) für einen Brand im Freien **111**

Abb. 7.16 Bedingte Todeswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit vom Abstand vom Mittelpunkt der Lache beim Brand in der Halle ohne vorangehende Explosion (Fälle gemäß Tabelle 7.8)..... **111**

Abb. 7.17 Bedingte Todeswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit vom Abstand vom Mittelpunkt der Lache beim Brand in der Halle mit vorangehender Explosion – Brand- und Explosionsauswirkungen (Fälle gemäß Tabelle 7.8)..... **112**

Abb. 7.18 Bedingte Todeswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit vom Abstand vom Mittelpunkt der Lache (Lachendicke $\delta = 0{,}02$ m; Fälle gemäß Tabelle 7.8) für Brand im Freien..... **112**

Abb. 7.19 Bedingte Todeswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit vom Abstand vom Mittelpunkt der Lache beim Brand in der Halle ohne vorangehende Explosion (Fälle gemäß Tabelle 7.8) **113**

Abb. 7.20 Bedingte Todeswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit vom Abstand vom Mittelpunkt der Lache beim Brand in der Halle mit vorangehender Explosion – Brand- und Explosionsauswirkungen (Fälle gemäß Tabelle 7.8) **113**

Abb. 7.21 Bedingte Todeswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit vom Abstand vom Mittelpunkt der Lache (Lachendicke δ = 0,02 m; Fälle gemäß Tabelle 7.8) beim Brand im Freien **114**

Abb. 7.22 Bedingte Todeswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit vom Abstand vom Mittelpunkt der Lache beim Brand in der Halle ohne vorangehende Explosion (Fälle gemäß Tabelle 7.8) **114**

Abb. 7.23 Bedingte Todeswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit vom Abstand vom Mittelpunkt der Lache beim Brand in der Halle mit vorangehender Explosion – Brand- und Explosionsauswirkungen (Fälle gemäß Tabelle 7.8) **115**

Abb. 7.24 Wärmestromdichte und bedingte Todeswahrscheinlichkeit als Funktionen des Abstands beim Brand in einer Füllstelle . **115**

Abb. 7.25 Bedingte Wahrscheinlichkeit von Strukturschäden an Rahmenstrukturen in Abhängigkeit vom Abstand **116**

Abb. 7.26 Prof. Dr.-Ing. Ulrich Hauptmanns bei der Diskussion zu seinem Fachbeitrag beim 71. Sicherheitswissenschaftlichen Kolloquium in Wuppertal **120**

Abb. 8.1 Basismodell zum Risiko und für die Risikobeurteilung **127**

Abb. 8.2 Prüfkonzept **127**

Abb. 8.3 Gesamtkonzept **128**

Abb. 8.4 Vorgehen bei der Anwendung der Methodik **130**

Abb. 8.5 Vorscreening **130**

Abb. 8.6 Beispiel: Aufzüge: Anlagenspektrum **131**

Abb. 8.7 Vorschlag für ein Grenzrisiko: Kritische mögliche Schadensschwere **131**

Abb. 8.8 Ereignisse und Verlaufsszenarien **132**

Abb. 8.9 Relevante Ereignisse **132**

Abb. 8.10 Kriterien der Eintrittswahrscheinlichkeit **133**

Abb. 8.11 E1 für die Versagenswahrscheinlichkeit sicherheitsrelevanter Bauteile **134**

Abb. 8.12 E1 für Explosionsschutz **134**

Abb. 8.13 E2 für Verschleiß / Ermüdung **135**

Abb. 8.14 E3 für die Menschliche Zuverlässigkeit gemäß VDI 4006 Blatt 2 ..... **135**

Abb. 8.15 E4 für Gefahr erkennen und beseitigen bzw. ihr ausweichen können **136**

Abb. 8.16 E5 für Exposition **136**

Abb. 8.17 Formular „Eintrittswahrscheinlichkeit und Boni“ **137**

Abb. 8.18 Grenzrisiko: Orientierungswerte für die Eintrittswahrscheinlichkeit **137**

Abb. 8.19 Grenzrisiko: Vergleich: Grenzwerte für Individualrisiko im Arbeitsschutz **138**

Abb. 8.20 Grenzrisiko: Vergleich: Grenzwerte für Individualrisiko aus Störfallbereich **138**

Abb. 8.21 Grenzrisiko: Eintrittswahrscheinlichkeit **139**

Abb. 8.22 Vorgeschlagener Schwellenwert für die Eintrittswahrscheinlichkeit (EWS) **139**

Abb. 8.23 Formular „Risikobeurteilung“ **140**

Abb. 8.24 Ergebnisse der Erprobung **141**

Abb. 8.25 Erkenntnisse aus der Erprobung (1) **141**

Abb. 8.26 Erkenntnisse aus der Erprobung (2) **142**

Abb. 8.27 Erkenntnisse aus der Erprobung (3) **142**

Abb. 8.28 Erkenntnisse aus der Erprobung (4) **142**

Abb. 8.29 Erkenntnisse aus der Erprobung (5) **143**

Abb. 8.30 Dipl.-Ing. Christof Barth stellte seine für das BMAS entwickelte, risikobasierte Methodik öffentlich erstmals am 24. Mai 2011 in Wuppertal vor **144**

Abb. 8.31 Dipl.-Ing. Christoph Thust (Infracor Chemiepark GmbH, Marl) und Dipl.-Ing. Christof Barth (Systemkonzept GmbH, Köln) im Anschluss des 72. Sicherheitswissenschaftlichen Kolloquiums (v.l.n.r.) **144**

Abb. 9.1 Organigramm des IFA (Stand 2011) **146**

Abb. 9.2 Arbeitskapazitäten des IFA nach Aufgabenbereichen **147**

Abb. 9.3 Arbeitskapazitäten nach Sachgebieten **147**

Abb. 9.4 Aufteilung der Beratungsaktivitäten **149**

Abb. 9.5 Prof. Dr. Helmut Blome, Direktor vom Institut für Arbeitsschutz (IFA) der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV), bei seinem Eingangsreferat am 7. Juni 2011 in Wuppertal **155**

Abb. 9.6 Interessierte Fachleute zu Beginn der Abendveranstaltung beim 73. Sicherheitswissenschaftlichen Kolloquium in Wuppertal **155**

Abb. 10.1 Positionsschalter mit getrenntem Betätiger (© DGUV) **157**

Abb. 10.2 Warum werden Schutzeinrichtungen manipuliert? (© DGUV) **159**

Abb. 10.3 Manipulierter Positionsschalter – abgeschraubter Betätiger eingesteckt und mit Kette versehen (© DGUV) **160**

Abb. 10.4 Bestimmung Manipulationsanreiz (© DGUV) **163**

Abb. 10.5 Konstruktionsbeispiel Einrichten einer Werkzeugmaschine (© DGUV) **165**

Abb. 10.6 Dipl.-Ing. Ralf Apfeld, IFA-Referatsleiter Maschinen und Anlagen, bei seinem Eingangsbeitrag über Manipulationen von Schutzeinrichtungen an Maschinen und Anlagen **166**

Abb. 10.7 Man trifft sich in Wuppertal: Dipl.-Ing. Rolf Hoffmann von der BG Rohstoffe und chemische Industrie in Bochum im Austausch mit Dipl.-Ing. Achim Förisch von der BG der Bauwirtschaft in Berlin **167**

Abb. 10.8 Referent Dipl.-Ing. Ralf Apfeld im Gespräch mit Dipl.-Ing. Frank Schmidt von der K.A. Schmersal GmbH in Wuppertal **167**

Tabellenverzeichnis

Tab. 5.1 Einsatzzeiten der Grundbetreuung **76**

Tab. 5.2 Auszug aus der Klassifikation der Wirtschaftszweige. Eine vollständige Liste mit den Angaben aller Unfallversicherungsträger wird bei der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) geführt. **77**

Tab. 7.1 Grenzwerte für Belastungen des Menschen aus verschiedenen Energieformen (aus [5]) (fett gedruckt: die in [5] zur Benutzung vorgeschlagenen Grenzwerte) **87**

Tab. 7.2 Probit-Gleichungen für Belastungen aus verschiedenen Energieformen ([4], [7]) **88**

Tab. 7.3 Beobachtete Unfallraten und erwartete Werte aufgrund von Modellrechnungen, die auf den Beobachtungen aus den Jahren 1992 bis 2000 beruhen **101**

Tab. 7.4 Sicherheits-Integritätslevel: Ausfallwahrscheinlichkeit bei Anforderung **103**

Tab. 7.5 Klassifizierung entzündlicher Flüssigkeiten **106**

Tab. 7.6 Referenzwerte für Sachschäden aus Wärmestrahlung [4], [7] **109**

Tab. 7.7 Referenzwerte für Sachschäden aus Wärmestrahlung bei Expositionsdauer > 30 min [7] **109**

Tab. 7.8 Freisetzungssituationen **110**

Tab. 7.9 Entfernung vom Brandmittelpunkt, bei der die Wärmestromdichte 37,5 kW/m^2 unterschritten wird (alle Angaben beziehen sich auf den Fall 9 aus Tabelle 7.8) **116**

Tab. 8.1 Hintergrund: Geplante Novellierung der Betriebssicherheitsverordnung **121**

Tab. 8.2 Zusammenfassung der Ausgangslage **122**

Tab. 8.3 BMAS-Forschungsvorhaben „Ermittlung von Kriterien und Erkenntnissen zu Notwendigkeit, Art und Umfang sicherheitstechnischer Prüfungen von Arbeitsmitteln (einschließlich Anlagen)“: Auftrag **123**

Tab. 8.4 Ansätze zur Auswahl der Arbeitsmittel/Anlagen mit zusätzlicher Expertenprüfung **124**

Tab. 8.5 Konsequenzen aus der Festlegung auf den Risikoansatz **126**

Tab. 8.6 Anforderungen an die Methodik **126**

Tab. 8.7 Mögliche Prüfungserleichterungen **129**

Tab. 8.8 Konzept zur Sicherstellung der Durchführung erforderlicher Prüfungen (= Gegenstand von Systemkontrollen) **129**

1 Von Zäunen befreit – Industrieroboter mit Ultraschall absichern (BJÖRN OSTERMANN, MICHAEL HUELKE, ANKE KAHL)

65. Sicherheitswissenschaftliches Kolloquium am 9. November 2010 in Wuppertal

M.SC. Dipl.-Ing. (FH) Björn Ostermann
Institut für Arbeitsschutz der
Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung,
(IFA), Sankt Augustin

1.1 Kurzreferat

Industrielle Roboter arbeiten hinter starren Schutzeinrichtungen, um das Risiko, dass Personen mit dem Roboter in Kontakt kommen und dabei verletzt werden zu vermindern. Das Institut für Arbeitsschutz (IFA) arbeitet an der Zukunftstechnologie „Kollaborierender Roboter“, um dem Menschen den gefahrlosen Zugang zum arbeitenden Roboter zu gewähren.

Im Rahmen des von der Bayrischen Forschungsstiftung geförderten Projektes „EsIMiP“ wurde ein Konzept entwickelt, einen Roboterarm mit Ultraschallsensoren so abzusichern, dass ein flexibles Zusammenarbeiten von Mensch und Roboter möglich wird.

1.2 Abstract

Industrial robots work behind rigid safety devices in order to lower the risk that persons come in contact with the robot and thus to harm. The IFA, an institute for research and testing of the German Social Accident Insurance in Germany, is working on the state of science in “collaborating robots”, to grant humans safe access to robots.

In the course of the project “EsIMiP”, promoted by the Bavarian Research Foundation, a concept was developed at the IFA, allowing the robot’s arms to be secured by ultrasonic sensors. This enables a flexible collaboration between human and robot.

1.3 Einleitung

Der erste industrielle Roboter wurde 1954 von George C. Devol Jr. erfunden und 1961 bei General Motors erstmalig in der industriellen Fertigung eingesetzt [1]. Ende 2010 waren weltweit bereits mehr als eine Millionen Roboter in der Industrie im Einsatz, hiervon etwa 350.000 in Europa und fast 150.000 in Deutschland [2].

Durch die Anforderungen, die an die Sicherheit von Maschinen – nicht nur im europäischen Binnenmarkt – gestellt werden, verrichten die meisten dieser Roboter ihren Dienst hinter starren Zäunen. Mit der Zulassung von Laserscannern für Sicherheitsapplikationen in 1998 [3] und des Kamerasystems „SafetyEYE“ in 2006 [4] konnten einige der starren Zäune durch berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen ersetzt werden. Doch auch diese unsichtbaren Zäune trennen Bediener und Roboter entlang einer vorgegebenen starren Grenze.

Eine flexible und sichere Zusammenarbeit zwischen Bediener und Roboter im selben Arbeitsraum ist mit den heutigen Sicherheitssystemen nicht möglich. Hierzu wird ein neues System benötigt, dass die Bewegungsräume des Bedieners möglichst wenig einschränkt und sicherheits- und auch prozesstechnisch flexibel auf den jeweiligen Aufenthaltsort des Bedieners reagiert.

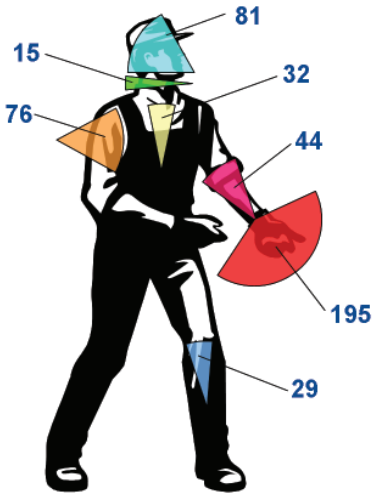


Abb. 1.1 Unfallstatistik mit Industrierobotern 2005-2009
Erhoben von der DGUV, aufgeschlüsselt nach Körperregionen
3 tödliche Unfälle, 11 Fälle von Erwerbsunfähigkeit

Solche flexiblen Sicherheitsmechanismen hätten in 1979 Robert Williams das Leben retten können, als dieser seinem "Kollegen Roboter" bei der Zusammenarbeit zu nahe kam und daraufhin das wahrscheinlich erste Opfer eines Roboter-Arbeitsunfalls mit Todesfolge wurde [5]. Durch diesen und weitere tragische Unfälle bedingt (siehe Abb. 1.1) wurde das Befreien der Roboter von ihren starren Fesseln ein Forschungsgebiet, in dem seit den 80er Jahren gearbeitet wird [6]. Trotz der zunehmenden Zahl von Projekten in diesem Forschungsbereich konnte sich jedoch noch keine Lösung industriell durchsetzen.

Neben der Motivation der hohen Sicherheit spielen auch wirtschaftliche Aspekte eine große Rolle. Ein Roboter, der keinen Zaun benötigt und dem man sich bedenkenlos im Betrieb nähern kann, verspricht Möglichkeiten für neuartige Arbeitsplätze und die Umsetzung von platzsparenden Konzepten im Rahmen der Arbeitsplatzgestaltung.

1.4 Kollaborierende Roboter

Der Forschungsbereich „Kollaborierende Roboter“ befasst sich damit, den industriellen Roboter soweit sicher zu machen, dass er mit Menschen auf engem Raum zusammen arbeiten kann, ohne dabei durch eine feststehende Schutzeinrichtung von den Menschen getrennt zu sein.

Menschen können sich „mit Sinn und Verstand“ auf Änderungen einstellen. Ein gewöhnlicher industrieller Roboter kann seine Umgebung dagegen nicht wahrnehmen und hat keine Möglichkeit, sich Veränderungen in seinen Arbeitsbedingungen anzupassen. Er arbeitet stoisch sein Programm ab.

Das vom IFA im Projekt EsIMiP zu entwickelnde Sicherheitssystem soll in die Robotersteuerung eingreifen und Kollisionen verhindern, indem die Geschwindigkeit des Roboters bei Annäherung bis zum Stillstand reduziert wird.

Als Aufgabe ergibt sich hieraus, den Roboter mit geeigneter Sensorik auszustatten und in seiner Steuerung gleichzeitig Algorithmen einzubinden, die es ihm erlauben, seine Arbeitsweise den erfassten Werten anzupassen.

Eine geeignete Sensorik muss

- Daten schnell und zyklisch liefern und
- relevante Daten erfassen.

Die Algorithmik muss

- Daten schnell und zyklisch verarbeiten sowie
- mit den gelieferten Daten auskommen.

Beide Aufgabengebiete müssen aufeinander abgestimmt sein. Wenn die Sensorik unnötige Daten liefert, müssen diese in der Algorithmik mühsam gefiltert werden. Wenn die Sensorik zu wenige Daten liefert, kann die Algorithmik keine optimale Lösung finden. Andererseits darf die Algorithmik keine Daten erwarten, die mit Sensorik nicht erfasst werden können. Algorithmen, die nur an vollständigen Datensätzen aus virtuellen Computermodellen getestet werden, scheitern in der Praxis an den unvollständigen, fehlerbehafteten Daten, die ihnen reale Sensoren liefern.

1.5 Arbeitsaufgabe des Industrieroboters

Ein wichtiger Faktor für die Planung eines kollaborierenden Roboters ist seine Arbeitsaufgabe. Die Wahl von Sensorik und Algorithmik ist von folgenden Faktoren abhängig:

- Typ des Industrieroboters
  - Kraft
  - Reichweite
  - Freiheitsgrade (Anzahl Achsen),
- gewünschte Arbeitsgeschwindigkeit des Roboters,
- Aufgabe des Roboters wie Beförderung kleiner, großer, übersichtlicher oder komplexer Teile, oder sonstige Aufgaben wie Schweißen und Lackieren,
- Arbeitsraum des Roboters, von weit und offen bis eng und mit vielen festen Hindernissen.

Die zu bewältigende Arbeitsaufgabe wurde im Projekt EsIMiP festgelegt [7]. In diesem Projekt, gefördert von der Bayerischen Forschungsförderung (AZ 852 08), verfolgen die TU München, die Universität Kassel, das IFA sowie die Industriepartner REIS ROBOTICS und Baumüller Nürnberg das Ziel, experimentelle Ansätze aus der Forschung mit verifizierbarer Sicherheitstechnik zu kombinieren.

Als Arbeitsmittel wurde ein Roboter RV20-16 beziehungsweise RV30-16 der Firma REIS ROBOTICS gewählt. Die Reichweite dieser Roboter liegt bei cirka 2 m. Als Aufgabe des Roboters wurde „Transport und Darreichung von kleinen Teilen“ gewählt.

1.6 Absicherung des Roboters mit Sensoren

Zur Kollisionserkennung zwischen Roboter und Mensch werden geeignete Sensoren benötigt. Die Wahl dieser Sensoren hängt von verschiedenen Faktoren ab. Sie müssen

- eine lückenlose Überwachung der Roboterumgebung gewährleisten
- unabhängig von der Ausrüstung des Bedieners wirken
- ein sicheres Signal liefern
- ein schnelles Signal liefern
- störfest sein.

1.6.1 Platzierung der Sensorik

Für die lückenlose Überwachung der Roboterumgebung zur sicheren Kollisionsvermeidung sind drei unterschiedliche Vorgehensweisen denkbar:

- Überwachung mittels durchdringender Sensoren
- Überwachung des Arbeitsraumes mit nicht durchdringenden Sensoren „von außen“
- Überwachung der Roboterumgebung mit am Roboter montierten Sensoren „von innen“.

1.6.1.1 Überwachung mittels durchdringender Sensoren

Lückenlose Überwachung kann erreicht werden, wenn Sensoren eingesetzt werden, die nur auf bestimmte Marker reagieren und restliche Materialien durchdringen. Ein Beispiel ist der Einsatz von RFID Tags, die vom Menschen am Körper getragen werden. Diese Technik wurde im IFA bereits für verschiedene Einsatzbereiche erprobt [8]. Es können allerdings nur solche Stellen am Mensch gefunden werden, die mit einem RFID Tag versehen sind. Hierdurch ergibt sich, dass Bediener mit ausreichendem Sicherheitsabstand arbeiten müssen, oder alle Körperteile des Bedieners, welche gefährdet sind, vollständig mit RFID Tags versehen sein müssen.

Dieser Ansatz hat für die Interaktion von Mensch und Roboter den Nachteil, dass nur die Personen geschützt sind, die eine entsprechende Schutzausrüstung angelegt haben. Es muss deshalb organisatorisch sicher gestellt sein, dass sich nur so geschützte Personen im Roboterbereich aufhalten. Alle anderen Personen sind nicht geschützt. Organisatorische Maßnahmen sind in der Sicherheitstechnik aber nachrangig zu technischen Maßnahmen anzuwenden, die vorher ausgeschöpft sein müssen.

1.6.1.2 Überwachung des Arbeitsraumes mit nicht durchdringenden Sensoren "von außen"

Eine lückenlose Überwachung des Arbeitsraums von außen durch im Raum angebrachte Sensoren ist schwierig zu realisieren. Sensoren, deren Erfassungsbereich durch das erfasste Hindernis geblockt wird, erzeugen für den dahinter liegenden Bereich „blinde Zonen“, für die dann keine Daten vorliegen. Wie Abbildung 1.2 zeigt, können diese Zonen zwar durch die Verwendung vieler Sensoren aus unterschiedlichen Richtungen in ihrer Größe verringert werden. Auch können bekannte, starre Hindernisse bei der Platzierung der Sensoren berücksichtigt werden. Flexible Hindernisse, wie z.B. der Bediener, oder auch der dynamisch ausweichende Roboter selbst sind in der Planung allerdings nur schwer zu berücksichtigen. Gerade hier sind blinde Zonen besonders störend für eine dynamische Robotersteuerung.

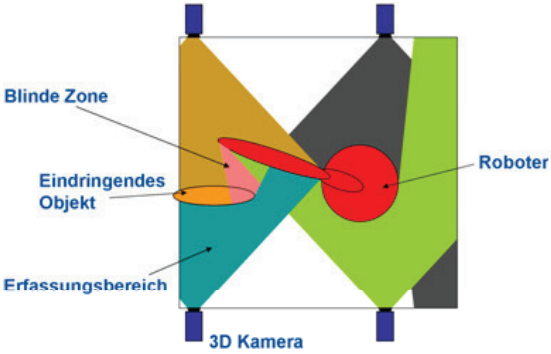


Abb. 1.2 Arbeitsbereich, von außen überwacht mit Kameras

1.6.1.3 Überwachung der Roboterumgebung mit Sensoren „von innen“

Ein weiterer Ansatz ist die Montage der Sensoren am Roboter, um den Raum von innen zu überwachen. Wie Abbildung 1.3 verdeutlicht, treten auch hierbei blinde Zonen im Erfassungsbereich auf, wenn die Sensormessung auf das Hindernis trifft.

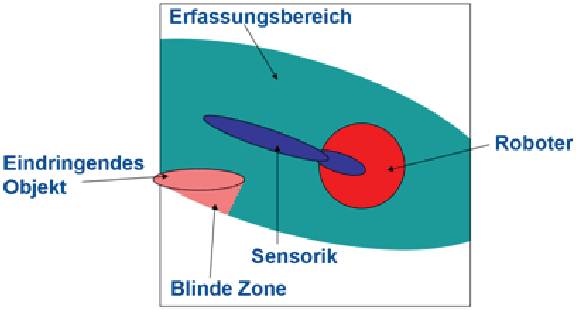


Abb. 1.3 Arbeitsbereich, von außen überwacht mit Kameras

Die Sicherheit im Roboterarbeitsbereich wird durch diese blinden Zonen aber nicht beeinträchtigt, da hierfür nur der freie Bereich um den Roboter entscheidend ist. Die Information über den gesamten freien Raum, die für die arbeitstechnisch optimale Planung eines Roboterpfades benötigt wird, kann hierbei nicht erfasst werden. Daher ist das Überwachen des Raumes vom Roboter aus nur für den Teil der Steuerung passend, der die sichere Annäherung des Roboters an den Menschen überwachen soll. Die Sensoren müssen so platziert werden, dass vom Roboter gegriffene Teile und Arbeitsmittel vom Sensorfeld vollständig umschlossen sind. Dies kann sich für große Werkstücke problematisch gestalten.

1.6.2 Wahl der Sensoren

Auf Basis der beschriebenen Randbedingungen wurde im Projekt EsIMiP die Auswahl der Sensoren zur sicheren Hinderniserkennung auf solche beschränkt, die ohne zusätzliche Markierungen am zu erkennenden Objekt auskommen und sich für den Einsatz „von innen“ eignen. Analysen der in der Literatur beschriebenen, bereits umgesetzten Sensorkonzepte zeigen, dass

- Kraftsensoren, die erst bei Berührung auslösen, einen Zusammenstoß erkennen aber nicht verhindern können [9]

- Kapazitive Sensoren noch nicht zur sicheren Erfassung geeignet sind und nur einen begrenzten Erfassungsbereich haben [10]
- Kameras (2D und 3D) nur schwer sicherheitsertüchtigt werden können und dann hohen Rechenaufwand erfordern [12]
- Laserscanner für 3D Aufnahmen eine zu geringe Bildanzahl pro Sekunde liefern [11]
- PMD Kameras noch nicht sicherheitsgerichtet funktionieren [12].

Nach weiteren Untersuchungen auf dem Markt verfügbarer Sensoren kristallisierte sich als Ergebnis die Nutzung von Ultraschallsensoren heraus. Der Vorteil dieser Sensoren ist, neben der bereits vorhandenen Applikation in der Sicherheitstechnik, dass sie auf jegliche Annäherung im Erfassungsbereich reagieren und als Messergebnis immer die kürzeste Distanz zum erkannten Objekt zurückliefern. Der Rechenaufwand pro Sensor ist klein, so dass eine größere Anzahl von Sensoren eingesetzt werden kann, um eine flächendeckende Messung zu gewährleisten.

Im Projekt wurde ein Konzept entwickelt, den Roboter mit nach außen gerichteten Ultraschallsensoren einzukleiden. Das Konzept ähnelt damit der Einparkhilfe von Kraftfahrzeugen, bei dem wenige Ultraschallsensoren in der Stoßstange eingebaut sind. Die Anzahl der am Roboter verwendeten Sensoren ist jedoch ungleich größer. Das IFA wird hierbei durch die Firma microsonic technologisch unterstützt, die bereits 1996 ihren ersten Ultraschallsensor für die Sicherheitstechnik ertüchtigt hat.

Abbildung 1.4 zeigt den REIS Roboter RV30-16 mit angebauten Ultraschall Sensoren von microsonic mit Abständen von 10 cm.

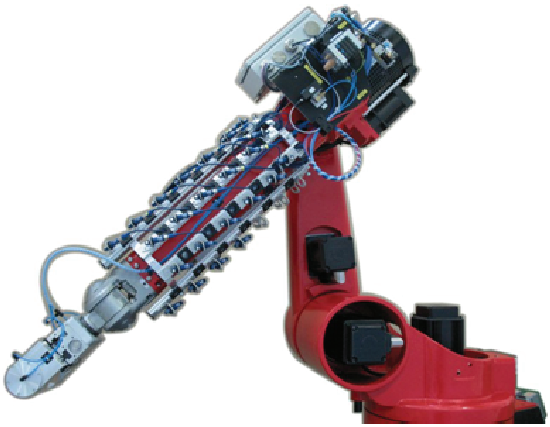


Abb. 1.4 Reis Roboter mit microsonic Sensoren

Die Sensorwerte werden über eine Beckhoff EtherCAT Schnittstelle an die Auswerteeinheit (PC) übertragen. Nach ihrer Verarbeitung werden entsprechende Fahrbefehle weiter an die Robotersteuerung geleitet. Zurzeit wird davon ausgegangen, dass das Robotertool ebenfalls eine umschließende Überwachung mit Ultraschall zulässt.

Um der prozessorientierten Steuerung im Projekt möglichst viele Informationen für die Pfadplanung zur Verfügung zu stellen, wird der Arbeitsraum zusätzlich mit Kameras von außen überwacht. Blinde Flecken in diesem Sensornetzwerk können von der prozessorientierten Steuerung mit Wahrscheinlichkeitswerten gefüllt werden, da die Sicherheit durch die übergeordnete sichere Geschwindigkeitsplanung stets gewährleistet ist. Somit werden durch das Gesamtkonzept sowohl Sicherheit als auch Effektivität ermöglicht.

1.6.3 Messprinzip des Ultraschall Arrays

Ultraschallsensoren senden ein kurzes Schallsignal im für Menschen unhörbaren Ultraschallbereich aus und messen die Zeit, bis das von Fremdobjekten zurückgeworfene Signal wieder vom Sensor erfasst wird. Aus dieser Zeit, in Verbindung mit der aktuellen Lufttemperatur, wird die Distanz bis zum Objekt berechnet. Dieses Messprinzip ist möglich, da die Schalllaufzeit in 20 °C warmer Luft mit ca. 343 m/s sehr gering ist. Ein Microcontroller kann damit die Laufzeit mit der erforderlichen geringen Toleranz messen, um einen ausreichend genauen Abstand zum Objekt berechnen zu können. Für eine Abstandsmessung von 50 cm benötigt Ultraschall ca. 3 ms.

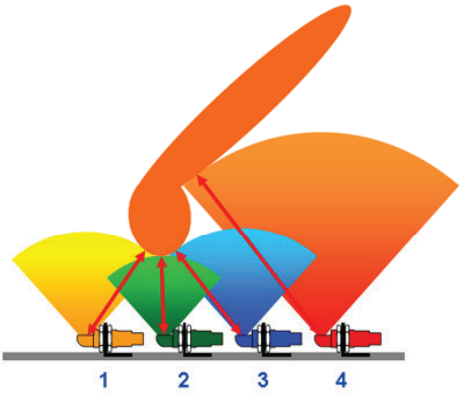


Abb. 1.5 Eindringendes Objekt wirf Echo zurück, Sensor 2 misst geringste Distanz

Beim Anbau der Sensoren muss in der gegebenen Anwendung darauf geachtet werden, dass sich die Schallkeulen überschneiden, um flächendeckende Messergebnisse in dem erforderlichen Sicherheitsabstand zu erreichen. Dringt nun ein Objekt in den überwachten Bereich ein, nehmen die Sensoren wie in Abbildung 1.5 gezeigt, ein zurückgeworfenes Echo auf und können hieraus auf ihre Entfernung zum Objekt schließen.

Der Bereich, der durch den Kegel der Sensoren in dieser Entfernung abgedeckt wird, kann damit als "frei von Objekten" angenommen werden.

Um das dargestellte Bild zu erhalten, müssen die Sensoren ihren jeweils erzeugten und zurücklaufenden Schall voneinander unterscheiden können. Bei gleichzeitiger Messung ist dies theoretisch durch eine Kodierung der Frequenzen möglich. Praktisch ergeben sich aber Mehrfachreflexionen in der Umgebung, die eine genaue Zuordnung des Empfangssignals verhindern. Auch ist das Verwenden verschiedener Ultraschallfrequenzen in der Praxis kaum zu realisieren. Eine Schallkodierung der einzelnen Sensoren ist somit nicht in die Praxis umsetzbar.

Theoretisch denkbar wäre es, auch sequenzielle Messungen durchzuführen. Durch das Abklingen des Schalls in der Umgebung sowie das zur Ruhe kommen des Sende-/Empfangsmoduls im Sensor kann eine einzelne Messung im Bereich bis 60 cm bei 400 kHz aber nur alle 17 bis 20 ms durchgeführt werden. Das sequenzielle Messen führt somit bei der hier vorgesehenen großen Anzahl von Sensoren zu sehr großen Messzyklen.

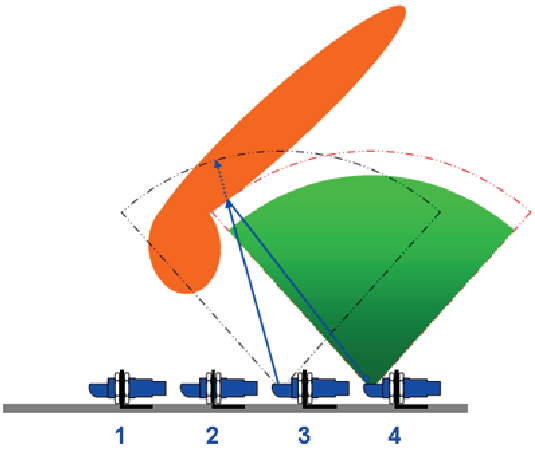


Abb. 1.6 Verkürzte Schallaufzeit für Sensor 4

Als Lösung für dieses Problem wird die Messung der Ultraschallsensoren bei gleicher Kodierung der Frequenzen gleichzeitig gestartet. Hierdurch ergibt sich jedoch ein weiteres Problem, wie Abbildung 1.6 darstellt. Der Weg von Sensor 3 zum Objekt und zurück zu Sensor 4 ist kürzer als von Sensor 4 selbst zum Objekt und zurück. Bei parallel laufender Messung wird in Sensor 4 somit das Rücklaufsignal von Sensor 3 und damit eine kürzere Distanz zum Objekt gemessen als sie wirklich gegeben ist. Der als frei bekannte Raum verkürzt sich damit an dieser Stelle.

Abbildung 1.7 zeigt den wirklichen Schalllauf der Einzelmessungen für das in Abbildung 1.5 gezeigte Beispiel von vier Sensoren bei gleichzeitiger Messung mit gleichkodierten Sensoren.

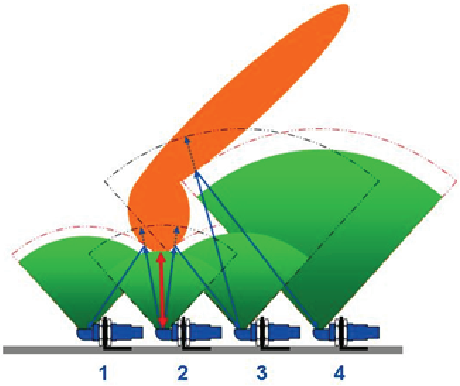


Abb. 1.7 Fehlerhafte Messungen (blau) bei gleichzeitiger Messung, Minimale Distanz bleibt unbeeinflusst

Die Messung des minimalen Abstandes bleibt von dieser Messverfälschung jedoch unberührt. Andere Messwerte können diesen minimalen Abstand nicht unterschreiten, auch wenn sie selbst durch Verfälschung reduziert werden. Für das Beispiel ergibt sich der in Abbildung 1.8 dargestellte Unterschied zwischen möglicher Messung (grau) und erfolgter Messung (rot).

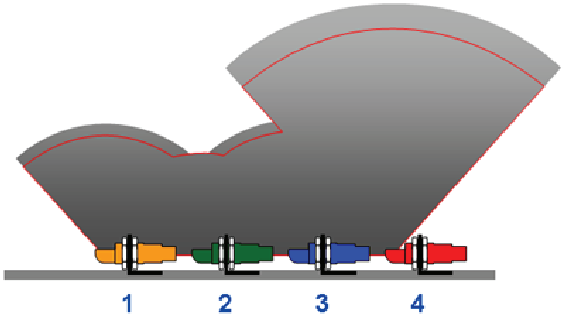


Abb. 1.8 Unterschied der freien Räume, mit und ohne Fehlmessung

Da für die Umsetzung der Sicherheitsfunktion die Geschwindigkeit des Roboters am kleinsten gemessenen Abstand auszurichten ist, stellt diese geringe Verfälschung der restlichen Messwerte kein Sicherheitsproblem dar.

1.7 Algorithmen zur Messwertauswertung

Bei der autonomen Bewegung kollaborierender Roboter müssen zwei Faktoren bestimmt werden:

- Die Bahnkurve, der der Roboter von seiner aktuellen Position zum Ziel hin folgen soll
- Die Geschwindigkeit, mit der sich der Roboter gegenwärtig (und an jedem Punkt der Bahnkurve) maximal bewegen darf.

Wie in Kapitel 1.4 beschrieben, ist es das Ziel des IFA, eine Anpassung der Robotergeschwindigkeit an die Umgebungsbedingungen zu erreichen.

Um die jeweils aktuell zulässige Geschwindigkeit zu berechnen,

- müssen die ermittelten Abstandswerte der Sensoren ausgewertet und zu einer virtuellen Karte der Umgebung verknüpft werden und
- muss berechnet werden, ab welcher Geschwindigkeit der Roboter mit den Außengrenzen der Karte gefährlich kollidiert.

Diese Schritte sind für die Ermittlung der konkreten Geschwindigkeitsvorgabe feiner unterteilt worden. Hierzu beschreibt dieses Kapitel:

- den Zusammenhang zwischen Messzyklus, Abstand und Geschwindigkeit
- den Datenfluss durch die einzelnen Algorithmen in der entwickelten „Fail Safe Control“ (Auswertegerät der Ultraschallsensoren)
- die Bestimmung des freien Raums, angedeutet in Abbildung 1.8
- die Erfassung der Karte der statischen Umgebung
- die Anpassung des freien Raums an die Zeit seit der letzten Messung

und das Ziel:

- die Bestimmung der aktuell zulässigen Geschwindigkeit durch Kollisionsprüfung.

1.7.1 Zusammenhang Messzyklus - Abstand - Geschwindigkeit

Die Norm DIN EN ISO 13855 „Sicherheit von Maschinen – Anordnung von Schutzeinrichtungen im Hinblick auf Annäherungsgeschwindigkeiten von Körperteilen“ beinhaltet Berechnungsgrundlagen und -formeln, die auch für das vorgestellte Sensorkonzept genutzt werden können.

1.7.1.1 Nachlaufzeit

Als ersten wichtigen Hinweis geben die Norm an, dass die Nachlaufzeit eines Systems mindestens aus der Zeit zwischen Auslösen des Sensorsystems und Ausgabe des AUS Signals sowie der Zeit zwischen Empfang des AUS Signals an der Maschine und deren Stillstand ist.

Im beschriebenen Projekt heißt das: Die Nachlaufzeit besteht mindestens aus der Addition der Zeiten für:

- Zykluszeit der Sensoren
- Wandeln der Sensorwerte von analogem Stromwert in das EtherCAT-Format
- Einlesen und Bereitstellen der Werte im PC
- Berechnen der aktuell maximal erlaubten Geschwindigkeit
- Weitergabe der Geschwindigkeitsvorgabe an die Robotersteuerung
- Verarbeiten der Geschwindigkeitsvorgabe in der Robotersteuerung
- Abbremsen des Roboters von der aktuellen Geschwindigkeit auf die Geschwindigkeitsvorgabe

1.7.1.2 Mindestabstand

Die DIN EN ISO 13855 gibt für die Ermittlung des Mindestabstands *„S“* die Berechnungsformel *S = (K*T) + C* vor.

- *K*: Faktor für die Annäherungsgeschwindigkeit eines Menschen,
- *T*: Nachlaufzeit
- *C*: Eindringungstiefe in den Gefahrenbereich bis zur Detektion

Der Faktor *K* beträgt bei weniger als *500 mm* Mindestabstand *2* $^{m}/_{s}$, ansonsten *1,6* $^{m}/_{s}$. Hinzu kommt die Geschwindigkeit des Roboters selbst. Nach der erwähnten Norm besteht die Nachlaufzeit *T* eines Systems aus der Zeit zwischen Auslösen des Sensorsystems und dem Stillstand der Maschine. Im Projekt wird für *T* einen Wert von *100 ms* angenommen. Da die Sensoren Finger erkennen können, kann *C* auf *0 mm* gesetzt werden. Bei stillstehendem Roboter ergibt sich ein Mindestabstand von *S=(2* $^{m}/_{s}$*100 ms) + 0 mm = 200 mm*

1.7.1.3 Geschwindigkeit

Die erlaubte Geschwindigkeit des Roboters ist auf zwei Teilstrecken linear. Eine grafische Darstellung des Zusammenhangs bis zur maximalen Messreichweite von *600 mm* zeigt Abbildung 1.9.

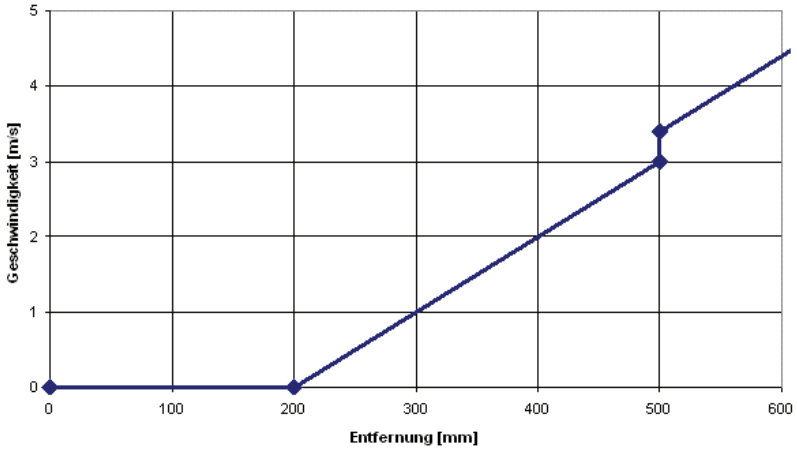


Abb. 1.9 Zusammenhang „aktueller Abstand – maximal erlaubte Geschwindigkeit“ für eine Reaktionszeit von 100 ms

Für einen Abstand von 600 mm, den Erfassungsbereich der eingesetzten Sensoren, ergibt sich eine maximal zulässige Geschwindigkeit von

$K_{Roboter}=[(S - C)/T] - K_{Mensch}=[(600\ mm - 0\ mm)/100ms] - 1,6\ m/s=4,4\ m/s$

1.7.2 Fail Safe Control (FSC)

Um das sichere Abbremsen des Roboters vor einer Kollision zu kontrollieren, wird im IFA die in Abbildung 1.10 dargestellte „Fail Safe Control“ entwickelt. Um dies zu erreichen, werden die Sensorwerte zu einer Umgebungskarte zusammengefügt und diese Karte mit der Roboterbewegung abgeglichen. Diese Maßnahmen sind sicherheitsrelevant und müssen deshalb in Echtzeit durchgeführt werden.

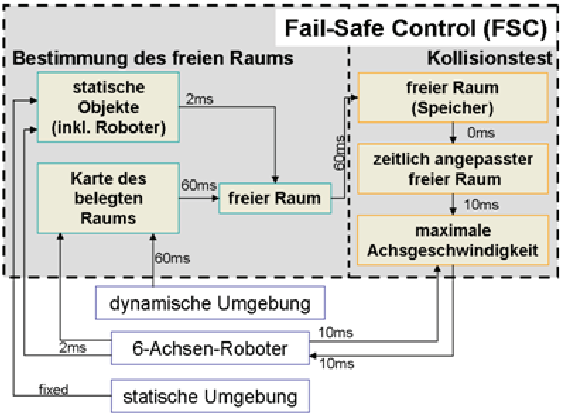


Abb. 1.10 Zeitlicher Ablauf der Berechnungen

Die Eingaben in die FSC erfolgen

- durch die Ultraschallsensoren, die alle 60 ms ihre Distanzwerte liefern,
- durch den Roboter selbst, dessen Steuerung
  - alle 2 ms die eigene Position liefert,
  - alle 10 ms die nächste anzufahrende Position liefert,
- durch einen weiteren Programmteil, der einmalig die statischen Objekte der Umgebung liefert.

Ausgegeben werden die Werte für die maximalen Geschwindigkeiten der Achsen, die alle 10 ms bereitgestellt werden.

1.7.3 Bestimmung des freien Raums

Der freie Raum (siehe Abb. 1.8) entsteht aus den Bereichen, die die Sensoren als frei von Objekten identifizieren. Der Abstand des Roboters von den Außengrenzen des freien Raumes bestimmt grundsätzlich die zulässige Geschwindigkeit des Roboters. Es ist allerdings wichtig zu unterscheiden, ob diese Grenzen durch statische Hindernisse bzw. durch den Arbeitsplatz selbst entstehen, oder ob dynamische Hindernisse den freien Raum einschränken.

Die Geschwindigkeit des Roboters soll nur gegenüber dynamischen Hindernissen, z.B. Bedienern, verringert werden, damit die maximal zulässige Geschwindigkeit nur dort, wo es sicherheitstechnisch erforderlich ist, eingeschränkt wird. Statische Hindernisse, z.B. Arbeitstische, sind bereits heute durch andere Funktionen der Robotersteuerung, wie z.B. sichere Softwarenocken, abgesichert. Auch muss gegenüber einem statischen Objekt kein Sicherheitsabstand eingehalten werden.

Bei der Messung mit Ultraschall ist es allerdings nicht möglich, einzelne Objekte direkt zu unterscheiden. Auch ist die Auflösung des geplanten Sensornetzwerks zu gering, um die Form von Objekten zu erkennen und ggf. zuzuordnen. Wegen der angeführten Vorgabe wird aber eine Funktion benötigt, die es dem Programm erlaubt, zwischen statischen und dynamischen Hindernissen zu unterscheiden. Eine solche Möglichkeit bietet die Hintergrundausblendung. Hierbei muss die statische Umgebung des Roboters bekannt sein und dann bei der Auswertung der Sensorwerte ausgeblendet werden.

1.7.3.1 Karte der statischen Umgebung

Bei einem Roboter, der keine selbstständige Änderung an seiner einprogrammierten Bahn (Trajektorie) vornimmt, kann die geplante vorgegebene Trajektorie, die die statischen Hindernisse bereits berücksichtigt, abgefahren werden. Dabei können die Erwartungswerte für die Sensoren eingelernt werden. Ein Roboter, der seine Trajektorie an Fremdobjekte in seiner Umgebung dynamisch anpasst, muss dagegen mit einer Karte der statischen Objekte arbeiten, um diese von dynamischen Objekten unterscheiden zu können. Hierbei kann benutzt werden:

- ein Modell aller statischen Objekte im Raum,

oder

- ein Modell des freien, befahrbaren Raums.

Die vorhandenen Ultraschallsensoren bieten die Konstruktion einer Karte des freien Raums als den einfacheren Weg an. Zu Beginn der Messung wird dazu der gesamte, von dynamischen Objekten befreite Raum als belegt “gesetzt“. Mit jeder Messung wird dann der Bereich, den einzelne Sensoren als frei zurück liefern vom belegten Raum abgezogen und der Arbeitsraum schrittweise in das Programm eingelernt. Der

Roboter wird hierfür entweder durch ein Programm oder durch den Bediener selbst gesteuert. Wird der Raum mit Hilfe eines Bedieners eingelernt, ist eine graphische Darstellung von Raum, Roboter und Sensormesswerten nötig. Zur statischen Umgebung gehört bei der dynamischen Anpassung auch der Roboter selbst. Sensoren, die am ersten Arm angebracht sind, erkennen ab einem bestimmten Winkel der Gelenke den zweiten Arm, bzw. das Werkzeug des Roboters. Auch diese Werte müssen aus der Kollisionsberechnung ausgeschlossen werden.

1.7.3.2 Bewegungsart dynamisch – statisch

Im Projekt EsIMiP werden zwei Fälle behandelt:

- fest einprogrammierte Trajektorie
- dynamische Anpassung der Trajektorie

Es müssen unter anderem Situationen bewältigt werden, in denen der Roboter Objekte manipuliert. In diesen Fällen kommt es auf eine genaue vorgegebene Bahnführung an, von der nicht abgewichen werden darf. Dies ist beispielsweise beim Schweißen oder beim genauen Platzieren von Objekten der Fall.

Weiterhin müssen Situationen berücksichtigt werden, in denen der Roboter reine Transportaufgaben bewältigt. In diesen Fällen sind nur Start und Zielposition festgelegt.

Das Umschalten zwischen der fest vorgeschriebenen und der dynamisch angepassten Bahn wird von der Ablaufsteuerung des Roboters selbst übernommen. Die Umschaltung kann daran festgemacht werden, ob der Roboter „Punkt zu Punkt“ verfährt, also seine Achsen nur in die gewünschte Endposition dreht, oder ob der Roboter „linear“ verfährt, also einer vorgegebenen Bahn folgt.

Durch diesen im Projekt entwickelten Ansatz können vorhandene Roboterzellen einfach in den „kollaborierenden Modus“ überführt werden, ohne die vorhandene Programmierung der Roboterzellen zu ändern.

1.7.4 Kollisionstest

Der Kollisionstest erfolgt, wie auch die Sensormessung, zyklisch. Die Dauer eines einzelnen Tests ist jedoch geringer als die Dauer der Messung. Deshalb ist es möglich, mehrere Kollisionsprüfungen pro Messzyklus durchzuführen. Hieraus ergibt sich, dass die Annahmen über den freien Raum, die vor dem ersten Kollisionstests gemessen wurden, für den zweiten Kollisionstest in einem Zyklus nicht mehr aktuell sind. Um jederzeit mit sicheren Werten arbeiten zu können, müssen die Sensorwerte deshalb an die Zeit angepasst werden, die vergangen sein wird, wenn die errechnete Geschwindigkeitsvorgabe angewendet wird. Damit kann berücksichtigt werden, dass

sich dynamische Objekte in der Zwischenzeit dem Roboterarm genähert haben können. Mit dem zeitlich angepassten Raum muss eine Kollisionsprüfung durchgeführt werden, bei der üblicherweise der geringste Abstand zwischen Roboter und Umgebung bestimmt wird.

Für diesen Kollisionstest wurden zahlreiche Algorithmen entwickelt, die aber größtenteils auf dem Hintergrund der Pfadplanung basieren. Im Rahmen dieses Projektes wurde eine performantere Lösung entwickelt, die allein auf die Kollisionsüberwachung spezialisiert ist.

1.7.4.1 Abgleich freier Raum und Bewegungsvorhersage – Berechnung der Geschwindigkeit

Eine große Herausforderung bei der dynamischen Bewegungsplanung industrieller 6-Achsen-Roboter ist die Kollisionsprüfung mit Hindernissen in seiner Umgebung. Alle sechs Achsen können sich unabhängig von einander bewegen und die Bewegung einzelner Glieder ist von allen davor liegenden Achsen abhängig. Auch können bestimmte Positionen des Werkzeugs durch eine Vielzahl von Achskombinationen erreicht werden.

Während sich die prozessorientierte Pfadplanung im Projekt auf die Kollisionsprüfung des Roboterwerkzeugs allein konzentrieren kann - um hierdurch den Aufwand der Berechnungen in Grenzen zu halten - muss die sicherheitsgerichtete Kollisionsüberwachung stets den kompletten Roboter überwachen. Es wird im Projekt deshalb davon ausgegangen, dass eine Überwachung aller denkbaren Zustände, die der Roboter und die manipulierten Werkstücke theoretisch einnehmen können, nicht in Echtzeit erfolgen kann, weil die zu verarbeitende Datenmenge zu groß ist.

Dieses Problem wurde in diesem Projektteil elegant über eine "Bewegungsvorhersage" gelöst. Die sicherheitstechnische Überwachung greift nicht in die Pfadplanung des Roboters selbst ein. Sie regelt nur dessen Geschwindigkeit innerhalb des durch die Pfadplanung vorgegebenen Pfads. Aus sicherheitstechnischer Sicht ist es ausreichend, nur den Raum um diesen speziellen Pfad zu überwachen. Dazu wird der Kollisionssteuerung regelmäßig die der Pfadsteuerung bekannte aktuelle Stellung aller Achsen sowie die nächste anzufahrende Position des Roboters übermittelt. Der mathematische Aufwand zur Kollisionserkennung wird damit auf ein Minimum reduziert und die sicherheitstechnische Steuerung des Roboters kann in Echtzeit erfolgen.

Abbildung 1.11 zeigt den Ablauf des Algorithmus graphisch. Die Überwachung prüft als erstes, ob im nächsten Überwachungszyklus (geplant 10 ms bis 100 ms) eine Kollision mit der Umgebung vorliegt, wenn der Roboter mit maximaler Geschwindigkeit in die geplante Richtung bewegt wird. Ist dies nicht der Fall, wird die maximale benötigte Geschwindigkeit der Achsen erlaubt.

Falls eine Kollision droht, wird die Geschwindigkeit aller Achsen im Algorithmus auf 50% der geplanten Bahngeschwindigkeit reduziert, und eine neue Kollisionsprüfung findet statt. Hiernach wird die Geschwindigkeit iterativ um 50% der vorhergehenden Anpassung erhöht bzw. vermindert, abhängig davon, ob eine mögliche Kollision festgestellt wurde.

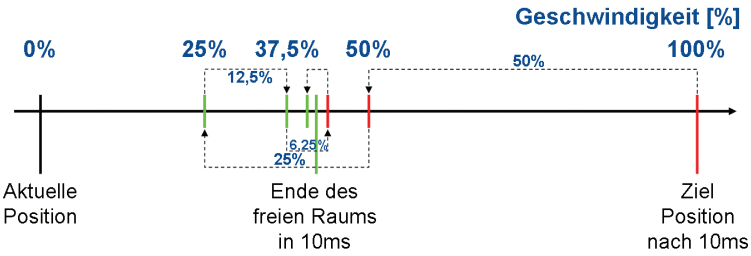


Abb. 1.11 Bahnkurvenabhängige Berechnung der aktuell zulässigen Geschwindigkeit

Dieser Algorithmus führt nach nur 10 Kollisionsprüfungen zu einer Genauigkeit von 0,1% bei der Festlegung der maximal erlaubten Geschwindigkeit. Mit dieser Geschwindigkeitsvorgabe kann die Robotersteuerung kollisionsfrei fahren. Das korrekte Einhalten der Geschwindigkeitswerte erfolgt durch die Sicherheitssteuerung. Um die geplante Bahn nicht zu verlassen, muss diese in der Lage sein, alle Motoren auf die errechnete Geschwindigkeit hin zu überwachen.

