

Welche Wünsche / Erwartungen haben Sie an den Leitfaden?

Im Leitfaden Frage nach (guten) Führungsverhalten

Systematischer Aufbau

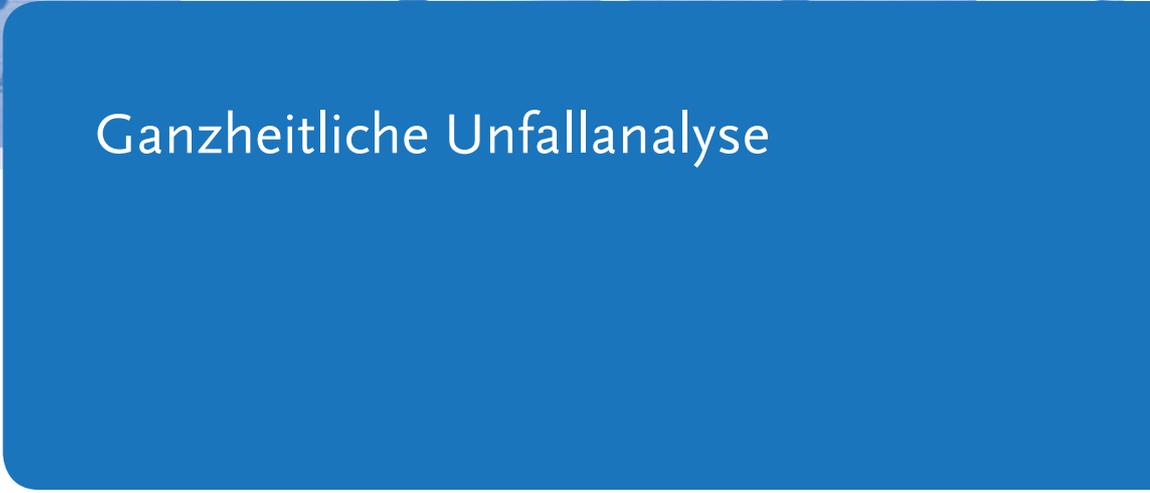
kurzer Leitfaden

Ampel-System

leicht verständlich

Fragenkatalog

Tipp für Ereignis



Ganzheitliche Unfallanalyse

B. Fahlbruch, I. Meyer

**Forschung
Projekt F 2287**

B. Fahlbruch
I. Meyer

Ganzheitliche Unfallanalyse

- Leitfaden zur Ermittlung grundlegender Ursachen von Arbeitsunfällen in kleinen und mittleren Unternehmen**

Diese Veröffentlichung ist der Abschlussbericht zum Projekt „Ermittlung grundlegender Ursachen von Unfällen, Ereignissen und Beinahe-Unfällen (Root-Cause-Analysis) zur Prävention in kleinen und mittleren Unternehmen“ – Projekt F 2287 – im Auftrag der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin.
Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

Autoren: Dr. Babette Fahlbruch
Dr. Inga Meyer
TÜV NORD Systems GmbH & Co. KG
Geschäftsstelle Berlin-Brandenburg
Zimmerstr. 23, 10969 Berlin
Telefon 030 201774-54
bfahlbruch@tuev-nord.de

Titelfoto: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin

Umschlaggestaltung: Susanne Graul
Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin

Herstellung: Bonifatius GmbH, Paderborn

Herausgeber: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin
Friedrich-Henkel-Weg 1 – 25, 44149 Dortmund
Telefon 0231 9071-0
Fax 0231 9071-2454
poststelle@baua.bund.de
www.baua.de

Berlin:
Nöldnerstr. 40 – 42, 10317 Berlin
Telefon 030 51548-0
Fax 030 51548-4170

Dresden:
Fabricestr. 8, 01099 Dresden
Telefon 0351 5639-50
Fax 0351 5639-5210

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



www.baua.de/dok/3784866

ISBN 978-3-88261-732-0

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Kurzreferat	5
Abstract	6
1 Einleitung	7
2 Überblick und Bewertung von Analyseverfahren	9
2.1 Unfallentstehungsmodelle	9
2.2 Ziele von Unfallanalysen	12
2.3 Unfallanalysen und Sicherheitsmanagement	13
2.4 Bewertungsmaßstäbe für Unfallanalysen	14
2.5 Unfallanalyseverfahren und deren Bewertung	16
2.6 Fazit	30
3 Unternehmensbefragung	33
3.1 Fragebogenentwicklung und Stichprobenauswahl	33
3.2 Ergebnisse der Fragebogenuntersuchung	35
3.3 Zusammenfassung und Diskussion der Fragebogenerhebung	55
3.4 Entwicklung des Interviewleitfadens	58
3.5 Ergebnisse der vertiefenden Interviews	60
3.6 Zusammenfassung und Interpretation der Interviewergebnisse	65
3.7 Ergebnisse des ersten Workshops	66
3.8 Schlussfolgerungen für die Leitfadenentwicklung	67
3.9 Überprüfung des Leitfadens	69
4 Leitfaden zur Untersuchung von Arbeitsunfällen	77
4.1 Einführung in den Leitfaden	77
4.2 Vorgehen bei der Unfallanalyse	80
4.3 Ableitung von Maßnahmen	97
4.4 Unfallübergreifende Auswertung	97
5 Zusammenfassung und Ausblick	98
Literaturverzeichnis	99
Abbildungsverzeichnis	104
Tabellenverzeichnis	105
Anhang 1 Fragebogenuntersuchung	106
Anhang 2 Interviewleitfaden	108
Anhang 3 Erster Workshop	111
Anhang 4 Zweiter Workshop	114
Anhang 5 Anhänge des Leitfadens	117
Anhang 6 FAQs – Frequently Asked Questions	136

Ganzheitliche Unfallanalyse

Kurzreferat

Bei der Diagnose von Ursachen, Ereignissen, Störungen sowie Beinahe-Unfällen werden im Rahmen von Unfallanalysen häufig nur die offensichtlichen Ursachen ermittelt. Oft wird der menschliche Fehler als „allgemeine Ursache“ in den Vordergrund gestellt. Ganzheitliche Unfallanalysen (auch Root-Cause Analysis genannt) setzen im Gegensatz dazu bei tiefer liegenden Ursachen der Unfallereignisse an, um Missstände an den „Wurzeln“ zu beseitigen und nachhaltige Lösungen für die Probleme zu finden.

Das Ziel des Projektes war, einen Leitfaden zur Unfallanalyse für kleine und mittelständische Unternehmen zu entwickeln. Der Leitfaden basiert auf einer Unternehmensbefragung, auf vertiefenden Interviews in verschiedenen Unternehmen sowie auf der Sichtung von „Best Practices“ und benannten Problemen bei der Analyse von Unfällen in der Praxis.

Die Entwicklung und Validierung des Leitfadens erfolgte mit der Unterstützung von betrieblichen Experten.

Schlagwörter:

Ereignisanalysen, Unfallanalysen, Leitfaden, kleine und mittelständische Unternehmen (KMU)

Systematic Accident Analysis

Abstract

With the diagnosis of accident causes, events and disturbances as well as near misses usually only the ostensible trigger is determined. Often human error is considered a "universal cause" in the foreground. In contrast an integrated, systematic event analysis (including root-cause analysis) is designed to determine the subtle causes, in order to eliminate the roots of problems and to find sustainable solutions.

The aim of the project was to develop a guideline to apply systematic accident analyses in small and medium sized enterprises including practical examples. The guideline is based on a questionnaire study, in-depth interviews in different enterprises and a review of "best practices" as well as potential problems with root-cause analyses in practice.

The development and validation of the guideline was supported by occupational safety and health practitioners.

Key words:

root cause analysis, accident analysis, guideline, small and medium sized enterprises

1 Einleitung

Ziel des Projektes war die Entwicklung und Erprobung eines Leitfadens zur Analyse von Arbeitsunfällen in kleinen und mittelständischen Unternehmen (KMU). Aber auch für größere Unternehmen kann dieser Leitfaden von Interesse sein, weil er Hinweise gibt, wie mit ganzheitlichen Unfallanalysen Unfälle verhütet und Unfallzahlen gesenkt werden können.

Das gesamte Projekt gliederte sich in vier Bearbeitungsschritte, die in sechs Arbeitspaketen umgesetzt wurden. Der vorliegende Endbericht basiert auf den vier Zwischenberichten, die jeweils am Ende der vier Bearbeitungsschritte erstellt wurden.

Ereignisse (Schadensfälle), Unfälle und Beinahe-Ereignisse treten seit Menschengedenken auf, gewannen aber mit der Industrialisierung an Bedeutung. Die Technikentwicklung führt zu einem gleichzeitigen Anwachsen der Komplexität und des inhärenten Gefährdungspotenzials (PERROW, 1984). Seit Anfang des 20. Jahrhunderts kommt es zu einer stärkeren Betonung der Sicherheit, die sich auch in der wissenschaftlichen Auseinandersetzung widerspiegelt.

Eine ganzheitliche Unfallanalyse hat das Ziel, bei einem zu analysierenden Unfall unter Verwendung einer systematischen Vorgehensweise zu ermitteln, was passierte und warum es passierte. Dadurch ist es möglich, aus dem Unfall zu lernen und sicherheitsgerichtete Verbesserungen und Maßnahmen abzuleiten, die eine Wiederholung oder das Auftreten eines ähnlichen Unfalls verhindern sollen. Als ganzheitlich wird eine Unfallanalyse bezeichnet, wenn sie Ursachen aus den Bereichen Technik, Organisation und Mensch sowie deren Wechselwirkungen zueinander berücksichtigt. Aufgrund dieser Charakteristika hat eine ganzheitliche Unfallanalyse auch eine hohe Bedeutung für die Gefährdungsbeurteilung, da manche Interaktionen nicht im Voraus als möglich erkannt werden. So sollten Gefährdungsbeurteilungen regelmäßig entsprechend den Ergebnissen der ganzheitlichen Unfallanalysen aktualisiert werden.

FAHLBRUCH und WILPERT (1999) unterscheiden in Anlehnung an REASON (1993) vier sich überlappende Phasen der Sicherheitsforschung, deren jeweiliger Fokus auch die Analyse von Unfällen beeinflusst. In der ersten, der technischen Phase, wird das größte Sicherheitsproblem in der Technik gesehen und Anstrengungen zur Erhöhung der Sicherheit zeigen sich überwiegend in technischen Verbesserungen. In der darauf folgenden Phase der menschlichen Fehler wird der Mensch als die Hauptfehlerquelle angesehen und Maßnahmen wie Training oder Personalauswahl zielen auf die Reduzierung von Fehlern des Personals. In der dritten, der soziotechnischen Phase, wird das Blickfeld auf die gesamte Organisation erweitert. Im Mittelpunkt der Betrachtungen stehen jetzt die Interaktionen des technischen und sozialen Subsystems, die als potenzielle Sicherheitsgefährdungen gesehen werden. Dementsprechend zielen Verbesserungen vor allem auf die Optimierung dieser Interaktionen. Die jüngste Phase wurde durch Untersuchungen von katastrophalen Unfällen, wie beispielsweise das Sinken der Fähre „Herald of Free Enterprise“ (DEPARTMENT OF TRANSPORT, 1987) oder den Reaktorunfall in Tschernobyl (BOCK und KRÄMMEL, 1989; KROHN und WEINGARD, 1986; MUNIPOV, 1986) eingeleitet. Diese Untersuchungen zeigten, dass auch Institutionen oder Organisationen außerhalb der Betreiberorganisation an der Entstehung der Unfälle beteiligt waren. In der Phase der

interorganisationalen Beziehungen werden daher zusätzlich zu den organisationalen Interaktionen eben auch dysfunktionale Beziehungen zwischen Organisationen als Gefährdung für die Sicherheit konzipiert (WILPERT und FAHLBRUCH, 1998). Maßnahmen zur Erhöhung der Sicherheit zielen auf eine verbesserte Koordination zwischen den Organisationen.

Für einen Leitfaden zur Analyse von Arbeitsunfällen ist es also notwendig, möglichst alle vier Phasen der Sicherheitsforschung zu berücksichtigen.

Im ersten Arbeitspaket wurde ein zusammenfassender Überblick über veröffentlichte Unfallanalyseverfahren erarbeitet und um eine Bewertung bezüglich Geeignetheit für Arbeitsunfälle in KMU ergänzt (Kapitel 2). Auf Basis dieser Zusammenstellung sowie neuer Literatur zu Unfallanalysen wurde ein Fragebogen für Betriebe verschiedener Größe und Branchen zum Einsatz von Root-Cause-Analysen entwickelt und verteilt (Kap. 3.1). Diese Unternehmensbefragung hatte das Ziel, ein Bild über den Einsatz von und die Erfahrung mit Root-Cause-Analysen in der Praxis zu gewinnen. Die Ergebnisse der Befragung sind in den Kapiteln 3.2 und 3.3 dieses Berichtes dokumentiert.

Im zweiten Arbeitspaket wurden vertiefende Interviews geführt, um die Ergebnisse der Unternehmensbefragung zu untermauern und um offene Fragen zu klären. Die Entwicklung des Interviewleitfadens und die Ergebnisse der Interviews sind in den Kapiteln 3.4 bis 3.6 dargestellt. In Kapitel 3.7 werden die Ergebnisse des ersten Workshops zusammengefasst, die Schlussfolgerungen für die Leitfadententwicklung finden sich in Kap. 3.8 und die Überprüfung des Leitfadens in Kap. 3.9.

Im vierten Kapitel wird der Leitfaden selbst dokumentiert. Die Zusammenfassung und der Ausblick sind im Kapitel 5 nachzulesen.

2 Überblick und Bewertung von Analyseverfahren

Im Folgenden werden die verschiedenen theoretischen Modelle zur Unfallentstehung dargestellt (Kap. 2.1), die Ziele und Abbruchkriterien von Unfallanalysen benannt (Kap. 2.2.) und eine Verbindung zum Sicherheitsmanagement hergestellt (Kap. 2.3). Die Bewertungsmaßstäbe für die einzelnen Verfahren werden in Unterkapitel 2.4 abgeleitet und die verschiedenen Unfallanalyseverfahren in Unterkapitel 2.5 beschrieben und bewertet. Das Kapitel schließt mit einem Fazit bezüglich einer ganzheitlichen Unfallanalyse für KMU (Kap. 2.6).

2.1 Unfallentstehungsmodelle

Unfallmodelle stellen theoretische Annahmen dar, wie Unfälle entstehen und welche Elemente daran beteiligt sind. Seit Anfang dieses Jahrhunderts wurde eine Reihe von Unfallentstehungstheorien zuerst für traditionelle Arbeitsunfälle, später dann für das Versagen von Systemen entwickelt. Als überholt können die ersten drei der folgenden Modelle angesehen werden (REASON, 1997; FAHLBRUCH, 2000):

Unfälle Theorie: In diesem Ansatz von GREENWOOD und WOODS (1919, zit. nach BENNER, 1975) sowie MARBE (1926) wird postuliert, dass es eine Unfälle Persönlichkeit gibt, d. h. einige Menschen tendieren eher als andere dazu, in Unfälle verwickelt zu sein. Dieser Ansatz ist der Phase des menschlichen Fehlers zuzuordnen, da er ausschließlich menschliche Fehler zur Erklärung von Unfällen heranzieht. Er gilt heute allerdings als überholt, weil er nach heutigen Erkenntnissen als Erklärungsmodell für die Entstehung von Unfällen zu kurz greift (REASON, 1997).

Dominotheorie: HEINRICH (1936) geht davon aus, dass Unfälle eine kausale Sequenz von Einzelereignissen sind, die in ihrer Abfolge umfallenden Dominosteinen gleicht. Soziale Umwelt, individuelle Fehler, unsichere Handlungen und mechanisches Risiko führen so zu einem Unfall, der wiederum in Verletzungen endet. Dieser Ansatz ist der Schnittstelle zwischen den Phasen der Technikorientierung und der menschlichen Fehler zuzuordnen, da menschliche Fehler und mechanisches Risiko als Unfall determinierende Elemente bestimmt werden. Auch dieser Ansatz gilt nach REASON (1997) heute als überholt, da jedes Unfallmodell ohne den expliziten Einbezug organisationaler Faktoren zur Erklärung von Unfällen der Komplexität der Realität nicht gerecht wird.

3 x 3 Matrix der Unfallursachen: HADDON et al. (1964) gehen von einer multikausalen Unfallsequenz aus, bei der eine Homöostase¹ gestört wird. Sie konzipieren eine 3 x 3 Matrix von Unfallphasen und Komponenten als Unfallursachen. Hier werden neben menschlichen Handlungen erstmals Technik und Arbeitsbedingungen als gleichberechtigte Ursachen behandelt. Damit geht dieser Ansatz über die beiden vorher genannten hinaus, ist aber noch den Modellen für reine Arbeitsunfälle zuzuordnen. Er ist ebenfalls an der Schnittstelle zwischen technischer Phase und Phase der menschlichen Fehler anzuordnen. Da auch in diesem Ansatz auf den expliziten

¹ Aufrechterhaltung eines Gleichgewichtszustandes eines offenen dynamischen Systems durch einen internen regelnden Prozess.

Einbezug organisationaler Faktoren verzichtet wird, kann er ebenfalls als unzureichend bezeichnet werden. Zwei Weiterentwicklungen dieses Ansatzes scheinen jedoch auch für eine modernere Betrachtung von Unfällen wichtig zu sein: das Ereignissequenzmodell und das Energieflussmodell.

Ereignissequenzmodell: BENNER (1975) konzipiert Unfälle als Ereignissequenzen mit interagierenden Elementen und notwendigen sowie hinreichenden Bedingungen. Auch hier entsteht ein Unfall dann, wenn eine homöostatische Aktivität unterbrochen wird.

„An accident is not a single event, but rather an accident is the transformation process by which a homeostatic activity is interrupted with accompanying unintentional harm. The critical point is that an accident is a process involving interacting elements and certain necessary or sufficient conditions“ (BENNER, 1975, p. 180).

Da dieses Modell ausschließlich auf den Prozess der Unfallentstehung abhebt, ohne mögliche Einflussfaktoren zu benennen, ist eine Einordnung schwierig. Einer zeitlichen Zuordnung entsprechend sollte es vor der Phase der soziotechnischen Sicherheitsbetrachtung angesiedelt sein. Unter Einbezug des auf dem Modell basierenden Unfallanalyseverfahrens, das später dargestellt ist, scheint es jedoch nicht unmöglich, organisationale Faktoren zur Erklärung der Unfallentstehung heranzuziehen.

Energieflussmodell: JOHNSON (1973) geht von den Bestimmungsgrößen eines Unfalls - von Energien, Barrieren und Zielen - aus und postuliert, dass ein Unfall durch ungewollte Energieübertragung auf ein Objekt, die zu unbeabsichtigten Schäden führt, gekennzeichnet ist. Unzureichende oder fehlende Barrieren sind die Ursache der schädigenden Energieübertragung und damit auch des Unfalls. Dieses Modell ist eindeutig der Phase der soziotechnischen Sicherheitsbetrachtung zuzuordnen, da Barrieren und Ziele auf den Einbezug organisationaler Faktoren hinweisen. Es greift aber in Hinblick auf den Einbezug interorganisationaler Faktoren zu kurz (WILPERT und FAHLBRUCH, 1998).

In einer Evaluation verschiedener Unfallentstehungsmodelle kommt BENNER (1985) aufgrund von Kriterien wie Funktionalität, Konsistenz, Vollständigkeit und Realismus zu dem Schluss, dass das Ereignissequenzmodell und das Energieflussmodell anderen Modellen überlegen sind. Beide Modelle bilden die Basis für Unfallanalyseverfahren, die später dargestellt werden.

Schweizer Käsemodell: Ausgehend von dem relativ simplen Energieflussmodell entwickelte REASON (1990) ein Unfallverursachungsmodell, das explizit verschiedene Organisationsebenen einbezieht: In einer Organisation mit hohem Gefährdungspotenzial gibt es zahlreiche Barrieren für die Unfallprävention auf allen Ebenen der Organisation, wie die technischen Sicherheitssysteme oder administrative Barrieren, beispielsweise Prozeduren oder Kontrollen. Nur wenn mehrere dieser Barrieren Schwachstellen aufweisen, kann es zu einem Unfall kommen. Zur Erklärung der Schwachstellen führt REASON (1990) das Konzept der aktiven und latenten Fehler ein. Aktive Fehler sind Handlungsfehler des Bedienpersonals wie beispielsweise Pilotenfehler oder Operateurfehler. Sie führen zu unmittelbaren negativen Konsequenzen, und es kommt ihnen eine Auslösefunktion für die Unfallentstehung zu.

Latente Fehler dagegen hängen mit Handlungen und Entscheidungen von Personen zusammen, die nicht unmittelbar ausführende Funktionen, im Sinne der Steuerung der technischen Anlage, innehaben, wie beispielsweise Entscheidungsträger oder Wartungspersonal. Deren fehlerhafte Handlungen oder inadäquate Entscheidungen bleiben häufig unentdeckt, da sie nicht sofort zu negativen Konsequenzen führen. REASON (1990) bildet hier die Analogie zu residenten Pathogenen, die nicht sofort zu Krankheiten führen, aber den Gesundheitsstatus insgesamt schwächen. Latente Fehler schwächen so unbemerkt die Systemfunktion und können in Verbindung mit aktiven Fehlern zur Unfallentstehung beitragen. Er identifiziert elf Bereiche für latente Fehler, die sogenannten „General Failure Types“, die GROENEWEG (1992) empirisch belegen konnte: Hardwareschwächen (hardware defects), ungeeignetes Design (inappropriate design), schlechtes Wartungsmanagement (poor maintenance management), schlechte Betriebsprozeduren (poor operating procedures), Fehler fördernde Bedingungen (error-enforcing conditions), unzureichende Sauberkeit und Ordnung (poor housekeeping), unvereinbare Ziele (incompatible goals), Kommunikationsfehler (communication failures), organisationale Fehler (organizational failures), inadäquates Training (inadequate training) und inadäquate Sicherheitseinrichtungen (inadequate defenses).

Soziotechnisches Ereignisentstehungsmodell: Eine Weiterentwicklung des Modells von REASON (1990) stellt das soziotechnische Ereignisentstehungsmodell dar (BECKER et al., 1995; FAHLBRUCH und WILPERT, 1999; WILPERT und FAHLBRUCH, 1998). In Anlehnung an den soziotechnischen Systemansatz (TRIST und BAMFORTH, 1951) gehen die Autoren von dem technischen und dem sozialen Subsystem aus, wobei sie das soziale Subsystem aus analytischen Gründen in vier weitere Subsysteme unterteilen. Einen Einfluss auf die Erreichung der Organisationsziele und damit auch auf die Sicherheit üben so die Subsysteme Technik, Individuum, Team, Organisation und Organisationsumwelt sowie deren Interaktion aus. In dem soziotechnischen Ereignisentstehungsmodell wird dann postuliert, dass Unfälle multikausale Ereignissequenzen sind und dass direkt oder indirekt beitragende Faktoren aus jedem der Subsysteme und deren Interaktion zur Entstehung von Unfällen beitragen können. Direkt beitragende Faktoren haben ähnlich wie die aktiven Fehler bei REASON eine auslösende Funktion und können menschliche und technische Akteure sein sowie Aspekte, die in der Unfallsituation anwesend waren (beispielsweise die Arbeitsbedingungen). Indirekt beitragende Faktoren dagegen sind, wieder vergleichbar mit den latenten Fehlern bei REASON (1990), zeitlich und/oder räumlich von der Unfallentstehung entfernt.

Neu an diesem Modell ist die explizite Betrachtung der Organisationsumwelt als Einflussfaktor auf die Entstehung von Unfällen. Dieser Ansatz steht offensichtlich am Übergang von der soziotechnischen zur interorganisationalen Sicherheitsbetrachtung. Das Modell unterscheidet sich ferner von den anderen Modellen dadurch, dass hier ganz bewusst auf den Fehlerbegriff verzichtet wird. Nach FAHLBRUCH und WILPERT (1999) hat der Fehlerbegriff eine negative Konnotation² und impliziert auch immer Verantwortlichkeit oder Schuldzuschreibung. Zum anderen kann ein Fehler nur im Nachhinein als solcher bestimmt werden, nämlich nachdem das intendierte Ziel einer Handlung nicht erreicht wurde. Für Handlungsfehler scheint das auch noch verhältnismäßig problemlos möglich, schwierig sollte die spätere Beurteilung hin-

² Nebenbedeutung.

sichtlich des intendierten Ziels bei solchen „Fehlern“ wie Managemententscheidungen sein, die unter Umständen Jahre zuvor getroffen wurden. Ferner ist davon auszugehen, dass eine solche Beurteilung auch immer durch einen „Hindsight-Bias“³ beeinflusst ist (FAHLBRUCH und WILPERT, 1999).

2.2 Ziele von Unfallanalysen

Welche Ziele mit Unfallanalysen verfolgt werden können, soll im Folgenden dargestellt werden, bevor daran anschließend ausgewählte Analyseverfahren beschrieben werden.

Unfallanalysen können ganz unterschiedliche Ziele haben, die dann auch den Umfang und die Tiefe der Analyse festlegen (BENNER, 1981). Abbruchkriterien oder „stop-rules“ sind nach RASMUSSEN (1991a) vom Ziel der Analyse abhängig und theoretisch nicht begründbar.

Versicherungen und der Gesetzgeber können beispielsweise eine Unfallanalyse initiieren, um Fragen der Verantwortlichkeit zu klären. Hier wäre das Ziel der Unfallanalyse also die Identifizierung eines Schuldigen. Unter diesem Gesichtspunkt ist das Abbruchkriterium die erste zu vertretende Schuldzuschreibung (BENNER, 1981a; HALE, 1997).

Organisationen können an der Überprüfung ihrer Sicherheitsmaßnahmen interessiert sein. Dann zielt die Unfallanalyse vor allem in Bezug auf Arbeitsunfälle und Beinahe-Ereignisse auf eine Kontrolle und Überwachung des Sicherheits(management)-systems. Abbruchkriterium ist in diesem Fall die Identifikation einer fehlenden oder unzureichenden Barriere (FREITAG und HALE, 1997).

Ferner kann ein Interesse an der Aufrechterhaltung eines vorhandenen Gefährdungsbewusstseins bestehen (FREITAG und HALE, 1997). Hier zielt die Unfallanalyse vor allem auf die Erstellung und Verbreitung von Unfallstatistiken. Abbruchkriterium ist in diesem Fall, wenn eine bereits bekannte Gefährdungsquelle als Unfall verursachend identifiziert wird.

Unfallanalysen können auch als Grundlage für ein Lernen aus Betriebserfahrungen und als Datenquellen zur Verbesserung von Risiko- und Gefährdungsanalysen durchgeführt werden. Hier zielt die Unfallanalyse auf die Modellierung durch die Identifizierung von Schwachstellen für das Organisationale Lernen. Mit diesem Ziel wird die Analyse am weitesten fortgeführt. Hier ist das Abbruchkriterium, wenn keine neuen Erkenntnisse mehr gewonnen werden können (FAHLBRUCH und WILPERT, 1997; FREITAG und HALE, 1997; RASMUSSEN, 1991a).

Ziele können die Analyse von Unfällen ebenfalls einschränken, dies geschieht aber erst einmal unabhängig vom angewandten Verfahren. Selbst wenn ein Verfahren beispielsweise zur Modellierung für das Organisationale Lernen konzipiert ist, könnte

³ Urteilsverzerrung, bei der Menschen sich, nachdem sie den Ausgang von Ereignissen erfahren, systematisch falsch an ihre früheren Vorhersagen erinnern, indem ihre ursprünglichen Aussagen in Richtung der tatsächlichen Ausgänge verändern, d. h. „wir haben es vorher schon gewusst“.

bei einer Analyse nach der Identifizierung eines Schuldigen abgebrochen werden, auch wenn das Verfahren dies nicht vorsieht. Kein Verfahren ist dagegen gefeit, dass es nicht wie geplant angewandt wird. Allerdings kann davon ausgegangen werden, dass mit dem Ziel Modellierung durch die Identifizierung von Schwachstellen für das Organisationale Lernen alle anderen Ziele ebenfalls erreicht werden können. Eine Analyse mit diesem Ziel ist also die umfassendste und erlaubt ebenfalls die Identifizierung von Schuldigen, die Kontrolle und Überwachung des Sicherheitssystems und die Erstellung und Verbreitung von Unfallstatistiken. Daher soll von Unfallanalyseverfahren gefordert werden, dass sie für eine umfassende Zielsetzung geeignet sind.

2.3 Unfallanalysen und Sicherheitsmanagement

Nachdem theoretische Grundlagen und mögliche Ziele bei der Unfallanalyse diskutiert wurden, soll im Folgenden der Bezug zwischen Unfallanalyse und Sicherheitsmanagement hergestellt und daran anschließend ausgewählte Verfahren zur Unfallanalyse vorgestellt werden.

Eine Unterteilung von Sicherheitsmanagementansätzen entsprechend den Phasen der Sicherheitsforschung nimmt REASON (1997) vor. Er unterscheidet die Ansätze nach ihrem jeweiligen Fokus bei Unfallanalysen, Maßnahmen und sicherheitsgerichteten Interventionen und schlägt drei Sicherheitsmanagementmodelle vor: das Personenmodell, das Ingenieurmodell und das Organisationsmodell.

Das **Personenmodell** wird am besten durch den traditionellen Arbeitssicherheitsansatz charakterisiert. Im Zentrum der Betrachtung stehen vor allem Fehler, unsichere Handlungen und Regelverletzungen, wie bei der Phase der menschlichen Fehler. Unfälle werden hier vor allem auf psychologische Faktoren wie mangelnde Aufmerksamkeit, unzureichende Motivation oder fehlende Fähigkeiten zurückgeführt, weil angenommen wird, dass sich die Beschäftigten bewusst und frei zwischen sicherem und unsicherem Verhalten entscheiden können. Dementsprechend zielen Maßnahmen vor allem auf Training und Schulungen von Mitarbeitern. Nach FAHLBRUCH und WILPERT (1999) kann dieses Modell mit Strategie der empirischen Zielkontrolle (RASMUSSEN, 1991b) verglichen werden. Sicherheitsmanagement nach diesem Modell greift nach REASON (1997) zu kurz, da Unfallanalysen und Sicherheitsmaßnahmen hauptsächlich auf die Beschäftigten ausgerichtet sind.

Das **Ingenieurmodell** dagegen kann der Tradition von Arbeitswissenschaft und Risikomanagement zugeordnet werden. Fehler werden als „mismatch“ der Mensch-Maschine-Schnittstelle angesehen, woraus die Annahme folgt, dass Sicherheit in das System „eingebaut“ werden kann. Der Fokus liegt bei diesem Modell überwiegend auf dem Verhalten sowie auf Einflüssen des Arbeitsplatzes auf die Sicherheit. Maßnahmen zielen hier vor allem auf eine technische Verbesserung der Mensch-Maschine-Schnittstelle. In diesem Modell gibt es Analogien zur Strategie der analytischen Kontrolle durch Design und Pläne (RASMUSSEN, 1991b), da bei beiden das Zentrum des Interesses auf Systemfunktionen und die Mensch-Maschine-Schnittstelle gerichtet ist (FAHLBRUCH und WILPERT, 1999).

Das **Organisationsmodell** kann als eine Erweiterung des Ingenieurmodells angesehen werden. Es steht im Bezug zu Ansätzen von Krisen- und Notfallmanagement. Hier liegt die Annahme zugrunde, dass latente Faktoren in der Organisation zu der Entstehung von Unfällen beitragen, in dem sie beispielsweise die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Fehlern des Personals erhöhen. Sicherheit verlangt hier die kontinuierliche Kontrolle und Anpassung elementarer Systemfunktionen und Systemprozesse. Maßnahmen sind dementsprechend eher umfassend konzipiert und beziehen alle Ebenen der Organisation mit ein. Auch ganzheitliche Ansätze der Arbeitssicherheit können diesem Modell zugeordnet werden (ZIMOLONG, 1996), in denen eine Integration personenzentrierter und organisationsorientierter Maßnahmen sowie von Unfallanalysen, Statusdiagnosen und Gefährdungsanalysen gefordert wird (ZIMOLONG, 1995). REASON (1997) und ZIMOLONG (1995) halten diesen organisationalen Ansatz des Sicherheitsmanagements für notwendig, um eine kontinuierliche Verbesserung der Sicherheit zu gewährleisten, da ein ausschließlicher Fokus auf Personen oder die Mensch-Maschine-Schnittstelle wichtige Einflussfaktoren wie z. B. Hierarchie- und Gruppeneinflüsse auf die Sicherheit außer Acht lässt.

Zusammengefasst kann festgestellt werden, dass die Auswahl eines Unfallanalyseverfahrens durch den jeweiligen Ansatz des Sicherheitsmanagements determiniert wird, durch den ja auch die jeweiligen Ziele einer Analyse beeinflusst werden können. Ist das Sicherheitsmanagement einer Organisation personenzentriert, wird das Ziel bei der Unfallanalyse voraussichtlich die Identifizierung eines Verantwortlichen/Schuldigen sein, für den dann geeignete Maßnahmen generiert werden. Erfolgreiches Sicherheitsmanagement sollte nach dem Organisationsmodell konzipiert sein. In der Praxis zeigte sich jedoch, dass das Personenmodell gerade bei der Analyse von Unfällen noch überwog und dass Unfallanalysen häufig unsystematisch und ohne geeignetes Verfahren durchgeführt wurden (BENNER, 1981a und b; HENDRICK und BENNER, 1987; MANUELE, 1982; SHEALY, 1979). Allerdings lässt sich gerade in Industrien mit hohem Gefährdungspotenzial in den letzten Jahren ein Trend zur systematischen Analyse von Unfällen auch an der Entwicklung und dem Einsatz von verschiedenen Unfallanalyseverfahren erkennen (FAHLBRUCH und WILPERT, 1999). Leider sind einige dieser Verfahren, wahrscheinlich aus ökonomischen Gründen, gar nicht oder nicht vollständig publiziert und nur zur internen Verwendung freigegeben.

2.4 Bewertungsmaßstäbe für Unfallanalysen

Wie bereits oben genannt, sind die Analyseverfahren in der Regel für Industrien mit hohem Gefährdungspotenzial und Großbetriebe entwickelt worden. Inwieweit sie auch für KMU aus verschiedenen Industrien gelten können, bedarf einer näheren Untersuchung. In einer ersten Annäherung erscheinen Probleme auf theoretischer, methodischer und praktischer Ebene denkbar.

Auf der theoretischen Ebene erscheint vor allem die Konzeption von verschiedenen Barrieren (safety-in-depth) als möglicherweise nicht übertragbar. Beispielsweise werden administrative Barrieren wie schriftliche Arbeitsanweisungen, Freigaben oder ein Vier-Augen-Prinzip in einem kleineren Handwerksbetrieb oder in KMU ohne oder mit geringem Gefährdungspotenzial eher selten anzufinden sein.

Auf der methodischen Ebene müssen vor allem die vorgegebenen Ursachenkategorien überprüft werden. So sind „fehlende/nicht adäquate Sicherheitsprinzipien“ oder „Sicherheitsbarrieren“ sowie „fehlende/nicht adäquate Prozeduren“ eher Ursachenkategorien, die aus Großunternehmen oder Industrien mit hohem Gefährdungspotenzial stammen. Inwieweit diese auf KMU mit weniger Beschäftigten, anderen Strukturen, unterschiedlichem Gefährdungspotenzial und verschiedenen Branchen zutreffen können, ist ebenfalls zu prüfen.

Auf der praktischen Ebene erscheinen vor allem Ressourcenprobleme denkbar. Eine Root-Cause-Analyse ist in der bisherigen Form nur mit einem großen Aufwand und hochqualifiziertem Personal durchführbar. Für ein Lernen aus Ereignissen werden ebenfalls Ressourcen und Strukturen als notwendig angesehen, wie eine Stelle, die die Analysen durchführt, „learning lessons“ schreibt und im Unternehmen verteilt. Ob diese Art von Lernen adäquat für KMU ist, müsste ebenfalls geprüft werden.

Zur Bewertung der Unfallanalyseverfahren dient die Beantwortung der folgenden Fragen:

1. **Ist das Verfahren geeignet, um Arbeitsunfälle in KMU zu analysieren?** – Zur Beantwortung dieser generellen Frage werden die Antworten der folgenden Fragen zu Teilaspekten herangezogen:
 - a) Ist das zugrundeliegende theoretische Modell für die Beschreibung von Arbeitsunfällen in KMU geeignet bzw. kann es auf diese übertragen werden? – Modelle, die von tief gestaffelten Sicherheitsbarrieren ausgehen oder solche, die nur die Mensch-Maschine-Schnittstelle betrachten, erscheinen nicht geeignet.
 - b) Entspricht das zugrunde liegende theoretische Modell dem Stand von Wissenschaft und Technik in der Sicherheitsforschung, d. h. werden alle vier oben genannten Phasen ausreichend berücksichtigt? – Modelle, die nur die ersten beiden Phasen (Technik und Mensch) betrachten, erscheinen ungeeignet.
 - c) Sind die im Verfahren vorgegebenen Ursachenkategorien industrieunabhängig? Verfahren, die industriespezifische Ursachenkategorien vorgeben, wie beispielsweise Verfahren der Flugsicherung, erscheinen nicht geeignet.
 - d) Spiegeln die Ursachenkategorien einen ausreichenden Untersuchungsumfang wider? – Die Ursachenkategorien sollten technische, organisationale, individuelle und inter-organisationale Aspekte enthalten, bei Fehlen von Kategorien aus einem dieser Bereiche erscheint das Verfahren nicht geeignet.
 - e) Ist der Einsatz von externen Experten für die Analyse von Unfällen notwendig? – Ausgehend von dem Rationale, dass die Analyse selbst ein erster Schritt für das organisationale Lernen darstellt, erscheint es besser, wenn das Verfahren von Mitarbeitern durchgeführt werden kann. Ungeeignet erscheinen dagegen Verfahren, die nur von externen Spezialisten angewandt werden können.
 - f) Ist der Aufwand für eine Analyse auch für KMU vertretbar? – Hier gehen wir von der Überlegung aus, dass KMU nur begrenzte Ressourcen zur Verfügung stehen. Sehr aufwendige Verfahren erscheinen nicht geeignet.
2. **Ist das Verfahren geeignet, um Urteilsverzerrungen und Unzulänglichkeiten in der Ursachensuche auszugleichen bzw. zu verhindern?**

Da es ausreichend Hinweise gibt, dass Unfallanalysen vorzeitig beendet werden (s. FAHLBRUCH, 2000), soll auch bewertet werden, inwieweit das Verfahren Schutz gegen verkürzte Analysen bietet.

3. Erfüllt das Verfahren zumindest Minimalanforderungen der klassischen Gütekriterien?

Problematisch erscheint ebenfalls, dass die Verfahren überwiegend Praxisentwicklungen darstellen. Dementsprechend sind auch kaum Untersuchungen zu ihren Gütekriterien zu finden (FAHLBRUCH, 2000). Daher sollte ebenfalls bewertet werden, ob es Hinweise auf Validität, Reliabilität und Objektivität der Verfahren gibt. Die Validität eines Verfahrens gibt an, ob ein Verfahren das Merkmal, was es messen soll, auch tatsächlich misst. Unter der Reliabilität des Verfahrens versteht man die Zuverlässigkeit mit der ein Verfahren ein Merkmal misst. Die Objektivität eines Verfahrens macht eine Aussage zur Unabhängigkeit der Ergebnisse vom Untersucher und der Untersuchungssituation. Allerdings sind nach FAHLBRUCH (2000) hier Schwierigkeiten hinsichtlich der klassischen Überprüfung der Gütekriterien (LIE-NERT, 1989) zu erwarten. Bezüglich der Objektivität nennt FAHLBRUCH (2000) das Problem, dass die Untersuchung von Unfällen, selbst wenn ein systematisches Verfahren angewandt wird, von der Expertise der Untersucher abhängig ist, da die Bildung kausaler Modelle vom Vorwissen der Analytiker abhängt. Da es nahezu unmöglich erscheint, in ein Unfallanalyseverfahren dieses gesamte, sich ständig verändernde Spezialwissen zu integrieren, um Untersucherunabhängigkeit zu erlangen, sollte die Forderung nach Unabhängigkeit vom Untersucher zumindest abgeschwächt werden. Bezüglich der Reliabilität geht FAHLBRUCH (2000) davon aus, dass keine der drei Überprüfungsmethoden, Paralleltest-Reliabilität, Retest-Reliabilität und der inneren Konsistenz eines Verfahrens, sinnvoll auf Unfallanalyseverfahren anzuwenden sind. FAHLBRUCH (2000) belegt weiter, dass in Bezug auf Validität nur die Inhaltsvalidität erhoben werden kann, nicht aber die Konstrukt- und Kriteriumsvalidität.