1.8 Zusammenfassung

Das vorgestellte System beschreibt ein Sicherheitskonzept für kollaborierende Roboter. Als Sensorik werden Ultraschallsensoren eingesetzt, die ein Sicherheitsfeld um den Roboter aufspannen. Es wird dargestellt, wie diese Sensoren parallel messen können, ohne die Messergebnisse zur unsicheren Seite hin zu verfälschen. Die vorgestellten Algorithmen lassen sich in der Regel einfach in bestehende Roboterarbeitsplätze integrieren, in den meisten Fällen sogar ohne Änderungen an den vorhandenen Prozesssteuerungen zu erfordern. Eine vorausschauende Kollisionsprüfung wird vorgestellt, die den Rechenaufwand für Geschwindigkeitsvorgaben auf ein Minimum reduziert. Dadurch können Kollisionsprüfungen in sehr kurzer Zykluszeit erfolgen.

1.9 Referenzen

[1] United States Patent 2988237, Inventors: Devol Jr., George C.

[2] IFR Statistical Department, Executive Summary of World Robotics 2011 (http://www.worldrobotics.org/uploads/media/2011_Executive_Summary.pdf)

[3] Datenbank DGUV Test – tested products (http://www.hvbg-service.de/pruefz.tpl/produkt.htm)

[4] Pilz SafetyEYE – (http://www.pilz.de/company/press/messages/sub/products/articles/00951)

[5] Philadelphia Inquirer - August 11, 1983 - A10 NATIONAL

[6] A sensory-based robotic safety system, Control Theory and Applications, IEE Proceedings (1985), J.H. Graham, J.F. Meagher; Rensselaer Polytechnic Institute, NY, USA

[7] An Approach for Safe and Efficient Human-Robot Collaboration, 6th International Conference Safety of Industrial Automated Systems (SIAS 2010), D. Stengel, B. Ostermann, H. Ding, D. Bortot, F. Schiller, O. Stursberg, K. Bengler, M. Huelke, F. Som, U. Strunz, ISBN 978-952-5183-40-5, June 2010, Tampere, Finland

[8] Little brother is protecting you, Der Arbeits- und Gesundheitsschutz entdeckt die Transponder-Technologie (Teil 1), holzinfo 132 Oktober – Dezember 2008

[9] The DLR lightweight robot: Design and control concepts for robots in human environments, The Industrial Robot Band 34 (2007) Heft 5, Seite 376-385, A. Albu-Schäffer, S. Haddadin, C Ott, A Stemmer, T Wimböck, G Hirzinger; Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Germany

[10] Technische Vorraussetzungen zur Mensch-Roboter Kooperation, P. Heiligen setzer, (http://www.bg-metall.de/fileadmin/downloads/FA_MFS/Symposien/Praesentation__KUKA.pdf)

[11] rob@work: Robot Assistant in Industrial Environments, MORPHA, E. Helms, R. D. Schraft and M. Hägele, 2002

[12] Industrial jointed arm robot evading dynamic objects, Master Thesis, Björn Ostermann, (http://www.maschinenbautage.eu/fileadmin/veroeffentlichungen/Master_Thesis_Bjoern_Ostermann.pdf)

Dieser Artikel erschien in gekürzter Form bereits in der atp:

B. Ostermann, M. Huelke, A. Kahl: Von Zäunen befreit. atp – Automatisierung Technik Praxis 9/2011, Oldenbourg Industrieverlag GmbH

Abb. 1.12 Dipl.-Ing. Hans-Joachim Ostermann, Dipl.-Ing. Björn Ostermann und Prof. Ralf Pieper zu Beginn des Kolloquiums in Wuppertal (v.l.n.r.)

Abb. 1.13 Am 9. November 2010 beteiligten sich insgesamt 35 interessierte Fachbesucher beim 65. Sicherheitswissenschaftlichen Kolloquium

2 Arbeitsbedingungen, Arbeitssicherheit und Instandhaltung in den Betrieben der Braunkohlenindustrie (NORBERT ROSKOPF)

66. Sicherheitswissenschaftliches Kolloquium am 23. November 2010 in Wuppertal

Dr. Norbert Roskopf
Roskopf Vulkanisation GmbH, Aachen

2.1 Einleitung

Der zunehmend verstärkte Einsatz von Fremdfirmen in der Braunkohlenindustrie stellt sowohl Auftraggeber als auch Auftragnehmer vor neue Herausforderungen und Aufgaben im Arbeitsschutz. Regionale aber auch auftraggeber- und einsatzspezifische Rahmenbedingungen wirken dabei unmittelbare auf die Art und Weise der Fremdfirmeneinsätze. Eine Überschneidung der Verantwortungsbereiche erfordern jedoch zusätzliche Anstrengungen hinsichtlich Information, Kommunikation, Koordination und Vergewisserung. Die kleinen und mittleren Montageunternehmen weisen im Hinblick auf das Management von Sicherheit und Gesundheitsschutz zum Teil noch erhebliche Defizite auf. Der Auftraggeber bietet seinen Partnern besondere Hilfestellungen zur Überwindung der typischen kleinbetrieblichen Entwicklungs- schwächen an. Der Auftragnehmer ist seinerseits gefordert, selbst unter den zum Teil schwierigen Rahmenbedingungen der Montageeinsätze, das Thema Sicherheit und Gesundheitsschutz als Führungsaufgabe verstärkt wahrzunehmen und in die betrieblichen Abläufe zu integrieren.

2.2 Rahmenbedingungen

2.2.1 Braunkohle in Deutschland

Die bedeutenden Deutschen Braunkohlenlagerstätten erstrecken sich in einer West-Ost-Ausrichtung vom Rheinischen Revier über das Mitteldeutsche Revier bis zu den Lagerstätten in der Lausitz. Die Angaben zu den geologischen Braunkohlenvorräten,

den wirtschaftlich gewinnbaren Braunkohlevorkommen und dem zurzeit geplanten oder genehmigten Braunkohleabbau differieren dabei deutlich. Das Rheinische Revier ist mit einer Förderleistung von ca. 100 Mio. t/a das größte und leistungsstärkste Abbaugebiet, gefolgt vom Lausitzer und Mitteldeutschen Revier. Die geförderte Braunkohle wird zu einem Anteil von 92% den Kraftwerken zugeführt und „verstromt". 8% der Förderung werden in den Veredlungsbetrieben (vormals Brikettfabriken) zu Brikett, Staub, Wirbelschichtkohle oder Koks weiterverarbeitet. Entsprechend dem Braunkohlefördervolumen sind auch die Kraftwerkskapazitäten in den einzelnen Revieren ausgelegt.

2.2.2 Rheinische Braunkohlenrevier

Das Rheinische Braunkohlenrevier ist Teil der Niederrheinischen Bucht und bildet im Städtedreieck Aachen-Köln-Mönchengladbach, mit einer Fläche von 2.500 km², das größte zusammenhängende Braunkohlenvorkommen Europas. Die vor 6 – 17 Mio. Jahren, in der Epoche des Miozän, entstandene Braunkohle steht in einer Flözmächtigkeit zwischen 3 und 70 m an und wird in einer Tiefe von 40 bis zzt. 350m abgebaut. Aufgrund der geologischen Gegebenheiten ist der Abbau aus technischer und wirtschaftlicher Sicht ausschließlich im Tagebaubetrieb möglich. Die RWE Power AG betreibt heute im rheinischen Revier, als weltweit größter Braunkohlenproduzent, die Tagebaue Inden, Garzweiler und Hambach mit einer jährlichen Förderung von ca. 100 Millionen Tonnen. Diese Förderleistung ist ausschließlich mit bergbaulicher Spitzentechnologie, einer maßgeschneiderten Logistik, dem Einsatz der weltweit größten mobilen Bergbaumaschinen und dem Engagement fachlich qualifizierter und motivierter Mitarbeiter möglich. Die abbauwürdigen Braunkohlevorkommen reichen noch für Generationen und stehen als subventionsfreier und heimischer Energieträger zur Sicherung der Energieversorgung zur Verfügung.

Im Jahre 1950 wurden noch 75% der Förderung brikettiert. Die Nachfrage nach Braunkohle als Festbrennstoff für Privathaushalte und Gewerbebetriebe war jedoch ständig rückläufig. Heizöl und Erdgas haben den Energieträger ersetzt und heute werden lediglich noch 8% dieses Fördervolumens der Weiterverarbeitung zugeführt. Die zur damaligen Zeit als Brikettfabriken gegründeten Unternehmenseinheiten Frechen, Fortuna/Nord und Ville/Berrenrath werden heute, ihrem Unternehmenszweck entsprechend, präziser als Veredlungsbetriebe gekennzeichnet. Briketts, als Energieträger für den Hausbrand, stehen heute nicht mehr im Vordergrund der Produktion. Die Braunkohle wird in aufwendigen Verfahrensprozessen überwiegend zu Braunkohlenstaub, Braunkohlenkoks und Wirbelschichtkohle veredelt. 92 Millionen Tonnen Braunkohle werden heute jährlich der Verstromung den Großkraftwerken zugeführt. Mit den Kraftwerken Frimmersdorf, Niederaußem, Neurath, Goldenberg-Werk und Weisweiler ist die RWE Power AG heute einer der größten Stromerzeuger in Deutschland und das Rheinische Revier eines der wichtigsten Stromerzeugungs-

zentren Europas. Mit einer installierten Leistung von ca. 11.000 MW im Grundlastbereich werden hier jährlich 70 Milliarden Kilowattstunden Strom produziert und sichern damit 15% des deutschen Strombedarfs und etwa 50% der Stromversorgung in NRW. Die Braunkohlenindustrie ist heute einer der wichtigsten Wirtschaftszweige der Region und treibt die wirtschaftliche Entwicklung fortlaufend und nachhaltig an. Tagebaue, Kraftwerke und Veredlungsbetriebe prägen das rheinische Braunkohlenrevier. Die RWE Power AG beschäftigt derzeit 17.000 eigene Mitarbeiter und sichert mehrfach weitere Arbeitsplätze im Handel, Gewerbe und in der regionalen Zulieferindustrie. (weiterführende Informationen zu 2.2.1 und 2.2.2 unter: www.debriv.de)

2.2.3 Eigenpersonal – Fremdpersonal

Seit Mitte der 80er / Anfang der 90er Jahre werden Instandhaltungsmaßnahmen zunehmend an Fremdfirmen vergeben. Es handelt sich dabei hauptsächlich um gewerbliche Tätigkeiten die nicht dem Kerngeschäft des Unternehmens zuzuordnen sind. Einzelne kleinere und ggf. zeitnahe Lieferungen und Leistungen werden beauftragt. Große, aufwendig geplante und zeitlich terminierte Einsätze im Rahmen von Anlagenrevisionen und Projektarbeiten werden vergeben. Die Beauftragung von ständig wiederkehrenden Instandhaltungsmaßnahmen, z.B. an Anlagen, die einem permanenten Verschleiß unterliegen, oder Anlagen, die einen betrieblichen Engpass darstellen können, werden im Rahmen von langfristigen Jahresverträgen erteilt. Komplette Anlagen- und Betriebseinheiten werden in einem so genannten Full-Service-Konzept an eine Fremdfirma übertragen, d.h. der Auftragnehmer sichert neben den gesamten Instandhaltungsaufgaben auch den reibungslosen und eigenverantwortlich Betrieb der Anlage. Fachkompetenz wird vom Auftraggeber nachgefragt und betriebliche Verantwortung auf den Auftragnehmer übertragen. Voraussetzung hierfür ist ein offener und partnerschaftlicher Dialog zwischen allen Ebenen der Auftraggeber- und Auftragnehmerseite. Vor dem Hintergrund der Entwicklung des zunehmenden Fremdfirmeneinsatzes stehen die Sicherheits- und Gesundheitsschutzüberlegungen der Unternehmen der Rheinischen Braunkohle vor einer neuen Herausforderung. Alle Akteure müssen sich mit einer neuen, zumindest aber erweiterten Fragestellung zum Thema „Sicherheit und Gesundheitsschutz“ auseinandersetzen. Im Sinne einer offenen und partnerschaftlichen Zusammenarbeit wird bei diesen Bemühungen kaum unterschieden zwischen Eigen- und Fremdpersonal.

Informationsgespräche und Aktionsprogramme zu besonderen aktuellen Themen des Arbeitsschutzes, Mitarbeiterbefragungen zur Akzeptanz bestimmter Sicherheitsmaßnahmen, Schulungsmaßnahmen, Unterweisungen und Sensibilisierungskampagnen zu speziellen betrieblichen Gefahren, Erfahrungsaustausch mit den Mitarbeitern, Angebote zur Hilfestellungen bei besonderen betriebsspezifischen Problemen durch die Sicherheitsfachkräfte, usw. verdeutlichen den hohen Stellenwert der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes in diesen Betrieben und den Anspruch auf

deren kontinuierliche Verbesserung. Die Art und Weise der Zusammenarbeit zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer wird künftig zunehmend an einer positiven, kreativen Mitwirkung und Gestaltung des gemeinsamen Zieles des Arbeitsschutzes gemessen werden. Die Entwicklung zur verstärkten Fremdvergabe von Aufträgen bietet dabei den Fremdfirmen eine Chance, nicht nur auf ihre kundenspezifische, hohe technische und organisatorische Spezialisierung zu verweisen, sondern darüber hinaus zu dokumentieren, dass sie aktiv am gemeinsamen Ziel mitarbeiten wollen, einen vergleichbaren Standard im Arbeitsschutz anzustreben.

2.2.4 Instandhaltungsstrategien

Die TRBS (Technische Regeln für Betriebssicherheit) 1112 definieren „Instandhaltung“ als die Kombination aller technischen und administrativen Maßnahmen während des Lebenszyklus eines Arbeitsmittels zur Erhaltung des funktionsfähigen Zustandes oder der Rückführung in diesen, so dass es die geforderte Funktion erfüllen kann. Instandhaltung wird in diesem Sinne als Oberbegriff verstanden und beinhaltet die „Wartung“ (Maßnahmen zur Erhaltung des Sollzustandes), die „Inspektion“ (Maßnahmen zur Feststellung/Beurteilung des Ist-Zustandes) und die „Instandsetzung“ (Maßnahmen zur Rückführung in den Sollzustand). In den Betrieben der RWE Power wird zwischen vorbeugender (präventiver), zustandsorientierter und störungsveranlasster Instandhaltung differenziert. In anderen Industriebereichen wird eine zunehmend störungsveranlasste Instandhaltungsstrategie praktiziert (Schäden erst dann beheben wenn die Anlage / das Bauteil ausgefallen ist). Eine verallgemeinernde, undifferenzierte Aussage, dass ein genereller Trend „weg von der vorbeugenden, hin zu einer störungsveranlassten Instandhaltungsstrategie“ festzustellen ist, kann zumindest für die Betriebe der Rheinischen Braunkohle nicht getroffen werden. In den Bereichen, die dem Kerngeschäft des Unternehmens zuzuordnen sind, wird sehr wohl und immer noch eine vorbeugende Instandhaltung (Schäden erkennen und beheben im Vorfeld des Schadeneintritts) betrieben. Revisionen, z.B. an Dampferzeugern in Kraftwerken werden langfristig geplant, sind gut organisiert und die erforderlichen Maßnahmen sind in die Aufbau- und Ablauforganisationen der Betriebe integriert. Auch Fremdfirmen als „ausführende Organe“ sind Teil der Planung und werden im Vorfeld der Maßnahmen über Ort, Zeit, Umfang und andere Rahmenbedingungen der anstehenden Arbeiten in ausreichendem Maße informiert. Neue oder zumindest alternative Instandhaltungskonzepte werden dennoch primär unter den Gesichtspunkten Wirtschaftlichkeit und Verfügbarkeit betrachtet. Der Arbeitsschutz wird da eher (noch) als eine Randerscheinung der Betrachtung wahrgenommen. Es ist Realität, dass die Verdichtung der Anforderungen der Arbeit, die Ad-hoc-Beauftragungen und die tendenziell, steigend anzutreffende Erscheinung der Nachunternehmereinsätze (z. T. mehrstufig) eine denkbar schwierige Basis für ein erträgliches Arbeitsschutzniveau bilden.

2.3 Fremdfirmen als Dienstleister der Braunkohlenindustrie

2.3.1 Klassifizierung der Unternehmen

Die Klassifizierung zur Abgrenzung der kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) differenziert gemäß einer Empfehlung der Europäischen Union neben der Anzahl der Beschäftigten auch hinsichtlich des Umsatzes, der Bilanzsumme sowie der Kapitalverflechtung. In der Kraftwerksindustrie werden Montagetätigkeiten zum größten Teil von kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) mit einer Beschäftigtenzahl von 9 - 249 Mitarbeitern ausgeführt und repräsentiert damit die sozial und wirtschaftlich vorherrschende Unternehmensgröße. Bei aller positiven Wertung der Effekte zur Positionierung und Entwicklung der KMU, muss deren Stellung am Markt sowie das Vorhandensein möglicher Abhängigkeiten von einzelnen, einflussreichen Auftraggebern kritisch und differenziert betrachtet werden. Die konsequente Konzentration vieler Großunternehmen auf ihr Kerngeschäft und eine daraus resultierende Zergliederung und Auflösung komplexer Betriebseinheiten sowie die Verlagerung und Fremdvergabe einzelner Produktions- und Dienstleistungsprozesse bietet vielen KMU die Chance von dieser Entwicklung zu partizipieren und die nunmehr entstandenen Nischen zu füllen. In einer solchen Konstellation der Zusammenarbeit muss jedoch – ohne dass dies unmittelbare und zwangsläufige negative Konsequenzen in sich birgt – von der idealtypischen Vorstellung der „absoluten Unabhängigkeit und Möglichkeit der Selbstbestimmung“ Abstand genommen werden. Die starke Bindung formell unabhängiger Zuliefer- und Dienstleistungsbetriebe zum Kunden kann durchaus, je nach Sichtweise, überspitzt und mit negativem Beigeschmack behaftet, als ‚neue Abhängigkeit’ empfunden werden. Diese einseitige Betrachtung lässt jedoch die Möglichkeiten der KMU, die sich aus einer solch intensiven Zusammenarbeit ergeben, außer Acht. Dem negativen Empfinden der Abhängigkeit steht die positive Chance zur Konzentration und Spezialisierung auf die Bedürfnisse und Belange des Kunden, sowie die Möglichkeit der Nutzung unterstützender Maßnahmen, die sich aus der partnerschaftlichen Zusammenarbeit mit einem Großunternehmen zum Vorteil des eigenen Betriebes ergeben, entgegen. Das gilt in besonderem Maße für den Arbeitsschutz. In der Kooperation mit einem Großunternehmen kann und sollte das KMU auf dessen diesbezügliche Angebote und Ressourcen zurückgreifen und die vorhandenen technisch-organisatorischen und methodischen Voraussetzungen nutzen, die zur Überwindung der typischen kleinbetrieblichen Entwicklungsschwächen unerlässlich sind.

2.3.2 Montageunternehmen / Montagearbeiten

Montagearbeiten sind Tätigkeiten und Einsätze, die von Beschäftigten außerhalb des eigenen Unternehmens auf dem Betriebsgelände des Kunden -vorübergehend oder auch dauerhaft- ausgeführt werden. Das Unternehmen als räumliche, organisatori-

sche und soziale Einrichtung existiert in einer solchen Konstellation nicht, was hinsichtlich der Personalführung, der Kommunikation und der Wahrnehmung von Verantwortung und Interessen zu erheblichen Problemen führen kann. Diese von Außen auf das Montageunternehmen gerichtete Betrachtung beschreibt die möglichen Probleme der Betriebe nicht ausreichend. Es gibt nicht das typische KMU. Die Heterogenität dieser Unternehmen erschwert generalisierende Aussagen. Dennoch ergibt sich aus ihrer ökonomischen, organisatorischen und strukturellen Anfälligkeit, dem Fehlen gefestigter Management-Strukturen und dem Mangel an organisationalen Ressourcen, dass diese Unternehmen auch im Hinblick auf das Management von Sicherheit und Gesundheitsschutz, der Beteiligung der Beschäftigten, der Nutzung der Präventionsdienste und dem Bewusstsein für Fragen von Sicherheit und Gesundheitsschutz erhebliche Defizite aufweisen.

2.3.3 Einsatzbesonderheiten der Fremdfirmen

Die Tagebaue, Kraftwerke und Veredlungsbetriebe im Rheinischen Braunkohlenrevier sind, wenn auch räumlich nicht weit entfernt, im Städtedreieck Aachen - Mönchengladbach - Köln verteilt. Viele Fremdfirmen werden an den unterschiedlichen Standorten beschäftigt. Dies erfordert, unabhängig vom Firmensitz der Fremdfirma, eine ständige Präsenz vor Ort zur Bewältigung insbesondere der ablauforganisatorischen Aufgaben. Je nach Auftragslage und Anforderung variiert dabei die Belegung der Baustelle deutlich. Mitarbeiter aus anderen Standorten werden vorübergehend angefordert, Leiharbeiter eingesetzt und Nachunternehmer beauftragt. Alle Braunkohlenbetriebe arbeiten vollkontinuierlich, 24 Stunden am Tag, an 365 Tagen im Jahr. Auch die Arbeitszeiten unterliegen den betrieblichen Notwendigkeiten. Und so reicht die Spanne der Montageeinsätze von ‚geplant, kontinuierlich, einschichtig' über ‚geplante Schichtarbeit' bis hin zu einer ‚diskontinuierlichen Ad-hoc-Beauftragung'. Montagetätigkeiten sind in der Regel durch eine Kombination von Merkmalen gekennzeichnet, die sich im Hinblick auf den Arbeitsschutz der Beschäftigten unterschiedlich, aber zumeist negativ auswirken.

Merkmale der Montagetätigkeiten … im folgenden eine Auswahl:

Zeitlich befristete Projektarbeit, Zeitverträge, geringe Betriebserfahrung, an- und ungelernte, fremdsprachige Mitarbeiter, unklare Zuständigkeiten, häufige Baustellenwechsel, hohe Personalfluktuation, fehlende Perspektive, geringe Motivation, Schichtarbeit, diskontinuierliche Beauftragung, gesundheitliche und soziale Probleme, Leiharbeitsverhältnisse, mangelnde Orts- und Anlagenkenntnis, Nachunternehmereinsatz, Zeit- und Termindruck, Stress, Über- und Unterforderung, Verdichtung der Arbeitsprozesse, mangelnde Qualifikation, Notwendigkeit der ständigen Neuorientierung, fehlende Bindung zu Kollegen und Vorgesetzten, schwierige Orientierung in der Gruppe, Kostendruck, Wechsel innerhalb verschiedener Schichtarbeitsmodel-

le, nebulöse Informationswege, vielfacher Wechsel innerhalb der Montagebelegschaft, unklare Verantwortung, schwankender Personalbedarf, mangelnde Kontinuität im betrieblichen Alltag, geringe Standardisierung der Abläufe, kaum Routine, Ad-hoc-Beauftragung, geringer persönlicher Planungshorizont, Mangel an Ressourcen, prekäre Arbeitsverhältnisse, …

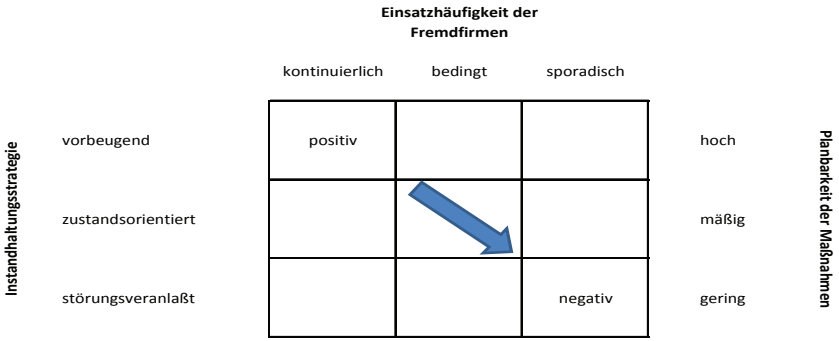


Abb. 2.1 Instandhaltungsstrategie – Fremdfirmeneinsatz – Maßnahmenplanung – Auswirkungen auf den Arbeitsschutz

2.4 Ziele und Zielkonflikte

2.4.1 Leitsätze im Arbeitsschutz

Das Leitbild des modernen, ganzheitlichen Arbeitsschutzansatzes zielt auf die ‚Verbesserung der Arbeitsumwelt'. Es fordert, neben den Maßnahmen zur Verhütung von Unfällen und Berufskrankheiten, die Berücksichtigung der körperlich wirksamen Faktoren und möglichen psychischen Belastungen, um die Gesundheit und das Wohlbefinden der Beschäftigten zu fördern, dieses zu erhalten und arbeitsbedingten Erkrankungen vorzubeugen. Die kontinuierliche Verbesserung von Sicherheit und Gesundheitsschutz als Bestandteil eines modernen, zeitgemäßen Unternehmensleitbildes wird nicht nur in überwiegend großen Unternehmungen, sondern mit steigender Tendenz auch in kleineren und mittleren Unternehmen als Ziel festgeschrieben. Zielsetzung des Arbeitsschutzgesetzes ist es, „(die) Sicherheit und den Gesundheitsschutz der Beschäftigten bei der Arbeit durch Maßnahmen des Arbeitsschutzes zu sichern und zu verbessern" (ArbSchG § 1 Abs. 1). Dieser, im Arbeitsschutzgesetz verankerte, umfassende Ansatz von Sicherheit und Gesundheitsschutz geht über die frühere

Einschränkung des Arbeitsschutzes auf die Verhütung von Unfällen und Berufskrankheiten hinaus. Wichtigstes Grundprinzip ist die Hervorhebung der Verpflichtung zu präventivem, d.h. vorbeugendem und konzeptivem Handeln bei allen Maßnahmen, Mitteln und Methoden, die die Gestaltung der Arbeitsbedingung beeinflussen. Ein Unternehmensleitbild stellt aber, wenn auch mit bester Absicht formuliert, zunächst lediglich ein theoretisches Konstrukt dar, das auf eine klar gegliederte, angestrebte Positionierung und eine langfristige Zielvorstellung ausgerichtet ist. Es muss mit Leben gefüllt werden. Allein ein mit wohlklingenden Worten formulierter Leitsatz wird ohne ständiges Engagement nichts bewirken, schlimmstenfalls bleibt Ernüchterung bei den Mitarbeitern zurück. Werden die Zielvorstellungen nicht konsequent von der Führungsebene auf ihre Zielerfüllung hin verfolgt und überprüft und gelingt es nicht den Mitarbeitern die Ideale der Zielvorstellung zu vermitteln, so dass diese von ihrem dementsprechenden Handeln überzeugt sind, verfehlt ein Unternehmensleitbild sein Ziel. Realitätsferne Formulierungen, überzogene Erwartungen und eine Diskrepanz zwischen Worten und Taten führen zur Unzufriedenheit und zur Resignation bei den Mitarbeitern. Ein Leitbild muss dem Handeln Orientierung geben. Es ist ein Instrument der Steuerung und muss klar, eindeutig, verständlich, in der Zielsetzung realistisch und in der Umsetzung praxisbezogen sein. „Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz sind in einer modernen Industrie- und Dienstleistungsgesellschaft nicht nur ein Gebot der sozialen Verantwortung, sondern auch der wirtschaftlichen Vernunft. Gesunde, motivierte, leistungsfähige und qualifizierte Mitarbeiter sind das wichtigste Gut für ein Unternehmen, das im globalen Wettbewerb bestehen will." (BarbBl. 10/1999, S. 46, BMA, Bundesministerium für Arbeit und Sozialordnung – bis 10/2002) [ab 10/2002 BMWA, Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit] In der Praxis haben Fremd-/Partnerfirmen (dies gilt sicher nicht generalisierend aber dennoch tendenziell) einen mehr oder weniger ausgeprägten „Nachholbedarf" sowohl zur Erkenntnis des zitierten Leitgedankens als auch und insbesondere zur Umsetzung notwendiger Arbeitsschutzmaßnahmen. Realität ist (noch), dass der Eindruck der lästigen, wenn auch notwendigen Pflichterfüllung dominiert. Die Kosten-Nutzen-Betrachtung der Maßnahmen des Arbeitsschutzes wird dabei nach wie vor von vielen Unternehmen einseitig reduziert auf die beharrliche Diskussion zur Infragestellung des Nutzens gegenüber den Kosten.

2.4.2 Ziele der Akteure

Ziele geben dem Handeln Orientierung und sind ein wichtiges Instrument der Steuerung. Verfolgen nun unterschiedliche Akteure ein Ziel, muss dieses zunächst einvernehmlich definiert (Zielklarheit) und die Maßnahmen zur Zielerreichung festgelegt werden. Alle Akteure sollten also ein gleiches Verständnis von dem gewünschten Zustand und dem Weg dorthin haben (Zielkonsens). Diese ideale Vorstellung von „Zielharmonie" wird in der Praxis indes auf eine harte Probe gestellt. Hat der Arbeits-

schutz bei den Vertragsparteien (Auftraggeber, Auftragnehmer) wirklich auf jeder Ebene den gleichen, hohen Stellenwert? Sollten wir wirklich von der Annahme ausgehen, dass die Ziele der strategischen Ebene (Führungsebene, Unternehmensleitung) im Einklang mit den Zielen der operativen Ebene (Montageleiter, Monteure, Leiharbeiter) stehen? Sind die Individualziele (keinen Unfall erleiden, gesund bleiben, in einer positiven Arbeitsumwelt agieren) auch im Kollektiv zu erreichen? In der Theorie wird wohl niemand die Wertigkeit des Arbeitsschutzes in Frage stellen. In der Praxis hingegen ist die Vorstellung von Zielharmonie jedoch oftmals weit entfernt von diesem Idealzustand.

2.4.3 Zielkonflikte

Ein Zielkonflikt entsteht immer dann, wenn die Verwirklichung eines Ziels dem Erreichen eines anderen Ziels schadet. Einen Zielkonflikt dürfte es im Zusammenhang mit dem Arbeitsschutz nicht geben. Die Arbeitnehmer sind doch das wichtigste Gut für ein Unternehmen (siehe 2.4.1) und die Gewährleistung für Sicherheit und Gesundheitsschutz der Arbeitnehmer bei der Arbeit damit das höchste Ziel. Welche Gründe könnte es also geben, dass ein anderes Ziel eine höhere Wertigkeit einnehmen und den Arbeitsschutz auf Platz zwei verweisen könnte? Unterschiedliche individuelle Informations- und Interessenlagen, unklare Aufgabenzuweisungen, mangelnde Koordination, ungenügende Planung, eine diffuse Zielformulierung, unrealistische Vorgaben, fehlende Ressourcen und ständig wechselnde Rahmenbedingungen oder Betriebszustände, etc., können dazu führen, dass der Arbeitsschutz vernachlässigt und für vermeintlich höhere Interessen zeitweise oder sogar ganz geopfert wird. In komplexen, arbeitsteiligen Systemen sind Zielkonflikte keine Ausnahmeerscheinung sondern eine tägliche Realität und deren Lösung eine permanente Herausforderung.

2.5 Lösungsansätze

2.5.1 Handlungsfeld für den Auftraggeber

2.5.1.1 Forderungen des Auftraggebers

Auf der Grundlage eines, in das eigene Arbeitsschutzmanagementsystem integrierte, Arbeitsschutz-Fremdfirmen-Management übernimmt der Auftraggeber besondere gesetzliche Verpflichtungen hinsichtlich Auswahl, Einweisung, Koordinierung und Überwachung der beauftragten Fremdfirmen. Der Auftraggeber macht den hohen Standard von Sicherheit und Gesundheitsschutz im Unternehmen bereits im Stadium der Ausschreibung deutlich und fordert von seinen Auftragnehmern (und in der Folge auch von dessen Nachunternehmer) einen umfassenden Nachweis bzw. eine Beschreibung der „Arbeitssicherheitsmaßnahmen/ -systeme. Das Arbeitsschutz- Fremd-

firmen-Management beschreibt dabei eine umfassende Organisation des Einsatzes von Fremdfirmen im Unternehmen. Ziel der Initiativen ist, über die gesetzlichen Forderungen hinaus Maßnahmen zu ergreifen, die die Qualität im Arbeitsschutz nachhaltig verbessert und das Arbeitsschutzniveau der Fremdfirmen deutlich positiv beeinflusst. Der Auftragnehmer verpflichtet sich seinerseits zur Einhaltung aller gesetzlichen, berufsgenossenschaftlichen, betriebsinternen oder sonstigen sicherheitlichen Regelungen, die den Arbeits- und Gesundheitsschutz im weitesten Sinne betreffen.

- Einführung eines Sicherheitspasses für Fremdfirmenmitarbeiter
- Vorlage einer Gefährdungsbeurteilung
- Nachweis eines zertifizierten Arbeitsschutz-Management-Systems
- Verbesserte Eingangskontrolle / Eingangscheck (Eingangsterminal)
- Verbesserte Überwachung der Fremdfirmen Tätigkeiten
- Vorlage von Unfallberichten

Ein „Eskalationsprogramm“ im Rahmen des Arbeitsschutz-Fremdfirmen-Management Konzeptes, beschreibt, je nach Auffälligkeit der Fremdfirma im Hinblick auf mangelhafte Arbeitsschutzaktivitäten, die Phasen von der Bewertung über die Zertifizierung bis hin zur Trennung von der Fremdfirma.

Die Fremdfirmen sollten, soweit diese die Forderungen aus dem Arbeitsschutz-Fremdfirmen-Management nicht schon erfüllt haben (z.B. Vorlage einer aktuellen Gefährdungsbeurteilung, Nachweis eines Arbeitsschutzzertifikates), die geplanten Schritte als Maßnahmen zur Selbsthilfe betrachten, die einerseits bei der wiederkehrenden Lieferantenbewertung positiv berücksichtigt werden, andererseits das Ziel, das eigene Arbeitsschutzniveau kontinuierlich zu verbessern, unterstützten. Immerhin haben die Fremdfirmen so die Chance, wenn auch auf Druck des Kunden, durch diese externen Forderungen den Prozess der kontinuierlichen Verbesserung von Sicherheit und Gesundheitsschutz zum eigenen Nutzen einzuleiten.

2.5.1.2 Angebote des Auftraggebers

„Arbeits- und Gesundheitsschutz ist Anliegen und Verpflichtung“. Diese Aussage ist Teil der Arbeitsschutzpolitik der RWE Power und beschreibt einerseits den Willen (Anliegen), den Grundsätzen des betrieblichen Arbeitsschutzes als Wertvorstellung im Unternehmensleitbild Nachdruck zu verleihen, und andererseits die damit verbundenen Aufgaben (Verpflichtungen) als ständige Herausforderung zu verstehen und sich diesen, notfalls kontinuierlich und fortwährend neu, zu stellen. Fremdfirmen werden hier ausdrücklich mit einbezogen. Es gilt der Grundsatz „Fremde wie Eigene“. Zunächst aber hat jedes Unternehmen, ob Auftraggeber oder Auftragnehmer, die für sie geltenden Rechtspflichten und Rahmenbedingungen aus dem Regelwerk des Arbeitsschutzes zu erfüllen. Der Einsatz von Fremdfirmen in den Betrieben der RWE Power (oder bei anderen Auftraggebern) bewirkt eine Überschneidung der Verant-

wortungsbereiche der Vertragspartner, was zusätzliche gesetzlich geregelte Handlungsweisen erfordert. In einer solchen Konstellation agiert kein Vertragspartner ausschließlich eigenverantwortlich. Eine derartige Situation erfordert zusätzliche Anstrengungen hinsichtlich Information, Kommunikation, Koordination und Vergewisserung. RWE Power unterstützt und fördert diese Anstrengungen aktiv und bietet seinen Vertragspartnern an, sich einer breiten Informations- und Kommunikationsplattform zu vielen betrieblichen Aspekten des Arbeitsschutzes zu bedienen. Ein Angebot, das die Fremdfirmen zum eigenen Nutzen annehmen sollten, und eine Chance, von den Möglichkeiten, Erfahrungen und Erkenntnissen eines Großunternehmens zu profitieren. Für den Arbeitsschutz der kleinen und mittleren Unternehmen als strategische Partner der Kraftwerksindustrie gilt in besonderem Maße, dass sie auf deren diesbezügliche Angebote (Aktionen, Projekte, Informationen) und Ressourcen zurückgreifen können, dürfen und sollten und im Rahmen des Lieferanten- oder Arbeitsschutz Fremdfirmen Managements, die vorhandenen technisch-organisatorischen und methodischen Voraussetzungen nutzen, die zur Überwindung der typischen kleinbetrieblichen Entwicklungsschwächen unerlässlich sind, um einen Prozess der Angleichung des eigenen Arbeitsschutzniveaus mit dem des Auftraggebers einzuleiten. Dabei dürfen die Maßnahmen zur Verbesserung des Arbeitsschutzniveaus von den Partnerfirmen keinesfalls als womöglich zeitlich befristete Projektarbeit verstanden werden, Ergebnis: „Arbeitsschutzniveau erhöht - Auftraggeber zufrieden gestellt - Hausaufgaben gemacht“, sondern müssen auf allen Ebenen der betrieblichen Hierarchie als reale, gesetzlich begründete und kontinuierliche Herausforderung betrachtet werden.

2.5.2 Handlungsfeld für den Auftragnehmer

2.5.2.1 Führungsverantwortung im Arbeitsschutz – Übertragung der Unternehmerpflichten

Die Fremdfirmenaufsichten übernehmen mit der Übertragung der Unternehmerpflichten für die ihnen unterstellten Mitarbeiter eine besondere Verantwortung hinsichtlich der Verhütung von Arbeitsunfällen, Berufskrankheiten und arbeitsbedingten Gesundheitsgefahren. Arbeitsschutz ist eine besondere Führungsaufgabe und für die Wahrnehmung dieser Aufgabe müssen die Fremdfirmenaufsichten in geeigneter Weise ausgewählt, informiert, qualifiziert, von der Unternehmensleitung konsequent unterstützt und gefördert, aber auch überwacht werden. Die Fremdfirmenaufsichten der Montagebetriebe sind das erste und wichtigste Bindeglied auf der betrieblichen Ebene zwischen dem Auftraggeber und ihrem eigenen Unternehmen. Sie stehen in ihrem Verantwortungsbereich stellvertretend für ihr Unternehmen, sind erste Ansprechpartner für Kunden und Kollegen, sind weisungsberechtigt und übernehmen in Teilbereichen die Arbeitgeberfunktion. Das Tagesgeschäft verlangt von ihnen die vertraglich vereinbarte Leistung quantitativ und qualitativ zu organisieren, die dazu

notwendigen operativen und dispositiven Schritte einzuleiten und zu überwachen und dabei die ggf. unterschiedlichen Interessenslagen von Auftraggeber und Auftragnehmer stets abzuwägen und zu berücksichtigen. Das Thema „Arbeitsschutz“ ist in ihrem Tagesgeschäft eines von vielen und droht durch Aufgaben, die eine vermeintlich höhere Priorität haben, z.B. Instandhaltungsarbeiten an verfügbarkeitsrelevanten Anlagen (Störfallbeseitigung), in den Hintergrund gedrängt, vernachlässigt oder gar geopfert zu werden (z.B. schnellerer Arbeitsfortschritt durch Vernachlässigung oder Außerachtlassen zeitaufwendiger aber erforderlicher Arbeitsschutzmaßnahmen). Fremdfirmenaufsichten sind aber auch (und im Besonderen) Kollegen. Oftmals haben sich diese Mitarbeiter im Laufe der Betriebszugehörigkeit durch fachliches Können, organisatorische Fähigkeiten, Engagement in der Sache, eigeninitiative Fort- oder Weiterbildung oder im Kontakt mit dem Kunden dermaßen positiv empfohlen und bewährt, dass sie nunmehr, herausgehoben aus dem Mitarbeiterstamm, die Funktion einer Aufsicht wahrnehmen. Gestern Kollege – Heute Aufsicht. Dieser „Spagat“ zwischen „Aufsicht sein müssen“ und „Kollege sein wollen“ ist eine der größten Herausforderungen, der sich eine Fremdfirmenaufsicht stellen muss. Keine Führungskraft ist so nah an seinen Mitarbeitern, kennt deren Stärken und Defizite und kann auf Arbeitsschutzrelevante Situationen im Tagesgeschäft direkter Einfluss nehmen wie die Aufsicht vor Ort. Die Fremdfirmenaufsicht im Betrieb des Auftraggebers ist die zentrale Person, die zur Umsetzung, Kontrolle und ggf. Anpassung von Arbeitsschutzmaßnahmen „in eigener Verantwortung“ verpflichtet ist. Sie hat Vorbild- und Multiplikatorfunktion und ist damit essentiell verantwortlich für den Standard und die Akzeptanz des Arbeitsschutzes auf der Baustelle. Vielen Fremdfirmenaufsichten sind indes ihre Arbeitsschutzaufgaben und die damit verbundene Verantwortung vielfach nicht umfänglich bekannt und die möglichen Konsequenzen aus ihrem Handeln oder Unterlassen nicht ausreichend bewusst. Das konkrete Wissen um die Verantwortung aus der Pflichtenübertragung und die tatsächlich „gefühlte“ oder empfundene Verantwortung ist in der Wahrnehmung der Aufsichtspersonen sehr unterschiedlich ausgeprägt. Die Zuweisung eines Verantwortungsbereiches wird oftmals als zusätzliche Belastung, lästige Pflicht gegenüber dem Kunden oder sogar als Überforderung empfunden und ist als vermeintlich nachrangiger Aufgabenbereich im Tagesgeschehen nicht ständig präsent. Wollen die Fremdfirmen den Weg der kontinuierlichen Verbesserung des Arbeitsschutzes künftig konsequent gehen, muss die „Übertragung der Unternehmerpflichten“ auf Fremdfirmenaufsichten als zunehmend wichtiges Handlungsfeld beachtet werden. Der Auswahl der Fremdfirmenaufsichten, der Delegation der Pflichten sowie der Überwachung der Aufsichten kommt dabei eine besondere Bedeutung zu.

2.5.2.2 Mitarbeiter als Arbeitsschutzexperten

Die Beteiligung/Partizipation der Mitarbeiter (direkte Beteiligung) und ihrer Interessenvertretung (indirekte Beteiligung) im Arbeitsschutz, d.h. die Möglichkeit der Wahrnehmung ihrer Rechte und Pflichten, ist vom Gesetzgeber vorgeschrieben.

- Rechte und Pflichten der Beschäftigten:
  Handlungs- und Unterstützungspflicht, Unterrichtungs- und Anhörungsrecht, Beschwerderecht, Entfernungsrecht, Vorschlagsrecht
- Rechte und Pflichten der Interessenvertretung:
  Überwachungsrecht und -pflicht, Informations- und Beteiligungsrecht, Mitbestimmungsrecht

Die Praxis offenbart jedoch eine zum Teil deutliche Diskrepanz zwischen dem erwünschten, dem geforderten und dem tatsächlichen Zustand der Mitarbeiterbeteiligung. Das Potential der Mitarbeiter und ihrer Interessenvertretung, mit ihrer Erfahrung und Kompetenz einen Beitrag zum Arbeitsschutz leisten zu können, wird nicht erkannt. Den Mitarbeitern wird weitgehend eine passive Rolle zugewiesen. Sie werden als Informationsempfänger für Hinweise, Appelle und Ermahnungen betrachtet, verknüpft mit der Auffassung, dass Menschen sich dann richtig verhalten, wenn sie nur die richtigen Informationen erhalten. Das Verhalten eines Menschen (nicht nur im Arbeitsschutz) ist aber abhängig von seiner persönlichen Einstellung, seiner Überzeugung und seiner Lebenserfahrung und kann nur sehr bedingt durch Wissen von außen gesteuert werden. Arbeitsschutz kann nicht per Verfügung „angeordnet“ werden. Es müssen Maßnahmen eingeleitet werden, die auf eine hohe Akzeptanz bei den Mitarbeitern zielen und die die Gewohnheit oder Routine sicher zu arbeiten zu einem Verhaltensmuster des täglichen Lebens entwickeln. Verhaltenspräventive Maßnahmen im Arbeitsschutz führen vornehmlich durch das eigene Engagement der Mitarbeiter und deren aktiver Auseinandersetzung mit dem Thema zum Erfolg. Dies setzt zunächst die Einsicht der Unternehmensleitung voraus, dass eine aktive und konstruktive Mitarbeiterbeteiligung eine Führungsaufgabe ist, die über die Einhaltung der rechtlichen Bestimmungen hinausgeht. Wird dies nicht erkannt, so gilt wiederholt: Arbeitsschutzprobleme sind (primär) Führungsprobleme. Der Unternehmer hat den Stellenwert des Arbeitsschutzes im Unternehmen deutlich zu machen, Rahmenbedingungen zu schaffen und Prozesse zu fördern, die den Mitarbeiter als „Arbeitsschutzexperten“ wahrnehmen, der selbständig denkend und handelnd, seine Erfahrungen, sein Wissen und Können als gleichberechtigter Akteur mit in den Arbeitsprozess einbringt. Die Motivation der Mitarbeiter zu sicherheitsbewusstem und risikoangepasstem Verhalten muss angeregt, geleitet und ständig gefördert werden. Die Motivation wird somit selbst zum Führungsinstrument, dass das Verhalten des Menschen aktiv und zielgerichtet steuert. Dabei findet Motivation stets im Spannungsfeld von „Wollen“ - „Können“ - „Dürfen“ statt und bildet ein Fundament, auf dem Leistung entstehen kann.

2.6 Ausblick

Die Chance, durch die oben genannten Maßnahmen das Arbeitsschutzniveau der Fremdfirmen positiv zu beeinflussen und einen kontinuierlichen Verbesserungsprozess im Arbeitsschutz einzuleiten, wird umso reibungsloser und nachhaltiger zum Erfolg führen und positive Effekte zeigen, wenn die Umsetzung in einer Atmosphäre und einem Umfeld der Kontinuität zwischen allen Akteuren des Arbeitsschutzes erfolgen kann. Die Kontinuität (Beständigkeit/Verlässlichkeit/Vertrauen) bewährter Beziehungen ist, im Gegensatz zur Auffassung, Fremdfirmen nach einer bestimmten Vertragsdauer (ohne ausreichende Berücksichtigung deren strategischer Bedeutung für den Kunden) ‚auszutauschen', die Basis für eine gut funktionierende und partnerschaftliche Zusammenarbeit. Stabile interne und externe Beziehungsstrukturen (-netze) verfügen dabei über hohe wirtschaftliche (und menschliche) Werte und bieten denjenigen Unternehmen einen Nutzen, die „pfleglich mit ihrem ‚Beziehungsvermögen' umgehen. In einer Phase der Kompensation von Eigenpersonal durch Fremdpersonal gilt dieses in besonderem Maße für den Arbeitsschutz und das abgestimmte Zusammenwirken der Akteure der Vertragspartner (Außenverhältnis) als auch der Akteure innerhalb der Fremdfirmen (Innenverhältnis). Kontinuität in der Vertragsvergabe und eine Berücksichtigung verlässlicher, im Rahmen des Lieferantenmanagements positiv bewerteter und entwickelter Fremdfirmen, wird zu einer Annäherung und einem gleichen Verständnis im Arbeitsschutz zwischen den Auftraggebern und den Fremdfirmen führen. Vor dem Hintergrund solcher Beziehungskontinuitäten sind Verantwortungsbereiche, Ansprechpartner, Informationswege, Koordinatoren, besondere betriebliche Gefährdungen und Abläufe, aber auch spezielle Forderungen an die Fremdfirmen, allen Beteiligten bekannt und die Notwendigkeit zur Einhaltung der daraus resultierenden Maßnahmen und Verhaltensregeln wird von beiden Seiten getragen. Die Vertragspartner haben die Möglichkeit als eingespieltes Team zu agieren. Nur in einem sozial intakten, beständigen (Baustellen) Umfeld können sich ein ‚Wir-Gefühl' und ein ‚Teamgeist' entfalten; und nur in einem Umfeld, in dem Verantwortlichkeiten festgelegt sind, Regeln eingeführt sind, deren Einhaltung konsequent kontrolliert und erforderlichenfalls sanktioniert werden, gibt es eine Chance, dass sicherheitsgerechtes Handeln zur Routine wird und sich ein Prozess der kontinuierlichen Verbesserung von Sicherheit und Gesundheitsschutz im Unternehmen einstellen kann. Alle Akteure im Unternehmen, Führungskräfte, verantwortliche Personen, externe Fachkräfte, Aufsichten und Mitarbeiter haben sich, jeder auf seiner Ebene und in seinem Aufgaben- und Verantwortungsbereich, dieser Herausforderungen zu stellen.

Abb. 2.2 Dr. Norbert Roskopf aus Aachen referierte am 23. November 2010 zum Thema Fremdfirmenmanagement und Instandhaltungsstrategien in der Rheinischen Braunkohlenindustrie.

Abb. 2.3 Das 66. Sicherheitswissenschaftliche Kolloquium stieß insbesondere bei Kraftwerksbetreibern und Energieversorgern auf großes Interesse

3 Neufassung der Gefahrstoffverordnung – eine Einführung (HELMUT A. KLEIN)

67. Sicherheitswissenschaftliches Kolloquium am 11. Januar 2011 in Wuppertal

Dr. Helmut A. Klein
Leiter der Referats III b 3 „Gefahrstoffe, Chemikaliensicherheit, Bio- und Gentechnik, Betriebs- und Anlagensicherheit“ beim Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS), Bonn

3.1 Einleitung

Am 30. November 2010 ist die Verordnung zur Neufassung der Gefahrstoffverordnung und zur Änderung sprengstoffrechtlicher Verordnungen im Bundesgesetzblatt verkündet worden (BGBl. I, S. 1643). Die Verordnung ist am 1. Dezember 2010 in Kraft getreten.

In den letzten Jahren hat das europäische Chemikalienrecht grundlegende Veränderungen erfahren. Dies geht insbesondere auf zwei EG-Verordnungen zurück. Die Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 (REACH-Verordnung) ist am 01. Juni 2007 in Kraft getreten und regelt die Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung von Chemikalien. Die Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 (CLP-Verordnung) ist am 20. Januar 2009 in Kraft getreten und enthält Regelungen zur Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen. Als EG-Verordnungen sind sowohl die REACH- als auch die CLP-Verordnung in allen EU-Mitgliedstaaten unmittelbar gültig. Gleichsam haben diese Rechtstexte auch erheblichen Einfluss auf die bestehenden nationalen Bestimmungen des Gefahrstoff bezogenen Arbeitsschutzrechts. Dies machte eine Anpassung der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) erforderlich. Mit der nun vorliegenden neu gefassten GefStoffV wurde zeitnah auf die geänderten rechtlichen Rahmenbedingungen reagiert. Für die Praxis wurden leicht handhabbare Regelungen für die langen CLP-Übergangsfristen vorgesehen. Gleichzeitig wurde die Gefahrstoffverordnung auf Basis der Erfahrungen mit der bisher gültigen Gefahrstoffverordnung 2005 und aktueller Diskussionen im Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS) weiterentwickelt.

3.2 Anpassungen auf Grund der REACH-Verordnung

Die erforderlichen Anpassungen auf Grund der zum 01.06.2008 bzw. zum 01.06.2009 wirksam gewordenen Bestimmungen der REACH-Verordnung betreffen insbesondere den Anhang IV der bisherigen GefStoffV mit seinen Herstellungs- und Verwendungsbeschränkungen. Anhang XVII der REACH-Verordnung enthält EU-weit verbindliche und unmittelbar geltende Beschränkungen. Die entsprechenden Regelungen wurden daher aus dem Anhang der GefStoffV gestrichen. Übrig geblieben sind nur noch einige rein nationale Einträge, wie zum Beispiel zu Korrosionsschutzmitteln oder zu biopersistenten Fasern sowie ergänzende Regelungen zu Asbest (dies alles in Anhang II der neuen GefStoffV). Ferner erfolgten einige eher redaktionelle Anpassungen auf Grund der REACH-Verordnung sowie Änderungen wegen des REACH-Anpassungsgesetzes (Änderung des Chemikaliengesetzes).