4. Kann das Verfahren dem Organisationsmodell zugeordnet werden?

Aus der Zuordnung zum Personen-, Ingenieur- oder Organisationsmodell des Sicherheitsmanagements ergibt sich als Bewertungskriterium die Beantwortung der vierten Frage.

2.5 Unfallanalyseverfahren und deren Bewertung

Im Folgenden wird eine Auswahl von veröffentlichten Verfahren kurz beschrieben und anhand der vier genannten Fragen bewertet. Wir haben zunächst eine Recherche durchgeführt und dann bestimmte Verfahren ausgeschlossen, da sie für Arbeitsunfallanalysen in KMU nicht geeignet erschienen. Ausschlusskriterien waren hierbei:

- Fokus auf eine spezifische Industrie, wie ASSET (Assessment of Safety Significant Event Teams, IAEA 1991, 1994) oder HERA-JANUS (The Human Error in Air Traffic Management Technique, ISAAC et al., 2003)
- Fokus auf menschliche Zuverlässigkeit vor allem für probabilistische Analysen wie CAHR (Connectionism Assessment of Human Reliability, STRÄTER, 1997), CREAM (Cognitive Reliability and Error Analysis Method, HOLLNAGEL, 1998) oder HERA (Human Error Repository and Analysis System, HALLBERT et al., 2006)
- Zu hohe Komplexität und zu hoher Ressourcenbedarf für KMU wie Accident Mapping (RASMUSSEN, 1996; SVEDUNG und RASMUSSEN, 2002), MORT (Management Oversight and Risk Tree, JOHNSON, 1973 und 1980) sowie

STAMP (Systems Theoretic Accident Model and Processes, LEVESON et al., 2003; LEVESON, 2004 und 2011)

Die 12 Verfahren, die in dieser ersten Grobbewertung positiv abschnitten, werden im Folgenden beschrieben und anhand der Fragen (Kap. 2.4) bewertet.

2.5.1 Black Bow Ties

Beschreibung:

Black Bow Ties (GOVERNORS, 2010) ist keine eigenständige Analysemethode, sondern eine Darstellungsweise von Tripod Beta (Kap. 2.5.12). Ursprünglich diente die Erstellung von Bow Ties als Risikomanagementmethode. Sie kann jedoch auch zur Analyse von Unfällen verwandt werden, um aufzuzeigen, welche Barrieren versagt haben. Theoretische Grundlage ist die Ereignisentstehungstheorie von REASON (1990). Bei der Erstellung eines Bow Ties wird in sieben Schritten vorgegangen, die dem Tripod Beta Verursachungspfad nachzeichnen:

- 1) Ereignisbeschreibung: Was passierte und welche Gefahren wurden ausgelöst?
- 2) Identifikation der Gefährdungen: Alles was zum Ereignis führen oder beitragen konnte. Gefährdungen beinhalten: Designfehler, mögliche Fehlhandlungen, Korrosion etc.
- 3) Identifikation der Konsequenzen: Was passierte als Folge des Ereignisses? Unter Umständen ergibt sich eine komplizierte Folgenkette, bei der ein Ereignis andere bedingte. Man kann entweder nur die letzte Konsequenz aufzeigen oder mehrere Bow Tie Diagramme anlegen.
- 4) Identifikation der Barrieren: Welche Barrieren waren vorhanden, um das Ereignis zu verhindern? Welche Barrieren versagten und welche funktionierten? Wie kann die Barrierefunktion aufrechterhalten werden und wer ist dafür verantwortlich?
- 5) Identifikation von Maßnahmen: Sofortmaßnahmen, Folgenreduktion, inkl. technische, Betriebs- und organisationale Maßnahmen.
- 6) Optional - Identifikation von Eskalierungsfaktoren: Faktoren, die die Effektivität von Kontrollen reduzieren können wie anormale Betriebszustände oder menschliche Fehler.
- 7) Identifikation von Kontrollen über Eskalierungsfaktoren: Zusätzliche Kontrollen, um solche Faktoren zu beherrschen.

Bewertung:

Das Verfahren ist für Arbeitsunfälle geeignet mit der Einschränkung, dass es eher Darstellungsmethode als Analyseinstrument ist, allerdings wurde es auf diese mehrfach empirisch angewandt (ANEZIRIS et al., 2008). Das theoretische Modell ist für Arbeitsunfälle in KMU geeignet (s. Kap. 2.5.20). Die vierte Phase wird nicht explizit genannt, jedoch könnte man das theoretische Modell auch auf interorganisationale Aspekte ausdehnen. Im Verfahren sind keine Ursachenkategorien benannt, also gibt es keine Beschränkungen auf bestimmte Industrien. Jedoch ist dadurch auch ein ausreichender Untersuchungsumfang nicht explizit gesichert. Da das Verfahren in Softwarelösungen vorliegt, ist kein Einsatz von externen Experten notwendig. Das Verfahren ist eine Darstellungsform, d. h. die Analyse muss bereits vorliegen, so dass nichts über den Analyseaufwand ausgesagt werden kann. Es gibt keine explizit benannte Unterstützung gegen Urteilsverzerrungen und verkürzte Analysen. Ebenso gibt es keine Hinweise auf Erfüllung der klassischen Gütekriterien, außer dass die

oben genannt Studie auf eine Inhaltsvalidität hinweist. Aufgrund der theoretischen Basis von Tripod Beta kann vom Organisationsmodell ausgegangen werden (s. Kap. 2.5.12)

2.5.2 Cause Mapping

Beschreibung:

Die Cause Mapping Methode wurde als Werkzeug zur Durchführung von Ereignisanalysen nach der RCA (Root Cause Analysis) Methode Ende der 90er Jahre von GALLEY, Firma Thinkreliability, entwickelt (ThinkReliability, 2011) und basiert auf dem Fischgrätendiagramm (ThinkReliability, 2007).

Bei der Durchführung des Cause Mapping wird die Qualität des Prozesses zur Informationssammlung, die Qualität der erhobenen Daten und auch die Qualität der Datenverarbeitung insoweit verbessert, dass daraus direkte Maßnahmen zur Prävention abgeleitet werden können.

Der Ausgangspunkt der Untersuchung wird definiert durch die Unternehmensziele (z. B. das Sicherheitsziel, das Umweltziel und/oder das Ergebnisziel). Der Ausgangspunkt wird nicht durch die aufgetretenen Probleme oder die Ursachen für diese Probleme definiert. Aufgezeigt werden alle beitragenden Ursachen - es wird nicht nur nach der grundlegenden Ursache (root cause) gesucht. Der Fokus liegt auf der Prävention - und nicht dem Finden des Schuldigen. Ausgewählt werden die am besten geeigneten Lösungen aus allen erarbeiteten potenziellen Lösungen. Das Ergebnis der Untersuchung sind die vorzunehmenden Maßnahmen.

Beim Cause Mapping wird man über Vorlagen eines Programms zur strukturierten und systematischen Vorgehensweise angeleitet. Gleichzeitig dokumentiert man in der Datei sämtliche relevanten Daten der Ereignisanalyse, die in drei Schritten erfolgt:

- 1) Problemerkfassung: Hier werden die grundlegenden Daten abgefragt, dies geschieht über die „W“-Fragen, wobei die „Wer“-Frage zur Verhinderung von Beschuldigungen bewusst ausgelassen wird. Daten wie Ort, Datum, Zeit, Prozess und Prozessschritt und ggf. bekannte Abweichungen werden über ein Formblatt abgefragt. Das Problem muss dann an den Unternehmenszielen, die es beeinträchtigt, beschrieben und bewertet werden.
- 2) Analyse: Bei der Analyse wird ausgehend von den beeinträchtigten Unternehmenszielen eine Ursachen-Wirkungsanalyse angestoßen. Mit einer graphischen Darstellung werden die im Team erarbeiteten kausalen Zusammenhänge in der sogenannten Cause Map dargestellt. In der graphischen Cause Map werden Nachweise und Belege direkt an die Ursache-Wirkungsbeziehungen gehängt. Parallel zur Ursache-Wirkungsanalyse ist der chronologische Ablauf des Ereignisses festzuhalten, dies geschieht in der „Timeline“. Ebenso werden der bzw. die Prozesse, die beteiligt waren, dokumentiert. Darüber hinaus können Notizen, Fotos und Diagramme gespeichert werden, die bei der Analyse Zusammenhänge nachweisen und belegen.
- 3) Lösungen: Nachdem die komplette Ursache-Wirkungsbeziehung graphisch dargestellt ist, werden mögliche Lösungen erarbeitet. Diese ergeben sich aus der Ursache-Wirkungsbeziehung durch die Fragestellung: „Mit welcher Maßnahme

kann ich das Auftreten einer der Ursachen verhindern?" Die potenziellen Lösungen werden in der graphischen Cause Map direkt dokumentiert. Die so abgeleiteten Lösungsvorschläge müssen nun auf Effektivität und Aufwand zur Umsetzung bewertet werden. Ergebnis ist ein Aktionsplan, in dem die ausgewählten besten Lösungen mit Maßnahmenbeschreibung, Termin und Verantwortlichen festgehalten werden.

Bewertung:

Das Verfahren scheint geeignet, um Arbeitsunfälle in KMU zu untersuchen. Dem Verfahren liegt kein explizites theoretisches Modell zugrunde, das Fischgrätendiagramm stammt aus der Qualitätswissenschaft. Das Verfahren erscheint völlig offen in der Anwendung, kann also auch für KMU verwandt werden. Es gibt keine Aussagen zu interorganisationalen Aspekten. Da keine Ursachenkategorien vorgegeben sind, ist das Verfahren nicht industriespezifisch, allerdings gibt es so auch keinen festgelegten Untersuchungsumfang. Ein Einsatz von Experten ist nicht notwendig. Der Aufwand scheint hoch. Das Verfahren ist nicht geeignet, um Urteilsverzerrungen und Unzulänglichkeiten auszugleichen oder zu minimieren, da diese gerade durch die strenge Ursache-Wirkungsbeziehung eher gefördert werden (FAHLBRUCH, 2000). Es gibt keine Hinweise zu den Gütekriterien, allerdings ist bei der Offenheit des Verfahrens von niedriger Reliabilität und Objektivität auszugehen. Aufgrund des fehlenden theoretischen Modells können keine Aussagen zur Inhaltsvalidität getroffen werden. Das Verfahren ist dem Ingenieurmodell zuzuordnen.

2.5.3 Change Analysis - Abweichungsanalyse

Beschreibung:

Die Abweichungsanalyse wurde von der Rand Corporation entwickelt (BULLOCK, 1981). Sie wurde später auch als Bestandteil in andere Unfallanalyseverfahren übernommen, beispielsweise in MORT (Management Oversight and Risk Tree). Die Abweichungsanalyse basiert nicht explizit auf einem Unfallentstehungsmodell. Implizit wird jedoch von einer gestörten Homöostase ausgegangen, ähnlich wie bei HADDON, SUCHMAN und KLEIN (1964) oder BENNER (1975).

Bei einer Abweichungsanalyse werden systematisch die Unfallsituation und der Unfallablauf mit früheren störungsfreien Situationen und Abläufen verglichen. Auf der Basis dieses Vergleichs wird identifiziert, ab wann der Unfallablauf bzw. die Unfallsituation von den Referenzsituationen abweicht, d. h. sich von ihnen unterscheidet. Diese Unterschiede werden dann bewertet, um ihren Beitrag zum Unfall zu bestimmen. Das Verfahren soll so zum Unfall beitragende Änderungen der Anlage erfassen, aber auch ungeeignete Veränderungen der administrativen Überwachung und Abweichungen vom üblichen Arbeitsablauf. Zu diesem Zweck wurde von BULLOCK (1981) ein Formblatt als Hilfsmittel entwickelt. Es enthält die folgenden Fragen zur Situation:

- „Was?“ (Objekt, Energie, Fehler, Schutzeinrichtung)
- „Wo?“ (am Objekt, im Prozess, Ort)
- „Wann?“ (Zeit, im Prozess)
- „Wer?“ (Operateur, Fremdpersonal, Aufsicht, andere)
- „Aufgaben?“ (Ziel, Anweisung, Qualität, Anweisung)
- „Arbeitsbedingungen?“ (Umgebung, Risikobetrachtung)

- „Auslösendes Ereignis?“
- „Management?“ (Überwachungsfolge, Gefährdungsanalyse, Risikobetrachtung)

Die Beantwortung dieser Fragen ist nach der Unfallsituation und Referenzsituationen unterteilt. Erst wenn alle Veränderungen identifiziert sind, werden die Unterschiede zwischen den Situationen auf ihre Verantwortung für den Unfall hin überprüft.

Bewertung:

Die Abweichungsanalyse ist für jede Art von Unfällen konzipiert, also kann sie auch für Arbeitsunfälle in KMU verwandt werden. Auch das implizite Homöostasemodell kann auf die Analyse von Arbeitsunfällen übertragen werden. Durch die Fokussierung auf bestimmte Änderungen werden organisationale Aspekte nur teilweise und interorganisationale Aspekte gar nicht einbezogen. Es gibt keine Kategorien für mögliche beitragende Faktoren oder Ursachen, also auch keine Industriespezifika. Ferner scheint es, dass das Verfahren nur für relativ einfache stark strukturierte Arbeitssituationen geeignet ist. In Bezug auf den Untersuchungsumfang ist kein eindeutiges Urteil möglich, da keine möglichen Ursachenkategorien vorgegeben sind. Die Informationssammlung aufgrund des Arbeitsblatts weist jedoch auf einen unzureichenden Untersuchungsumfang hin. Ein Einsatz von externen Experten erscheint nicht notwendig. Der Aufwand hängt mit den Referenzsituationen zusammen, je komplexer diese sind, desto mehr steigt dieser an. Die Abweichungsanalyse bietet in Bezug auf die Unterstützung der Analytiker keine Hilfen. Aufgrund der Offenheit des Verfahrens ist von niedriger Reliabilität und Objektivität auszugehen. Gleiches sollte auch für die Inhaltsvalidität gelten, da das theoretische Modell nur implizit und zu allgemein vorhanden ist. Die Abweichungsanalyse fokussiert vor allem die Mensch-Maschine-Schnittstelle und kann damit dem Ingenieurmodell zugeordnet werden.

2.5.4 ECFA - Events and Causal Analysis (Charting) und ECFA+ -Events and Conditional Factors Analysis

Beschreibung:

ECFA+ ist eine spätere Abwandlung der ECFA-Methode. Die folgende Beschreibung umfasst beide Methoden (BUYS und CLARK, 1978; KINGSTON-HOWLETT und NELSON, 1995; NOORDWIJK RISK INITIATIVE FOUNDATION, 2008). ECFA verfolgt drei Ziele: (1) Das Verfahren dient der Validierung von Kausalketten und Ereignissequenzen, (2) liefert eine Struktur für die Integration von Analyseergebnissen und (3) unterstützt die Kommunikation während der Analyse und bei ihrer Fertigstellung. Es wird als ein Teil der MORT Methode (Kap. 2.5.12) vorgeschlagen.

Das Herzstück von ECFA ist das Ereignis-Ursachen-Diagramm (Events and Causal Factors Chart). Es ist das Abbild, das aus den Informationen, die bei der Analyse gesammelt werden, konstruiert wird. Im Diagramm werden beitragende Ereignisse (was passierte) in Rechtecken und Bedingungen in Ovalen dargestellt. Beitragende Ereignisse werden mit Pfeilen verbunden, um so den Ablauf darzustellen. Bedingungen, die ein Ereignis beeinflussen, werden ebenfalls mit diesem mit Pfeilen verbunden. Es wird mit dem primär auslösenden Ereignis begonnen und rückwärts gearbeitet, um die Entstehung zu beschreiben. Ebenso soll beschrieben werden, was nach diesem Ereignis geschah. Konventionen in ECFA sind:

- Jedes Ereignisrechteck sollte einen Akteur (die involvierte Person) und seine Handlung beinhalten.
- Bei Unsicherheit, z. B. fehlender Information, werden gepunktete Randlinien verwendet.

Die Ereignislogik muss vom potenziellen Anwender überprüft werden. Die Methode identifiziert keine tiefer liegende Ursachen (root causes) und sollte deshalb nur in Verbindung mit einer anderen Methode genutzt werden.

Bewertung:

ECFA und ECFA+ sind eher Darstellungs- als Analysemethoden. Sie sind so inhalts-offen, dass sie für jede Art von Unfällen konzipiert sind, also können sie auch für Arbeitsunfälle in KMU verwandt werden. Ihnen liegt kein explizites theoretisches Modell zugrunde. Organisationale Aspekte scheinen teilweise und interorganisationale nicht berücksichtigt, wie Beispielsanalysen zeigen. Es gibt keine Kategorien für mögliche beitragende Faktoren oder Ursachen, also auch keine Industriespezifika. Ein ausreichender Untersuchungsumfang ist nicht gegeben, da keine möglichen Ursachenkategorien vorgegeben sind. Der Aufwand für die Darstellung erscheint nicht hoch, allerdings setzt er eine abgeschlossene Analyse voraus. Das Verfahren kann nach Schulungen auch ohne externe Experten durchgeführt werden. In Bezug auf die Unterstützung der Analytiker gibt es keine Hilfen. Aufgrund der Offenheit des Verfahrens ist von niedriger Reliabilität und Objektivität auszugehen. Gleiches sollte auch für die Inhaltsvalidität gelten, da kein theoretisches Modell vorhanden ist. Beide Verfahren können dem Ingenieurmodell zugeordnet werden.

2.5.5 HFIT – Human Factors Investigation Tool

Beschreibung:

HFIT wurde für die Analyse von Unfällen mit Human-Factors-Beitrag in der Offshore ÖL- und Gasindustrie von der Universität Aberdeen im Auftrag der Health and Safety Executive (HSE) und vier Firmen entwickelt (GORDON et al., 2005). HFIT basiert auf einem einfachen Unfallentstehungsmodell, das annimmt, dass Gefährdungen, wie Prozeduren oder Arbeitsvorbereitung, zu einem Verlust von Situationsbewusstsein (Aufmerksamkeit, Entdeckung, Gedächtnis) und damit zu Handlungsfehlern (Auslassung, Reihenfolgefehler, Auswahlfehler) und auf diese Weise zu einem Unfall führen. Dieser kann durch Fehlerbehebung (Verhaltensreaktion) vermieden werden. Bei der Analyse werden die vier Elemente mit Hilfe von Checklisten und Flowcharts (ja/nein-Fragen) abgearbeitet:

- Identifikation von Handlungsfehlern: Auslassung (Handlung vs. Auslassung der Aufgabe), Zeit (Handlung zu lang, zu kurz, zu früh, zu spät), Reihenfolge (Handlung wiederholt, falsche Reihenfolge) Qualität (zu viel, zu wenig, falsche Richtung, falsche Handlung, falsches Equipment), Auswahl, Kommunikation, Regelabweichung
- Identifikation der Fehlerbehebung: Verhaltensreaktion (Entdeckung, Meldung, Korrektur) und Entdeckungshinweis (internes Feedback, Systemfeedback, externe Kommunikation, Planung)
- Identifikation des Situationsbewusstseins: Aufmerksamkeit (Ablenkung; fehlende Konzentration, geteilte Aufmerksamkeit, fokussierte Aufmerksamkeit), Entdeckung und Wahrnehmung (Signal nicht entdeckt, visuelle, verbale oder taktile

Fehlwahrnehmung), Gedächtnis (Vergessen eines Schrittes oder einer Handlung, Ortsverlust), Interpretation (Missverständnis), Entscheiden, Annahmen, Reaktionsausführung

- Identifikation der Gefährdungen: Prozeduren (nicht verwendet, falsch gefolgt, falsche oder unvollständige Prozedur), Arbeitsvorbereitung (inadäquates Arbeitspaket, inadäquate Arbeitserlaubnis, inadäquate Planung), Arbeitsfaktoren (Aufgabencharakteristika, Arbeitsdruck, Personalressourcen), Personenfaktoren (physische Fähigkeiten und Kondition, Stress, Motivation), Kompetenz und Training, Kommunikation, Teamarbeit, Aufsicht, Organisations- und Sicherheitskultur, Arbeitsumgebung, Mensch-Maschine-Schnittstelle, Anlage, Komponenten, Werkzeuge und Equipment.

Es gibt auch eine Softwareversion des Verfahrens. Das Verfahren wurde evaluiert (GORDON et al., 2005).

Bewertung:

Das Verfahren ist geeignet, um Arbeitsunfälle in KMU zu analysieren, da es trotz seiner Entwicklung für die Offshore Öl- und Gasindustrie eher allgemeine Ursachenkategorien enthält. Das zugrunde liegende theoretische Modell ist ebenfalls für die Beschreibung von Arbeitsunfällen in KMU geeignet, allerdings klammert es interorganisationale Aspekte aus. Die im Verfahren vorgegebenen Ursachenkategorien sind aus unserer Sicht industrieunabhängig. Der Untersuchungsumfang hat seinen Schwerpunkt bei Personen- und Mensch-Maschine-Schnittstellen-Aspekten, auch organisationale Themen werden untersucht, nur interorganisationale werden ausgeklammert. Im Gegensatz zu den meisten Verfahren gibt es eine Kategorie Organisations-/Sicherheitskultur. Hier muss kritisch gefragt werden, wie diese anhand einer einfachen Unfalluntersuchung als Ursache benannt werden kann. Es ist kein Einsatz von externen Experten notwendig, allerdings müssen Anwender ohne Human-Factors-Hintergrund Trainings absolvieren, um HFIT zu verwenden. Der Aufwand erscheint für KMU aufgrund der hohen Standardisierung und der Hilfsmittel vertretbar. Das Verfahren bietet mit den Flowcharts teilweise Hilfen gegen Unzulänglichkeiten. Das Verfahren erfüllt die Anforderungen der klassischen Gütekriterien: Es ist inhaltsvalide, die Reliabilität und Objektivität sind dagegen eher niedrig. Dafür gibt es zumindest Übereinstimmungen zwischen verschiedenen Analytikern, die empirisch nachgewiesen wurden. Aufgrund des Unfallentstehungsmodells ist Inhaltsvalidität gegeben. Das Verfahren ist dem Organisationsmodell zuzuordnen.

2.5.6 PRISMA - Prevention and Recovery Information System for Monitoring and Analysis

Beschreibung:

PRISMA wurde von der Safety Management Group der Universität Eindhoven entwickelt (van der SCHAAF, 1996). PRISMA besteht aus drei Schritten:

- 1) Erstellen eines Kausalbaumes – vergleichbar mit einem Fehlerbaum zur Beschreibung des Ereignisses
- 2) Identifikation von Ursachen - unter Verwendung des 'Eindhoven Klassifikationsmodells
- 3) Identifikation von Maßnahmen - unter Verwendung des Leitfadens der Methode

Zuerst wird ein Kausalbaum erstellt, der abbildet, wie das Ereignis entstand. Normalerweise werden zeitliche frühere Geschehnisse links und spätere rechts abgebildet. Anders als bei konventionellen Fehlerbäumen, sind die Zweige nur mit Toren verbunden. Für Beinahe-Ereignisse ist der Baum zweigeteilt, der erste Teil stellt die „Fehlerseite“ dar, der zweite die Behebungsseite. Im zweiten Schritt wird der Baum mit Hilfe des Klassifikationsmodells untersucht. Das Modell basiert auf RASMUSSENS Fehlermodell (1982) und Ursachen von Ereignissen aus der petrochemischen Industrie. Es wird in einem Flowchart abgebildet, durch das man sich mit der Beantwortung von ja / nein-Fragen arbeitet. Zusätzlich gibt es verschiedene Versionen für andere Industrien. In dem Modell wird angenommen, dass die Ursache jedes Teilereignisses als technisch, organisational oder verhaltensbasiert betrachtet wird:

- technisch: Design, Konstruktion oder Material
- organisational: Betriebsprozeduren oder Managementprioritäten (in einigen Versionen gehört auch Sicherheitskultur in diese Kategorie)
- verhaltensbasiert: wissens-, regel- oder fertigkeitbasiert, mit weiteren Unterkategorien

Mit Hilfe der PRISMA 'Klassifikation-/Handlungsmatrix' können im dritten Schritt spezifische Maßnahmen zu den Ursachenproblemen, die in Schritt 2 identifiziert wurden, gefunden werden. Es gibt fünf Maßnahmenkategorien: Equipment, Prozeduren, Information und Kommunikation, Training und Motivation. Wenn beispielsweise Planung als Ursache gefunden wurde, soll als Maßnahme Training implementiert werden.

Bewertung:

Das Verfahren ist geeignet, Arbeitsunfälle in KMU zu analysieren, da das theoretische Modell die Interaktion von Technik, Organisation und Personen beleuchtet und die Ereignisentstehung aus Fehlern in dieser Interaktion beschreibt. Allerdings werden unter Organisation nur Prozeduren und Druck des Managements (Wirtschaftlichkeit vor Sicherheit) gefasst, so dass dieser Bereich nicht ausreichend modelliert ist. Interorganisationale Faktoren werden nicht betrachtet. Die Ursachenkategorien sind so allgemein, dass sie als industrieunabhängig gelten können, jedoch sind sie auf Überwachungsaufgaben in Kontrollräumen zugeschnitten. Die Ursachenkategorien spiegeln keinen ausreichenden Untersuchungsumfang wider, da organisationale Aspekte größtenteils und interorganisationale vollständig fehlen. Der Einsatz von externen Experten ist nicht notwendig; allerdings sind auch hier Schulungen Vorbedingung. Es werden keine Angaben über den Aufwand gemacht, aber aufgrund der kleinen Anzahl möglicher Ursachenkategorien und des Flowcharts scheint der Aufwand vertretbar. Das Verfahren bietet keine Unterstützung, um Unzulänglichkeiten auszugleichen, da der Prozess der Analyse nicht thematisiert wird und auch keine Verweise oder Mindestanalyseumfänge bestimmt sind. Über die Gütekriterien liegen ebenfalls keine Hinweise vor. Aufgrund der Standardisierung ist von ausreichender Reliabilität und Objektivität auszugehen. Das Verfahren erscheint inhaltsvalide. Es ist dem Organisationsmodell zuzuordnen.

2.5.7 RCA – Root Cause Analysis

Beschreibung:

Root Cause Analysen wurden seit den 80er Jahren veröffentlicht (z. B. PARADIES und BUSCH, 1988). Das Verständnis von Root Causes ist, dass sie a) spezifische zugrundeliegende Ursachen sind, und b) zwar solche, die vernünftig als solche identifiziert werden können, c) für die das Management des Unternehmens die Möglichkeit der Einflussnahme hat sowie d) für welche effektive Maßnahmen abgeleitet werden können, die eine Ereigniswiederholung verhindern. Eine zugrundeliegende Theorie wird nicht explizit genannt. Eine RCA wird in vier Schritten durchgeführt:

- 1) Informationssammlung: Bei diesem Schritt werden möglichst vollständige Informationen über das Ereignis gesammelt, ohne diese können später weder kausale Faktoren noch Root Causes identifiziert werden. Dieser Schritt erfordert den meisten Aufwand.
- 2) Causal factor charting: Bei diesem Schritt werden die Ereignisabläufe mit ihren Auslöseereignissen und den Bedingungen zu den einzelnen Ereignisabläufen dargestellt. So entsteht eine Struktur zur Organisation und Analyse der im ersten Schritt gesammelten Information, aus der Lücken und Schwächen deutlich werden. Anhand des Charts können dann kausale Faktoren bestimmt werden, indem man prüft, ob durch ihr Wegfallen das Ereignis verhindert oder dessen Folgen gemildert worden wären.
- 3) Identifikation der Root Causes: Nachdem alle kausalen Faktoren identifiziert wurden, beginnt die Suche nach den tieferliegenden Ursachen für jeden dieser Faktoren mit Hilfe einer Entscheidungshilfe, der Root Cause Map. Mit dieser Entscheidungshilfe, die einem Fehlerbaum ähnelt, wird der Analyseprozess strukturiert, indem bekannte Root Causes bestimmten ja/nein-Fragen zugeordnet werden. Es gibt drei übergeordnete Kategorien, die als Einstieg dienen: Equipmentprobleme (Design, Problem der Zuverlässigkeit, Installation/Herstellung, falsche Anwendung), Probleme mit Personen (Mitarbeiter, Fremdfirmenmitarbeiter), andere Probleme (Naturphänomene, Sabotage, externe Ereignisse, andere)
- 4) Maßnahmenableitung und Implementierung: Mithilfe von Tabellen werden die Ergebnisse der Analyse zusammengefasst. Für jeden kausalen Faktor sollten dann eine Root Cause sowie eine Maßnahme abgebildet sein.

Die Root Cause Analyse wurde von verschiedenen Firmen weiterentwickelt, beispielsweise zu TAPROOTTM, ohne dass die Grundprinzipien oder der Analyseablauf verändert wurden.

Bewertung:

Das Verfahren ist geeignet, um Arbeitsunfälle in KMU zu analysieren, da die Annahmen sehr allgemein gehalten sind. Da der Methode kein explizites Modell zugrunde liegt, können hier nur die vier oben genannten Annahmen bewertet werden, die sich auch auf Arbeitsunfälle in KMU übertragen lassen. In dem Konzept werden technische und personelle Probleme explizit beleuchtet, einige Unterkategorien verweisen auch auf organisationale Aspekte, interorganisationale werden jedoch ausgeklammert. Die vorgegebenen Ursachenkategorien sind industrieunabhängig; allerdings spiegeln sie keinen ausreichenden Untersuchungsumfang wider, da sie organisationale Aspekte teilweise und interorganisationale Aspekte vollständig ausblenden. Der Einsatz von externen Experten ist nach der Schulung von Mitarbeitern nicht not-

wendig. Zum Aufwand gibt es nur die Aussage, dass er für die Informationssammlung am höchsten ist, insgesamt wird er als hoch eingeschätzt. Das Verfahren beleuchtet nicht den Prozess der Analyse, so dass Verkürzungen bereits bei den kausalen Faktoren eintreten können, für die Identifizierung von Root Causes gibt es allerdings die Baumdarstellung, die helfen soll, Unzulänglichkeiten zu vermeiden. Es gibt keine Aussagen zu den Gütekriterien, durch die starke Standardisierung des dritten Schritts (Identifikation der Root Causes) sollte die Reliabilität und Objektivität zumindest für diesen Teil gegeben sein. Das Verfahren erscheint inhaltsvalide. Das Modell liegt an der Schnittstelle zwischen Ingenieur- und Organisationsmodell.

2.5.8 SOL – Sicherheit durch Organisationales Lernen

Beschreibung:

SOL wurde ab 1992 an der TU Berlin entwickelt (BECKER et al., 1995). Es basiert auf dem „Schweizer Käsemodell“ von REASON (1990) und dem soziotechnischen Systemansatz, die zum soziotechnischen Ereignisentstehungsmodell zusammengeführt wurden. Dieses postuliert, dass Unfälle in Industrien mit hohem Gefährdungspotenzial aufgrund des Zusammenspiels direkt und indirekt beitragender Faktoren aus den Subsystemen Individuum, Team, Organisation, Organisationsumwelt und Technik sowie aus deren Interaktion entstehen. Weiterhin wird angenommen, dass Unfälle immer durch mehrere beitragende Faktoren bedingt und als Sequenz von Einzelereignissen zu sehen sind (BECKER et al., 1995; FAHLBRUCH und WILPERT, 1999; WILPERT und FAHLBRUCH, 1998; FAHLBRUCH, 2000). Die Unfallanalyse mit SOL wird als soziale Rekonstruktion oder rückwärts gerichteter Problemlöseprozess verstanden, bei dem auf der Basis vorhandener Information Schlüsse über den Unfallhergang und die beitragenden Faktoren gezogen werden (FAHLBRUCH et al. 1998; FAHLBRUCH und WILPERT, 1997). Da dieser Prozess mehreren Urteilsverzerrungen und Unzulänglichkeiten unterliegt, wurden in SOL Hilfsmittel zur Überwindung dieser Schwierigkeiten konzipiert (FAHLBRUCH, 2000). SOL wurde experimentell validiert. Ursprünglich wurde SOL für die kerntechnische Industrie entwickelt, in der das Verfahren regelmäßig angewandt wird. Inzwischen gibt es auch Praxiserfahrungen aus anderen Industrien (FAHLBRUCH und SCHÖBEL, 2011). SOL wird in zwei voneinander getrennten und aufeinander aufbauenden Schritten durchgeführt: 1) der Erfassung und Beschreibung der Ereignissituation und 2) der Identifikation beitragender Faktoren.

Für die Erfassung und Beschreibung der Ereignissituation werden Dokumente, Protokolle etc. ausgewertet und Interviews mit den beteiligten Personen und/oder unbeteiligten Personen mit der gleichen Funktion geführt. Dies dient der Überprüfung, wie andere gehandelt oder reagiert hätten. Durch die Datensammlung werden der Ist- und der Sollzustand erhoben. Zur Ereigniserfassung wird dem Analytiker eine Reihe von Fragen als Anregung zur Verfügung gestellt, mit deren Hilfe geklärt werden kann, was passiert ist. Die zusammengetragene Information wird in standardisierter Form auf Ereignisbausteinkarten übertragen. Die Ereignisbausteine repräsentieren die einzelnen Ereignissequenzen. Sie werden dann nach Akteuren und nach der Zeit in einer Art Matrix, dem Zeit-Akteurs-Diagramm, geordnet wieder zu einem gesamten Bild zusammengesetzt.

Erst nachdem die Situation ausreichend beschrieben wurde, soll mit dem zweiten Schritt begonnen werden, der Klärung, warum das Ereignis geschehen ist. Diese kla-

re Trennung zwischen Informationssammlung und Interpretation der Information wurde konzipiert, um die mögliche Einschränkung durch vorschnelle Hypothesen gering zu halten. Mit der Identifikation beitragender Faktoren wird erst begonnen, wenn eine vollständige Situationsbeschreibung erstellt wurde. Um Verkürzungen bei der Ursachensuche zu verhindern, wird für jede Ereignisbausteinkarte einzeln nach beitragenden Faktoren gesucht und für diese eine separate Analyse durchgeführt, deren Ergebnisse ebenfalls auf Karten festgehalten werden und mit denen die Ereignisdarstellung ergänzt wird. Als Hilfe für die Analytiker gibt es mögliche direkt und indirekt beitragende Faktoren aus den fünf Subsystemen und deren Interaktion, die in einer Identifikationshilfe zusammengefasst sind. Die Vorgabe dieser möglichen beitragenden Faktoren dient zum einen der Sicherung des Untersuchungsumfangs, zum anderen soll sie den Analytikern helfen, mögliche Hypothesen zu generieren. Es gibt ferner Verweise von den direkt beitragenden zu den indirekt beitragenden Faktoren. Diese Verweise sind in der Analyse zu überprüfen, wenn ein Faktor identifiziert wurde. Die identifizierten beitragenden Faktoren werden unterhalb der entsprechenden Ereignisbausteine im Zeit-Akteurs-Diagramm angeordnet, so dass eine vollständige Darstellung des Ereignisses entsteht. Tauchen bei der Identifikation von beitragenden Faktoren noch Fragen oder Unverständlichkeiten auf, wird der dargestellte Prozess iterativ durchlaufen, d. h. es werden wieder Informationen gesammelt, Ereignisbausteine gebildet und beitragende Faktoren gesucht.

Bewertung:

SOL ist geeignet, Arbeitsunfälle in KMU zu analysieren, wie die verschiedenen Praxisanwendungen zeigen, auch wenn es für die Kerntechnik entwickelt wurde. Das zugrunde liegende theoretische Modell kann auf die Beschreibung von Arbeitsunfällen in KMU übertragen werden. In ihm werden alle vier Phasen der Sicherheitsforschung ausreichend berücksichtigt. Die Ursachenkategorien sind bis auf eine industrieunabhängig. Da sie aus allen fünf Subsystemen und deren Interaktion stammen, spiegeln sie einen ausreichenden Untersuchungsumfang wider. SOL wurde für Betriebspraktiker entwickelt, so dass der Einsatz von externen Experten nicht notwendig ist. Der Aufwand für eine Analyse ist relativ hoch. Im Verfahren sind diverse Hilfen konzipiert, die Urteilverzerrungen in der Ursachensuche ausgleichen und Unzulänglichkeiten verhindern. Das Verfahren wurde auf Validität überprüft (FAHLBRUCH, 2000; FAHLBRUCH und SCHÖBEL, 2011). Aus diversen SOL-Schulungen wurde deutlich, dass das Verfahren auch ausreichende Objektivität und gewisse Reliabilität aufzeigt. Das Verfahren ist dem Organisationsmodell zuzuordnen.

2.5.9 STEP – Sequentially Timed Events Plotting

Beschreibung:

STEP wurde von HENDRICK und Brenner (1987) entwickelt und baut auf dem "Multilinear Events Sequencing - MES (BENNER, 1975) auf. Die Grundlage von STEP bildet das Ereignissequenzmodell (BENNER, 1975), dessen Annahme besagt, dass jeder Unfall aus vielen Einzelereignissen besteht. Zu Beginn einer Unfallanalyse sollen Zeugen identifiziert und Dokumente gesichert werden, also die Informationssammlung vorbereitet und durchgeführt werden. Weiterhin werden der Anfangs- und der Endpunkt des Unfalls bestimmt. Der Analytiker identifiziert die beteiligten Akteure und unterscheidet Akteure von Reakteuren sowie Veränderungen während des Unfalls von Veränderungen nach dem Unfall. Dafür werden die folgenden Datenquellen genutzt: Akteure, Opfer, Beobachter, Personen, die Einfluss auf das Handeln von

Akteuren ausgeübt haben, Freiwillige und Außenstehende sowie technische Datenquellen. Anschließend findet die Übertragung der schriftlichen und mündlichen Materialien auf Ereigniskarten mit den Kategorien Zeit, Ort, Quelle, Akteur, Handlung, Beschreibung, Ereignisdauer und Bemerkung statt. Auf einem Arbeitsblatt werden die Ereigniskarten nach Zeit (horizontal) und nach Akteuren (vertikal) angeordnet. Anschließend werden Bedingungen und Ursachen identifiziert sowie Verbindungen oder Interaktionen aufgezeigt. Besonders hervorzuheben sind die folgenden vorgegebenen Überprüfungsstrategien zur Vollständigkeit und Angemessenheit der Untersuchung:

- BackSTEP, hier wird eine Art Fehlerbaumanalyse durchgeführt
- Ereignisabfolge, hier werden Reihen und Spalten getrennt nach Lücken und zeitlicher Abfolge überprüft
- „notwendig und hinreichend Test“, mit dem irrelevante Informationen ausgeschlossen werden
- Verknüpfungstest, hier werden verschiedene Verbindungen erstellt und dann überprüft

Im Laufe der Analyse entsteht so eine grafische Darstellung des Unfalls, die einerseits eine Dekomposition in einzelne Ereignissequenzen und andererseits eine Rekomposition zu einem vollständigen Bild des Unfalls widerspiegelt.