3.3 Anpassungen auf Grund der CLP-Verordnung

Die CLP-Verordnung machte eine Anpassung der GefStoffV bezüglich der Regelungen zur Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung beim Inverkehrbringen erforderlich. Die entsprechenden Vorschriften wurden im neuen § 4 zusammengeführt. Der ehemalige Anhang II ist entfallen. Es wird deklaratorisch auf die Gültigkeit der CLP-Verordnung hingewiesen. Die CLP-Verordnung sieht für Stoffe eine Übergangsfrist bis zum 01. Dezember 2010 und für Gemische bis zum 01. Juni 2015 vor. Daher bleiben die Stoffrichtlinie 67/548/EWG und die Zubereitungsrichtlinie 1999/45/EG noch bis zum 01. Juni 2015 in Kraft und in Deutschland im Wortlaut gültig.

Die neue GefStoffV basiert weiter auf der Einstufung nach dem bisherigen EU-System, lässt aber zugleich die Anwendung des neuen Systems zu und erleichtert seine Einführung in die Praxis. Eine vollständige Umstellung der GefStoffV auf das CLP-Einstufungs- und Kennzeichnungssystem ist zum 01. Juni 2015 erforderlich.

3.4 Vorgehen in der Übergangszeit

Bei der innerbetrieblichen Kennzeichnung, die von der CLP-Verordnung nicht abgedeckt wird, ist es dem Arbeitgeber in der Übergangszeit (bis zum 1.6.2015) nach der neuen GefStoffV freigestellt, ob er nach der CLP-Verordnung oder nach altem Recht kennzeichnet. Allerdings ist eine Anwendung des neuen Systems grundsätzlich zu bevorzugen. Dies gilt insbesondere nach dem 1.12.2010, wenn für Stoffe beim Inverkehrbringen die Anwendung der CLP-Verordnung verbindlich ist. Empfehlungen zum

Vorgehen in der Praxis erhält der Arbeitgeber über die entsprechende Bekanntmachung zu Gefahrstoffen Nummer 408, die vom Bundesministerium für Arbeit und Soziales veröffentlicht wurde.

3.5 Schutzstufen und CLP

Mit der Gefahrstoffverordnung 2005 wurde das sogenannte Schutzstufenkonzept eingeführt. Grundgedanke bei der Erstellung der GefStoffV 2005 war es, Schutzmaßnahmenpakete an die Kennzeichnung der Gefahrstoffe anzubinden. Dies war als Einstiegshilfe und zur Erleichterung für den Arbeitgeber gedacht. Es wurde danach differenziert, ob ein Gefahrstoff mit dem Totenkopfsymbol zu kennzeichnen ist oder nicht. Mit dem Totenkopfsymbol waren nach dem bisherigen Kennzeichnungssystem giftige und sehr giftige sowie krebserzeugende, erbgutverändernde und fortpflanzungsgefährdende (CMR; Kategorien 1 und 2) Stoffe und Zubereitungen zu kennzeichnen. Dem Arbeitgeber stand damit ein einfaches und unmittelbar erkennbares Kriterium zur Verfügung, um festzustellen, welche Maßnahmen mindestens anzuwenden sind.

Dieses sehr einfache Konzept der GefStoffV 2005 konnte aber vor dem Hintergrund der CLPVerordnung nicht aufrecht erhalten werden. Nach der CLP-Verordnung sind nämlich nur noch akut toxische Stoffe (CLP-Kategorien 1, 2, 3) mit dem Totenkopfsymbol zu kennzeichnen. CMR-Stoffe erhalten als Piktogramm das "Korpussymbol". Dies gilt auch für die CMRVerdachtsstoffe, die bislang mit dem Andreaskreuz zu kennzeichnen waren. Ferner findet das "Korpussymbol" auch bei anderen Gefahreneigenschaften wie Atemwegssensibilisierung, Aspirationsgefahr und Zielorgantoxizität Anwendung. Für die reibungslose Integration des CLPSystems in den betrieblichen Arbeitsschutz musste daher die bisherige Kopplung der Schutzstufen an die Kennzeichnung aufgehoben und die Schutzmaßnahmenpakete entsprechend angepasst werden.

Darüber hinaus hatten Erfahrungen aus der Praxis gezeigt, dass die Anbindung an die Kennzeichnung in der Vergangenheit auch zu Fehlinterpretationen geführt hat. Nicht bei jeder Tätigkeit mit einem „Totenkopf-Gefahrstoff“ muss auch eine hohe Gefährdung der Beschäftigten vorliegen und andererseits kann umgekehrt bei Tätigkeiten mit Stoffen, die diese Kennzeichnung nicht tragen, die Gefährdung hoch sein. Eine schematische Anwendung des bisherigen Schutzstufenkonzepts führte daher teilweise dazu, dass bei der Gefährdungsbeurteilung nicht alle verfügbaren Informationen Berücksichtigung fanden. Die neue GefStoffV behält zwar Schutzmaßnahmenpakete bei, differenziert aber ausschließlich nach dem Ausmaß der Gefährdung. Daher wurde auch die Bestimmung aufgegeben, nach der bei Tätigkeiten mit einem „Totenkopf-Gefahrstoff“ eine geringe Gefährdung per se nicht vorliegen kann.

Die Arbeiten an der Neufassung der Gefahrstoffverordnung wurden vom Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS) eng begleitet. Auch der AGS schlug eine Anpassung des Schutzstufenkonzepts vor, ebenso wie eine stärkere Differenzierung zwischen im Arbeitsschutz allgemein gültigen Grundpflichten der Arbeitgeber einerseits und am Ausmaß der Gefährdung orientierten Schutzmaßnahmen andererseits. Dem Rechnung tragend, enthält die neue GefStoffV in § 7 einen Katalog von Grundpflichten (Minimierungs-, Substitutionsgebot, Rangfolge der Schutzmaßnahmen; Bestimmungen zur Expositionsermittlung usw.). Die §§ 8 bis 11 enthalten die Schutzmaßnahmenpakete, die gefährdungsbezogen aufeinander aufbauen.

3.6 Ausblick

Die Aufhebung der Anbindung der Schutzmaßnahmenpakete an die Kennzeichnung ist gleichzeitig auch eine Voraussetzung für die Umsetzung des vom AGS erarbeiteten Risikobewertungskonzepts für krebserzeugende Stoffe (Bekanntmachung 910 des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales). Dieses Konzept legt stoffübergreifende Grenzrisiken (Akzeptanz- und Toleranzrisiko) fest. Das jeweils am Arbeitsplatz bestehende Risiko wird mit Hilfe dieser Grenzrisiken entweder als akzeptabel (grün), tolerabel aber nicht akzeptabel (gelb) oder nicht tolerabel (rot) festgelegt (Ampelmodell). Integriert in das Risikokonzept sind generelle, gestufte Maßnahmenfestlegungen für die drei Risikobereiche. Damit wird für Arbeitsplätze, an denen eine Exposition gegenüber krebserzeugenden Stoffen unvermeidlich ist, eine differenzierte Risikobewertung möglich.

Abb. 3.1 Dr. Helmut Klein (BMAS) bei seinem Eingangsreferat über das neue Gefahrstoffrecht in Deutschland

Auf Basis des Risikokonzepts, das derzeit praktisch erprobt wird, werden zur Zeit im AGS stoffspezifische Konzentrationswerte für relevante krebserzeugende Stoffe abgeleitet. Es ist beabsichtigt, das Konzept, sofern es sich in der Praxis bewährt und Zustimmung findet, zu einem späteren Zeitpunkt in die Gefahrstoffverordnung zu integrieren.

Abb. 3.2 Prof. Ralf Pieper (BUW), Dipl.-Chem. Rainer Dörr (Bau BG) und Dr. Helmut Klein beim Nachgespräch des Kolloquiums (v.l.n.r.)

Abb. 3.3 Insgesamt 40 Fachbesucher beteiligten sich am 11. Januar 2011 in Wuppertal beim 67. Sicherheitswissenschaftlichen Kolloquium

4 Zukunft der Arbeit – Entwicklungstrends und Gestaltungsanforderungen aus Sicht des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales (RAINER SCHLEGEL)

68. Sicherheitswissenschaftliches Kolloquium am 25. Januar 2011 in Wuppertal

Prof. Dr. Rainer Schlegel
Leiter der Abteilung III „Arbeitsrecht, Arbeitsschutz“ im Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS), Berlin

4.1 Schrumpfende und alternde Gesellschaft Demographische Entwicklung bis 2030

1. Deutschlands Bevölkerung schrumpft. In Deutschland leben rund 82 Mio. Menschen. Tendenz abnehmend. 2030 wird eine Einwohnerzahl von ca. 79 Millionen erwartet, bis 2050 werden es noch etwa 69 Mio. bis 74 Mio. sein. Grund: in Deutschland werden dauerhaft zu wenig Kinder geboren. Familienpolitische Maßnahmen wie etwa die Ausdehnung von Kindererziehungszeiten oder finanzielle Zuwendungen habe diesen Trend weder umkehren noch stoppen können. Das Geburtendefizit lässt sich auch durch Zuwanderung aus dem Ausland nicht mehr kompensieren, der Rückgang der Bevölkerung ist auf absehbare Zeit nicht mehr aufzuhalten.
2. Zusammensetzung der Bevölkerung "alt/jung". Zum Rückgang der Bevölkerung in absoluten Zahlen kommt eine weitere Erkenntnis hinzu, die deutlich besorgniserregender ist. Der altersmäßige Aufbau der Bevölkerung ändert sich gravierend, und zwar verschiebt sich der Altersaufbau hin zu eine Gesellschaft mit vielen alten und wenig jungen Menschen. Während im Jahr 1960 ca. 8,5 Millionen Menschen = 12% der Bevölkerung das 65. Lebensjahr erreicht oder überschritten hatten, sind es heute mit 16,8 Millionen bereits knapp 21% der Einwohner, d.h. gut jeder Fünfte ist über 65. Im gleichen Zeitraum ist der Anteil der Jüngeren unterhalb von 20 Jahren von 28% auf gut 18% gesunken. Der Anteil der Hochbetagten (85 Jahre und älter) ist um über das Fünffache auf mittlerweile 2,3 Prozent an der Gesamtbevölkerung angestiegen. Schon heute leben in Deutschland

mehr über-65-Jähige als unter-20-Jährige. Dieser Trend setzt sich fort. Die stark besetzten Jahrgänge, die derzeit im mittleren Alter sind, rücken in höhere Altersklassen auf, und die künftigen jüngeren Jahrgänge werden immer schwächer besetzt sein. Im Jahr 2030 werden ca. 28% der Bevölkerung 65 oder älter sein, aber nur noch rund 17% unter 20. Heute ist die Hälfte der Bevölkerung unter 40. Im Jahr 2040 wird der Scheitelpunkt bei 50 Jahre liegen.

3. Die Lebenserwartung steigt scheinbar unaufhörlich. Im Vergleich zu 1960 leben 65-jährige Frauen heute im Durchschnitt sechs Jahre länger, gleichaltrige Männer gut fünf Jahre länger. 2030 werden Männer und Frauen im Alter von 65 Jahren im Durchschnitt deutlich über 19 (Männer) bzw. fast 23 (Frauen) weitere Lebensjahre erwarten können. Im Vergleich zu heute entspricht dies einem Gewinn von gut 2 Jahren. Erfreulich ist, dass ein Großteil dieser „gewonnenen Jahre“ in guter Gesundheit verbracht wird.

4. Der demografische Wandel beeinflusst also sowohl die absolute Größe des Erwerbspersonenpotenzials als auch seine Zusammensetzung. Bereits ab dem Jahr 2012 wird sich die Altersgruppe der 20- bis 64-Jährigen spürbar verringern und bis 2030 um etwa 6,3 Millionen sinken.

5. Zur Altersstruktur innerhalb der Erwerbsbevölkerung: Zur Bevölkerung im Erwerbsalter von 20 bis 64 Jahren gehören heute etwa 50 Millionen Menschen. Die Altersstruktur innerhalb der Bevölkerungsgruppe der Erwerbsfähigen verschiebt sich schnell. Die Zahl der Erwerbsfähigen zwischen 20 und 34 Jahren wird bis zum Jahr 2030 um 2,4 Millionen Menschen abnehmen. Bei den 35- bis 59-Jährigen beträgt der Rückgang sogar 5,5 Millionen Personen. Demgegenüber nimmt die Anzahl der älterer Erwerbsfähigen mit einem Plus von 1,6 Millionen deutlich zu.

6. Zum Alters- und Jugendquotienten oder - zur Frage: Wer bezahlt die Renten? Auf 100 Personen im Erwerbsalter (20 bis unter 65 Jahre) kommen heute gut 30 unter 20-Jährige (Jugendquotient 2010: 30,2). Im Zeitraum bis 2060 wird sich dieser Jugendquotient nicht wesentlich verändern (Jugendquotient 2060: 30,4). Anders sieht es beim Altenquotienten aus. Kommen heute auf 100 Personen im Erwerbsalter (20 bis unter 65 Jahre) knapp 34 Personen, die 65 Jahre oder älter sind (Altenquotient 2010: 33,8), werden es 2030 bereits 51 sein (Altenquotient 2030: 51,4). Anschließend wird der Altenquotient weiter zunehmen und im Jahr 2060 bei ca. 63 liegen (Altenquotient 2060: 63). Damit wird der Wert 2060 nahezu doppelt so hoch ausfallen wie heute.

4.2 Herausforderungen an den Arbeitsmarkt

4.2.1 Allgemeiner Wohlstand und Fachkräftemangel

1. Deutschland geht nicht die Arbeit aus, wohl aber die Arbeitskräfte. In den nächsten 15 Jahren gibt es nicht nur 24% weniger Schulabgänger als noch 2008 (Rückgang um 1,7 Mio. auf 7,3 Mio.). In den nächsten 15 Jahren werden wir möglicherweise bis zu 5 Mio. Arbeitskräfte weniger haben als heute. Diese enorme Lücke wird sich besonders bei qualifizierten Arbeitskräften bemerkbar machen. Wir steuern auf einen sich verstärkenden Fachkräftemangel zu. Was ist zu tun, was wurde bereits getan?
2. Will die deutsche Volkswirtschaft den erreichten Lebensstandard für breite Gesellschaftsschichten halten und sich als führender Industriestandort behaupten, kann sie sich einen erheblichen Arbeitskräftemangel, insbesondere einen Fachkräftemangel nicht leisten.
3. Ein Fachkräftemangel verursacht enorme Kosten durch Produktionsausfälle. Folge können steigende Arbeitslosigkeit und Produktionsverlagerungen ins Ausland sein. Der Druck zur Automatisierung wächst. Damit sinken die Chancen von Geringqualifizierten auf Arbeit. Wir verlieren zuerst die innovativen Firmen und dann unseren Wohlstand.
4. Deutschland kann es sich - will es dem Fachkräftemangel entgegenwirken - nicht länger leisten, auf das Humankapital und Erwerbspotential beachtlicher Gesellschaftsgruppen zu verzichten. Dies gilt in erster Linie für ältere Arbeitnehmer aber auch für Frauen und Personengruppen mit Migrationshintergrund, die zurzeit Probleme beim Zugang zum Arbeitsmarkt haben.
5. Bundesregierung, Wirtschaft und Gewerkschaften haben sich am 22. Juni 2011 in einer Gemeinsame Erklärung zu Maßnahmen zur Sicherung der Fachkräftebasis in Deutschland bekannt. Die Erklärung trägt über weite Strecken die Handschrift des BMAS. Bundesregierung, Wirtschaft und Gewerkschaften wollen im Rahmen ihrer jeweiligen Verantwortlichkeiten darauf hinwirken, sowohl das inländische als auch das durch qualifizierte Zuwanderung zu erschließende Potential zu heben.

4.2.2 Beschäftigungschancen älterer Arbeitnehmer

1. Schon vor einigen Jahren hat der Gesetzgeber im Bereich der Rentenversicherung die Weichen neu gestellt. Und zwar mit dem Signal: Länger arbeiten. Die Anhebung der Altersgrenze in der Rentenversicherung auf 67 Jahre war eine wichtige Maßnahme, um die Folgen der demographischen Entwicklung abzufedern.

2. Die Anhebung der Regelaltersgrenze ab 2012 und die schon jetzt greifenden Rentenabschläge bei vorzeitigem Rentenbeginn führen dazu, dass mehr Arbeitnehmer länger arbeiten wollen, um auskömmliche Renten zu erwerben. Andererseits erkennen die Betriebe, dass sie auf die Älteren nicht verzichten können. Sie sind auf die Erfahrung und das Wissen auch älterer Arbeitnehmer dringend angewiesen. Wissen darf nicht verloren gehen.

3. Jeder Betrieb muss sich der Notwenigkeit rechtzeitigen Wissenstransfers bewusst sein. Er muss dazu im Grunde so etwas wie eine „Demographiebilanz“ führen. Hier hilft das vom BMAS vielfältig geförderte „Demographienetzwerk“. Die Initiative INQA-Mittelstand bietet zudem einen Check „Guter Mittelstand ist kein Zufall“ an, den jedes Unternehmen selbst ausfüllen und eventuelle Defizite feststellen kann.

4. Die gesetzlichen Maßnahmen scheinen zu greifen, noch bevor die Anhebung des Renteneintrittsalters eingesetzt hat. Die nötige Bewusstseinsänderung findet statt. Die tatsächliche Erwerbstätigenquote der älteren Arbeitnehmer beginnt wieder zu steigen. Bei den 60- bis 64-Jährigen hat sich die Erwerbstätigenquote in den letzten zehn Jahren von 20% auf fast 40% im Jahr 2009 nahezu verdoppelt. Im 2. Halbjahr 2010 ist die Quote inzwischen auf 41,1% gestiegen.

5. Dem Vorurteil, ältere Arbeitnehmer seien generell weniger leistungsfähig und leistungsbereit, muss auch die Sozialpolitik selbst entgegentreten. Der Gesetzgeber sollte darauf verzichten, in seinen eigenen Programmen (z.B. 50plus) oder im Gesetz (z.B. § 421 f; § 421 j SGB III) Altersschwellen zu nennen, die den Eindruck vermitteln oder verstärken, dass Personengruppen bei Erreichen bestimmter Altersgrenzen generell zu Problemgruppen werden, die besonderer staatlicher Hilfe bedürfen.

6. Die weitere Frage ist, was können Politik jenseits von Gesetzgebung, Unternehmen und Beschäftigte im Hinblick auf die ab 2012 einsetzende Verlängerung der Lebensarbeitszeit tun, um die Arbeitsfähigkeit zu erhalten und die Beschäftigungsfähigkeit zu erhöhen, und nicht vorzeitig aus dem Erwerbsprozess auszuscheiden. Die Antwort ist: Die Arbeitswelt muss mehr als bisher menschengerecht und alternsgerecht gestaltet werden.

7. Im Hinblick auf den Erhalt der Arbeitsfähigkeit ist es nicht ratsam, den Blick nur auf die älteren Arbeitnehmer zu beschränken. Wir müssen dafür sorgen, dass das gesamte Arbeitsleben in den Blick genommen wird und vorzeitiger "Verschleiß" möglichst von Anfang an vermieden wird. Das ist die Domäne des Arbeitsschutzes und der Arbeitssicherheit und fängt schon mit der Berufswahl an.

8. Beim klassischen Arbeitsschutz nimmt Deutschland in der EU und weltweit zwar immer noch eine Spitzenstellung ein und setzt Standards. Es ist aber nicht zu verkennen, dass Liberalisierungstendenzen und fehlende Finanzkraft der Länder dem Arbeitsschutz zusetzen. Insbesondere Fragen des wirksamen Vollzuges und der Kontrolle, die bei den Ländern liegen, machen dem BMAS Sorgen.
9. Die erreichten Standards müssen erhalten bleiben und den Veränderungen in der Arbeitswelt angepasst werden. Diese Aufgabe kostet enorme Energie, denn Arbeitsschutzpolitik ist immer zugleich Standort- und Wirtschaftspolitik. Und Arbeitsschutz reicht weit in den Verbraucherschutz hinein. Erfüllt eine Maschine oder z.B. ein bestimmtes Produkt, ein chemischer Stoff oder ein Gerät nicht die aus Gründen des Arbeitsschutzes aufgestellten Bedingungen, kann die Maschine oder das Produkt nicht in Verkehr gebracht und auch nicht in die EU eingeführt werden (Stichwort: vergiftetes Spielzeug aus China).
10. Beim Arbeitschutz hat das BMAS viel zu bieten: Forschung, Netzwerke, Publikationen, Kongresse, Tagungen, Präventions- und Gesundheitsprogramme etc.
11. Schlüsselinstrument zur Verbesserung der individuellen Beschäftigungsfähigkeit ist die Fähigkeit zu lebenslangem Lernen. Eine solide Schulausbildung, ausreichende Deutschkenntnisse und ein Mindestmaß an sozialer Kompetenz sind Grundvoraussetzungen für eine berufliche Ausbildung und für ein erfolgversprechendes Berufsleben mit Beschäftigungschancen auch in fortgeschrittenem Alter. Jeder Einzelne ist für seine Aus-, Fort- und Weiterbildung zunächst selbst verantwortlich. „Die Inanspruchnahme von Sozialleistungen könnte künftig verstärkt mit der Förderung von lebenslangem Lernen verknüpft werden."
12. Bei der Weiterbildung älterer Arbeitnehmer liegt noch einiges im Argen. Wenn Unternehmen überhaupt eigene Weiterbildung betreiben, bleiben Ältere häufig außen vor. Nur wenige Betriebe sehen spezifische Weiterbildungsmaßnahmen für Ältere vor.

4.2.3 Exkurs: Netzwerke

1. Das BMAS fördert verschiedene Netzwerke. Diese folgen im Wesentlichen zwei Ansätzen: Zum einen geht es darum, Hilfestellungen ausgehend von der Themenstellung zu geben. Dies geschieht durch Netzwerke wie das Demographienetzwerk oder das Netzwerk „INQA-Mittelstand".
2. Zum anderen gibt es einen branchenbezogenen Ansatz. Beispielhaft möchte ich das Netzwerk INQA-Bauen herausgreifen: Hier geht es um eine Steigerung von Produkt- und Arbeitsqualität speziell in der Bauwirtschaft durch Vernetzung und Stärkung des Qualitätsbewusstseins. Ähnlich bereichsspezifische Netzwerke sind „INQA Büro" und INQA-Pflege".

3. Das Besondere an sämtlichen INQA-Projekten ist, dass sie auf den Konsens der Sozialpartner zurückgehen und basisnah in Netzwerken erarbeit werden. INQA steht für Initiative Neue Qualität der Arbeit. Die Einbindung der Sozialpartner hat den großen Vorteil, dass bei der Umsetzung mit deren Umstützung zu rechnen ist. Bei den Initiativen geht es insbesondere darum, praxisnahe, basisorientierte Hilfen zu erarbeiten und diese Konzepte in die Fläche zu tragen. Es geht nicht um Reglementierung und Bürokratie, sondern um Hilfe zum Selbstmanagement auf freiwilliger Basis.
4. Als weiteres Mittel, z.B. zur Erhöhung der Beschäftigungsfähigkeit stehen dem BMAS neben den Netzwerken im Wesentlichen der CSR-Prozess und Best-Practice-Beispiele zur Verfügung. Das BMAS ist federführend verantwortlich für die im Oktober 2011 beschlossene nationale CSR-Strategie. Best-Practice-Beispiele gehen insbesondere aus Wettbewerben hervor, an denen das BMAS als Geldgeber oder Organisator mitwirkt.
5. Woher kommen die Ideen? Die Ideen kommen aus der Praxis, aus der Wissenschaft und schließlich auch aus dem BMAS selbst. Wir lernen von anderen und geben unser Wissen weiter. Wir stellen Kontakte her und bieten Foren der Kommunikation. Das Ganze ist ein sich ständig verändernder Prozess, der sich nur zum Teil extern steuern lässt. Wir stehen im Kontakt mit Unternehmen, die gleichsam die Avantgarde bilden und anderen als Leuchttürme dienen können.
6. Das Problem sind dabei nicht die großen, finanzstarken Unternehmen; diese können sich in aller Regel eine HR-Abteilung leisten. In DAX 30 Unternehmen sind Aspekte der Demographie und Mitarbeiterorientierung, aber auch CSR-Strategien fester Bestandteil der Personalplanung und Unternehmensführung.
7. Schwieriger ist es, kleinste, kleine und mittlere Unternehmen zu erreichen. KMUs sind die größten Arbeitgeber; von ihnen hängt der Erfolg unserer Maßnahmen ab. Auch KMUs muss daher klar sein, ein zukunftsfähiges Unternehmen
    - ist demografiefest, familienfreundlich und mitarbeiterorientiert,
    - es ist gesundheitsfördernd,
    - es nutzt und fördert innovativ die Talente seiner Beschäftigten,
    - es betreibt aktives Wissensmanagements und fördert lebenslanges Lernen seiner Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter,
    - es bewältigt Herausforderungen in sozialer Partnerschaft,
    - und bietet motivierende Arbeitsbedingungen und faire Entlohnung.

8. Im den Bereichen jenseits staatlicher Normsetzung arbeitet das BMAS mit Mitteln des Impulses, es setzt Anreize, vergibt Forschungsvorhaben, bietet Plattformen. Es ermittelt und verbreitet „best practice Beispiele“, gibt Handreichungen und Praxishilfen. Es fördert den Wissenstransfer oder die Infrastruktur von Netzwerken durch finanzielle Zuwendungen.
9. Unsere Ansprechpartner sind Wissensträger, vornehmlich aus der Praxis, die in ihrem Bereich zur Avantgarde gehören: „Unternehmen lernen von Unternehmen“.
10. In vielen Bereichen (Arbeitsschutz, CSR, Unternehmenskultur etc.) sind wir darauf angewiesen, dass vor allem auch die Sozialpartner unsere Ideen und Programme in die Betriebe tragen, dafür werben und letztlich auch umsetzen. Die Stärkung der Sozial- und Betriebspartnerschaft ist uns deshalb ein besonderes Anliegen.
11. In vielen Reden wurde in letzter Zeit das hohe Lied der Sozialpartnerschaft gesungen: Die Sozialpartner wurden dafür gelobt, dass sie einen entscheidenden Anteil an der Überwindung der Krise hatten. Sie haben dabei eine bedeutende, konstruktive Rolle gespielt. Eine solche Rolle können nur starke Sozialpartner spielen. Sowohl den Gewerkschaften als auch den Arbeitgeberverbänden laufen jedoch die Mitglieder davon. Sie leiden gleichermaßen unter abnehmender Bindungskraft. Der allgemeine gesellschaftliche Trend, sich auf keinen Fall länger und schon gar nicht fest binden zu wollen, sei es in einem Verein oder in einer partnerschaftlichen Beziehung, macht auch vor den Sozialpartner nicht halt. Weshalb soll ich in die Gewerkschaft gehen? Weshalb soll ich Vollmitglied im Arbeitgeberverband werden?
12. Diese Entwicklung bereitet große Sorge. Insbesondere steht die Allgemeinverbindlicherklärung auf dem Spiel, wenn Tarifverträge nicht mehr repräsentativ, sondern eine Sache für Minderheiten sind.

4.2.4 Vereinbarkeit von Familie und Beruf

1. Die Erwerbsbeteiligung von Frauen liegt in Deutschland bei 65%, jedoch arbeiten nur 40% der Frauen Vollzeit. Hier gilt es, Vereinbarkeit von Beruf und Familie zu verbessern.
2. Die Bundesregierung hat hierzu eine ganze Reihe von Programmen aufgelegt: z.B.: Mit Frauen dem Fachkräftemangel begegnen (BMFSFJ), Neue Initiative für eine familien-freundliche Arbeitswelt (BMFSFJ). Im BMAS betreuen wir das INQA-Projekt „Frauen in Führungspositionen“.

4.2.5 Prävention und Gesundheitsförderung

1. Arbeitsfähigkeit kann und muss in erster Linie durch Maßnahmen der Prävention erhalten werden. Prävention muss sich "auszahlen“; Betriebe wie Beschäftigte müssen daran ein eigenes - auch wirtschaftliches - Interesse haben. Präventive Aspekte und Förderung bzw. Maßnahmen zur Gesunderhaltung und zur Vermeidung von Krankheiten etc. sollten mehr in den Fokus der Bemühungen aller Akteure treten.
2. Insbesondere die betriebliche Gesundheitsförderung sowie die Prävention arbeitsbedingter Gesundheitsgefahren sollten verbessert werden. Nur 36% der Betriebe ab 50 Mitarbeitern bieten ein Betriebliches Gesundheitsmanagement (BGM) an (IGA- Report 20). Bei Kleinbetrieben dürfte der Anteil noch deutlich geringer sein. Wesentliche Hemmnisse für die Einführung von BGM bestehen in Informationsdefiziten, fehlenden personellen und finanziellen Ressourcen und mangelndem fachlichem Know-how. Hier könnten zusätzliche Anstrengungen der Krankenkassen und eine engere Kooperation mit den Trägern der Gemeinsamen Deutschen Arbeitsschutzstrategie hilfreich sein.
3. Die Entwicklung der Arbeitsunfähigkeitsfälle je 100 AOK Versichertenjahre zeigt zudem das überaus starke Anwachsen der Arbeitsunfähigkeit aufgrund psychischer Störungen. Darüber hinaus werden die psychischen Belastungen im Rahmen von Beschäftigtenbefragungen erfasst. Die ausgesuchten Fragestellungen beziehen sich dabei sowohl auf die Belastungsfaktoren als auch auf die unterschiedlichen Ressourcen.
4. Muskel-Skelett-Erkrankungen verursachen nach wie vor mehr als ein Viertel der betrieblichen Ausfallzeiten. Sie stehen in Deutschland ebenso wie in anderen Industriestaaten an der Spitze der Krankheitsstatistiken.
5. Die Gemeinsame Deutsche Arbeitsschutzstrategie (GDA), die vom BMAS, den UV-Träger und den Ländern getragen wird, will sich in Zukunft verstärkt dem Problem psychischer Erkrankungen widmen. Gleiches gilt für die Europäische Gemeinschaftsstrategie.

4.3 Herausforderungen an soziale Sicherungssysteme

1. Klar ist, dass angesichts der demographischen Entwicklung Schluss sein muss mit Anreizen für Frühverrentungssysteme jedweder Art; dies gilt in besondere Weise für staatliche Zuschüsse. Insoweit ist es richtig, dass das Altersteilzeitgesetz ausläuft und keine Nachfolgeregelungen vorgesehen sind.
2. Sämtliche sozialen Sicherungssysteme, vor allem aber die umlagefinanzierte Kranken- und Pflegeversicherung, werden sich darauf einstellen müssen, dass der Bedarf an Pflegeleistungen und gerontologischen Leistungen enorm steigen wird. Das kostet Geld und wirft die Frage auf, woher die Mittel hierfür kommen sollen.
3. Dies ist hier nicht weiter zu vertiefen. Ich betrachte die Probleme primär aus Sicht des BMAS und dabei vorrangig aus dem Blickwinkel des Arbeitsrechts. Daher möchte ich auch nicht vertiefen, ob und ggf. wie im Gesundheitsbereich, in dem rund 10% der Erwerbstätigen beschäftigt sind und in dem rund 10% des Bruttoinlandsprodukts umgesetzt werden, der Mitteleinsatz optimiert werden könnte. Ebenso gehe ich nicht der Frage nach, ob und wie unsere ständigen Begleiter, die GKV-Reformgesetze die Akzente setzen müssten, damit die GKV den Gesichtspunkten Nachhaltigkeit, Zukunftsfähigkeit und Gerechtigkeit genügen.
4. Es ist jedoch nicht zu übersehen: Die demographische Entwicklung wirft die Frage nach der Finanzierung der sozialen Sicherungssysteme auf. Die Grundsicherungssysteme (Grundsicherung für Arbeitsuchende und Sozialhilfe) sind steuerfinanziert. Die Sozialversicherung (Kranken-, Pflege-, Arbeitslosen-, Unfall- und Rentenversicherung) ist derzeit noch weitgehend beitragsfinanziert und somit auf die Erträge aus Erwerbsarbeit angewiesen. Einen erheblichen Steueranteil weist innerhalb der Sozialversicherung bisher nur die Rentenversicherung auf (sog. Bundeszuschuss).
5. Insgesamt wird man angesichts der demographischen Entwicklung allerdings kaum darum herumkommen, das Leistungsspektrum und insbesondere das Leistungsniveau der sozialen Sicherung immer wieder von neuem zu beleuchten.
    - Mit der Reform der Altersgrenzen wurde wohl der wichtigste Akzent gesetzt
    - Gegenwärtig befindet sich ein Gesetz zur Reform der arbeitsmarktpolitischen Instrumente im parlamentarischen Verfahren, mit dem genau diese Nachjustierung vorgenommen werden soll.
    - Gesetz zur Verbesserung der Eingliederungschancen am Arbeitsmarkt. Der Instrumentenkasten soll übersichtlicher und effektiver werden, Arbeitsvermittlern und Fallmanagern sollen mehr Flexibilität und Entscheidungsspielräume bekommen.

- Eine weitere Reform wird voraussichtlich die Hinzuverdienstgrenzen für Teilrenten betreffen. Teilrenten können schon heute einen gleitenden Übergang in den Ruhestand bewerkstelligen. Sie waren neben dem Altersteilzeitmodell bisher jedoch für Arbeitnehmer nicht attraktiv. Dies ändert sich jetzt.

6. Bei Reformen der umlagefinanzierten Sozialversicherungssysteme sind meines Erachtens drei übergeordnete Aspekte von besonderer Bedeutung:
   - Die Sozialversicherung hat allen Grund auf ihre strukturellen Vorteile hinzuweisen; gerade die zurückliegende Krise, in der unvorstellbar große Kapitalmengen und Vorsorgevermögen vernichtet wurden, zeigt eines: das Umlageverfahren muss den Vergleich mit kapitalgedeckten Systemen nicht scheuen. Das heißt aber nicht, dass man sich jetzt entspannt zurücklehnen und gar schadenfroh auf die Privaten herabblicken könnte.
   - Umlagefinanzierte Systeme müssen zweitens verlässlich sein, d.h. sie müssen vorhersehbar und in ihren Grundlagen beständig sein; heute dies und morgen das ist Gift für die Sozialversicherung.
   - Drittens müssen umlagefinanzierte Systeme bei allen Beteiligten auf Akzeptanz stoßen. Dies setzt hinreichende Transparenz der Finanzströme voraus. Keine Gruppe darf das Gefühl bekommen, auf Kosten einer anderen ausgebeutet oder überfordert zu werden. Wer es zulässt oder gar Anlass gibt, dass „jung gegen alt“ oder „Kranke gegen Gesunde“ gegeneinander ausgespielt werden, richtet die Sozialversicherung auf Dauer zu Grunde.

4.4 Das Junktim „Arbeit & Soziales“

1. Schließlich möchte ich auf einen letzten Punkt hinweisen. Schon der Name unseres Ministeriums: Ministerium für Arbeit und Soziales macht deutlich, dass beides zusammengehört: Arbeit und Soziales stehen nicht unvermittelt nebeneinander, sondern sind aufeinander bezogen.

2. Abhängige Beschäftigung, Versichertengemeinschaften mit gesetzlich angeordneter Versicherungspflicht und Beitragszahlung nach Maßgabe der Arbeitsentgelt ist seit jeher das Fundament der Sozialversicherung. Mindestlöhne können auf Dauer nicht die Zukunft Deutschlands sein. Sie sind ein „Stopp“ nach unten, dürfen aber das Bild nicht prägen. Deutschland ist kein Billiglohnland und sollte es auch nicht werden. Branchenmindestlöhne markieren das unabdingbar unterste Entlohnungsniveau und sind insoweit ein wichtiger Eckpfeiler, um Abwärtsspiralen durch Lohndumping zu vermeiden.

3. Was wir daneben aber vor allem brauchen ist ertragsstarke, gut bezahlte Arbeit. Denn nur gut bezahlte Arbeit in einem möglichst sicheren Arbeitsverhältnis motiviert, bringt Identifikation mit dem Unternehmen und schafft ausreichende Planungssicherheit. *< Ohne ausreichende finanzielle Sicherheit und vor allem ohne ausreichende Arbeitsplatzsicherheit tut man sich schwer, sich z.B. für eine Familie und Kinder zu entscheiden. >* Gut bezahlte Arbeit und die Vermeidung größerer Lücken in der Versicherungsbiographie sind zudem der Garant für die nachhaltige Stabilität der sozialen Sicherungssysteme und das beste Mittel, vor Altersarmut zu schützen. Für jemanden, der ein Arbeitsleben lang nur Minijobs nachgegangen ist, wächst die künftige Rente nicht in den Himmel.

Der demographische Wandel zeigt erste Spuren. Das Problem in der Zusammensetzung unserer Gesellschaft wird uns aber noch lange erhalten bleiben. Wir alle sind aufgefordert, über unsere Arbeitsbedingungen, die Qualität der Arbeit und ihrer Ausrichtung am Menschen neu nachdenken. Um es nicht zu einem Kampf Alte gegen Junge, Gesunde gegen Kranke kommen zu lassen, müssen die Potentiale der gesamten Gesellschaft ausgenutzt werden. Die Zeiten dafür sind günstig. Die Arbeitslosigkeit geht zurück. Der deutschen Wirtschaft geht es gut. Arbeit wird nachgefragt wie nie zuvor und gibt heute auch denen eine Chance, die bisher abseits standen.

Abb. 4.1 Dem Eingangsreferat folgte eine rege Diskussion mit den Teilnehmern beim 68. Sicherheitswissenschaftlichen Kolloquium am 25. Januar 2011 in Wuppertal

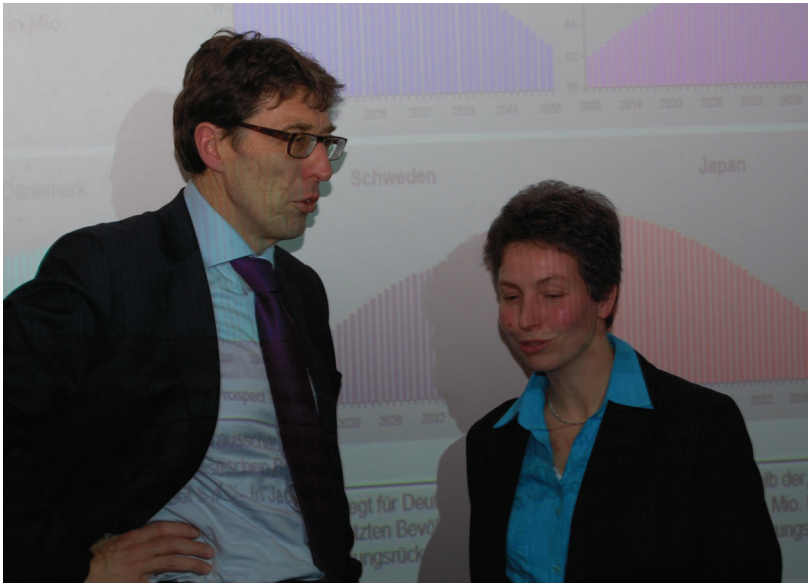


Abb. 4.2 Der Diskussion folgten eine Reihe bilaterale Gespräche, wie z.B. zwischen Prof. Dr. Rainer Schlegel (BMAS, Berlin) und Dr. Anja Vomberg (KAN, Sankt Augustin) oder …

Abb. 4.3 … zwischen Prof. Dr. Ralf Pieper (BUW), Dipl.-Ing. Matthias Folz (Ferrostaal AG, Essen) und Prof. Dr. Sascha Stowasser (IfaA, Düsseldorf)

5 DGUV Vorschrift 2: Reform der betriebsärztlichen und sicherheitstechnischen Betreuung (FRANK BELL)

69. Sicherheitswissenschaftliches Kolloquium am 1. Februar 2011 in Wuppertal

Dr. Frank Bell
Leiter des Referats "Organisation des betrieblichen Arbeitsschutzes"
der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung e.V. (DGUV),
Sankt Augustin

Am 1. Januar 2011 ist die Unfallverhütungsvorschrift „Betriebsärzte und Fachkräfte für Arbeitssicherheit“ (DGUV Vorschrift 2) in Kraft getreten. Damit gibt es erstmals für Unfallkassen und Berufsgenossenschaften eine einheitliche und gleichlautende Vorgabe zur Gestaltung der betriebsärztlichen und sicherheitstechnischen Betreuung der Betriebe, öffentlichen Verwaltungen und Bildungseinrichtungen in Deutschland.

5.1 Hintergründe der Reform

Das Gesetz über Betriebsärzte, Sicherheitsingenieure und andere Fachkräfte für Arbeitssicherheit, kurz ASiG, ist am 1. Dezember 1974 in Kraft getreten. Das ASiG regelt die Pflichten der Arbeitgeber zur Bestellung von Betriebsärzten, Sicherheitsingenieuren und anderen Fachkräften für Arbeitssicherheit, definiert deren Aufgaben und betriebliche Position und fordert die betriebliche Zusammenarbeit beim Arbeitsschutz und bei der Unfallverhütung, z.B. im Arbeitsschutzausschuss. Das ASiG soll eine fachkundige Beratung der Arbeitgeber im Bereich Sicherheit und Gesundheit sicherstellen. Das ASiG konkretisiert diese Anforderung an den Umfang der erforderlichen Beratung nicht näher. Gemäß ihres gesetzlichen Auftrages nach § 15 SGB VII können die Unfallversicherungsträger unter Mitwirkung der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung als autonomes Recht Unfallverhütungsvorschriften über Maßnahmen zur Verhütung von Arbeitsunfällen, Berufskrankheiten und arbeitsbedingten Gesundheitsgefahren oder für eine wirksame Erste Hilfe erlassen. Unfallverhütungsvorschriften müssen zur Prävention geeignet und erforderlich sein und es muss sicher-

gestellt sein, dass staatliche Arbeitsschutzvorschriften keine entsprechenden Regelung treffen; in diesem Rahmen können Unfallverhütungsvorschriften auch über die Maßnahmen erlassen werden, die der Unternehmer zur Erfüllung der sich aus dem ASiG ergebenden Pflichten zu treffen hat.

Nach der Einführung des ASiG 1974 haben Berufsgenossenschaften und Unfallkassen die Anwendung des Gesetzes unabhängig voneinander in Unfallverhütungsvorschriften konkretisiert. Bis Ende 2010 geschah dies bei den gewerblichen Berufsgenossenschaften durch die BGV A2, bei den Unfallkassen durch die GUV-V A6/7 bzw. GUV-V A2.

Seit Anfang 2011 gilt die DGUV Vorschrift 2. Damit gibt es erstmals einheitliche Vorgaben für die betriebsärztliche und sicherheitstechnische Betreuung bei Berufsgenossenschaften und Unfallkassen.

Die in der Vergangenheit von den Unfallversicherungsträgern unabhängig voneinander entwickelten Unfallverhütungsvorschriften zum ASiG haben in vielen Bereichen, insbesondere bei größeren Unternehmen, zu einer zufriedenstellenden Betreuungssituation der Betriebe geführt. Allerdings waren im Gesamtbild der getroffenen Regelungen einige Defizite unverkennbar. Diese betrafen insbesondere die Ungleichbehandlung gleichartiger Betriebe, wenn unterschiedliche Unfallversicherungsträger für diese zuständig waren und voneinander abweichende Vorgaben für den Umfang der erforderlichen betriebsärztlichen und sicherheitstechnischen Betreuung getroffen hatten. Auch gleiche Einsatzzeitvorgaben für alle Betriebe einer Branche entsprachen nicht der betrieblichen Realität. Die unterschiedlichen Gefährdungssituationen und Betreuungserfordernisse der einzelnen Betriebe wurden nicht berücksichtigt. Schließlich galten für gleichartige Betriebe in den Zuständigkeitsbereichen von Berufsgenossenschaften bzw. öffentlichen Unfallversicherungsträger abweichende Regelungen, z.B. bei Krankenhäusern.

Die genannten Defizite wurden von BMAS, Ländern, Politik, Wirtschaft und Verbänden wiederkehrend als Anlässe für eine Reform der UVVen zum ASiG herausgestellt. Auch die Unfallversicherungsträger und ihre Selbstverwaltungen hatten die Schachstellen erkannt. 2005 führten die Berufsgenossenschaften mit der BGV A2 bzw. die Eisenbahn-Unfallkasse mit der GUV-V A2 daher flächendeckend ein abgestimmtes Konzept für die Kleinbetriebsbetreuung ein, das inzwischen erfolgreich evaluiert worden ist. Im Zuge des Genehmigungsverfahrens der BGV A2 bzw. GUV-V A2 erteilte das Bundesarbeitsministerium im Jahr 2004 die Genehmigung der UVVen mit der Auflage, nun auch die Regelbetreuung für Unternehmen mit mehr als 10 Mitarbeitern zu reformieren. Das BMAS genehmigte die existierenden Vorgaben zur Regelbetreuung der Betriebe mit mehr als 10 Beschäftigten deshalb nur noch befristet bis zum 31.12.2008. Dieser Termin wurde später bis zum 31.12.2010 verlängert. Auch der Bundesrat forderte im Beschluss 661/06 eine Reform der Betreuung nach dem ASiG. Er verlangte mehr Spielraum sowie einheitliche Vorgaben für die Unter-

nehmen, um sicherzustellen, dass gleichartige Unternehmen auch gleich behandelt werden. Diese Forderungen haben Arbeitgeber- und Versichertenvertreter in der Selbstverwaltung der gesetzlichen Unfallversicherung bei der Erarbeitung und Verabschiedung der DGUV Vorschrift 2 berücksichtigt.

Vor dem Hintergrund der Fusion von BUK und HVBG zum 1.7.2007 beschloss die Mitgliederversammlung der DGUV im Juni 2008 die Zusammenführung der ASiG-Vorschriften des gewerblichen und öffentlichen Bereichs zu einer einheitlichen Unfallverhütungsvorschrift. Die betriebsärztliche und sicherheitstechnische Betreuung der Betriebe mit mehr als 10 Beschäftigten sollte unter Beseitigung der erkannten Defizite und unter Berücksichtigung zeitgemäßer Anforderungen an die Betreuung weiterentwickelt werden. Die DGUV wurde beauftragt, in enger Abstimmung mit dem Grundsatzausschuss Prävention des DGUV-Vorstandes und den Sozialpartnern ein abgestimmtes Konzept zu entwickeln. Aufbauend auf den im Fachausschuss Organisation des Arbeitsschutzes entwickelten Rahmenbedingungen entstand der Mustertext zur DGUV Vorschrift 2, der Unfallverhütungsvorschrift „Betriebsärzte und Fachkräfte für Arbeitssicherheit“, der von der Mitgliederversammlung der DGUV im November 2009 beschlossen wurde. Somit war die Basis dafür geschaffen worden, dass die Unfallversicherungsträger in ihren Selbstverwaltungen im Jahr 2010 die erforderlichen Beschlüsse fassen konnten und die Vorschrift zum 1.1.2011 in Kraft treten konnte.

5.2 DGUV Vorschrift 2 im Überblick

Die DGUV Vorschrift 2 trat zum 1.1.2011 bei allen Berufsgenossenschaften und den meisten Unfallversicherungsträgern der öffentlichen Hand in Kraft. Bei sechs weiteren Unfallkassen wurde die Vorschrift zum 1.4.2011 und bei zwei weiteren Unfallkassen zum 1.10.2011 erlassen. Damit war ein erster Erfolg des Reformvorhabens gegeben: die Regelungen zur betriebsärztlichen und sicherheitstechnischen Betreuung waren für den kompletten Bereich der gewerblichen Wirtschaft und der öffentlichen Hand bis auf wenige Zuständigkeiten harmonisiert.

Je nach Unternehmensgröße sieht die DGUV Vorschrift 2 unterschiedliche Möglichkeiten vor, wie der Arbeitgeber die betriebsärztliche und sicherheitstechnische Betreuung seines Unternehmens gestalten kann. Betriebe mit bis zu 10 Mitarbeitern haben die Wahl zwischen der Regelbetreuung und der alternativen bedarforientierten Betreuung. Die Regelbetreuung umfasst für diese kleinsten Betriebe eine Grundbetreuung, die je nach Gefährdungslage im Betrieb in bestimmten Zeitabständen wiederholt werden muss. Sie umfasst vor allem Aufgaben im Zusammenhang mit der Gefährdungsbeurteilung. Hinzu tritt die anlassbezogene Betreuung.

Für die alternative bedarfsorientierte Betreuung können sich Betriebe mit bis zu maximal 50 Beschäftigten entscheiden. Die genaue Betriebsgrößenobergrenze ist in der DGUV Vorschrift 2 eines jeden Unfallversicherungsträgers festgelegt. Die Unfallkassen werden die alternative Betreuungsform für Betriebe und Verwaltungen bis zu 50 Beschäftigten zum 1.1.2013 einführen.

<table>
<tr><th>Unternehmensgröße</th><th>Regelbetreuung</th><th>Alternative Betreuung</th></tr>
<tr><td>≤ 10</td><td>Grundbetreuung,
Anlassbetreuung

s. Anlage 1</td><td rowspan="2">entsprechend der
Betriebsgrößengrenze
des zuständigen UVT

s. Anlagen 3 und 4
(UVTs ö.H.: ab 01.01.2013)</td></tr>
<tr><td>11 ... ≤ 50</td><td rowspan="2">Grundbetreuung und
betriebsspezifische
Betreuung

s. Anlage 2</td></tr>
<tr><td>> 50</td><td>nein</td></tr>
</table>

Abb. 5.1 DGUV Vorschrift 2 im Überblick

5.3 Das neue Konzept der Regelbetreuung

Im Mittelpunkt der im Jahr 2011 eingeführten Reform der betriebsärztlichen und sicherheitstechnischen Betreuung steht das neue Konzept der Regelbetreuung der Betriebe mit mehr als 10 Beschäftigten. Sie besteht aus der Grundbetreuung und dem betriebsspezifischen Teil der Betreuung. Grundbetreuung und betriebsspezifische Betreuung bilden die Gesamtbetreuung (Abb. 5.2).

Im Rahmen der **Grundbetreuung** unterstützen Betriebsärzte und Fachkräfte für Arbeitssicherheit den Arbeitgeber insbesondere bei der Erfüllung seiner im Arbeitsschutzgesetz festgelegten Pflichten, die unabhängig von der Art und Größe des Betriebs kontinuierlich anfallen. Die Leistungen von Fachkräften für Arbeitssicherheit und Betriebsärzten in der Grundbetreuung konzentrieren sich somit auf die Basisaufgaben des betrieblichen Arbeitsschutzes. Der Umfang der Grundbetreuung wird über die Zuweisung des Betriebs über seine Betriebsart zu einer von drei Betreuungsgruppen bestimmt. Die Einsatzzeit der Grundbetreuung wird durch Multiplikation der Zahl der Beschäftigten mit einem gruppenspezifischen Stundenfaktor berechnet.

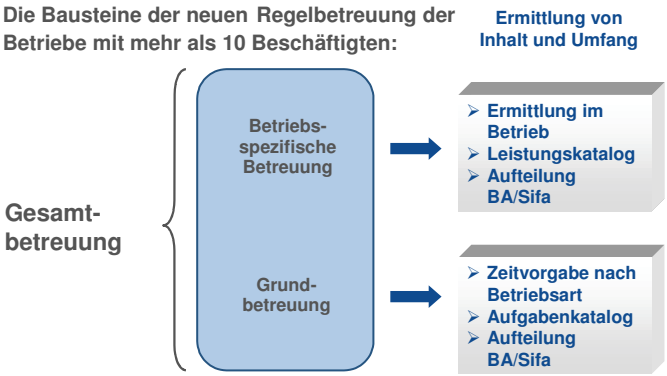


Abb. 5.2 Konzept der Regelbetreuung der Betriebe mit mehr als 10 Beschäftigten

Tab. 5.1 Einsatzzeiten der Grundbetreuung

	Gruppe I	Gruppe II	Gruppe III
Einsatzzeit*	2,5	1,5	0,5

*Std./Jahr pro Beschäftigtem/r (Summenwerte für Betriebsarzt und Fachkraft für Arbeitssicherheit)

Unfallversicherungsträger haben unter Koordinierung der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) gemäß ihrer Zuständigkeit anhand der in Deutschland geltenden Klassifikation der Wirtschaftszweige (WZ 2008 Kodes) die Zuordnung der Betriebsarten zu den Betreuungsgruppen ermittelt. Damit wird gewährleistet, dass für gleichartige Betriebe der Betreuungsaufwand in der Grundbetreuung auch gleich ist. Die Zuordnung der Betriebsarten zu den Betreuungsgruppen ist in der DGUV Vorschrift 2 verbindlich festgelegt.

Die ermittelten Einsatzzeiten der Grundbetreuung sind Summenwerte für Betriebsarzt und Fachkraft für Arbeitssicherheit. Die konkrete Aufteilung der Einsatzzeit zwischen beiden ist Aufgabe des Unternehmers. Die betriebliche Interessenvertretung wirkt hierbei mit (Mitbestimmung); Betriebsarzt und Fachkraft für Arbeitssicherheit beraten. Der Mindestanteil für eine der beiden Disziplinen beträgt jeweils 20 Prozent, mindestens aber 0,2 Stunden pro Jahr und Beschäftigtem/r. Dieser Anteil darf nicht unterschritten werden.