Bewertung:

STEP ist geeignet, um Arbeitsunfälle in KMU zu analysieren. Die Grundannahme besagt, dass Unfälle multikausal bedingt sind, was ebenfalls für die Beschreibung von Arbeitsunfällen in KMU zutrifft. Ein explizites theoretisches Modell existiert nicht. Aufgrund der Beispielsanalysen ist jedoch davon auszugehen, dass keine interorganisationalen und nur wenige organisationale Aspekte betrachtet werden. Im Verfahren sind keine Ursachenkategorien vorgegeben, so dass es industrieunabhängig scheint; allerdings kann nicht von einem ausreichenden Untersuchungsumfang ausgegangen werden. Externe Experten sind nicht notwendig. Das Verfahren bietet die oben genannten Überprüfungsstrategien, die zumindest teilweise gegen Unzulänglichkeiten in der Ursachensuche wirken. Es gibt keine Aussagen zu Gütekriterien. Da es fast keine Standardisierung gibt, ist nicht davon auszugehen, dass Minimalforderungen erfüllt werden. Da es keine Ursachenkategorien und kein explizites theoretisches Modell gibt, kann auch keine Zuordnung zu einem der Modelle des Sicherheitsmanagements vorgenommen werden.

2.5.10 Storybuilder

Beschreibung:

Storybuilder wurde im Rahmen des Occupational Risk Model für das Niederländische Arbeitsministerium entwickelt (BELLAMY et al., 2007). Ziel war die Konstruktion eines kausalen Modells für die häufigsten Unfallszenarien bezogen auf Berufsrisiken. Storybuilder ist eine Software für die Analyse industrieller Ereignisberichte, d. h. die Daten bereits analysierter Unfälle werden hier zusammengeführt und verarbeitet. Die Methode basiert auf dem Bow-Tie-Modell (Kap. 2.5.3) und dem Barrierenkonzept (HADDON, 1973). Die Unfallberichte werden von narrativen Texten in eine Bow-Tie-Struktur überführt, indem vordefinierte Elemente wie Ereignis mit Kontrollverlust, Ereignis mit Barrierenversagen, Ereignis mit erfolgreichen Barrieren und Manage-

menteinfluss vorgegeben, ausgewählt oder ausgefüllt werden. Für verschiedene Unfallarten gibt es bereits existierende Bow-Ties, die angewählt werden können, wie beispielsweise „Fallen aus der Höhe“. Weitere Ereignisse können an diesen gespiegelt werden. Die Methode wird zur Identifikation von Trends und zugrunde liegenden Ursachen sowie zur Maßnahmenableitung verwandt.

Bewertung:

Storybuilder ist eine Erfassungsmethode für bereits analysierte Unfälle. Sie ist speziell für Arbeitsunfälle konzipiert und kann auch in KMU verwandt werden. Ihr liegt kein explizites theoretisches Modell zugrunde. Inwieweit interorganisationale Aspekte berücksichtigt werden, kann nicht beurteilt werden. Es gibt keine Kategorien für mögliche beitragende Faktoren oder Ursachen, also auch keine Industriespezifika. In Bezug auf den Untersuchungsumfang ist kein eindeutiges Urteil möglich, da keine möglichen Ursachenkategorien vorgegeben sind. Ein Einsatz von externen Experten erscheint nicht notwendig. Der Aufwand für die Eingabe erscheint nicht hoch, allerdings setzt er eine abgeschlossene Analyse voraus. In Bezug auf die Unterstützung der Analytiker gibt es keine Hilfen. Aufgrund der Offenheit des Verfahrens ist von niedriger Reliabilität und Objektivität auszugehen. Gleiches sollte auch für die Inhaltsvalidität gelten, da kein theoretisches Modell vorhanden ist. Das Verfahren kann dem Organisationsmodell zugeordnet werden.

2.5.11 TOR – Technic of Operations and Review

Beschreibung:

Das Verfahren TOR wurde von WEAVER (1973) als ein diagnostisches Trainings- und Präventionsverfahren entwickelt, welches ebenfalls für die Unfallanalyse verwendet werden kann. Dem Verfahren liegt kein explizites Unfallentstehungsmodell zugrunde. Es wird jedoch angenommen, dass Unfälle multikausale Ereignisse sind, die immer auch von Managementfaktoren verursacht werden. Fehlentscheidungen und Unterlassungen im Management werden also als primäre Unfallursachen betrachtet. In einer Analyse mit TOR wird zunächst eine Analysegruppe von 4-6 Personen aus der mittleren Managementebene gebildet. Ein Gruppenleiter wird gewählt. Dann erfolgt ein Vorgehen in vier Schritten:

- 1) Zunächst erfolgt die Informationssuche mit dem Ziel einer detaillierten Beschreibung des Unfallgeschehens. Dazu werden bereits vorhandene Unfallberichte gesammelt und anschließend am Unfallgeschehen beteiligte Personen interviewt.
- 2) Mit Hilfe des TOR-Analyse-Schemas wird eine Ursache als „Hauptfehler“ festgelegt. Anschließend werden weitere mögliche Ursachen sowie primäre Ursachen identifiziert. Diese sind im TOR-Analyse-Schema festgelegt, so dass die „TOR-Gruppe“ nur das Zutreffen der jeweiligen Ursache prüfen muss.
- 3) Aus der Vielzahl der identifizierten Faktoren wird eine Auswahl der relevanten Faktoren in einer Gruppendiskussion getroffen.
- 4) Im letzten Arbeitsschritt erfolgt anhand der als relevant eingestuften Faktoren eine Festlegung von präventiven Maßnahmen.

Das TOR-Analyse-Schema enthält Managementfaktoren, die über Verknüpfungen mit allen anderen Faktoren verbunden sind. Es sind 59 mögliche Fehler in den folgenden acht Kategorien aufgeführt: Training, Verantwortung, Entscheidung und Ziele, Aufsicht, Arbeitsgruppen, Kontrolle, Persönlichkeitseigenschaften, Management.

Wird ein Faktor identifiziert, ist die Überprüfung der mit diesem Faktor verbundenen anderen Faktoren vorgegeben. Eine Studie zur Übereinstimmung von TOR-Unfallanalysen ergab, dass die gefundenen Faktoren für einen Unfall nie vollkommen identisch waren. Daraus wird geschlossen, dass ein optimales Ergebnis erreicht werden kann, wenn mehrere TOR-Gruppen an der Untersuchung beteiligt sind und die Ergebnisse mit dem Ziel einer Konsensfindung diskutiert werden (FERRY, 1988).

Bewertung:

TOR ist für die Analyse von Arbeitsunfällen in KMU geeignet. Obwohl kein explizites theoretisches Modell vorhanden ist, können die Annahmen der Multikausalität und der Managementverantwortung auch für Arbeitsunfälle in KMU übertragen werden. In dem Verfahren werden die ersten drei Phasen der Sicherheitsforschung berücksichtigt, allerdings keine interorganisationalen Aspekte. Die Ursachenkategorien sind industrieunabhängig. Außer für interorganisationale Faktoren spiegeln sie einen ausreichenden Untersuchungsumfang wider. Der Aufwand erscheint hoch, da die Analyse im Team durchgeführt werden soll, das Verfahren selbst ist eher wenig aufwendig. Durch die Verbindung der Faktoren ist eine Unterstützung gegen Unzulänglichkeiten gegeben. Es wird von einer Studie zur Urteilerübereinstimmung berichtet, die keine vollständige Übereinstimmung zeigte, dennoch sollten Minimalanforderungen erfüllt sein. Aufgrund seiner Kategorien kann TOR dem Organisationsmodell zugeordnet werden.

2.5.12 TRIPOD Beta

Beschreibung:

Tripod Beta (STICHTING TRIPOD FOUNDATION, 2008) basiert auf den Forschungsarbeiten der Universität von Manchester (REASON, 1990), der Universität von Leiden (GROENEWEG, 1992) und von Shell International. Die zugrunde liegende Unfallentstehungstheorie nimmt an, dass Unfälle nur dann entstehen, wenn Barrieren fehlen oder versagen. Barrieren können sowohl technischer, administrativer und personeller Art sein. Bei einer Tripod-Analyse wird identifiziert, was die Ereigniskette ist (was), welche Barrieren fehlten oder versagten (wie) und was der Grund des Fehlens oder Versagens war (warum). Ereignisse werden mit den Begriffen „Objekte“, z. B. Personen, Anlagenteile, die durch „Agenten“ (alles mit einem Veränderungspotenzial) verändert wurden, beschrieben. Tripod Beta modelliert ebenfalls "Barrieren". Sie werden in effektiv, fehlerhaft oder inadäquat eingeteilt. Ferner wird unterschieden zwischen:

- unmittelbaren Ursachen: Fehler nahe am Unfall, die die Barrieren außer Kraft setzen (aktive Fehler)
- Vorbedingungen: Umwelt-, Situations- oder psychologische Lage (mentales Modell), die unmittelbare Ursachen hervorrufen
- zugrundeliegende Ursache: Defizite oder Anomalien, die oft unbemerkt bleiben und die Vorbedingungen kreieren (latente Fehler)

Die zugrundeliegenden Ursachen werden auch Basic Risk Factors genannt: Hardware, Design, Instandhaltungsmanagement, Prozeduren, Fehler-fördernde Bedingungen, Housekeeping, unvereinbare Ziele, Kommunikation, Organisation, Training und Sicherheitssysteme. Bei der eigentlichen Analyse wird in den folgenden Schritten vorgegangen:

- 1) Anfängliche Ergebnisse: Fokussieren des Unfallorts und der unmittelbaren Umgebung, Sammeln von Fakten zum Unfallhergang und zu den Folgen
- 2) Anfängliches Tripod Beta Modell: Definieren der Unfallmechanismen in Form von Agenten, Objekten und Ereignissen
- 3) Faktensammlung: Sammeln weiterer Erkenntnisse über Interviews, Dokumentenanalysen und Forschung
- 4) Faktenorganisation: Anordnen der Fakten an einem Zeitstrahl
- 5) Detaillierte Analyse: Vervollständigen des Tripod-Baums, Ergänzen um Barrieren, Aufzeigen des Kausalpfades für jedes Barrierenproblem und Ableiten von Maßnahmen
- 6) Review: Diskutieren des Berichtsentwurfs mit dem Management

Tripod Beta ist ein Softwareverfahren, das nur von Personen mit entsprechender Ausbildung verwendet werden sollte.

Bewertung:

Tripod Beta ist geeignet, um Arbeitsunfälle in KMU zu analysieren. Auch das zugrundeliegende liegende theoretische Modell ist für die Beschreibung von Arbeitsunfällen in KMU geeignet. Das Modell berücksichtigt die ersten drei Phasen ausreichend, interorganisationale Aspekte werden jedoch nicht einbezogen. Die im Verfahren vorgegebenen Ursachenkategorien sind industrieunabhängig. Bis auf die fehlenden interorganisationalen Aspekte spiegeln die Ursachenkategorien einen ausreichenden Untersuchungsumfang wider. Der Einsatz von externen Experten ist angezeigt, allerdings könnten auch Mitarbeiter zu Tripod Beta Spezialisten ausgebildet werden. Der Aufwand erscheint relativ hoch. Es gibt keine Informationen zu Hilfen gegen Urteilsverzerrungen und Unzulänglichkeiten, allerdings könnte die hohe Standardisierung gegen einige Unzulänglichkeiten unterstützend wirken. Es gibt keine Aussagen zu den Gütekriterien, aufgrund der hohen Standardisierung ist zumindest von ausreichender Objektivität und Reliabilität auszugehen. Das Verfahren ist inhaltsvalide. Es kann dem Organisationsmodell zugeordnet werden.

2.6 Fazit

In diesem Kapitel wurden theoretische Grundlagen zu Unfallanalyseverfahren vorgestellt und diskutiert. Im Anschluss daran wurden 12 veröffentlichte Verfahren kurz beschrieben und anhand von diversen Bewertungsmaßstäben, die im Hinblick auf die Anwendung der Verfahren auf Arbeitsunfälle in KMU entwickelt wurden, bewertet. Bei der Beschreibung der Verfahren wird deutlich, dass sie in der Regel nicht für Arbeitsunfälle konzipiert sind, sondern für sicherheitsrelevante Ereignisse. Da viele Verfahren Analyseteams oder besondere Strukturen voraussetzen, sind die Anwendungsmöglichkeiten in KMU zu überprüfen. Die Bewertung wird hier nochmals zusammengefasst und im Überblick in Tabelle 1 dargestellt.

Da ein Teil der Verfahren nur für einzelne Schritte des Analyseprozesses, wie die Ursachendarstellung, konzipiert sind, werden die in Kap. 2.4 skizzierten Bewertungskriterien noch um den Punkt „vollständiger Analyseprozess“ ergänzt. Die Bewertung ist wie folgt dargestellt:

- + +: sehr gute Bewertung
- +: gute Bewertung
- 0: neutrale Bewertung
- : schlechte Bewertung
- -: sehr schlechte Bewertung
- k. A.: keine Angaben, Bewertung nicht möglich

Die Tabelle 2.1 zeigt, dass von den 12 bewerteten Verfahren nur drei ohne negative Bewertung verbleiben: HFIT, SOL und TOR. Tripod Beta hat nur eine negative Bewertung: die fehlende Unterstützung der Analytiker gegen Urteilsverzerrungen und Unzulänglichkeiten. Auffällig ist weiterhin, dass vier Verfahren nicht für einen vollständigen Analyseprozess konzipiert sind, häufig unterstützen sie nur Teilprozesse, wie die Darstellung des Ereignisablaufs. Keines der bewerteten Verfahren benötigt geringen Aufwand.

Insgesamt ergibt sich aus der Bewertung, dass keines der Verfahren in seiner augenblicklichen Form vollständig für eine optimale Analyse von Arbeitsunfällen in KMU geeignet ist. Jedoch gibt es bei den oben genannten vier Verfahren Potenzial für Veränderungen und Vereinfachungen, so dass sie wirkungsvoll eingesetzt werden könnten. Da man bestehende Verfahren als Dritter nicht einfach verändern kann, könnte auch ein neues Verfahren entwickelt werden, das auf den positiv bewerteten Aspekten der Verfahren aufbaut. Wie das Thema in der betrieblichen Praxis gesehen und bewertet wird, soll Inhalt der folgenden Kapitel sein.

Tab. 2.1 Überblick über die Bewertung der Unfallanalyseverfahren

Verfahren	1. geeignet für Arbeitsunfälle	1a. Unfallmodell für KMU	1b. Berücksichtigung der vier Phasen	1c. Industrieunabhängig	1d. Untersuchungsumfang	1e. externe Experten	1f. Aufwand	2. Hilfestellungen	3. Gütekriterien	4. Modell	Vollständiger Analyseprozess
Black Bow Ties	++	++	0	++	--	++	--	--	-	++	--
Cause Mapping	++	0	--	++	--	++	-	--	--	-	--
Change Analysis	++	+	--	++	-	++	0	--	--	-	++
ECFA	++	-	--	++	--	+	-	--	--	-	--
HFIT	++	++	0	++	+	+	+	+	+	++	++
PRISMA	++	++	-	+	-	+	+	--	+	++	++
RCA	++	+	-	++	--	+	-	-	+	0	++
SOL	++	++	++	++	++	++	0	++	++	++	++
STEP	++	+	--	++	--	++	0	+	--	k.A.	++
Story-builder	++	++	k.A.	++	--	++	--	--	--	++	--
TOR	++	++	0	++	+	++	0	++	+	++	++
TRIPOD Beta	++	++	0	++	+	0	0	-	+	++	++

3 Unternehmensbefragung

Nachdem die Verfahren theoretisch beleuchtet und bewertet wurden, soll in diesem Kapitel dargestellt werden, wie es um deren Anwendung in der Praxis bestellt ist. Zunächst wurde ein Fragebogen für die Unternehmensbefragung entwickelt, der das Ziel hatte, Informationen über den Einsatz von systematischen Analyseverfahren sowie die Erfahrungen, Bewertungen und Einschätzungen der Unternehmen beim Einsatz von Verfahren zu erheben. Aufbauend auf den Ergebnissen der Fragebogenerhebung wurden vertiefte Interviews mit ausgewählten Unternehmensvertretern geführt, um die Ergebnisse aus der Fragebogenerhebung zu untermauern und zu konkretisieren. Auf einem ersten Workshop wurde das Vorgehen und die ersten Ergebnisse Vertretern aus der Praxis vorgestellt sowie eine weitere Konkretisierung der Anforderungen an den Leitfaden erhoben.

In Kapitel 3.1 wird die Entwicklung des Fragebogens dargestellt und die Stichprobenauswahl für die Fragebogenerhebung beschrieben. Kapitel 3.2 beinhaltet die Auswertung der Befragung. Eine Zusammenfassung der Befragung wird in Kapitel 3.3 gegeben, die in die Entwicklung des Interviewleitfadens (Kap. 3.4) einfließt. Im Kapitel 3.5 werden die Ergebnisse der Interviews und deren Diskussion und Schlussfolgerungen in Kapitel 3.6 dargestellt. Kapitel 3.7 enthält die Ergebnisse des ersten Workshops und Kapitel 3.8 Schlussfolgerungen aus den verschiedenen Befragungen für die Leitfadententwicklung. In Kapitel 3.9 wird die Überprüfung des Leitfadens dargestellt.

3.1 Fragebogenentwicklung und Stichprobenauswahl

3.1.1 Fragebogenentwicklung

Aufbauend auf der Bewertung der beschriebenen Verfahren sowie den Erfahrungen des Projektteams mit der Durchführung von ganzheitlichen Ereignisanalysen wurde ein Fragebogen für die Meinungsumfrage entwickelt. Der Fragebogen umfasst insgesamt 22 Fragen zu verschiedenen Fragekomplexen (siehe Anhang 1). Er enthält im ersten Fragenkomplex zehn allgemeine Fragen zum Unternehmen mit den folgenden Kategorien:

- Branchenzugehörigkeit des Unternehmens
- Unternehmenszuordnung zu den Bereichen „Produktion“, „Dienstleistung“ und/oder „Forschung und Entwicklung“
- Unternehmensgröße
- Unternehmensumsatz
- Gesellschaftsform des Unternehmens
- Unternehmensstrukturen zum Arbeitsschutz- oder Arbeitssicherheit
- Zuordnung zur Berufsgenossenschaft (BG)
- Anzahl der meldepflichtigen Arbeitsunfälle in den drei letzten Jahren
- Erfassung von nicht-meldepflichtigen Unfällen
- Kenntnisstand zur Analyse von Arbeitsunfällen und Ereignissen

In den weiteren Teilen des Fragebogens wurden detaillierte Fragen zum Einsatz von Analyseverfahren, zu Arbeitsunfällen, Beinahe-Unfällen und vergleichbaren Ereignissen gestellt. Hier ging es um die Frage, welche Instrumente/Verfahren in der Praxis tatsächlich genutzt werden. Die Literaturrecherche hatte ergeben, dass es zwar immer mehr systematische Verfahren zur Analyse von Unfällen gibt, dass sie jedoch überwiegend für Industriebereiche mit hohem Gefährdungspotenzial konzipiert sind. Für die Frage nach dem Analyseverfahren wurden verschiedene Antwortmöglichkeiten von der „Nutzung des Formulars Unfallanzeige der Berufsgenossenschaft“ bis zur „Nutzung eines systematischen Unfallanalyseverfahrens“ aufgeführt, für die auch Mehrfachnennungen möglich waren. Weiterhin wurde eine Frage zur durchschnittlichen Analysezeit für einen Arbeitsunfall gestellt. Hintergrund dieser Frage war die Ermittlung des tatsächlichen Aufwands für die Analysen. Für die Erstellung eines Leitfadens sollte der notwendige Aufwand nicht viel höher sein, als der bis jetzt verwandte durchschnittliche Zeitaufwand. Eine weitere Frage wurde zur Verwendung von systematischen Verfahren für Beinahe-Ereignisse gestellt. Der Hintergrund war hier, dass beispielsweise in der Kerntechnik häufig Beinahe-Ereignisse mit dem gleichen Verfahren analysiert werden wie Ereignisse. So liegt dann dasselbe Ereignisentstehungsmodell zugrunde und die Ergebnisse für beide Ereignisarten sind vergleichbar bzw. kompatibel und können besser für das Lernen aus Betriebserfahrungen und für Trenddarstellungen genutzt werden. Nach den Fragen zu den Verfahren wurde eine Frage zur Verarbeitung der Analyseergebnisse gestellt, die einen Bezug zum Organisationalen Lernen hatte. Nur wenn die Ergebnisse aufbereitet und verbreitet sowie wirksame Maßnahmen abgeleitet und umgesetzt werden, können vergleichbare Ereignisse in Zukunft verhindert werden. Es wurden dementsprechende Antwortmöglichkeiten formuliert, die in ihrer Gesamtheit ein „double-loop-Lernen“ darstellen (CARROLL et al., 2002); auch hier konnten Mehrfachnennungen vorgenommen werden. Ferner wurde gefragt, ob es eine gestaffelte Herangehensweise gibt, da häufig von dem Ausmaß des Schadens auf die Bedeutung der Ursachen geschlossen wird (FAHLBRUCH, 2000). In der letzten Frage dieses Themenbereichs ging es um betriebliche Regelungen zum Auslösen einer Analyse und des anschließenden Lernens aus Erfahrung. Hintergrund war, dass institutionalisierte Verfahren mehr Erfolg aufweisen als ad hoc-Maßnahmen.

Der letzte Themenbereich erfragte die Erfahrung mit und Bewertung von Analyseverfahren. Es ging um Vorteile, Nachteile, Bereitschaft zum Einsatz, gewünschte Unterstützung sowie Ausbildungs- und Schulungsbedarf. Hier ging es um einen Abgleich mit theoretischen Konzepten des Organisationalen Lernens sowie um Hinweise für den zu erstellenden Leitfaden.

3.1.2 Stichprobenauswahl

Für eine geeignete Unternehmensauswahl wurden zunächst anhand der Projektvorgaben und der Projektziele die folgenden Selektionskriterien für eine Abfrage in einer Unternehmensdatenbank festgelegt:

- Branchenauswahl nach Zugehörigkeit zu „Produktion“, „Dienstleistung“ und „Forschung und Entwicklung“
- Mitarbeiteranzahl im Bereich 10-1500
- Schwerpunktregionen in den Bundesländern Berlin, Brandenburg, Hamburg, Ruhrgebiet, Bayern und Baden Württemberg.

Die Auswahl nach den beschriebenen Selektionskriterien in der Unternehmensdatenbank ergab eine Datenbasis an 6000 potenziell geeigneten Unternehmen. In einem weiteren Schritt wurden aus dieser vorausgewählten Unternehmensstichprobe 600 Unternehmen zufällig ausgewählt. Die Zufallsstichprobe der 600 Unternehmen wurde so bereinigt, dass Unternehmen mit verschiedenen Standorten, Geschäftsstellen, Nebenstellen nur einmal in die Stichprobe aufgenommen wurden. Damit ergab sich insgesamt eine Stichprobe von 523 Unternehmen, an die der Fragebogen postalisch im Zeitraum vom 07.03.2011 bis 10.03.2011 verschickt wurde.

Da die Rücklaufquote der verschickten Fragebögen nach vier Wochen mit ca. 2 % sehr gering war, wurde mit Hilfe einer zusätzlichen Mailingaktion jeweils eine Erinnerungsmail an die zuvor angeschriebenen Unternehmen versendet, mit der erneuten Bitte an der Befragung teilzunehmen. Aufgrund der aufgetretenen Schwierigkeiten und Verzögerungen beim Rücklauf der Fragebögen wurde Kontakt zur BG RCI aufgenommen. 30 Fragebögen wurden an die BG verschickt, um sie vor Ort in den Schulungszentren an Teilnehmer in einschlägigen Arbeitssicherheitsveranstaltungen zu verteilen. Nach Ende der Erhebungsphase betrug die Rücklaufquote insgesamt 8,9 %, d. h. von den insgesamt verteilten 563 Fragebögen, wurden 50 an uns zurückgesandt.

3.2 Ergebnisse der Fragebogenuntersuchung

An der Fragebogenstudie nahmen insgesamt 50 Unternehmen teil, die Angaben machten über den Einsatz von Verfahren zur Analyse von Arbeitsunfällen, Beinahe-Unfällen und sonstigen Ereignissen. Zunächst wurden die Fragebögen deskriptiv ausgewertet. Die Häufigkeitsverteilungen zu den demographischen Fragen des Fragebogens werden im nachfolgenden Kap. 3.3.1 dargestellt und bezogen auf die Projektfragestellungen ausgewertet. Die inferenzstatistischen Auswertungen werden in Kap. 3.3.2 dargestellt.

3.2.1 Deskriptive Ergebnisse der Fragebogenuntersuchung

Stichprobenbeschreibung

Die Frage zur Branchenzugehörigkeit haben 40 Unternehmen beantwortet. Von diesen ordneten sich 15 Unternehmen bei der Chemie ein, 14 beim Maschinenbau, vier bei der Dienstleistungsbranche, drei bei der Elektrobranche und vier gaben Sonstiges an. Bei $n = 50$ gaben 49 Unternehmen eine Zuordnung zum Bereich an, davon 44 Produktion, elf Forschung und Entwicklung und sieben Dienstleistung. Hier nahmen einige Unternehmen Mehrfachzuordnungen vor, beispielsweise Chemiebetriebe, die neben der Produktion auch in der Forschung und Entwicklung tätig sind. Von den 49 Unternehmen, die die Anzahl der Mitarbeiter angegeben haben, beschäftigten alle mindestens 20 Mitarbeiter. Somit sind keine Kleinstunternehmen in der Stichprobe vertreten, obwohl auch diese angeschrieben wurden. Am häufigsten sind Unternehmen mit einer Mitarbeiteranzahl von 50-249 Mitarbeitern bei der Befragung vertreten (24 Nennungen). Elf Unternehmen hatten mehr als 1000 Mitarbeiter, neun Unternehmen 500 bis 1000 Mitarbeiter, drei Unternehmen 250 bis 499 Mitarbeiter und zwei Unternehmen 20 bis 49 Mitarbeiter. Zusammengefasst haben von den befragten Unternehmen (49 Nennungen) 59 % weniger als 500 Mitarbeiter und 41 % mehr als 500 Mitarbeiter beschäftigt. 31 Unternehmen haben ihren Jahresumsatz

genannt: bei 14 Unternehmen lag er unter 50 Millionen Euro, bei 12 Unternehmen zwischen 50 und 500 Millionen Euro, bei zwei Unternehmen zwischen 500 und 999 Millionen Euro, drei Unternehmen gaben einen Jahresumsatz von mehr als 1 Milliarde Euro an. Die vorherrschende Rechtsform bei den befragten Unternehmen war die GmbH (42 Nennungen), gefolgt von der AG (fünf Nennungen). Ein Unternehmen hatte eine andere Rechtsform, und zwei Unternehmen gaben nichts an.

Die überwiegende Anzahl der befragten Unternehmen beschäftigte eine Sicherheitsfachkraft (48 Nennungen), ein Unternehmen verneinte dies und eines machte keine Angabe. Bezüglich der Beschäftigungsart gaben 23 Unternehmen an, dass die Sicherheitsfachkraft im Unternehmen angestellt sei, 15 Unternehmen beschäftigten einen externen Dienstleister und 12 Unternehmen beantworteten die Frage nicht. Wie sich in Abhängigkeit von der Unternehmensgröße das Beschäftigungsverhältnis der Fachkraft für Arbeitssicherheit zu ändern scheint, ist in Abbildung 3.1 dargestellt. Während in Unternehmen bis zu einer Mitarbeiterzahl von 500 Mitarbeitern die Beschäftigung einer externen Fachkraft für Arbeitssicherheit überwiegt, ändert sich dieses bei Unternehmen mit mehr als 500 Mitarbeitern, in denen fast ausschließlich interne Sicherheitsfachkräfte beschäftigt werden.

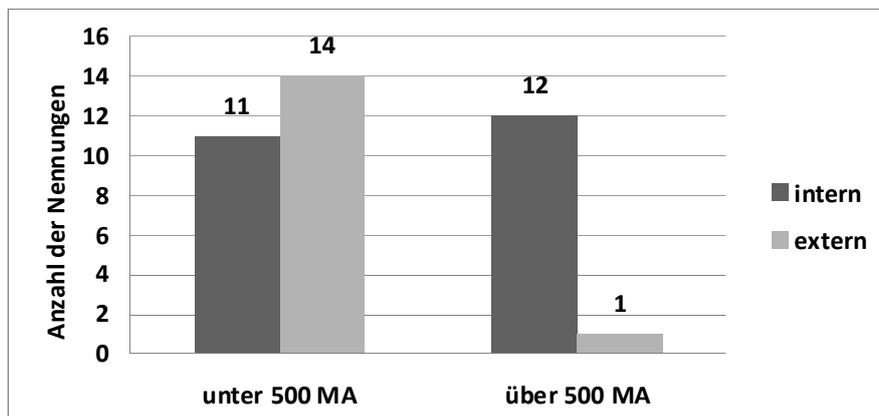


Abb. 3.1 Beschäftigungsart der Sicherheitsfachkraft bei unterschiedlichen Unternehmensgrößen

29 Unternehmen hatten eine Arbeitsschutz- bzw. Arbeitssicherheitsabteilung, 20 Unternehmen gaben an, keine entsprechende Abteilung im Unternehmen zu haben. Ein Unternehmen machte keine Angaben zur Existenz von Arbeitsschutz bzw. Arbeitssicherheitsabteilungen. Es gibt strukturelle Unterschiede bei der Einrichtung von Arbeitsschutz und Arbeitssicherheitsabteilungen in Abhängigkeit der Unternehmensgröße, wie aus Abbildung 3.2 ersichtlich wird. Unternehmen mit bis zu 500 Mitarbeitern haben häufiger keine entsprechenden Abteilungen, während Unternehmen mit mehr als 500 Mitarbeitern nur selten keine eigene Arbeitsschutz- bzw. Arbeitssicherheitsabteilung eingerichtet haben.

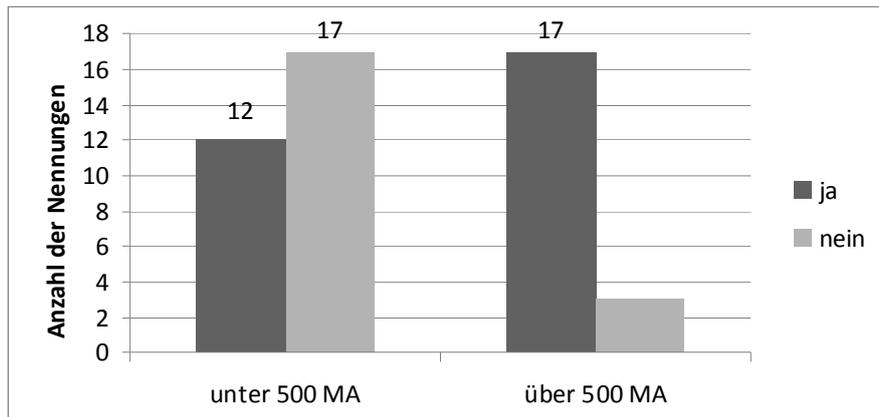


Abb. 3.2 Existenz von Arbeitsschutz-/Arbeitssicherheitsabteilung bei unterschiedlichen Unternehmensgrößen

Auswertung der Befragung

In den folgenden Abbildungen werden die Ergebnisse der Befragung in Bezug auf meldepflichtige Arbeitsunfälle in den vergangenen drei Jahren (2008-2010), den Zeitraum seit dem letzten meldepflichtigen Unfall und eine Einschätzung der Anzahl eigener Unfälle im Vergleich zu der durchschnittlichen Anzahl von Unfällen in der zuständigen BG dargestellt. Ergänzend werden die Ergebnisse zur Erfassung von nicht-meldepflichtigen Unfällen in den Unternehmen dargestellt.

Die durchschnittliche Anzahl von meldepflichtigen Arbeitsunfällen, deren Standardabweichung und Variationsbreite für die antwortenden Unternehmen (44 Nennungen) im Jahr 2008 ist in Abbildung 3.3 dargestellt. Es zeigt sich eine starke Schwankungsbreite von minimal keinem Unfall bis zu maximal 220 Unfällen im Jahr 2008 über alle Unternehmen der Stichprobe. Durchschnittlich ereigneten sich knapp 19 meldepflichtige Arbeitsunfälle im Jahr über die befragten Unternehmen.

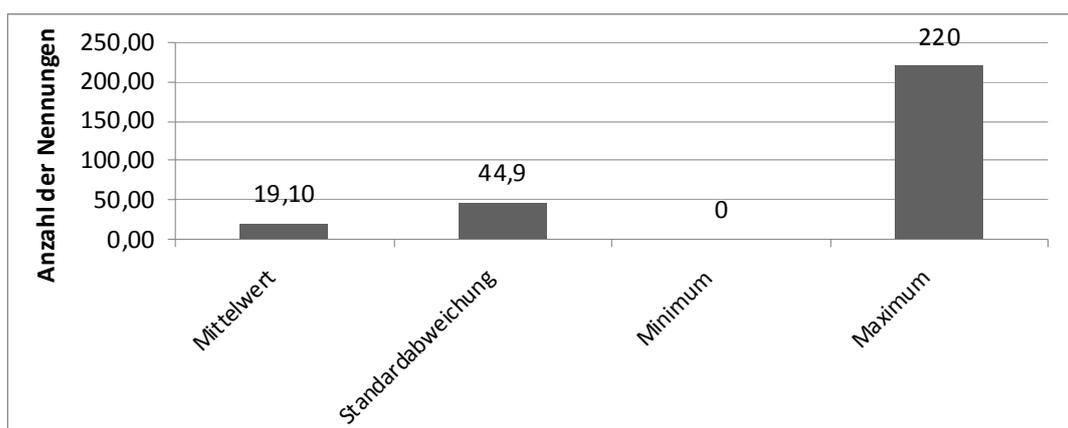


Abb. 3.3 Anzahl der meldepflichtigen Arbeitsunfälle in 2008

Die durchschnittliche Anzahl von meldepflichtigen Arbeitsunfällen, deren Standardabweichung und Variationsbreite für die antwortenden Unternehmen (44 Nennungen) im Jahr 2009 ist in Abbildung 3.4 dargestellt. Es zeigt sich ein vergleichbares Bild wie

in 2008: auch hier finden sich deutliche Unterschiede zwischen den verschiedenen Unternehmen. Die Varianz bei der Anzahl der Unfälle in 2009 reicht von keinem Unfall bis zu maximal 215 Unfällen bei einem Unternehmen. Durchschnittlich ereigneten sich knapp 18 meldepflichtige Arbeitsunfälle in den Unternehmen der Stichprobe im Jahr 2009.

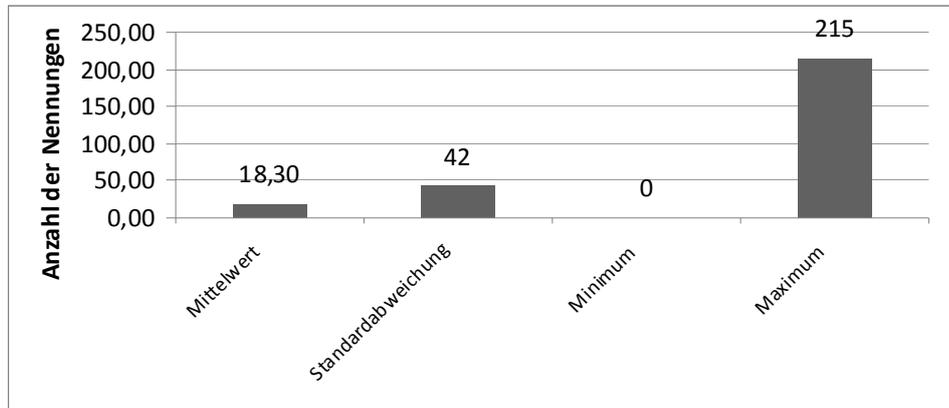


Abb. 3.4 Anzahl der meldepflichtigen Arbeitsunfälle in 2009

Die durchschnittliche Anzahl von meldepflichtigen Arbeitsunfällen, deren Standardabweichung und Variationsbreite für die antwortenden Unternehmen (46 Nennungen) im Jahr 2010 ist in Abbildung 3.5 dargestellt. Es zeigt sich ein vergleichbares Bild wie schon in den Jahren 2008 und 2009, wobei jedoch die Varianz der Anzahl der meldepflichtigen Arbeitsunfälle 2010 geringer ausfällt als in den Vorjahren. Sie reicht bei der Anzahl der Unfälle in 2010 von keinem Unfall bis zu maximal 165 Unfällen bei einem Unternehmen. Durchschnittlich ereigneten sich knapp 16 meldepflichtige Arbeitsunfälle in den Unternehmen im Jahr 2010.

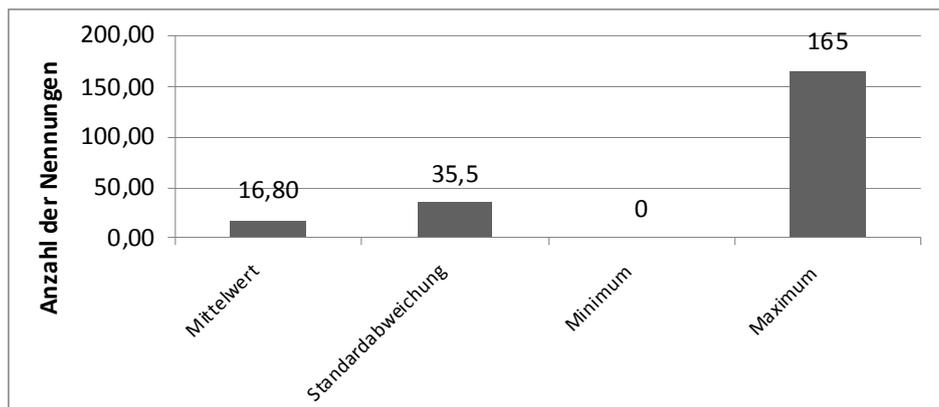


Abb. 3.5 Anzahl der meldepflichtigen Arbeitsunfälle in 2010

Die Verteilung der meldepflichtigen Arbeitsunfälle über die Jahre 2008, 2009 und 2010 über alle befragten Unternehmen zeigt eine relative Konstanz bei den Mittelwerten, den Standardabweichungen sowie den Minimalanzahlen und den Maximalanzahlen über die Jahre. Tendenziell sind die ermittelten Maßzahlen im Vergleich

über die Jahre jedoch geringfügig rückläufig. Das kann aber auch Zufall sein. Aus der Befragung ließ sich jedoch nicht die Ursache für dieses Bild ermitteln. Die Einschätzungen der befragten Unternehmen (47 Nennungen) hinsichtlich der Anzahl der Arbeitsunfälle in eigenen Unternehmen im Vergleich zum BG-Durchschnitt ergeben folgendes Bild: 41 Unternehmen geben an, dass sie weniger Arbeitsunfälle als der Durchschnitt hatten; sechs Unternehmen sehen sich über dem Durchschnitt. Die durchschnittliche Zeitspanne seit dem letzten meldepflichtigen Arbeitsunfall war 247 Tage, mit einer Standardabweichung von 625 Tagen. Die Berechnung des Medianwertes über alle Unternehmen ergibt einen Wert von 40 Tagen. Die Schwankungsbreite des Zeitraums seit dem letzten meldepflichtigen Arbeitsunfall ist extrem groß, sie reicht vom 1 Tag bis zu 10 Jahren.

Die Ergebnisse zur Erfassung von nicht-meldepflichtigen Unfällen zeigen, dass nahezu in allen befragten Unternehmen (49 Nennungen) auch nicht-meldepflichtige Unfälle in irgendeiner Form erfasst werden (47 Unternehmen). Nur zwei Unternehmen gaben an, dass sie diese Art von Unfällen nicht erfassen.