Tab. 5.2 Auszug aus der Klassifikation der Wirtschaftszweige. Eine vollständige Liste mit den Angaben aller Unfallversicherungsträger wird bei der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) geführt.

Lfd. Nr.	WZ 2008 Kode	WZ 2008 - Bezeichnung	Gruppe I 2,5 h	Gruppe II 1,5 h	Gruppe III 0,5 h
151	10.1	Schlachten und Fleischverarbeitung	**X**		
392	22.2	Herstellung von Kunststoffwaren		**X**	
761	35.1	Elektrizitäts-versorgung		**X**	
1.360	64.1	Zentralbanken und Kreditinstitute			**X**

Die Aufgaben der Betriebsärzte und Fachkräfte für Arbeitssicherheit in der Grundbetreuung werden anhand in der Anlage 2 der DGUV Vorschrift 2 verbindlich aufgeführten und im Anhang 3 näher beschriebenen Aufgabenfeldern durch den Unternehmer ermittelt. Die betriebliche Interessenvertretung wirkt hierbei mit (Mitbestimmung); Betriebsarzt und Fachkraft für Arbeitssicherheit beraten.

Die Aufgabenfelder Grundbetreuung im Überblick:

- Unterstützung bei der Gefährdungsbeurteilung (Beurteilung der Arbeitsbedingungen)
- Unterstützung bei grundlegenden Maßnahmen der Arbeitsgestaltung – Verhältnisprävention
- Unterstützung bei grundlegenden Maßnahmen der Arbeitsgestaltung – Verhaltensprävention
- Unterstützung bei der Schaffung einer geeigneten Organisation und Integration in die Führungstätigkeit
- Untersuchung nach Ereignissen
- Allgemeine Beratung von Arbeitgebern und Führungskräften, betrieblichen Interessenvertretungen, Beschäftigten
- Erstellung von Dokumentationen, Erfüllung von Meldepflichten
- Mitwirken in betrieblichen Besprechungen
- Selbstorganisation

Die **betriebsspezifische Betreuung** trägt den speziellen Erfordernissen des jeweiligen Betriebes Rechnung, wie sie zum Beispiel aus seiner Art und Größe sowie aus den sonstigen betrieblichen Gegebenheiten hervorgehen. Die zu erbringenden Unterstützungsleistungen der Betriebsärzte und Fachkräfte für Arbeitssicherheit setzen

auf den Basisleistungen der Grundbetreuung auf und ergänzen sie um die betriebsspezifisch entweder dauerhaft oder temporär erforderlichen Betreuungsleistungen. Für die betriebsspezifische Betreuung sind keine festen Einsatzzeiten vorgesehen, sondern in Anlage 2 der DGUV Vorschrift 2 verbindlich aufgeführte und im Anhang 4 der Vorschrift erläutert 16 Aufgabenfelder vorgegeben. Diese werden vom Unternehmer auf deren betriebliche Relevanz geprüft. Der notwendige Personalaufwand zur Erledigung der Aufgaben wird festgelegt und die Betreuungsleistungen mit Betriebsarzt und Fachkraft für Arbeitssicherheit schriftlich vereinbart. Hierbei sind Mitbestimmungsrechte der betrieblichen Interessenvertretung zu beachten.

Die Aufgabenfelder der betriebsspezifischen Betreuung im Überblick:

- Regelmäßig vorliegende betriebsspezifische Unfall- und Gesundheitsgefahren, Erfordernisse zur menschengerechten Arbeitsgestaltung
  (8 Aufgabenfelder, in der Regel dauerhaft)
- Betriebliche Veränderungen in den Arbeitsbedingungen und in der Organisation
  (5 Aufgabenfelder, in der Regel temporär)
- Externe Entwicklung mit spezifischem Einfluss auf die betriebliche Situation
  (2 Aufgabenfelder, in der Regel temporär)
- Betriebliche Aktionen, Programme und Maßnahmen
  (1 Aufgabenfeld, in der Regel temporär)

5.4 Unterstützungsmaßnahmen

Um die Akteure bei der Anwendung der DGUV Vorschrift 2 zu unterstützen, haben DGUV und Unfallversicherungsträger umfangreiche Unterstützungsmaßnahmen entwickelt. Die von der DGUV zur Verfügung gestellten Umsetzungshilfen stehen auf der Seite www.dguv.de (Webcode: d106697) zur Verfügung:

- Hintergründe und Inhalte der Reform werden in der Handlungshilfe "DGUV Vorschrift 2 - Hintergrundinformationen für die Beratungspraxis" ausführlich beschrieben.
- Antworten zu häufig gestellte Fragen zur Anwendung der DGUV Vorschrift 2 werden in einem FAQ-Katalog aufgeführt.
- Die Handlungshilfe "Betriebliche Anwendungsbeispiele zur Umsetzung der DGUV Vorschrift 2" beschreibt die Umsetzung der Regelbetreuung nach DGUV Vorschrift 2 für Betriebe mit mehr als 10 Beschäftigten in fünf Betrieben unterschiedlicher Größe und Branchen sowie in einer Kommune.
- E-Learning-Programm

5.5 Aufgaben und Vorgehensweisen im Betrieb

Die inhaltlichen Vorgaben der DGUV Vorschrift 2 geben, wie dargelegt, zahlreiche Ansatzpunkte zu betrieblichen Initiativen und Handlungspotenzialen in Sachen Arbeitsschutz. Ein weiteres Anliegen der Vorschrift ist es, die Zusammenarbeit der betrieblichen Arbeitsschutzakteure anzuregen und zu fördern. Hierzu gibt die Betrachtung der betrieblichen Vorgehensweise zur Anwendung der Vorschrift Aufschluss.

Die Umsetzung der Vorschrift erfordert einerseits die Aufteilung der Einsatzzeit der Grundbetreuung auf Betriebsarzt und Fachkraft für Arbeitssicherheit und andererseits die Ermittlung und Aufteilung der betriebsspezifischen Betreuungsleistungen. Dabei ist immer ist von der Betrachtung der einzelnen Aufgabenfelder auszugehen, um die Unterstützungs- und Beratungspotenziale der beiden Akteure optimal einsetzen zu können. Die erforderlichen Personalressourcen werden somit leistungsbezogen bestimmt und nicht umgekehrt erst Ressourcen (Einsatzzeiten) festgelegt und dann die Leistungen konkretisiert.

Die Vorschrift fordert, dass der Unternehmer die Aufgaben der Betriebsärzte und Fachkräfte entsprechend den betrieblichen Erfordernissen unter Mitwirkung der betrieblichen Interessenvertretung ermittelt, aufteilt und mit Betriebsarzt und Fachkraft schriftlich vereinbart. Betriebsärzte und Fachkräfte sollten nach Möglichkeit zunächst gemeinsam die zu bearbeitenden Aufgabenfelder vor dem Hintergrund der betrieblichen Situation analysieren und Unternehmer und betrieblicher Interessenvertretung einen abgestimmten Vorschlag zur Umsetzung der Vorschrift unterbreiten. Letztlich unterliegen die Festlegungen der dem Betrieb durch die Vorschrift übertragenen Ausgestaltungsspielräume der Mitbestimmung durch die betriebliche Interessenvertretung. Im Sinne eines funktionierenden Arbeitsschutzes ist es angezeigt, dass sich alle beteiligten Akteure rechtzeitig zusammensetzen, um einvernehmlich eine Lösung zur optimalen Umsetzung der Vorschrift finden.

Bereits vor dem In-Kraft-Treten der Vorschrift hat die DGUV die betriebliche Anwendung der Vorschrift in einem Pilotprojekt erprobt. In fünf Betrieben unterschiedlicher Größe und Branchen sowie einer Kommune wurde die Umsetzung der Vorschrift vor Ort begleitet. Aus diesen Anwendungsbeispielen ergab sich die Erkenntnis, dass die Vorschrift dann besonders erfolgreich umgesetzt werden kann, wenn zum Beispiel

- rechtzeitig festgelegt wird, wer die Federführung für die Umsetzung übernimmt und sich auf ein systematisches Vorgehen geeinigt wird,
- systematisch zusammengestellt wird, was der Betrieb bisher im Arbeitsschutz getan hat und wie er dabei vorgegangen ist,
- eine möglichst breite (und inhaltliche) Beteiligung aller betroffenen betrieblichen Arbeitsschutzakteure erfolgt,

- eine Selbstreflexion von Betriebsärzten uns Fachkräften für Arbeitssicherheit über das eigene Handeln vorliegt: Tun wir die richtigen Dinge? Tun wir die Dinge richtig? und
- eine konstruktive Kooperation aller am Prozess beteiligten Akteure vorhanden ist.

5.6 Die Vorteile der reformierten Regelbetreuung

- Die Betriebe bekommen mehr Spielraum. Durch die erforderliche Diskussion werden sich alle betrieblichen Arbeitsschutzakteure intensiver mit den Arbeitsschutzthemen inhaltlich auseinandersetzen. Die Zusammenarbeit von Betriebsarzt und Fachkraft für Arbeitssicherheit wird gefördert.
- Die Regelungen der DGUV Vorschrift 2 gelten für alle Unternehmen einheitlich – ganz gleich bei welcher Berufsgenossenschaft oder bei welcher Unfallkasse sie letztlich versichert sind. Damit ist die Neuregelung gerechter, weil sie gleiche Ansprüche an alle stellt.
- Das neue System berücksichtigt, dass ein Betrieb nicht identisch mit dem anderen ist – auch wenn es sich scheinbar um identische Betriebe handelt. Die individuelle Gefährdungssituation jedes einzelnen Betriebes findet Berücksichtigung.
- Die Vorschrift schafft für alle Beteiligten mehr Transparenz, indem die zu erbringenden Leistungen genannt werden und damit nachvollziehbar sind.
- Die in der Vorschrift aufgeführten Aufgaben- und Leistungskataloge fördern eine systematische Betrachtung des betrieblichen Arbeitsschutzes: Tun wir die Richtigen Dinge? Setzen wir die richtigen Prioritäten?
- Die Aufgaben- und Leistungskataloge geben Anlass zur Beschäftigung mit bisher wenig beachteten Themenfeldern (z.B. demografischer Wandel und demografieorientierte Personalpolitik, psychische Fehlbeanspruchungen).

5.7 Erstes Fazit und Ausblick

Der neue Weg der Regelbetreuung größerer und großer Betriebe, öffentlicher Verwaltungen und Bildungseinrichtungen bedeutet naturgemäß ein Umdenken bei der betriebsärztlichen und sicherheitstechnischen Betreuung. Die Neuregelung enthält Elemente, die der Eine oder Andere im Zuge der Entwicklung auch kritisch gesehen hat, für deren Umsetzung weiterhin praxiserprobte Maßnahmen optimiert werden müssen und die sich in der Praxis letztlich auch bewähren müssen. Nach Jahren der intensiven Diskussion und des Austausches von unterschiedlichen Standpunkten der Beteiligten sollte der neuen Regelung jetzt eine Chance in der Praxis gegeben werden.

Betrieben, öffentliche Verwaltungen und Bildungseinrichtungen wurde in 2011 ein Spielraum zur Einstellung auf die Inhalte der neuen Regelungen eingeräumt, um die Betreuungsmaßnahmen an die neuen Vorgaben der DGUV Vorschrift 2 anpassen zu können. Die Aufsichtsdienste der Unfallversicherungsträger und der Länder haben deshalb im Jahr 2011 die praxisgerechte Umsetzung der DGUV Vorschrift 2 in den Betrieben, Verwaltungen und Bildungseinrichtungen nachhaltig unterstützt, in dem sie den Schwerpunkt auf die Beratung und Unterstützung beim Übergang zu den Neuregelungen legten. Dieses Vorgehen hat die Nationale Arbeitsschutzkonferenz (NAK) in ihrer Sitzung im November 2010 einstimmig beschlossen. Weiterhin konnten bundesweit in zahlreichen Informationsveranstaltungen sich die betrieblichen Arbeitsschutzakteure über die neuen Regelungen informieren und ersten Erfahrungen mit der Anwendung der Vorschrift austauschen.

Schließlich haben sich BMAS, Länder und DGUV dahingehend verständigt, die Anwendung der reformierten Vorschrift im Rahmen einer über drei Jahre laufenden Evaluation zu begleiten, um gegebenenfalls erforderliche Nachsteuerungen vornehmen zu können.

5.8 Literatur

Rentrop, Manfred / Strothotte, Gerhard (2010): Reform der Unfallverhütungsvorschrift „Betriebsärzte und Fachkräfte für Arbeitssicherheit“.
In: DGUV Forum, 5, S. 10-11

Strothotte, Gerhard (2010): DGUV Vorschrift 2: Die Entwicklung zur DGUV Vorschrift 2. In: DGUV Forum, 5, S. 12-15

Rentrop, Manfred / Strothotte, Gerhard (2011): DGUV Vorschrift 2: Fortentwicklung der betriebsärztlichen und sicherheitstechnischen Betreuung.
In: DGUV Forum, 1/2, S. 12-17

Bell, Frank (2011): Die neue betriebsärztliche und sicherheitstechnische Regelbetreuung nach der DGUV Vorschrift 2. In: ASU protect, 1, S. 10-11

Abb. 5.3 Dr. Frank Bell von der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung bei seinem Referat über die Neuregelungen bei der Betreuung von Betrieben im Bereich von Sicherheit und Gesundheit

Abb. 5.4 Das Referat wurde durch eine Reihe von Beiträgen der rund 40 teilnehmenden Fachleute aus der betrieblichen Praxis angereichert

6 Sicherheit von Großveranstaltungen – Zum Stand der Technik aus Sicht der operativen Gefahrenabwehr (JÖRG SCHMIDT)

70. Sicherheitswissenschaftliches Kolloquium am 12. April 2011 in Wuppertal

Dr. Jörg Schmidt
Stabsstelle Städtisches Krisenmanagement & Bevölkerungsschutz
der Stadt Köln, Köln

Die vollständige Folienpräsentation des Eingangsreferats von Herrn Dr. Jörg Schmidt befindet sich in Anhang 1.

Der Oberbürgermeister — Stadt Köln

AGBF/vfdb-Richtlinie 3-3

Einsatzplanung Großveranstaltungen

Ergebnisse des AGBF-vfdb-Arbeitskreises 2007 -2009

Dr. rer. nat. Jörg Schmidt
Leiter der Stabsstelle
„Städt. Krisenmanagement“

Berufsfeuerwehr — 37/4 Städtisches Krisenmanagement und Bevölkerungsschutz

Abb. 6.1 Veranstalter Prof. Dr. Ralf Pieper bei der Begrüßung von Dr. Jörg Schmidt beim 70. Sicherheitswissenschaftliches Kolloquium am 12. April 2011 in Wuppertal

Abb. 6.2 Aufgrund der Beteiligung von rund 50 Fachleuten wurde das Sicherheitswissenschaftliche Kolloquium wieder parallel in einen zweiten Veranstaltungsraum im Institut ASER übertragen

7 Kriterien für die Beurteilung von Gefährdungen durch technische Anlagen (ULRICH HAUPTMANNS)

71. Sicherheitswissenschaftliches Kolloquium am 10. Mai 2011 in Wuppertal

Prof., Dr.-Ing., Dr. h.c. Ulrich Hauptmanns
Berater für Prozess- und Anlagensicherheit, Schönebeck (Elbe)
(ehem. Leiter des Instituts für Apparate- und Umwelttechnik (IAUT)
der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Magdeburg)

7.1 Problemstellung

Das Konzept der überwachungsbedürftigen Anlagen ist historisch gewachsen. Dies hat zur Folge, dass Anlagen als überwachungsbedürftig gelten, die heutzutage kaum noch genutzt werden wie Acetylenanlagen oder Calciumcarbidlager. Andererseits haben in der Zwischenzeit Anlagentypen an Bedeutung gewonnen, z.B. Biogas- und Windkraftanlagen, deren Gefahrenpotential durchaus mit dem bisheriger überwachungsbedürftiger Anlagen vergleichbar ist.

Grund genug, Vorgehensweisen zu erarbeiten, die es erlauben, das Gefahrenpotential unterschiedlicher technischer Anlagen miteinander zu vergleichen und Kriterien für deren Einstufung zu entwickeln. Dies erfolgte in [1] und [2]. Dabei waren wichtige Randbedingungen, dass einfache Methoden angewandt werden und detaillierte anlagentechnische Untersuchungen nicht notwendig sein sollten. Vorgehensweise und Ergebnisse werden nachfolgend auszugsweise und verkürzt dargestellt. Hierbei wird weitgehend auf [3] zurückgegriffen, wobei allerdings die Darstellung um Ergebnisse aus [2] erweitert wird.

Ein wichtiger Mechanismus für die Schädigung von Mensch, Umwelt und Sachgütern aus Bau oder Betrieb einer technischen Anlage ist die Freisetzung von Energie mit einer nachfolgenden Exposition. Folgende Formen der Energiefreisetzung können dabei im Wesentlichen unterschieden werden:

- Freisetzung gespeicherter Druckenergie (z.B. komprimiertes Gas),
- Freisetzung bei Zustandsänderung eines druckverflüssigten Gases (z.B. Entspannungsverdampfung),
- Freisetzung gebundener chemischer Energie (z.B. Sprengstoff, brennbares Gas oder Flüssigkeit, Zersetzung),
- Freisetzung durch schnelle Oberflächenreaktion (z.B. Staubexplosion, Dampfexplosion, Aerosole),
- Umwandlung potentieller in kinetische und letztlich in Verformungsenergie (z.B. fallender Gegenstand, sich plötzlich entspannende Feder),
- Umwandlung kinetischer Energie in Verformungsenergie (Abbremsung bewegter Objekte, z.B. Fahrzeug, Wasserstrahl, Rotorflügel einer Windkraftanlage).

Inwieweit Schutzmaßnahmen vorzusehen sind, wird im Allgemeinen aufgrund des Gefahrenpotentials festgelegt, das in vielen Fällen mit dem vorhandenen Inventar an Energie verknüpft ist. Dabei spielt insbesondere der Schutz unbeteiligter Dritter eine Rolle. Ausnahmen sind Aufzüge, Fahrtreppen und Krananlagen, bei denen das energetische Gefahrenpotential geringer ist, aber Dritte sich als Nutzer in großer Nähe zur Gefahrenquelle befinden und mit der gesamten Energie beaufschlagt werden können. Deshalb wird die zeitliche Entwicklung der Unfallzahlen von Aufzügen mit dem Räuber-Beute Modell untersucht.

Zukunftsweisend ist die Einstufung technischer Anlagen gemäß ihrem Risiko. Aufgrund dessen wird der risikobasierte Ansatz am Beispiel einer Biogasanlage vorgeführt.

Letztendlich sind für die lebenszeitliche Aufrechterhaltung des sicheren Betriebs technischer Anlagen Funktionsprüfung und Instandhaltung von wesentlicher Bedeutung. Auswirkungen von Mängeln in diesem Bereich werden ebenfalls behandelt.

Die Beurteilung, ob eine bestimmte Belastung zulässig ist oder nicht, erfolgt in der Regel durch Vergleich mit Grenzwerten. Tabelle 7.1 gibt dazu einen Überblick.

Es ist offensichtlich, dass man einige der Energieformen ohne Schwierigkeiten auf einen gemeinsamen Nenner bringen kann. Dies gilt allerdings nur dann, wenn die Auswirkungsart vergleichbar ist. Beispielsweise führt die Freisetzung eines komprimierten Gases oder eines druckverflüssigten Gases zu einer Druckwelle und zum Trümmerwurf. Die Auswirkungen unterscheiden sich aber von denen der Wärmestrahlung. Daher wird als gemeinsame Bezugsgröße, soweit möglich, die Probit-Beziehung und die damit verbundene Schadenseintrittswahrscheinlichkeit (vgl. [4]) gewählt. Diese werden im nachfolgen Abschnitt kurz dargestellt.

Tab. 7.1 Grenzwerte für Belastungen des Menschen aus verschiedenen Energieformen (aus [5]) (fett gedruckt: die in [5] zur Benutzung vorgeschlagenen Grenzwerte)

Schaden-verursachender Faktor	**Grenzwert**	**Beurteilung nach StörfallV**
Explosionsdruck	1,85 bar (Lungenriss)	§2 Nr. 4a StörfallV Leben von Menschen bedroht Schwerwiegende Gesundheitsbeeinträchtigung (Irreversible Schäden) - ein Mensch genügt -
Wärmestrahlung	10,5 kW/m^2 (Tödliche Verbrennung in 40s)	
Explosionsdruck	0,175 bar (Trommelfellriss)	Anzahl der betroffenen Menschen - klein ↓ - groß
Wärmestrahlung	2,9 kW/m^2 (Schmerzgrenze nach 30s)	
Explosionsdruck	**0,1 bar (Zerstörung gemauerter Wände)**	§2 Nr. 4b StörfallV Gesundheitsbeeinträchtigung einer großen Anzahl von Menschen (Reversible Schäden)
Wärmestrahlung	**1,6 kW/m^2 (nachteilige Wirkung)**	
Explosionsdruck	0,003 bar (lauter Knall)	Belästigung
Wärmestrahlung	1,3 kW/m^2 (maximale Sonneneinstrahlung)	

7.2 Probitbeziehungen

Eine Probit („probability unit")-Beziehung erlaubt es, zu ermitteln, mit welcher Wahrscheinlichkeit eine bestimmte Folge, z.B. Tod, aufgrund eines verursachenden Agens (kausativer Faktor), z.B. Druckbelastung, zu erwarten ist. Beispielsweise erhält man für Strukturschäden an Rahmenstrukturen

$$Y = -23,8 + 2,92 \cdot \ln p_s \qquad (1)$$

wobei ρ_s der Spitzenüberdruck ist. Die Probit-Beziehungen sind so formuliert, dass sie den Wert Y = 5 für eine Schadenswahrscheinlichkeit von 0,5 annehmen. Die Schadenswahrscheinlichkeit ergibt sich dabei aus

$$P_{Schaden} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{Y-5} \exp\left(-\frac{x^2}{2}\right) dx = \phi\,(Y-5) \qquad (2)$$

In Gl. (2) ist ϕ die Standardnormalverteilung (vgl. [6]).

Die Erfahrung zeigt, dass der schadensverursachende Faktor oftmals durch eine logarithmische Normalverteilung dargestellt werden kann. Deshalb erhält man:

$$Y = k_1 + k_2 \cdot \ln x \tag{3}$$

In Gl. (3) ist x der schadensverursachende Faktor, z.B. die Spitzenüberdruck einer Druckwelle ρ_s, und Y der zugehörige Probit-Wert. Um die entsprechende Wahrscheinlichkeit zu ermitteln, setzt man Gl. (3) in Gl. (2) ein. Tabelle 7.2 gibt einen Überblick über Probit-Gleichungen.

Tab. 7.2 Probit-Gleichungen für Belastungen aus verschiedenen Energieformen ([4], [7])

Nr.	Schadensart	Probit-Gleichung
(1)	Strukturschäden bei Rahmenstrukturen	$Y = -23,8 + 2,92 \cdot \ln p_s$
(2)	Platzen des Trommelfells	$Y = -15,6 + 1,93 \cdot \ln p_s$
(3)		$Y = -12,6 + 1,524 \cdot \ln p_s$
(4)	Tod aufgrund eines Lungenödems	$Y = -77,1 + 6,91 \cdot \ln p_s$
(5)	Tod durch Aufprall (Körpertranslation)	$Y = -46,1 + 4,82 \cdot \ln J$
(6)	Verletzungen durch Aufprall	$Y = -39,1 + 4,45 \cdot \ln J$
(7)	Verletzungen durch herumfliegende Bruchstücke	$Y = -27,1 + 4,26 \cdot \ln J$
(8)	Glasbruch	$Y = -18,1 + 2,79 \cdot \ln J$
(9)	Tod durch Wärmeenergie	$Y = -14,9 + 2,56 \cdot \ln\left(t_e \cdot q''^{4/3} \cdot 10^{-4}\right)$
(10)	Tod durch Wärmeenergie (ungeschützt durch Kleidung)	$Y = -36,38 + 2,65 \cdot \ln\left(t_e \cdot q''^{4/3}\right)$
(11)	Tod durch Wärmeenergie (geschützt durch Kleidung)	$Y = -37,23 + 2,56 \cdot \ln\left(t_e \cdot q''^{4/3}\right)$
(12)	Verbrennungen ersten Grades	$Y = -39,83 + 3,02 \cdot \ln\left(t_e \cdot q''^{4/3}\right)$
(13)	Verbrennungen zweiten Grades	$Y = -43,14 + 3,02 \cdot \ln\left(t_e \cdot q''^{4/3}\right)$

p_s – Spitzenüberdruck in N/m^2; J – Impuls in Ns/m^2; t_e – Bestrahlungsdauer in s; q“ – Strahlungsintensität in W/m^2

Abbildung 7.1 zeigt den Verlauf der Wahrscheinlichkeit für Schädigungen aufgrund von Druckbelastungen, wie er sich aus Anwendung von Probit-Gleichungen ergibt.

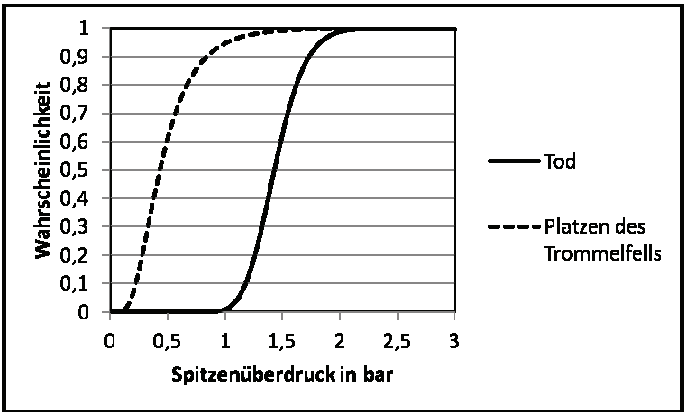


Abb. 7.1 Graphische Darstellung der Wahrscheinlichkeiten gemäß Gl. (2) auf Grundlage von Nr. (4) und Nr. (2) aus Tabelle 7.2

7.3 Berechnung der Auswirkung von Energiefreisetzungen

Zum Vergleich der Auswirkungen von Energiefreisetzungen, beispielsweise durch die Entspannung eines druckgelagerten Gases oder die Explosion eines explosiblen Stoffes, müssen diese auf eine gemeinsame Bezugsgröße bezogen werden.

Dabei bilden Erkenntnisse über die Wirkung von Explosivstoffen die Grundlage. Viele der anzuwendenden Korrelationen fußen auf der Wirkung der Explosion von TNT (Trinitrotoluol). Wesentlicher Unterschied der Explosion eines Sprengstoffes gegenüber der Explosion eines entflammbaren Gases ist die Brisanz. Sie kommt in einer besonders kurzen Druckwelle zum Ausdruck. Dies gilt auch für TNT. Trotz dieses Unterschiedes ist das TNT-Äquivalent die am häufigsten verwendete Methode zur Abschätzung von Explosionswirkungen. Für das Äquivalent werden Werte zwischen 4.190 kJ/kg und 4.650 kJ/kg angegeben (vgl. [8]). Hier wird der Wert 4.650 kJ/kg TNT zugrunde gelegt. Er dient dazu, die bei einer Explosion freigesetzte Energie in die entsprechenden Masse an TNT umzurechnen. Dem Unterschied zwischen der Explosion eines Sprengstoffs und eines brennbaren Gases trägt man durch einen Wirkungsgrad < 1 Rechnung.

Ein wesentlicher Parameter zur Beschreibung von Explosionswirkungen ist der Spitzenüberdruck. Er wird in Abbildung 7.2 in Abhängigkeit von Abstand vom Explosionszentrum und äquivalenter Masse gezeigt.

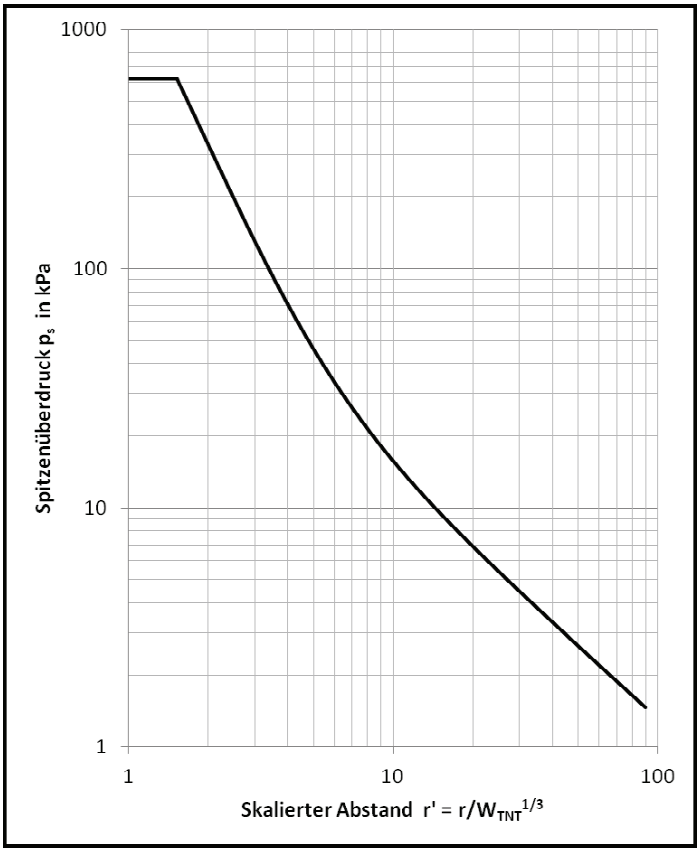


Abb. 7.2 Spitzenüberdruck als Funktion des skalierten Abstands (sogenannte Marshall-Kurve) in kPa (Anmerkung: da die Kurve für Drücke oberhalb 6,2 bar (620 kPa) nicht definiert ist, wird in dem entsprechenden Bereich skalierter Abstände der Druck auf 6,2 bar festgelegt; bezüglich der Todeswahrscheinlichkeit macht dies keinen Unterschied, da diese bei 6,2 bar bereits gleich 1 ist)

7.4 Ermittlung von Energieeinhalten

Komprimierte Gase

Bei der Verdichtung eines Gases wird Energie zugeführt, um den Druck zu erhöhen. Wird der Druck nach der Verdichtung aufrechterhalten, so ist diese Energie innerhalb der Umschließung des Gases gespeichert. Zur Ermittlung des physikalischen Energieinhaltes bei idealen Gasen werden verschiedene Beziehungen genutzt (vgl. [4], [9]).

Druckverflüssigte Gase

Der Energieinhalt einer Umschließung mit druckverflüssigten Gas ist durch seine innere Energie, u(T,v), bestimmt. Die entsprechenden Werte müssen Tabellen entnommen werden. Diese enthalten zumeist nur Angaben zur Enthalpie, h(T,v), so dass die Umrechnung von Enthalpie zu innerer Energie vorgenommen werden muss (vgl. [10]).

Im Falle eines druckverflüssigten Gases liegen stets eine Gasphase und eine Flüssigkeitsphase innerhalb der Umschließung vor. Die physikalische Energie, die bei einer Expansion frei wird, berechnet man üblicherweise unter der Annahme einer isentropen (adiabat reversiblen) Entspannung. In Wirklichkeit handelt es sich aber um einen irreversiblen Prozess. Allerdings trifft die Annahme der Adiabasie häufig zu, da oftmals äußerst schnelle Vorgänge zu behandeln sind, die keine Zeit für einen merklichen Austausch von Wärme mit der Umgebung bieten. Beispielsweise verläuft das katastrophale Versagen eines Druckbehälters in wenigen Hundert Millisekunden.

Einzelheiten zur Vorgehensweise findet man z.B. in [8].

Chemische Energie

Sind Stoffe reaktionsfähig mit dem Sauerstoff der Luft, so ist die chemische Energie, die umgesetzt wird, zur physikalischen (s.o.) zu addieren, um den Quellterm für die nachfolgende Druckwelle zu ermitteln. Außerdem ergibt sich eine Belastung der Umgebung durch Wärmestrahlung.

Die modellmäßige Behandlung einer Explosion erfolgt über das TNT-Äquivalent (vgl. Abschnitt 7.3), die Wärmestrahlung aus Gaswolkenfeuern („flash fire“) und Feuerbällen wird durch empirische Korrelationen für Feuerbälle beschrieben (vgl. [4]).

Ein Gaswolkenfeuer („flash fire“) oder ein Feuerball tritt auf, wenn eine Dampfwolke infolge einer Freisetzung entsteht und sich entzündet, ohne dass es zu einem merklichen Druckanstieg kommt. Es handelt sich um Vorgänge mit langsamer Flammenausbreitung. Anderenfalls spricht man von einer Dampfwolkenexplosion.

Zu einer Explosion kommt es nur, wenn

- ein teilweiser Einschluss und/oder Hindernisse vorliegen,
- eine Freisetzung mit hoher Anfangsenergie (Strahl) erfolgt,
- die Wolke sich explosionsartig ausbreitet und/oder
- hohe Zündenergie vorliegt [9].

Folglich ist nicht mit der Entwicklung einer Explosion zu rechnen, wenn keine der Bedingungen erfüllt ist. Stattdessen kommt es, wie bereits erwähnt, zum Gaswolkenfeuer oder Feuerball. Die Abgrenzung zwischen beiden ist in der Literatur nicht streng; dies gilt auch für beobachtete Ereignisse. Beim Gaswolkenfeuer breitet sich die Flamme langsam in der Brennstoff-Luft Mischung aus; es wird kein merklicher Überdruck (weniger als 1 mbar) erzeugt. Ein Feuerball wird in der Regel im Zusammenhang mit einem BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapour Cloud Explosion; vgl. [9]) erwartet. Bei ihm wird die Energie im Wesentlichen als Wärme abgestrahlt. Im Kern des Feuerballs befindet sich vor allem Brennstoff, während in der äußeren Zone eine Brennstoff-Luft Mischung vorliegt. Dort findet dann auch die Zündung statt. Durch Erhitzung infolge Verbrennung nimmt der Auftrieb zu und der Feuerball hebt ab.

Wesentlich für die Abschätzung der Folgen eines Brandes ist die Abstrahldichte („surface emissive power“, SEP), falls das zu schützende Objekt nicht bereits innerhalb der Wolke verbrennt. Bei Gaswolkenfeuern wurde eine Abstrahldichte (SEP) von 173 kW/m^2 gewählt, während bei Feuerbällen 350 kW/m^2 zugrundegelegt werden. Vergleichsrechnungen mit einem Modell für Gaswolkenfeuer (vgl. [9]) zeigen, dass auf diese Weise für ein Gaswolkenfeuer leicht konservative Ergebnisse erzielt werden.

Szenarien

Es ist zu beachten, dass eine Zündung nur mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit auftritt, so dass es auch bei der Freisetzung der physikalischen Energie bleiben kann. Die unterschiedlichen denkbaren Folgen der Freisetzung eines brennbaren Stoffes werden mit gewissen Wahrscheinlichkeiten erwartet. Mögliche Verzweigungen und ihre Eintrittswahrscheinlichkeiten werden üblicherweise in einem Ereignisablaufdiagramm dargestellt (vgl. Abb. 7.3). Jeder Pfad im Diagramm stellt ein Szenario, d.h. eine mögliche Entwicklung der Zukunft dar.

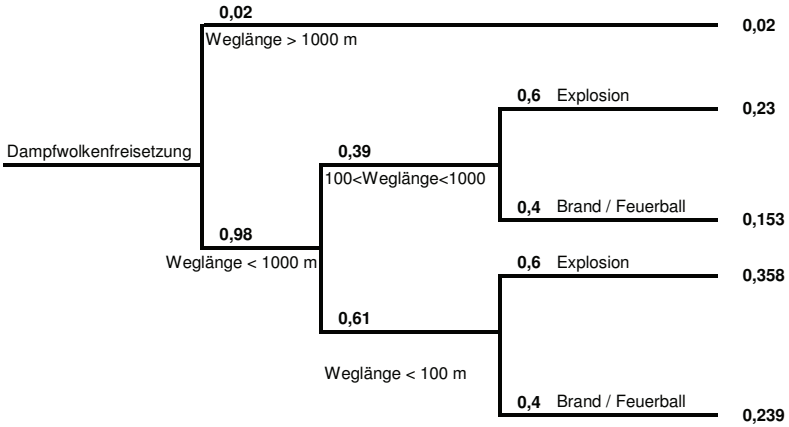


Abb. 7.3 Ereignisablaufdiagramm für die Freisetzung und Zündung einer Dampfwolke (entwickelt auf der Grundlage empirischer Beobachtungen, die in [4] wiedergegeben werden; Zahlenangaben neben den Pfaden sind Wahrscheinlichkeiten; bei einer Weglänge > 1.000 m wird angenommen, dass sich das Gas so weit verdünnt hat, dass die untere Zündgrenze unterschritten wird.)

Sprengstoffe

Eine besondere Form chemischer Energiefreisetzung mit nachfolgender Druckwelle findet bei Sprengstoffen statt. Sie benötigen nicht den Sauerstoff der Luft zur Oxidation, sondern beinhalten den für die Verbrennung benötigten Sauerstoff selbst. Somit können sie auch in Abwesenheit von Luft detonieren.

Explosionen von Sprengstoffen sind gekennzeichnet durch eine große Energiefreisetzungsrate und hohe Brisanz. Die Druckwelle ist im Gegensatz zu Explosionen entflammbarer Gase von sehr kurzer Dauer. Daraus ergibt sich eine Schwäche der Verwendung des TNT-Äquivalents für die Behandlung entflammbarer Gase.

Die Explosionsenergie von Sprengstoffen kann auf der Grundlage thermodynamischer Beziehungen ermittelt werden (vgl. [4]). In der Regel werden jedoch Messwerte benutzt.

Maßgeblich für die Stärke der Druckwelle bei der Explosion ist die Explosionsenergie. Sie ergibt sich aus der Differenz der inneren Energie des Sprengstoffs und seiner Reaktionsprodukte und stellt die Expansionsarbeit der sich bei der Explosion bildenden Gase dar.

Das TNT-Äquivalent wird auch zur Behandlung von Sprengstoffwirkungen herangezogen. Allerdings wird dann der Wirkungsgrad 1 anstelle von 0,2 für Dampfwolken verwandt.

Rotorblätter von Windkraftanlagen

Die Flugbahn eines Trümmerstücks wird auf der Grundlage von [11, 12] in zwei Dimensionen beschrieben. Dabei wird der sogenannte ballistische Bereich betrachtet; er ist dadurch charakterisiert, dass der Luftwiderstand proportional zum Quadrat der Fluggeschwindigkeit ist. Unterhalb dieses Bereiches kann man von linearer Abhängigkeit des Luftwiderstandes ausgehen; darüber, im Überschallbereich, gelten komplizierte Abhängigkeiten. Die meisten Trümmerstücke findet man allerdings im ballistischen Bereich [4]. Die zwei nicht linearen Differentialgleichungen, welche die Flugbahn beschreiben, werden analytisch gelöst. Stochastische Größen wie der Luftwiderstandskoeffizient, der Auftriebskoeffizient und der Abflugwinkel werden durch Wahrscheinlichkeitsverteilungen beschrieben, die entweder empirische Befunde wiedergeben oder ingenieurmäßig abgeschätzt wurden. Die Berücksichtigung der stochastischen Eigenschaften bei den Berechnungen erfolgt durch Anwendung der Monte-Carlo Methode (vgl. [13]).

7.5 Fallstudien

Nachfolgend werden einige der Bewertungen vorgestellt, die mit den vorangehend skizzierten Methoden vorgenommen wurden.

7.5.1 Versagen eines Dampfkessels

Die Druckwelle aus dem Versagen eines Dampfkessels wird ermittelt. Dabei wird angenommen, dass der Kessel 30% Dampf enthält. Sein Volumen beträgt 112 m^3; es herrscht ein Druck von 31,7 bar und eine Temperatur von 236,9 °C.

Der Verlauf von Druck und bedingter Todeswahrscheinlichkeit wird in Abbildung 7.4 gezeigt.

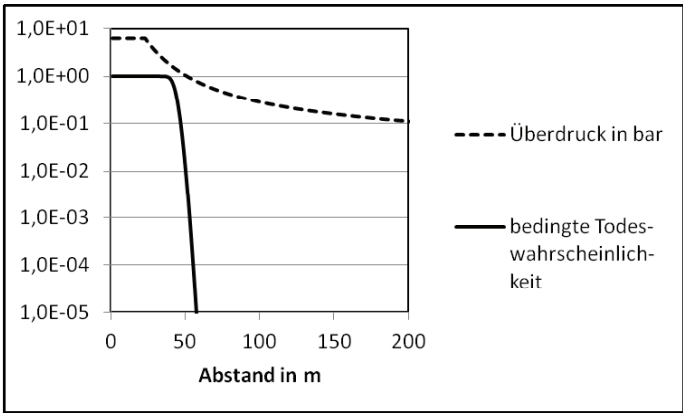


Abb. 7.4 Druckverlauf und bedingte Todeswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit vom Abstand für den Dampfkessel

Eine eingehendere Betrachtung müsste noch die Möglichkeit des Verbrühens in der näheren Umgebung einbeziehen.

7.5.2 Windkraftanlage

Eine Windkraftanlage mit 1 MW Nennleistung hat einen Rotordurchmesser von 54 m und eine Nabenhöhe von 70 m. Das Gewicht eines Flügels beträgt 3.000 kg, die Umdrehungszahl 22 min^{-1}. Die Querschnittsfläche des Rotorblatts betrage 2,5 m^2, seine Längsfläche 54 m^2. Der Rotor ist aus Epoxidharz gefertigt (ρ = 1,2 g/cm^3). Der Abriss soll beim Zweifachen der Umdrehungszahl erfolgen.

Die Abfluggeschwindigkeit (bezogen auf den Schwerpunkt des Blattes) beträgt $v_0 = 44/60 \cdot 54/4 \cdot 2 \cdot \pi = 62{,}2 \cdot m/s$. Man erhält die

- kinetische Energie: $E_{kin,0} = 3.000/2 \cdot v_0^2 = 5{,}8$ MJ $\cong$ 1,2 kg TNT
- maximale potentielle Energie: $E_{pot,0} = 3.000 \cdot 9.81 \cdot 97 = 2{,}9$ MJ $\cong$ 0,6 kg TNT

Angesichts des Ausmaßes an Energie ist beim Auftreffen des Rotorblattes auf eine Person von deren sofortigem Tod auszugehen. Die bedingte Todeswahrscheinlichkeit als Funktion des Abstands von der Turmmitte wird in Abbildung 7.5 gezeigt.

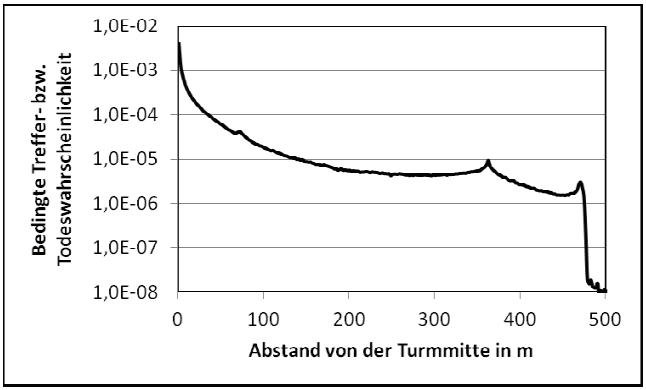


Abb. 7.5 Bedingte Todeswahrscheinlichkeit als Funktion des Abstands von der Windkraftanlage

7.5.3 Biogasanlage

In einer Biogasanlage werden 1.500 m^3 Gas gespeichert; es bestehe zu 70% aus Methan (Dichte 0,72 kg/m^3, Verbrennungsenthalpie 50.021,2 kJ/kg), das hier als einzige Komponente betrachtet wird, da aus ihm der wesentliche Energiebeitrag stammt.

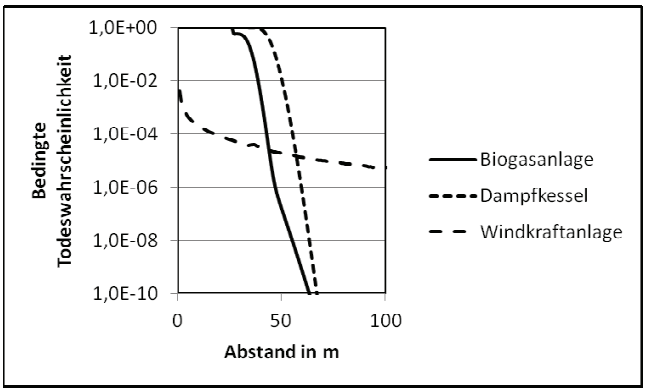


Abb. 7.6 Vergleich der bedingten Todeswahrscheinlichkeiten verschiedener Objekte in Abhängigkeit vom Abstand

Hier wird das Zusammenspiel von Explosion und Gaswolkenfeuer (wie oben erwähnt als Feuerball behandelt) gemäß dem Ereignisablaufdiagramm der Abbildung 7.3 betrachtet. Man entnimmt diesem Bild, dass mit der Wahrscheinlichkeit von 0,6 eine Explosion und mit 0,4 ein Brand erwartet wird. Abbildung 7.6 zeigt die Todeswahrscheinlichkeit als Funktion des Abstands für das Zusammenwirken beider Schadensmechanismen gemeinsam mit den Ergebnissen der vorangehenden Fallstudien.

7.6 Risikobasierte Untersuchung für den Gasbehälter der Biogasanlage

Im Vorangehenden waren bedingte Todeswahrscheinlichkeiten berechnet worden, d.h. es wurde unterstellt, dass das auslösende Ereignis, z.B. Behälterversagen oder Abriss des Rotorblattes einer Windkraftanlage, mit Sicherheit eintritt. Zur risikobasierten Untersuchung gelangt man, wenn die erwartete Häufigkeit des auslösenden Ereignisses zusätzlich berücksichtigt wird. Das Versagen eines Behälters zur Lagerung von Gas unter Atmosphärendruck wird mit $50 \cdot 10^{-6}$ a^{-1} erwartet (vgl. [14]).

Die Rechnungen folgen dem Ereignisablaufdiagramm der Abbildung 7.3, in dem die Eintrittswahrscheinlichkeiten der Endpunkte mit der genannten Eintrittshäufigkeit des Behälterversagens zu multiplizieren sind.

Unterschiedliche Windrichtungen und damit auch Bewegungsrichtungen der Wolke werden durch eine Wahrscheinlichkeitsverteilung beschrieben, die charakteristisch für den jeweiligen Standort ist. Da hier kein spezieller Standort betrachtet wird, geht man davon aus, dass die Bewegungsrichtung (Azimutalwinkel φ) der Wolke gleichverteilt um den Behältermittelpunkt ist, d.h. der Wind bläst in jede Himmelsrichtung gleich häufig. Die in Abbildung 7.3 vorgesehene Möglichkeit des Wanderns der Wolke vor ihrer Zündung wird durch eine Gleichverteilung der Zündpunkte auf den angegeben Bereichen (< 100 m bzw. 100 m ≤ x ≤ 1.000 m, wobei x den Ort der Zündung bezeichnet) berücksichtigt. Dabei wird die Höhe der Wolke und ein eventuelles Aufsteigen während ihrer Bewegung (konservativerweise) vernachlässigt; es wird mithin von einer Zündung am Boden ausgegangen.

Die Rechnungen erfolgen mit der Monte-Carlo Methode (vgl. [13]), wobei 20.000 Spiele pro Windrichtung (der Kreis wurde in 100 Segmente eingeteilt) durchgeführt wurden. Das Ergebnis ist in Abbildung 7.7 dargestellt, in dem auch der Grenzwert des ortsbezogenen Todesrisikos (individuelles Todesrisiko für eine Person, die sich ganztägig an dem Ort befindet) aus den Niederlanden von 10^{-6} a^{-1} (vgl. [15]), dessen Verwendung hier empfohlen wird, eingetragen ist. Es ergibt sich ein Bereich von ca. 95 m, in dem der Grenzwert von 10^{-6} a^{-1} überschritten wird.

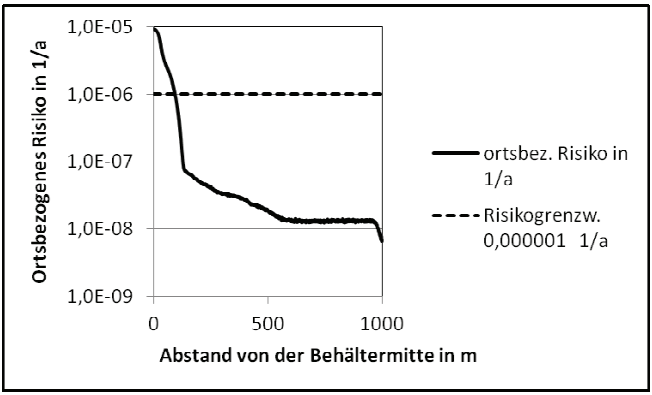


Abb. 7.7 Ortsbezogenes Gesamtrisiko mit stochastisch verteilten Zündorten und Bewegungsrichtungen der Wolke

7.7 Anwendung des Räuber-Beute Modells auf Aufzüge

Die Statistiken der Unfälle mit Aufzügen [16] und [17] geben Einzelheiten zum Unfallgeschehen. Nachfolgend werden diese für die wesentliche Gruppe Personen- und Lastenaufzüge (EN 81-1/2, TRA 200) mit Hilfe des Räuber-Beute Modells (vgl. [18]) ausgewertet, einem Modell, das vielfache Anwendungen hat und z.B. in [19] auf den Arbeitsschutz angewandt wird.

Grundlegend für die Anwendung ist eine Darstellung der Vorfälle im Verhältnis zur Anzahl der jährlichen Aufzugnutzungen. Letztere ist statistisch nicht zu erfassen und wird deshalb ersetzt durch die Anzahl an Aufzügen, die in den betrachteten Jahren in Betrieb waren. Das impliziert, dass in etwa dieselbe Zahl an Nutzungen pro Aufzug vorliegt. Abbildung 7.8 zeigt die zeitliche Entwicklung der Anzahl an Aufzügen der hier betrachteten Gruppe.

Ein Unfall ist ein stochastisches Ereignis, d.h. ein Ereignis, das sich mit einer bestimmten Häufigkeit ereignet, die nicht auf null abgesenkt werden kann. Der Wert dieser Häufigkeit hängt ab von der

- Qualität der technischen Auslegung der Aufzüge,
- Qualität und Häufigkeit regelmäßiger Prüfungen, bei denen Sicherheitsmängel wahrscheinlich erkannt und abgestellt werden,
- Qualität und Häufigkeit der Wartungsmaßnahmen und
- den Verhaltensweisen des Menschen.

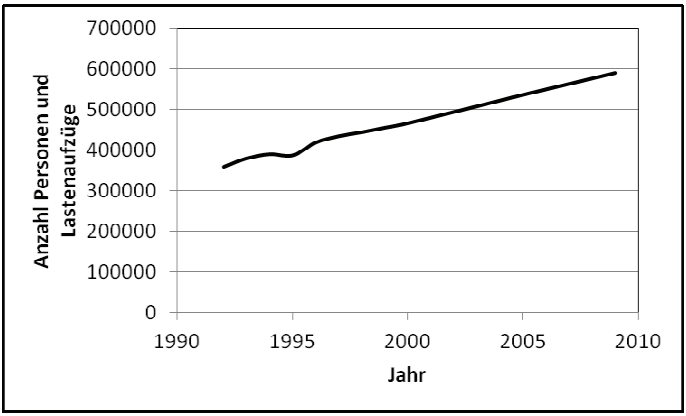


Abb. 7.8 Zeitliche Entwicklung der Anzahl von Aufzügen
(Personen und Lastenaufzüge)
Bemerkung: Zahlen ab 2000 expertenurteilgestützte Extrapolation

Als Beispiele menschlicher Verhaltensweisen, die zu Unfällen führen können, wären das Nichterkennen potentieller Gefahren, falsche Einschätzungen von Entfernungen und Geschwindigkeiten, Erregbarkeit, Nachlassen der Aufmerksamkeit, Unerfahrenheit oder Geistesabwesenheit zu nennen [4]. Blindes Vertrauen in die Technik könnte ebenfalls zum Unfall führen.

Die erreichbaren Werte von Unfallhäufigkeiten werden mithin bestimmt durch die Qualität der technischen Auslegung, den Aufwand an Wartung und Prüfung sowie die Verhaltensweisen der Menschen. Man kann dies zusammenfassen zu einer Kraft, welche die Unfallhäufigkeit nach unten drückt, und den Widerstand, der sich der Reduzierung entgegenstellt.