Mit einer offenen Frage wurden die Unternehmen nach ihren Kenntnissen zu Analyseverfahren für Arbeitsunfälle befragt. Insgesamt machten 30 Unternehmen Angaben zu dieser Frage. Bei der Beantwortung dieser Frage waren Mehrfachnennungen möglich. Lediglich sechs Unternehmen gaben an, keine Verfahren zur Unfallanalyse zu kennen. Als bekannte Verfahren wurden das Fischgrätendiagramm, die Durchführung von Befragungen, die 5-W-Methode sowie statistische Verfahren genannt. 15 Unternehmen konnten ein Analyseverfahren benennen, fünf Unternehmen zwei Analyseverfahren, drei Unternehmen drei Analyseverfahren und drei Unternehmen konnten sogar mehr als drei Analyseverfahren. 24 Unternehmen konnten keine Angaben zu bekannten Verfahren machen oder waren generell der Meinung, dass „Verfahren nicht nötig“ seien.

Der Anteil von Unternehmen, die kein einziges Analyseverfahren kannten, erscheint relativ hoch und deutet auf Wissensdefizite in Bezug auf Methoden und konkrete Verfahren zur Analyse von Arbeitsunfällen hin. Die Häufigkeiten der verwendeten Untersuchungsarten bei meldepflichtigen Arbeitsunfällen sind in Abbildung 3.6 dargestellt (49 Nennungen), wobei Mehrfachnennungen bei der Beantwortung möglich waren. Es ist zu erkennen, dass das Gespräch mit Beteiligten, die Arbeitsplatzbegehungen, das Ausfüllen des Formulars „Unfallanzeige der BG“ die verbreitetsten Verfahrensweisen sind, danach folgen das Heranziehen von internen Dokumenten sowie die Wahl einer unfallabhängigen Vorgehensweise. Weniger häufig genannt werden die Verwendung von systematischen Unfallanalyseverfahren und die Beauftragung von externen Analysen.

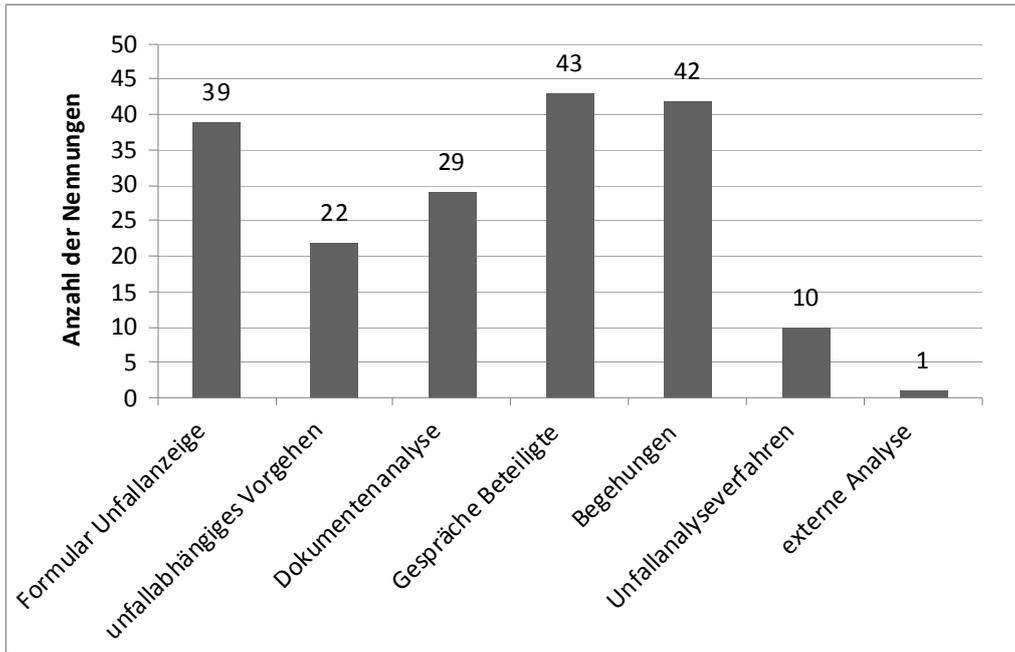


Abb. 3.6 Verteilung der verwendeten Analysemethoden bei Arbeitsunfällen

Die durchschnittliche Analysedauer für Arbeitsunfälle bei unterschiedlichen Unternehmensgrößen ist in Abbildung 3.7 dargestellt (39 Nennungen). Es fällt auf, dass die Unternehmen mit bis zu 500 Mitarbeitern (21 Nennungen) mehr als doppelt so viel Zeit im Durchschnitt für eine Unfallanalyse benötigen als Unternehmen, die mehr als 500 Mitarbeiter (18 Nennungen) haben.

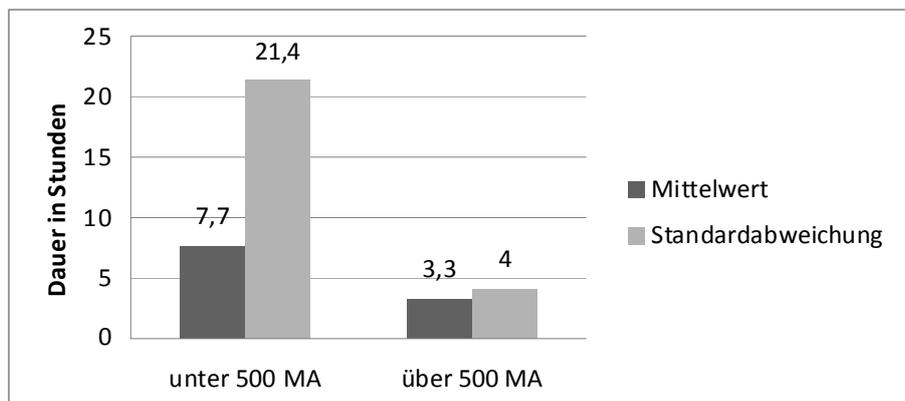


Abb. 3.7 Durchschnittliche Analysedauer bei Arbeitsunfällen bei unterschiedlicher Unternehmensgröße

Dem überwiegenden Teil der befragten Unternehmen (34 von 49) steht keine Methodik für die systematische Erhebung und Bearbeitung von Beinahe-Unfällen zur Verfügung, nur 15 Unternehmen geben an, eine solche Methodik zu verwenden.

Die Häufigkeiten des Umgangs mit Analyseergebnissen in den befragten Unternehmen sind in Abbildung 3.8 dargestellt (50 Nennungen), wobei Mehrfachnennun-

gen bei der Beantwortung der Frage möglich waren. Es ist zu erkennen, dass die Ableitung von Maßnahmen aus den Analyseergebnissen am häufigsten genannt wird, gefolgt von der Archivierung der Ergebnisse, der Integration der Ergebnisse in Schulungen und Unterweisungen sowie der statistischen Auswertung der Ergebnisse und der Verarbeitung in einer Datenbank. Weniger häufig wurden die Meldung an die BG und die Weiterverfolgung im Rahmen von Wirksamkeitskontrollen von Maßnahmen sowie die Erstellung und Verteilung von „learning lessons“ genannt.

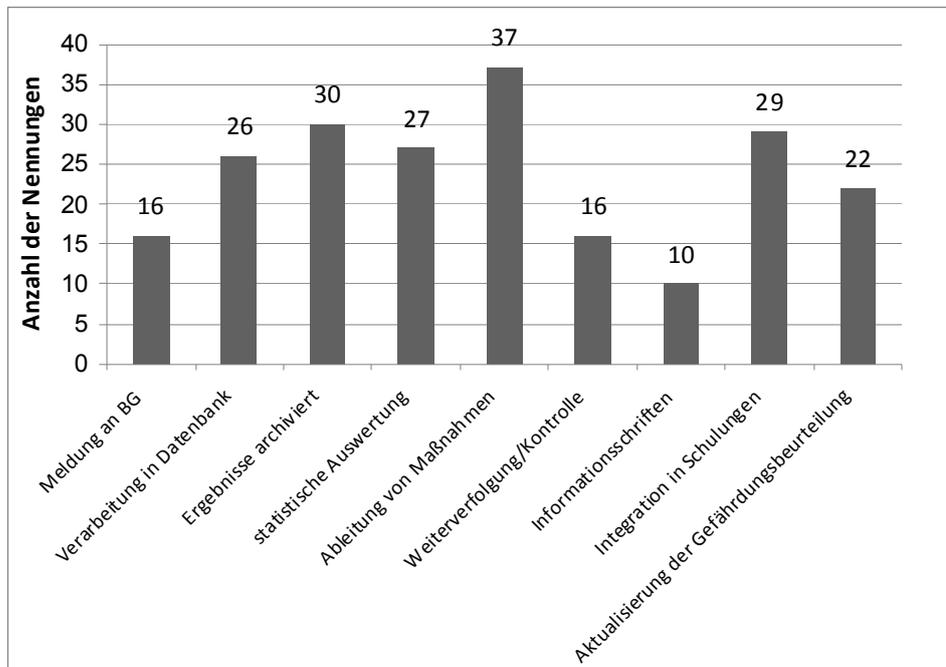


Abb. 3.8 Verteilung der Antworten zum Umgang mit den Analyseergebnissen

Um die Unterschiede in der Verwendung von Analyseergebnissen deutlicher herausarbeiten zu können, wurden einerseits die Unternehmen in 2 Gruppen geteilt – weniger und mehr als 500 Mitarbeiter – und andererseits die Antworten auf die Frage nach dem Umgang mit den Analyseergebnissen, so aufbereitet, dass nur die Antwort mit dem höchsten Rangplatz in die Auswertung eingeht, wenn Mehrfachnennungen vorlagen (43 Nennungen). Dem liegt die Überlegung zugrunde, dass die Antwortkategorien 1 bis 9 eine aufsteigende Rangreihe in Bezug auf die Verarbeitungstiefe darstellen. So hat die Antwortkategorie „Meldung an die BG“ den niedrigsten Rangplatz 1 und die „Aktualisierung der Gefährdungsbeurteilung“ den höchsten Rangplatz 9 wie in Abbildung 3.9 dargestellt ist. Die Überlegung hinter diesem Vorgehen ist, dass die Qualität des Erfahrungsrückflusses in den Antwortmöglichkeiten ebenfalls aufsteigend ist. Hier gehen wir von der Überlegung aus, dass bei dieser Art der Darstellung gezeigt wird, welche Qualität des Erfahrungsrückflusses erreicht wird. Es zeigt sich, dass bei einem Drittel der kleineren Unternehmen mit der Ableitung von Maßnahmen der Umgang mit den Analyseergebnissen abgeschlossen ist und sie somit die Ergebnisse ihrer Analysen bei Arbeitsunfällen tendenziell etwas weniger nachhaltig nutzen als größere Unternehmen.

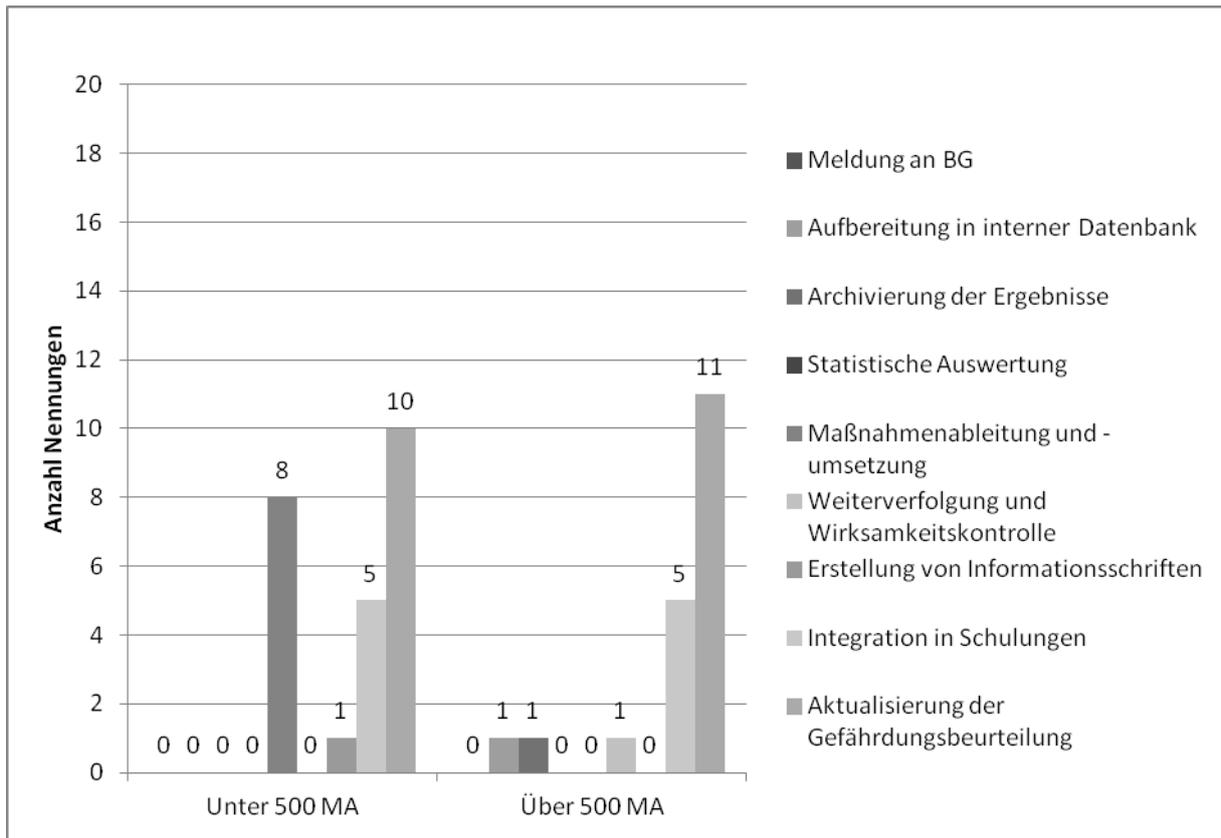


Abb. 3.9 Häufigkeiten der Rangplätze beim Umgang mit Analyseergebnissen bei unterschiedlichen Unternehmensgrößen

Die Ergebnisse zur Staffelung der Vorgehensweise bei Unfallanalysen (nach Schwere der Folgen wird die Vorgehensweise ausgewählt) in den befragten Unternehmen zeigen, dass etwas mehr als die Hälfte der befragten Unternehmen eine gestaffelte Vorgehensweise bei der Analyse von Arbeitsunfällen vorsieht.

Der Fragebogen enthielt insgesamt sieben offene Fragen. In der offenen Frage 16 wurde das Vorhandensein von betrieblichen Regelungen für die Auslösung und Durchführung von Unfallanalysen sowie für das Lernen aus Erfahrung (Erfahrungsrückfluss) exploriert. Die Auswertung der qualitativen Antworten erfolgte getrennt nach den Aspekten der Auslösung einer Unfallanalyse, der Art der Durchführung einer Unfallanalyse und der Formen des Lernens aus Erfahrung (Erfahrungsrückfluss). Insgesamt machten 23 der befragten Unternehmen Angaben zu mindestens einem der in der Frage behandelten Aspekte. 27 befragte Unternehmen beantworteten die Frage nicht.

In Bezug auf die betriebliche Regelung zur Auslösung einer Unfallanalyse machten 15 Unternehmen Angaben. Sechs Unternehmen stellten dar, dass sie für jeden Unfall eine Analyse auslösen. Acht Unternehmen gaben an, dass sie eine Analyse aufgrund eines der folgenden Aspekte auslösen:

- der vermuteten Hauptursache oder bestimmter Ursachen eines Unfalls,
- dem Schadensbild eines Unfalls bzw. Art des Unfalles,
- der Anzahl der Beteiligten/Geschädigten,

- den Festlegungen in Verfahrensanweisungen, Handbüchern oder Prozessbeschreibungen.

In einem Fragebogen wurde dargestellt, dass die Auslösung und Durchführung einer Unfallanalyse im Ermessen der Sachbearbeitung, des Betriebsarztes und der Fachkraft für Arbeitssicherheit liegen, was eher auf ein zufälliges Vorgehen hindeutet und in der untersuchten Stichprobe eine Ausnahme darstellt.

In Bezug auf die betrieblichen Regelungen zur Durchführung einer Unfallanalyse machten insgesamt 14 Unternehmen (von 23 Nennungen) Angaben dahingehend, dass es betriebliche Regelungen zur Durchführung von Unfallanalysen gibt, die auch die Verantwortlichkeiten, die Kommunikations- und Informationswege und die Maßnahmenverfolgung inklusive Wirksamkeitskontrolle behandeln. Unterschiede in den Regelungen scheinen in der Bearbeitung zu liegen, d. h., ob die komplette Analyse von denselben Bearbeitern durchgeführt wird oder ob die Bearbeiter im Verlauf der Analyse wechseln. Zum Beispiel kann die Ursachenermittlung durch die Fachkraft für Arbeitssicherheit erfolgen, die Maßnahmenentwicklung wird von den Mitarbeitern oder im Arbeitssicherheitsausschuss (ASA) durchgeführt. Es wurden folgende Zuständige für die Durchführung der Analyse genannt:

- Fachkraft für Arbeitssicherheit
- Sicherheitsbeauftragter
- Unfallbeteiligte/Kollegen
- Team aus Mitarbeitern
- ASA

Zu den betrieblichen Regelungen für das Lernen aus Erfahrung wurden insgesamt von 13 Unternehmen Angaben gemacht. Die Auswertung der Antworten zeigt deutlich, dass es große Unterschiede gibt. Nachfolgend werden die verschiedenen Varianten des Erfahrungsrückflusses, die von den Unternehmen genannt wurden, dargestellt:

- Sicherheitsschulungen, Unterweisungen und Unterrichtungen von Mitarbeitern
- Information der Mitarbeiter, Veröffentlichung der Ergebnisse im Unternehmen, Aushänge für Mitarbeiter
- Erkennen von Gefahrenschwerpunkten
- Aktualisierung von Gefährdungsbeurteilungen
- Berichterstattung an Geschäftsführungen
- Diskussion der Ergebnisse mit Mitarbeitern und Beteiligten
- Austausch und Änderung von Prozessen und Vorgängen
- Austausch mit Schwesterunternehmen
- Kontrolle von Maßnahmenwirksamkeit und Maßnahmennachhaltigkeit
- Durchführung von Audits
- Erstellung von Unfallkurzbeschreibungen („Lernfälle“)
- Thematisierung in Dienstbesprechungen

Zusammengefasst zeigen die Ergebnisse, dass es in 65 % der befragten Unternehmen betriebliche Regelungen für die Auslösung, Durchführung und dem Lernen aus Unfallanalysen gibt, die jedoch in ihrer Form und in ihrem Umfang variieren. Eine wichtige Voraussetzung für die Wirksamkeit und Nachhaltigkeit von Unfallanalysen

scheint die Existenz von funktionierenden Arbeitsschutzstrukturen (FASI, Sicherheitsbeauftragte, Managementsysteme, ASA) zu sein.

Nachfolgend sind die Ergebnisse der offenen Fragen zu den Vorteilen und den Nachteilen von Analyseverfahren (Frage 17 und Frage 18) in der Tabelle 3.1 dargestellt. Insgesamt haben zu den Vorteilen von systematischen Analyseverfahren 23 Unternehmen und zu den Nachteilen 17 Unternehmen Angaben gemacht.

Es wurden 14 verschiedene Verfahren benannt, als es um die Vorteile der Verfahren ging. Bei der Benennung von Nachteilen der Verfahren wurden lediglich sieben Verfahren explizit genannt. Die nachfolgende Tabelle 3.1 stellt einen Auszug aus den Antworten zu denjenigen Verfahren dar, bei denen sowohl Vorteile als auch Nachteile benannt worden sind.

Tab. 3.1 Benennung von Vorteilen und Nachteilen spezifischer Analyseverfahren

Verfahren	Vorteile	Nachteile
5-W	Tiefgehend	Zeitfaktor
Systematische Unfallanalyse	in Großbetrieben sinnvoll gleiche Vorgehensweise bei allen Unfällen Gespräch mit verunfallter Person Festlegung von Maßnahmen Vermeidung von ähnlichen Unfällen	Zeitaufwand Bei vermeintlichen „einfachen Unfällen“ bestehen Hemmnisse bei Führungskräften.
RCA	gründliche Ursachenermittlung	sehr aufwendig
berufsgenossenschaftliches Verfahren	Genau vorgeschriebene Vorgehensweise liefert aussagekräftiges und genaues Ergebnis.	lange und aufwendige Bearbeitung
statistische Analyse	Trends werden erkennbar. Gefahrenschwerpunkte können analysiert werden. Vergleichbarkeit mit anderen Unternehmen	Gefahren können hiermit nicht im Voraus ermittelt werden.
Auswertung von Beinahe-Unfällen	Präventivmaßnahmen helfen Risiken zu minimieren.	Viel Überzeugungsarbeit notwendig, um die Mitarbeiter zu motivieren, Beinahe-Unfälle zu melden.
Beinahe-Unfall/-Ereignis	Erkennen von Gefahrenquellen	geringe Akzeptanz

Als eindeutiger Nachteil bei den spezifisch benannten Analyseverfahren wird deren Zeit- und Bearbeitungsaufwand gesehen. Als nachteilig wird ebenso angesehen, dass bestimmte Analysemethoden nicht präventiv, sondern nur retrospektiv eingesetzt werden können. Bei den Beinahe-Unfallverfahren wird zudem als Nachteil benannt, dass die Mitarbeiter ständig zur Mitarbeit motiviert werden müssen und eine eher geringe Akzeptanz für diese Art der Verfahren bei Mitarbeitern und Führungskräften vorliegt.

Als Verfahren, für die jedoch nur Vorteile genannt wurden, sind die Grundlagenanalyse, die Unfallursachenermittlung, Checklisten, strukturierte Analysen, Incident In-

vestigation und die Gefährdungsbeurteilung aufgeführt. Fasst man die Vorteile über die verschiedenen Verfahren zusammen, ergeben sich neue Aspekte bei diesen Verfahren:

- leichte Erlernbarkeit,
- geringer Aufwand zur Durchführung,
- Anwendung durch Mitarbeiter möglich,
- transparente Vorgehensweise und Ergebnisse,
- detaillierte Auswertungsmöglichkeiten.

Bei der Beantwortung der Frage zu den Vorteilen von systematischen Analyseverfahren wurden auch die folgenden allgemeinen Aspekte, ohne Bezug auf ein spezifisches Verfahren, genannt:

- Erkenntnisse zu Unfallschwerpunkten, zu Unfallhäufigkeiten und zu Verletzungsarten
- Erkenntnisse zu Unfallursachen in Sinne von „Root-Causes“
- Erkenntnisse zu Maßnahmen in Bezug auf den Arbeits- und Gesundheitsschutz und zu den auszuführenden Tätigkeiten und Prozessen
- Einheitliche, strukturierte und systematische Vorgehensweise und einfache Anwendung
- Durchführung der Analysen durch Mitarbeiter
- Erfahrungsrückfluss um zukünftige Fehler und Unfälle zu vermeiden

Die dargestellten Aspekte stellen im Verständnis der befragten Unternehmen somit Erfolgsfaktoren bzw. Anforderungen an Verfahren zur Unfallanalyse dar, die von Verfahren erfüllt werden sollten, damit sie in der Praxis auch angewendet werden.

In Bezug auf die allgemeinen Nachteile von systematischen Analyseverfahren, ohne die Nennung eines spezifischen Verfahrens, wurden folgende Aspekte genannt:

- mehr bzw. hoher Zeitaufwand
- zu statisch
- kosten- und ressourcenintensiv
- Vorgaben für Lösungen
- fehlende statistische Grundlagen bei wenigen Unfällen
- Ausbildung der Nutzer erforderlich

Die dargestellten Nachteile stellen, vergleichbar zu den oben genannten Aspekten, Hemmnisse bei der Anwendung von Analyseverfahren dar, die den Anwender von der Benutzung eines Verfahrens abhalten können.

Insgesamt machten 36 Unternehmen Angaben zur Bereitschaft der Unternehmen zum Einsatz von Unfallanalysemethoden. Bei 84 % dieser Unternehmen ist eine mittlere bis hohe Bereitschaft zum Einsatz von Unfallanalysen gegeben, nur 16 % der Unternehmen gaben an, eine geringe Bereitschaft zum Einsatz von Unfallanalysemethoden zu besitzen.

In der offenen Frage 20 wurde nach den Bedingungen für den Einsatz von systematischen Analysemethoden gefragt. Insgesamt machten 23 Unternehmen hierzu Angaben. Zusammengefasst können die Antworten nach den Einsatzbedingungen für systematische Analyseverfahren den folgenden vier Kategorien zugeordnet werden:

- **unternehmensbezogene** Bedingungen
 - Betriebsgröße (> 1000 Mitarbeiter) und Betriebskomplexität (verschiedene Betriebs- und Funktionsbereiche)
 - hoher Nutzen für das Unternehmen
 - vertretbarer/leistbarer bürokratischer Aufwand bei Anwendung
 - Arbeitssicherheitssystem
 - ausreichend Zeit zur Durchführung von Analysen
 - hohe Anzahl der Unfälle im Unternehmen
 - Häufung von Unfällen
- **unfallbezogene** Bedingungen
 - Wiederholung von ähnlichen Unfällen
 - Art und Schwere des Unfalls
- **verfahrensbezogene** Bedingungen
 - leichte und verständliche Handhabung
 - kostenneutral
 - nicht zu zeitaufwendig
 - erprobtes Verfahren
 - im Betriebsteam einsetzbar
 - liefert genaue Ergebnisse
- **personenbezogene** Bedingungen
 - ausgebildet im Verfahren
 - vernetzt mit anderen Anwendern des Verfahrens
 - Einsparung von Arbeitszeit
 - Arbeitserleichterung.

Die Ergebnisse der Auswertung machen deutlich, dass verschiedene Bedingungen bzw. Voraussetzungen erfüllt sein müssen, damit ein systematisches Analyseverfahren nach einem Unfall zum Einsatz kommt. Denn von den 23 Unternehmen, die die Frage beantwortet haben, gaben nur vier an, systematische Analyseverfahren ohne bestimmte Bedingungen bei jedem Unfällen einzusetzen und zwei Unternehmen merkten zusätzlich an, diese Verfahren auch zur Analyse von Beinahe-Ereignissen zu verwenden.

Die Auswertung der offenen Frage 21, in der nach dem Bedarf an Informationen, Hilfsmitteln und sonstigen Unterstützungsmöglichkeiten gefragt wurde, beantworteten 18 Unternehmen. Vier Unternehmen sahen keinen Bedarf für unterstützende Informationen und Hilfsmittel in ihrem Unternehmen. Die 14 Unternehmen mit Bedarf gaben vergleichbaren Bedarf in Bezug auf unterstützende Informationen und in Bezug auf Hilfsmittel an, wobei der Schwerpunkt hierbei auf elektronischen bzw. EDV-technischen Arbeitsmitteln lag. In Bezug auf unterstützende Informationen wurden folgende Wünsche geäußert:

- Verfahrens- und Musterbeispielen
- Leitfäden für die Anwendung von systematischen Verfahren und für den Vergleich verschiedener Methoden
- Erläuterungen zu Verfahren und Vorgehensweisen
- Maßnahmenkatalogen
- Statistiken und Kennzahlen über Unfälle in verschiedenen Branchen
- Informationen zur Motivation von Mitarbeitern zur Erfassung von Beinahe-Unfällen

In Bezug auf unterstützende Hilfsmittel wurden folgende genannt:

- Checklisten
- Textbausteine
- Vordrucke von Ermittlungsbögen
- elektronische Arbeitshilfen
- graphische Auswertungstools
- komplette Programme zur Durchführung von Unfallanalysen
- Einführung eines überregionalen Meldesystems für erkannte Gefahren

Ein Unternehmen wünschte sich auch Schulungen zur Durchführung von Unfallanalysen bei der BG.

In der offenen Frage 22 wurde nach dem Ausbildungs- und Schulungsbedarf bei der Thematik der Unfallanalysen gefragt. Die Frage beantworteten insgesamt 29 Unternehmen. Von den befragten Unternehmen sahen 18 Ausbildungs- und Schulungsbedarf, während 11 Unternehmen keinen Bedarf sahen.

3.3.2 Statistische Analysen der Fragebogenuntersuchung

Analysen zu Zusammenhängen

Zur Ermittlung von Stärke und Richtung der Zusammenhänge zwischen den im Fragebogen erhobenen Variablen wurden die entsprechenden Korrelationskoeffizienten berechnet und auf ihre Signifikanz geprüft. Da die Datenbasis kein Intervallskalenniveau besitzt, wurden Spearman-Rho-Rangkorrelationskoeffizienten berechnet. Fehlende Werte wurden für die Berechnungen durch den Stichprobenmittelwert ersetzt. Die Ergebnisse werden nachfolgend dargestellt. In den nachfolgenden Tabellen dieses Kapitels sind ausschließlich signifikante Ergebnisse dargestellt.

Der Zusammenhang zwischen Unternehmensgröße und verwendetem Analyseverfahren ist in Tabelle 3.2 dargestellt.

Tab. 3.2 Ergebnisse der Korrelation von Unternehmensgröße und Analyseverfahren

Spearman-Rho		MA-Anzahl unter 500	MA-Anzahl über 500
Dokumentenanalyse (interne Dokumente)	Korrelationskoeffizient r_s	-.281*	.281*
	Signifikanz (2-seitig)	,048	,048
	n	50	50

* Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (2-seitig) signifikant.

Die Ergebnisse zeigen, dass es einen signifikanten positiven Zusammenhang zwischen der internen Dokumentenanalyse als Analyseverfahren und der Unternehmensgröße mit mehr als 500 Mitarbeitern ($r_s = .281$, $p < .05$, $n = 50$) und einen negativen Zusammenhang bei weniger als 500 Mitarbeitern ($r_s = -.281$, $p < .05$, $n = 50$) gibt.

Ebenfalls interessant sind die signifikanten Zusammenhänge zwischen den einzelnen verwendeten Analyseverfahren, die bis auf eine negative Korrelation alle positiv ausfallen, wie in Tabelle 3.3 dargestellt ist. Die signifikante negative Korrelation existiert zwischen der Durchführung einer „internen Dokumentenanalyse“ und der Verwendung des Formulars „Unfallanzeige der BG“ ($r_s = -.354$, $p < .01$, $n = 50$). Die positiven Korrelationen treten zwischen den „Gesprächen mit Beteiligten“ und dem „unfallabhängigen Vorgehen“ ($r_s = .358$, $p < .01$, $n = 50$), und den „Arbeitsplatzbegehungen“ ($r_s = .336$, $p < .05$, $n = 50$) auf, was inhaltlich Sinn macht, da es bei Unfällen notwendig ist, sich vor Ort einen Eindruck von den Arbeitsbedingungen zu verschaffen und auch bei den Beteiligten nachzufragen.

Tab. 3.3 Ergebnisse der Korrelation der verwendeten Analyseverfahren

Spearman-Rho		Formular "Unfallan- zeige" der BG	Unfall- abhän- giges Vorgehen	Doku- menten- analyse (interne Doku- mente)	Gesprä- che mit Betei- ligten	Arbeits- platzbe- gehung	Systema- tisches Unfall- analyse- verfah- ren
Doku- menten- analyse (interne Dokumente)	Korrelations- koeffizient r_s	-.354*		1,000			
	Sign. (2-seitig)	,012		.			
	n	50		50			
Gespräche mit Beteiligten	Korrelations- koeffizient r_s		.358*		1,000		
	Sign. (2-seitig)		,011		.		
	n		50		50		
Arbeits- platz- begehung	Korrelations- koeffizient r_s				.336*	1,000	
	Sign. (2-seitig)				,017	.	
	n				50	50	
Systemati- sches Un- fallanalyse- verfahren	Korrelations- koeffizient r_s			.425**			1,000
	Sign. (2-seitig)			,002			
	n			50			50

* Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (2-seitig) signifikant

** Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant

Aus der folgenden Tabelle 3.4 wird ersichtlich, dass es signifikante negative Zusammenhänge zwischen der Anzahl von meldepflichtigen Arbeitsunfällen und der durchschnittlichen Analysedauer der Unfälle gibt ($r_s_{2008} = -.422$, $p < .01$, $n = 40$; $r_s_{2009} = -.412$, $p < .01$, $n = 39$; $r_s_{2010} = -.360$, $p < .05$, $n = 40$). Inhaltlich bedeutet dieses Er-

gebnis, dass bei geringer Analysezeit die Anzahl der Unfälle größer ist und umgekehrt, d. h. hohe Unfallzahlen gehen mit niedriger Analysezeit einher und umgekehrt. Da Korrelationen nicht kausal interpretiert werden können, ist nicht klar, ob die Analysezeit die Zahl der Unfälle bedingt, oder die Anzahl der Unfälle die Analysezeit. Interpretiert man die Analysezeit als einen Indikator für die Qualität der Analyse, kann dieses Ergebnis bedeutsam sein. Fehlende Analysequalität wird auch im Zusammenhang mit wiederkehrenden Ereignissen als Ursache für fehlendes Lernen diskutiert (CARROLL und FAHLBRUCH, 2011).

Tab. 3.4 Korrelationen von Unfällen und durchschnittlicher Analysedauer

Spearman-Rho		Meldepflichtige Arbeitsunfälle in 2008	Meldepflichtige Arbeitsunfälle in 2009	Meldepflichtige Arbeitsunfälle in 2010
Durchschnittliche Analysezeit pro Unfall in Stunden	Korrelationskoeffizient r_s	-.422**	-.412**	-.360*
	Signifikanz (2-seitig)	.007	.009	.022
	n	40	39	40

* Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (2-seitig) signifikant

Die Ergebnisse des Fragebogens zu dem Zusammenhang zwischen dem Umgang mit den Ergebnissen aus Unfallanalysen und der Anzahl der Unfälle ergab nur einen signifikanten Zusammenhang für das Statement „Ergebnisse in interner Datenbank aufbereitet“ und den Unfallzahlen aus 2008 und 2009. Das Ergebnis ist in Tabelle 3.5 dargestellt.

Tab. 3.5 Korrelationen von Unfällen und Umgang mit den Ergebnissen aus Analysen

Spearman-Rho		Meldepflichtige Arbeitsunfälle in 2008	Meldepflichtige Arbeitsunfälle in 2009
Ergebnisse in interner Datenbank aufbereitet	Korrelationskoeffizient r_s	.307*	.328*
	Signifikanz (2-seitig)	0,30	0,20
	n	50	50

* Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (2-seitig) signifikant

Der positive Zusammenhang zwischen den meldepflichtigen Arbeitsunfällen in den Jahren 2008 und 2009 und der „Aufbereitung der Ergebnisse in einer internen Datenbank“ ($r_{s\ 2008} = .307$, $p < .05$, $n = 50$, $r_{s\ 2009} = .328$, $p < .05$, $n = 50$) zeigt, dass hohe Unfallzahlen mit häufiger Aufbereitung in internen Datenbanken einhergehen und niedrige Unfallzahlen mit weniger Aufbereitung. Da Korrelationen nicht kausal interpretiert werden können, ist nicht klar, ob die Aufbereitung die Zahl der Unfälle bedingt, oder die Anzahl der Unfälle die Aufbereitung. Interpretiert man die Aufbereitung in einer internen Datenbank jedoch als einen Indikator für die niedrige Qualität des Umgangs mit den Ergebnissen aus Unfallanalysen (an der zweitniedrigsten Stelle von neun Antwortmöglichkeiten), könnte dieses Ergebnis bedeutsam sein. Auch ein fehlender vertiefter Umgang mit den Ergebnissen von Analysen wird im Zusammenhang mit wiederkehrenden Ereignissen als Ursache fehlenden Lernens diskutiert (CARROLL und FAHLBRUCH, 2011). Es erscheint sinnvoll, dieses Ergebnis zu spezifizieren.

Ausgehend von der Überlegung, dass die Verfahrensweisen in Bezug auf den Umgang mit den Ergebnissen von Unfallanalysen aufeinander aufbauen, d. h. aufsteigend mehr in Richtung des Lernens aus Erfahrung gehen, müssten die Verfahren auch miteinander korrelieren. In Tabelle 3.6 sind die Korrelationen der Verfahrensweisen untereinander dargestellt. Die signifikanten Korrelationen zwischen den einzelnen Varianten des Umgangs mit den Unfallanalyseergebnissen zeigen, dass es verschiedene Gruppen von Verfahrensweisen gibt, die positiv miteinander korreliert sind. So sind die Verfahrensweisen, die im weitesten Sinne administrative und Dokumentationstätigkeiten darstellen, als Schritte eines Auswertungs-, Dokumentations- und Archivierungsprozesses zu sehen, die in der Regel sequentiell miteinander verbunden sind, was sich in den Korrelationskoeffizienten widerspiegelt:

- Erfolg der Meldung an BG(F14-R1)
 - Ergebnisse in interner Datenbank aufbereitet (F14-R2)
 - Ergebnisse werden archiviert (F14-R3)
 - Statistische Auswertung der Ergebnisse (F14-R4)
- $r_s \text{ F14-R1/F14-R3} = .323, p < .05, n = 50$
 - $r_s \text{ F14-R2/F14-R3} = .480, p < .00, n = 50$
 - $r_s \text{ F14-R2/F14-R4} = .479, p < .00, n = 50$
 - $r_s \text{ F14-R3/F14-R4} = .434, p < .05, n = 50$

Die folgenden Schritte weisen auf eine Weiterverarbeitung der Unfallanalyseergebnisse in Richtung Lernen aus Betriebserfahrung hin. Die Weiterverarbeitung umfasst die „Maßnahmenableitung und Umsetzungsinitiierung“ (F14-R5), die „Weiterverfolgung und Wirksamkeitskontrolle der Maßnahmen“ (F14-R6), die Verwendung der Ergebnisse in „Informationsschriften zur Verteilung im Unternehmen - learning lessons“ (F14-R7), die „Schulungen und Unterweisungen für die Mitarbeiter“ (F14-R8) sowie die „Aktualisierung der Gefährdungsbeurteilung“ (F14-R9).

Auch diese Weiterverarbeitungsschritte sind miteinander verbunden, was auch die gefundenen Korrelationen in Tabelle 3.6 zeigen:

- $rs\text{F14-R5/F14-R3} = .462, p < .00, n = 50$
- $rs\text{F14-R5/F14-R4} = .497, p < .00, n = 50$
- $rs\text{F14-R6/F14-R2} = .316, p < .05, n = 50$
- $rs\text{F14-R6/F14-R3} = .323, p < .05, n = 50$
- $rs\text{F14-R6/F14-R4} = .461, p < .00, n = 50$
- $rs\text{F14-R6/F14-R5} = .332, p < .05, n = 50$
- $rs\text{F14-R6/F14-R7} = .473, p < .00, n = 50$
- $rs\text{F14-R6/F14-R8} = .425, p < .00, n = 50$
- $rs\text{F14-R6/F14-R9} = .428, p < .00, n = 50$
- $rs\text{F14-R9/F14-R2} = .287, p < .05, n = 50$
- $rs\text{F14-R9/F14-R3} = .346, p < .05, n = 50$
- $rs\text{F14-R9/F14-R5} = .284, p < .05, n = 50$
- $rs\text{F14-R9/F14-R8} = .413, p < .00, n = 50$

Tab. 3.6 Korrelationen der verschiedenen Verfahrensweisen beim Umgang mit den Ergebnissen aus den Arbeitsunfallanalysen

Spearman-Rho	Meldung an BG	Interne Datenbank	Archivierung	stat. Auswertung	Maßnahmen	Maßnahmenverfolgung	„learning lessons“	Schulungen	Aktualisierung Gefährdungsbeur.
r_s	1,000								
Signifikanz (2-seitig)									
n	50								
r_s		1,000							
Signifikanz (2-seitig)									
n		50							
r_s	.323	.480							
Signifikanz (2-seitig)	.022	.000							
n	50	50							
r_s		.479**	.434**	1,000					
Signifikanz (2-seitig)		.000	.002		1,000				
n		50	50	50					
r_s			.462**	.497**	1,000				
Signifikanz (2-seitig)			.000	.000					
n			50	50	50				
r_s		.316	.323*	.461**	.332*	1,00			
Signifikanz (2-seitig)		.025	.022	.001	0,18				
n		50	50	50	50	50			
r_s						.473**			
Signifikanz (2-seitig)						.001	1,000		
n						50			
r_s						.425**	50		
Signifikanz (2-seitig)						.002		1,000	
n						50		50	

Tab. 3.6 Fortsetzung

Spearman-Rho		Meldung an BG	Interne Datenbank	Archivierung	stat. Auswertung	Maßnahmen	Maßnahmenverfolgung	„learning lessons“	Schulungen	Aktualisierung Gefährdungsbeur.
Aktualisierung Gefährdungsbeurteilung	r_s		.287	.346		.284	.428		.413**	1,000
	Signifikanz (2-seitig)		.043	.014		.046	.002		.003	
	n		50	50		50	50		50	50

* Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (2-seitig) signifikant

** Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

Analysen zu Unterschieden

Im Mittelpunkt der durchgeführten univariaten und multivariaten Varianzanalysen stand die Fragestellung, ob sich Unterschiede in den Unfallzahlen in Abhängigkeit von der Verwendung bzw. Nicht-Verwendung von Analyseinstrumenten, von unterschiedlichen Umgangsweisen mit Analyseergebnissen, von der Analysedauer von Unfällen (gestuft) und von dem Vorhandensein bzw. Nicht-Vorhandensein von Methoden zur Bearbeitung von Beinahe-Unfällen zeigen. Rationale hinter diesen Fragestellungen war:

- Je systematischer das eingesetzte Unfallanalyseverfahren ist, desto mehr vertiefte Ursachen sollten identifiziert werden, desto mehr sollte gelernt werden und desto niedriger sollten die Unfallzahlen sein. Wir erwarten signifikante Unterschiede in den Unfallzahlen bei den Unternehmen, die verschiedene Verfahren einsetzen.
- Je tiefer die Verarbeitung von Analyseergebnissen ist, desto besser sollten das Lernen und die Prävention sein und desto niedriger sollten die Unfallzahlen sein. Wir erwarten signifikante Unterschiede in den Unfallzahlen bei den Unternehmen, die einen unterschiedlichen Umgang mit den Analyseergebnissen angegeben haben.
- Eine vertiefte Unfallanalyse benötigt mehr Zeit als eine oberflächliche. Da nur in vertieften Analysen latente Fehler oder organisationale Schwachstellen identifiziert werden können, sollten Unternehmen, die mehr Zeit auf ihre Analyse verwenden, niedrigere Unfallzahlen angegeben haben.
- Die Bearbeitung von Beinahe-Unfällen sollte zu mehr Lernen aus Betriebs erfahrung führen, da die Datenbasis sich nicht nur auf seltene Ereignisse wie Unfälle stützt, sondern auch die größere Anzahl von weniger schweren Fällen entsprechen des Eisbergmodells mit einbezieht. Unternehmen mit einer Methode für Beinahe-Unfälle sollten weniger Unfälle genannt haben als Unternehmen ohne solche Methode.

Aufgrund der großen Robustheit von Varianzanalysen haben wir diese für die Analysen gewählt, um tendenzielle Unterschiede besser sichtbar machen zu können, obwohl das Skalenniveau der Daten dies eigentlich nicht zuließ.

Die Variablen „eingesetzte Analyseverfahren“, „Umgangsweisen mit den Analyseergebnissen“, „Analysedauer von Unfällen“ und „Verwendung von Verfahren zur Bearbeitung von Beinahe-Unfällen“ stellten die unabhängigen Variablen der Analyse dar, während die Unfallzahlen der verschiedenen Jahre die abhängige Variable bildeten. Es wurde angenommen, dass sowohl der Einsatz von mehr systematischen Analyseinstrumenten, der vertiefte Umgang mit den Analyseergebnissen nach Abschluss der Analyse, eine höhere die Analysedauer von Arbeitsunfällen als auch die Verwendung von Verfahren zur Bearbeitung von Beinahe-Unfällen einen positiven Effekt auf die Unfallzahlen in den Unternehmen haben müssten.

Die Berechnung von multivariaten Varianzanalysen in Bezug auf die Verwendung von verschiedenen systematischen Analyseverfahren (sechsfach gestuft) den Einfluss der Analysedauer (dreifach gestuft) auf die Anzahl der Arbeitsunfälle in den Jahren 2008, 2009 und 2010 ergab keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppenmittelwerten. Da aus dem Fragebogen nicht hervorging, seit wann die Unternehmen die Verfahren einsetzten, haben wir uns entschieden, nur die Unfallzahlen

für 2010 zu berücksichtigen. Aufgrund der Stichprobengröße haben wir uns ferner entschieden, die Analysemethoden inhaltlich zu zwei Gruppen zusammenzufassen:

- weniger systematische Analysen auf Dokumentenbasis: Meldung bei der BG, unfallabhängiges Vorgehen, Heranziehen von internen Dokumenten
- eher systematische Analysen auf Interviewbasis: Gespräche mit Beteiligten, Arbeitsplatzbegehungen, systematisches Unfallanalyseverfahren

Auch die Zusammenfassung ergab keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppenmittelwerten der Unfallzahlen in 2010.

Die Ergebnisse der deskriptiven Analysen legten nahe, dass es einen Unterschied bezüglich der Verwendung von Analyseverfahren zwischen Unternehmen mit mehr als 500 Mitarbeitern und solchen mit weniger Mitarbeiter gab. Dieser Effekt wurde allerdings nicht signifikant. Die Rohdaten gaben jedoch einen Hinweis auf mögliche kombinierte Effekte. So wurde mit einer univariaten Varianzanalyse untersucht, ob es einen kombinierten Einfluss von Unternehmensgröße und der Verwendung von unterschiedlich systematischen Analyseverfahren gibt, der sich mit unterschiedlichen Unfallzahlen in den Gruppenmittelwerten belegen lässt. Hier zeigte sich ein signifikanter Effekt für das berechnete Modell ($F = 3,75$, $p = .019$). Nachfolgende Mittelwertvergleiche wiesen darauf hin, dass sich bei Unternehmen mit mehr als 500 Mitarbeitern keine Unterschiede in den Unfallzahlen 2010 zeigten. Bei den Unternehmen mit weniger als 500 Mitarbeitern wurden hingegen Unterschiede in den Unfallzahlen in Abhängigkeit der Kategorie der eingesetzten Verfahren sichtbar.

Der Einkauf von externen Analysen wurde aus dieser Berechnung ausgeschlossen, da bei diesen nichts über die Analysetiefe bekannt ist. Allerdings wurden die Unternehmen, die die Analysen extern vergeben, denjenigen, die die Analysen intern durchführen, gegenübergestellt. Hier ergab sich bei der univariaten Varianzanalyse ein hoch signifikanter Effekt ($F=7,552$, $p=.008$) im Hinblick auf die Unfallzahlen von 2010. Die Unternehmen mit internen Analysen haben deutlich niedrige Unfallzahlen (mean=10,59) als solche, die die Analysen extern vergeben (mean=41,68).

Die Berechnung von multivariaten Varianzanalysen in Bezug auf die Umgangsweisen mit den Analyseergebnissen (neunfach gestuft) und den Einfluss der Analysedauer (dreifach gestuft) auf die Anzahl der Arbeitsunfälle in den Jahren 2008, 2009 und 2010 ergab keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppenmittelwerten. Auch hier haben wir die Analysen vereinfacht, da keine Angaben darüber vorhanden waren, seit wann die Unternehmen wie mit ihren Unfallanalyseergebnissen umgehen. Daher haben wir ebenfalls nur die Unfallzahlen von 2010 in die Analysen einbezogen. Auf der Basis von theoretischen Überlegungen zum Lernen aus Betriebserfahrung (single-loop vs. double-loop) und von den Ergebnissen der Korrelationen der Verfahren untereinander haben wir uns auch hier für eine zweigestufige Zusammenfassung der Variablen entschieden:

- Verfahrensweisen, die im weitesten Sinne administrative und Dokumentationstätigkeiten darstellen: Meldung an BG, Aufbereitung in internen Datenbank, Archivierung der Ergebnisse, statistische Auswertung
- Weiterverarbeitung der Unfallanalyseergebnisse in Richtung Lernen aus Betriebserfahrungen: Ableitung und Umsetzung von Maßnahmen, Weiterverfolgung

und Wirksamkeitskontrolle der Maßnahmen, Erstellung und Verteilung von „learning lessons“, zeitnahe Integration in Schulungen, Aktualisierung der Gefährdungsanalyse

Auch hier haben wir ermittelt, ob es einen kombinierten Einfluss von Unternehmensgröße und der Verwendung der Analyseergebnissen gab, der sich mit unterschiedlichen Unfallzahlen in den Gruppenmittelwerten belegen ließ. Die univariate Varianzanalyse ergab einen signifikanten Effekt für das berechnete Modell ($F=4,17$, $p=.011$). Der Effekt des Modells beruht jedoch allein auf den Unterschieden zwischen den Kategorien der Unternehmensgröße in Bezug auf die Unfallzahlen und nicht auf den Unterschieden zwischen der Verwendung der Verfahren oder Kombinationen von beiden.

Die Korrelationsanalysen zeigten einen signifikant negativen Zusammenhang zwischen Analysedauer von Unfällen und der Anzahl der Unfälle, der nicht kausal interpretiert werden konnte. Um differenzierter zu ermitteln, ob es sich bei der Analysedauer um einen Indikator für die Analysequalität handelt, wurde mittels Varianzanalyse untersucht, ob sich Unterschiede in der Analysedauer (3-fach-gestuft: hoch, mittel, niedrig) zwischen den Unternehmen in Unterschieden in den Unfallzahlen widerspiegelt. Dabei wurden wiederum nur die Unfallzahlen für das Jahr 2010 herangezogen. Es zeigte sich kein signifikanter Effekt, jedoch gab es eine Tendenz, dass Unternehmen die mehr Zeit für die Analyse verwendeten, eher geringere Unfallzahlen hatten.

Weiter wurde analysiert, ob sich Unterschiede in den Unfallzahlen zwischen Unternehmen, die eine Systematik zur Erfassung von Beinahe-Unfällen verwenden und solchen Unternehmen, die keine solche Systematik besitzen, zeigen. Ausgehend von oben dargestellten Annahmen sollten die Unternehmen mit Methoden für Beinahe-Unfälle niedrigere Unfallzahlen für 2010 aufweisen als Unternehmen ohne Systematik. Die Unterschiede wurden auf dem 5 % Niveau nicht signifikant. Jedoch zeigte sich eine Tendenz, dass Unternehmen mit Verfahren für Beinahe-Unfälle einen niedrigeren Mittelwert der Unfallzahlen hatten als solche ohne Verfahren.

3.3 Zusammenfassung und Diskussion der Fragebogenerhebung

Mit der Fragebogenerhebung sollte ermittelt werden, wie es mit dem Einsatz und der Bewertung von Unfallanalyseverfahren in der betrieblichen Praxis aussieht. Dafür haben wir eine Umfrage bei 523 zufällig ausgewählten Unternehmen durchgeführt. 50 Unternehmen haben ihre beantworteten Fragebögen an uns zurückgeschickt.

Der Fragebogen der Untersuchung gliederte sich in drei Fragenkomplexe: a) allgemeine Unternehmenskennzahlen, b) Kenntnisse zu und Erfahrung mit systematischen Unfallanalysemethoden sowie c) die weitere Verwendung von Ergebnissen aus durchgeführten Analysen.

Die Fragebögen wurden deskriptiv und inferenzstatistisch ausgewertet. Es zeigte sich, dass überwiegend Unternehmen aus den Branchen Chemie und Maschinenbau teilgenommen hatten, die im Bereich der Produktion tätig waren. Nahezu alle beteiligten Unternehmen beschäftigten eine Sicherheitsfachkraft, die mehrheitlich im Un-

ternehmen angestellt war. Jedoch gab es Unterschiede im Beschäftigungsverhältnis der Sicherheitsfachkräfte in Abhängigkeit von der Unternehmensgröße. Ein vergleichbares Ergebnis zeichnete sich in Bezug auf das Vorhandensein einer Arbeitsschutz- bzw. Arbeitssicherheitsabteilung ab.

Die durchschnittliche Analysedauer von Arbeitsunfällen variierte ebenfalls in Abhängigkeit von der Mitarbeiteranzahl. Eine belastbare Erklärung für die unterschiedliche Dauer von Analysen konnte aus der Fragebogenuntersuchung nicht gewonnen werden und sollte in den vertiefenden Interviews thematisiert werden.

Im Zusammenhang mit der systematischen Erfassung und Auswertung von Beinahe-Unfällen und nicht-meldepflichtigen Unfällen zeigte sich, dass fast alle Unternehmen angaben, auch nicht-meldepflichtige Unfälle zu erfassen. In Bezug auf die Analyse von Beinahe-Unfällen war das Bild jedoch uneinheitlicher. Auch hier ergab sich also weiterer detaillierter Nachfragebedarf.

Die Befragung der Unternehmen zu vorhandenen Kenntnissen von Analyseverfahren für Arbeitsunfälle zeigte, dass neben verschiedenen etablierten Analyseverfahren von den Unternehmen häufig auch selbst entwickelte Verfahren eingesetzt werden. In den vertiefenden Interviews sollte deshalb diesen selbst entwickelten Verfahren verstärkte Aufmerksamkeit geschenkt werden, um sie auf ihre Ähnlichkeit mit systematischen Unfallanalyseverfahren zu untersuchen. Weiterhin kristallisierte sich aufgrund der Ergebnisse der Untersuchung heraus, dass der Umfang und die Tiefe der durchgeführten Analysen von der Unternehmensgröße und der Branchenzugehörigkeit der Unternehmen beeinflusst wurden. Ähnliches war bezüglich betrieblicher Regelungen für die Auslösung und Durchführung von sowie für das Lernen aus Unfallanalysen festzustellen.

Die Auswertung der Fragebogenuntersuchung zum Umgang mit den Analyseergebnissen ließ zwei grundsätzliche Vorgehensweisen erkennen. Ein Großteil der befragten Unternehmen gab an, die Ergebnisse der Analysen ausschließlich für die Ableitung von Maßnahmen zur Vermeidung von zukünftigen Unfällen im Sinne einer Behebung von konkret vorhandenen Defiziten zu verwenden. Ein kleiner Teil der Unternehmen nannte eine darüber hinausgehende Vorgehensweise, die die Archivierung, die statistische Auswertung und die Verarbeitung der Ergebnisse in einer Datenbank sowie die Integration der Ergebnisse in Schulungen und Unterweisungen von Mitarbeitern umfasste.

Offensichtlich sahen die befragten Unternehmen etwas mehr Vorteile als Nachteile für systematische Unfallanalyseverfahren, obwohl diese weitgehend unbekannt waren. Dies erschien kritisch, weil man davon ausgehen muss, dass die Teilnahme an der Befragung auf einer Selbstselektionstendenz basiert, d. h., dass vor allem Unternehmen, denen Sicherheit wichtig ist und die daher wahrscheinlich bereits mehr Sicherheitsaktivitäten zeigen, sich zur Teilnahme bereit erklärt haben. Das würde bedeuten, dass in der Befragung tendenziell die besseren und informierten Unternehmen geantwortet haben und somit die Ergebnisse der Befragung positiv verzerrt sind. Für den weiteren Verlauf des Projektes ergab sich daraus, dass ein Schwerpunkt in den folgenden Interviews auf die Information über Unfallanalyseverfahren gelegt wurde.

Ein weiterer wichtiger Aspekt war die Frage der Akzeptanz von Analyseverfahren und von der Analyse von Beinahe-Unfällen. Die Antworten haben gezeigt, dass hier Probleme vorhanden waren. In den Interviews sollten die Ursachen für die Akzeptanzprobleme geklärt werden. Aus der Literatur sind hier Schuldzuweisungen bei der Unfallanalyse, fehlende Information und Unterstützung bei der Einführung neuer Verfahren sowie fehlende Rückmeldung an die Mitarbeiter bekannt.

Da nur wenige Annahmen bestätigt werden konnten, verbleibt bei einigen Fragen weiterer Forschungsbedarf. Unklar ist geblieben, warum die Unternehmensgröße den Unterschied in den Unfallzahlen in Abhängigkeit vom verwendeten Verfahren beeinflusste, besonders da es keine signifikanten Unterschiede in dem Einsatz von Analyseverfahren und in den Unfallzahlen zwischen großen und kleinen Unternehmen gab. Vielleicht wurden zwar die gleichen Verfahren verwendet aber diese mit unterschiedlicher Intensität und Nachhaltigkeit. Gleiches gilt für den Umgang mit Analyseergebnissen, auch hier sollte untersucht werden, ob es weitere beeinflussende Variablen gibt. So sollte auch geklärt werden, ob es einen Zusammenhang mit einer anderen Variable gab, die für den Unterschied zwischen internen und externen Analysen zuständig war. Einerseits könnte man annehmen, dass externe Analysen an den Ursachen vorbeigehen und so nicht zur Prävention geeignet sind oder dass die Unternehmen, die besonders viele Unfälle haben, deren Analyse aus Ressourcengründen auslagern. Andererseits könnten sowohl die Auslagerung als auch die hohen Unfallzahlen von anderen Faktoren wie fehlender Qualifikation, Desinteresse an Sicherheit oder mangelnder Sicherheitskultur verursacht sein.

Obwohl die Annahmen bezüglich der durchschnittlichen Analysezeit und einer Systematik für Beinahe-Unfälle nicht signifikant wurden, gibt es hier zumindest Tendenzen entsprechend der Annahmen. Ein Großteil der aufschlussreichen Information aus den deskriptiven Analysen, konnte nicht in den inferenzstatistischen Tests nachgewiesen werden. Aus unserer Sicht gibt es hierfür drei bedeutsame Erklärungen:

- Die bereits diskutierte Selbstselektionstendenz könnte zu Deckeneffekten und damit zu einer Verringerung der Antwortvarianz geführt haben.
- Die Stichprobe war für die Vielzahl von untersuchten Fragen zu klein. Ursprünglich war eine größere Stichprobe von teilnehmenden Unternehmen geplant, die sich trotz mehrfacher Bemühungen nicht realisieren ließ.
- Das Verständnis der Befragten wies auf teilweise unterschiedliche mentale Modelle zu dem Fragegegenstand hin, so wurde z. B. auf die Frage nach Analyseverfahren als Antwort „Arbeitssicherheitsausschuss“ gegeben, so dass wie bei den meisten schriftlichen eher quantitativen Erhebungsmethoden zusätzlicher Interpretationsbedarf verbleibt.

Für die vertiefenden Interviews im nächsten Schritt erschien es besonders wichtig, das Vorgehen von großen und kleinen Unternehmen genau zu hinterfragen, um mögliche Unterschiede identifizieren zu können. Ebenfalls sollte generell das Vorgehen bei Analysen von Arbeitsunfällen erhoben werden, auch um mögliche Ansatzpunkte für den zu erstellenden Leitfaden zu identifizieren.

3.4 Entwicklung des Interviewleitfadens

Im Anschluss an die Fragebogenerhebung, aus der sich Hinweise, Zusammenhänge und Unterschiede ergaben, die aufgrund der Untersuchungsmethode nicht in ausreichender Tiefe analysiert werden konnten, wurden in einer Stichprobe sieben vertiefende Interviews mit verschiedenen Vertretern aus den ausgewählten Unternehmen durchgeführt. Ein besonderer Schwerpunkt der vertiefenden Interviews lag in der detaillierten Abklärung der konkreten Vorgehensweise bei Unfallanalysen in den Unternehmen und des Informationsbedarfs der Unternehmen zur Auswahl von geeigneten Analyseverfahren. Das Ziel der vertiefenden Interviews war die Klärung und Beantwortung offengebliebener Fragen und Widersprüche aus der Fragebogenerhebung. So sollte geklärt werden, ob die angegebenen Schwierigkeiten bei der Auswahl von geeigneten Analyseverfahren auf reinen Wissensmangel beruhten oder ob es sich um Defizite bezüglich der Vorgehensweise handelte, die durch eine bessere Ausbildung in diesem Bereich kompensiert werden können. Weiterhin sollten Unklarheiten hinsichtlich des Zeitaufwandes, des Kosten-Nutzen-Verhältnisses der Unfallanalysen und der Erfassung von Beinahe-Unfällen beseitigt werden.

3.4.1 Ableitung von Fragenkomplexen für die vertiefenden Interviews

Folgende Themenbereiche bzw. Auffälligkeiten kristallisierten sich aus den Ergebnissen der Fragebogenerhebung heraus, die für eine detaillierte Betrachtung in den vertiefenden Interviews ausgewählt wurden:

- Die Zusammensetzung der Stichprobe der Unternehmen für die vertiefenden Interviews wurde an die Verteilung der antwortenden Unternehmen in der Fragebogenuntersuchung entsprechend den Bereichen Produktion, Dienstleistung, Forschung und Entwicklung angepasst.
- Die Existenz und die Strukturen einer Arbeitsschutzorganisation sollten in den vertiefenden Interviews von den Interviewpartnern beschrieben und erläutert werden, da sie die Qualität von Unfallanalysen zu beeinflussen schienen. Diesem Hinweis aus der Fragebogenuntersuchung wurde in den Interviews weiter nachgegangen. (*Fragenkomplex 1 „Unternehmensbeschreibung in Bezug auf Arbeitsschutz-/Arbeitssicherheitsorganisation“*)
- Insgesamt schien es besonders wichtig, in den vertiefenden Interviews das Vorgehen bei der Durchführung der Analyse zu hinterfragen. Darauf aufbauend sollten dann mögliche Faktoren, die zu unterschiedlichem Vorgehen führen, erfragt werden. Die Auswertung der Dauer von Arbeitsunfallanalysen zeigte in der Fragebogenuntersuchung deutliche Unterschiede zwischen den Unternehmen in Abhängigkeit ihrer Unternehmensgröße. Unklar blieb jedoch, wo genau die Unterschiede in der Analysedauer ihren Ursprung haben. Um zusätzliche Informationen hierzu zu erhalten, sollte die Vorgehensweise nach Eintritt eines Arbeitsunfalls in den vertiefenden Interviews von den Interviewpartnern genau beschrieben und erläutert werden. In diesem Zusammenhang sollte auch detailliert ermittelt werden, warum die Erfassung und Auswertung von Beinahe-Unfällen in Unternehmen selten durchgeführt wird und welche Schwierigkeiten Unternehmen bei der Analyse von Beinahe-Unfällen sehen. (*Fragenkomplex 2 „Kenntnisse und Vorgehensweisen“*)

- Um genauere Informationen zur Analysetiefe bzw. -qualität zu erhalten, sollte der Prozess der Ursachenermittlung differenziert betrachtet werden. Erfahrungsgemäß besteht eher eine Tendenz bei Betriebspraktikern, Analysen zu früh zu beenden. Dieser Hypothese sollte im vertiefenden Interview nachgegangen werden. (*Fragenkomplex 3 „Ursachenermittlung“*)
- Neben der angemessenen Ursachenermittlung kann die Art des Umgangs mit Analyseergebnissen ein Qualitätsindikator für die Güte der Analyse darstellen. Die Ergebnisse der Fragebogenuntersuchung zeigten, dass in KMU die Erkenntnisse aus Unfallanalysen tendenziell weniger nachhaltig genutzt werden als in Großunternehmen. Die Gründe dafür konnten mit dem Fragebogen nicht ermittelt werden, so dass sich hier ein weiterer Fragenkomplex für die vertiefenden Interviews ableiten ließ. Weiterhin sollte festgestellt werden, ob und inwieweit Akzeptanzprobleme bei Mitarbeitern und Führungskräften bei der Durchführung von Unfallanalysen bzw. Analysen von Beinahe-Unfällen auftreten, und wie diese geartet sind. (*Fragenkomplex 4 „Umgang mit Analyseergebnissen“*)
- In der Fragebogenuntersuchung zeigte sich, dass viele Unternehmen in der Durchführung von Unfallanalysen keinen realen Gewinn sondern eine zusätzliche Belastung sehen. Deshalb sollten in den vertiefenden Interviews möglichst Akzeptanzgrenzen für verschiedene Kosten-Nutzen-Verhältnisse ermittelt werden. Für die vertiefenden Interviews ergab sich daraus, dass ein wichtiger Schwerpunkt auf die im Unternehmen praktizierte Aufbereitung und auf die Darstellung von Analyseergebnissen gelegt werden sollte. Weiterhin sollten die Anforderungen an Analyseverfahren im Hinblick auf Erfahrungsrückfluss und Organisationales Lernen von den Unternehmen thematisiert werden. (*Fragenkomplex 5 „Efahrungsrückfluss und Organisationales Lernen“*)
- Zum Abschluss der vertiefenden Interviews sollten Optimierungsmöglichkeiten und Unterstützungsbedarf für die Anwendung von Arbeitsunfallanalyseverfahren gerade auch im Hinblick auf den zu erstellenden Leitfaden angesprochen werden. (*Fragenkomplex 6 „Kenntnisse und Vorgehensweise“*)

Für die Durchführung der vertiefenden Interviews wurde ein Interviewleitfaden entwickelt, der auf den Ergebnissen der Fragebogenuntersuchung aufbaut und die Erfahrungen der Projektbearbeiter mit Root-Cause-Analysen berücksichtigt.

Der Interviewleitfaden sollte dazu dienen, sehr viele Informationen von den Interviewpartnern zu erhalten, um einen möglichst vollständigen Gesamteindruck über deren Ziele, Vorgehensweisen und Anforderungen bei Unfallanalysen zu erhalten. Die Fragen wurden so formuliert, dass die Interviewpartner offen und umfassend antworten konnten. Dadurch sollte sichergestellt werden, dass die Interviewpartner wichtige und relevante Informationen zuerst ansprechen konnten.

3.4.2 Durchführung der vertiefenden Interviews

Die vertiefenden Interviews wurden in einer offenen Form geführt, was den Interviewpartnern die Möglichkeit gab, alle gewünschten und aus ihrer Perspektive als wichtig bewerteten Informationen und Erfahrungen darzulegen. Bei Unklarheiten oder dem Fehlen relevanter Aspekte wurde von den Interviewern konkret nachgefragt.

Zusätzlich zum Leitfaden wurde eine Checkliste erarbeitet, die die Inhalte des Leitfadens kompakt widerspiegelt und bei der Durchführung des Interviews eine Über-

prüfungshilfe darstellte, ob auch alle relevanten Aspekte im Interview behandelt wurden. Sowohl der Interviewleitfaden als auch die Checkliste sind im Anhang 2 dargestellt.

Die Interviewstichprobe setzte sich aus insgesamt sieben Unternehmen zusammen, die aus den Bereichen Produktion (6) und Forschung und Entwicklung (1) stammten. Vier Unternehmen waren größere Unternehmen mit mehr als 500 Mitarbeitern und drei Unternehmen waren Unternehmen mit bis zu 500 Mitarbeitern.

Die Interviews wurden im Zeitraum November und Februar 2012 jeweils von zwei Interviewern in den teilnehmenden Unternehmen durchgeführt. Bei zwei Interviews war auch die Projektbetreuerin der BAuA anwesend. Die Dauer der Interviews variierte zwischen 2,0 und 3,5 Stunden. Von Unternehmensseite nahmen an den Interviews die Verantwortlichen der Arbeitssicherheits- bzw. Arbeitsschutzabteilungen teil sowie an einigen Interviews auch die Werksleitungen der Unternehmen.

3.5 Ergebnisse der vertiefenden Interviews

Die Ergebnisse der vertiefenden Interviews zeigen ein differenziertes und in Bezug auf bestimmte Fragenkomplexe auch sehr uneinheitliches Bild. Darum erscheint es sinnvoll, die Ergebnisse der vertiefenden Interviews separat nach den Fragenkomplexen auszuwerten.

Fragenkomplex 1: Unternehmensbeschreibung in Bezug auf die Arbeitssicherheits- bzw. Arbeitsschutzorganisation

Alle an den Interviews teilnehmenden Unternehmen beschäftigten eigene Sicherheitsfachkräfte bzw. Sicherheitsingenieure und Sicherheitsbeauftragte. Die Größe der Arbeitssicherheitsabteilungen und die Anzahl der Mitarbeiter, die diesen Abteilungen zugeordnet waren, schwankte stark in Abhängigkeit von der Gesamtzahl der Mitarbeiter, die insgesamt im Unternehmen beschäftigt waren. Weiterhin gab es Unterschiede in der Zuordnung der Sicherheitsfachkräfte bzw. Sicherheitsingenieure. Sie waren entweder als Stabstellen bei der Geschäftsführung oder bei der Produktion angesiedelt. In einigen Unternehmen bildeten sie eigenständige Abteilungen, bei denen die Leitung der Abteilung mit Führungsverantwortung ausgestattet war.

Alle interviewten Unternehmen hatten ein Managementsystem implementiert, diese unterschieden sich jedoch in der Art, in der sie im Unternehmen realisiert wurden beispielsweise als integriertes Managementsystem, Sicherheitsmanagementsystem, Arbeitssicherheitsmanagementsystem oder Qualitätsmanagementsystem. Die befragten größeren Unternehmen waren entweder in der Zertifizierungsphase oder planten diese, während zwei der drei mittelständischen Unternehmen schon zertifiziert waren. Die Bedeutsamkeit von Managementsystemen für die interviewten Unternehmen zeigte sich auch darin, dass fast alle Unternehmen von bei ihnen tätigen Fremdfirmen bzw. Zulieferern ebenfalls ein Arbeitssicherheitsmanagementsystem bzw. Sicherheitsmanagementsystem fordern. Durch die Verbreitung von Managementsystemen in den Unternehmen wurde deutlich, dass die Arbeitssicherheit und der Arbeitsschutz festgelegten Prozessen und Strukturen folgt, die auch die Vorgehensweisen bei meldepflichtigen, nicht meldepflichtigen und im überwiegenden Teil der Unternehmen auch bei Beinahe-Ereignissen systematisch festschreiben. Die

Ausgestaltung der spezifischen Regelungen, Vorgaben und Anweisungen in den einzelnen Unternehmen ist dann stark davon abhängig, zu welcher Branche das Unternehmen gehört und ob es in einem Konzernverbund ist, von dem allgemein verbindliche Vorgaben aber auch Unterstützung gestellt werden.

Die mittelständischen Unternehmen, die an den Interviews teilgenommen haben, haben im Verlauf ihrer Unternehmensgeschichte fast alle schon einmal zu einem nationalen oder internationalen Großkonzern gehört, von dem sie Arbeitsschutz- bzw. Arbeitssicherheitsstrukturen übernommen und beibehalten haben.

In Bezug auf die genannten Gefährdungspotenziale ergaben sich zwischen den interviewten Unternehmen in Abhängigkeit von der Branche bzw. dem herzustellenden Produkt deutliche Unterschiede. Dennoch wurden als häufigste Unfallursachen in allen Unternehmen Wegeunfälle genannt, gefolgt von Sturz-, Absturz- und Stolperunfällen, Schnitt-, Stichverletzungen sowie Verletzungen aufgrund von mechanischen Gefährdungen (Stoßen, Quetschen, Zerdrücken etc.).

Wenn sich bei Unternehmen schwerwiegende bzw. tödliche Unfälle ereigneten, traten diese bei Arbeiten auf Höhen, im Zusammenhang mit werkseigenem Schienenverkehr, bei Elektroarbeiten sowie bei schweren bewegten Lasten auf.

Unterschiede konnten zwischen größeren und kleineren Unternehmen zudem in der Kenntnis und dem Verständnis des Begriffes „Sicherheitskultur“ ermittelt werden. Während in den größeren Unternehmen das Konzept der Sicherheitskultur weitestgehend bekannt ist und auch im Unternehmen thematisiert wird, ist dieses in den kleineren Unternehmen in dieser Form nicht gegeben, sondern wird insgesamt unter dem Begriff Unternehmenskultur subsummiert.

Fragenkomplex 2: Kenntnisse und Vorgehensweise bei Analysen

In Bezug auf Unfallmeldung bzw. Unfallfassung zeigte sich über alle befragten Unternehmen noch ein relativ einheitliches Bild. In allen Unternehmen wurden die Unfälle systematisch mit Hilfe eines standardisierten Meldungsformulars und/oder eines Eintrages ins Verbandsbuch erfasst. Dies erfolgte entweder elektronisch in einem Erfassungssystem oder in Papierform. Erfasst wurden die Unfälle von den Sicherheitsfachkräften, Sanitätern oder den Vorgesetzten der Verunfallten vor Ort. Bei den - an die reine Erfassung des Unfalls - anschließenden Schritten zeigten sich dann bei den befragten Unternehmen Unterschiede, insbesondere im Hinblick auf die Auslösung und Durchführung von systematischen Unfallanalysen. Grundsätzlich lassen sich hierbei verschiedene Vorgehensweisen unterscheiden. Bei fast allen Unternehmen wird eine Unfallanalyse entweder in Abhängigkeit der Ausfalldauer des Verunfallten (mehr als einen Tag oder ab drei Tage) oder der Schadens (schwere und tödliche Unfälle) oder aufgrund des Schadenspotenzials ausgelöst und gestaffelt analysiert. In einem Unternehmen wird dagegen für alle Unfälle eine Unfallanalyse durchgeführt.

Insgesamt kann festgestellt werden, dass alle Unternehmen eine systematische Vorgehensweise zur Unfallanalyse in ihren schriftlichen Regelungen, Anweisungen oder in ihren Managementsystemen festgelegt haben. Auch die Auslösekriterien für die Durchführung von Unfallanalysen sind in den Unternehmen schriftlich festgehalten, auch wenn sich diese von Unternehmen zu Unternehmen voneinander unterschei-

den. Es konnten in Bezug auf die Auslösekriterien für Unfallanalysen keine systematischen Unterschiede zwischen Großunternehmen und mittelständischen Unternehmen ermittelt werden. Darüber hinaus berichteten alle befragten Unternehmen, dass eine Berichterstattung der Analyseergebnisse bzw. Reporting an die Vorgesetzten erfolgt. Unterschiede zeigten sich in Bezug auf die Empfänger des Reportings, insbesondere bei schweren und tödlichen Unfällen. Die Adressaten der Analyseergebnisse waren entweder die Werksleitung, die Geschäftsführung oder der Vorstand.

Die Ergebnisse zur Kenntnis und Auswahl von Analyseverfahren können die Ergebnisse der Fragebogenuntersuchung nur teilweise bestätigen. In den befragten Großunternehmen waren jeweils mehrere systematische Unfallanalyseverfahren bekannt und wurden teilweise auch verwendet. Bei den mittelständischen Unternehmen war das Ergebnis vergleichbar zu der Fragebogenuntersuchung. Allerdings wurde in den Großunternehmen mehrfach angegeben, dass bei den Sicherheitsfachkräften, die die Analyse durchführen, weniger Verfahren bekannt sind. Zwei Großunternehmen haben daraufhin unternehmensinterne Schulungen zu den Verfahren initiiert. Ein Großunternehmen hat zusätzlich ein Handbuch zur Analyse erstellt. Insgesamt ist das Vorgehen mehrfach eine Kombination aus vorhandenen Unfallanalyseverfahren und selbst entwickelten Elementen. Ein Unternehmen wählt in Abhängigkeit vom Unfallhergang eine geeignete Analyseverfahren aus. Als Informationsquelle für die Sicherheitsfachkräfte in Bezug auf Unfallanalyseverfahren wurden vor allem die Berufsgenossenschaften bzw. Schulungsveranstaltungen der Berufsgenossenschaften genannt. Allerdings lässt sich aus den Ergebnissen hier ein Verbesserungsbedarf bezüglich der Schulung von Unfallanalyseverfahren für die Berufsgenossenschaften und die Ausbildung der Sicherheitsfachkräfte feststellen.

In Bezug auf die Informations- und Datenquellen bei der Analyse gaben die Unternehmen in den Interviews an, dass sie vielfältige Quellen nutzen, wie Unfallmeldebögen/elektronische Meldefomulare, Unfallberichte, Mitarbeitergespräche (Verunfallte), Vor-Ort-Begehungen, Interviews mit Beteiligten und mit Führungskräften sowie Peer-Gespräche⁴.

Die Erfassung von Beinahe-Unfällen/-Ereignissen erfolgte in allen Unternehmen mit einer Ausnahme. Unterschiede zeichneten sich jedoch bei der Analyse von Beinahe-Unfällen ab. So wurde aus den Interviews deutlich, dass bei fast allen Unternehmen eine Expertenbewertung bzgl. des Potenzials zum schweren bzw. tödlichen Unfall auf die Erfassung folgt. Anschließend werden nur diejenigen Beinahe-Unfälle weiter analysiert, bei denen ein solches Potenzial gesehen wird. Ebenfalls wurde von den befragten Unternehmen genannt, dass ihre Vorgehensweise bei der Analyse von Beinahe-Unfällen häufig nicht systematisch und daher stark verbesserungsbedürftig sei, dieses aber für die Zukunft geplant sei.

In Bezug auf die positiven und negativen Erfahrungen mit Analyseverfahren zeigte es sich, dass alle Unternehmen es für notwendig und wichtig hielten, systematische Verfahren bei der Unfallanalyse einzusetzen. Sie unterschieden jedoch nicht zwischen wissenschaftlich entwickelten und überprüften Verfahren und selbst entwickelten Verfahren. Bei den Großunternehmen wurden systematische Unfallanalysen übereinstimmend als selbstverständlicher Bestandteil der Unternehmens- und Si-

⁴ Gespräche mit Fachkollegen, Gleichgestellten.

cherheitskultur gesehen. Ein Interviewpartner beschrieb seine Erfahrungen mit Unfallanalysen sogar als Hinwendung zu einer „Lösungskultur“. Im Gegensatz dazu wurde in den mittelständischen Unternehmen davon berichtet, dass die Durchführung von Unfallanalysen durch Hemmungen der Mitarbeiter gegenüber ihren Vorgesetzten erschwert wird. Als weitere Barriere nannten sie, dass unangenehme Fragen von den Analytikern in den Gesprächen mit den Mitarbeitern nicht gestellt werden. In der Durchführung von Unfallanalysen insgesamt sahen die befragten Unternehmen ein nicht zu unterschätzendes Konfliktpotenzial. Als generelle Probleme wurden auch die Qualität der Fragen, sowie ein häufig vorliegende Theorielastigkeit der Verfahren gesehen, die die Umsetzung in die Unternehmenspraxis erschwert. In diesem Zusammenhang haben mehrere befragte Unternehmen darauf hingewiesen, dass die Güte der Analysen stark vom durchführenden Arbeitsbereich oder der durchführenden Person abhängig ist. Hier wurde vor allem ein Verbesserungspotenzial darin gesehen, dass Personen, die die Analysen durchführen, beispielsweise im Führen von Interviews oder im Aufspüren von Widersprüchen geschult werden sollten.

In Bezug auf die Unterschiede in der Dauer der Unfallanalysen, die sich in der Fragebogenuntersuchung heraus kristallisierten, weisen die Interviews in die entgegengesetzte Richtung. Fast alle größeren Unternehmen benötigen für die Durchführung von Unfallanalysen für schwere und tödliche Unfälle nach ihren eigenen Angaben 20 bis 30 Arbeitstage (Personentage), für die Analyse von weniger schweren Unfällen bis zu 5 Arbeitstagen, während die kleineren Unternehmen angaben, maximal 1-3 Tage für die Analyse von Unfällen inklusive Berichtserstellung zu benötigen.

Fragenkomplex 3: Ursachenermittlung bei Analysen

Auf die Frage, welche Ursachen bei den Analysen von Arbeitsunfällen am häufigsten identifiziert werden, nannten drei Unternehmen verhaltensbedingte Ursachen wie Umgehen von Regeln. Allerdings wird in keinem der Unternehmen eine systematische Trendanalyse der identifizierten Ursachen über alle Arbeitsunfälle durchgeführt. In einem Unternehmen wird zumindest beobachtet, ob sich Häufungen von Ursachenkategorien ergeben. Bei mehreren Unternehmen gehen nicht die selbst identifizierten Ursachen in die Statistik ein sondern die Deskriptoren aus den Berichten an die Berufsgenossenschaften, so dass eine Trendverfolgung erschwert wird.