Die Kraft repräsentiert den Aufwand an technischer Sicherheit und an Wartungsmaßnahmen zu deren Aufrechterhaltung, der Widerstand die Häufigkeiten für den Ausfall technischer Komponenten und menschliche Fehler sowie die bedingten Wahrscheinlichkeiten dafür, dass sich daraus ein Unfall ergibt.

Dabei wird es umso schwieriger, den Widerstand zu überwinden, je geringer die bereits erreichte Unfallhäufigkeit ist. Denn je geringer diese ist, desto mehr unwahrscheinliche und schwieriger zu vermeidende Ereignisse, die bei größerer Häufigkeit nicht ins Gewicht fallen, sind zu bekämpfen.

Kraft und Widerstand werden durch das Räuber-Beute Modell beschrieben. Im vorliegenden Zusammenhang wird das Ziel verfolgt, festzustellen

- wo die unteren Grenzen der Unfallhäufigkeiten liegen,
- ob über den Betrachtungszeitraum Veränderungen von Tendenzen (in der Regel Sinken der Unfallzahlen) zu beobachten sind.

Das Modell führt auf die nachfolgende logistische Verteilung

$$N(t) = N^* - \frac{M}{1 + e^{-A \cdot t - B'}} \qquad (4)$$

Die Konstanten M, A und B' in Gl. (4) werden aus den beobachteten Unfallzahlen gewonnen; N*- M stellt dabei den asymptotischen, Sättigungs- oder Gleichgewichtswert dar ($t \to \infty$), der gleichzeitig die Grenze des Erreichbaren angibt.

Im Allgemeinen verbindet man ein Auslaufen der Kurve und ihre Fortsetzung auf einem niedrigeren oder höheren Niveau mit einem Paradigmenwechsel, d.h. einer grundlegenden Änderung der Verhältnisse. Als Beispiel kann man eine Veränderung in der Wartungsqualität und -häufigkeit einer technischen Einrichtung nennen.

Allerdings hat die Vorgehensweise auch Grenzen. Die Auswertung vermag Hinweise zu geben, Gründe kann man allenfalls durch eine detaillierte Untersuchung der Verhältnisse und Entwicklungen auffinden.

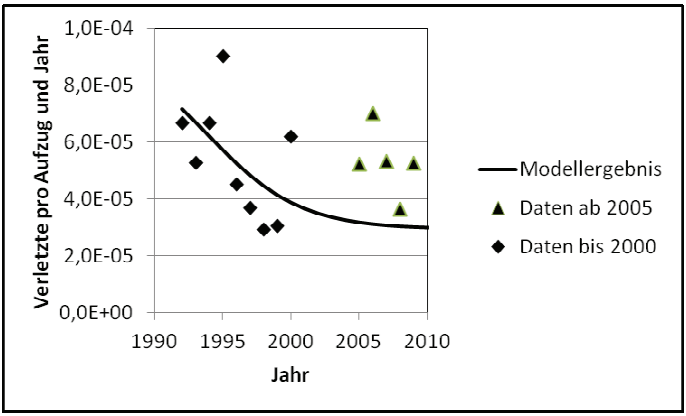


Abb. 7.9 Beobachtete Verletzungsraten und Modellergebnisse auf der Grundlage der Daten von 1992 bis 2000

Darüber hinaus sind noch weitere einschränkende Bemerkungen am Platze. Die Auswertung ist mit Unsicherheiten behaftet; Unsicherheiten, die unvermeidlich bei den zugrundeliegenden Daten vorliegen, schlagen auf das Ergebnis durch. Außerdem fußt die Anwendung des Modells auf der Annahme, dass es nicht im Widerspruch zu den Daten steht. Davon wird allerdings bei einer guten Anpassung an die obige Gleichung in der Regel ausgegangen.

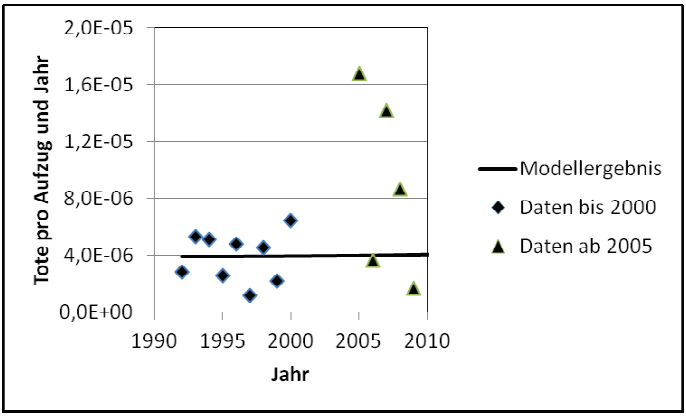


Abb. 7.10 Beobachtete Todesraten und Modellergebnisse auf der Grundlage der Daten von 1992 bis 2000

Die Auswertung der empirischen Unfalldaten wird in den Abbildungen 7.9 und 7.10 gezeigt. Die Interpretation der Ergebnisse wird unterstützt durch die Aufstellung in der Tabelle 7.3.

Tab. 7.3 Beobachtete Unfallraten und erwartete Werte aufgrund von Modellrechnungen, die auf den Beobachtungen aus den Jahren 1992 bis 2000 beruhen

	Mittelwert 1992 bis 2000	**Tatsächlicher Mittelwert 2005 bis 2009**	**Erwarteter Mittelwert 2005 bis 2009**	**Asymptotischer Wert auf Grundlage 1992 bis 2009**
Verletzte pro Aufzug und Jahr	$5{,}35 \cdot 10^{-5}$	$5{,}30 \cdot 10^{-5}$	$3{,}07 \cdot 10^{-5}$	$2{,}93 \cdot 10^{-5}$
Tote pro Aufzug und Jahr	$3{,}34 \cdot 10^{-6}$	$8{,}98 \cdot 10^{-6}$	$4{,}61 \cdot 10^{-6}$	$6{,}99 \cdot 10^{-6}$

Im Falle der Verletzten zeigt sich für die Jahre 1992 bis 2000 eine abfallende Tendenz. Diese würde bei einem Andauern der Verhältnisse (technische Auslegung, Prüfung, Wartung etc.) auf einen Grenzwert von $2{,}93 \cdot 10^{-5}$ a^{-1} führen. Der erwartete Mittelwert für die Jahre 2005 bis 2009 läge auf dieser Grundlage bei $3{,}07 \cdot 10^{-5}$ a^{-1}. Beobachtet wurde allerdings in diesem Zeitraum ein Wert von $5{,}30 \cdot 10^{-5}$ a^{-1}, der ca. 173% des erwarteten Wertes beträgt. Angesichts dieses großen Unterschiedes liegt es nahe, dass zwischen den beiden Zeiträumen ein Paradigmenwechsel stattgefunden hat, der sich negativ auf die Sicherheit auswirkt. Eine Analyse der technischen Gegebenheiten zur Verifizierung dieser statistischen Aussage ist angebracht.

Die Untersuchung der Todesfälle in den Jahren 1992 bis 2000 zeigt einen nahezu gleichbleibenden Verlauf (de facto einen ganz leichter Anstieg). Der Mittelwert beträgt dabei $3{,}34 \cdot 10^{-6}$ a^{-1}. Wegen des leichten Anstiegs ergibt sich für den Zeitraum 2005 bis 2009 ein erwarteter Mittelwert von $4{,}61 \cdot 10^{-6}$ a^{-1}. Dem gegenüber steht ein beobachteter Mittelwert im fraglichen Zeitraum von $8{,}98 \cdot 10^{-6}$ a^{-1}, der 194,8% des erwarteten beträgt. Auch dieses Ergebnis deutet auf den oben vermuteten Paradigmenwechsel hin. Der in den Jahren 1992 bis 2000 beobachtete leichte Anstieg der Todesrate sollte überdies auch noch eine nähere Betrachtung und daraus resultierend Verbesserung der damaligen Vorgehensweisen veranlassen, da seinetwegen ein asymptotischer Wert von $6{,}99 \cdot 10^{-6}$ a^{-1} zu erwarten steht.

7.8 Modellierung von Funktionsprüfungs- und Instandsetzungsvorgängen

Das Modell zur Beschreibung einer technischen Komponente in einem Bereitschaftssystem, deren Funktion in regelmäßigen Abständen geprüft wird, führt auf die sogenannte „Sägezahnkurve"; Abbildung 7.11 gibt ein Beispiel.

Der zugehörige über ein Zeitintervall gemittelte Wert, die zeitlich gemittelte Nichtverfügbarkeit, lautet

$$\bar{u} = 1 + \frac{1}{\lambda \cdot \theta} \cdot \left(\exp\left(-\lambda \cdot \theta\right) - 1 \right) \tag{5}$$

wobei λ die Ausfallrate ist.

Eine der wesentlichen Voraussetzungen des Modells ist, dass das Nichtfunktionieren der Komponente erkannt wird und, falls diese zwischen zwei Funktionsprüfungen ausgefallen ist, eine Instandsetzung durchgeführt wird. Es wird angenommen, dass diese so sorgfältig gemacht wird, dass die Komponente „so gut wie neu" ist.

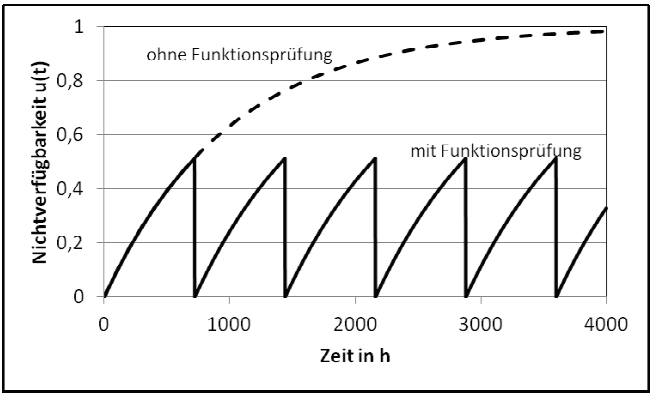


Abb. 7.11 Zeitlicher Verlauf der Nichtverfügbarkeit einer Komponente mit $\lambda = 1.000 \cdot 10^{-6}\ h^{-1}$ ohne Funktionsprüfung und mit Funktionsprüfung in Zeitabständen $\theta = 720$ h

Das voranstehend skizzierte Modell kann man natürlich auch zur Beschreibung eines gesamten sicherheitstechnischen Systems heranziehen.

Zum Stand der Sicherheitstechnik gehört die Anwendung des Konzepts der „Safety Integrity Levels“ (SIL), das während der 1990iger Jahre entwickelt wurde. Die SIL dienen der Bewertung des sicherheitstechnischen Systems, das alle zur Ausführung der sicherheitstechnischen Funktion erforderlichen Komponenten und Teilsysteme vom Sensor bis zum Aktor umfasst. In ihrer Spezialisierung durch die Normen [20]-[22] gelten sie für die Prozessindustrie. Der Grundgedanke besteht darin, das kontinuierliche Spektrum von Ausfallhäufigkeiten und Nichtverfügbarkeiten in eine Reihe von Intervallen zu unterteilen, wie sie aus Tabelle 7.4 für Bereitschaftssysteme zu entnehmen sind. Die Angaben der Tabelle gelten für Sicherheitssysteme (SRS: safety related systems).

Tab. 7.4 Sicherheits-Integritätslevel: Ausfallwahrscheinlichkeit bei Anforderung

Anforderungsbetriebsart (Bereitschaftssystem)	
Sicherheits-Integritätslevel (SIL)	Zielwert für die zeitlich gemittelte Ausfallwahrscheinlichkeit auf Anforderung (Nichtverfügbarkeit, PFD: „probability of failure on demand“)
4	$\geq 10^{-5}$ bis $<10^{-4}$
3	$\geq 10^{-4}$ bis $<10^{-3}$
2	$\geq 10^{-3}$ bis $<10^{-2}$
1	$\geq 10^{-2}$ bis $<10^{-1}$

Der Sicherheits-Integritätslevel, der der Genehmigung zugrunde lag, muss während der gesamten Lebenszeit einer Anlage aufrecht erhalten bleiben. Dies gelingt allerdings nur, wenn auch die Funktionsprüfungen und Instandsetzungen mit der notwendigen Verlässlichkeit durchgeführt werden.

Daraus sind Anforderungen bezüglich der Kenntnisse, Aus- und Weiterbildung für alle Personen, die mit irgendeiner Tätigkeit am Sicherheitslebenszyklus beteiligt sind, abzuleiten. Dies gilt also auch für das mit der Instandhaltung betraute Personal [23].

Des Weiteren sind beim Management der funktionalen Sicherheit u.a. periodische Audits der funktionalen Sicherheit vorgesehen, für welche folgende Punkte zu regeln sind [23]:

- Häufigkeit der Audits der Funktionalen Sicherheit;
- Beachtung des erforderlichen Unabhängigkeitsgrades der für die Audits Verantwortlichen;
- Dokumentation und nachfolgende Tätigkeiten.

Darüber hinaus muss der Plan für die Beurteilung der funktionalen Sicherheit Folgendes festlegen [23]:

- diejenigen Personen, die die Beurteilung der funktionalen Sicherheit ausführen;
- die Ergebnisse jeder Beurteilung der funktionalen Sicherheit;
- den Anwendungsbereich der Beurteilung der funktionalen Sicherheit;
- die hinzugezogenen Sicherheitsinstitutionen;
- die erforderlichen Ressourcen;
- den Unabhängigkeitsgrad derjenigen Personen, die die Beurteilung der funktionalen Sicherheit ausführen;
- die Kompetenz derjenigen Personen, die die Beurteilung der funktionalen Sicherheit in Bezug auf die Anwendung ausführen.

Die Abbildungen 7.12 und 7.13 zeigen, wie sich Fehler bei der Funktionsprüfung und der im Falle des Ausfalls des Systems notwendigen Instandsetzung auswirken. Die Darstellungen beziehen sich auf eine Betriebsdauer von 40 Jahren. Die Rechnungen wurden mit Hilfe der Monte-Carlo Methode mit 1.000.000 Spielen durchgeführt.

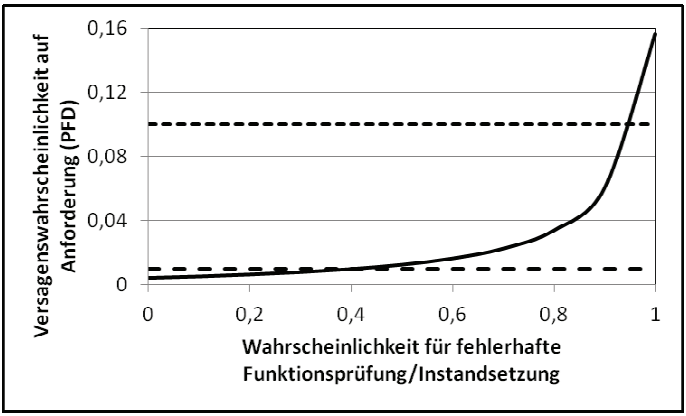


Abb. 7.12 Nichtverfügbarkeit der Sicherheitsfunktion (Ausfallrate λ_s = 0,000001 h^{-1}) bei jährlicher Funktionsprüfung in Abhängigkeit von der Wahrscheinlichkeit eines Fehlers bei Funktionsprüfung oder Instandsetzung (obere waagrechte Linie: Obergrenze SIL-1; untere waagrechte Linie: Obergrenze SIL-2)

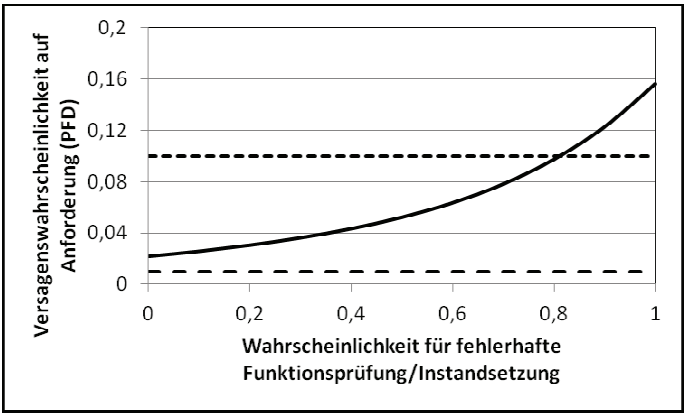


Abb. 7.13 Nichtverfügbarkeit der Sicherheitsfunktion (Ausfallrate λ_s = 0,000001 h^{-1}) bei fünfjährlicher Funktionsprüfung in Abhängigkeit von der Wahrscheinlichkeit eines Fehlers bei Funktionsprüfung oder Instandsetzung (obere waagrechte Linie: Obergrenze SIL-1; untere waagrechte Linie: Obergrenze SIL-2)

7.9 Lageranlagen

Lageranlagen für entzündliche, leicht- und hochentzündliche Flüssigkeiten sind gemäß BetrSichV [24] überwachungsbedürftig, wenn sie einen Gesamtrauminhalt von >10 m^3 haben. Die Eigenschaften der Flüssigkeiten, die für die Klassifizierung herangezogen werden, sind Tabelle 7.5 zu entnehmen.

Tab. 7.5 Klassifizierung entzündlicher Flüssigkeiten

Charakteristikum	**Entzündliche Flüssigkeiten**		
	Entzündlich	leichtentzündlich	hoch entzündlich
Flammpunkt	22 bis 55 °C	< 21 °C	< 0 °C
Siedepunkt			≤ 35 °C
Gefahrenhinweise (R-Sätze)	R_{10}	R_{11}	R_{12}
Gefahrensymbol	-	F	F+
Bisherige VbF-Gefahrenklasse	AII	AI und B	AI und B

Die Lagerung der genannten Flüssigkeiten kann Beschäftigte und Bevölkerung durch Explosionen, Brände oder die Beaufschlagung mit

- freigesetzten toxischen Stoffen,
- durch Reaktionen von Stoffen miteinander oder
- durch Brand gebildeten toxischen Stoffen

gefährden.

Die Grenze zur Überwachungsbedürftigkeit ist nicht näher begründet. Letztendlich steht aber der Schutz von Beschäftigten und Bevölkerung hinter dem Konzept der Überwachungsbedürftigkeit.

In [2] werden einfache Methoden benutzt, um Gefährdungen infolge von Explosion und Brand (ohne Betrachtung von Toxizität und chemischer Reaktionen) in Abhängigkeit vom Stoff, der gelagerten Menge, der Lagerform (in geschlossenen Räumen oder im Freien) abstandsabhängig zu ermitteln. Dazu werden Modelle zur Ausbreitung von Flüssigkeiten, zur Explosion und zum Lachenbrand herangezogen. Die Auswirkungen der schädigenden Belastungen aus Explosion und Brand auf Mensch und Sachgüter werden mit Hilfe von Probit-Gleichungen (vgl. Abschnitt 7.2) oder Vergleich mit Referenzwerten abgeschätzt.

Auf diese Weise wird ein Verfahrensrahmen für die Beurteilung von Gefährdungen durch die Lagerung entzündlicher Stoffe geschaffen.

7.9.1 Untersuchte Szenarien und Vorgehensweise

Es werden Freisetzungen in einer Lagerhalle und im Freien untersucht. Dabei wird davon ausgegangen, dass die Flüssigkeiten in Gebinden gelagert sind, die folgende Abmessungen haben:

Länge x Breite x Höhe in cm; außen: 120 x 100 x 125; **innen:** 111 x 91 x 103,

was auf ein Volumen von 1.000 l = 1 m^3 führt.

Die Gebinde seien entweder im Freien oder in einer Lagerhalle aufgestellt. Im Freien wird in der Regel ein großzügig bemessener Auffangraum vorhanden sein. Dies wird dadurch simuliert, dass sich die freigesetzte Flüssigkeit ungehindert durch Begrenzungen auf dem Boden ausbreiten kann. In der Lagerhalle ist die Lachenfläche durch die Abmessungen der Hallengrundfläche begrenzt.

Bei einer Aufstellung der Gebinde im Lagerraum wird die Möglichkeit betrachtet, dass die Gebinde nicht vollständig gefüllt sind und der dampfförmige Anteil bei einer Freisetzung explodiert. Durch die Explosion werden schlagartig alle Gebinde zerstört und ihr Inhalt ergießt sich in die Bodenwanne, welche die Abmessungen der Grundfläche des Lagers hat. Sind die Gebinde vollständig gefüllt, so wird von einem Leck in einem Gebinde ausgegangen. Die freigesetzte Flüssigkeit entzündet sich, und die übrigen Gebinde versagen durch die Einwirkungen des Brandes.

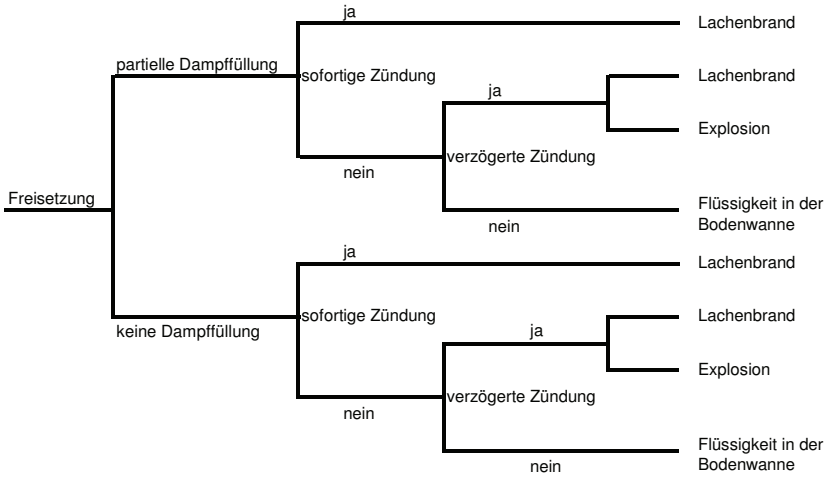


Abb. 7.14 Mögliche Szenarien infolge einer Freisetzung aus Gebinden in einem Lager

Etwaige Einschränkungen der Sauerstoffzufuhr zum Feuer innerhalb einer Halle werden nicht berücksichtigt; sie würden von den spezifischen auslegungstechnischen Gegebenheiten abhängen, die in die hier anzustellenden generischen Überlegungen nicht eingehen können. Analoges gilt für Sicherheitseinrichtungen wie Sprinkler, Brandschutzwände etc., die ebenfalls nicht in Rechnung gestellt werden.

Man erhält dann für die möglichen Entwicklungen des Störfallgeschehens nach einer Freisetzung die Szenarien des Ereignisablaufdiagramms der Abbildung 7.14.

Die „sofortige Zündung" beinhaltet, dass sich auch bei vorhandener Dampfphase vor der Zündung kein zündfähiges Gemisch bilden kann. Bei einer Lagerung im Freien wird davon ausgegangen, dass auch bei einer teilweisen Füllung der Gebinde mit verdampfter Flüssigkeit eine Explosion wegen der raschen Verdünnung mit der Umgebungsluft nicht eintritt. Somit ist die Freisetzung des gesamten Inventars und der anschließende Lachenbrand das abdeckende Ereignis für die Lagerung im Freien.

Die beiden Lagerformen repräsentieren mithin unterschiedliche Arten denkbarer Brandszenarien.

Die Berechnung der Bildung der Lache und der Auswirkungen des Brandes erfolgt in mehreren Schritten; sie lehnt sich weitgehend an die in [8] aufgezeigte Vorgehensweise an. Folgende Elemente werden dazu benötigt:

- Durchmesser der Lache (es wird stets von Kreisform ausgegangen)
- Massenabbrandrate
- Abmessungen der Flamme des sich ausbildende Lachenbrandes
- Wärmeabstrahldichte an der Flammenoberfläche (SEP)
- Wärmestrahldichte im Abstand von der Quelle unter Berücksichtigung der geometrischen Verhältnisse (Einstrahlzahl) und der Durchlässigkeit der Luft
- Explosionen und ihre Auswirkungen

Hinzu kommen die folgenden Probit-Beziehungen (vgl. [4]):

Schaden an Gebäudestrukturen: Gl. (1)

Tod durch Druckbelastung:

$$Y = -77{,}1 + 6{,}91 \cdot \ln p^0 \tag{6}$$

wobei p^0 der Spitzenüberdruck in N/m^2 ist.

Tod durch Wärmestrahlung:

$$Y = -14{,}9 + 2{,}56 \cdot \ln\left(t_e \cdot q''^{4/3} \cdot 10^{-4}\right) \tag{7}$$

Verbrennungen ersten Grades [7]

$$Y = -39,83 + 3,0186 \cdot \ln\left(t_e \cdot q''^{4/3}\right) \quad (8)$$

Verbrennungen zweiten Grades [7]

$$Y = -43,14 + 3,0186 \cdot \ln\left(t_e \cdot q''^{4/3}\right) \quad (9)$$

wobei q'' die Wärmestromdichte in W/m^2 am Aufpunkt (Abstand x) darstellt und t_e die Expositionsdauer in s. Für letztere wird in Einklang mit [25] **eine halbe Stunde** gewählt bzw. die Branddauer, falls das Feuer vor Ablauf der halben Stunde infolge Brennstoffverbrauchs erlischt.

Es ist sinnvoll, neben Gesundheitsschäden auch Sachschäden im Umkreis des Brandes zu betrachten. Dies ist wichtig, um beispielsweise die Möglichkeit des Entstehens weiterer Brände in der Umgebung zu beurteilen. Die Tabellen 7.6 und 7.7 geben einige Referenzwerte für Schäden aus Belastungen durch Wärmestrahlung.

Tab. 7.6 Referenzwerte für Sachschäden aus Wärmestrahlung [4], [7]

Kritische Wärmestromdichte in kW/m^2	**Schaden**
37,5	Teile verfahrenstechnischer Anlagen werden beschädigt
35	Holz entzündet sich ohne Kontakt mit einer Flamme
35	Textilien entzünden sich
18-20	Kabelisolierungen schmelzen
12	Plastik schmilzt

Tab. 7.7 Referenzwerte für Sachschäden aus Wärmestrahlung bei Expositionsdauer > 30 min [7]

Material	**Kritische Wärmestromdichte in kW/m^2**	
	Schadensniveau 1*	Schadensniveau 2*
Holz	15	2
Synthetik	15	2
Glas	4	-
Stahl	100	25

* Schadensniveau 1: Zündung von Oberflächen, die der Wärmestrahlung ausgesetzt sind, und anschließendes Versagen von Strukturelementen.

* Schadensniveau 2: Schäden wie starke Entfärbung von Oberflächen, Ablösung von Anstrichfarbe und oder stärkere Verformung von Strukturelementen.

Nachfolgend werden einige Ergebnisse aus deterministischen Berechnungen wiedergegeben; bezüglich probabilistischer Betrachtungen und der Ermittlung des Risikos wird auf [2] verwiesen.

7.9.2 Fallstudien

In Tabelle 7.8 sind die Randbedingungen für die nachfolgend behandelten Fälle angegeben. Sie gelten für Freisetzungen in Lagerhallen (mit und ohne Dampf in den Gebinden) und im Freien sowie für alle nachfolgend behandelten Stoffe. Styrol, Methanol, Benzin und Diethylether werden dabei als Beispiele für die Klassen der Tabelle 7.5 herangezogen.

Bei der Abschätzung der Auswirkung von Bränden in Lagern wird davon ausgegangen, dass die Wände sofort versagen, also keinerlei Abschirmung der Wärmestrahlung durch sie erfolgt.

Als Windgeschwindigkeit werden 3 m/s in Anemometerhöhe für Freisetzungen im Freien und 1 m/s für Freisetzungen in einer Halle verwendet; eine Temperatur von 15°C wurde zugrundegelegt.

Tab. 7.8 Freisetzungssituationen

Fall	Volumen Brennstoff in l	Volumen der Lagerhalle in m^3	Volumen dampfförmiger Brennstoff in m^3	Volumen flüssiger Brennstoff m^3
1	4.000	37,8	0,4	3,6
2	6.000	52,8	0,6	5,4
3	8.000	67,8	0,8	7,2
4	10.000	82,8	1,0	9,0
5	12.000	97,8	1,2	10,8
6	14.000	112,8	1,4	12,6
7	16.000	127,8	1,6	14,4
8	18.000	148,8	1,8	16,2
9	20.000	169,2	2,0	18,0

Entzündliche Flüssigkeiten

Als Beispiel für eine entzündliche Flüssigkeit wird Styrol gewählt. Die Rechenergebnisse sind in den Abbildungen 7.15 bis 7.17 enthalten.

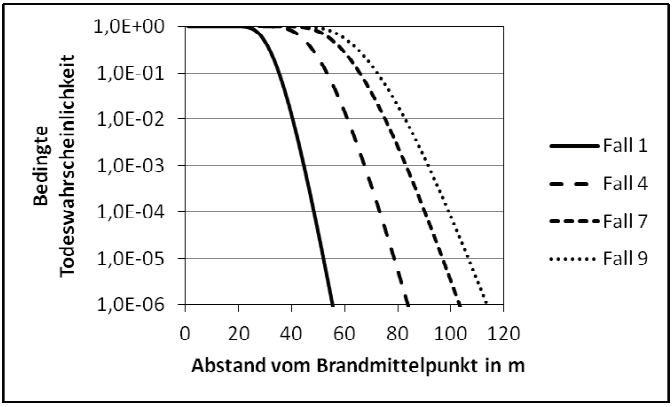


Abb. 7.15 Bedingte Todeswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit vom Abstand vom Mittelpunkt der Lache (Lachendicke δ = 0,02 m; Fälle gemäß Tabelle 7.8) für einen Brand im Freien

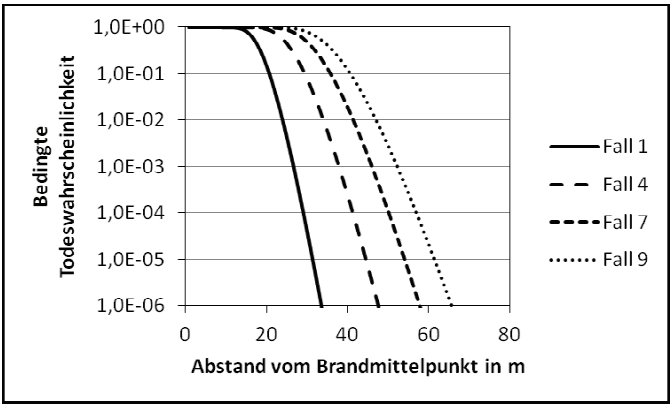


Abb. 7.16 Bedingte Todeswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit vom Abstand vom Mittelpunkt der Lache beim Brand in der Halle ohne vorangehende Explosion (Fälle gemäß Tabelle 7.8)

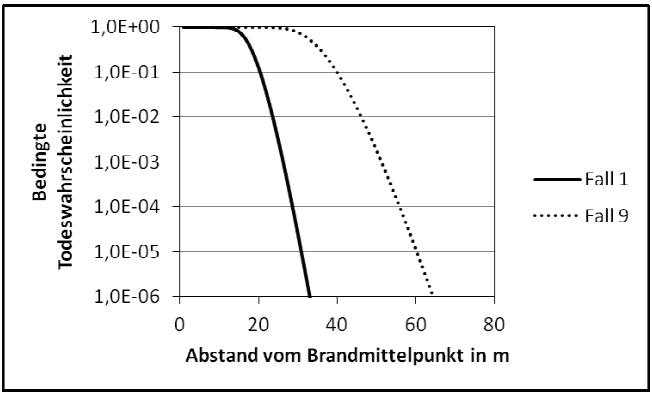


Abb. 7.17 Bedingte Todeswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit vom Abstand vom Mittelpunkt der Lache beim Brand in der Halle mit vorangehender Explosion – Brand- und Explosionsauswirkungen (Fälle gemäß Tabelle 7.8)

Leichtentzündliche Flüssigkeiten

Als Beispiel für eine leichtentzündliche Flüssigkeit wird Methanol gewählt. Die Rechenergebnisse in den Abbildungen 7.18 bis 7.20 enthalten.

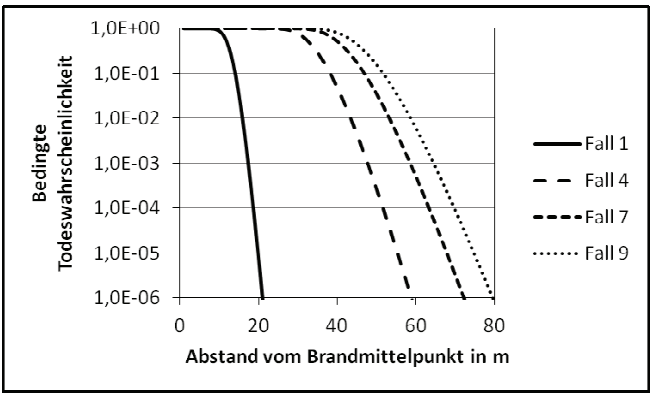


Abb. 7.18 Bedingte Todeswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit vom Abstand vom Mittelpunkt der Lache (Lachendicke δ = 0,02 m; Fälle gemäß Tabelle 7.8) für Brand im Freien

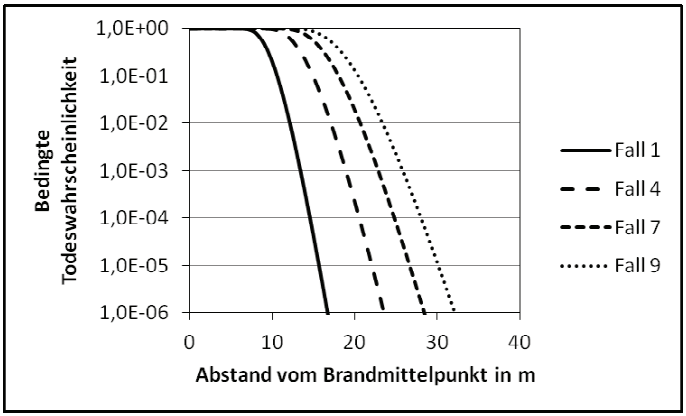


Abb. 7.19 Bedingte Todeswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit vom Abstand vom Mittelpunkt der Lache beim Brand in der Halle ohne vorangehende Explosion (Fälle gemäß Tabelle 7.8)

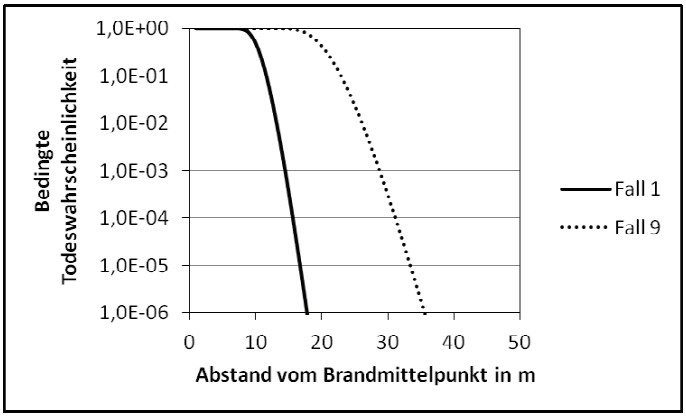


Abb. 7.20 Bedingte Todeswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit vom Abstand vom Mittelpunkt der Lache beim Brand in der Halle mit vorangehender Explosion – Brand- und Explosionsauswirkungen (Fälle gemäß Tabelle 7.8)

Hochentzündliche Flüssigkeiten

Aus der Gruppe der hochentzündlichen Stoffe wurden Benzin und Diethylether ausgewählt. hier werden lediglich einige Rechenergebnisse für Benzin in den Abbildungen 7.21 bis 7.23 gezeigt.

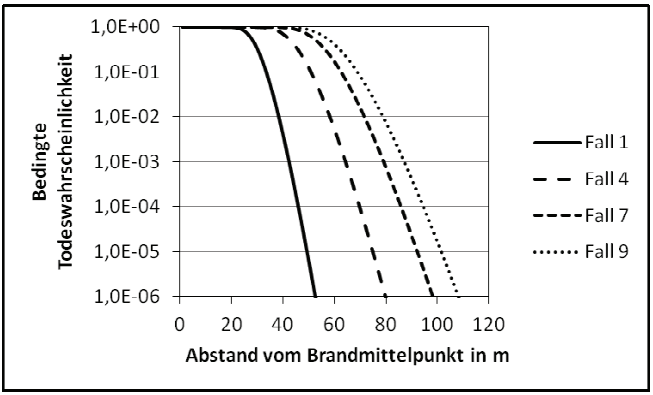


Abb. 7.21 Bedingte Todeswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit vom Abstand vom Mittelpunkt der Lache (Lachendicke δ = 0,02 m; Fälle gemäß Tabelle 7.8) beim Brand im Freien

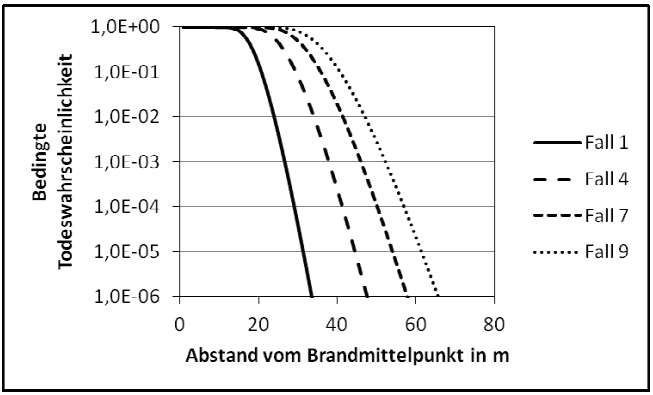


Abb. 7.22 Bedingte Todeswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit vom Abstand vom Mittelpunkt der Lache beim Brand in der Halle ohne vorangehende Explosion (Fälle gemäß Tabelle 7.8)

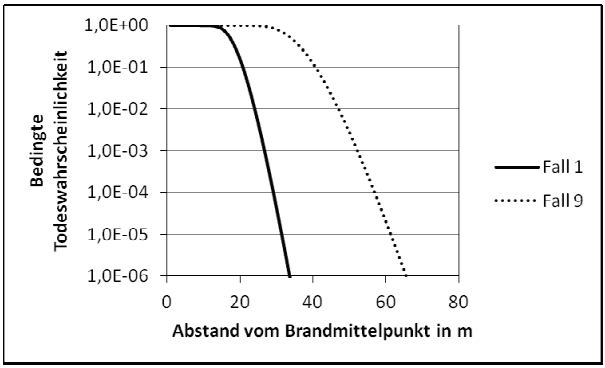


Abb. 7.23 Bedingte Todeswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit vom Abstand vom Mittelpunkt der Lache beim Brand in der Halle mit vorangehender Explosion – Brand- und Explosionsauswirkungen (Fälle gemäß Tabelle 7.8)

Brand in einer Füllstelle

Die Grenze der Überwachungsbedürftigkeit von Füllstellen für Benzin liegt bei einem Volumenförderstrom von 1.000 l/h. Ergießt sich ein solcher Förderstrom infolge Fehlbedienung auf den Boden, so bildet sich eine Lache, die einen maximalen Radius von 1,1 m erreicht, falls sie zu Beginn des Ausfließens in Brand gerät, wie hier unterstellt. Es ergeben sich die Wärmestromdichte und bedingte Todeswahrscheinlichkeit gemäß Abbildung 7.24.

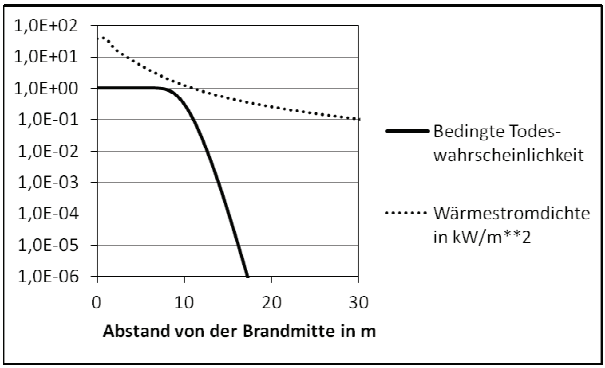


Abb. 7.24 Wärmestromdichte und bedingte Todeswahrscheinlichkeit als Funktionen des Abstands beim Brand in einer Füllstelle

Sachschäden

Sachschäden in der Umgebung eines Lagers mit brennbaren Stoffen können sich sowohl aufgrund von Explosionen als auch infolge Wärmestrahlung ergeben. Abbildung 7.25 zeigt zu erwartende Folgen von explosionsbedingten Druckwellen.

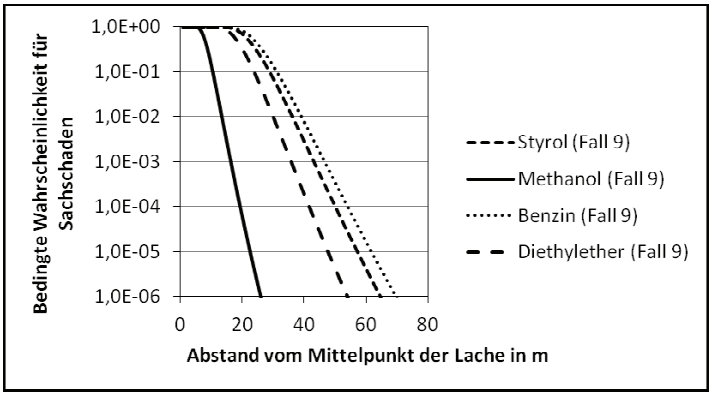


Abb. 7.25 Bedingte Wahrscheinlichkeit von Strukturschäden an Rahmenstrukturen in Abhängigkeit vom Abstand

Auf Grundlage der Angaben in den Tabellen 7.6 und 7.7 wird ein Referenzwert für die Wärmestromdichte von 37,5 kW/m^2 gewählt, bei dem das Versagen von hölzernen und Strukturen verfahrenstechnischer Anlagen zu erwarten ist. Tabelle 7.9 enthält diejenigen Abstände, bei denen der Referenzwert unterschritten wird. Die Abstände können als Anhaltspunkte für den Bereich genommen werde, in dem mit merklichen Sachschäden zu rechnen ist.

Tab. 7.9 Entfernung vom Brandmittelpunkt, bei der die Wärmestromdichte 37,5 kW/m^2 unterschritten wird (alle Angaben beziehen sich auf den Fall 9 aus Tabelle 7.8)

Brandort	Styrol	Methanol	Benzin	Ethylether	Diesel
im Freien	16,5 m	17,0$^+$ m	16,8 m	15,5 m	17,5 m
im Lager*	4,2 m	4,2$^+$ m	4,2 m	4,2 m	4,2 m

* 37,5 kW/m^2 wird lediglich an der Flammenoberfläche erreicht; $^+$ Referenzwert wird nicht erreicht, stattdessen Angabe des maximalen Flammenradius

7.10 Zusammenfassende Einschätzung

Die voranstehend beschriebenen Methoden erlauben eine Abschätzung des Gefährdungspotentials unterschiedlicher Anlagen sowie deren Einordnung und Beurteilung durch Vergleich mit

- Grenzwerten aus der Druckgeräterichtlinie im Falle von Energie,
- allgemein akzeptierten Grenzwerten, die zu vernachlässigenden Folgen führen, oder entsprechenden Wahrscheinlichkeiten im Falle von Belastungen durch Druck oder Wärmestrahlung,
- Risikogrenzwerten, wie sie im europäischen Umfeld verwendet werden, falls das Risiko abgeschätzt wird.

Dadurch sind mehrere Ebenen der Beurteilung vorhanden. Angepasst an das zu beurteilende Objekt kann dann die geeignete ausgewählt werden, wobei auch mehr als eine geeignet sein können.

Im Falle von Aufzügen, bei denen zumeist der Nutzer aus der Bevölkerung im allgemeinen stammt, ist das Räuber-Beute Modell zur Beurteilung der zeitlichen Unfallverläufe herangezogen worden. Wie eingangs bereits festgestellt, ist in diesem Fall das energetische Gefahrenpotential geringer als bei den übrigen Anlagentypen, aber der Benutzer kann bei einer denkbaren Gefährdung der gesamten Energie ausgesetzt sein

Der Einfluss von Fehlern bei Prüfvorgängen und Instandhaltung ist durch Vergleich mit der SIL-Klassifizierung verdeutlicht worden. Es wurde gezeigt, dass die lebenslang zu erhaltenden Eigenschaften nicht erhalten bleiben, wenn die zeitlichen Abstände zwischen den Funktionsprüfungen oder die Fehlerwahrscheinlichkeit bei Prüfung und Instandsetzung zu groß werden.

Zur Behandlung entzündlicher Flüssigkeiten wurde ein Verfahrensrahmen entwickelt, der eine Beurteilung der Folgen (außer toxischen) aus Freisetzung und Zündung in der Halle und im Freien ermöglicht. Brand- und Explosionswirkungen und die daraus folgenden Gesundheits- und Sachschäden wurden betrachtet.

Es stellte sich heraus, dass auch bei relativ kleinen gelagerten Mengen (4.000 l) bereits mit merklichen Folgen zu rechnen ist. Eine Verfünffachung der gelagerten Menge führt dabei ungefähr zu einer Verdoppelung der Abstände, wenn man den Referenzwert für Belastungen aus Wärmestrahlung gemäß [5] heranzieht. Gleiches gilt für die Betrachtung der bedingten Todeswahrscheinlichkeiten.

Die Auswirkungen bei Brand und Explosion eines Stoffes hängen vor allem von seiner Verbrennungsenthalpie und Massenabbrandrate ab. Seine Zugehörigkeit zu einer bestimmten Klasse beeinflusst primär die bedingten Wahrscheinlichkeiten für das Eintreten von Schadensereignissen. Diese werden maßgeblich von der minimalen

Zündenergie und dem Flammpunkt bestimmt. Sie sind folglich für Methanol viel geringer als für die übrigen Stoffe, wobei das Ergebnis für Styrol sehr wesentlich von dem nicht mit Sicherheit zu ermittelnden Wert für die minimale Zündenergie geprägt wird.

7.11 Literatur

[1] U. Hauptmanns, M. Marx, Kriterien für die Beurteilung von Gefährdungen durch technische Anlagen, Verlag VdTÜV, Berlin 2010

[2] U. Hauptmanns, Beurteilungskriterien für sicherheitstechnische Prüfungen von Flüssiglagern, Verlag VdTÜV, Berlin 2010

[3] U. Hauptmanns, Beurteilungskriterien für sicherheitstechnische Prüfungen, Chemie Ingenieur Technik 2011, 83, No. 8, 1161 – 1172

[4] F.P. Lees, Loss Prevention in the Process Industries, Hazard Identification, Assessment and Control, Vols. 1-3, Butterworth-Heinemann, Oxford 1996

[5] Kommission für Anlagensicherheit beim Bundeministerium Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Leitfaden „Empfehlungen für Abstände zwischen Betriebsbereichen nach der Störfall-Verordnung und schutzbedürftigen Gebieten im Rahmen der Bauleitplanung- Umsetzung §50 BImSchG“, 2. überarbeitete Fassung, KAS-18, November 2010

[6] J. Hartung, Statistik: Lehr- und Handbuch der angewandten Statistik, R. Oldenbourg Verlag, München 1991

[7] The Director-General of Labour, Methods for the determination of possible damage to people and objects resulting from the release of hazardous materials - ´Green Book´, Voorburg, December 1989

[8] C.J.H. van den Bosch, R.A.P.M. Weterings (Eds.), Methods for the Calculation of the Physical Effects –due to releases of hazardous materials (liquids and gases) – ‘Yellow Book´, CPR 14 E, The Hague, 2005

[9] Center for Chemical Process Safety (CCPS), Guidelines for Evaluating the Characteristics of Vapor Cloud Explosions, Flash Fires, and BLEVEs, American Institute of Chemical Engineers, New York 1994.

[10] H.D. Baehr, Thermodynamik, Springer-Verlag, Berlin 1996

[11] U. Hauptmanns, A Monte-Carlo based procedure for treating the flight of missiles from tank explosions, J. of Probabilistic Engineering Mechanics 16, 307-312, 2001

[12] U. Hauptmanns, A procedure for analyzing the flight of missiles from explosions of cylindrical vessels, J. of Loss Prevention in the Process Industries 14, 395-402, 2001

[13] B.D. Ripley, Stochastic Simulation, Wiley,New York, 1987

[14] National Institute of Public Health and the Environment (RIVM), Guideline for Quantitative Risk Assessement. Part one: Establishments.CPR 18E, December 2005 – “Purple Book

[15] P.H. Bottelberghs, Risk analysis and safety policy developments in the Nether lands, J. of Hazardous Materials 71 (2000), 59-84

[16] Arbeitskreis „Unfallanalyse?“ im Deutschen Aufzugsausschuss, zusammen gestellt von Dipl.-Ing. Roland Kremer, Leiter des Arbeitskreises „Unfallanalyse“ im Deutschen Aufzugsausschuss, Statistische Auswertung der nach § 22 der Aufzugsverordnung anzuzeigenden Ereignisse an Aufzugsanlagen in der Bundesrepublik Deutschland 1992 bis 2000, Berlin im Juni 2002

[17] VdTÜV - private Mitteilung

[18] Th. Modis, Die Berechenbarkeit der Zukunft - Warum wir Vorhersagen machen können, Birkhäuser-Verlag, Basel, Boston, Berlin 1994

[19] U. Hauptmanns, Das Räuber-Beute Modell und der Arbeitsschutz, Bundesarbeitsblatt, Nr. 12, Dezember 2005, 13-18

[20] Funktionale Sicherheit –
Sicherheitstechnische Systeme für die Prozessindustrie –
Teil 1: Allgemeines, Begriffe, Anforderungen an Systeme, Software und Hardware
DIN EN 61511-1 (VDE 0810-1) , (IEC 61511-1:2003 + Corrigendum 2004);
Deutsche Fassung EN 61511-1:2004, Mai 2005

[21] Funktionale Sicherheit –
Sicherheitstechnische Systeme für die Prozessindustrie –
Teil 2: Anleitungen zur Anwendung des Teils 1
DIN EN 61511-2 (VDE 0810-2) (IEC 61511-2:2003);
Deutsche Fassung EN 61511-2:2004, Mai 2005

[22] Funktionale Sicherheit –
Sicherheitstechnische Systeme für die Prozessindustrie –
Teil 3: Anleitung für die Bestimmung der erforderlichen Sicherheits-Integritätslevel
DIN EN 61511-3 (VDE 0810-3) (IEC 61511-3:2003 + Corrigendum 2004);
Deutsche Fassung EN 61511-3:2004, Mai 2005

[23] Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer / elektronischer / programmierbarer elektronischer Systeme
Teil 1: Allgemeine Anforderungen
IEC 61508- 1998+Corrigendum 1999, Deutsche Fassung EN 61508-1:2001, VDE 0803, Teil 1

[24] Betriebssicherheitsverordnung vom 27. September 2002 (BGBl. I S. 3777), die zuletzt durch Artikel 8 der Verordnung vom 18. Dezember 2008 (BGBl. I S. 2768) geändert worden ist" Stand: Zuletzt geändert durch Art. 8 V v. 18.12.2008 I 2768

[25] Rijksinstitut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), Centrum Externe Veiligheid (Hrsg.): Handleiding Risicoberekeningen, Bevi, Juli 2009

Abb. 7.26 Prof. Dr.-Ing. Ulrich Hauptmanns bei der Diskussion zu seinem Fachbeitrag beim 71. Sicherheitswissenschaftlichen Kolloquium in Wuppertal

8 Methodik zur Bedarfsermittlung für Prüfungen gefährlicher Arbeitsmittel und Anlagen durch unabhängige Experten (CHRISTOF BARTH)

72. Sicherheitswissenschaftliches Kolloquium am 24. Mai 2011 in Wuppertal

Dipl.-Ing. Christof Barth
Bereichsleitung Technischer Arbeitsschutz bei der
Gesellschaft für Systemforschung und Konzeptentwicklung mbH
(Systemkonzept), Köln

Für die geplante Novellierung der Betriebssicherheitsverordnung sollen u.a. die Regelungen für überwachungsbedürftige Anlagen (Ü-Anlagen) überprüft werden (vgl. Tab. 8.1). Zu diesem Zweck hat das Bundesarbeitsministerium ein Forschungsprojekt in Auftrag gegeben, in dem eine Methodik entwickelt werden sollte, mit der der Ausschuss für Betriebssicherheit in die Lage versetzt werden soll, diese Überprüfung vorzunehmen und ggf. modifizierte Regelungen nach dem Stand der Technik für die Novellierung vorzuschlagen.

Tab. 8.1 Hintergrund: Geplante Novellierung der Betriebssicherheitsverordnung

- Berücksichtigung der gewonnenen Erfahrungen und Erkenntnisse
- Fokus auf den Schutz der Beschäftigten (gleicher Schutz für Dritte)
- Stärkung der Eigenverantwortung des Arbeitgebers entsprechend der Novellierung des Arbeitsschutzrechts
- Beurteilung der Arbeitsbedingungen als zentrales Instrument zur unfassenden Festlegung der erforderlichen Maßnahmen
- Stärkung der Umsetzung des Art. 4 AMBRL (Instandhaltung)
- Flexibilisierung und Modernisierung der Prüfungen
- **Überprüfung des Ü-Anlagen-Katalogs**
- ...