Zu den Abbruchkriterien bei der Analyse nannte kein Unternehmen definierte Stopp-Regeln. Ein Teil der befragten Unternehmen gaben Faktenaufzählung und geeignete Maßnahmen als Abbruchkriterien an. Bei zwei größeren Unternehmen wurde eine Überprüfung durch die Abteilungsleitung auf Vollständigkeit und ausreichende Analysetiefe genannt. Ein Unternehmen gab an, dass die Analyse erst durch Umsetzung der Maßnahmen und die Bewertung ihrer Wirksamkeit abgeschlossen sei.

Fragenkomplex 4: Umgang mit Analyseergebnissen

Alle Unternehmen gaben an, ein Dokumentationssystem für die Berichte zu haben und einen Abgleich mit bzw. gegebenenfalls eine Aktualisierung der Gefährdungsbeurteilung vorzunehmen. Die befragten größeren Unternehmen nannten ebenfalls die Verteilung von Unfallberichten entweder an bestimmte Personenkreise oder an alle Mitarbeiter über das Intranet. Bei zwei größeren Unternehmen werden bei tödlichen Unfällen die Ergebnisse der Geschäftsführung bzw. dem Vorstand vorgestellt. Ein Unternehmen nannte explizit die Prüfung der Übertragbarkeit und zwei Unternehmen den Austausch in Arbeitssicherheitsgremien.

Zu möglichen Akzeptanzproblemen gaben die befragten Unternehmen ähnliche Antworten. Diese wurde vor allem in Schuldzuweisungen durch Vorgesetzte, höhere Ebenen und die Aufsichtsbehörden sowie in den Kosten (Zeit, Bindung von Beteiligten) besonders bei leichteren Unfällen gesehen. Zwei größere Unternehmen gaben noch zusätzlich fehlendes Verständnis der Sicherheitsfachkräfte für Human Factors an.

Alle befragten Unternehmen hatten ein Maßnahmenverfolgungssystem entweder in Listen, im Analyseprotokoll oder durch Einsetzung eines Verantwortlichen. Systematische Wirksamkeitskontrollen der Maßnahmen gab es in keinem der befragten Unternehmen.

Fragenkomplex 5: Erfahrungsrückfluss und Organisationales Lernen

Auf die Frage, auf welchen Wegen die Erfahrungen aus den Unfallanalysen weitergegeben werden, gaben alle befragten Unternehmen an, dass sie diese mehr oder weniger systematisch in Sicherheitskreisen wie ASA oder in größeren Kreisen wie Werkskonferenzen diskutiert würden. Drei der befragten größeren Unternehmen stellten dar, dass sie die Erfahrungen in „learning lessons“ formulieren. Eines dieser Unternehmen erarbeitet Lernfälle für alle schweren oder tödlichen Unfälle, in einem anderen dieser Unternehmen wird vor allem die Übertragbarkeit thematisiert.

Nur von einem der befragten Unternehmen wurden explizite Anforderungen an Analyseverfahren formuliert. Diese sollten übersichtlich, systematisch, strukturiert, verständlich, pragmatisch und auswertbar (Ergebnisse erzielen) sein. Diese Aspekte wurden in allen Interviews angesprochen, jedoch nicht explizit als Anforderung genannt. Bei zwei Unternehmen wurde noch besonders auf die Verständlichkeit der Verfahren verwiesen. In diesem Zusammenhang wurde auch deutlich, dass das Verfahren selbst und die Kenntnis des Verfahrens nicht hinreichend für eine gute Analyse sind. Vielmehr wurde in fast allen Gesprächen deutlich, dass kulturelle Aspekte des Unternehmens wie Schuldzuweisungsfreiheit, soziale Kompetenzen der Analytiker wie Kommunikationsfähigkeit und Empathie für die Durchführung von Interviews sowie Erfahrung die Erfolgsfaktoren für die Unfallanalyse darstellen.

Fragenkomplex 6: Unterstützung und Optimierung von Analysen

Auf die Frage, was die Unternehmen von dem Leitfaden erwarten, haben sechs Unternehmen ihre Wünsche geäußert. Von diesen nannten alle als wichtigsten Punkt Hilfen für die Gesprächsführung, d. h. konkrete Hilfen für die Untersucher, wie sie sich in Befragungen und Gesprächen mit den Beteiligten verhalten sollten. Weitere Wünsche waren Hinweise zu den folgenden Themen:

- Wie erkenne ich, dass ich weiter/tiefer fragen muss?
- Wie gewinne ich das Vertrauen der Mitarbeiter?
- Wie verhindere ich Schuldzuweisungen?
- Wie schreibe ich einen Unfallbericht inklusive „learning lesson“ (Struktur)?

Von einem Unternehmen wurden Auswahlkriterien bzw. Qualitätsmerkmale für Schulungsveranstaltungen gewünscht. Ein anderes wünschte sich die Darstellung mehrerer Analyseverfahren sowie einen multimedialen Leitfaden.

Zusätzlichen Unterstützungsbedarf sahen alle befragten Unternehmen in der Ausbildung der Sicherheitsfachkräfte. Es wurde in allen Interviews als Mangel darge-

stellt, dass diese nicht ausreichend auf die Analyse von Arbeitsunfällen in ihrer Ausbildung vorbereitet würden. Zwei der größeren Unternehmen haben aus diesem Grund bereits interne Schulungen organisiert. Ein Unternehmen wünschte sich ein rechnergestütztes Auswertungstool.

3.6 Zusammenfassung und Interpretation der Interviewergebnisse

Die Interviews untermauerten die Ergebnisse der schriftlichen Befragung und konnten zusätzlich zu einer weiteren Klärung von offen gebliebenen Fragen aus der Fragebogenuntersuchung beitragen. Die Arbeitshypothese, dass es branchenspezifische Unterschiede bei Unfallanalysen geben könnte, wurde weder in der Fragebogenuntersuchung noch in den vertiefenden Interviews in irgendeiner Form gestützt, so dass der Leitfaden zur Unfallanalyse branchenunabhängig entwickelt wurde. Alle befragten Unternehmen hatten Managementsysteme, mit deren Hilfe auch Arbeitsschutz und Arbeitssicherheit gesteuert wurde. Die Stellung der Sicherheitsabteilung/Sicherheitsfachkräfte unterschied sich jedoch, so besaßen vor allem größere Unternehmen eigene Abteilungen für Arbeitssicherheit.

Zu den Kenntnissen und Vorgehensweise in Bezug auf Unfallanalysen hatten alle befragten Unternehmen ein standardisiertes und mehr oder weniger systematisches Vorgehen. Größere Unternehmen analysierten zumindest ihre schweren Unfälle eher mit Verfahren, die den Root-Cause-Analysen zugeordnet werden können, während die mittelständischen Unternehmen mehr auf Eigenentwicklungen setzten. In allen Unternehmen war die Erfassung von Unfällen vergleichbar und auch schriftlich festgehalten, bei den größeren Unternehmen wurden mit wachsenden Unfallfolgen (Schwere des Unfalls, Anzahl der Ausfalltage) die Analyseprozesse vertieft, d. h. es wurden mehr Personen und Daten in die Analyse einbezogen, mehr Kontrollschritte durchgeführt sowie an höhere Stellen berichtet. Beinahe-Unfälle wurden in die Analysen einbezogen, wenn in ihnen ein Potenzial zu einem schweren Unfall gesehen wird. Allerdings sahen die Unternehmen hier noch Verbesserungspotenzial. Alle Unternehmen hielten systematische Verfahren für wichtig. Als Barrieren wurden von einem Teil der Interviewpartner Vorgesetzte und fehlende Kompetenz der Sicherheitsfachkräfte genannt, die sich vor allem auf das Führen von Interviews und Stellen der „richtigen“ Fragen bezog. In den Interviews wurde weiterhin klar, dass die Dauer der Unfallanalyse bei der Fragebogenuntersuchung durchaus unterschiedlich interpretiert wurde. Teilweise wurden nur die Zeiten des Gesprächs mit Beteiligten genannt, Vor-Ort-Begehungen und Berichtslegung wurden von einigen Unternehmen nicht als Analysezeit gesehen. Insgesamt zeigte sich in den Interviews, dass größere Unternehmen eher mehr Zeit für die Analyse verwenden. Dies kann auch an den zur Verfügung stehenden Ressourcen liegen.

In Bezug auf die Ursachenermittlung zeigte sich auch in den Interviews, dass die Analysen eher zu früh abgebrochen werden und dass es keine definierten Abbruchkriterien gab. Deutlich wurde ebenfalls, dass es keine systematische Trendverfolgung oder Analyse über mehrere Unfälle auf der Basis der ermittelten Ursachenkategorien gab.

Zum Umgang mit Analyseergebnissen kann zusammengefasst werden, dass diese dokumentiert werden und ein Abgleich mit den Gefährdungsbeurteilungen durchgeführt wird. Teilweise gaben die Unternehmen an, dass sie die Ergebnisse an Mitarbeiter per Mail oder Intranet verteilen. Alle befragten Unternehmen hatten Maßnahmenverfolgungssysteme. Kosten der Analysen und Schuldzuweisungen waren die genannten Ursachen für Akzeptanzprobleme.

Der Erfahrungsrückfluss lief in den befragten Unternehmen entweder über Diskussionen in Arbeitskreisen oder Gremien oder über die Formulierung von „learning lessons“. Zu den genannten Anforderungsmerkmalen an Analyseverfahren wie Verständlichkeit und eine systematische Vorgehensweise wurden auch Anforderungen an die Untersucher formuliert wie Interviewführung.

So wurde im Hinblick auf den Inhalt des Leitfadens und weitere Unterstützung von den befragten Unternehmen vor allem die Kompetenz der Analysierenden angesprochen. Für den Leitfaden bedeutet dies vor allem, praktische Hilfen zur Durchführung und Auswertung der Unfallanalysen aufzunehmen.

Bei der Bewertung der Ergebnisse der Interviews kommen wir zu folgendem Bild:

- Verbesserungspotenziale ergeben sich in erster Linie in Bezug:
 - auf eine systematischere Herangehensweise bei Beinahe-Unfällen,
 - auf die systematische Auswertung von Analyseergebnissen über Unfälle hinweg und
 - auf eine verbesserte Ausbildung von Sicherheitsfachkräften hinsichtlich Human Factors und systematische Unfallanalysen.
- In größeren Unternehmen scheinen die Analysen vertiefter durchgeführt zu werden als in kleineren.
- Die Analysequalität wird durch das eingesetzte Verfahren nur teilweise beeinflusst, kulturelle und personelle Faktoren wirken ähnlich stark.
- Unternehmen, deren Sicherheitsabteilung hoch in der Unternehmenshierarchie aufgehängt ist, weisen im Hinblick auf die Analyse von Unfällen und das Lernen aus Erfahrung besonders gute Ergebnisse auf. Gleiches gilt auch für Unternehmen, bei denen sich der Leiter der Sicherheitsabteilung der Verbesserung der Sicherheit persönlich verpflichtet fühlt und hohe Verantwortung übernimmt, sozusagen „ein Kümmerer“ ist.
- Barrieren oder genannte Schwierigkeiten liegen vor allem im Bereich der weichen Faktoren wie sozialer Kompetenz, hinterfragender Grundhaltung und kultureller Faktoren (Schuldzuweisungen).

3.7 Ergebnisse des ersten Workshops

In dem ersten Workshop sollten „Best Practices“ in der Unfallanalyse an Betriebspraktiker vermittelt werden. Ein weiteres Ziel war die systematische Sammlung und Diskussion von Anforderungen an den zu erstellenden Leitfaden. Die Tagesordnung und Unterlagen des Workshops sind im Anhang 3 wiedergegeben.

Die Ergebnisse der Gruppenarbeiten beim Workshop zeigten, dass viele Teilnehmer noch keine Analyse durchgeführt hatten, und dass die Zielsetzung und der Untersu-

chungsansatz systematischer Ereignisanalysen noch nicht bekannt waren. In den Unternehmen werden häufig sogenannte Ablauf- oder Unfallberichte erstellt, bei der höchstens nach einem Unfallverursacher gesucht wird. Die Untersuchungen wurden nach Meinung der Teilnehmer auch zu früh beendet und schlossen organisationale Aspekte nicht ein.

Zu den Hindernissen bei der Durchführung der Unfallanalysen nannten die Teilnehmer personenbezogene Aspekte wie fehlende soziale Kompetenzen. Es wurde jedoch auch deutlich, dass die Durchführung von Untersuchungen durch unternehmenspolitische Gründe verzögert werden kann, beispielsweise weil Folgen, die über die Unternehmensgrenzen hinaus reichen, befürchtet werden.

Die Erfahrungen der Teilnehmer und ihre Wünsche an den Leitfaden waren vielseitig. Zum einen wurden konkrete Arbeitserleichterungen für eine Analyse wie ein Fragenkatalog, Checklisten, Fallbeispiele und Visualisierungen gewünscht. Weiterhin wären Verfahrenshinweise wie eine Berichtsstruktur oder Do-s und Don't-s bei der Analyse hilfreich. Auch die Randbedingungen wollten die Teilnehmer geklärt wissen und nannten dazu Vorbedingungen für den Einsatz, Zielgruppendefinitionen, thematische Einordnung der Analyse und Anwendungsvoraussetzungen.

Insgesamt sollte der Leitfaden leicht verständlich und einfach in der Art und Anwendung konzipiert sein.

Die Ergebnisse des Workshops sind konsistent zu denen des Fragebogens und der vertieften Interviews. Der Informationsbedarf hinsichtlich systematischer Analyseverfahren spiegelt sich in den vielen konkreten Wünschen der Teilnehmer an den Leitfaden.

3.8 Schlussfolgerungen für die Leitfadententwicklung

Aus der Bewertung der existierenden Analyseverfahren wurde deutlich, dass sie in der Regel nicht für Arbeitsunfälle konzipiert waren, sondern für sicherheitsrelevante Systemereignisse. Viele Verfahren setzten Analyseteams oder besondere Strukturen voraus, die die Anwendungsmöglichkeiten in KMU einschränken. Weiterhin war ein Teil der Verfahren nur für einzelne Schritte des Analyseprozesses, wie die Ursachendarstellung, konzipiert. Insgesamt ergab sich aus der Bewertung (Kap. 2.5), dass keines der Verfahren in seiner augenblicklichen Form vollständig für eine optimale Analyse von Arbeitsunfällen in KMU geeignet ist. Jedoch gab es bei vier Verfahren Potenzial für Veränderungen und Vereinfachungen, so dass sie wirkungsvoll eingesetzt werden könnten. Da jedoch publizierte Verfahren von anderen Autoren nicht einfach geändert werden können und alle Verfahren zu aufwendig für KMU waren, haben wir uns entschieden, ein eigenes Verfahren zu entwickeln. Für die Entwicklung des Leitfadens wurden die folgenden Anforderungen aus der Bewertung der veröffentlichten Analyseverfahren abgeleitet:

- 1) Geeignet für Arbeitsunfälle
- 2) Behandlung des vollständigen Analyseprozesses
- 3) Bearbeitung auch von einzelnen Personen ohne spezielle Ausbildung
- 4) Hilfe gegen Urteilsverzerrungen

- 5) Ausreichender Untersuchungsumfang (organisationale und interorganisationale Aspekte berücksichtigt)
- 6) Abarbeitung weitgehend standardisiert (Gütekriterien)

Aus den Erfahrungen aus der betrieblichen Praxis (Fragebogenerhebung, Interviews und Workshop) ergaben sich die folgenden Wünsche bzw. Anforderungen, die bei der Erstellung des Leitfadens berücksichtigt wurden:

- 7) kurz, verständlich, pragmatische Ausrichtung, einfache Struktur, auch für Nicht-fachleute geeignet
- 8) Hilfsmittel wie Checklisten, Fragenkataloge
- 9) koordiniertes und klares Vorgehen bei der Informationsaufnahme
- 10) Gesprächsführungshilfen, Gestaltung einer förderlichen Gesprächsatmosphäre
- 11) Methodenüberblick

Zu 1): Die Eignung für Arbeitsunfälle wurde sowohl bei den verwendeten Beispielen als auch bei der Formulierung der Fragen zur Situation und zur Ursachensuche berücksichtigt.

Zu 2): Der Leitfaden wurde für einen vollständigen Analyseprozess konzipiert, indem sowohl die Informationssammlung, die Beschreibung des Unfallgeschehens als auch die Suche nach Ursachen und das Lernen aus Unfällen thematisiert wurden.

Zu 3): Für die Anwendung des Leitfadens wird keine gesonderte Schulung benötigt. Allerdings zeigt die Erfahrung, dass die Qualität von Analysen steigt, wenn die Untersucher mehrere Analysen durchgeführt haben, besonders wenn sie ein Feedback von Experten bekommen.

Zu 4): Als Hilfe gegen Urteilsverzerrungen wurde zum einen die Informationssammlung von der Ursachensuche getrennt, zum anderen gibt es Fragen, die vom Verunfallten weg und auf organisationale Aspekte gerichtet sind. Außerdem wird der Analytiker darauf hingewiesen, dass er alle Fragen für Ursachenfaktoren getrennt für jeden Handlungsschritt (wahlweise dargestellt als Eintrag in eine Tabelle oder in einen Ereignisbaustein) bearbeiten und bereits identifizierte Faktoren weiter hinterfragen soll.

Zu 5): Durch die im Leitfaden vorgegebenen Fragen zur Ursachensuche wird ein ausreichender Untersuchungsumfang (organisationale und interorganisationale Aspekte) berücksichtigt. Von den 15 Fragen zur Ursachensuche behandelt eine den Aspekt Technik, neun den Aspekt Organisation, eine Frage interorganisationale Aspekte und fünf Fragen Verhaltensaspekte.

Zu 6): Im Leitfaden wird eine systematische Abarbeitung vorgegeben, die durch Kurzanleitungen weiter standardisiert wird. In einem weiteren Workshop soll dann überprüft werden, ob so eine Annäherung an die klassischen Gütekriterien erreicht werden kann.

Zu 7): Wir haben zugunsten der Kürze einen Großteil weiterführender, nicht zur Analyse selbst notwendiger Information in den Anhang gestellt. Im Hinblick auf die Verständlichkeit auch für Laien wurden Beispiele und Kästen mit Hinweisen integriert.

Zu 8): Im Leitfaden sind Kurzanleitungen am Ende der jeweiligen Kapitel vergleichbar mit Checklisten integriert. Ferner finden sich Fragenkataloge sowohl im Leitfaden als auch in dessen Anhang.

Zu 9) und 10): Für die Informationssammlung und Gesprächsgestaltung wurde ein eigenes Kapitel mit vielen Hinweisen auch für die Gesprächsatmosphäre erstellt. Hier wird auch beschrieben, welche Informationen in welcher Reihenfolge zu sammeln sind.

Zu 11): Im Anhang des Leitfadens ist ein Methodenüberblick über die veröffentlichten Verfahren in Anlehnung an Kapitel 2.5 enthalten.

Generell sollte der Leitfaden auch für Unfälle angewandt werden können, an denen Fremdfirmenmitarbeiter beteiligt waren. Da es bezüglich der Untersuchungsmethode keinen Unterschied macht, bei wem Personen angestellt sind, ließ sich hier keine Besonderheit ableiten. Allerdings wird in der Einführung des Leitfadens explizit darauf hingewiesen, dass dieser auch für Unfälle mit Fremdfirmenbeteiligung gedacht ist.

3.9 Überprüfung des Leitfadens

Im Rahmen des Projektes sollte der Leitfaden zur Analyse von Arbeitsunfällen an einem Praxisbeispiel erprobt und gegebenenfalls optimiert werden. In einem zweiten Workshop (Tagesordnung im Anhang 4) wurde die Handhabbarkeit des Leitfadens sowie die Anwendung der vorgeschlagenen Vorgehensweise zur Durchführung von Root-Cause-Analysen anhand eines praktischen Beispiels eines Arbeitsunfalls erprobt. In Kapitel 3.9.1 werden die Ergebnisse der Workshopdiskussion und in Kapitel 3.9.2 die der Validierung des Leitfadens vorgestellt.

3.9.1 Workshopdiskussion

Die Auswertung der Diskussion nach der Erprobung des Leitfadens mit den Teilnehmern des Workshops ergab ein ausgesprochen positives Feedback. Die Mehrzahl der Teilnehmer hielt den Leitfaden für praxistauglich, anwendbar sowie für KMU geeignet.

Aus den Diskussionen mit den Teilnehmern des Workshops vor und nach der Erprobung des Leitfadens sowie aus Kommentaren, Anregungen, Problemen bei und Abweichungen von der beschriebenen Vorgehensweise während der Durchführung der Gruppenarbeiten wurden Verbesserungsmöglichkeiten abgeleitet.

Die Verbesserungsmöglichkeiten und Anmerkungen der Teilnehmer des Workshops lassen sich als übergeordnete Kategorien folgendermaßen zusammenfassen:

- 1) Vorbereitung der Analyse, Rahmenbedingungen, Ablauf
- 2) Ablauf der Analyse
- 3) Erstellung der Unfallbeschreibung
- 4) Ursachensuche

1) Vorbereitung der Analyse bzw. Rahmenbedingungen:

Von den Teilnehmern des Workshops wurden Ergänzungswünsche zu rechtlichen und gesetzlichen Hintergründen und deren Einhaltung sowie zu einer kurzen theoretischen Einführung in das Thema Unfallanalysen mit Abbildungen und einem Prozessablaufschemata für die Schritte der Analyse nach Leitfaden geäußert. Es wurde auch der Wunsch genannt, den Anfangspunkt der Analyse detaillierter zu beschreiben bzw. Hilfestellungen zu formulieren, wie dieser durch die Analysten bestimmt werden kann. Da der Leitfaden andererseits nach Wunsch vieler Teilnehmer unbedingt so kurz bleiben sollte, werden diese Aspekte als Hintergrundwissen bzw. weiterführende Informationen auf die Internetseite der BAuA gestellt.

In Bezug auf die Vorbereitung sowie die Durchführung der Analyse wurden von den Teilnehmern die Bedeutung des Analyseteams (wenn möglich interdisziplinär) und die Notwendigkeit einer Moderation bei Teamarbeit betont. Nach Einschätzung der Teilnehmer ist es für Mitarbeiter in Unternehmen möglich, eine Unfallanalyse mit dem Leitfaden durchzuführen. Allerdings sind dafür die Sichtung aller vorhandenen Informationen und Dokumente zum Ereignis, sowie eine intensive Auseinandersetzung mit dem Leitfaden (eventuell unter Anleitung als Schulung) notwendig.

2) Erstellung der Unfallbeschreibung:

Hier wurde mehrmals der Wunsch geäußert, Kriterien für die Entscheidung zwischen Ablauftabellen und Ereignisbausteinen zu benennen, d. h. wann die Vorgehensweise mit Ereignisbausteinen und wann die Ablaufabelle gewählt werden sollte. Die Anmerkungen der Teilnehmer während der Erprobung zeigten, dass die verschiedenen Gruppen bei der ersten Durchführung einer Analyse mit dem Leitfaden anfangs unsicher waren, wie sie einen Ereignisbaustein erstellen und welche Informationen erfasst werden sollen. Ein weiteres Problem stellte für einige Gruppen dar, welche Information, an welcher Stelle auf dem Ereignisbaustein eingetragen werden soll.

3) Ursachensuche:

In Bezug auf die Fragenliste zur Faktorenermittlung sowie auf das Faktorenblatt waren die Vorschläge eher pragmatisch. So wurde vorgeschlagen, die Faktorenkategorien mit Buchstaben fortlaufend zu bezeichnen, damit Diskussionen zwischen den Teammitgliedern erleichtert werden und eindeutig ist, über welchen Faktor gerade gesprochen wird. Es wurde zudem angeregt, die Reihenfolge auf dem Faktorenblatt dahingehend zu ändern, dass sie dem TOP-Verständnis entspricht, d. h. zuerst Technik, dann die Faktoren aus dem Bereich Organisation und abschließend die menschlichen Faktoren (hier Personalfaktoren). Es wurde zusätzlich der Wunsch geäußert, die Faktorenliste mit den Faktoren der Gefährdungsfaktoren abzugleichen und gegebenenfalls anzupassen. Große Einigkeit bestand bei den Teilnehmern bezüglich der Bedeutung der Faktorenliste für die Durchführung und das Gelingen der Analyse. Weitere Aussagen von eher höherem Allgemeinheitsgrad betrafen den Umgang und die Integration von Unfallanalysen in den Betriebsalltag. In diesem Zusammenhang wurde vorgeschlagen, dass der Anwender im Betrieb die erstellte Faktorenliste bei einer Unfallanalyse im Anschluss seiner Geschäftsführung vorstellt, um so eine höhere Akzeptanz für die Durchführung von Analysen zu erreichen.

Insgesamt zeigte die abschließende Diskussion in der Gesamtgruppe, dass der Leitfaden als verständlich, praktikabel und als gute Basis für eine Unfallanalyse in Klein- und mittelständischen aber auch in Großunternehmen angesehen wird. Besonders

geschätzt wurden die Kürze und Kompaktheit des vorgestellten Leitfadens. In Bezug auf die vorgeschlagene Vorgehensweise wurde betont, dass die Trennung der verschiedenen Analysephasen zur Sicherstellung angemessener Analyseergebnisse unbedingt einzuhalten sei. Zum Teil kritisch gesehen wurde, ob Betriebspraktiker vor Ort ausreichend Erfahrungen und Kenntnisse besitzen, um komplexe Unfälle zu analysieren. In diesem Zusammenhang wurde über die Notwendigkeit und die Etablierung von Schulungen im Umgang mit dem Leitfaden nachgedacht.

3.9.2 Leitfadvalidierung

Die Überprüfung und Bewertung der Anwendung des Leitfadens erfolgte angelehnt an die Überprüfung der klassischen Gütekriterien: Validität, Reliabilität und Objektivität. Die Erprobung des Leitfadens erfolgte in Rahmen von Gruppenarbeiten, in denen die betrieblichen Experten jeweils denselben Arbeitsunfall mit Hilfe des Leitfadens analysieren sollten.

Zur Erprobung des Leitfadens wurden die 19 Teilnehmer des Workshops in vier Gruppen mit jeweils vier Teilnehmern und einer Gruppe mit drei Teilnehmern zufällig eingeteilt. Die betrieblichen Experten, mit denen die Erprobung des Leitfadens durchgeführt wurde, arbeiten in den Bereichen Arbeitsschutz, Arbeitssicherheit und Ereignis- bzw. Unfallanalysen größerer und mittlerer Unternehmen.

Für die Analyse des Unfalls wurden den Gruppen die folgenden Informationen zur Verfügung gestellt:

- Kurzbeschreibung des Unfallhergangs
- Verfahrensanweisung der technischen Anlage
- Füllstands- und Temperaturdiagramme
- Bericht eines Beinahe-Ereignisses mit Verbesserungsvorschlag
- Mitschriften von Interviews von beteiligten Personen
- Interviewpartner in der Rolle des Verunfallten

Als Hilfsmittel für die Durchführung der Analyse wurden zur Verfügung gestellt:

- Leitfaden zur Unfallanalyse
- digitale Tabelle Unfallablauf bzw. Papierversion Ereignisbausteine
- digitales Faktorenblatt

Für die Erprobung des Leitfadens wurden zwei Gruppenübungen entwickelt, die der Vorgehensweise bzw. den Analyseschritten bei einer realen Unfallanalyse entsprechen. Der Unfall, der in den Gruppenübungen mit Hilfe des Leitfadens analysiert werden sollte, war so konstruiert, dass er eine angemessene Komplexität sowohl für die Rekonstruktion des Unfallablaufs (Unfallbeschreibung) als auch für die erforderliche Anzahl interagierender Ursachen aus den Kategorien Technik, Organisation und Mensch aufwies, so dass eine ganzheitliche Analyse des Unfalls gerechtfertigt war. Für die Auswertung der beiden Gruppenübungen wurden Musterlösungen in Form einer Unfallbeschreibung (Ereignisbausteine) und einer Faktorenliste (Ursachen) erstellt. Die Musterlösung der Unfallbeschreibung wies 18 Ereignisbausteine aus, zu denen in der zweiten Gruppenübung insgesamt 19 Faktoren bzw. Ursachen bestimmt werden mussten.

In der ersten Gruppenübung mussten die fünf Gruppen eine Beschreibung des Unfallgeschehens (Unfallbeschreibung) erstellen. Die benötigten Informationen aus verschiedenen Quellen, wie z. B. Betriebsdokumente, Messwerte, Interviews von Mitarbeitern, wurden den Gruppen zur Verfügung gestellt. Die Form der Unfallbeschreibung (Ereignisbausteine, tabellarischer Ablauf) konnte von den Gruppen gewählt werden. Als Hilfsmittel konnte der Leitfaden mit dem Fragenkatalog zur Informationssammlung verwendet werden. Für die erste Gruppenübung hatten die Gruppen 2 Stunden Bearbeitungszeit.

In der zweiten Gruppenübung mussten die Gruppen auf Grundlage der von ihnen erstellten Unfallbeschreibung die Ursachen bzw. die Faktoren des Unfalls mit der im Leitfaden beschriebenen Vorgehensweise und den zur Verfügung gestellten Hilfsmitteln bestimmen. Für die Bearbeitung der Gruppenübung 2 hatten die Gruppen ebenfalls ca. 2 Stunden zur Verfügung.

Allen Gruppen standen die gleichen Informationen zur Verfügung, im simulierten Interview gaben die Versuchsleiter Antworten mit standardisierten Inhalten.

Während der Durchführung der zwei Gruppenübungen wurde zusätzlich der Analyseprozess der fünf Gruppen durch die jeweiligen Versuchsleiter kontinuierlich beobachtet und auftretende Abweichungen von der vorgeschlagenen Vorgehensweise, Probleme, Unklarheiten sowie benannte Verbesserungsmöglichkeiten bei der Durchführung der Analyse protokolliert.

Die Überprüfung der Gütekriterien erfolgte einerseits über einen Vergleich mit den Ergebnissen der Musteranalyse, die durch das Projektteam in Anlehnung an FAHLBRUCH (2000) erstellt wurde, und andererseits über den Vergleich der Ergebnisse zwischen den Gruppen. Damit sollten vor allem die folgenden Fragen nach der Validität, Objektivität und der Reliabilität beantwortet werden:

- Entsprechen die Ergebnisse der Musterlösung (Validität)?
- Kommen verschiedene Beurteiler zu vergleichbaren Ergebnissen (Objektivität)?
- Sind die Ergebnisse bei der Anwendung des Leitfadens und die Ergebnisse eines anderen ereignisanalytischen Verfahrens vergleichbar bzw. konsistent (Reliabilität)?

Nach LIENERT (1989) gibt die Validität eines Verfahrens an, ob es das misst, was es zu messen vorgibt. Übertragen auf die Erprobung des Leitfadens bedeutet dies, dass die von den Gruppen ermittelten Ursachen den „wahren“ Ursachen entsprechen. Die „wahren“ Ursachen sind in diesem Fall die von Experten ermittelten Ursachen in der Musterlösung.

Nach LIENERT (1989) beschreibt die Objektivität, inwieweit die gewonnenen Ergebnisse unabhängig vom Untersucher sind. Bei einer Unfallanalyse, die einen sozialen Rekonstruktionsprozess bzw. einen Problemlöseprozess darstellt, ist diese Anforderung nur sehr eingeschränkt haltbar, da die Untersuchung von Unfällen trotz der Anwendung eines Verfahrens immer auch von der Expertise und der Erfahrung der Untersucher abhängt. Die Überprüfung der Objektivität des Leitfadens setzt also bei der Durchführung der Unfallanalyse durch die fünf parallel arbeitenden Gruppen an. Dazu wurde ermittelt, inwieweit die Ergebnisse der Gruppen untereinander überein-

stimmen. Hierzu werden die Gruppenübungen von zwei bzw. drei Beurteilern unabhängig voneinander ausgewertet und die Ergebnisse auf ihre Übereinstimmung geprüft.

Die Reliabilität eines Verfahrens beschreibt die Genauigkeit, mit der das Verfahren ein bestimmtes Merkmal misst. Für ein Unfallanalyseverfahren bedeutet das, mit welcher Genauigkeit auf eine Ursache bzw. einen Faktor geschlossen werden kann. Die Messung der Reliabilität kann auf verschiedenen Wegen erfolgen. Sie kann bestimmt werden über den Zusammenhang von Ergebnissen aus zwei streng vergleichbaren Verfahren, den Zusammenhang zwischen den Ergebnissen eines Verfahrens, welches mehrfach mit denselben Personen durchgeführt wurde, oder im Sinne der internen Konsistenz eines Verfahrens durch die Halbierungsmethode. Doch all diese Vorgehensweisen sind bei Unfallanalyseverfahren nicht sinnvoll, weil es sich nicht um Testverfahren im klassischen Sinne handelt. Die Studie zu Unfallanalyseverfahren hatte gezeigt, dass keine streng vergleichbaren Verfahren existieren, da sie sich alle hinsichtlich ihrer theoretischen Grundlagen oder ihres methodischen Zugangs voneinander unterscheiden (Kap. 2). Die Bestimmung der Retest-Reliabilität erscheint wenig sinnvoll, da dazu derselbe Unfall mehrfach analysiert werden müsste, was bei der hohen Verarbeitungstiefe dieser Art von Unfallanalysen immer die Gefahr von Erinnerungseffekten birgt. In Bezug auf die Ermittlung der internen Konsistenz ist nur darauf hinzuweisen, dass weder die Ursachenkategorien sinnvoll in zwei Hälften geteilt werden, noch die Schwierigkeit bzw. die Trennschärfe der Ursachen sinnvoll zu berechnen ist. Daraus folgt, dass die Bestimmung dieser Reliabilitäten für den Leitfaden entfallen muss.

Die Auswertung der Gruppenübung zur Erstellung der Unfallbeschreibung mit der beschriebenen Vorgehensweise zeigt, dass alle Gruppen ausreichend viele richtige Ereignisbausteine mit Hilfe des Leitfadens erstellen konnten. Es ergab sich über alle Gruppen eine durchschnittliche Übereinstimmung mit der Musterlösung von 60 % (s. Abb. 3.10). Damit sind mehr als die Hälfte der Ereignisbausteine entsprechend der Vorgaben im Leitfaden richtig erstellt worden.

Das Hauptproblem bei der Erstellung des Unfallablaufs in Form von Ereignisbausteinen war die Beschränkung der Bausteine auf einen Handelnden und einen Handlungsschritt. Der Vergleich der Gruppenlösungen zeigte bei allen Gruppen die Tendenz, mehrere Handelnde und mehrere Handlungsschritte in einem Ereignisbaustein zusammenzufassen. Dieses Vorgehen erklärt möglicherweise auch, warum fast alle Gruppen insgesamt weniger Ereignisbausteine erstellten, als in der Musterlösung ausgewiesen wurden. Mit zunehmender Übung und Erfahrung im Umgang mit dem Leitfaden und der Vorgehensweise wird diese Schwierigkeit jedoch seltener auftreten. In Bezug auf die Beschreibungen des Unfallgeschehens zeigen sich für die einzelnen Gruppen insgesamt folgende Ergebnisse:

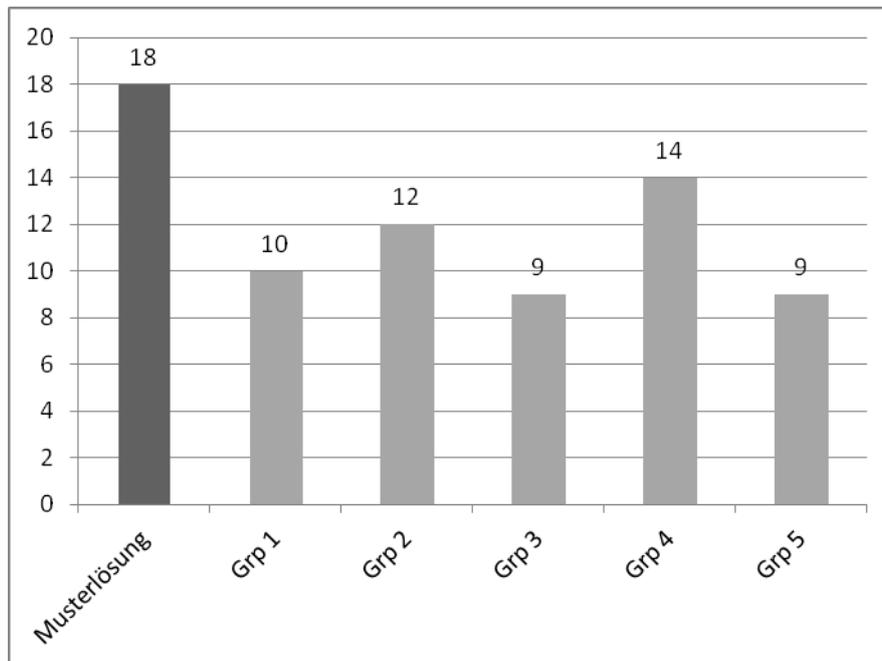


Abb. 3.10 Vergleich der richtigen Ereignisbausteine (EBK) mit der Musterlösung

Die Auswertungsübereinstimmung zwischen drei Beurteilern bei der ersten Gruppenübung betrug 92,5 %.

Für die Auswertung der zweiten Gruppenübung wurden die von den Gruppen ermittelten Faktoren bzw. Ursachen mit den Faktoren in der Musterlösung verglichen. Stimmt sie inhaltlich überein, wurden sie als „richtig“ gewertet. Als „falsch“ wurde ein Faktor gewertet, wenn er in der Musterlösung nicht vorkam und wenn auch keine Informationen dazu in den zur Verfügung gestellten Dokumenten gegeben wurden. Wenn über die Musterlösung hinaus ermittelte Ursachen auf Informationen beruhten, die aus den Unterlagen abgeleitet werden konnten, wurden diese als zusätzliche Faktoren gewertet. Als „falsch“ wurden auch Maßnahmenvorschläge gewertet, da diese erst nach Abschluss der Ursachenermittlung generiert werden sollen.

Die Ergebnisse der zweiten Gruppenübung zeigten deutlich, dass 82 % der Ursachen mit der im Leitfaden beschriebenen Vorgehensweise richtig identifiziert werden konnten. Dies belegt ausreichend, dass mit der Vorgehensweise im Leitfaden überwiegend die richtigen Ursachen identifiziert werden können. Nur 18 % der ermittelten Faktoren waren falsch, d. h. sie beruhten nicht auf Informationen oder Hinweisen, die aus der Informationssammlung stammen konnten. Der Vergleich zwischen den Ergebnissen der einzelnen Gruppen ergab zudem, dass zwei Gruppen sich nicht streng an die im Leitfaden vorgegebene Vorgehensweise gehalten haben. In der einen Gruppe zeigte sich eine deutliche Tendenz, eine ermittelte Ursache/Faktor mehreren verschiedenen Ursachenkategorien zuzuordnen, auch wenn dies nicht durch inhaltliche variierende Aspekte belegbar war. Diese Mehrfachzuordnung erfolgte, weil die Ursachen nicht strikt den einzelnen Ereignisbausteinen unter Verwendung der Fragen der Faktorenliste zugeordnet wurden, sondern weil eine generelle Ursache abgeleitet wurde und diese dann verschiedenen Ursachenkategorien zugeordnet wurde. Die Gruppe, die einen relativ hohen Anteil von falschen Faktoren abgeleitet hat, hat Vermutungen über Ursachen formuliert, für die es in den Dokumenten keine Belege gab, außerdem wurden bei einzelnen Ereignisbausteinen sofort

Maßnahmen generiert, ohne dass die Ursachen entsprechend dem Leitfaden ermittelt wurden.

Der Fehleranteil von 18 % lässt sich deutlich senken, wenn bei der Analyse eines Unfallgeschehens die Vorgaben zur Informationssammlung, zur Unfallbeschreibung und zur Ursachensuche streng eingehalten werden. Diese Abweichung bei der Vorgehensweise kann am wirkungsvollsten durch eine Schulung der Analysten im Umgang mit dem Leitfaden verhindert werden. Auch ein als Moderator geschultes Teammitglied, der immer wieder auf das methodisch richtige Vorgehen hinweist, wenn ein Abgleiten in Vermutungen und Spekulationen in den Diskussionen bei der Analyse auftritt, kann hier unterstützend wirken.

Der Vergleich der Ergebnisse der einzelnen Gruppen mit der Musterlösung in Hinblick auf die Ermittlung von Unfallursachen zeigte, dass alle Gruppen eine hohe Anzahl richtiger Faktoren identifizierten, aber bei den „falschen“ Faktoren variierten, wie in Abbildung 3.11 dargestellt ist.

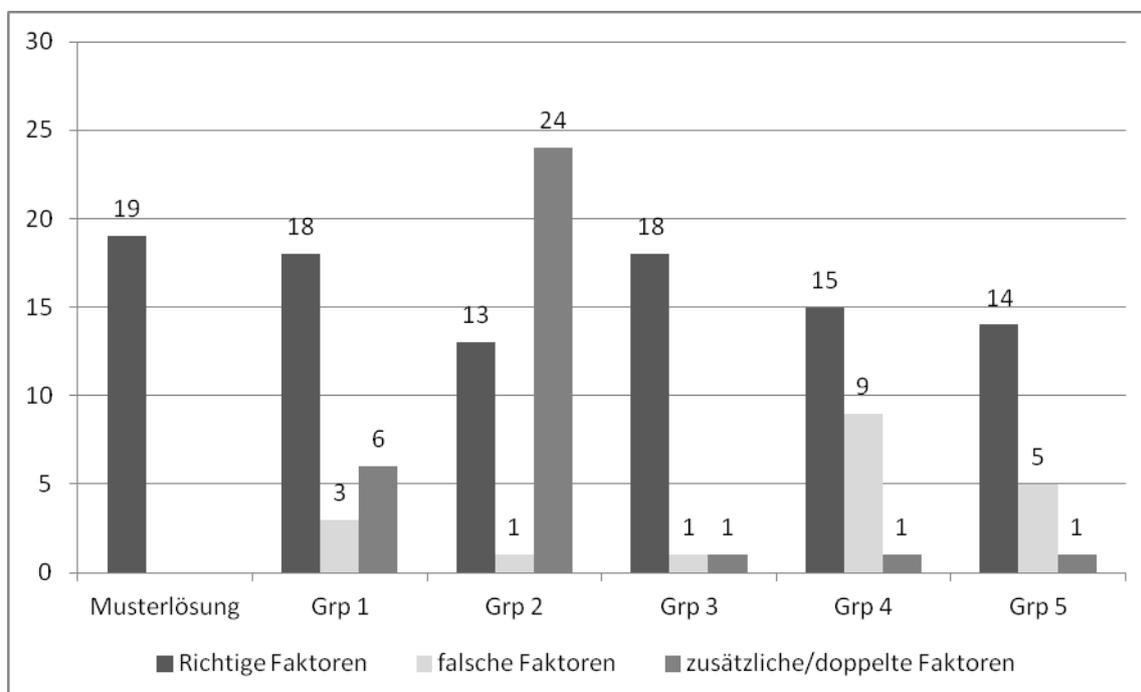


Abb. 3.11 Vergleich der identifizierten Faktoren mit der Musterlösung

Die Auswertung über beide Gruppenübungen zeigte, dass alle Gruppen im Vergleich zur Musterlösung weniger Ereignisbausteine erstellen, aber trotzdem fast alle Faktoren bzw. Ursachen zu den Ereignisbausteilen identifizieren. Es ergab sich über alle Gruppen eine durchschnittliche Übereinstimmung bei der Ursachenermittlung mit der Musterlösung von 82 %.

Die Auswertung erfolgte getrennt durch zwei Beurteiler, die eine Auswertungsübereinstimmung von 86 % hatten.

Nachdem die Ergebnisse der Gruppenübungen mit den Musterlösungen verglichen wurden, wurde in einem weiteren Schritt analysiert, inwieweit die Vorgehensweise

mit dem Leitfaden vor eingeschränkter Ursachensuche aufgrund frühzeitiger Hypothesenbildung, einem häufigen Fehler bei der Ursachensuche, schützt. Als Indikator für eine eingeschränkte Ursachensuche wurde die Anzahl verschiedener Ursachen bzw. Faktoren, die identifiziert wurden, herangezogen. Liegt eine eingeschränkte Ursachensuche vor, werden nicht alle möglichen Ursachen berücksichtigt und es findet häufig eine Konzentration auf individuelle Handlungen statt. Die Auswertung der Anzahl der ermittelten Ursachenkategorien ist in Abbildung 3.12 dargestellt:

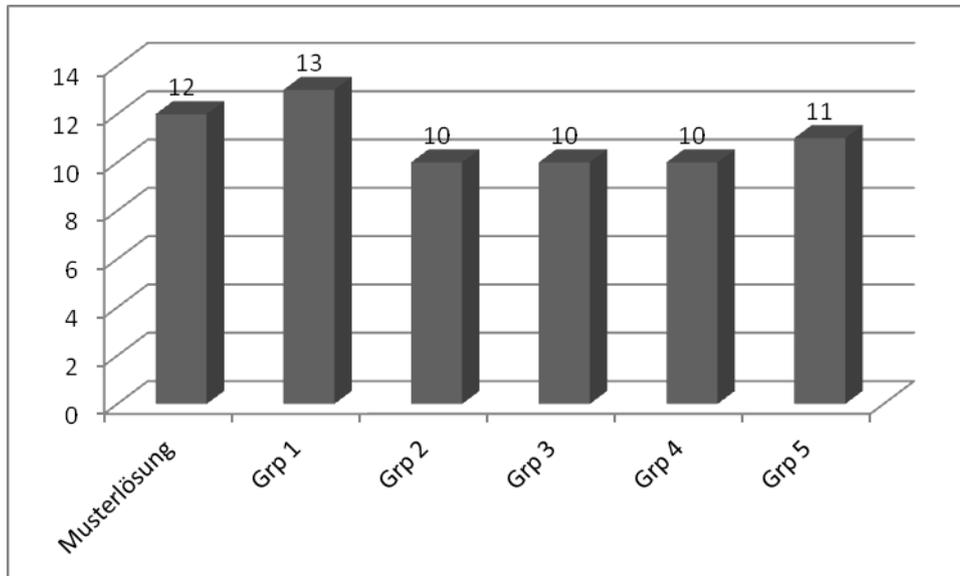


Abb. 3.12 Anzahl der ermittelten Ursachenkategorien über die Gruppen

Die Ergebnisse zeigen deutlich, dass es bei keiner der fünf Gruppen zu einem frühzeitigen Abbruch der Ursachensuche oder zu einer monokausalen Ursachenermittlung kam.

Zusammengefasst bestand der Leitfaden die empirische und praktische Überprüfung. Er wurde als handhabbar, leicht verständlich und systematisch von den Praktikern bewertet, die mit seiner Hilfe zu einer hohem Übereinstimmung in den Ergebnissen ihrer Unfallanalysen kamen. Auch wenn die Übereinstimmung hinsichtlich der Beschreibung des Unfallgeschehens hätte höher ausfallen können, zeigten doch die gefundenen Faktoren nicht nur eine hohe Übereinstimmung zwischen den Gruppen sondern auch mit der Musterlösung. Insgesamt kann also von einem validen Leitfaden ausgegangen werden.

4 Leitfaden zur Untersuchung von Arbeitsunfällen

4.1 Einführung in den Leitfaden

Der vorliegende Leitfaden ist das Ergebnis eines Entwicklungsprojektes der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin. Er richtet sich vor allem an Klein- und mittelständische Unternehmen (KMU), die ein Interesse daran haben, Unfälle zu verhüten und Unfallzahlen zu senken. Aber auch für größere Unternehmen kann dieser Leitfaden von Interesse sein.

Dieser Leitfaden soll Ihnen bei der systematischen Untersuchung von Arbeitsunfällen helfen. Die Praxis zeigt, dass immer wieder vergleichbare Unfälle auftreten bzw. Unfälle vergleichbare Ursachen haben, d. h., dass nicht die wirklichen Ursachen identifiziert und die richtigen Maßnahmen abgeleitet wurden, kurz gesagt, nicht aus dem Unfall gelernt wurde. Um ein Lernen aus Unfällen zu initiieren, haben eine Reihe internationaler Konzerne vertiefende und ganzheitliche Untersuchungen von Arbeitsunfällen, sogenannten Root-Cause-Analysen, eingeführt. Diese hatten nicht nur eine Reduzierung der Unfallzahlen zur Folge, sondern zeigten zusätzlich auch Verbesserungsmöglichkeiten für das Unternehmen auf und brachten finanzielle Vorteile, da bei einem meldepflichtigen Unfall in der Regel erhebliche Kosten entstehen.

Warum wird hier von systematischer, vertiefender und ganzheitlicher Untersuchung gesprochen? Es geht darum, nicht nur die offensichtlichen Ursachen zu erkennen oder den Mitarbeitern mangelnde Aufmerksamkeit – im Sinne von Schuldzuweisungen – zuzuschreiben, sondern auch darum, in die Tiefe zu gehen, d. h. beispielsweise menschliches Verhalten zu hinterfragen. Neben der Tiefe ist es ebenfalls wichtig, in die Breite zu gehen und bestimmte Ursachenfelder, die bekannt sind, systematisch zu beleuchten. In der Literatur werden solche Untersuchungen Root-Cause-Analysen genannt. Für diese gibt es eine Reihe publizierter Verfahren, die überwiegend von großen Unternehmen aus dem Energie- und Chemiesektor verwendet werden. Diese Verfahren sind nur teilweise für KMU geeignet, da sie zum Teil sehr aufwendig sind. Wir haben auf Wunsch zahlreicher Teilnehmer an unserem Entwicklungsprojekt für einige ausgewählte Analyseverfahren eine Kurzbeschreibung mit einer Bewertung erstellt, die Sie im Anhang C finden, um Ihnen Hintergrundinformationen zu bieten, die für Ihre Arbeit hilfreich sein können.

In diesem Leitfaden stellen wir Ihnen ein mögliches Vorgehen bei der Untersuchung von Arbeitsunfällen vor, das geeignet ist, mit ihm tiefer liegende Ursachen zu identifizieren und somit das Lernpotenzial aus Unfällen zu nutzen.

Sie können die Analyse anhand des Leitfadens alleine durchführen, wir empfehlen jedoch zumindest für die Ursachensuche die Durchführung im Team, wenn dies möglich ist. Allerdings sollte das Team nicht größer als vier Personen sein, und ein Teammitglied sollte den Prozess der Analyse moderieren.

Der Leitfaden ist ebenfalls geeignet für Unfälle, an denen Fremdfirmenmitarbeiter beteiligt waren. Wir raten Ihnen, in Ihre Verträge mit den Fremdfirmen einen Passus bezüglich möglicher Unfallanalysen aufzunehmen, damit Sie vertraglich abgesichert sind und auch Interviews mit den Fremdfirmenmitarbeitern führen können. Beim Vor-

gehen in der Analyse macht es keinen Unterschied, ob Sie die Information von Ihren Mitarbeitern oder von Fremdfirmenmitarbeitern erfragen.

Der vorliegende Leitfaden ist wie folgt strukturiert: Zuerst wird das Vorgehen bei einer Unfallanalyse geschildert, das im Überblick auch in Abbildung 4.1 dargestellt ist, und anhand von Beispielen verdeutlicht. Im Anschluss daran wird die Ableitung von geeigneten Maßnahmen vorgestellt und dann das Vorgehen bei einer unfallübergreifenden Auswertung vorgeschlagen. In den Anhängen finden Sie weitere Arbeitshilfen.

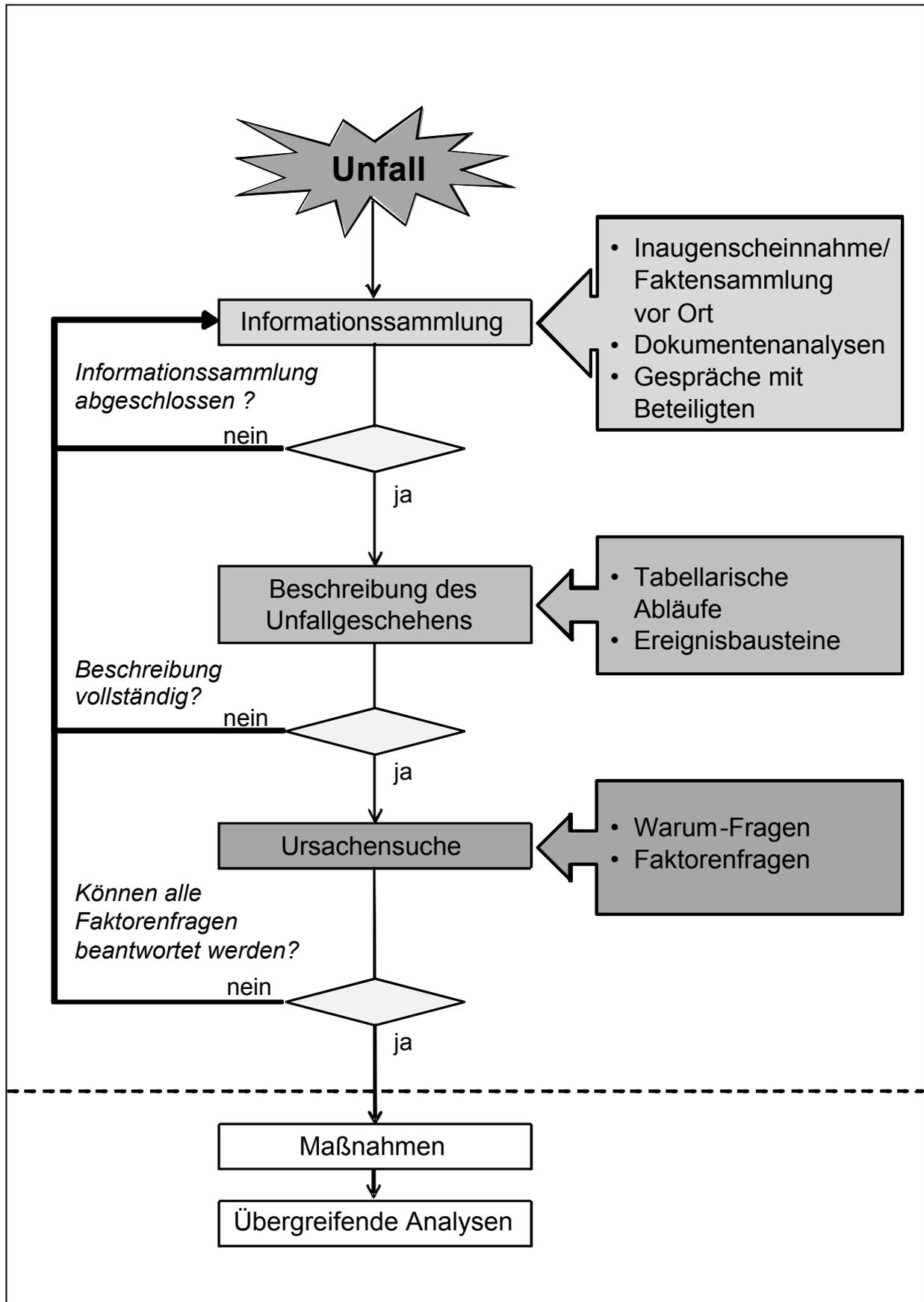


Abb. 4.1 Prozess der Unfallanalyse

4.2 Vorgehen bei der Unfallanalyse

Jede Unfalluntersuchung sollte in drei voneinander getrennten Schritten vorgenommen werden:

1. Informationssammlung
2. Beschreibung des Unfallgeschehens
3. Ursachensuche

Diese Dreiteilung ist bei einem systematischen Vorgehen notwendig, weil es sonst zu einer oberflächlichen Analyse oder zu Fehlern bei der Ursachenzuschreibung wie ausschließlicher Fokus auf menschliches Verhalten oder verkürzte Ursachensuche kommen kann.

4.2.1 Informationssammlung

Wie findet man nun die geeignete Information? Als erstes natürlich durch eine Inaugenscheinnahme bzw. Faktensammlung vor Ort, bei der die Unfallsituation festgestellt und gegebenenfalls durch Fotos festgehalten wird. Ferner gibt es in der Regel Dokumente, die man auswerten kann wie Störmeldungen, Systemmeldungen, Verfahrens- und Arbeitsanweisungen. Erstere helfen den tatsächlichen Ablauf zu beschreiben, und aus letzteren kann der Soll-Ablauf entnommen werden. Allerdings wird die Auswertung der Dokumente nicht alle notwendigen Informationen liefern. Für eine vollständige Informationssammlung müssen zusätzlich Gespräche mit Beteiligten geführt werden. Beteiligte sind die verunfallte Person, mögliche Augenzeugen, Kollegen, Vorgesetzte etc. Mit der Anzahl der Befragten steigt in der Regel auch die Qualität der Analyse. Bereiten Sie sich auf die Gespräche vor, indem Sie Fragen zum Ablauf etc. notieren, nachdem Sie den Unfallort besichtigt und die Dokumente ausgewertet haben. Protokollieren Sie die Gespräche, da Sie die Information später noch benötigen werden.

Für die Informationssammlung stellen Sie am besten W-Fragen: wer, wie, was, wann, wo? Im Anhang A finden Sie einen Fragenkatalog für diese Fragen.

Damit man in den Gesprächen die gewünschten Informationen erhält, müssen Sie Ihren Gesprächspartner ernst nehmen, möglichst nicht unterbrechen und eine Reihe von Regeln beachten:

A) Einführung:

- Zuerst muss man die Gesprächspartner über Ziel und Grund des Gespräches aufklären.

Die Erfahrung zeigt, dass es sich günstig auf den Gesprächsverlauf auswirkt, wenn dem Gesprächspartner mitgeteilt wird, dass es um das Lernen aus dem Unfall und nicht um eine Suche nach Schuldigen geht (allerdings dürfen dann auch wirklich keine Personen beschuldigt werden), und dass seine Sicht des Geschehens wichtig für die Untersuchung ist.

- Danach muss dem Gesprächspartner mitgeteilt werden, was mit den Informationen aus dem Gespräch geschieht bzw. wie diese behandelt werden.

Wenn Sie dem Gesprächspartner Vertraulichkeit zusichern können, wird dies den Gesprächsverlauf ebenfalls positiv beeinflussen. Auch hier gilt, dass diese dann unbedingt eingehalten werden muss. Ebenfalls günstig wirkt sich aus, wenn Sie Ihrem Gesprächspartner zusichern können, dass Sie ihn über die Untersuchungsergebnisse informieren werden.

- Zum Abschluss der Einführung sollten Sie dem Gesprächspartner mitteilen, dass gerade seine persönliche Sichtweise für die Untersuchung wichtig ist, da sich aus den verschiedenen subjektiven Perspektiven dann insgesamt ein vollständiges Bild ergibt.

Durch diese Hinweise können Sie Ihrem Gesprächspartner die Sorge nehmen, dass er etwas „Falsches“ sagen könnte. Mitarbeiter haben häufig Sorge, anderen zu widersprechen oder etwas zu sagen, dass sie nicht belegen können. Bitten Sie ihn, Ihnen seine Sicht des Ablaufs zu schildern und Ihnen seine Erklärungen für das Geschehen zu geben.

B) Gesprächsführung:

- Bitten Sie Ihren Gesprächspartner, Ihnen zu berichten, wie er den Unfall wahrgenommen hat und sich dessen Entstehung erklärt. Lassen Sie sich schildern, welche Tätigkeiten er gerade ausgeübt hat und ob es Besonderheiten oder Schwierigkeiten gab.

Vermeiden Sie Fragen, die nur mit ja und nein beantwortet werden können. Seien Sie offen und vermeiden Sie Wertungen im Gespräch mit den Mitarbeitern. Fragen Sie nach, wenn Ihnen etwas widersprüchlich oder unverständlich erscheint. Selbst wenn Sie anderer Meinung sind oder eine Schilderung falsch finden, werten Sie nicht, sondern lassen sich den Standpunkt Ihres Gegenübers erklären. Nutzen Sie Formulierungen wie: „Schildern Sie mir doch bitte, was Sie gesehen haben.“, „Wie erklären Sie sich, dass es zu dem Unfall gekommen ist?“ oder „Gab es Besonderheiten am Unfalltag, war etwas anders als sonst?“.

- Vermeiden Sie, Ihren Gesprächspartner überzeugen zu wollen oder ihm bestimmte Antworten in den Mund zu legen.

Folgende Formulierungen sollten daher vermieden werden: „Sind Sie nicht auch der Meinung, dass...“ „sicherlich...“, „zweifellos...“ Bei offensichtlichen Widersprüchen, beispielsweise zwischen Systemmeldungen und Aussagen Ihres Gesprächspartners, können Sie diese thematisieren und Ihren Gesprächspartner um seine Erklärung für den Widerspruch bitten, indem Sie ihn fragen, wie er sich erklärt, dass die Systemmeldung xy etwas anderes aussagt.

- Fragen Sie im Gespräch, wie aus der Sicht des Gesprächspartners der Unfall hätte vermieden werden können und nach möglichen Maßnahmen, um ähnliche Unfälle in Zukunft zu vermeiden.

Unter Umständen ergeben sich aus den Antworten weitere Hinweise für Ursachen. Nutzen Sie Formulierungen wie: „Was hätte aus Ihrer Sicht geschehen müssen, um den Unfall zu verhindern“ oder „Wenn Sie Maßnahmen vorschlagen könnten, welche würden Sie wählen“

C) Gesprächsabschluss:

Danken Sie Ihrem Gesprächspartner für seine Mithilfe und bitten ihn, für möglicherweise auftretende Fragen erneut zur Verfügung zu stehen.

4.2.2 Beschreibung des Unfallgeschehens

Erarbeiten Sie aus den Informationen, die Sie aus Dokumenten und Gesprächen gesammelt haben, eine Beschreibung des Unfallgeschehens. **Vermeiden Sie hierbei unbedingt kausale Zusammenhänge**, d. h. beschreiben Sie noch nicht mit Worten wie „weil“, „deshalb“ etc. und stellen Sie keine anderen Verknüpfungen als „und“ her. Stellen Sie das dar, was durch **Fakten** oder Mehrfachinformationen belegbar ist. Zur Beschreibung sind zwei verschiedene Formate besonders geeignet: tabellarische Abläufe und Ereignisbausteine.

Generell sollten Sie zunächst bestimmen, wer am Unfallgeschehen beteiligt war, die sogenannten Akteure. Dies können Personen aber auch Maschinen, Systeme und Komponenten sein. Erstellen Sie als erstes eine Liste der beteiligten Akteure. Beschreiben sie nacheinander alle Handlungen bzw. Reaktionen jedes einzelnen Akteurs. Diese Information wird dann entweder in Ablauf Tabellen oder Ereignisbausteine übertragen. Beide Formate haben sich bewährt, daher bleibt es Ihre Entscheidung, welches Sie bevorzugen. Generell besteht der Vorteil tabellarischer Abläufe in dem gewohnten übersichtlichen Format. Der Vorteil von Ereignisbausteinen liegt darin, dass sie beliebig verschoben werden können. Dieses Format bietet sich also vor allem bei komplexen Sachverhalten mit mehreren parallelen Handlungen an.

4.2.2.1 Tabellarische Abläufe

Zuerst sollten Sie eine Tabelle mit mindestens vier Spalten, besser fünf Spalten erstellen. Die erste Spalte ist für die Nummerierung der Einträge gedacht, in der zweiten Spalte wird die Zeit vermerkt, in die dritte Spalte werden Akteur und Handlung geschrieben. Hierbei ist es wichtig, so genau wie möglich zu sein, d. h. möglichst jeweils nur eine einzelne Person oder eine Komponente als Akteur zu benennen, nicht Arbeitsgruppen oder die gesamte Anlage. Auch die Handlung sollte möglichst präzise sein, d. h. jeweils nur eine Handlung oder Reaktion. Die vierte Spalte ist möglichen Bemerkungen vorbehalten, wie dem Ort oder solchen, die aus den Gesprächen stammen können. Beispielsweise können Unterbrechungen durch Piepser, Zeitdruck durch Störungen etc. hier vermerkt werden. Wenn Sie parallel einen Soll-Ist-Vergleich erstellen möchten, sollten Sie eine fünfte Spalte für die Regelungen und Vorgaben wie Arbeits- und Verfahrensanweisungen nutzen, diese Spalte können Sie auch für Ihre Quellenangaben verwenden.

Zum Ausfüllen der oben beschriebenen Tabelle bearbeiten Sie bitte die im nachfolgenden Kasten „Kurzanleitung zum Ausfüllen der tabellarischen Abläufe“ beschriebenen Schritte in der vorgegebenen Reihenfolge.

Kurzanleitung zum Ausfüllen der tabellarischen Abläufe:

1. *Mit dem Akteur (Person oder technische Komponente) beginnen (möglichst Plural vermeiden)*
2. *Danach die Handlung/Aktion (Passiv und Verneinungen vermeiden)*
3. *Zustände sollten unter Bemerkungen aufgezeichnet werden*
4. *Anhand der Zeit die Tabelleneinträge sortieren.*

Im Folgenden geben wir Ihnen ein Beispiel für einen Unfall, bei dem zwei Mitarbeiter verletzt wurden, als ein Kranseil riss, das für die Last nicht ausgelegt war.

Tab. 4.1 Beispiel als tabellarischer Ablauf

Nr.	Datum	Akteur und Handlung	Bemerkungen	Quelle/Soll
1	2012-07-10	Mitarbeiter 1 Eintrag Schichtprogramm	Arbeitsaufträge für Arbeiten fehlen	Quelle: Schichtprogramm
2	2012-07-11	Abteilungsleiter Besprechung	Mitteilung über Verwendung von Hebeplänen	Quelle: Abteilungsleiterprotokoll
3	2012-07-14; 8:15 h	Aufsichtsführender (AvO) leitet Hebearbeiten ein	ist Aufsichtsführender vor Ort (AvO), zieht keine Hebepläne zu Rate	
4	2012-07-14; 8:20 h	Mitarbeiter 2 sucht entsprechendes Seil	findet das richtige Seil nicht	Quelle: Interview und Hebeplan 123
5	2012-07-14; 8:25 h	Mitarbeiter 2 und 3 schlagen Seile und Kettenzüge an	In Ermangelung des richtigen Seils, wird das verwendete doppelt genommen (Seile und Kettenzüge nicht kompatibel - Durchmesser)	Quelle: Interview
6	2012-07-14; 8:30 h	AvO gibt Kommandos	ist mit Vorgehensweise (Seil doppelt zu nehmen) von Mitarbeiter 2 nicht einverstanden, kann sich nicht durchsetzen	Quelle: Interview
7	2012-07-14; 8:37 h	Mitarbeiter 4 (Kranführer, Fremdfirma) hebt an	Last löst sich nur vorne (falsche Lastverteilung)	Quelle: Interview
8	2012-07-14; 8:40 h	Mitarbeiter 4 (Kranführer, Fremdfirma) senkt Last wieder ab		Quelle: Interview
9	2012-07-14; 8:45 h	Mitarbeiter 4 (Kranführer, Fremdfirma) hebt erneut an	beim erneuten Anheben lösen sich 3 von 4 Ecken der Last	Quelle: Interview
10	2012-07-14; 8:52 h	Mitarbeiter 4 (Kranführer, Fremdfirma) senkt ab (ohne vollständige Entlastung)		Quelle: Interview
11	2012-07-14; 8:55 h	Mitarbeiter 2 kontrolliert Ecken auf Verhaken	Seil reißt	Quelle: Interview
12	2012-07-14; 8:57 h	Kranseil reißt	Seil oder Kettenzug trifft Mitarbeiter am Kopf und verletzt ihn	Quelle: Interview
13	2012-07-14; 8:57 h	Last sackt ab	Mitarbeiter stand ungesichert auf der Last und verletzt sich durch Sturz	Quelle: Interview
14	2012-07-14; 9:05 h	AvO ordnet Arbeitsstopp an		Quelle: Interview

4.2.2.2 Ereignisbausteine

Der Unfall wird hier ebenfalls als eine Kette von Handlungen oder Aktionen dargestellt. Dazu zerlegen Sie den Unfall in einzelne Ereignisbausteine, ähnlich wie bei der tabellarischen Darstellung. Jeder Ereignisbaustein besteht aus: einem Akteur (Mensch oder technische Komponente) und nur einer Handlung dieses Akteurs. Weitere Aspekte oder wichtige Hintergrundinformationen sollen in einer Bemerkung näher beschrieben werden, z. B. um situative Gegebenheiten zu ergänzen. Bedingungen oder Umstände sind keine Akteure oder Handlungen, sie sind ebenfalls unter Bemerkungen festzuhalten. Weitere Informationen, die Sie festhalten sollten, sind Ort und Zeit. Ein Beispiel für einen Ereignisbaustein gibt die Abbildung 4.2 wider:

Zeit:	Nr.
Ort:	
Akteur:	
Handlung:	
Bemerkung:	

Abb. 4.2 Ereignisbaustein

Punkte, die Sie nicht sofort ausfüllen können, markieren Sie. Je detaillierter ein Unfall in diesem Schritt zerlegt wird, desto einfacher gestaltet sich die nachfolgende Ursachensuche.

Kurzanleitung Ereignisbausteine:

1. *Mit dem Akteur (Person oder technische Komponente) beginnen (möglichst Plural vermeiden)*
2. *Danach die Handlung/Aktion (Passiv und Verneinungen vermeiden)*
3. *Zustände sollten unter Bemerkungen aufgezeichnet werden*
4. *Ort und Zeit ergänzen*
5. *Ereignisbausteine nach Akteuren und Zeit ordnen.*

Bei dem Beispiel oben gibt es acht Akteure: Abteilungsleiter, Mitarbeiter 1, AvO, Mitarbeiter 2, Mitarbeiter 3, Mitarbeiter 4, Kranseil, Last sowie 14 Ereignisbausteine. Als Beispiel ist in Abbildung 4.3 der Ereignisbaustein 6 dargestellt.

Zum Abschluss wird eine Darstellung der Unfallbeschreibung in einem Zeit-Akteur-Diagramm angefertigt. So erhalten Sie einen guten Überblick über das gesamte Unfallgeschehen. Für das Zeit-Akteur-Diagramm ordnen Sie bitte die einzelnen Ereignisbausteine vertikal nach den verschiedenen Akteuren und horizontal nach der Zeit. In Abbildung 4.4 ist das Beispiel von oben als Zeit-Akteur-Diagramm auf einer Seite dargestellt, eine vergrößerte Version findet sich im Anhang B auf zwei Seiten. Das Ergebnis ist eine grafische Darstellung, die einen Überblick über die Zusammen-

hänge zwischen den einzelnen Akteuren, deren Handlungen und den Zeitpunkten ermöglicht, d. h. zuerst haben Sie den Unfall in Ereignisbausteine zerlegt und anschließend diese wieder zu einem Ganzen zusammengefügt.

Zeit: 2012-07-14; 8:30	Nr. 6
Ort: Halle	
Akteur: AvO	
Handlung: <i>gibt Kommandos</i>	
Bemerkung: <i>ist mit Vorgehensweise (Seil doppelt zu nehmen) von Mitarbeiter 2 nicht einverstanden, kann sich nicht durchsetzen</i>	

Abb. 4.3 Ausgefüllter Ereignisbaustein

4.2.2.3 Prüfung der Unfallbeschreibung

Generell gilt, wenn Sie Ihre Beschreibung der Unfallsituation erstellt haben, sollten Sie diese noch einmal kritisch auf Vollständigkeit und Nachvollziehbarkeit prüfen.

Kurzanleitung Überprüfen der Unfallbeschreibung:

1. *Fehlen Tabelleneinträge/Ereignisbausteine, um den Ablauf zu beschreiben?*
2. *Sind alle Beteiligten (Personen und technische Komponenten) als Akteure erfasst?*
3. *Ist alles klar geordnet und verständlich?*
4. *Sind die einzelnen Handlungen/Aktionen jedes Akteurs logisch nachvollziehbar?*

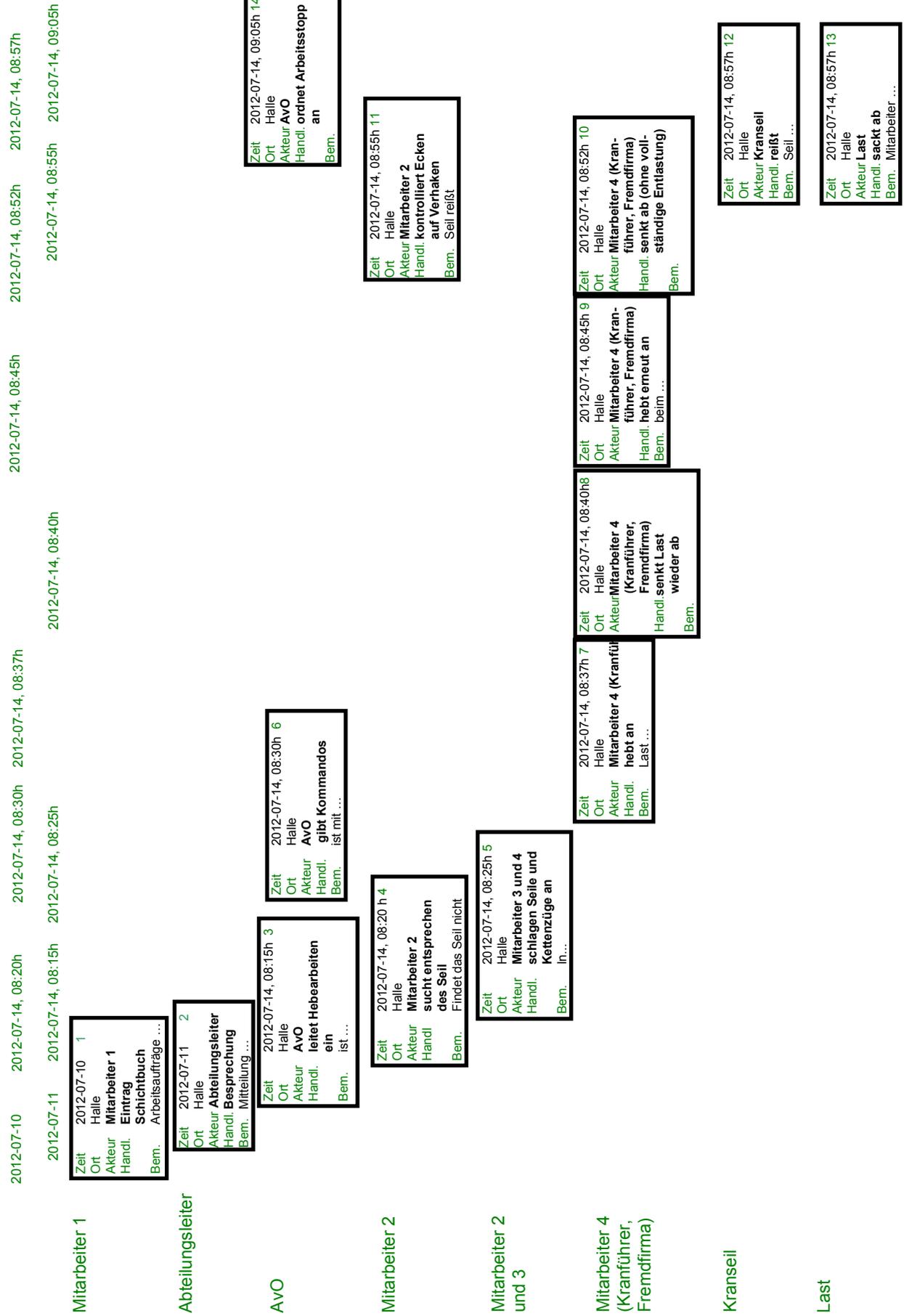


Abb. 4.4 Beispiel als Ereignisbausteine

4.2.3 Ursachensuche

Bei der Ursachensuche ist ein systematisches Vorgehen ebenso wichtig wie bei den vorherigen Schritten, um Fehler oder Oberflächlichkeit zu vermeiden. Nur wenn Sie systematisch die Bereiche Technik – Organisation – Mensch abprüfen, werden Sie Ursachen finden, aus denen auch gelernt werden kann. Um tieferliegende Ursachen zu finden, sollten Sie für jede Zeile des tabellarischen Ablaufs bzw. für jeden Ereignisbaustein gesondert und nacheinander eine Ursachensuche durchführen.

Es ist das Ziel, für jede Tabellenzeile bzw. jeden Ereignisbaustein möglichst viele Ursachen bzw. Faktoren zu finden, die an ihrer/seiner Entstehung beteiligt waren. Allerdings wird es auch immer wieder solche geben, bei denen nichts gefunden werden kann. Manche der Ursachen bzw. Faktoren, die Sie finden werden, sind für die Unfallentstehung selbst im Nachhinein vielleicht nicht relevant, bieten aber dennoch Lernchancen, weil sie Schwachstellen darstellen, die Sie verbessern können. Daher sprechen wir hier von Ursachen und beitragenden Faktoren, die im Grunde genommen das Gleiche meinen, nämlich Ansatzpunkte für Verbesserungen.

Verwenden Sie für die Warum-Fragen alle Informationen aus dem Tabelleneintrag oder Ereignisbaustein. Stellen Sie Fragen zum Akteur, zur Handlung, zum Zeitpunkt, zum Ort, zur Bemerkung etc. Für den Ereignisbaustein von oben könnten die Fragen folgendermaßen lauten:

Zeit: 2012-07-14; 8:30	Nr. 6
Ort: Halle	
Akteur: AvO	
Handlung: gibt Kommandos	
Bemerkung: ist mit Vorgehensweise (Seil doppelt zu nehmen) von Mitarbeiter 2 nicht einverstanden, kann sich nicht durchsetzen	

Abb. 4.3 Ausgefüllter Ereignisbaustein (S. 86)

- *Warum gibt AvO die Kommandos um 8:30h?*
- *Warum gibt der AvO die Kommandos?*
- *Warum ist er mit der Vorgehensweise von Mitarbeiter 2 nicht einverstanden?*
- *Warum kann er sich nicht durchsetzen?*

Die Warum-Fragen können sich grundsätzlich auf alle Informationen beziehen, die im Ereignisbaustein enthalten sind. So kann z. B. auch hinterfragt werden, ob eine Handlung zum richtigen Zeitpunkt ausgeführt wurde, oder warum die Handlung ausgeführt wurde oder warum nicht. Wenn Sie die Fragen beantworten, richten Sie sich sowohl nach Ihrem Wissen aus der Informationssammlung, als auch nach der folgenden Frageliste, der Faktorenfrageliste. In dieser Frageliste werden mögliche Pro-

blembereiche in Frageform, verdeutlicht durch Beispiele, dargestellt. So können Sie die beitragenden Faktoren und Ursachen bei der Analyse entdecken, die für den untersuchten Tabelleneintrag bzw. Ereignisbaustein zutreffen.

Betrachten Sie den ersten Tabelleneintrag bzw. Ereignisbaustein und stellen Sie dazu die erste Warum-Frage. Versuchen Sie diese Frage zu beantworten. Die Antwort auf diese erste Warum-Frage ist dann die erste Ursache bzw. der erste identifizierte beitragende Faktor. Diese/diesen dokumentieren Sie auf dem Formblatt, dem Faktorenblatt.