8.1 Problemlage

Die Überwachung von Anlagen und der entsprechende Ü-Anlagen-Katalog war das Ergebnis zahlreicher schwerer Unfälle aus der Industrialisierung vor 150 Jahren. Diese brachte den breiten Einsatz von Maschinen, deren Leistung die bisher gekannte Kräfte eines Menschen oder eines Pferdes weit überstiegen - fortan in Pferdestärken (PS) angegeben. Bei Versagen solcher Maschinen kam es durch unkontrollierte Freisetzung enormer Energiemengen (z.B. beim Bersten von Dampfkesseln) zu zahlreichen schweren Unfällen. Um solche Unfälle zu vermeiden, bedurfte es der fachkundigen Inspektion durch Experten: die Geburtsstunde der Technischen Überwachung.

Um eine flächendeckende Anlagensicherheit zu erreichen, erließ der Staat Vorschriften für die Überwachung. Die Aufnahme zahlreicher weiterer Maschinen und Anlagen in den sogenannten Ü-Anlagen-Katalog erfolgte meist nach einer Häufung schwerer Unfälle. Auf diesem Weg wurde ein hohes Niveau der Anlagensicherheit erreicht.

8.2 Modernisierung erforderlich

Seit einigen Jahrzehnten ist ein gewisser Stillstand eingetreten: Die europäisch induzierte Trennung von Produktsicherheit und Betriebssicherheit führte zwar dazu, dass der Ü-Anlagen-Katalog im Bereich der Produktsicherheit (im Geräte- und Produktsicherheitsgesetz) verbleib, während die Vorschriften zur Überwachung in der Betriebssicherheitsverordnung geregelt sind und die bisherigen sogenannten Ü-Anlagen-Verordnungen in dieser Verordnung aufgingen. Der Ü-Anlagen-Katalog und die Prüfungsanforderungen selbst blieben aber bis auf wenige Ausnahmen weitgehend unverändert, während sich die Technik rasant weiterentwickelt hat (vgl. Tab. 8.2).

Tab. 8.2 Zusammenfassung der Ausgangslage

- Umsetzung der EG-Arbeitsmittelbenutzungsrichtlinie:
  Überwachung geht über die Mindestanforderungen hinaus
- Seit Jahrzehnten abschließend festgelegter Anlagenkatalog nach § 2 GPSG
- Abschließend festgelegter Anlagenkatalog nach BetrSichV
- Festgelegte vorgeschriebene Prüfungsanforderungen
- Widerspruch zur dynamischen technologischen Entwicklung und
  Stand der Technik als Beurteilungsmaßstab
- Ist der Ü-Anlagen-Katalog noch Stand der Technik?

Es ist daher an der Zeit, zu überprüfen,

- wie auf der Basis der Erfahrungen und des erreichten Stands die Sicherheit von Arbeitsmitteln und Anlagen weiterentwickelt werden kann,
- welche Arbeitsmittel und Anlagen zum aktuellen Stand der Technik zusätzlicher Prüfungen durch unabhängige Experten bedürfen,
- in wieweit durch andere präventive Maßnahmen (z.B. der vorbeugenden Instandhaltung) Sicherheit besser erreicht und besondere Expertenprüfungen reduziert werden können.

Dabei sind sowohl die derzeitigen Ü-Anlagen als auch andere Arbeitsmittel und Anlagen, von denen ein hohes Gefahrenpotenzial ausgeht (z.B. Biogasanlagen) und teilweise in anderen Ländern besonderen Prüfungen durch unabhängige Experten unterliegen (z.B. Krane), zu überprüfen.

8.3 Entwicklung einer Methodik

Für eine derartige Überprüfung ist eine geeignete Methodik erforderlich, deren Entwicklung und Erprobung das Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS) mit dem Titel „Ermittlung von Kriterien und Erkenntnissen zu Notwendigkeit, Art und Umfang sicherheitstechnischer Prüfungen von Arbeitsmitteln (einschließlich Anlagen)“ in Auftrag gegeben hat (vgl. Tab. 8.3).

Tab. 8.3 BMAS-Forschungsvorhaben „Ermittlung von Kriterien und Erkenntnissen zu Notwendigkeit, Art und Umfang sicherheitstechnischer Prüfungen von Arbeitsmitteln (einschließlich Anlagen)“: Auftrag

- Entwicklung einer Methodik, die den Ausschuss für Betriebssicherheit darin unterstützt, festzulegen, für welche Arbeitsmittel/Anlagen unter welchen Rahmenbedingungen besondere Prüfungen durch unabhängige Experten notwendig sind
- Erprobung der Methodik an ausgewählten Arbeitsmitteln/Anlagentypen
  - Aufzüge
  - Tankstellen
  - Krane
  - Biogasanlagen
  - Druckbehälter

Für eine solche Methodik sind verschiedene Ansätze denkbar (vgl. Tab. 8.4).

Tab. 8.4 Ansätze zur Auswahl der Arbeitsmittel/Anlagen mit zusätzlicher Expertenprüfung

- **„Historischer“Ansatz**
  - Implizite Risikobeurteilung aufgrund von vorliegenden Erkenntnissen (z.B. Unfälle, Störfälle, Katastrophen); wechselnde Kriterien
  - Vorschlag zur Aufnahme / Herausnahme eines Arbeitsmittels / einer Anlage
  - Gremiendiskussion bis zur Konsensfindung

- **Gefährdungspotenzial“-Ansatz**
  - „Gefährdungspotenzial“ als Entscheidungskriterium
  - Definition von „Gefährdungspotenzial“(Schadensschwere? Energieinhalt?)
  - Aufnahme bei Überschreitung eines festgelegten Grenzwerts

- **Qualitativer Risikoansatz**
  - Abschätzung von Schadensschwere und Eintrittswahrscheinlichkeit in qualitative Skalen (Risikomatrix) mit begrenzter Anzahl von Kriterien
  - Aufnahme bei Überschreitung eines festgelegten qualitativen Grenzrisikos

- **Qualitativ-quantitativer Risikoansatz**
  - Abschätzung der Schadensschwere mit qualitativer Skala
  - Ermittlung der Eintrittswahrscheinlichkeit als quantitative Wahrscheinlichkeitswerte mit einer begrenzten Anzahl von Kriterien
  - Aufnahme bei Überschreitung eines festgelegten qualitativen Grenzrisikos

Bei einem „historischer Ansatz“ erfolgt die Auswahl der Arbeitsmittel und Anlagen, die besondere Expertenprüfungen erfordern, auf der Basis vorliegender Erkenntnisse zu Schadensereignissen wie Unfällen, Störfällen, Katastrophen. Auf einen entsprechend begründeten Vorschlag hin wird in den zuständigen Gremien bis zur Konsensfindung diskutiert. Dieser Ansatz beruht auf einer impliziten Risikobeurteilung. Risiko ist dabei definiert als mögliche Schwere eines Schadens und der Wahrscheinlichkeit, dass ein Schaden dieser Schwere eintritt. Bei der Risikobeurteilung wird die Häufigkeit schwerer Unfälle mit einer noch akzeptablen Grenze verglichen. Treten solche Ereignisse „zu häufig“ auf, wird besonderer Prüfungsbedarf gesehen. Welche Kriterien dabei mit welcher Gewichtung berücksichtigt werden, ist nicht immer transparent und kann unterschiedlich sein. Ein häufig genanntes Kriterium ist die Komplexität

einer Anlage, deren Prüfung spezielles Experten-Know-how und ggf. spezielles Equipment verlangen. Die Stärke dieses Ansatzes, der seine Leistungsfähigkeit bewiesen hat, ist gleichzeitig seine Schwäche: Es müssen erst ausreichend viele Ereignisse eingetreten sein; hier wird so zusagen „mit Blut geschriebenen".

Als Alternative ist ein am „Gefährdungspotenzial" orientierter Ansatz in der Diskussion. Dazu wird das „Gefährdungspotenzial" anhand der potenziell freigesetzten Energiemenge (Energieinhalt) als Maß für die mögliche Schadensschwere ermittelt. Bei Überschreiten eines festzulegenden Schwellenwerts wird das „Gefährdungspotenzial" als so hoch angesehen, dass besondere Expertenprüfungen erforderlich sind. Dieser Ansatz ermöglicht eine präventive Vorgehensweise: Energieinhalte können recht leicht errechnet werden. Bei diesem Ansatz bestehen aber grundlegende methodische Probleme. Zum einen ist der Begriff „Gefährdungspotenzial" ungenau und wird unterschiedlich verwendet. Genaugenommen ist er ein Widerspruch in sich. Denn „Gefährdung" ist die prinzipielle Möglichkeit, dass ein Schadensereignis eintreten kann und entzieht sich daher einer Skalierung. Meist wird unter „Gefährdungspotenzial" die Gefährdung in Kombination mit der möglichen Schadensschwere verstanden. Eine Fokussierung auf dieses Kriterium führt zu teilweise unsinnigen Ergebnissen, wenn z.B. bei Maschinen mit sehr hohem Energieinhalt (z.B. Wasserkraftturbinen) praktisch keine Schadensereignisse eintreten oder es bei eher geringen Energieinhalten (wie z.B. Aufzügen) dennoch zu schwerwiegenden Ereignissen kommt. Ohne Berücksichtigung der Eintrittswahrscheinlichkeit ist dieser Ansatz kaum tragfähig.

Die beiden genannten Ansätze zeigen, dass eine Risikobetrachtung vernünftigerweise unvermeidlich ist. Diese Erkenntnis hat weitreichende Konsequenzen (vgl. Tab. 8.5). Der Risikobegriff beinhaltet, dass es hundertprozentige Sicherheit nicht gibt. Eine Risikobetrachtung sieht der Realität ins Auge, dass ein schwerer Unfall trotz aller Maßnahmen (einschließlich ausgeklügelter Expertenprüfungen) irgendwann eintreten kann, ja wird; er muss nur ausreichend wenig wahrscheinlich bzw. ausreichend selten sein. Weil wir (d.h. die beteiligten gesellschaftlichen Kreise) den Nutzen wollen und dieser nur bei einem begrenzten Sicherheitsaufwand realisierbar ist, akzeptieren wir ein ausreichend geringes Risiko, d.h. eine ausreichend geringe Anzahl von Unfällen auch in der Betriebssicherheit, wie wir es in vielen anderen Bereichen selbstverständlich tun (z.B. im Straßenverkehr). Das mag trivial erscheinen, wurde aber in der bisherigen Anlagensicherheit und in der auch politisch geprägten Debatte nicht immer beachtet. Wo die Grenzen zu setzen sind, bleibt letztlich ein gesellschaftlicher Konsensbildungsprozess, eine im Abwägen von Chancen und Risiken zu gewinnende Konvention, ohne dass ein Grenzrisiko wissenschaftlich herleitbar wäre.

Tab. 8.5 Konsequenzen aus der Festlegung auf den Risikoansatz

- Risiko = mögliche Schadensschwere * Eintrittswahrscheinlichkeit
- Risiko bedeutet: der Realität ins Auge sehen, dass ein Schaden trotz aller Maßnahmen zur Begrenzung der Eintrittswahrscheinlichkeit prinzipiell eintreten kann und irgendwann eintreten wird (daran ändern auch noch so ausgefeilte Prüfungen grundsätzlich nichts)
- Eintrittswahrscheinlichkeit ist auch abhängig von den konkreten Einsatzbedingungen (erfordert Systemszenarien)
- Beschäftigte als zu schützende und im System handelnde (und Fehler machende) Personen
- Risikobeurteilung = Risikoabschätzung und Risikobewertung
- Risikoabschätzung: nicht exakt; Unsicherheiten
- Risikobewertung: Feststellung, ob das ermittelte Risiko das Grenzrisiko für besondere Prüfbedürftigkeit überschreitet
- Erfordernis zur Verständigung auf ein Grenzrisiko

Vorausgesetzt wird zudem, dass die von der Produktsicherheit vorgeschriebenen Beschaffenheitsanforderungen beim Inverkehrbringen erfüllt sind sowie die Arbeitsmittel bzw. Anlagen bestimmungsgemäß verwendet und instandgehalten werden. Reicht dies nicht aus, sind besondere Expertenprüfungen dann erforderlich, wenn dadurch die Systemsicherheit wirksam beeinflussbar ist.

Eine Methodik für die Überprüfung des Ü-Anlagen-Katalogs und der Prüfungsregelungen muss daher die Komplexität und das Risikopotenzial der betrachteten Arbeitsmittel und Anlagen in ihren typischen Betriebsweisen angemessen, transparent und übersichtlich darstellen, um dem Ausschuss für Betriebssicherheit als gesellschaftlich repräsentatives Fachgremium die erforderlichen Informationen für eine fundierte Debatte und Entscheidungsfindung zu ermöglichen (vgl. Tab. 8.6).

Tab. 8.6 Anforderungen an die Methodik

- Der Komplexität des Gegenstands angemessen gerecht werden
- Für die verschiedenen Gegenstände anwendbar bzw. anpassbar sein
- Plausibel bes. prüfbedürftige von nicht bes. prüfbedürftigen Arbeitsmitteln trennen
- Die Ableitung von Anforderungen und Maßnahmenalternativen ermöglichen
- Transparenz und Übersichtlichkeit über die Sachlage herstellen
- Die erforderlichen Informationen für eine fundierte Debatte und Entscheidungsfindung im ABS übersichtlich bereitstellen

Für die Methodik wurde zunächst ein Basismodell entwickelt (vgl. Abb. 8.1).

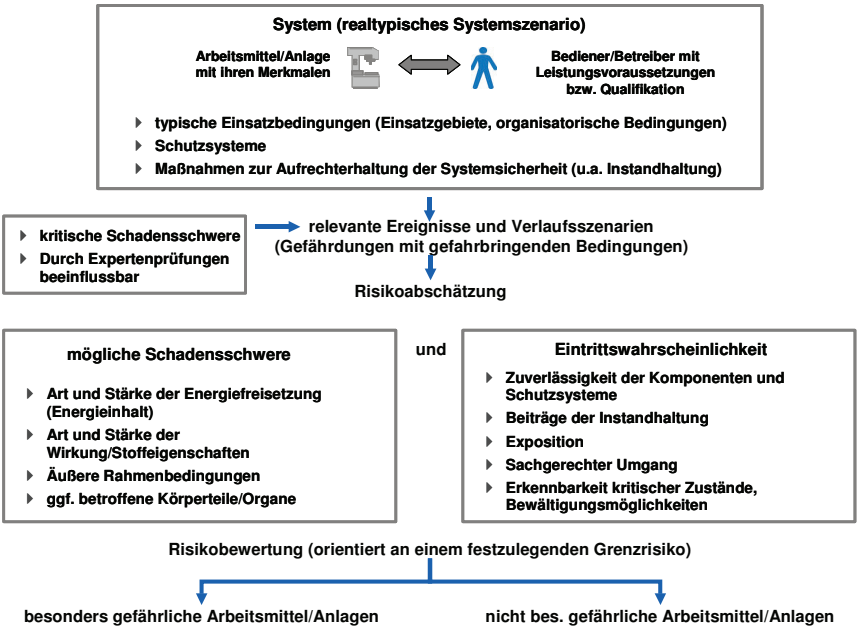


Abb. 8.1 Basismodell zum Risiko und für die Risikobeurteilung

Stufe	Prüfer (Anforderungen)	Anlässe/Fristen	Inhalte
0	Bediener (unterwiesen)	täglich vor und während Benutzung	Kontrolle auf offensichtliche Mängel und Funktion
1	befähigte und beauftragte Person (intern; für Prüfung erforderliche Kenntnisse; fachlich weisungsfrei)	Vorgeschriebene Anlässe; Festlegung durch Betreiber aufgrund sicherheitstechnischer Bewertung / Gefährdungsbeurteilung	Ordnungs- und Funktionsprüfung
2	Sachverständiger (intern / extern; unabhängig, Fachkunde; Ausstattung; Akkreditierung oder Zertifizierung)	vorgeschriebene Anlässe und maximale Fristen	Technische Prüfung; Systemprüfung; (Ordnungs- und Funktionsprüfung)
3	Prüfstelle (zugelassene Überwachungsstelle) (extern; Sonderfall: Prüfer von Unternehmen); unabhängig, Fachkunde; Ausstattung; Akkreditierung oder Zertifizierung)	vorgeschriebene Anlässe und maximale Fristen	Technische Prüfung; Systemprüfung; (Ordnungs- und Funktionsprüfung)

Abb. 8.2 Prüfkonzept

Danach wird ein realtypisches Systemszenario, bestehend aus dem Arbeitsmittel- bzw. Anlagentyp und typischen Einsatzbedingungen sowie weiteren Merkmalen einer speziellen Risikobeurteilung unterzogen wird, die eine Trennung in besonders gefährliche und nicht besonders gefährliche Arbeitsmittel bzw. Anlagen erlaubt. Abhängig von dem Ergebnis der Risikobeurteilung erfolgt dann die Ableitung des Prüfungsbedarfs anhand eines dreistufigen Prüfkonzepts (vgl. Abb. 8.2).

Das Gesamtkonzept (vgl. Abb. 8.3) unterscheidet ein Basiskonzept entsprechen dem Prüfkonzept und Alternativkonzepte für Prüfungen. Alternativen sind danach Prüfungen nach einem im Einzelfall begutachteten und behördliche genehmigten Instandhaltungskonzept oder orientiert an festgelegten Standards.

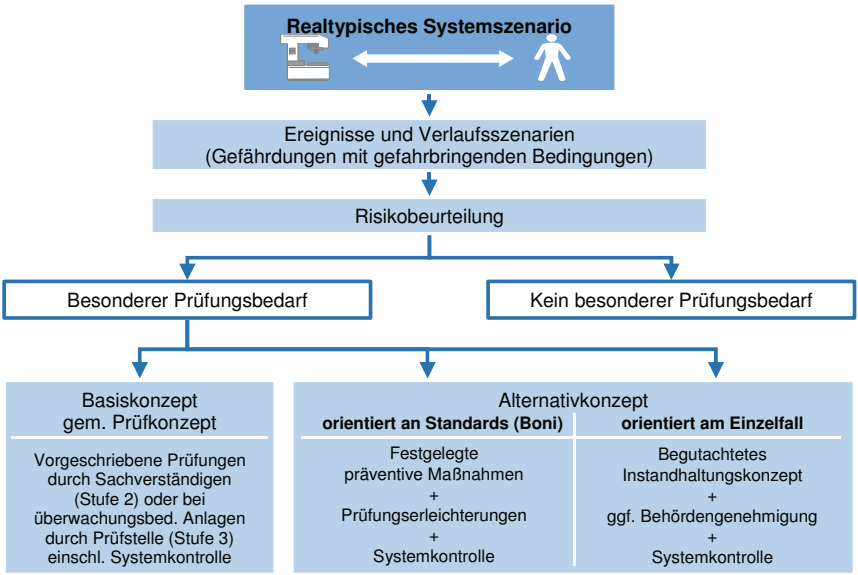


Abb. 8.3 Gesamtkonzept

Solche „Boni“ ermöglichen es dem Arbeitgeber bzw. Betreiber von Anlagen, Prüferleichterungen (vgl. Tab. 8.7) zu erzielen, wenn sie festgelegte präventive Maßnahmen ergreifen und dies in einer Systemkontrolle nachweisen (vgl. Tab. 8.8).

Tab. 8.7 Mögliche Prüfungserleichterungen

- Ersatz der vorgeschriebenen Prüfungen durch Prüfungen auf einer niedrigeren Prüfstufe (entspricht einer Reduzierung der Anforderungen an den Prüfer, so dass die Prüfungen z.B. auch durch Hersteller im Rahmen von Wartungsverträgen, betriebsinterne Experten oder ggf. besonders befähigte Personen erfolgen können)
- Verlängerung von Prüffristen
- Wegfall von Prüfanlässen für Expertenprüfungen
- Modifizierung von Prüfinhalten
  (z.B. Ordnungsprüfung oder Systemkontrolle statt technischer Prüfung)

Tab. 8.8 Konzept zur Sicherstellung der Durchführung erforderlicher Prüfungen (= Gegenstand von Systemkontrollen)

- **Managementebene**
  - Verfahrensregelung zur Feststellung des Prüfungsbedarfs
    - Zuständigkeit
    - Anlässe
    - Prozesse
- **Operative Ebene**
  - Beauftragung von Prüfungen
    - Beauftragung von Prüfern
    - Befähigung (Qualifizierung, Ausrüstung)
  - Steuerungs- und Kontrollsystem
    - Terminverfolgung
    - Veranlassung
    - Dokumentation
    - Auswertung, Anpassung

Die Methodik erfolgt nach einer übersichtlichen Vorgehensweise (vgl. Abb. 8.4). Im 1. Schritt erfolgt ein Vorscreening und eine Vorauswahl zu untersuchender Arbeitsmittel- bzw. Anlagentypen. In Frage kommen vor allem (vgl. Abb. 8.5) potenzielle Änderungskandidaten aus dem derzeitigen Ü-Anlagen-Katalog (z.B. Aufzüge oder Tankstellen), in anderen Ländern besonders überwachte Arbeitsmittel oder Anlagen (z.B. Krane, Gerüste oder Pressen) sowie Arbeitsmittel und Anlagen, die aufgrund aktueller Entwicklungen und Fachdiskussionen als besonders gefährlich angesehen werden (z.B. Biogasanlagen).

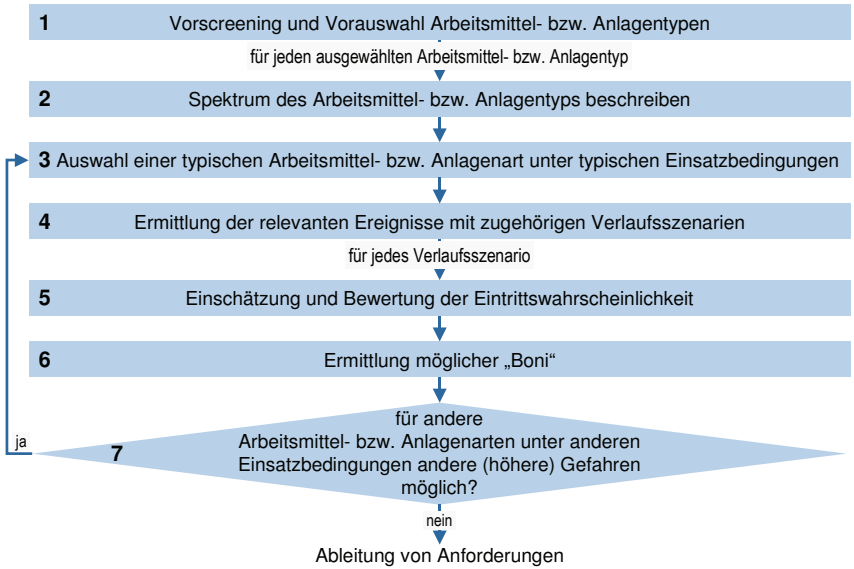


Abb. 8.4 Vorgehen bei der Anwendung der Methodik

Gruppe 1 **Potenzielle Änderungskandidaten aus dem derzeitigen Katalog überwachungsbedürftiger Anlagen**	**Gruppe 2** **Arbeitsmittel, die in anderen Ländern einer zusätzlichen Prüfung durch unabhängige Experten unterzogen werden**	**Gruppe 3** **Arbeitsmittel, die aufgrund aktueller Fachdiskussion als besonders gefährlich eingestuft werden**
• Aufzüge: Können für bestimmte Aufzüge in bestimmten Einsatzbereichen (in Büro- und Wohngebäuden) die Anforderungen reduziert werden? • Tankstellen: Können bei Benzin- und Diesel-Tankstellen mit unterirdischen Tanks zusätzliche Expertenprüfungen entfallen?	• Krane: Sollen Krane insbesondere auf Baustellen zusätzlichen Expertenprüfungen unterzogen werden? • Gerüste: Sind für Gerüste besondere Expertenprüfungen erforderlich (wie in Frankreich)? • Pressen: Sind für bestimmte Pressen besondere Expertenprüfungen erforderlich (wie in Dänemark)?	• Biogasanlagen: Sollen in der Landwirtschaft eingesetzte Biogasanlagen zusätzlichen Expertenprüfungen unterzogen werden?

Abb. 8.5 Vorscreening

Für die weitere Untersuchung wird das Spektrum des Arbeitsmittel- bzw. Anlagentyps beschrieben (2. Schritt) und im 3. Schritt ein realtypisches Systemszenario ausgewählt (vgl. Abb. 8.6).

Verwendungszweck	Personenaufzug	Lastenaufzug (mit Personenbeförderung)	Güteraufzug (ohne Personenbeförderung)	Autoaufzug	Bauaufzug	Schiffshebewerk	
Einsatzgebiete	Produktionsstätten	Logistik	Baustellen	Bürogebäude	Öffentliches Gebäude	Wohngebäude	
Kabinensystem	Einkabinenaufzug	Doppelstockaufzug	Mehrkabinenaufzug	Umlaufaufzug	Fassadenaufzug		
Bewegungsrichtung	Senkrechtaufzug	Schrägaufzug	Sonderform Schmid-Peoplemover				
Antriebssysteme	Seilaufzug	Hydraulikaufzug	Zahnstangenaufzug	(Vakuumaufzug)	Seilloser Aufzug		
Hauptbestandteile	Kabine	Hebesystem	Antrieb	Steuerung	Sicherheitseinrichtungen	Türen	
Steuerkonzept	Handsteuerung	Sammelsteuerung	Druckknopfsteuerung	Zielauswahlsteuerung			
Benutzer	nur besonders eingewiesene / qualifizierte Beschäftigte (nur bei Lastenaufzug im Bestand)	Beschäftigte ohne spezielle Qualifizierung	Beschäftigte und sonstige Personen	in der Regel nur Nicht-Beschäftigte			

Abb. 8.6 Beispiel: Aufzüge: Anlagenspektrum

Im 4. Schritt erfolgt die Ermittlung der relevanten Ereignisse. Relevant sind Ereignisse, die zum einen schwere (insbesondere tödliche) Folgen haben können (vgl. Abb. 8.7) und zum anderen in ihrem Risiko potenziell durch Expertenprüfungen wirksam beeinflussbar sind. Diese sind als Verlaufsszenarien zu beschreiben (vgl. Abb. 8.8 und Abb. 8.9).

- Besondere Experten-Prüfung nur bei hoher Schadensschwere erforderlich.
- Differenzierung nach der Anzahl der betroffenen Beschäftigten nicht erforderlich

Vorschlag für die mögliche Schadensschwere des Grenzrisikos:

möglicher Tod eines Beschäftigten (oder mehrerer Beschäftigter)

Abb. 8.7 Vorschlag für ein Grenzrisiko: Kritische mögliche Schadensschwere

Ereignis		Verlaufsszenario
1	Kabine fährt bei geöffneten Türen plötzlich an	Türsensoren / Steuerung versagen, Kabine fährt bei geöffneten Türen plötzlich an, Person im Türbereich verliert Kontrolle, aus Türen ragende Körperteile werden abgeschert.
2	Scheren an schließenden Türen	Türsteuerung erkennt beim Schließen der Tür nicht, dass Gliedmaßen (Finger, Hand, Arm, Fuß, Bein) eingeklemmt sind, Kabine fährt an und reißt Gliedmaßen ab.
3	Eingeklemmt werden zwischen schließenden Aufzugstüren	Aufzugstüren schließen, während sich ein Arm, Bein oder der Kopf einer Person im Türbereich befindet. Durch die Schließkraft der Türen werden Verletzungen verursacht.
4	Absturz in den Schacht durch offene / unverriegelte Schachttür	Schachttür ist offen (wegen defektem Schließmechanismus, wegen Anfahren der Kabine bei offenen Türen, wegen Beschädigung der Schachttür) oder unverriegelt zu öffnen (bei Drehtüren), ohne dass die Kabine auf der gleichen Ebene ist. Person tritt unbedarft ein, stürzt in den Schacht und zieht sich beim Aufschlag auf den Schachtboden Verletzungen zu.
5	Absturz in den Schacht bei Selbstbefreiung	Kabine bleibt infolge Störung stecken, gewaltsames Öffnen der Kabinen- und Schachttüren und damit Schachtzugang beim Selbstbefreiungsversuch, Kontrollverlust beim Herausklettern und Absturz in den geöffneten Schacht. Verletzungen werden beim Aufschlag auf den Schachtboden verursacht.
6	Absturz der Kabine (nach oben)	Versagen der Antriebskupplung (Abriss), keine Absturzsicherung nach oben vorhanden, Kabine fährt unkontrolliert hoch. Insassen werden verletzt.
7	Absturz der Kabine (nach unten)	Ein Tragmittel versagt, die Fangeinrichtung versagt ebenfalls. Die Kabine stürzt ab und schlägt auf dem Schachtboden auf. Insassen werden verletzt.
8	Eingeschlossen werden in der Kabine	Störung in Steuerung, Antrieb oder Sensorik: Kabine bleibt im Schacht stecken. Notruf funktioniert nicht. Insassen ersticken oder erleiden Hitzschlag (im Sommer, bei Glasaufzügen) oder verdursten bei längerem Aufenthalt.

Abb. 8.8 Ereignisse und Verlaufsszenarien

Ereignis		Kritische Schadensschwere erreicht?	Beeinflussbar durch Prüfung?
1	Kabine fährt bei geöffneten Türen plötzlich an	**Scherkraft der fahrenden Kabine: Tod möglich**	**ja:** **Ursache defekte Türsensoren**
2	Scheren an schließenden Türen	Schließkraft: Tod kaum möglich	**ja:** **Türsensoren, Lichtschranke**
3	Eingeklemmt werden zwischen schließenden Aufzugstüren	Schließkraft: Tod kaum möglich	**ja:** **Türsensoren, Lichtschranke**
4	Absturz in den Schacht durch offene / unverriegelte Schachttür	**Hohe Auftreffgeschwindigkeit:** **Tod möglich**	nein: kaum durch zusätzliche Expertenprüfungen beeinflussbar
5	Absturz in den Schacht bei Selbstbefreiung	**Hohe Auftreffgeschwindigkeit:** **Tod möglich**	nein: kaum durch Prüfungen beeinflussbar
6	Absturz der Kabine (nach oben)	Tödliche Verletzungen eher unwahrscheinlich	**ja:** **durch Prüfungen der Antriebskupplung beeinflussbar**
7	Absturz der Kabine (nach unten)	**Tod möglich**	**ja:** **durch Prüfungen möglich**
8	Eingeschlossen werden in der Kabine	**Tod möglich bei längerem Aufenthalt oder Hitze**	**ja:** **defekte Steuerung, Notruf**

Abb. 8.9 Relevante Ereignisse

Im 5. Schritt ist die Eintrittswahrscheinlichkeit für die relevanten Verlaufsszenarien abzuschätzen. Dieser Schritt stellt eine wesentliche Schwierigkeit dar, da aufgrund nicht immer verfügbarer Daten häufig eine Expertenabschätzung erforderlich ist. Für die Abschätzung der Eintrittswahrscheinlichkeit sind folgende Kriterien zu berücksichtigen (vgl. Abb. 8.10):

- Versagenswahrscheinlichkeit sicherheitsrelevanter Bauteile (darin enthalten Kriterien wie Komplexität des Arbeitsmittels, Zuverlässigkeit und Redundanz von Sicherheitssystemen)
- Verschleiß und der Ermüdung
- Menschliche Zuverlässigkeit, wenn im Verlaufsszenario das Handeln von Beschäftigten relevant ist
- Wahrscheinlichkeit, dass Beschäftigte die Gefahr erkennen und durch gezieltes Handeln verhindern oder ihr ausweichen können (orientiert an Kriterien wie Überschaubarkeit und Qualifikation der Beschäftigten)
- Exposition, d.h. dem Aufenthalt von Beschäftigten im Gefahrenbereich und die Wahrscheinlichkeit, dass ein kritischer Schaden tatsächlich eintritt

E1 Versagenswahrscheinlichkeit sicherheitsrelevanter Bauteile

E2 Verschleiß und Ermüdung

E3 Menschliche Zuverlässigkeit

E4 Gefahr erkennen und beseitigen bzw. ihr ausweichen können

E5 Exposition und Wahrscheinlichkeit des Eintritts der kritischen Schadensschwere

$$\mathbf{EWS = E1 + E2 + E3 + E4 + E5}$$

Abb. 8.10 Kriterien der Eintrittswahrscheinlichkeit

Zur Operationalisierung dieser Kriterien gibt es unterschiedliche Möglichkeiten:

- Die Kriterien können mithilfe qualitativer Skalen eingestuft werden. Dann ist das Problem zu lösen, wie aus den eingestuften Kriterien nachvollziehbar ein Maß für die Eintrittswahrscheinlichkeit generiert werden kann.
- Die Möglichkeit, die Kriterien direkt quantitativ zu beschreiben (z.B. als statische Wahrscheinlichkeit in negativen Zehnerpotenzen 10^{-x}) , besteht nicht bei allen der relevanten Kriterien.
- Die gewählte, pragmatische Lösung ist die Überführung qualitativer Einstufungen in Kennwerte, die durch Addition die Ermittlung eines Kennwerts für die Eintrittswahrscheinlichkeit ermöglicht.

Für die fünf oben genannten Kennwerte der Eintrittswahrscheinlichkeit stehen Einstufungsmatrizes zur Verfügung (vgl. Abbildungen 8.11 bis 8.16). Die Ergebnisse der Abschätzung der Eintrittswahrscheinlichkeit kann in ein übersichtliches Formular „Eintrittswahrscheinlichkeit und Boni“ eingetragen werden(vgl. 8.17). Durch die Erläuterungen wird sichergestellt, dass die Einschätzungen nachvollziehbar bleiben und Anhaltspunkte für spätere Ableitungen von Prüfungsanforderungen oder Boni vorhanden sind (6. Schritt). Mit Hilfe von Boni können Anreize für den Arbeitgeber bzw. Anlagenbetreiber geschaffen werden, dynamisch ein möglichst hohes Sicherheitsniveau anzustreben, wie dies das Arbeitsschutzgesetz verlangt.

Sicherheitsniveau (Redundanz der Sicherheitssysteme; Niveau / Zuverlässigkeit der verbindlichen Sicherheitsanforderungen an Hersteller) \ **Komplexität** (Zahl der voneinander abhängigen sicherheitsrelevanten Elemente)	**gering**	**mittel**	**hoch**
sehr hoch	8	7	6
hoch	7	6	5
mittel	6	5	4
gering	5	4	3

Abb. 8.11 E1 für die Versagenswahrscheinlichkeit sicherheitsrelevanter Bauteile

Angenommene Explosionswahrscheinlichkeit	Mit einer zündfähigen Atmosphäre muss ...		
	... **immer** gerechnet werden (Zone 0, 20; 1 = 10^{-0})	... **gelegentlich** gerechnet werden (Zone 1, 21; 10^{-1})	... **nur selten und im Fehlerfall kurzzeitig** gerechnet werden (Zone 2,22; 10^{-4})
Mit Zündquellen muss im Normalbetrieb **immer** gerechnet werden (1 = 10^{0})	0	1	4
Zündquellen können im Normalbetrieb **nur gelegentlich** auftreten (Kat. 3; 10^{-2})	2	3	6
Zündquellen können **selten (bei vorhersehbaren Fehlern)** auftreten (Kat. 2; 10^{-4})	4	5	8
Zündquellen können **nur sehr selten** auftreten (Kat. 1; 10^{-6})	6	7	10

Abb. 8.12 E1 für Explosionsschutz

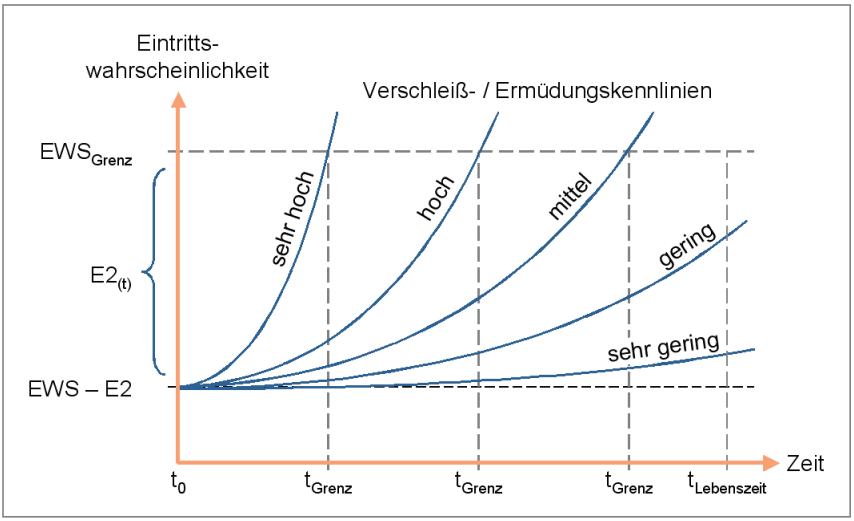


Abb. 8.13 E2 für Verschleiß / Ermüdung

Aufgabenbeschreibung in Abhängigkeit der situationsbedingten Anforderungen und der kognitiven Belastung	Fehlerwahrscheinlichkeit
Einfache und häufig durchgeführte Aufgaben bei geringem Stress und genügend zur Verfügung stehender Zeit in gewohnten Situationen (z. B. ohne ablenkende oder störende zusätzliche Einflüsse, gute Rückmeldung)	3,0
Komplexe und häufig durchgeführte Aufgaben in gewohnten Situationen mit geringem Stress und genügend zur Verfügung stehender Zeit, wobei eine gewisse Sorgfalt bei der Durchführung notwendig ist	2,0
Komplexe und häufig durchgeführte Aufgaben in ungewohnten Situationen (z. B. ablenkende oder störende Einflüsse, unzureichende Rückmeldung), bei hohem Stress oder geringer zur Verfügung stehender Zeit	1,0
Komplexe und selten durchgeführte Aufgaben in ungewohnten Situationen (z. B. ablenkende oder störende Einflüsse, unzureichende Rückmeldung), bei hohem Stress oder geringer zur Verfügung stehender Zeit	0,3
Hochkomplexe oder sehr selten durchgeführte Aufgaben in ungewohnten Situationen (z. B. ablenkende oder störende Einflüsse, unzureichende Rückmeldung), bei sehr hohem Stress oder geringer zur Verfügung stehender Zeit	0,0

Abb. 8.14 E3 für die Menschliche Zuverlässigkeit gemäß VDI 4006 Blatt 2

Erkennen der Gefahr (Komplexität / Überschaubarkeit der Anlage)	**Gefahr beseitigen oder ausweichen können**		
	leicht	nur mit spezifischer Qualifikation	kaum möglich
leicht erkennbar	2	1[19]	0
nur mit spezifischer Qualifikation erkennbar	1[19]	1[19]	0
schwer bis gar nicht erkennbar	0	0	0

[19] nur wenn die entsprechende Qualifikation zuverlässig vorhanden ist - sonst Kennwert 0

Abb. 8.15 E4 für Gefahr erkennen und beseitigen bzw. ihr ausweichen können

Wahrscheinlichkeit des Schadenseintritts / **Expositionszeit** (bei nur begrenzter Exposition der Beschäftigten gegenüber der Gefährdung)	Dass es beim Eintreten des Ereignisses zu einem Schaden in Höhe der kritischen Schadensschwere des Grenzrisiko kommt, ist ...		
	... wahrscheinlich	... wenig wahrscheinlich	... eher unwahrscheinlich
weitgehend keine eingeschränkte Exposition	0	1	2
maximal 10 % der Gefahrenzeit können Beschäftigte exponiert sein	1	2	3
maximal 1 % der Gefahrenzeit können Beschäftigte exponiert sein	2	3	4
maximal 0,1 % der Gefahrenzeit können Beschäftigte exponiert sein	3	4	5

Abb. 8.16 E5 für Exposition

Für die Risikobewertung ist ein Schwellenwert für die Eintrittswahrscheinlichkeit erforderlich, mit dem der ermittelte Kennwert der Eintrittswahrscheinlichkeit zu vergleichen ist. Also Orientierung für einen Vorschlag für diesen Schwellenwert wurden Werte aus anderen Sachgebieten (Umweltschutz, Gefahrstoffe) und anderen Ländern herangezogen (vgl. Abb. 8.18 bis 8.20).

Verlaufsszenario			Türsensoren / Steuerung versagen, Kabine fährt bei geöffneten Türen plötzlich an, Person im Türbereich verliert Kontrolle, aus Türen ragende Körperteile werden abgeschert. Dies führt zu tödlichen Verletzungen.				
EWS ohne Credits		4	Erläuterungen	Credits	Anforderungen	EWS mit Credits	6
Versagenswahrscheinlichkeit von Bauteilen	E1	5	*Mittlere Komplexität wegen zahlreicher Türsensoren und Steuerung; mittlere Redundanz und Zuverlässigkeit*	C1	*Bei Einsatz redundanter Türsensorensystemen*		6
Verschleiß / Ermüdung	E2	-1	*Stark schwankend und abhängig von Nutzungsintensität, Beschädigung der Türen, Vandalismus; mittel bis sehr hoch (3 bis 24 Monate)*	C2			-1
Menschliche Zuverlässigkeit	E3	0	*Hier nicht relevant*	C3			0
Gefahr erkennen und verhindern / ausweichen	E4	0	*Gefahr in der Regel nicht erkennbar; Aufzugsbenutzer rechnet nicht mit Fehlverhalten, wegen des Überraschungsmoments und Kontrollverlust kaum ausweichbar*	C4			0
Exposition	E5	0	*Keine nennenswert eingeschränkte Exposition: Aufzug setzt sich bei Ruf / Zielwahl in Bewegung; Nutzer geht davon aus, dass Aufzug erst anfährt, wenn Tür geschlossen ist; Schaden tritt nur ein, wenn Körperteil im Moment des Scherens aus der Kabine ragt; das ist nur beim Hochfahren möglich; es besteht noch eine kurze Reaktionszeit*	C5			0
			Maßnahmen zur Aufrechterhaltung der Sicherheit	C6	*Bei Nachweis eines zertifizierten Systems vorbeugender Instandhaltung mit vorgegebenen Maßnahmen*		1

Abb. 8.17 Formular „Eintrittswahrscheinlichkeit und Boni“

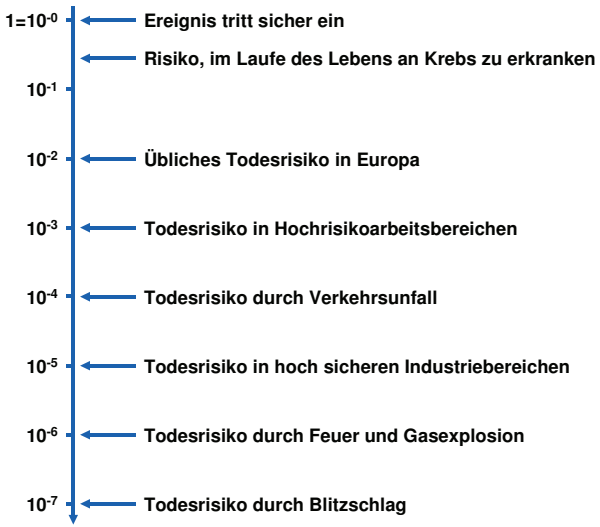


Abb. 8.18 Grenzrisiko: Orientierungswerte für die Eintrittswahrscheinlichkeit

- Krebserzeugende Gefahrstoffe:
  zusätzliches statistisches Risiko für Krebserkrankung im Laufe des Lebens (Ampelmodell)

Abb. 8.19 Grenzrisiko: Vergleich: Grenzwerte für Individualrisiko im Arbeitsschutz

Todeswahrscheinlichkeit bei dauerhaftem Aufenthalt im Expositionsbereich

- Niederlande:
  - für geplante besonders schutzwürdige Objekte (z. B. Krankenhaus): 10^{-6} pro Jahr
  - für bestehende und begrenzt schutzwürdige Objekte (z. B. Büro, Hotel): 10^{-5} pro Jahr
- Kanada:
  - im Bereich von Industrieanlagen mit begrenzter Zahl von Menschen und bei guten Evakuierungsmöglichkeiten: 10^{-4} pro Jahr
  - im Bereich von Büros, Wohngebäuden in geringer Dichte und bei guten Evakuierungsmöglichkeiten: 10^{-5} pro Jahr
  - ansonsten: 10^{-6} pro Jahr

Abb. 8.20 Grenzrisiko: Vergleich: Grenzwerte für Individualrisiko aus Störfallbereich

Auf dieser Basis wird ein Schwellenwert, der der Wahrscheinlichkeit von 10^{-5} entspricht vorgeschlagen und für die Erprobung der Methodik verwendet (vgl. Abb. 8.21).

- In der Relation zu den Risikowerten der benachbarten Sachgebiete vergleichbares Niveau anstreben
- Ein entsprechend der Tradition hohes Sicherheitsniveau anstreben

Vorschlag für die Eintrittswahrscheinlichkeit des Grenzrisikos:

Häufigkeit von 10^{-5} pro Jahr

Abb. 8.21 Grenzrisiko: Eintrittswahrscheinlichkeit

Er markiert ein anspruchsvolles Sicherheitsniveau. Unterschreitet der Kennwert EWS der Eintrittswahrscheinlichkeit diesen Schwellenwert EWS_{grenz}, besteht Bedarf für besondere Expertenprüfungen zusätzlich zu betriebinternen Inspektionen durch befähigte Personen im Rahmen der Instandhaltung (vgl. Abb. 8.22).

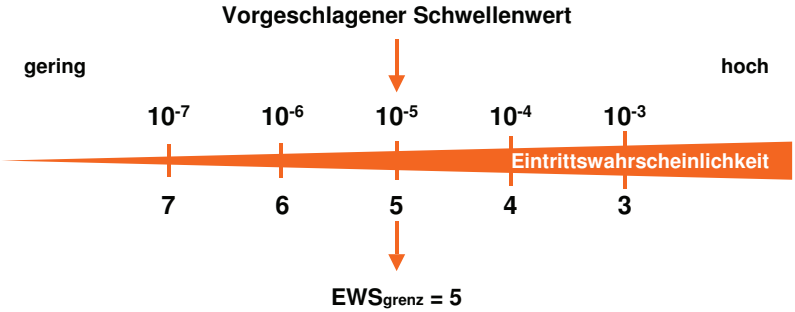


Abb. 8.22 Vorgeschlagener Schwellenwert für die Eintrittswahrscheinlichkeit (EWS)

Die Schritte 5 bis 6 sind für alle relevanten Verlaufsszenarien anzuwenden. Im Ergebnis steht dann die Übersichtsdarstellung im Formular „Risikobeurteilung“ zur Verfügung (vgl. Abb. 8.23). Ggf. sind nun noch weitere realtypische Systemszenarien auszuwählen und einer Risikobeurteilung zu unterziehen (7. Schritt). Auf dieser Basis können dann Anforderungen für Prüfungen und Boni abgeleitet werden (vgl. Abb. 8.4).

Systemszenario: Personenaufzüge als Seilaufzüge in Büro- oder Wohngebäuden						
Ereignis		Verlaufsszenario	Kritische Schadensschwere erreicht?	Beeinflussbar durch Prüfung?	Eintritts-wahrschein-lichkeit	Anmerkungen
1	Kabine fährt bei geöffneten Türen plötzlich an	Türsensoren / Steuerung versagen, Kabine fährt bei geöffneten Türen plötzlich an, Person im Türbereich verliert Kontrolle, aus Türen ragende Körperteile werden abgeschert.	Scherkraft der fahrenden Kabine: Tod möglich	ja: Ursache defekte Türsensoren	4	Durch Credits kann Schwellenwert eingehalten werden
2	Scheren an schließenden Türen	Türsteuerung erkennt beim Schließen der Tür nicht, dass Gliedmaßen (Finger, Hand, Arm, Fuß, Bein) eingeklemmt sind, Kabine fährt an und reißt Gliedmaßen ab.	Schließkraft: Tod kaum möglich	ja: Türsensoren, Lichtschranke	–	
3	Eingeklemmt werden zwischen schließenden Aufzugstüren	Aufzugstüren schließen, während sich ein Arm, Bein oder der Kopf einer Person im Türbereich befindet. Durch die Schließkraft der Türen werden Verletzungen verursacht.	Schließkraft: Tod kaum möglich	ja: Türsensoren, Lichtschranke	–	
4	Absturz in den Schacht durch offene / unverriegelte Schachttür	Schachttür ist offen (wegen defektem Schließmechanismus, wegen Anfahren der Kabine bei offenen Türen, wegen Beschädigung der Schachttür) oder unverriegelt zu öffnen (bei Drehtüren), ohne dass die Kabine auf der gleichen Ebene ist. Person tritt unbedarft ein, stürzt in den Schacht und zieht sich beim Aufschlag auf den Schachtboden Verletzungen zu.	Hohe Auftreffgeschwindigkeit: Tod möglich	nein: kaum durch zusätzliche Expertenprüfungen beeinflussbar	–	
5	Absturz in den Schacht bei Selbstbefreiung	Kabine bleibt infolge Störung stecken, gewaltsames Öffnen der Kabinen- und Schachttüren und damit Schachtzugang beim Selbstbefreiungsversuch, Kontrollverlust beim Herausklettern und Absturz in den geöffneten Schacht. Verletzungen werden beim Aufschlag auf den Schachtboden verursacht.	Hohe Auftreffgeschwindigkeit: Tod möglich	nein: kaum durch Prüfungen beeinflussbar	–	
6	Absturz der Kabine (nach oben)	Versagen der Antriebskupplung (Abriss), keine Absturzsicherung nach oben vorhanden, Kabine fährt unkontrolliert hoch. Insassen werden verletzt.	Tödliche Verletzungen eher unwahrscheinlich	ja: durch Prüfungen der Antriebskupplung beeinflussbar	–	
7	Absturz der Kabine (nach unten)	Ein Tragmittel versagt, die Fangeinrichtung versagt ebenfalls. Die Kabine stürzt ab und schlägt auf dem Schachtboden auf. Insassen werden verletzt.	Tod möglich	ja: durch Prüfungen möglich	7	
8	Eingeschlossen werden in der Kabine	Störung in Steuerung, Antrieb oder Sensorik: Kabine bleibt im Schacht stecken. Notruf funktioniert nicht. Insassen ersticken oder erleiden Hitzschlag (im Sommer, bei Glasaufzügen) oder verdursten bei längerem Aufenthalt.	Tod möglich bei längerem Aufenthalt oder Hitze	ja: defekte Steuerung, Notruf	6	

Abb. 8.23 Formular „Risikobeurteilung“

8.4 Erprobung und Ausblick

Die Methodik wurde mit Expertenunterstützung beispielhaft an 5 Anlagentypen (Aufzüge, Tankstellen, Biogasanlagen, Krane, Druckbehälter) erprobt. Danach werden Tankstellen unter bestimmten Bedingungen als nicht besonders prüfbedürftig angesehen, da die Prüfungen aufgrund des Explosionsschutzes ausreichen. Die anderen untersuchten Anlagentypen werden als nach wie vor besonders prüfbedürftig durch unabhängige Experten angesehen, wobei in der Regel Boni Prüfungserleichterungen ermöglichen (vgl. Abb. 8.24).

Die Erprobung liefert Ergebnisse bezüglich der Notwendigkeit zusätzlicher Expertenprüfungen und bezüglich möglicher Boni.

- Aufzüge: nach wie vor bes. prüfbedürftig; Boni möglich
- Tankstellen: unter bestimmten Bedingungen nicht bes. prüfbedürftig (Prüfungen aufgrund Explosionsschutz reichen aus)
- Krane: bes. prüfbedürftig; Boni möglich
- Biogasanlagen: bes. prüfbedürftig: Boni möglich
- Druckbehälter: bes. prüfbedürftig: Boni möglich

Abb. 8.24 Ergebnisse der Erprobung

Die Erkenntnisse aus der Erprobung zeigen (vgl. Abb. 8.25 bis Abb. 8.29), dass die Methodik wenige kritische Ereignisse herausfiltert, die für die Fragestellung (Notwendigkeit besonderer Expertenprüfungen) relevant sind und eine gute Trennschärfe bzgl. der Notwendigkeit besonderer Expertenprüfungen erzielt. Sie liefert eine transparent nachvollziehbare Übersicht über den komplexen Sachverhalt und unterstützt die Konsensbildung im Ausschuss für Betriebssicherheit zur Aktualisierung des Katalog sowie zur Festlegung der Prüfungsanforderungen und ggf. möglicher „Boni“.

Die entwickelte Methodik ist für die gewünschte Fragestellung effizient und problemadäquat anzuwenden.

- sinnvolle Strukturierung des Spektrums mittels morpholog. Kasten
- Herausfiltern weniger relevanter Ereignisse
- Nachvollziehbare Risikobeurteilung anhand relevanter Kriterien
- Unterstützung der systematischen und zielgerichteten Suche möglicher Boni

Abb. 8.25 Erkenntnisse aus der Erprobung (1)

Die Methodik erweist sich in der Anwendung als robust und zuverlässig; die erzielten Ergebnisse sind plausibel, reliabel und valide.

- plausible Ergebnisse sowohl bezüglich der Strukturierung und Eingrenzung der Szenarien als auch bezüglich der Risikobeurteilung
- Unterschiedliche Experten kommen zu den selben Ergebnissen (Reliabilität)
- Gute Trennschärfe orientiert an den vorgeschlagenen Schwellen für das Grenzrisiko

Abb. 8.26 Erkenntnisse aus der Erprobung (2)

Die Zuverlässigkeit der Ergebnisse der Anwendung der Methodik ist von der verfügbaren Datenbasis und dem Expertenwissen zu Mängeln und Risiken der betrachteten Systemszenarien abhängig.

- Teilweise wenig belastbare Datenbasis insbesondere bezüglich der Versagenswahrscheinlichkeit von sicherheitsrelevanten Bauteilen; prospektive Experteneinschätzungen erforderlich
- Verfügbare Mängel- und Unfallstatistiken können - wenn sie bzgl. der Fragestellung ausreichend spezifische Aussagen treffen lassen - die Anwendung der Methodik unterstützen
- Auswertung von Mängel- und Unfalldaten können die Unsicherheit verringern

Abb. 8.27 Erkenntnisse aus der Erprobung (3)

Für die Anwendung der Methodik sind spezifische Kenntnisse erforderlich. Der entwickelte Leitfaden unterstützt die Anwendung.

- Grundverständnis für den Risikobegriff einschließlich der Eintrittswahrscheinlichkeit und Grundkenntnisse der Risikobeurteilung erforderlich
- Anwender müssen die Methodik kennen (Leitfaden) oder benötigen eine fachkundige Begleitung
- Experten der jeweils ausgewählten Arbeitsmittel- und Anlagentypen erforderlich

Abb. 8.28 Erkenntnisse aus der Erprobung (4)

Die Methodik liefert eine übersichtliche Ergebnisdarstellung, die geeignet ist, den Ausschuss für Betriebssicherheit bzw. entsprechende Arbeitsgruppen zur konstruktiven Konsensbildung und fachgerechten Festlegung von Prüfungsanforderungen effektiv zu unterstützen.

- Unterstützung der Vorauswahl von Arbeitsmittel- bzw. Anlagentypen
- Bereitstellung übersichtlicher Formulare
- Übersichtliche und transparente Ergebnisdarstellung schafft günstige Bedingungen für die Akzeptanz der Ergebnisse und die sachorientierte Konsensbildung im Ausschuss für Betriebssicherheit

Abb. 8.29 Erkenntnisse aus der Erprobung (5)

Für die Anwendung der Methodik ist sowohl eine Handlungsleitung (Leitfaden, kundige Begleitung) als auch Expertenwissen zu dem jeweiligen Arbeitsmittel/der jeweiligen Anlage erforderlich. Eine grundlegende Schwierigkeit bleibt die teilweise wenig belastbare Datenbasis. Das macht Experteneinschätzungen für die Kriterien der Eintrittswahrscheinlichkeit erforderlich, die – wie bei allen Risikoabschätzungen – eine gewisse Unsicherheit beinhalten.

Die Komplexität der Materie und das Risikopotenzial gefährlicher Arbeitsmittel und Anlagen machen eine sorgfältige und fundierte Überprüfung der Anforderungen für besondere Expertenprüfungen zur Gewährleistung der Systemsicherheit erforderlich. Die entwickelte Methodik kann hierzu einen Beitrag für die sachorientierte Konsensbildung und Modernisierung eines Katalogs besonderer Prüfungen von Arbeitsmitteln und Anlagen liefern.

8.5 Literatur

Das durch das Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS) geförderte Forschungsprojekt „Ermittlung von Kriterien und Erkenntnissen zur Notwendigkeit, Art und Umfang sicherheitstechnischer Prüfungen von Arbeitsmitteln (einschließlich Anlagen)“ wurde im Mai 2011 abgeschlossen. Der Endbericht und die Methodik steht unter www.bmas.de unter dem Suchbegriff „FB410“ zum Download bereit.

Abb. 8.30 Dipl.-Ing. Christof Barth stellte seine für das BMAS entwickelte, risikobasierte Methodik öffentlich erstmals am 24. Mai 2011 in Wuppertal vor

Abb. 8.31 Dipl.-Ing. Christoph Thust (Infracor Chemiepark GmbH, Marl) und Dipl.-Ing. Christof Barth (Systemkonzept GmbH, Köln) im Anschluss des 72. Sicherheitswissenschaftlichen Kolloquiums (v.l.n.r.)

9 Forschung für die Prävention (HELMUT BLOME)

73. Sicherheitswissenschaftliches Kolloquium am 7. Juni 2011 in Wuppertal

Prof. Dr. Helmut Blome
Direktor des Instituts für Arbeitsschutz der
Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA), Sankt Augustin

9.1 Einleitung

Nach Sozialgesetzbuch VII [1] haben die gesetzlichen Unfallversicherungen in Deutschland den Auftrag, mit allen geeigneten Mitteln Arbeitsunfälle und Berufskrankheiten sowie arbeitsbedingte Gesundheitsgefahren zu verhüten. Insbesondere sollen sie den Ursachen von arbeitsbedingten Gefahren für Leben und Gesundheit auch durch eigene Forschung nachgehen. Ein wesentlicher Teil dieser Aktivitäten wird vom Dachverband, der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV), geleistet. Eines der drei Forschungsinstitute der DGUV ist das Institut für Arbeitsschutz (IFA) in Sankt Augustin. Das IFA unterstützt die Un-fallversicherungsträger bei der Erfüllung ihrer Aufgaben. Seine Forschungsergebnisse fließen in die Beratung der Unfallversicherungsträger sowie bei der Prüfung und Zertifizierung von Produkten ein.

Zum einen will die Forschung des IFA und der DGUV die ursächlichen Zusammenhänge zwischen Einwirkungen bei der Arbeit und Auswirkungen für Sicherheit und Gesundheit klären; zum anderen entwickelt, erprobt und validiert sie wirksame Präventionskonzepte und Maßnahmen. Besondere Merkmale der Arbeitsschutzforschung sind die praxisbezogene Problemstellung und die enge Verzahnung mit anderen Präventionsaktivitäten wie beispielsweise Recht- und Regelsetzung, Beratung, Ausbildung, Normung und Prüfung. So wird gewährleistet, dass die Forschungsergebnisse in die betriebliche Praxis umgesetzt werden können.

9.2 Allgemeine Informationen zum IFA

Das IFA ist naturwissenschaftlich-technisch ausgerichtet und forscht, berät und prüft auf den Gebieten chemischer, biologischer und physikalischer Einwirkungen sowie Unfallverhütung, Produktsicherheit und Ergonomie.

Das IFA mit 246 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern gliedert seine Arbeit in fünf Fachbereichen und einem Zentralbereich. Struktur und Aufgaben der Bereiche ergeben sich aus Abbildung 9.1:

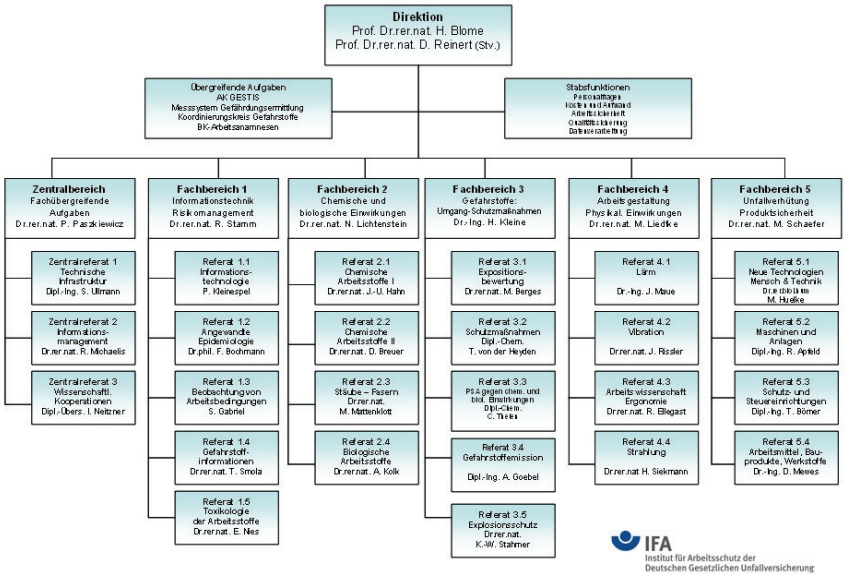


Abb. 9.1 Organigramm des IFA (Stand 2011)

Zwei Drittel der Arbeiten zielen auf die Vermeidung von Berufskrankheiten und arbeitsbedingten Gesundheitsgefahren und ein Drittel ist der Unfallverhütung gewidmet. Ca. 80% der Aktivitäten des IFA werden von den UV-Trägern und ihren Einrichtungen initiiert. Fast immer ergeben sich die Fragestellungen aus der betrieblichen Arbeitsschutzpraxis. Darüber hinaus wird das IFA als europäisch notifizierte Prüf- und Zertifizierungsstelle für Hersteller tätig.

Forschung, Untersuchung und Entwicklung und die dafür aufgewendeten Kapazitäten nehmen mit 27% eine dominierende Stellung ein. Die Aufstellung der Arbeitskapazitäten nach Aufgabenbereichen ergibt sich aus Abbildung 9.2:

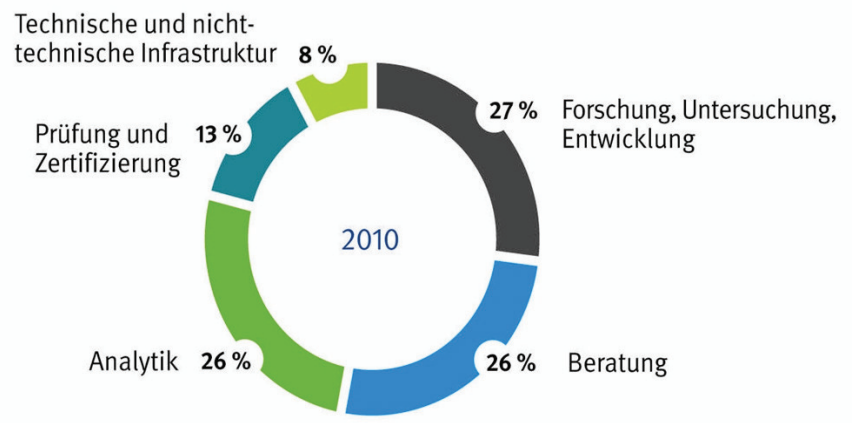


Abb. 9.2 Arbeitskapazitäten des IFA nach Aufgabenbereichen

Die hauptsächlichen Sachgebiete ergeben sich aus der Abbildung 9.3:

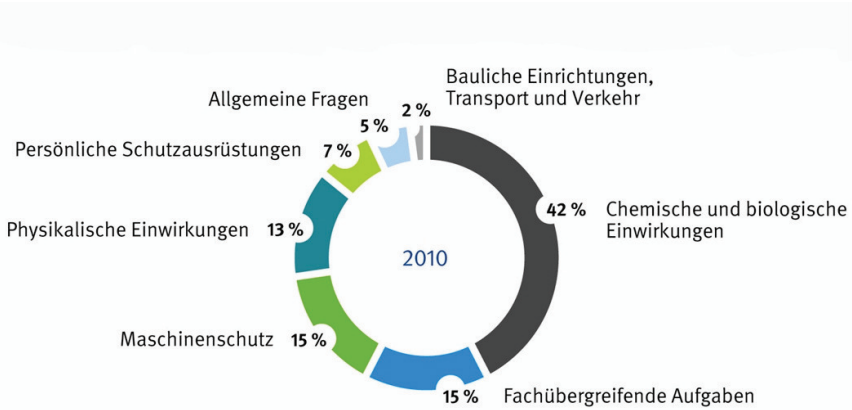


Abb. 9.3 Arbeitskapazitäten nach Sachgebieten

Weitere Kennzahlen zum Institut:

Professionen:

- Naturwissenschaften (Chemie, Physik, Mikrobiologie)
- Ingenieurwissenschaften (Elektrotechnik, Maschinenbau, Bauwesen, Informatik)
- Angewandte Epidemiologie und Toxikologie
- Ergonomie
- Mensch & Technik

Anzahl der Beratungen	1.000
Betriebliche Messungen	90
Feststellungsverfahren von Berufskrankheiten (Mitwirkung)	230
Nationale und internationale Gremien (Mitarbeit)	etwa 200
Publikationen	mehr als 150

Datenbanken:

- GESTIS-Stoffdatenbank mehr als 900.000 Zugriffe pro Jahr
- Informationsstelle für Sicherheitsdatenblätter (ISI) mehr als 820.000 SDB

Analytik pro Jahr	von mehr als 500 Gefahrstoffen
Zahl der beprobten Betriebe	4.000

Prüfung (pro Jahr):

- Persönliche Schutzausrüstungen 500
- Weitere technische Arbeitsmittel 350
- Bauteile, Steuerungen und Ausrüstungen an Maschinen 900

Für die Umsetzung seiner Forschungsergebnisse ist es wichtig, dass die Beratung effektiv und zeitnah ihren Weg in die Praxis findet. Dies kann über Teilnahme an Veranstaltungen, in der Normungs- und Gremienarbeit sowie bei betrieblichen Messungen vorgenommen werden. Eine Aufstellung der Beratungsaktivitäten wird in Abbildung 9.4 vorgenommen:

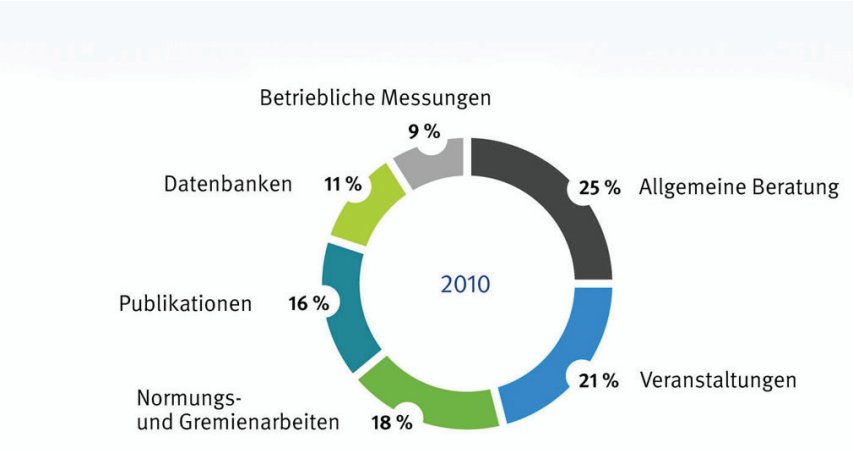


Abb. 9.4 Aufteilung der Beratungsaktivitäten

9.3 Herkunft der Aufgaben und Zusammenarbeit mit den Unfallversicherungsträgern

Die Arbeitsschutzforschung ist eingebunden in die Gesamtstrategie und Prioritätensetzung der UVT-Prävention. Sie trägt wesentlich zum grundsätzlichen Ziel – einer menschengerechten Gestaltung von Arbeit – bei.

Damit die UVT-Arbeitsschutzforschung diesem Ziel dienen kann, muss sie praxisorientiert und verwertbar ausgerichtet sein; sie

- unterstützt die Präventionsschwerpunkte der UVT;
- orientiert sich am Bedarf und den Möglichkeiten von Betrieben und Versicherten;
- ist eng verzahnt mit anderen Präventionsinstrumenten, wie Regelsetzung, Qualifizierung, Prüfung und Zertifizierung, und bezieht die dabei gewonnenen Erkenntnisse ein;
- achtet in besonderem Maße auf die praktische Umsetzung der Forschungsergebnisse, um eine nachhaltige Wirkung zu gewährleisten. Dabei werden die Möglichkeiten der anderen berufsgenossenschaftlichen Präventionsinstrumente gezielt genutzt, um einen schnellen und effizienten Transfer in die Praxis sicherzustellen;
- ist grundsätzlich interdisziplinär angelegt und hat ihren Schwerpunkt in der angewandten Forschung (translationale Forschung);

- ist flexibel organisiert, um sich schnell neuen und aktuellen Fragestellungen aus der Praxis widmen zu können;
- liefert Beurteilungsgrundlagen für Wirksamkeit und Effizienz von Präventionsmaßnahmen und ggf. anderen berufsgenossenschaftlichen Aktivitäten;
- legt wissenschaftliche Qualitätsstandards zugrunde.

Die Aktivitäten des Instituts leiten sich aus den aktuellen Fragestellungen der Unfallversicherungsträger zum Geschehen in Betrieben und Einrichtungen ab. Die Wechselwirkung mit den Unfallversicherungsträgern erfolgt auf vielfältige Art und Weise:

Zum einen verfügt das Institut über einen Beirat, in dem es regelmäßig nicht nur seine bisherigen Aktivitäten vorstellt, sondern auch grundsätzliche Entwicklungslinien der Zukunft abstimmt. Darüber hinaus beteiligt sich das Institut an Sitzungen von Gremien der Unfall-versicherungsträger.

Für eine Reihe von Dienstleistungen des Instituts sind feste Vorgehensweisen vereinbart, wie z.B. für das Messsystem zur Gefährdungsbeurteilung der Unfallversicherungsträger. Hiermit können durch eine bewährte und einfach umzusetzende Kooperation z.B. Messungen auf Gefahrstoffe, physikalische Einwirkungen durch die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Unfallversicherungsträger in den Betrieben vorgenommen werden und sie erhalten durch das Institut nicht nur eine Auswertung, sondern auch Hinweise auf Hilfestellungen zur Bewertung dieser Ergebnisse. Herausragendes Beispiel mit langer Tradition ist das Messsystem für Gefahrstoffe, das mittlerweile auf einen Fundus von über 500 validierten Messverfahren zurückgreift und wodurch im Verlauf von mehr als 30 Jahren mittlerweile mehr als 2,5 Millionen Expositionsdaten erhoben werden konnten. Diese können nicht nur für die Fragestellungen im Zusammenhang mit Berufskrankheiten, sondern auch für Fragestellungen der Prävention im Sinne von Messergebnissen nach dem Stand der Technik und Beschreibung von Expositionsszenarien gemäß REACH-Verordnung genutzt werden. Die Tatsache, dass hier alle Unfallversicherungsträger uneingeschränkt mitarbeiten, nach gleichen Qualitätsstandards vorgehen und auch die Nutzung abstimmen, ergibt ein hohes Potential an Möglichkeiten zur Nutzung bei der Erarbeitung technischer Regeln mit der Beschreibung von adäquaten Schutzmaßnahmen.

Die beschriebene Art der Zusammenarbeit mit den Unfallversicherungsträgern mündet in gemeinsamen Veranstaltungen, wo die Ergebnisse zusammenfassend bewertet werden. In regelmäßigen Abständen werden auch Fachgespräche durchgeführt, in denen diese verschiedenartigsten Erkenntnisse dargestellt und auf ihre Praxistauglichkeit geprüft sowie im Hinblick auf etablierte Schutzmaßnahmen hin überprüft werden. Auf diese Art und Weise kann auch schnell auf besondere aktuelle Fragestellungen und Ereignisse eingegangen werden. Beispiele sind die Reaktionen auf den PCB-Skandal in Dortmund, wobei die Unfallversicherungsträger sehr schnell Er-

fahrungen zu und mit bestimmten Präventionsmaßnahmen beschrieben und bewertet haben. Ferner Reaktionen auf mögliche Grenzwertabsenkungen und wie sowohl messtechnisch als auch präventiv hierauf reagiert werden kann (Beispiel: Absenkung des allgemeinen Staubgrenzwertes) sowie Reaktionen auf Stoffe, die zwar längst verboten sind, wie z.B. Asbest, wo aber nach wie vor etablierte und bewährte Schutzmaßnahmen bei der Sanierung gefragt sind.

9.4 Der Verbund der Forschungsinstitute der DGUV und Kooperationen

Die drei Institute der DGUV arbeiten eng miteinander zusammen. Es handelt sich um das Institut für Arbeit und Gesundheit (IAG) in Dresden, das Institut für Prävention und Arbeitsmedizin (IPA) in Bochum und das IFA in Sankt Augustin. In diesen drei Instituten widmen sich etwa 400 Mitarbeiter der Forschung in den Bereichen Prävention von Berufskrankheiten. Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass es neun Unfallkliniken und zwei BG-Kliniken für Berufskrankheiten gibt, deren Forschung schwerpunktmäßig in den Bereichen Heilverfahren und Rehabilitation liegt. Darüber hinaus können Forschungsprojekte anderer Einrichtungen, wie Universitäten und Hochschulen, auf Antrag mit Geldern des Forschungsfonds der DGUV gefördert werden. Darüber hinaus erfolgt ein weltweiter Austausch von Erfahrungen über die Partnership for European Research on Occupational Safety and Health (PEROSH) und weltweit über die Sheffield-Gruppe. Neun gemeinsame Forschungsprojekte der PEROSH-Gruppe tragen inzwischen die ersten Früchte. U.a. wird unter Federführung des IFA eine webbasierte internationale Datenbank zu Expositionsdaten zu Nanopartikeln aufgebaut.

Kontakte zu anderen Forschungsstellen und Hochschulen, aber auch zu europäischen und internationalen Partnerorganisationen schärfen den Blick für die Relevanz der eigenen Arbeit und helfen, mit Ressourcen sinnvoll zu haushalten. Die DGUV ist durch ihre Institute auch in europäischen und internationalen Zusammenschlüssen von Arbeitsschutz-Forschungsinstituten, wie beispielsweise der Partnership for European Research in Occupational Safety and Health (PEROSH) und der Sheffield-Group vertreten. Alle drei Institute kooperieren in der Forschung mit einer Vielzahl von Hochschulen und Universitäten.

9.5 Aktuelle Schwerpunkte und Beispiele

Im Messsystem Gefährdungsermittlung der Unfallversicherungsträger (MGU) werden Expositionsdaten zu chemischen und biologischen Arbeitsstoffen ermittelt, beurteilt und dokumentiert. Die Exposition gegenüber Gefahrstoffen und biologischen Arbeitsstoffen kann insbesondere an gewerblichen Arbeitsplätzen eine große Bedeutung haben. Im MGU werden für die UV-Träger analytische Kapazitäten zur Ermittlung der Gefahrstoffbelastung zur Verfügung gestellt. Pro Jahr werden ca. 30.000 Proben analysiert. Dabei werden sowohl Stoffkonzentrationen in der Luft bestimmt als auch Gefahrstoffe in Materialproben identifiziert.

Größtenteils werden die eingesetzten validierten und standardisierten Messverfahren im IFA entwickelt. Das Institut nimmt regelmäßig an Ringversuchen für Gefahrstoff-Messverfahren teil. Um Gesundheitsgefährdungen von Beschäftigten bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen zu erfassen und zu mindern, führt das IFA geeignete Ermittlungen der Belastungen durch und erarbeitet Empfehlungen für den sicheren Umgang mit Gefahrstoffen. Dazu zählen vor allem

- Expositionsermittlungen in Betrieben oder im Zusammenhang mit Berufserkrankungen auch an ehemaligen Arbeitsplätzen
- Untersuchungen und Beratungen zur Expositionsminderung bei Anlagen und Arbeitsverfahren
- Untersuchungen und Beratungen zur Lüftung und zum Klima in der Arbeitsumgebung von Versicherten
- Untersuchungen und Prüfungen an Gefahrstoff erzeugenden und Gefahrstoff beseitigenden Maschinen und Geräten
- Untersuchungen und Prüfungen zu Atemschutzausrüstungen und Chemikalienschutzbekleidung

Im Internet frei zugängliche GESTIS-Datenbanken (u.a. Stoffdatenbank, internationale Grenzwerte, STAUB-EX) unterstützen Betriebe bei der Gefährdungsbeurteilung und bei Maßnahmen zur Risikominderung bei Tätigkeiten mit chemischen Stoffen.

Physikalische Einwirkungen auf den Menschen können bei entsprechender Einwirkungsstärke und -dauer zu Gesundheitsschäden führen. Im Institut werden deshalb Lärmmesstechnik und Lärmschutzmaßnahmen entwickelt, Vibrationen an Fahrzeugen, Maschinen und Geräten untersucht, thermische Belastungen (z.B. durch Klimafaktoren oder heiße Oberflächen) und Belastungen durch ionisierende und optische Strahlung sowie durch elektromagnetische Felder ermittelt und beurteilt.

Schwerpunkte liegen in der

- Messmethodenentwicklung
- Belastungsmessung und -bewertung in Betrieben
- Reduzierung der Emissionen von Maschinen und Anlagen
- Minderung der Belastungen in Betrieben
- Nachträglichen Belastungsermittlung in Berufskrankheitenverfahren
- Beurteilung von Schutzeinrichtungen zur Verminderung physikalischer Belastungen

Als Grundlage für eine verbesserte Anpassung der Arbeitsumgebung an den Menschen entwickelt das IFA Methoden und Verfahren zur Erfassung und Bewertung von arbeitsbedingten Belastungen des Muskel-Skelett-Systems. Zusätzlich werden Messungen von arbeitstypischen Belastungen sowohl in Betrieben als auch im Labor durchgeführt mit dem Ziel, die Arbeitsplatzgestaltung, die Arbeitssituation und individuelle Arbeitstechniken zu optimieren. Die Präventionsmaßnahmen werden durch eigens entwickelte Werkzeuge evaluiert. Diese Werkzeuge werden auch eingesetzt, um berufstypische Belastungsdaten in einer Datenbank für die Recherche in Berufskrankeiten(BK)-Feststellungsverfahren und in der betrieblichen Prävention zu erfassen und aufzubereiten.

Bandscheibenbedingte Erkrankungen der Lenden- und der Halswirbelsäule sind seit 1993 in der Berufskrankheitenliste aufgeführt. Die praktische Umsetzung dieser Änderung hat die Unfallversicherungsträger, technische und medizinische Sachverständige und die Sozialgerichte vor erhebliche Probleme gestellt. Insbesondere fehlt es an ausreichenden wissenschaftlichen Erkenntnissen, die eine Abgrenzung der durch Arbeitsbelastungen verursachten Wirbelsäulenerkrankungen von den allgemeinen Verschleißerscheinungen, sie sie in der gesamten Bevölkerung verbreitet vorkommen, ermöglichen würden. Die Bezeichnung dieser Berufskrankheiten in der Berufskrankheitenliste verwendet unbestimmte Rechtsbegriffe, die in vieler Hinsicht der Konkretisierung bedürfen.

Erst in jüngerer Zeit ist es gelungen, ein einheitliches, auf alle Tätigkeiten anwendbares Verfahren zu entwickeln, das eine differenzierte Ermittlung und Bewertung der individuellen Expositionsverhältnisse für die praktisch wichtigste Gruppe ermöglicht – die der bandscheibenbedingten Lendenwirbelsäulenerkrankungen durch Heben, Tragen und extreme Beugehaltung (BK-Nr. 2108). Dieses unter dem Namen „Mainz-Dortmunder Dosismodell“ bekannte Verfahren basiert auf den derzeit verfügbaren Erkenntnissen, die jedoch nach wie vor lückenhaft sind. Zur Klärung der noch nicht ausreichend erforschten Dosis-Wirkungs-Beziehungen bestand weiterer Forschungsbedarf.

Ein Schwerpunkt im Sachgebiet Unfallverhütung und Produktsicherheit liegt auf der Bewertung neuer Technologien. Dabei sind neue sicherheitstechnische Beurteilungsgrundlagen auf der Basis aktueller Forschung zu entwickeln. Komplexe rechnergesteuerte Technik erfordert gleichzeitig neue Ansätze, um den Menschen und sein Verhalten in die Sicherheitsbetrachtung einzubeziehen. Für Untersuchungen der Verwendbarkeit (Usability) mit dem Ziel, Unfallverhütung und Produktsicherheit zu verbessern, werden technische und arbeits-psychologische Werkzeuge, z.B. virtuelle Realität, eingesetzt.

Damit Maschinen und Anlagen sicher gestaltet werden können, sind sichere Schutz- und Steuereinrichtungen erforderlich. Die Schwerpunkte bei der Untersuchung und Prüfung von derartigen Sicherheitseinrichtungen sind beispielsweise sensorgesteuerte Personenschutzeinrichtungen sowie elektrische, elektronische und fluidtechnische Sicherheitsbauteile. Neue Sensortechniken, wie z.B. 3D-Kameras, werden ebenfalls auf ihre Eignung für den Arbeitsschutz untersucht und geprüft.

9.6 Zukunftsaspekte

Die in die Forschungsausrichtung der Unfallversicherungsträger eingebundene Arbeit des IFA ist und wird sich auch zukünftig durch Praxisnähe von Forschung in anderen Bereichen unterscheiden. Forschungsthemen stammen unmittelbar aus den Betrieben und die Forschungsergebnisse landen dort, wo sie helfen sollen, nämlich wiederum in den Betrieben. Dieser Zyklus soll möglichst schnell sein, um Risiken zu reduzieren bzw. bevor sich aus Problemen ernsthafte Risiken für die Beschäftigten ergeben. Das IFA möchte die Forschungsergebnisse und Empfehlungen zusätzlich durch enge Abstimmung mit wissenschaftlichen Stellen und Institutionen untermauern.

Abb. 9.5 Prof. Dr. Helmut Blome, Direktor vom Institut für Arbeitsschutz (IFA) der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV), bei seinem Eingangsreferat am 7. Juni 2011 in Wuppertal

Abb. 9.6 Interessierte Fachleute zu Beginn der Abendveranstaltung beim 73. Sicherheitswissenschaftlichen Kolloquium in Wuppertal

10 Manipulation von Schutzeinrichtungen an Maschinen – Warum wird manipuliert und was kann man dagegen tun? (RALF APFELD)

74. Sicherheitswissenschaftliches Kolloquium am 28. Juni 2011 in Wuppertal

Dipl.-Ing. Ralf Apfeld
Referatsleiter „Maschinen und Anlagen“ beim Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA), Sankt Augustin

Schutzeinrichtungen an Maschinen werden manipuliert. Das ist seit vielen Jahren bekannt und seit einer Studie der DGUV Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung in Deutschland mit Zahlen belegbar. Inzwischen wissen wir, wie häufig manipuliert wird, warum und wie die Manipulation durchgeführt wird. Seit der Veröffentlichung der Studie ist viel geschehen. Es wird inzwischen offen über Manipulation diskutiert. In der Literatur, in den Betrieben, in der Normung.

Gelöst ist dieses Problem jedoch noch lange nicht, denn hierzu muss eine grundlegende Einstellung der beteiligten Personen in Maschinenkonstruktion und Betrieb verändert werden. Schutzeinrichtungen an Maschinen dürfen den Betrieb nicht behindern, die Unternehmenskultur beim Betreiber muss sich offensiv mit dem Thema Manipulation auseinandersetzen. Obwohl durch manipulierte Schutzeinrichtungen Unfälle mit Toten und Verletzten geschehen, Maschinen zu unrecht das CE-Zeichen tragen und Maschinenbetreiber gegen die Betriebssicherheitsverordnung verstoßen, ist für viele der unmittelbare Handlungsbedarf nicht erkennbar. In diesem Beitrag wird ein Überblick gegeben über die Erkenntnisse der Manipulationsstudie und dem, was sich hieraus ergeben hat. Was kann gegen manipulierte Schutzeinrichtungen getan werden? Wo sind Hilfestellungen für Maschinenkonstrukteure und Maschinenbetreiber zu finden?

10.1 Übliche Schutzeinrichtungen

Die Rechtsgrundlage für die Konstruktion von Maschinen in Europa ist die Maschinenrichtlinie [1]. Wenn sich Gefahrenstellen nicht vermeiden lassen, sind Schutzmaßnahmen erforderlich, die das Restrisiko auf ein akzeptables Maß reduzieren. Das Ziel besteht hierbei in der Regel darin, die Annäherung von Personen an eine Gefahrenstelle festzustellen, um dann den sicheren Zustand der Maschine einzuleiten. Häufig sind die Gefahrenbereiche an Maschinen eingezäunt oder abgedeckt und über Türen oder Klappen zugänglich. Die Annäherung von Menschen wird z.B. durch das Öffnen einer elektrisch überwachten Tür in einem Schutzzaun (siehe Abb. 10.1), das Unterbrechen einer Lichtschranke/eines Lichtvorhangs erkannt oder auch wenn das Schutzfeld eines Laserscanners betreten wird. Der sichere Zustand einer Maschine wird nach der Erkennung üblicherweise durch das Stillsetzen aller Bewegungen erreicht.

Abb. 10.1 Positionsschalter mit getrenntem Betätiger (© DGUV)

Andere Schutzkonzepte lassen gefahrbringende Bewegungen nur dann zu, wenn der Maschinenbediener sich an einem sicheren Ort aufhält (Ortsbindung). Für das Einrichten, Messen und die Störungsbeseitigung werden häufig in speziellen Betriebsarten Handbediengeräte eingesetzt, die dem Bediener das Steuern von Maschinenbewegungen während des Aufenthalts im Gefahrenbereich ermöglichen. Dies ist jedoch nur mit geringen Geschwindigkeiten und ggf. nur im Tipp- bzw. Zustimmungsbetrieb möglich. Ein Loslassen von Tipptaste oder Zustimmtaste führt dann zu einer sofortigen Stillsetzung der gefahrbringenden Bewegungen.

Schutzeinrichtungen gibt es also in den unterschiedlichsten Variationen. Es ist die Kunst des Konstrukteurs, die richtige Schutzeinrichtung auszuwählen und benutzerfreundlich in das Bedienkonzept der Maschine zu integrieren. Gelingt dies nicht oder nur schlecht, dann stören die Schutzeinrichtungen den Bediener bei der Arbeit und es entsteht ein Anreiz, die Schutzeinrichtungen außer Kraft zu setzen, also zu manipulieren.

10.2 Die Manipulations-Studie

In einem interdisziplinär zusammengesetzten Forschungsprojekt des IFA (ehemals BGIA) - Institut für Arbeitsschutz der DGUV, des IAG (ehemals BGAG) – Institut für Arbeit und Gesundheit der DGUV und der Metall-Berufsgenossenschaften wurden Häufigkeit und Hintergründe zur Manipulation detailliert ermittelt und in einem Report [2] veröffentlicht. Dabei diente ein Kurzfragebogen, der hauptsächlich in Schulungsstätten zum Einsatz kam, u.a. zur Ermittlung des Ausmaßes an Manipulation in den Betrieben. Insgesamt 940 Expertenmeinungen konnten für den Bereich der metallverarbeitenden Maschinen gewonnen werden.

Um die Gründe für die Manipulation in den Betrieben genauer zu erfahren, wurde ein zweiter Fragebogen entwickelt, der von Aufsichtspersonen der beteiligten Berufsgenossenschaften im Rahmen ihrer Aufsichtstätigkeit in den Betrieben eingesetzt wurde. Immer dann, wenn manipulierte Maschinen vorgefunden wurden, hinterfragten die Aufsichtspersonen jeweils sehr detailliert die einzelne Situation. So wurden an über 200 manipulierten Maschinen Beweggründe zur Manipulation, Art und Weise, Aufwand usw. erfasst.

Das ermittelte Ausmaß an Manipulation in den Betrieben ist besorgniserregend: Ca. 37% der Schutzeinrichtungen an den Maschinen sind vorübergehend oder ständig manipuliert. Bei vielen Maschinenbetreibern ist kein Problembewusstsein zur Manipulation vorhanden, denn in über einem Drittel der Betriebe wird Manipulation geduldet. Auch zeigt sich, dass die Benutzerfreundlichkeit der Maschinen in vielen Fällen schlecht ist: Es scheint noch nicht gelungen zu sein, Schutzkonzepte zu verwirklichen, die keine Verlangsamung des Arbeitsprozesses bewirken und damit die Produktivität einschränken. Manipulation ist kein Problem, das auf eine Veraltung des Maschinenparks und der damit verbauten Schutzkonzepte zurückzuführen ist: Es sind vor allem moderne Maschinen neueren Baujahrs, in der Hälfte der Fälle mit einem CE-Zeichen versehen, die manipuliert werden. Bei einigen Maschinen ist eine Manipulation sogar notwendig, um diese umfassend bedienen zu können.

Die Mehrzahl der manipulierten Maschinen verfügte nicht über sicherheitsgerechte Lösungen für manuelle Eingriffe. Diese Maschinen sind also gar nicht anders zu betreiben, wenn eingerichtet wird, Einstellarbeiten erforderlich sind oder Störungen beseitigt werden müssen. Sie sind also entgegen den Anforderungen der EU-Maschinenrichtlinie nicht für alle erforderlichen Betriebsarten vorbereitet und müssen für den bestimmungsgemäßen Betrieb manipuliert werden. Technische Gründe können als Begründung für diese Lücken in der Regel nicht herangezogen werden, da die für die erforderlichen Sicherheitsfunktionen benötigten Produkte am Markt verfügbar sind. Maschinenbewegungen lassen sich bei manuellen Eingriffen z.B. mit begrenzten Geschwindigkeiten oder/und im Tipp-Betrieb / Zustimmungs-Betrieb steuern. Hierfür sind Antriebssteuergeräte mit integrierten Sicherheitsfunktionen, wie z.B. „Sicher begrenzte Geschwindigkeit“ oder „Sicherer Betriebshalt“ für viele Anwendungen nützlich und werden von vielen Herstellern angeboten.

Erstaunlicherweise werden sowohl im Automatikbetrieb als auch in Sonderbetriebsarten auch solche Maschinen manipuliert, die eigentlich über sicherheitsgerechte Lösungen für manuelle Eingriffe verfügen. Untersucht man nun die Fragestellung, warum trotzdem manipuliert wird, so stößt man i. d. R. auf ergonomische Schwachstellen im Sicherheits- und Bedienkonzept der Maschinen (siehe Abb. 10.2).

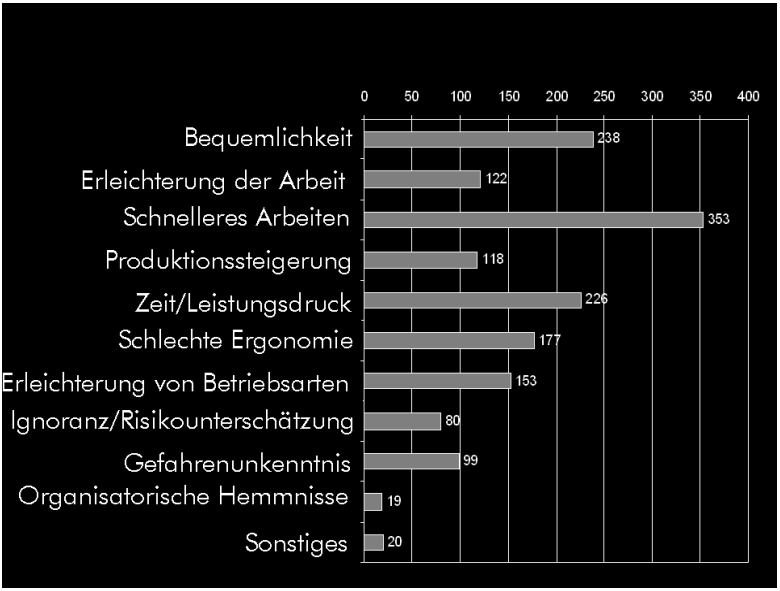


Abb. 10.2 Warum werden Schutzeinrichtungen manipuliert? (© DGUV)

Insbesondere Sichteinschränkungen durch die eingesetzten Schutzeinrichtungen und Einschränkungen des möglichen Arbeitstempos veranlassen die Bediener zum Umgehen von Schutzeinrichtungen. Die Ursachen für Manipulationshandlungen liegen also offenbar in fehlenden Betriebsarten für manuelle Eingriffe und in der Verwendung von Schutzeinrichtungen, die den Bediener in der Nutzung einer Maschine behindern.

Es stellt sich nun die Frage, auf welche Art und Weise die Schutzeinrichtungen umgangen werden. Die untersuchten Maschinen der metallverarbeitenden Industrie führen mehrheitlich eine spanabhebende Bearbeitung durch. Wegen des damit verbundenen Späneflugs und den i. d. R. benutzten Kühlschmierstoffen sind diese Maschinen eingehaust und mit Schutztüren versehen. Zur Verriegelung mit den Maschinenbewegungen erfolgt eine Stellungsüberwachung der Schutztür mittels elektromechanischer Positionsschalter. Sofern keine spezifischen Betriebsarten für manuelle Eingriffe an laufender Maschine verfügbar sind, muss der Maschinensteuerung vorgegaukelt werden, dass die Schutztür geschlossen ist. Die sehr häufig ein-gesetzten Positionsschalter der Bauart 2, die über einen getrennten Betätiger verfügen „eignen“ sich offensichtlich bestens zur Manipulation. An ¾ der manipuliert angetroffenen Maschinen wurden diese Schalter manipuliert. In Abbildung 10.3 ist ein an der Maschinendecke montierter Positionsschalter erkennbar.

Abb. 10.3 Manipulierter Positionsschalter – abgeschraubter Betätiger eingesteckt und mit Kette versehen (© DGUV)

Der getrennte Betätiger wurde von der Schutztür abgeschraubt und in den Schalter eingesteckt. Zum besseren Entfernen des Betätigers wurde eine Kette befestigt. Die Empfehlungen der Normung zur gesicherten Montage der separaten Betätiger mittels Einwegschrauben, Schweißen, Nieten oder Kleben wurde auch in diesem Fall nicht berücksichtigt, so dass der Betätiger schnell abgeschraubt und in den Positionsschalter eingesteckt ist. Auch der Einsatz von zusätzlichen Ersatzbetätigern ist weit verbreitet. In jedem Fall wird der Maschinensteuerung eine geschlossene Schutztür signalisiert. Aus Erfahrung des IFA bei Unfalluntersuchungen kann berichtet werden, dass sehr häufig bei tödlichen Unfällen die mit Schmutz und Korrosion verunreinigten Maschinen bei Auftauchen des Prüfers mit nagelneuen Positionsschaltern versehen waren. Ein Schelm, der böses dabei denkt.

10.3 Rechtliche Situation

Für den gesamten Lebenszyklus einer Maschine, von der Konstruktion bis zur Entsorgung, gibt es Rechtsgrundlagen, die Verantwortlichkeit und Haftung regeln. Es beginnt beim Maschinenhersteller mit dem ProdSichG (Produktsicherheitsgesetz) [5]. In der 9. Verordnung zum ProdSichG ist die EU-Maschinenrichtlinie als deutsches Gesetz veröffentlicht. Die Maschinenrichtlinie stellt Anforderungen an den Prozess der Maschinenkonstruktion bis zur Inbetriebnahme und Übergabe an den Betreiber. Es schließt sich das Produkthaftungsgesetz [6] an, das sich neben dem Maschinenkonstrukteur auch an Importeure und Händler richtet. Der Hersteller haftet für Produktions-, Fabrikations- und Instruktionsfehler sowie für eine Verletzung der geforderten Produktbeobachtungspflicht. Er hat sich nach den jeweils neuesten sicherheitstechnischen Erkenntnissen zu richten, es genügt NICHT, allgemein anerkannte Regeln der Technik wie z.B. Normen und Bestimmungen einzuhalten. Hat ein Maschinenhersteller bei der Konstruktion den Stand der Technik nicht beachtet, so kann sich hieraus eine Haftung aus der Produktverantwortung ergeben. Dies kann z.B. dann der Fall sein, wenn es zu einem Personenschaden wegen unzureichender technischer Lösungen kommt. Dies ist eindeutig dann der Fall, wenn zum Betrieb der Maschine erforderliche Betriebsarten nicht vorgesehen sind und damit die Manipulation von Schutzeinrichtungen vernünftigerweise vorhersehbar ist.

Der Unternehmer hat auch als Betreiber von Maschinen eine Fürsorgepflicht für seine Mitarbeiter. Entsprechend Arbeitsschutzgesetz [7] und Betriebssicherheitsverordnung [8] hat der Unternehmer für einen sicheren Arbeitsplatz seiner Mitarbeiter Sorge zu tragen. Eine Maschine mit manipulierten Schutzeinrichtungen kann bestimmt nicht als sicherer Arbeitsplatz angesehen werden. Neben der Anweisung zur Manipulation von Schutzeinrichtungen kann auch das Unterlassen der Wiederherstellung von manipulierten Schutzeinrichtungen zu strafrechtlichen Folgen führen.

Auch die Beschäftigten eines Unternehmens stehen in der Verantwortung. Sie sind verpflichtet, die dem Arbeitsschutz dienenden Maßnahmen des Unternehmers zu unterstützen. Insbesondere Maschinen sind bestimmungsgemäß (mit ihren Schutzeinrichtungen) und entsprechend den ihnen übertragenen Aufgaben zu benutzen. Stellt ein Mitarbeiter einen Mangel fest, hat er diesen unverzüglich zu beseitigen oder den Vorgesetzten zu informieren. Wenn ein Maschinenbediener die Schutzeinrichtungen an einer Maschine manipuliert und die Manipulation bei Schichtende nicht wieder rückgängig macht, gefährdet er zusätzlich die als nächste an der Maschine tätigen Kollegen. Auch dies führt im Falle eines Unfalles zu strafrechtlichen Folgen.

Die strafrechtlichen und zivilrechtlichen Folgen der Manipulation von Schutzeinrichtungen an Maschinen sind also eigentlich ziemlich klar geregelt und können im Falle eines Falles nicht nur für den Verunfallten, sondern auch für die jeweiligen Vorgesetzten und ggf. auch für Kollegen äußerst unangenehme Konsequenzen haben. Trotzdem werden ca. ein Drittel aller Schutzeinrichtungen manipuliert. Offensichtlich ist das Wissen um mögliche rechtliche Konsequenzen und Haftungsfolgen bei den Betroffenen nur unzureichend vorhanden.

Maßnahmen gegen Manipulation …

Die Manipulations-Studie hat gezeigt, dass die im manipulierten Zustand angetroffenen Schutzeinrichtungen den Bediener bei seiner Arbeit behindert haben. Das Sicherheits- und Bedienkonzept dieser Maschinen war also offensichtlich ungeeignet, so dass der Bediener einen Anreiz zur Manipulation der Schutzeinrichtungen verspürte. Solange dieser Anreiz vorliegt, ist es vorhersehbar, dass früher oder später die Schutzeinrichtungen umgangen werden. Maßnahmen zum Erschweren oder Erkennen von Manipulation werden das nicht verhindern. Es wird dadurch allenfalls die Art und Weise und der Ort der Manipulation verändert. Wenn z.B. die Benutzung von Ersatzbetätigern nicht mehr möglich ist, weil der Positionsschalter verdeckt eingebaut wurde, so wird letztlich die Manipulation im Schaltschrank oder in der Programmierung der Sicherheits-SPS vorgenommen. Der Aufwand hierfür ist natürlich höher, der Bediener benötigt hierzu ggf. Hilfe von entsprechend sachkundigen Personen. Man muss aber davon ausgehen, dass ihm irgendwann diese Hilfe gewährt wird.

… bei der Maschinenkonstruktion

Die erfolgreichste Maßnahme gegen Manipulation von Schutzeinrichtungen an Maschinen kann also nur darin bestehen, Maschinen so zu konstruieren und herzustellen, dass deren Manipulationsanreiz möglichst gering ist. Manipulation zu erschweren, z.B. durch den verdeckten Einbau von Positionsschaltern, oder durch Diagnosemaßnahmen einer SPS zu erkennen, stellen dann eine sinnvolle Ergänzung dar.

Aus Sicht der Maschinenkonstruktion sollte also folgendermaßen vorgegangen werden:

Schritt 1: Manipulation verhindern

Schritt 2: Manipulation erschweren

Schritt 3: Manipulation erkennen und sicheren Zustand einnehmen

Wie kann der Manipulationsanreiz von Schutzeinrichtungen an einer Maschine bestimmt werden? Ein Anreiz liegt vor, wenn die Schutzeinrichtungen das bequeme, schnelle usw. Arbeiten behindern und dem Bediener durch die Manipulation ein Nutzen entsteht. Fragt man also nach den Vorteilen beim Arbeiten mit umgangenen Schutzeinrichtungen, so erhält man Hinweise auf die Motivation zur Manipulation. Wichtig ist hierbei, einen mit der Maschine vertrauten (potentiellen) Bediener einzubeziehen und alle Betriebsphasen der Maschine zu berücksichtigen. Eine Hilfestellung zur Bestimmung des Manipulationsanreizes ist kostenlos erhältlich [3]. Abbildung 10.4 zeigt einen Ausschnitt.

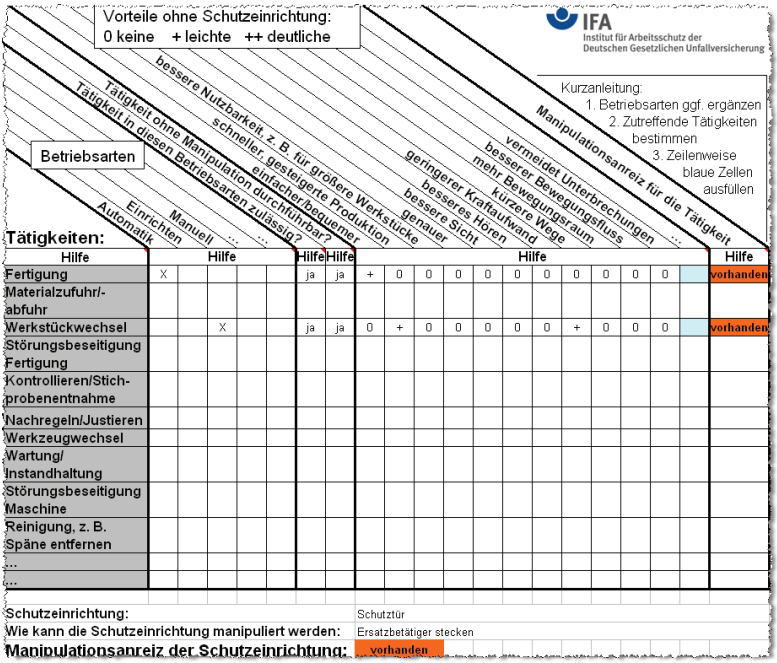


Abb. 10.4 Bestimmung Manipulationsanreiz (© DGUV)

Wird diese Methode während der Konstruktionsphase eingesetzt, können geeignete Bedien- und Sicherheitskonzepte entwickelt werden.

… beim Maschinenbetreiber

Die Manipulations-Studie hat gezeigt, dass in ca. 1/3 aller Betriebe die Manipulation von Schutzeinrichtungen geduldet wird. Dies wird in der Regel auf Maschinen zutreffen, deren Produktivität durch Manipulation gesteigert werden kann, also für Maschinen an denen die Schutzeinrichtungen die Produktion behindern oder die ohne Manipulation überhaupt nicht zu betreiben sind. Der bessere Weg hier wäre es allerdings, solche Maschinen überhaupt erst gar nicht anzuschaffen. Es ist also wünschenswert, vor der Beschaffung einer Maschine bereits den Manipulationsanreiz zu bestimmen. Ebenso wichtig ist es sicherzustellen, dass die anzuschaffende Maschine für die vorgesehene Aufgabe geeignet ist, denn häufig werden z.B. Schutzeinrichtungen deshalb umgangen, weil andere Rohmaterialien (zu groß, zu schwer, anderes Material) verarbeitet werden müssen. Zur Unterstützung des Einkaufs von geeigneten Maschinen ist eine spezielle Checkliste kostenlos erhältlich [4].

Unzureichendes Wissen und Ausbildung von Maschinenbedienern und deren Vorgesetzten führen zu einer unerwünschten Akzeptanz von Manipulation. So wurde in der Manipulations-Studie festgestellt, dass Maschinenbediener die Gefahren durch manipulierte Schutzeinrichtungen erheblich unterschätzen. Dann fällt es natürlich leicht, Schutzeinrichtungen als überflüssig abzutun und zu umgehen. Vorgesetzte werden in der Regel die Manipulation nicht selbst durchführen. Aber wenn ihnen bewusst ist, dass Maschinen manipuliert werden, sind sie in der Pflicht für eine Wiederherstellung des sicheren Zustandes zu sorgen. Erfolgt dies nicht, liegt eine Unterlassung mit entsprechenden rechtlichen Konsequenzen vor (s. o.). Hierzu sollten innerbetriebliche Schulungen für Abhilfe sorgen. Mögliche Konsequenzen der Manipulation müssen jedem Mitarbeiter bewusst gemacht werden. Entsprechende Lehrmodule zu dieser Thematik sind zzt. in Vorbereitung und werden nach Fertigstellung unter www.stop-manipulation.org verfügbar sein.

10.4 www.stop-manipulation.org

Die bereits erwähnte Internetseite wurde unter Mitwirkung des IFA erstellt und versteht sich als internationales Portal gegen die Manipulation von Schutzeinrichtungen an Maschinen. Hier finden sich für Hersteller, Händler und Betreiber jeweils angepasste Vorgehensweisen und Hilfestellungen, um Manipulation zu verhindern. U. a. ist für Maschinenkonstrukteure eine Reihe von guten Lösungen verfügbar, die auch auf andere Maschinen übertragen werden können (siehe Abb. 10.5).

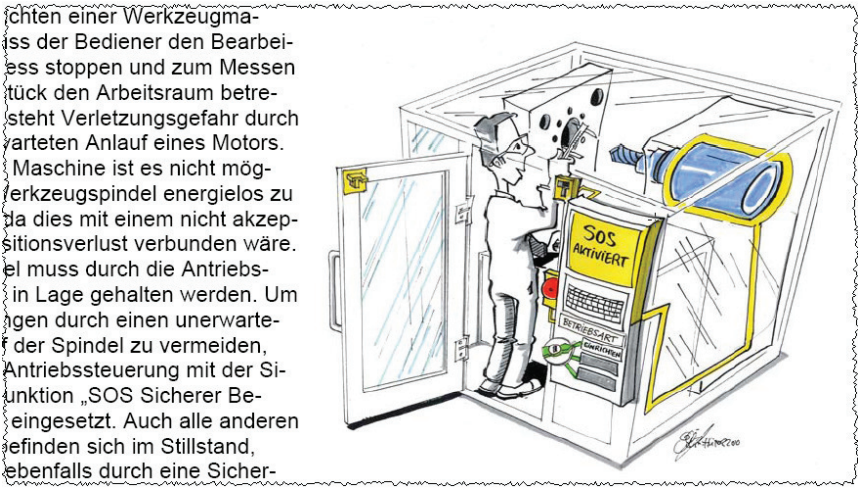


Abb. 10.5 Konstruktionsbeispiel Einrichten einer Werkzeugmaschine (© DGUV)

Es besteht auf dieser Seite auch die Möglichkeit, weitere erprobte Praxisbeispiele aufzunehmen.

10.5 Literatur

[1] Richtlinie 2006/42/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Mai 2006 über Maschinen und zur Änderung der Richtlinie 95/16/EG (Neufassung) mit Berichtigung der Richtlinie 2006/42/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Mai 2006 über Maschinen und zur Änderung der Richtlinie 95/16/EG vom 09.06.2006; http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/de/oj/2006/l_157/l_15720060609de00240086.pdf

[2] Report „Manipulation von Schutzeinrichtungen an Maschinen", DGUV Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung, http://www.dguv.de/ifa/de/pub/rep/rep05/manipulation/index.jsp

[3] Bewertungsschema für den Anreiz zur Manipulation von Schutzeinrichtungen an Maschinen, DGUV Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung, http://www.dguv.de/ifa/de/pra/manipulation/index.jsp

[4] Checkliste Maschineneinkauf, IVSS Internationale Vereinigung für soziale Sicherheit – Sektion für Maschinen- und Dydtemsicherheit, http://www.stop-defeating.org/wp-content/uploads/2011/04/PLK_Checkliste-Einkauf_für-IVSS.xls

[5] Produktsicherheitsgesetz, Bundesministerium der Justiz, http://www.gesetze-im-internet.de/prodsg_2011/index.html

[6] Produkthaftungsgesetz, Bundesministerium der Justiz, http://www.gesetze-im-internet.de/prodhaftg/index.html

[7] Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG), Bundesministerium für Arbeit und Soziales, http://www.bmas.de/DE/Service/Gesetze/arbschg.html

[8] Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV), Bundesministerium für Arbeit und Soziales, http://www.bmas.de/DE/Service/Gesetze/betrsichv.html

Abb. 10.6 Dipl.-Ing. Ralf Apfeld, IFA-Referatsleiter Maschinen und Anlagen, bei seinem Eingangsbeitrag über Manipulationen von Schutzeinrichtungen an Maschinen und Anlagen

Abb. 10.7 Man trifft sich in Wuppertal: Dipl.-Ing. Rolf Hoffmann von der BG Rohstoffe und chemische Industrie in Bochum im Austausch mit Dipl.-Ing. Achim Förisch von der BG der Bauwirtschaft in Berlin

Abb. 10.8 Referent Dipl.-Ing. Ralf Apfeld im Gespräch mit Dipl.-Ing. Frank Schmidt von der K.A. Schmersal GmbH in Wuppertal

11 Autoren- und Herausgeberverzeichnis

Dipl.-Ing. Ralf Apfeld
Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA), Sankt Augustin

Dipl.-Ing. Christof Barth
Gesellschaft für Systemforschung und Konzeptentwicklung mbH, (Systemkonzept), Köln

Dr. Frank Bell
Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V. (DGUV), Sankt Augustin

Prof. Dr. Helmut Blome
Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA), Sankt Augustin

Prof. Dr.-Ing. Ulrich Hauptmanns
ehem.: Institut für Apparate- und Umwelttechnik (IAUT) der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Magdeburg
heute: Berater für Prozess- und Anlagensicherheit, Schönebeck (Elbe)

Dr. Helmut A. Klein
Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS), Bonn

Dipl.-Ing. Karl-Heinz Lang
Institut für Arbeitsmedizin, Sicherheitstechnik und Ergonomie e.V. (ASER), Wuppertal

M.Sc. Dipl.-Ing. (FH) Björn Ostermann
Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA), Sankt Augustin

apl. Prof., Dr. rer. pol. Ralf Pieper
Fachgebiet Sicherheitstechnik / Sicherheits- und Qualitätsrecht der Bergischen Universität Wuppertal, Wuppertal

Dr. Norbert Roskopf
Roskopf Vulkanisation GmbH, Aachen

Prof. Dr. Rainer Schlegel
Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS), Berlin

Dr. Jörg Schmidt
Stabsstelle Städtisches Krisenmanagement & Bevölkerungsschutz der Stadt Köln, Köln

12 Veranstaltungsverzeichnis

Sicherheitsrechtliches Kolloquium im Sommersemester 2004

Neue Wege bei der Prävention:
Das Konzept der Steinbruch-Berufsgenossenschaft (StBG)
1. Sicherheitsrechtliches Kolloquium am 27. April 2004 in Wuppertal
Dipl.-Ing. Helmut Ehnes
Leiter des Geschäftsbereiches Prävention der
Steinbruchs-Berufsgenossenschaft, Langenhagen

Neugestaltung der rechtlichen Anforderungen der Berufsgenossenschaften im Bereich Sicherheit und Gesundheitsschutz
2. Sicherheitsrechtliches Kolloquium am 8. Juni 2004 in Wuppertal
Dipl.-Ing. Manfred Rentrop
stv. Leiter der Berufsgenossenschaftlichen Zentrale für
Sicherheit und Gesundheit (BGZ), Sankt Augustin

Responsible Care - eine weltweite Initiative der chemischen Industrie zur kontinuierlichen Verbesserung bei Sicherheit, Gesundheit und Umweltschutz
3. Sicherheitsrechtliches Kolloquium am 22. Juni 2004 in Wuppertal
Dr. Birgit Sewekow
Koordinatorin für Responsible Care bei der Bayer Industry Services
GmbH & Co. OHG, Leverkusen

Staatliche Arbeitsschutzaufsicht zwischen Deregulierung, Verwaltungsreform und neuen Herausforderungen
4. Sicherheitsrechtliches Kolloquium am 27. Juli 2004 in Wuppertal
Dr. rer. nat. Bernhard Brückner
Leiter der Abteilung „Arbeit, Arbeitsschutz“ im Hessischen Sozialministerium,
Wiesbaden

Sicherheitsrechtliches Kolloquium im Wintersemester 2004/05

Die neue Konzeption der Ausbildung zur Fachkraft für Arbeitssicherheit – Rahmenbedingungen, Inhalte und Erfahrungen
5. Sicherheitsrechtliches Kolloquium am 16. November 2004 in Wuppertal
Dipl.-Sozialwirt Wieland Wettberg
Leiter der Gruppe 3.1 „Arbeitsschutzorganisation, Qualifizierung“ bei der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), Dortmund

Neue Entwicklungen bei der sicherheitstechnischen und betriebsärztlichen Betreuung
6. Sicherheitsrechtliches Kolloquium am 30. November 2004 in Wuppertal
Dipl.-Ing. Gerhard Strothotte
Leiter der Abteilung „Sicherheit“ bei der Berufsgenossenschaftlichen Zentrale für Sicherheit und Gesundheit (BGZ), Sankt Augustin

Gesünder Arbeiten mit System – Chefsache Arbeitschutz: Ein Angebot des Staatlichen Amtes für Arbeitsschutz in Wuppertal
7. Sicherheitsrechtliches Kolloquium am 14. Dezember 2004 in Wuppertal
Dipl.-Ing. Elke Lins
Leiterin des Dezernats „Arbeitsschutzsystem, Strahlenschutz“ beim Staatlichen Amt für Arbeitsschutz Wuppertal, Wuppertal

Nützliche Online-Werkzeuge für Sicherheitsingenieure und andere Fachkräfte für Arbeitssicherheit
8. Sicherheitsrechtliches Kolloquium am 18. Januar 2005 in Wuppertal
Dipl.-Ing. Karl-Heinz Lang
Leiter des Bereichs „Sicherheitstechnik und Arbeitsschutz“ beim Institut für Arbeitsmedizin, Sicherheitstechnik und Ergonomie e.V. (ASER) an der Bergischen Universität Wuppertal, Wuppertal

Sicherheitsrechtliches Kolloquium im Sommersemester 2005

Instrumente zur Bewertung der betrieblichen Qualität des Arbeitsschutzes
9. Sicherheitsrechtliches Kolloquium am 10. Mai 2005 in Wuppertal
Dipl.-Psych. Andreas Saßmannshausen
Wissenschaftlicher Mitarbeiter im Bereich „Arbeit und Gesundheit“ beim Institut für Arbeitsmedizin, Sicherheitstechnik und Ergonomie e.V. (ASER) an der Bergischen Universität Wuppertal, Wuppertal

Produktsicherheit und Wettbewerb: Staatliche Verantwortung zwischen Verbraucherschutz und Marktwirtschaft
10. Sicherheitsrechtliches Kolloquium am 24. Mai 2005 in Wuppertal
Dipl.-Ing. Matthias Honnacker
Wissenschaftlicher Mitarbeiter der Gruppe 2.1 „Produktbeschaffenheit, Grundsatzfragen“ bei der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), Dortmund

Management von Sicherheit und Gesundheitsschutz – ein Unternehmensziel
11. Sicherheitsrechtliches Kolloquium am 31. Mai 2005 in Wuppertal
Dr. Albert Ritter
Leiter des Instituts Forschung • Beratung • Training (FBT), Otterberg

Arbeitnehmermitwirkung im europäischen Arbeitsrecht
12. Sicherheitsrechtliches Kolloquium am 14. Juni 2005 in Wuppertal
Prof., Dr., Dr. h.c. Manfred Weiss
Geschäftsführender Direktor des Instituts für Arbeits-, Wirtschafts- und Zivilrecht und Professur Arbeitsrecht im Fachbereich Rechtswissenschaft in der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt, Frankfurt am Main

Methodik und Erfahrungen mit Audits im Bereich Sicherheit und Gesundheitsschutz
13. Sicherheitsrechtliches Kolloquium am 12. Juli 2005 in Wuppertal
Dr. Siegfried Böhm
Freier Unternehmensberater, Pulheim
Mitglied des Beraterkreises "Arbeitsschutzmanagement" beim Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit (BMWA), Berlin

Sicherheitsrechtliches Kolloquium im Wintersemester 2005/06

Gesünder Arbeiten in NRW
14. Sicherheitsrechtliches Kolloquium am 8. November 2005 in Wuppertal
Dr. Gottfried Richenhagen
Leiter des Referates II 2 „Übergreifende Fragen des Arbeitsschutzes, Arbeitsorganisation, Arbeitsschutzrecht, Arbeitsrecht“ beim Ministerium für Arbeit, Gesundheit und Soziales des Landes Nordrhein-Westfalen (MAGS NRW), Düsseldorf

Älterwerden der Gesellschaft als Herausforderung für den betrieblichen Arbeitsschutz
15. Sicherheitsrechtliches Kolloquium am 6. Dezember 2005 in Wuppertal
Dr. Thomas Langhoff
Geschäftsführer der Gesellschaft für betriebliche Zukunftsgestaltungen GmbH (Prospektiv), Dortmund

SOBANE - A participative management strategy to improve health and safety at work
16. Sicherheitsrechtliches Kolloquium am 17. Januar 2006 in Wuppertal
Prof., Dr. Jacques B. Malchaire
Occupational Hygiene and Work Physiology Unit Catholic University of Louvain, Brüssel

Anforderungen an das betriebliche Arbeitsschutzrecht aus Arbeitgebersicht
17. Sicherheitsrechtliches Kolloquium am 24. Januar 2006 in Wuppertal
RA Saskia Osing
Referentin bei der Bundesvereinigung der Deutschen Arbeitgeberverbände (BDA), Berlin

Netzwerke für Sicherheit und Gesundheitsschutz: Theorie und Praxis
18. Sicherheitsrechtliches Kolloquium am 31. Januar 2006 in Wuppertal
Dr. Kai Seiler
Wissenschaftlicher Mitarbeiter bei der Landesanstalt für Arbeitsschutz Nordrhein-Westfalen (LAfA NRW), Düsseldorf

Sicherheitsrechtliches Kolloquium im Sommersemester 2006

Duales Arbeitsschutzsystem in Deutschland -
Stand der Debatte aus Sicht des staatlichen Arbeitsschutzes
19. Sicherheitsrechtliches Kolloquium am 25. April 2006 in Wuppertal
Dr. Eleftheria Lehmann
Vorstandsvorsitzende vom Verein Deutscher Gewerbeaufsichtsbeamter e.V. (VDGAB), Berlin

Aktuelle Fragen der Gefahrstoffverordnung 2005
20. Sicherheitsrechtliches Kolloquium am 16. Mai 2006 in Wuppertal
Dr. Henning Wriedt
Wissenschaftlicher Mitarbeiter der Beratungs- und Informationsstelle Arbeit und Gesundheit, Hamburg (BAG), Hamburg

Neue Qualität der Arbeit: Strategie, Schwerpunkte, Perspektiven
21. Sicherheitsrechtliches Kolloquium am 30. Mai 2006 in Wuppertal
Dipl.-Ing. André Große-Jäger
Leiter des Referates III b 7 „Fachaufsicht BAuA, Arbeitswissenschaft, Branchenspezifische Fragen des Arbeitsschutzes“ beim Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS), Bonn

CE-Kennzeichnung von Maschinen - Aktuelle Handlungshilfen
22. Sicherheitsrechtliches Kolloquium am 20. Juni 2006 in Wuppertal
Dipl.-Ing. Andrea Lange
Wissenschaftliche Mitarbeiterin beim Berufsforschungs- und Beratungsinstitut für interdisziplinäre Technikgestaltung e.V. (BIT), Bochum

Sifa was nun? Rahmenbedingungen und zeitgemäße Anforderungen an die Fachkraft für Arbeitssicherheit
23. Sicherheitsrechtliches Kolloquium am 4. Juli 2006 in Wuppertal
Dr. Lutz Wienhold
Geschäftsführer der Gesellschaft für Systemforschung und Konzeptentwicklung mbH (Systemkonzept), Köln

Sicherheitsrechtliches Kolloquium im Wintersemester 2006/07

Zur Systematik der Sicherheitswissenschaft
24. Sicherheitsrechtliches Kolloquium am 24. Oktober 2006 in Wuppertal
Univ.-Prof., Dr. rer. pol. Volker Ronge
Professor für Allgemeine Soziologie und Rektor der Bergischen Universität Wuppertal, Wuppertal

Der Arbeitskampf - Historische und aktuelle Aspekte eines Grundtatbestands der Arbeitsbeziehungen
25. Sicherheitsrechtliches Kolloquium am 5. Dezember 2006 in Wuppertal
Univ.-Prof. em., Dr. jur. Michael Kittner
em. Professor für Wirtschafts-, Arbeits- und Sozialrecht an der Universität Kassel und langjähriger Justitiar der IG Metall, Kassel

Integrierte Services zum Themenbereich Beschäftigungsfähigkeit – Neues Arbeiten in NRW: Erfahrungen und Ausblick
26. Sicherheitsrechtliches Kolloquium am 12. Dezember 2006 in Wuppertal
RGD Dipl.-Ing. Michael Deilmann
Referent im Referat II 2 „Übergreifende Fragen des Arbeitsschutzes, Arbeitsorganisation, Arbeitsschutzrecht, Arbeitsrecht“ Ministerium für Arbeit, Gesundheit und Soziales des Landes Nordrhein-Westfalen (MAGS NRW), Düsseldorf

Betriebliches Management von Sicherheit und Gesundheitsschutz – Aktuelle Aktivitäten der Berufsgenossenschaften
27. Sicherheitsrechtliches Kolloquium am 16. Januar 2007 in Wuppertal
Dipl.-Ing. Josef Merdian
Berufsgenossenschaft Nahrungsmittel und Gaststätten (BGN), Nürnberg

Ziele, Entwicklung und Ergebnisse des Entgelt-Rahmen-Abkommens (ERA)
28. Sicherheitsrechtliches Kolloquium am 23. Januar 2007 in Wuppertal
Dipl.-Psych. Axel Hofmann
METALL NRW - Verband der Metall- und Elektro-Industrie Nordrhein-Westfalen e.V., Düsseldorf

Europäische Chemikalienpolitik (REACh) – Erfahrungen aus betrieblichen Beratungen
29. Sicherheitsrechtliches Kolloquium am 6. Februar 2007 in Wuppertal
Dipl.-Chem. Kerstin Heitmann
Institut für Ökologie und Politik GmbH (Ökopol), Hamburg

Sicherheitswissenschaftliches Kolloquium im Sommersemester 2007

REACh: Eigenverantwortung als Regulierungskonzept –
Spannungsverhältnis zum Anlagen- und Wasserrecht?
30. Sicherheitswissenschaftliches Kolloquium am 17. April 2007 in Wuppertal
Prof., Dr. jur. Martin Führ
Hochschule Darmstadt, Sonderforschungsgruppe Institutionenanalyse (sofia), Darmstadt

Seveso, Bhopal, Toulouse keine Ende abzusehen?
Stand und Erwartungen an eine zeitgemäße Störfallvorsorge
31. Sicherheitswissenschaftliches Kolloquium am 22. Mai 2007 in Wuppertal
Dr. Hans-Joachim Uth
Umweltbundesamt (UBA), Fachgebiet Anlagensicherheit, Störfallvorsorge, Dessau

Arbeitshygiene - Ein Handlungsfeld für Sicherheitsingenieure
32. Sicherheitswissenschaftliches Kolloquium am 5. Juni 2007 in Wuppertal
Dr.-Ing. Frank Hamelmann
Mitglied des Vorstandes der Deutschen Gesellschaft für Arbeitshygiene e.V. (DGAH), Köln

Das neue Allgemeine Gleichbehandlungsgesetz (AGG)
33. Sicherheitswissenschaftliches Kolloquium am 19. Juni 2007 in Wuppertal
Prof., Dr. jur. Olaf Deinert
Universität Bremen, Fachbereich Rechtswissenschaft, Bremen

Methodischer Ansatz für ein interdisziplinäres Konzept der Sicherheitstechnik
34. Sicherheitswissenschaftliches Kolloquium am 10. Juli 2007 in Wuppertal
Dipl.-Ing. Wolf-Dieter Pilz
Leiter des VDI Arbeitskreises Technische Sicherheit, Düsseldorf / München

Sicherheitswissenschaftliches Kolloquium im Wintersemester 2007/08

Menschengerechte Arbeitszeitgestaltung
35. Sicherheitswissenschaftliches Kolloquium am 6. November 2007 in Wuppertal
WissD'in Dr. Beate Beermann
Leiterin der Gruppe 1.2 „Politikberatung, Soziale und wirtschaftliche Rahmenbedingungen" der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), Dortmund

Der Wuppertaler Schwebebahnunfall aus juristischer Sicht – Verantwortung und Haftung
36. Sicherheitswissenschaftliches Kolloquium am 27. November 2007 in Wuppertal
RA Andreas Klett
Kanzlei Prellwitz, Klett & Kollegen, Langenfeld

Altersgerechte Montage in der Automobilindustrie
37. Sicherheitswissenschaftliches Kolloquium am 4. Dezember 2007 in Wuppertal
Prof., Dr. phil. Ekkehart Frieling
Universität Kassel, Institut für Arbeitswissenschaft und Prozessmanagement, Kassel

Sicherheit und Gesundheit in den mittel- und osteuropäischen Beitrittsstaaten – Erfahrungen aus Twinningprojekten
38. Sicherheitswissenschaftliches Kolloquium am 15. Januar 2008 in Wuppertal
Dr. rer. nat. Bernhard Brückner
Hessisches Sozialministerium (HSM), Wiesbaden

Arbeitsschutz im Umbruch – Eine Zeitreise von den 1980er Jahren bis in die Gegenwart
39. Sicherheitswissenschaftliches Kolloquium am 22. Januar 2008 in Wuppertal
Staatssekretär Rudolf Anzinger
Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS), Berlin

Sicheres und gesundes Lernen, Lehren und Forschen an der Bergischen Universität Wuppertal
40. Sicherheitswissenschaftliches Kolloquium am 29. Januar 2008 in Wuppertal
Universitätskanzler Hans Joachim von Buchka
Bergische Universität Wuppertal, Wuppertal

Sicherheitswissenschaftliches Kolloquium im Sommersemester 2008

Neue Entwicklungen in der sicherheitstechnischen und betriebsärztlichen Betreuung
41. Sicherheitswissenschaftliches Kolloquium am 22. April 2008 in Wuppertal
Dipl.-Ing Gerhard Strothotte
Abteilung Sicherheit und Gesundheit in der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV), Sankt Augustin

Risikofaktor Arbeitszeit
42. Sicherheitswissenschaftliches Kolloquium am 20. Mai 2008 in Wuppertal
Prof., Dr. Friedhelm Nachreiner
Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, Oldenburg

Unsichere Produkte und Strategien der Marktüberwachung
43. Sicherheitswissenschaftliches Kolloquium am 17. Juni 2008 in Wuppertal
Dir. und Prof. Dr. Karl-Ernst Poppendick
Leiter des Fachbereichs 2 „Produkte und Arbeitssysteme“ der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), Dortmund

Aktuelle Aktivitäten des Bundesministerium für Arbeit und Soziales im Bereich Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit
44. Sicherheitswissenschaftliches Kolloquium am 24. Juni 2008 in Wuppertal
MR Michael Koll
Leiter der Unterabteilung Arbeitsschutz im Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS), Bonn

Methoden zur Ermittlung und Beurteilung von arbeitsbedingten Beschwerden und Erkrankungen des Muskel-Skelett-Systems sowie Präventionskonzepte
45. Sicherheitswissenschaftliches Kolloquium am 1. Juli 2008 in Wuppertal
Dipl.-Ing., M. Sc. André Klußmann
Wissenschaftlicher Mitarbeiter beim Institut für Arbeitsmedizin, Sicherheitstechnik und Ergonomie e.V. (ASER) an der Bergischen Universität Wuppertal, Wuppertal

Sicherheitswissenschaftliches Kolloquium im Wintersemester 2008/09

Die Ursachen der juvenilen Adipositas in der modernen Gesellschaft
46. Sicherheitswissenschaftliches Kolloquium am 28. Oktober 2008 in Wuppertal
Dr. Michael M. Zwick
Wissenschaftlicher Mitarbeiter im Institut für Sozialwissenschaften
der Universität Stuttgart, Stuttgart

Gemeinsame Deutsche Arbeitsschutzstrategie – Anforderungen an das staatliche Aufsichtshandeln im Arbeitsschutz
47. Sicherheitswissenschaftliches Kolloquium am 18. November 2008 in Wuppertal
Dr. jur. Jörg Windmann
Leiter der Abteilung 5 „Justiziariat, Fahrpersonalrecht„ im
Staatlichen Gewerbeaufsichtsamt Hannover, Hannover

Gefährdungsfaktor Lärm – Aktuelle Aspekte der Prävention
48. Sicherheitswissenschaftliches Kolloquium am 9. Dezember 2008 in Wuppertal
WissD Dr. Patrick Kurtz
Leiter der Gruppe 2.6 „Emission von Maschinen, Lärm“ der
Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), Dortmund

Die neue Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge
49. Sicherheitswissenschaftliches Kolloquium am 13. Januar 2009 in Wuppertal
MinR'in Rita Janning
Leiterin des Referats „Arbeitsschutzrecht, Arbeitsmedizin, Prävention nach dem
SGB VII“ im Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS), Bonn

Arbeitsschutz in der Krise – Rechte der Beschäftigten
“S“. Sicherheitswissenschaftliches Kolloquium am 3. Februar 2009 in Wuppertal
apl. Prof., Dr. rer. pol. Ralf Pieper
Leiter des Fachgebiets Sicherheits- und Qualitätsrecht in der
Abteilung Sicherheitstechnik im Fachbereich D der
Bergischen Universität Wuppertal, Wuppertal

Sicherheitswissenschaftliches Kolloquium im Sommersemester 2009

Die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin – Aufgaben und Perspektiven
50. Sicherheitswissenschaftliches Kolloquium am 28. April 2009 in Wuppertal
Präsidentin und Prof. Isabel Rothe
Präsidentin der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), Dortmund / Berlin / Dresden

Prozessorientierte Produkterstellung mit dem Leitfaden für Hersteller zur Anwendung des Geräte- und Produktsicherheitsgesetzes
51. Sicherheitswissenschaftliches Kolloquium am 12. Mai 2009 in Wuppertal
Dipl.-Ing. Christof Barth
Wissenschaftlicher Mitarbeiter der Gesellschaft für Systemforschung und Konzeptentwicklung GmbH (Systemkonzept), Köln

Vibrationen – Gefährdungen, Maßnahmen, Handlungshilfen
52. Sicherheitswissenschaftliches Kolloquium am 26. Mai 2009 in Wuppertal
Dr.-Ing. Gerhard Neugebauer
Leiter der Fachstelle „Lärm und Vibrationen“ in der Präventionsabteilung der Maschinenbau- und Metall-Berufsgenossenschaft, Düsseldorf

Geräte- und Produktsicherheitsgesetz: Aktuelle Entwicklungen
53. Sicherheitswissenschaftliches Kolloquium am 9. Juni 2009 in Wuppertal
Dipl.-Ing. Dirk Moritz
Referent im Referat III c 6 „Geräte- und Produktsicherheit“ des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales (BMAS), Bonn

Lebensmittelüberwachung in Wuppertal – Ein Beitrag zum Verbraucherschutz
54. Sicherheitswissenschaftliches Kolloquium am 30. Juni 2009 in Wuppertal
Dr. Günter Brengelmann
Leiter des Veterinär- und Lebensmittelüberwachungsamtes der Stadt Wuppertal, Wuppertal

Sicherheitswissenschaftliches Kolloquium im Wintersemester 2009/10

Gesundheitsrisikoinformationen für Produkte:
Ein wichtiger Baustein des Verbraucherschutzrechts
55. Sicherheitswissenschaftliches Kolloquium am 27. Oktober 2009 in Wuppertal
Prof., Dr. Günter Borchert
Lehrstuhl für Arbeits- und Sozialrecht der Schumpeter School of Business and Exonomics der Bergischen Universität Wuppertal

Arbeit(s)(nehmer)schutz: Integraler Bestandteil oder Fremdkörper im Betrieb?
56. Sicherheitswissenschaftliches Kolloquium am 15. Dezember 2009 in Wuppertal
Dr. Joachim Larisch
Zentrum für Sozialpolitik (ZeS) der Universität Bremen

Simulatorkrankheit bei der Nutzung von Flugsimulatoren in der Luftwaffe
57. Sicherheitswissenschaftliches Kolloquium am 12. Januar 2010 in Wuppertal
PD, Dr. Michael Stein
Flugmedizinisches Institut der Luftwaffe, Abteilung Ergonomie, Manching

Reformbedarf bei überwachungsbedürftigen Anlagen?
Erfahrungen aus Sicht der hessischen Arbeitsschutzaufsicht
58. Sicherheitswissenschaftliches Kolloquium am 26. Januar 2010 in Wuppertal
MinR, Dipl.-Ing. Thomas Just
Hessisches Ministerium für Arbeit, Familie und Gesundheit, Referat III 4B "Produkt- und Betriebssicherheit", Wiesbaden

Gesundheitscampus NRW:
Chancen für eine nachhaltige Gesundheitspolitik in NRW
59. Sicherheitswissenschaftliches Kolloquium am 2. Februar 2010 in Wuppertal
PD, Dr. Andreas Meyer-Falcke
Leiter des Strategiezentrums Gesundheit des Gesundheitscampus Nordrhein-Westfalen, Bochum

Sicherheitswissenschaftliches Kolloquium im Sommersemester 2010

Atypische Beschäftigung – Entwicklung Muster und Regulierungsprobleme
60. Sicherheitswissenschaftliches Kolloquium am 27. April 2010 in Wuppertal
Dr. Hartmut Seifert
ehem. Leiter des Wirtschafts- und Sozialwissenschaftlichen Instituts in der Hans-Böckler-Stiftung (WSI), Düsseldorf

Konzepte des Arbeitsschutzrechts in Skandinavien und ihr Einfluss auf das europäische Recht
61. Sicherheitswissenschaftliches Kolloquium am 11. Mai 2010 in Wuppertal
Ass. jur. Maika Beer
ehem. wiss. Mitarbeiterin im Lehrstuhl für Bürgerliches Recht, Deutsches und Europäisches Arbeits-, Unternehmens- und Sozialrecht der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Witten

Überwachungsbedürftige Anlagen – Herausforderungen für den Betreiber am Beispiel eines Müllheizkraftwerks
62. Sicherheitswissenschaftliches Kolloquium am 18. Mai 2010 in Wuppertal
Dipl.-Ing. Holger Rabanus
Leiter Arbeitssicherheit, Abfallwirtschaftsgesellschaft mbH Wuppertal (AWG)

Stand und aktuelle Entwicklungen in der Anlagensicherheit
63. Sicherheitswissenschaftliches Kolloquium am 1. Juni 2010 in Wuppertal
Prof., Dr. Christian Jochum
Vorsitzender der Kommission für Anlagensicherheit (KAS), Bad Soden

Theorie und Praxis der Risikoanalyse
64. Sicherheitswissenschaftliches Kolloquium am 6. Juli 2010 in Wuppertal
Dr., Dipl.-Phys. Helmut Spangenberger
Gesellschaft für Anlagen- und Betriebssicherheit mbH, Bad Dürkheim

Sicherheitswissenschaftliches Kolloquium im Wintersemester 2010/11

Von Zäunen befreit – Mensch-Roboter-Kollaboration
65. Sicherheitswissenschaftliches Kolloquium am 9. November 2010 in Wuppertal
M.Sc. Dipl.-Ing. (FH) Björn Ostermann
Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA), Sankt Augustin

Arbeitsbedingungen, Arbeitssicherheit und Instandhaltung in den Betrieben der Braunkohlenindustrie
66. Sicherheitswissenschaftliches Kolloquium am 23. November 2010 in Wuppertal
Dr. Norbert Roskopf
Geschäftsführender Gesellschafter der Roskopf Vulkanisation GmbH, Aachen

Die Neufassung der Gefahrstoffverordnung 2010
67. Sicherheitswissenschaftliches Kolloquium am 11. Januar 2011 in Wuppertal
Dr. Helmut A. Klein
Leiter der Referats III b 3 „Gefahrstoffe, Chemikaliensicherheit, Bio- und Gentechnik, Betriebs- und Anlagensicherheit“ im Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS), Bonn

Zukunft der Arbeit – Entwicklungstrends und Gestaltungsanforderungen aus Sicht des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales
68. Sicherheitswissenschaftliches Kolloquium am 25. Januar 2011 in Wuppertal
Prof. Dr. Rainer Schlegel
Leiter der Abteilung III „Arbeitsrecht, Arbeitsschutz“ des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales (BMAS), Berlin

Die sicherheitstechnische und betriebsärztliche Regelbetreuung nach der DGUV Vorschrift 2
69. Sicherheitswissenschaftliches Kolloquium am 1. Februar 2011 in Wuppertal
Dr. Frank Bell
Leiter des Referats "Organisation des betrieblichen Arbeitsschutzes" der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung e.V. (DGUV), Sankt Augustin

Sicherheitswissenschaftliches Kolloquium im Sommersemester 2011

Sicherheit von Großveranstaltungen –
Zum Stand der Technik aus Sicht der operativen Gefahrenabwehr
70. Sicherheitswissenschaftliches Kolloquium am 12. April 2011 in Wuppertal
Dr. Jörg Schmidt
Stabsstelle Städtisches Krisenmanagement & Bevölkerungsschutz
der Stadt Köln, Köln

Kriterien für die Beurteilung von Gefährdungen durch technische Anlagen
71. Sicherheitswissenschaftliches Kolloquium am 10. Mai 2011 in Wuppertal
Prof. Dr.-Ing. Ulrich Hauptmanns
ehem. Leiter des Instituts für Apparate- und Umwelttechnik (IAUT) der
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Magdeburg

Ermittlung von Kriterien und Erkenntnissen zu Notwendigkeit, Art und Umfang sicherheitstechnischer Prüfungen von Arbeitsmitteln (einschließlich Anlagen)
72. Sicherheitswissenschaftliches Kolloquium am 24. Mai 2011 in Wuppertal
Dipl.-Ing. Christof Barth
Bereichsleitung Technischer Arbeitsschutz der Gesellschaft für Systemforschung
und Konzeptentwicklung mbH (Systemkonzept), Köln

Forschung für die Prävention – Das Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV)
73. Sicherheitswissenschaftliches Kolloquium am 7. Juni 2011 in Wuppertal
Prof. Dr. Helmut Blome
Direktor des Instituts für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen
Unfallversicherung (IFA), Sankt Augustin

Manipulation von Schutzeinrichtungen an Maschinen –
Warum wird manipuliert und was kann man dagegen tun?
74. Sicherheitswissenschaftliches Kolloquium am 28. Juni 2011 in Wuppertal
Dipl.-Ing. Ralf Apfeld
Leiter des Referats „Maschinen und Anlagen“ des Instituts für Arbeitsschutz
der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA), Sankt Augustin

Anhang Folienpräsentationen verschiedener Veranstaltungen

Anhang 1:

Folienpräsentation des Eingangsreferats von **Herrn Dr. Jörg Schmidt** (Stabsstelle Städtisches Krisenmanagement & Bevölkerungsschutz der Stadt Köln, Köln) beim **70. Sicherheitswissenschaftlichen Kolloquium** am 12. April 2011 in Wuppertal.

Anhang 1 Folienpräsentation am 12. April 2011 von Herrn Dr. Jörg Schmidt (Stadt Köln)

Der Oberbürgermeister | Stadt Köln

AGBF/vfdb-Richtlinie 3-3

Einsatzplanung Großveranstaltungen

Ergebnisse des AGBF-vfdb-Arbeitskreises 2007 -2009

Dr. rer. nat. Jörg Schmidt
Leiter der Stabsstelle
„Städt. Krisenmanagement“

Berufsfeuerwehr | 37/4 Städtisches Krisenmanagement und Bevölkerungsschutz

Der Oberbürgermeister | Stadt Köln

Ziele 09/2006

Hintergrund: WM 2006

- Kritik an der 2-%-MANV-Bemessung
- Schutzzieldefinition
- Risiko-Betrachtungen

Auftrag: vfdb + AK-G 21.09.2006

Berufsfeuerwehr | 37/4 Städtisches Krisenmanagement und Bevölkerungsschutz

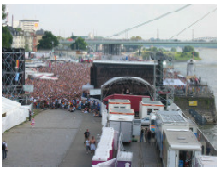
Mitglieder

- **Städte mit Berufsfeuerwehren**
  Hamburg, Frankfurt am Main, Köln, Leipzig, München
- **Kreisangehörige Städte mit hauptamtl. Fw**
  Frechen, Kerpen
  (Erfahrungen Weltjugendtag)
- **Landes- und Bundesbehörden**
  IdF NRW, BBK
- **Verbände**
  DRK-Generalsekretariat, Notärzte BaWü
- **Berufsfeuerwehr Wien**

Ergebnisse

vfdb-Richtlinie 3-3

1. Definition Großveranstaltung
2. Schutzziele
3. Gefahrenbeurteilung
4. Gefahrenabwehr – Werkzeuge
5. Checkliste Gefahrenbeurteilung



Definition Großveranstaltung I

1. große Zahl Teilnehmer, auch unterschiedlicher Art
2. Einwohner involviert
3. regionale Bedeutung
4. im Kern von Städten oder auf besonderen Flächen

Einschluss von Versammlungen ohne Organisation!

Definition Großveranstaltung II

Besonderheiten

1. Massenphänomene
2. soziale, medizinische, physikalische, technische Wirkungen
3. Attraktivität für Kriminalität und Terrorismus

Der Oberbürgermeister | Stadt Köln

Schutzziele
1. Grundsätze und Verfahren

1. Grundschutz-Gewährleistung
2. Schutzziel für jedes Szenario
   2.1 Qualität und Quantität
   2.2 max. Zugriffszeit
   2.3 Erreichungsgrad (bei Duplizität)
3. Methode der ing.-wiss. Bedarfsplanung
4. Lastenverteilung öffentlich - privat
5. Auswertung (Bundes-Register?)

Berufsfeuerwehr | 37/4 Städtisches Krisenmanagement und Bevölkerungsschutz

Der Oberbürgermeister | Stadt Köln

Schutzziele
2. Allgemeine Schutzziele

1. Zugang
2. Nachbarflächen-Beeinflussung
3. Einsatzleitung mit Einbindung von Polizei und Veranstalter

Berufsfeuerwehr | 37/4 Städtisches Krisenmanagement und Bevölkerungsschutz

Der Oberbürgermeister | Stadt Köln

Schutzziele

3. Medizinische Gefahren (RettD + SanD)

1. **Lebensrettung**

   lebensrettende Basismaßnahmen
   in max. Zugriffszeit < Hilfsfrist RettG

2. **Gewährleistung**sfunktion für
   den **öffentlichen Rettungsdienst**:

   Schutz vor übermäßigen Belastungen durch
   Bagatelle-Verletzungen und -Erkrankungen

Berufsfeuerwehr | 37/4 Städtisches Krisenmanagement und Bevölkerungsschutz

Der Oberbürgermeister | Stadt Köln

Schutzziele

4. Brandschutz, Techn. Hilfe, ABC-Schutz

1. Basis = Prävention (MBO)
2. AGBF-Qualitätskriterien für
   Fw-Bedarfsplanung
3. ABC-Schutz wie im Alltag

Berufsfeuerwehr | 37/4 Städtisches Krisenmanagement und Bevölkerungsschutz

Der Oberbürgermeister | Stadt Köln

Gefahrenbeurteilung I
nach Fachaufgaben

1. **Allgemein**
   anerkannte takt. Regeln
2. **Medizinische Gefahren**
   Faktoren; Beurteilung mit
   Duplizität und VStätt-Struktur
3. **Brandschutz, Techn. Hilfe**
   Betriebsenergie, Feuer, Wetter, Wasser
4. **ABC-Gefahren**
   Anschlag (A), Bedarf abhängig von Inkubationszeit (B),
   externe/interne Freisetzung (C)

Berufsfeuerwehr | 37/4 Städtisches Krisenmanagement und Bevölkerungsschutz

Der Oberbürgermeister | Stadt Köln

Gefahrenbeurteilung II
nach Fachaufgaben

5. **Katastrophenschutz**
   Naturkatastrophen keine Planungsgröße,
   Terror-Anschläge = Zuständigkeit Sicherheitsbehörden
   nur Folgen-Milderung durch nicht-pol. GA
   Techn. Katastrophen: Prävention

   => Rest-Risiko – bewusste Inkaufnahme!

   fehlende Empirie – Absicherung = Absage (OrdR)!
   Bereitstellung = politischer Wille!

Berufsfeuerwehr | 37/4 Städtisches Krisenmanagement und Bevölkerungsschutz

Gefahrenabwehr
nach Fachaufgaben

in Stichworten …

MVStättV
Bedarfsplanung (Wachbereiche mit Grundeinheit und Verstärkung bei Duplizität)
Stoß-Trupp-Prinzip
UHS/SanSt
Schnittstellen (auch MANV)
Brandsicherheitswachdienst
Bereitstellungen und Reserven
ABC-Abwehr nach Länderrecht

Ausblick

- Kölner Algorithmus SanD & RettD
- Laufendes vfdb-Forschungsprojekt

Kein Einfach-Verfahren fürs Gemeinde-Ordnungsamt –
Fachkenntnisse notwendig!

Der Oberbürgermeister | Stadt Köln

Kölner Algorithmus I

nach Modell der (RettD-) Bedarfsplanung

1. Notwendigkeitsprüfung
2. **Raumplanung**:
   Wachbezirke nach Hilfsfrist
3. **Stärkeplanung**:
   empirische Berechnung
   (SanD + RettD)
4. Besonderheiten
   (Effekte, Synergien)
5. Führungsorganisation

Beispiel und Quelle: BrandSchutz 11/2006

Der Oberbürgermeister | Stadt Köln

Kölner Algorithmus II

Stärkeplanung mit empirischer Berechnung

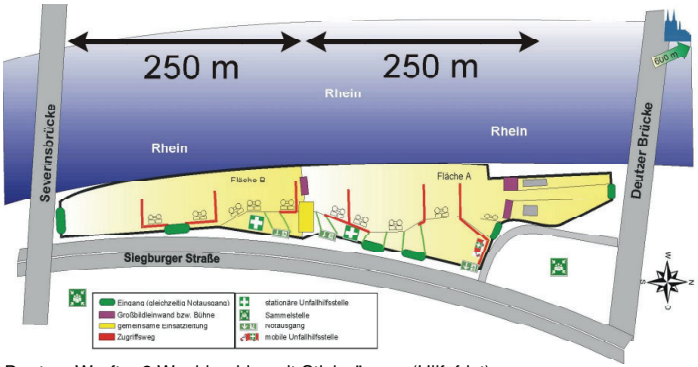
1. Statistischer Mittelwert
   2 SanD-Intervention pro 1.000 Besucher und 12 h;
   0,4 RTW-Einsätze und 0,04 NEF-Einsätze
2. Risiko-Faktoren
   Wetter (Temperatur & Feuchte), Altersverteilung, Massen- und Entspannungsphänomene, suboptimale Versammlungsstätte, sonstige Gefahren
3. Gestufte Zuordnung von SanD- und RettD-Einheiten
   (Rechentabelle)
4. Taktische Raumplanung: Anfahrbarkeit der UHS
   Trupps als „Stoßtrupps“

Beispiel und Quelle: BrandSchutz 11/2006

Der Oberbürgermeister

Stadt Köln

Anwendungsbeispiel WM: Deutzer Werft



Deutzer Werft: 2 Wachbezirke mit Stichgängen (Hilfsfrist),
Wachstärke empirisch (2 UHS + Trupps)

Berufsfeuerwehr 37/4 Städtisches Krisenmanagement und Bevölkerungsschutz

Schriftenreihe der ASER-Forschungsberichte:

SCHAFFELD, W.; LANG, K.-H.; GEBHARDT, HJ.:

Hitzearbeit in der Aluminiumindustrie

Forschungsbericht - Nr. 1, Institut ASER e.V., Wuppertal, Juni 2001

GEBHARDT, HJ.; LANG, K.-H.:

Beurteilung der Belastungen durch manuelle Handhabung von Lasten beim Einlegen von Prospekten in der Zeitungsproduktion

Forschungsbericht - Nr. 2, Institut ASER e.V., Wuppertal, August 2001

LANG, K.-H.; SCHRAMM, H.:

Hitzearbeit in der Papierindustrie

Forschungsbericht - Nr. 3, Institut ASER e.V., Wuppertal, Dezember 2001

ECHTERHOFF, W.; KRAFT, C.:

Sicherungssysteme an Gewässern - Analyse verhaltenswissenschaftlicher Bedingungen von Unfällen externer Personen

Forschungsbericht - Nr. 4, Institut ASER e.V., Wuppertal, März 2002

SASSMANNSHAUSEN, A.; LANG, K.-H.:

Evaluation des Umsetzungsstandes der sicherheitstechnischen und arbeitsmedizinischen Betreuung in den deutschen Niederlassungen eines internationalen Logistikunternehmens

Forschungsbericht - Nr. 5, Institut ASER e.V., Wuppertal, Juli 2003

SEILER, K.; RODOULI, F.; LANG, K.-H.; MÜLLER, B.H.:

Untersuchungsergebnisse zur Reflektion beteiligter Netzwerkpartner am Kooperationsnetzwerk “Gesünder Arbeiten mit System“ der rheinisch-bergischen Region

Forschungsbericht - Nr. 6, Institut ASER e.V., Wuppertal, November 2003

TASCHBACH, T.; LANG, K.-H.; MÜLLER, B.H.:

Ergonomische Gestaltung von Maschinen: Berücksichtigung von europäischen Normen bei der Konstruktion von Maschinen

Forschungsbericht - Nr. 7, Institut ASER e.V., Wuppertal, Dezember 2003

RODOULI, F.:

Commitment und Motivation von Informationsgebern in einem virtuellen Informations-Netzwerk zum Arbeitsschutz

Forschungsbericht - Nr. 8, Institut ASER e.V., Wuppertal, Januar 2004

SASSMANNSHAUSEN, A.; RODOULI, F.; LANG, K.-H.; TIELSCH, R.; SEILER, K.:

Orientierende Bestandsaufnahme zur Beteiligung von Unternehmen an Kooperationsnetzwerken mit dem Schwerpunkt 'Betriebliche Gesundheitsförderung'

Forschungsbericht - Nr. 9, Institut ASER e.V., Wuppertal, Mai 2004

LANG, K.-H.:

Stand von Good-Practice-Datenbanken zur Arbeitsgestaltung in Deutschland

Forschungsbericht - Nr. 10, Institut ASER e.V., Wuppertal, Juni 2004

LANG, K.-H.; SCHÄFER, A.; SCHAUERTE, N.; SPIELMANN, T.:

Good-Practice-Projekt der Gemeinschaftsinitiative Gesünder Arbeiten (G2P GiGA) - Machbarkeitsstudie

Forschungsbericht - Nr. 11, Institut ASER e.V., Wuppertal, Februar 2005

LANG, K.-H.; LANGHOFF, T.:

Arbeitsschutzberatung als Teil einer neuen Qualität der Unternehmensgründung

Forschungsbericht - Nr. 12, Institut ASER e.V., Wuppertal, März 2005

PIEPER, R., LANG, K.-H. (Hrsg.):

Sicherheitsrechtliches Kolloquium 2004 – 2005 (Band 1)

Forschungsbericht - Nr. 13, Institut ASER e.V., Wuppertal, Januar 2006

PIEPER, R., LANG, K.-H. (Hrsg.):

Sicherheitsrechtliches Kolloquium 2005 – 2006 (Band 2)

Forschungsbericht - Nr. 14, Institut ASER e.V., Wuppertal, Januar 2007

LANG, K.-H., SAßMANNSHAUSEN, A., SCHÄFER, A., NOLTING, K.:

Abschlussbericht zum Pilotprojekt REACH-Net – Langfassung –

Forschungsbericht - Nr. 15, Institut ASER e.V., Wuppertal, Juli 2007

LANG, K.-H., SAßMANNSHAUSEN, A., SCHÄFER, A., NOLTING, K.:

Abschlussbericht zum Pilotprojekt REACH-Net – Kurzfassung –

Forschungsbericht - Nr. 16, Institut ASER e.V., Wuppertal, Oktober 2007

LANG, K.-H., DEILMANN, M., NOVER, H.:

Zusammenfassung und Fortschreibung der Ergebnisse zum Pilotprojekt REACH-Net

Forschungsbericht - Nr. 17, Institut ASER e.V., Wuppertal, November 2007

PIEPER, R., LANG, K.-H. (Hrsg.):

Sicherheitswissenschaftliches Kolloquium 2006 – 2007 (Band 3)

Forschungsbericht - Nr. 18, Institut ASER e.V., Wuppertal, Januar 2008

PIEPER, R., LANG, K.-H. (Hrsg.):

Sicherheitswissenschaftliches Kolloquium 2007 – 2008 (Band 4)

Forschungsbericht - Nr. 19, Institut ASER e.V., Wuppertal, April 2009

KLUSSMANN, A.:

Ermittlung und Bewertung von Ansatzpunkten zur Prävention von Kniegelenksarthrosen im Arbeitsleben

Forschungsbericht - Nr. 20, Institut ASER e.V., Wuppertal, Oktober 2009

MÜHLEMEYER, C., GEBHARDT, HJ., LANG, K.-H.:

Entwicklung einer Einstufungshilfe zur Beurteilung von sonstigen Umgebungseinflüssen für die Anwendung im Rahmen des ERA-TV BW

Forschungsbericht - Nr. 21, Institut ASER e.V., Wuppertal, Oktober 2009

ROSKOPF, N.:

Kontinuierliche Verbesserung von Sicherheit und Gesundheitsschutz als Herausforderung und Chance für Fremdfirmen in Unternehmen der Rheinischen Braunkohlenindustrie

Forschungsbericht - Nr. 22, Institut ASER e.V., Wuppertal, Januar 2010

PIEPER, R., LANG, K.-H. (Hrsg.):

Sicherheitswissenschaftliches Kolloquium 2008 – 2009 (Band 5)

Forschungsbericht - Nr. 23, Institut ASER e.V., Wuppertal, Juni 2010

MÜHLEMEYER, CH., K.-H. LANG, A. KLUßMANN, HJ. GEBHARDT

Ermittlung von Erholzeiten bei typischen Arbeitssystemen in der Metall- und Elektroindustrie

Forschungsbericht - Nr. 24, Institut ASER e.V., Wuppertal, 2010

PIEPER, R., LANG, K.-H. (Hrsg.):

Sicherheitswissenschaftliches Kolloquium 2009 – 2010 (Band 6)

Forschungsbericht - Nr. 25, Institut ASER e.V., Wuppertal, April 2011

LEVCHUK, I., A. KLUßMANN, K.-H. LANG, HJ. GEBHARDT

Verfahren der Usability-Evaluation – Methoden und Instrumente zur Prüfung der Gebrauchstauglichkeit von Produkten

Forschungsbericht - Nr. 26, Institut ASER e.V., Wuppertal, 2011

PIEPER, R., LANG, K.-H. (Hrsg.):

Sicherheitswissenschaftliches Kolloquium 2010 – 2011 (Band 7)

Forschungsbericht - Nr. 27, Institut ASER e.V., Wuppertal, März 2012

Mit finanzieller Beteiligung des Landes Nordrhein-Westfalen und der Europäischen Union

Ziel2.NRW
Regionale Wettbewerbsfähigkeit und Beschäftigung

Ministerium für Wirtschaft, Energie,
Bauen, Wohnen und Verkehr
des Landes Nordrhein-Westfalen

Herausgeber:
apl. Prof., Dr. rer. pol. Ralf Pieper, Leiter des Fachgebiets Sicherheitstechnik / Sicherheits- und Qualitätsrecht in der Abteilung Sicherheitstechnik der Bergischen Universität &
Dipl.-Ing. Karl-Heinz Lang, Geschäftsführer beim Institut für Arbeitsmedizin, Sicherheitstechnik und Ergonomie e.V. (ASER)

Das Sicherheitswissenschaftliche Kolloquium beschäftigt sich mit den sich im Wandel befindlichen Rahmenbedingungen für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit sowie der Qualität der Arbeit und der Qualität von Waren und Dienstleistungen. Zur Diskussion werden Konzepte, Methoden und Instrumente der Sicherheitswissenschaft und des Qualitätsmanagements gestellt. Dies umfasst den Bereich der arbeitswissenschaftlichen Erkenntnisse und Regeln der Technik, den Stand der Technik sowie den Stand von Wissenschaft und Technik. Einbezogen werden Fragen der betrieblichen und überbetrieblichen Sicherheits- und Gesundheitsorganisation sowie das Compliance.
Das Sicherheitswissenschaftliche Kolloquium richtet sich insbesondere an alle im Bergischen Land und im Land Nordrhein-Westfalen, die an Fragestellungen und Lösungsansätzen der Sicherheitswissenschaften und des Qualitätsmanagements interessiert sind.

www.suqr.uni-wuppertal.de
www.institut-aser.de

ISBN 978-3-936841-23-7