Haben Sie die erste Warum-Frage erfolgreich beantwortet, müssen Sie dennoch bei dem Tabelleneintrag bzw. Ereignisbaustein mit der Identifikation weiterer Ursachen bzw. Faktoren fortfahren. Denn zu jedem Tabelleneintrag bzw. Ereignisbaustein können mehrere Ursachen bzw. beitragende Faktoren identifiziert werden und nicht nur ein einziger. Außerdem kann jede gefundene Ursache bzw. jeder Faktor auch tiefergehend analysiert werden, indem auch zu ihm wieder eine Warum-Frage gefunden werden kann, die wiederum eine neue Ursache bzw. Faktor ergeben kann. Auch zu dieser Ursache bzw. diesem Faktor kann wieder eine weitere Warum-Frage gestellt werden.

Sie können also Warum-Fragen auf verschiedenen Ebenen stellen:

- Zu jedem Tabelleneintrag bzw. Ereignisbaustein mehrere Warum-Fragen
- Zu jeder gefundenen Ursache bzw. beitragenden Faktor eine oder mehrere Warum-Fragen
- Zu jeder daraufhin gefundenen Ursache bzw. Faktor wieder eine oder mehrere Warum-Fragen

Dieses Vorgehen setzen Sie solange fort, bis Sie keine zusätzlichen Warum-Fragen mehr stellen können oder Sie keine neuen Informationen zur Beantwortung der Warum-Fragen mehr ermittelt haben. Für alle weiteren Tabelleneinträge bzw. Ereignisbausteine setzen Sie die Analyse ebenso wie für den ersten Tabelleneintrag bzw. Ereignisbaustein fort.

Die identifizierten Ursachen bzw. beitragenden Faktoren werden in dem Formblatt mit der Nummer des Tabelleneintrags bzw. des Ereignisbausteins dokumentiert.

Kurzanleitung Ursachen/Faktorensuche:

1. ***Hinterfragen:*** Stellen Sie zum ersten Tabelleneintrag bzw. Ereignisbaustein „Warum“-Fragen. Orientieren Sie sich dabei an den vorhandenen Informationen. Nutzen Sie die Faktorenliste, um Warum-Fragen und Antworten zu finden.
2. ***Einordnen/Identifizieren:*** Wenn Sie eine Frage aus der Faktorenliste mit „ja“ beantworten, notieren Sie die Ursache/den Faktor in dem Faktorenblatt.
3. ***Wiederholen Sie die Schritte für alle weiteren Tabelleneinträge bzw. Ereignisbausteine.***

Auf den folgenden Seiten finden Sie zuerst die Faktorenliste mit 15 Fragen, die Sie für die Ursachensuche nutzen sollten und die durch Beispiele erläutert werden. Danach folgt das Faktorenblatt, das Sie für Ihre Auswertung nutzen sollten. In der ersten Spalte sind Buchstaben zur Kennzeichnung, in der zweiten Spalte stehen die

Fragen aus der Faktorenliste, die dritte Spalte gibt Ihnen eine Zuordnung zu den Bereichen TOP (Technik, Organisation und Personal). Die vierte Spalte ist für die Nummerierung Ihres Tabelleneintrages bzw. Ereignisbaustein vorgesehen. In die fünfte Spalte geben Sie konkret ein, was Sie als Ursache bzw. Faktor identifiziert haben. In der sechsten Spalte geben Sie die Gesamtzahl der gefundenen Ursachen/Faktoren für die jeweilige Frage an. Die letzte Spalte ist für die Maßnahmenvorschläge, die allerdings erst nach Abschluss der gesamten Ursachensuche ausgefüllt werden soll.

Faktorenliste:

- 1) **Gab es Probleme mit technischen Komponenten?** Versagte beispielsweise ein technisches Bauteil/eine Komponente, gab es eine Fehlfunktion eines technischen Bauteils/einer Komponente, gab es Verschleiß, Korrosion, einen Defekt, gab es eine fehlende Verriegelung zur Verhinderung einer Fehlhandlung oder war die ergonomische Gestaltung nicht ausreichend berücksichtigt?
- 2) **Gab es einen negativen Einfluss der Arbeitsbedingungen?** Gab es beispielsweise Lärm, Hitze, Staub, Enge, schlechte Beleuchtung, gesundheitsgefährdende Stoffe, gab es Störungen oder Ablenkung bei der Arbeitsausführung, gab es Zeit- oder Leistungsdruck bei der Tätigkeit oder waren die technische Ausrüstung/Arbeitsmittel ungeeignet?
- 3) **Gab es Probleme durch die Informationsdarstellung?** Wurden beispielsweise alle notwendigen Parameter (z. B. Druck, Temperatur) angezeigt, wurden sie richtig angezeigt, gab es zu viele Informationen zu einem Zeitpunkt (Melde-schwall, Sirene und Blinklichter), war die Information schwer zu unterscheiden (z. B. gelbe, orange und rote Anzeige/Bildschirmzeichen) oder war die Information nicht eindeutig?
- 4) **Gab es Schwierigkeiten oder Störungen bei der Kommunikation?** Fehlte beispielsweise eine Abstimmung zwischen Personen, war die Verständigung unzureichend, missverständlich oder unverständlich, waren Kommunikationsmittel gestört (z. B. Rauschen im Telefon, im Funk) oder wurde nicht überprüft, ob die Information verstanden wurde?
- 5) **War die Verantwortung nicht eindeutig geregelt oder unbekannt?** War beispielsweise nicht eindeutig festgelegt, wer wofür verantwortlich war, gab es Aufgaben, für die keine Verantwortung geregelt war oder war die Arbeitsteilung zwischen Abteilungen nicht eindeutig?
- 6) **Gab es Probleme mit schriftlichen Vorgaben, Anweisungen oder Arbeitsunterlagen?** Waren die schriftlichen Vorgaben beispielsweise nicht aktualisiert, fehlten sie, waren sie schlecht handhabbar, widersprüchlich, unverständlich, unbekannt oder fehlten wichtige Zusatzinformationen?
- 7) **Gab es Hinweise auf unzureichende Qualifikation?** Waren die Mitarbeiter beispielsweise unerfahren, nicht ausreichend ausgebildet, geschult oder wurde nicht geprüft, welche Qualifikation benötigt wurde?

- a) **Könnten Vorgesetzte, Strukturen oder Ressourcen einen Einfluss gehabt haben?** Wurden beispielsweise die offiziellen Ziele des Unternehmens von den Vorgesetzten nicht immer ernst genommen oder glaubwürdig vertreten, fehlten Ressourcen (Personal, Geld, Zeit etc.) für die Durchführung der Aufgabe, waren die Leistungsvorgaben der Vorgesetzten zu hoch, fehlten Ressourcen für notwendige Verbesserungen, wurden Verbesserungen zu langsam umgesetzt (Bürokratisierung) oder gab es Interessenkonflikte (sicher und schnell)?
- b) **Gab es eine unzureichende Nutzung von Betriebserfahrung?** Wurden beispielsweise Probleme mit einem Bauteil/einer Komponente nicht auf andere Bauteile/Komponenten übertragen, wurden Erfahrungen anderer Abteilungen, Betriebsbereiche nicht berücksichtigt, wurden für ein bekanntes Problem keine notwendige Maßnahmen eingeführt oder wurden Erkenntnisse aus ähnlichen Unfällen nicht berücksichtigt?
- c) **Gab es Qualitätsprobleme?** War beispielsweise die Qualitätskontrolle bzw. das Qualitätssicherungsprogramm angemessen, wurde es auch auf Fremdfirmen angewendet, gab es Schwächen und Fehler in technischen Anlagen, fehlende Anpassung an neue Entwicklungen, Kompatibilitätsprobleme von Bauteilen oder eine ungenügende Eingangskontrolle?
- d) **Spielte eine "Einwirkung von außen" eine Rolle?** Gab es beispielsweise extreme Wetterbedingungen wie Hitze/Kälte, Nebel, Eis, Hagel, Naturereignisse wie Blitzschlag, Überschwemmung, Erdbeben, gab es Schwierigkeiten in der Zusammenarbeit mit Behörden und Sachverständigen, wurde der Betriebsablauf durch Betriebskontrollen gestört oder waren Anforderungen oder Auflagen nicht praxisingerecht?
- e) **Spielten das Verhalten oder die Ausführung der Arbeit eine Rolle?** War beispielsweise die Arbeitsausführung unzureichend, wurden Arbeitsschritte vertauscht, wurde ohne Unterlagen/Arbeitserlaubnis gearbeitet, wurde die Arbeit unterbrochen oder wurden Vorbedingungen nicht geprüft? (unbeabsichtigte Fehler oder Handlungen)
- f) **Gab es eine Handlung, bei der von Vorgaben abgewichen wurde?** Wurden beispielsweise Arbeitsweisen aus anderen Situationen einfach übernommen („das machen wir sonst auch so“), wurden Arbeitsschritte unzulässig zusammengefasst oder ausgelassen, wurden Sicherheitsregeln nicht eingehalten oder Kontrollen umgangen? (bewusstes oder beabsichtigtes Handeln)
- g) **War die Planung der Aufgaben unzureichend?** Waren beispielsweise die Zeitvorgaben angemessen, gab es Aufgaben, die sich widersprachen, waren die Aufgaben eindeutig, wurden sie ausreichend koordiniert, waren die Aufgabenbesprechungen (Briefings) ausreichend, gab es genügend Ressourcen (Zeit, Personen), war die Aufgabenverteilung nicht eindeutig oder wurde von der ursprünglichen Planung abgewichen?
- h) **Fehlten Kontrollschritte?** Fehlte beispielsweise eine unabhängige Kontrolle bei sicherheitskritischen Aufgaben ("4-Augen-Prinzip"), wurden die Arbeiten nicht durch Vorgesetzte oder Mitarbeiter überprüft, gab es keine angemessene Aufsicht oder wurden die Arbeitsergebnisse vom Ausführenden selbst nicht geprüft?

Tab. 4.2 Faktorenblatt

Nr.	Fragen	Zuordnung	Nr.	Benennung	Anzahl	Maßnahmen- vorschlag
a)	Gab es Probleme mit technischen Komponenten?	Technik				
b)	Gab es einen negativen Einfluss der Arbeitsbedingungen?	Organisation				
c)	Gab es Probleme durch die Informationsdarstellung?					
d)	Gab es Schwierigkeiten oder Störungen bei der Kommunikation?					
e)	War die Verantwortung nicht eindeutig geregelt oder unbekannt?					
f)	Gab es Probleme mit schriftlichen Vorgaben, Anweisungen oder Arbeitsunterlagen?					
g)	Gab es Hinweise auf unzureichende Qualifikation?					
h)	Könnten Vorgesetzte, Strukturen oder Ressourcen einen Einfluss gehabt haben?					

Tab. 4.2 Fortsetzung

Nr.	Fragen	Zuordnung	Nr.	Benennung	Anzahl	Maßnahmenvorschlag
i)	Gab es eine unzureichende Nutzung von Betriebserfahrung?	Organisation				
j)	Gab es Qualitätsprobleme?					
k)	Spielte eine "Einwirkung von außen" eine Rolle?					
l)	Spielten das Verhalten oder die Ausführung der Arbeit eine Rolle?	Personal				
m)	Gab es eine Handlung, bei der von Vorgaben abgewichen wurde?					
n)	War die Planung der Aufgaben unzureichend?					
o)	Fehlten Kontrollschritte?					

Wir möchten Ihnen das Vorgehen jetzt noch einmal an dem Beispiel von oben verdeutlichen:

Zeit: 2012-07-14; 8:30	Nr. 6
Ort: Halle	
Akteur: AvO	
Handlung: <i>gibt Kommandos</i>	
Bemerkung: <i>ist mit Vorgehensweise (Seil doppelt zu nehmen) von Mitarbeiter 2 nicht einverstanden, kann sich nicht durchsetzen</i>	

Abb. 4.3 Ausgefüllter Ereignisbaustein (S. 86)

Zu diesem Ereignisbaustein stellen Sie jetzt Fragen:

- Warum gab AvO die Kommandos um 8:30? Antwort: Weil zu diesem Zeitpunkt der eigentliche Hebevorgang begann. (Hier gibt es keinen Faktor.)
- Warum gab der AvO die Kommandos? Antwort: Weil er Aufsichtsführender war. (Hier gibt es keinen Faktor.)
- Warum war er mit der Vorgehensweise von Mitarbeiter 2 nicht einverstanden? Antwort: Weil das Vorgehen gegen die Regeln war, d. h. es wurde von Vorgaben abgewichen. (Faktor von Vorgaben abweichen)
- Warum nahm Mitarbeiter 2 das Seil doppelt? Antwort: Weil er das richtige Seil nicht gefunden hat, d. h. die Arbeitsbedingungen hatten einen Einfluss, weil die Ausrüstung nicht stimmte. (Faktor Arbeitsbedingungen)
- Warum stimmte die Ausrüstung nicht? Antwort: Weil von der Planung abgewichen wurde, d. h. es gab einen Einfluss der Planung (Faktor Arbeitsplanung)
- Warum wurde von der Planung abgewichen? Antwort: Weil die Verantwortung zwischen Abteilungen nicht geregelt war. (Faktor Verantwortung)
- Warum konnte er sich gegen Mitarbeiter 2 nicht durchsetzen? Antwort: Weil Mitarbeiter 2 immer macht, was er will. Er behauptete einfach, dass das schon immer so gehandhabt wurde. Hier gab es einen Einfluss von fehlender Kontrolle und von Vorgesetzten, die ihn zuvor nicht abgemahnt hatten. (Faktor Kontrolle und Faktor Vorgesetzte)

Ihr ausgefülltes Faktorenblatt für diesen Baustein würde dann wie folgt aussehen:

Tab. 4.3 Faktorenblatt für Ereignisbaustein Nr. 6 vom Beispiel

Nr.	Fragen	Zuordnung	Nr.	Benennung	Anzahl	Maßnahmen- vorschlag
a)	Gab es Probleme mit technischen Komponenten?	Technik				
b)	Gab es einen negativen Einfluss der Arbeitsbedingungen?	Organisation	6	Das richtige Seil war nicht auffindbar.		
c)	Gab es Probleme durch die Informationsdarstellung?					
d)	Gab es Schwierigkeiten oder Störungen bei der Kommunikation?					
e)	War die Verantwortung nicht eindeutig geregelt oder unbekannt?					
f)	Gab es Probleme mit schriftlichen Vorgaben, Anweisungen oder Arbeitsunterlagen?					
g)	Gab es Hinweise auf unzureichende Qualifikation?					
h)	Könnten Vorgesetzte, Strukturen oder Ressourcen einen Einfluss gehabt haben?					
				6	Verantwortung zwischen Abteilungen war nicht eindeutig.	
			6	Keine Abmahnung an Mitarbeiter 2 trotz wiederholten regelwidrigen Verhaltens		

Tab. 4.3 Fortsetzung

Nr.	Fragen	Zuordnung	Nr.	Benennung	Anzahl	Maßnahmen- vorschlag
i)	Gab es eine unzureichende Nutzung von Betriebsverfahren?	Organisation				
j)	Gab es Qualitätsprobleme?					
k)	Spielte eine "Einwirkung von außen" eine Rolle?					
l)	Spielten das Verhalten oder die Ausführung der Arbeit eine Rolle?	Personal				
m)	Gab es eine Handlung, bei der von Vorgaben abgewichen wurde?		6	Seil doppelt nehmen		
n)	War die Planung der Aufgaben unzureichend?		6	Von ursprünglicher Planung wurde abgewichen		
o)	Fehlten Kontrollschritte?		6	Vorgesetzte kontrollierten Mitarbeiter 2 nicht ausreichend		

4.3 Ableitung von Maßnahmen

Es ist wichtig, für möglichst alle identifizierten Ursachen bzw. Faktoren Maßnahmen abzuleiten. Allerdings sollten Sie zuerst die gesamte Ursachensuche abgeschlossen haben. Orientieren Sie sich an der genauen Beschreibung der Faktoren. Häufig kann auch für mehrere Faktoren eine gemeinsame Maßnahme abgeleitet werden. Außerdem sollten Sie Ihre Gefährdungsbeurteilung anhand der Ergebnisse Ihrer Untersuchung aktualisieren. Vergleichen Sie Ihre Gefährdungsbeurteilung mit den identifizierten Ursachen bzw. Faktoren: War alles richtig eingeschätzt oder zeigt der Unfall Lücken in der Gefährdungsbeurteilung auf?

Generell gilt, dass Maßnahmen, die an den Bedingungen ansetzen wie beispielsweise technische Lösungen, Umstrukturierungen oder Änderungen der Vorgaben, besser und langfristiger wirken als Maßnahmen, die an Personen ansetzen.

Neben der Ableitung von Maßnahmen sollten Sie unbedingt auch deren Umsetzung verfolgen, d. h. legen Sie die Verantwortung und den Termin für die Umsetzung der Maßnahme fest, dokumentieren diese und überzeugen sich nach Ablauf des Termins von der Umsetzung.

Wenn Sie wider Erwarten bei einem erneuten Unfall ähnliche Faktoren finden, haben Sie wahrscheinlich Maßnahmen gewählt, die nicht wirkungsvoll waren. Nehmen Sie dies zum Anlass, diese ggf. zu verändern.

4.4 Unfallübergreifende Auswertung

Legen Sie sich eine Tabelle an, in die Sie für jeden Unfall die identifizierten Ursachen bzw. Faktoren eintragen. Sie können dafür die Kurzform wie Verhalten, Kontrolle oder Arbeitsbedingungen wählen. Sobald Sie mehrere Unfälle eingetragen haben, kontrollieren Sie, ob sich Häufungen in bestimmten Bereichen finden. Hinterfragen Sie dies. Bei Häufungen im Bereich Vorgaben sind es dann vielleicht nicht nur die einzelnen Vorgaben, die Sie bereits als Schwachstelle genannt haben. Vielleicht bedarf Ihr internes Regelwerk einer generellen Überholung oder Anpassung.

5 Zusammenfassung und Ausblick

In dem Forschungsprojekt F2287 wurde ein Leitfaden für die ganzheitliche Analyse und Arbeitsunfällen und Beinahe-Unfällen entwickelt, mit dem in Anlehnung an die Root-Cause-Analysen eine systematische vertiefte Analyse auch in KMU durchgeführt werden kann. Der Leitfaden wurde bei seiner Entwicklung am Praxisbedarf gespiegelt, so dass auch seine Überprüfung durch Unternehmensvertreter erfolgreich verlief.

Damit der Leitfaden weit verbreitet wird und Eingang in die betriebliche Praxis findet, sollten sowohl der Leitfaden selbst als auch die genannten Hilfsmittel wie Tabellen, Ereignisbausteine und Faktorenblatt elektronisch zur Verfügung gestellt werden. Neben den elektronischen Hilfsmitteln sollten diese auch in ansprechender grafischer Gestaltung als Papierversion erstellt werden. Für die Internetseite der BAuA wurden FAQs (Frequently Asked Questions) erstellt. Diese sind im Anhang 6 dieses Berichtes zu finden. Erfahrungen mit kommerziellen Verfahren zeigen, dass diese deren Verbreitung durch entsprechende Materialien, die professionell und für die Verwendung im Unternehmen gestaltet sind, unterstützen.

Zur Unterstützung der Verbreitung sollten zudem interaktive Webseiten eingerichtet werden. Vorstellbar ist eine Seite für Nutzerfeedback zum Leitfaden und eine weitere Seite als Userforum, bei dem die Anwender sich gegenseitig unterstützen können.

Wie aus den diversen Befragungen ersichtlich wurde, wird die fehlende Schulung in ganzheitlichen Unfallanalysen als ein Defizit bei der Ausbildung zur Sicherheitsfachkraft angesehen. Es würde sich anbieten, die Schulung des Leitfadens in die Ausbildung zu integrieren.

In den Interviews und bei den Workshops wurde deutlich, dass es zum Teil größere Akzeptanzprobleme in den Unternehmen hinsichtlich der Analysen bei Arbeitsunfällen und besonders bei Beinahe-Unfällen gibt. Hier könnte gegebenenfalls eine Unterstützungskampagne ansetzen, die die Vorteile ganzheitlicher Analysen vermittelt.

In einer längerfristigen Perspektive könnte überprüft werden, ob die dauerhafte Verwendung des Leitfadens zu einer Reduzierung der Unfallzahlen und damit zu einem Lernen in den Unternehmen führt. Bei dieser Überprüfung könnten als Evaluationsstudie Unfallzahlen von Unternehmen, die den Leitfaden verwenden, vor und nach der Einführung des Leitfadens verglichen werden. Ferner könnten auch die Unfallzahlen und/oder Ursachen von Unternehmen, die ihre Unfälle nach dem Leitfaden analysieren, mit solchen verglichen werden, die von Unternehmen stammen, die den Leitfaden nicht verwenden.

Literaturverzeichnis

Aneziris, O.; Baedts, E. de; Baksteen, J.; Bellamy, L.J.; Bloemhoff, A.; Damen, M.; Eijk, V. van; Kuiper, J.I.; Leidelmeijer, K.; Mud, M.; Mulder, S.; Oh, J.I.H.; Papazoglou, I.A.; Post, J.G.; Sol, V.M.; Uijt de Haag, P.A.M.; Whitehouse M.A.: The quantification of occupational risk. The development of a risk assessment model and software. RIVM rapport 620801001, 2008. [Online]
<http://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/620801001.html> [04.07.2011].

Becker, G.; Hoffmann, S.; Wilpert, B.; Miller, R.; Fahlbruch, B.; Fank, M.; Freitag, M.; Giesa, H.-G.; Schleifer, L.: Analyse der Ursachen von "menschlichem Fehlverhalten" beim Betrieb von Kernkraftwerken. Bonn: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit 1995. BMU-1996-454

Bellamy, L.J.; Ale, B.J.M.; Geyer, T.A.W.; Goossens, L.H.J.; Hale, A.R.; Oh, J.; Mud, M.; Bloemhof, A.; Papazoglou, I.A.; Whiston, J.Y.: Storybuilder – A Tool for the analysis of accident reports. Reliability Engineering and System Safety, 92 (2007), 735-744.

Benner, L.: Accident theory and accident investigation. In Proceedings of the Annual Seminar (pp. 148-154). Ottawa: Society of Air Safety Investigators 1975.

Benner, L.: Accident perceptions: Their implications for accident investigators. isasi forum, spring 1981, 13-17.

Benner, L.: Methodological biases which undermine accident investigations. Proceedings of International Society of Air Safety Investigators International Symposium, 1-5, (1981).

Benner, L.: Rating accident models and investigation methodologies. Journal of Safety Research, 16 (1985), 105-126.

Bock, H.; Krammel, A.: Die Reaktorkatastrophe von Tschernobyl. Regensburg: S. Roderer 1989.

Bullock, M. G.: Change control and analysis (SSDC-21, Vol. 77). Washington DC: U.S. Department of Energy 1981.

Buys, R. J.; Clark, J. L.: Events and Causal Factors Charting. DOE 76-45/14, (SSDC-14) Revision 1. Idaho Falls: System Safety Development Center, Idaho National Engineering Laboratory 1978.

Carroll, J.S.; Fahlbruch, B.: „The gift of failure: New approaches to analyzing and learning from events and near-misses": Honoring the contributions of Bernhard Wilpert. Safety Science, 49/1 (2011), 1-4.

Carroll, J.S.; Rudolph, J.W.; Hatakenaka, S.: Organizational learning from experience in high-hazard industries: Problem investigation as off-line reflective practice Working Paper No. 4359-02, MIT Sloan School of Management 2002 [Online] http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=305718 [15.07.2011]

Department of Transport: Herald of Free Enterprise (Report of Court No. 8074) (3rd ed.). London: Her Majesty's Stationery Office 1987.

Fahlbruch, B.: Vom Unfall zu den Ursachen: Eine empirische Bewertung von Analyseverfahren. Dissertation an der Technischen Universität Berlin: Mensch und Buch Verlag 2000.

Fahlbruch, B.; Schöbel, M.: SOL - Safety through organizational learning: A method for event analysis. *Safety Science*, 49 (2011), 27-31.

Fahlbruch, B.; Wilpert, B.: System safety - an emerging field for I/O psychology. In C. L. Cooper; I. T. Robertson (Eds.), *International Review of Industrial and Organizational Psychology* (Vol. 14, pp. 55-93). Chichester: Wiley 1999.

Ferry, T. S.: Modern accident investigation and analysis. Chichester: Wiley 1988.

Freitag, M.; Hale, A.: Structure of event analysis. In **A. Hale; B. Wilpert; M. Freitag** (Eds.), *After the event. From accident to organisational learning* (pp. 11-22). Oxford: Pergamon 1997.

Galley, M.: Improving on the Fishbone. 2007 [Online] <http://www.thinkreliability.com/pdf/root-cause-analysis-article-improving-fishbone.pdf> [11.07.2011].

Gordon, R.; Flin, R.; Mearns, K.: Designing and evaluating a human factors investigation tool (HFIT). *Safety Science*, 43 (2005), 147-171.

Governors: Black Bow TieXP, 2010. [Online] <http://www.governors.nl/bowtiexp/addons/blackbowtiexp.html> [12.07.2011].

Greenwood, M.; Woods, H. M.: A report on the incidence of industrial accidents upon individuals with special reference to multiple accidents. British Industrial Health Research Board, No. 34; 1919.

Groeneweg, J.: Controlling the controllable. The management of safety (pp. 150-159). Leiden: DSWO Press 1992.

Haddon, Jr.W.: Energy damage and the ten counter measure strategies. *Human Factors*, 15/4 (1973), 355-366.

Haddon, W.; Suchman, E. A.; Klein, D. A.: Accident research: Methods and approaches. New York: Harper & Row 1964.

Hale, A.: Introduction: The goals of event analysis. In A. Hale; B. Wilpert; M. Freitag (Eds.), *After the event. From accident to organisational learning* (pp. 1-10). Oxford: Pergamon 1997.

Hallbert, B.; Boring, R.; Gertman, D.; Dudenhoeffer, D. Whaley, A.; Marble, J.; Lois, J.: Human Event Repository and Analysis (HERA) System, Overview NUREG/CR-6903, Vol. 1 INL/EXT-06-11528. Washington: NRC 2006.

Heinrich, H. W.: *Industrial accident prevention*. New York: McGraw Hill 1936.

Hendrick, K.; Benner, L.: *Investigating accidents with STEP*. New York: Dekker 1987.

Hollnagel, E.: *Cognitive reliability and error analysis method: CREAM* (pp. 151-215). Oxford: Elsevier 1998.

IAEA: ASSET guidelines revised 1991 edition. Reference material prepared by the IAEA for assessment of safety significant events teams (IAEA-TECDOC-632). Vienna: International Atomic Energy Agency 1991.

IAEA: *The Asset Services (J-8 TC-871.2)*. Vienna: International Atomic Energy Agency 1994.

Isaac, A.; Shorrock, S. T.; Kennedy, R.; Kirwan, B.; Anderson, H.; Bove, T.: *The human error in ATM technique (HERA-JANUS) (HRS/HSP-002-REP-03)*. Brüssel: EATMP 2003.

Johnson, W.: *The management oversight and risk tree - MORT*. Germantown, MD: US Atomic Energy Commission 1973.

Johnson, W.: *MORT safety assurance systems (Occupational Safety and Health, Vol. 4)*. New York: Marcel Dekker 1980.

Kingston-Howlett, J.; Nelson, H.K.: *Events and Causal Factors Analysis*. Idaho Falls: Technical Research and Analysis Center, SCIENTECH, Inc., 1994. SCIE-DOE-01-TRAC-14-95

Krohn, W.; Weingart, P.: 'Tschernobyl' - das größte anzunehmende Experiment. In K. M. Michel; T. Spengler (Eds.), *Kursbuch 85. GAU - Die Havarie der Expertenkultur* (pp. 1-25). Berlin: Kursbuch-Verlag 1986.

Leveson, N.: A new accident model for engineering safer systems. *Safety Science*, 42 (2004), 237-270.

Leveson, N.: Applying systems thinking to analyze and learn from events. *Safety Science* 49 (2011), 55-64.

Leveson, N.; Daouk, M.; Dulac, N.; Marais, K.: Applying STAMP in Accident Analysis. 2003. [Online] <http://sunnyday.mit.edu/accidents/walkerton.pdf>

Lienert, G. A. (1989). Testaufbau und Testanalyse (4th ed.). München: Psychologie Verlags Union.

Manuele, F. A.: Accident investigation and analysis: An evaluative review. Professional Safety, October 82 (1982), 53-57.

Marbe, K.: Praktische Psychologie der Unfälle und Betriebsschäden. München: Oldenbourg 1926.

Munipov, V. M.: Der menschliche Faktor bei Havarien in den Kernkraftwerken Tschernobyl und Three Miles Island. In Gottlieb Daimler- und Karl Benz Stiftung (Ed.), 2.internationales Kolloquium Leitwarten- Einsatz neuer Informations- und Leit-systeme in Verkehr, Prozeßführung, Fertigung (pp. 239-248). Köln: TÜV Rheinland 1990.

Noordwijk Risk Initiative Foundation: Events and Conditional Factors Analysis 2008. http://www.nri.eu.com/ECFA_Page.htm [04.07.2011].

Paradies, M.; Busch, D.: Root Cause Analysis at Savannah River Plant. IEEE Conference on Human factors and Power Plants 1988, pp.479-483.

Perrow, C.: Normal accidents: Living with high-risk technologies. New York: Basic Books 1984

Rasmussen, J.: Human Errors. A Taxonomy for describing Human Malfunction in Industrial Installations. Journal of Occupational Accidents, 4 (1982), 311-333.

Rasmussen, J.: Event analysis and the problem of causality. In J. Rasmussen, B. Brehmer; J. Leplat (Eds.), Distributed decision making: Cognitive models for cooperative work (pp. 251-259). Chichester: Wiley 1991.

Rasmussen, J.: Safety control: Some basic distinctions and research issues in high hazard low risk operation. Paper presented at the NeTWork workshop on Risk Management, Bad Homburg, May 1991.

Rasmussen, J.: Risk management in dynamic society: A modeling problem. Key-note address on Conference on Human Interaction with Complex-Systems, August 1996 in Dayton, Ohio.

Reason, J.: Human error. Cambridge: Cambridge University Press 1990.

Reason, J.: Managing the management risk: New approaches to organisational safety. In Wilpert, B.; Qvale, T. (Eds.), Reliability and safety in hazardous work systems: Approaches to analysis and design (pp. 7-21). Hove, UK: Lawrence Erlbaum Associates 1993.

Reason, J.: Managing the risks of organizational accidents. Aldershot: Ashgate 1997.

Shealy, J. E.: Impact of theory of accident causation on intervention strategies. Proceedings of the Human Factors Society, 23rd Annual Meeting, 1979, 225-229.

Stichting Tripod Foundation: Tripod Beta User Guide 2008. [Online]. http://www.tripodfoundation.com/documenten/Tripod%20Beta_User%20guide_02a.pdf [18.07.2011]

Sträter, O.: Beurteilung der menschlichen Zuverlässigkeit auf der Basis von Betriebserfahrungen. Dissertation an der Technischen Universität München 1997: GRS.

Svedung, I.; Rasmussen, J.: Graphic representation of accident scenarios: Mapping system structure and the causation of accidents. *Safety Science*, 40 (2002), 397-417.

ThinkReliability: 2011 [Online] <http://www.thinkreliability.com/Root-Cause-Analysis-CM-Basics.aspx> [11.07.2011].

Trist, E. L.; Bamforth, K. W.: Some social and psychological consequences of the longwall method of coalgetting. *Human Relations*, 4 (1951), 3-38.

van der Schaaf, T. W.: PRISMA: A risk management tool based on incident analysis. In *Proceeding of the International Conference and Workshop on Process Safety Management and Inherently Safer Processes 1996* (pp. 242-251). New York: Center for Chemical Process Safety of the American Institute of Chemical Engineers.

Weaver, D. A.: TOR analysis: A diagnostic tool. *ASSE Journal* (1973 June), 24-29.

Wilpert, B.; Fahlbruch, B.: Safety related interventions in interorganisational fields. In A. Hale,; M. Baram (Eds.), *Safety management. The challenge of change* (pp. 235-248). Oxford: Pergamon 1998.

Zimolong, B.: Neue Perspektiven im Arbeits-, Gesundheits- und Umweltschutz: Rechtliche, arbeits- und organisationspsychologische Aspekte. In Hoyos, C. Graf; Wenninger, G. (Eds.), *Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz in Organisationen* (pp. 17-40). Göttingen: Verlag für Angewandte Psychologie 1995.

Zimolong, B.: Ganzheitliches Sicherheitsmanagement im bergmännischen Tagebau. In B. Ludborz, H. Nold; B. Rüttinger (Eds.), *Psychologie der Arbeitssicherheit. 8. Workshop 1995* (pp. 610-611). Heidelberg: Ansanger 1996.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 3.1	Beschäftigungsart der Sicherheitsfachkraft bei unterschiedlichen Unternehmensgrößen	36
Abb. 3.2	Existenz einer Arbeitsschutz-/Arbeitssicherheitsabteilung bei unterschiedlichen Unternehmensgrößen	37
Abb. 3.3	Anzahl der meldepflichtigen Arbeitsunfälle in 2008	37
Abb. 3.4	Anzahl der meldepflichtigen Arbeitsunfälle in 2009	38
Abb. 3.5	Anzahl der meldepflichtigen Arbeitsunfälle in 2010	38
Abb. 3.6	Verteilung der verwendeten Analysemethoden bei Arbeitsunfällen	40
Abb. 3.7	Durchschnittliche Analysedauer bei Arbeitsunfällen bei unterschiedlicher Unternehmensgröße	40
Abb. 3.8	Verteilung der Antworten zum Umgang mit den Analyseergebnissen	41
Abb. 3.9	Häufigkeiten der Rangplätze beim Umgang mit Analyseergebnissen bei unterschiedlichen Unternehmensgrößen	42
Abb. 3.10	Vergleich der richtigen Ereignisbausteine (EBK) mit der Musterlösung	74
Abb. 3.11	Vergleich der identifizierten Faktoren mit der Musterlösung	75
Abb. 3.12	Anzahl der ermittelten Ursachenkategorien über die Gruppen	76
Abb. 4.1	Prozess der Unfallanalyse	79
Abb. 4.2	Ereignisbaustein	85
Abb. 4.3	Ausgefüllter Ereignisbaustein	86
Abb. 4.4	Beispiel als Ereignisbausteine	87
Anh. 5	Ereignisbausteine für das Beispiel	120

Tabellenverzeichnis

Tab. 2.1	Überblick über die Bewertung der Unfallanalyseverfahren	32
Tab. 3.1	Benennung von Vorteilen und Nachteilen spezifischer Analyseverfahren	44
Tab. 3.2	Ergebnisse der Korrelation von Unternehmensgröße und Analyseverfahren	47
Tab. 3.3	Ergebnisse der Korrelation der verwendeten Analyseverfahren	48
Tab. 3.4	Korrelationen von Unfällen und durchschnittlicher Analysedauer	49
Tab. 3.5	Korrelationen von Unfällen und Umgang mit den Ergebnissen aus Analysen	49
Tab. 3.6	Korrelationen der verschiedenen Verfahrensweisen beim Umgang mit den Ergebnissen aus den Arbeitsunfallanalysen	51
Tab. 4.1	Beispiel als tabellarischer Ablauf	84
Tab. 4.2	Faktorenblatt	92
Tab. 4.3	Faktorenblatt für Ereignisbaustein Nr. 6 vom Beispiel	95

14. *Wie wird in Ihrem Unternehmen mit Analyseergebnissen umgegangen? (Mehrfachantworten möglich)*

- es erfolgt eine Meldung an die Berufsgenossenschaft
- die Ergebnisse werden in einer internen Datenbank zur weiteren Verwendung aufbereitet
- die Ergebnisse werden archiviert
- wir führen eine statistische Auswertung (Trends, Häufungen) durch
- aus den Ergebnissen werden Maßnahmen abgeleitet und deren Umsetzung initiiert
- wir haben ein Verfahren zur Weiterverfolgung und Wirksamkeitskontrolle der Maßnahmen
- aus den Analyseergebnissen werden Informationsschriften zur Verteilung im Unternehmen (learning lessons) erstellt
- die Ergebnisse der Analyse werden zeitnah in Schulungen und Unterweisungen für die Mitarbeiter integriert
- nach der Auswertung erfolgt eine Aktualisierung der Gefährdungsbeurteilung

15. *Haben Sie in Ihrem Unternehmen bei der Analyse von Unfällen eine gestaffelte Herangehensweise? (z. B. je nach Ausmaß der Auswirkungen des Unfalls oder je nach Schwere von Verletzungen/Schäden)*

- ja nein

Im folgenden Abschnitt interessiert uns, welche Erfahrungen Sie persönlich mit der Anwendung von systematischen Analyseverfahren gemacht haben. Bitte benennen Sie das Verfahren.

17. *Welche Vorteile haben Analyseverfahren aus Ihrer Sicht?*

Verfahren:

Vorteile:

18. *Welche Nachteile haben Analyseverfahren aus Ihrer Sicht?*

Verfahren:

Nachteile:

19. *Wie ist die Bereitschaft in Ihrem Unternehmen zum Einsatz von Unfallanalysemethoden?*

- hoch Ggf. Begründung:
 mittel

16. *Inwieweit gibt es betriebliche Regelungen für die Auslösung und Durchführung einer Analyse sowie für den Prozess des Lernens aus Erfahrung? Bitte stellen Sie das Vorgehen in Ihrem Unternehmen kurz dar:*

- niedrig

20. *Unter welchen Bedingungen würden Sie systematische Analysemethoden einsetzen?*

21. *Welche unterstützende Informationen, Hilfsmittel etc. würden Sie sich wünschen?*

22. *Sehen Sie Ausbildungs- oder Schulungsbedarf bei dieser Thematik?*

Anhang 2 Interviewleitfaden

1. Allgemeines

- 1.1 Beschreibung des Unternehmens, Anzahl der Mitarbeiter, Branche, Hauptprodukte, Haupttätigkeiten, ...
- 1.2 Wie ist der Arbeitsschutz/Arbeitssicherheit im Unternehmen organisiert?
- 1.3 Besitzen Sie ein Managementsystem?
- 1.4 Welches sind die Hauptgefährdungspotenziale bzw. Hauptgefährdungsarten in Ihrem Unternehmen?

2. Kenntnisse und Vorgehensweise bei der Analyse (Situationsbeschreibung)

- 2.1 Wie ist das Vorgehen nach Eintritt eines Arbeitsunfalls?
- 2.2 Wie werden AU-Analysen ausgelöst?
- 2.3 Nach welchen Kriterien/Prinzipien wird vorgegangen?
- 2.4 Welche Informations- und Datenquellen nutzen Sie bei ihrer Analyse?
- 2.5 Wie lange dauern die Analysen von AU im Durchschnitt? Wovon hängt die Dauer genau ab?
- 2.6 Welche positiven und negativen Erfahrungen haben Sie mit AU-Analysen gemacht?
- 2.7 Wann würden Sie eine externe Analyse beauftragen?
- 2.8 Welche Analyseverfahren sind Ihnen bekannt?
- 2.9 Wie informieren Sie sich über Unfallanalyseverfahren?
- 2.10 Welche Verfahren verwenden Sie?
- 2.11 Von welchen konkreten Bedingungen hängt der Einsatz von AU-Analysemethoden ab?
- 2.12 Analysieren sie auch Beinahe-Unfälle? Mit welchen Verfahren?

3. Ursachenermittlung

- 3.1 Welche Ursachen werden bei den Analysen von AU am häufigsten identifiziert?
- 3.2 Wann wird mit der Ursachenanalyse aufgehört (welches sind die Stopp-Kriterien)? Ab wann ist eine Analyse bzw. ein Analyseverfahren nicht mehr „rentabel“?

4. Umgang mit Analyseergebnissen

- 4.1 Was geschieht mit den Analyseergebnissen?
- 4.2 Was könnte zu Akzeptanzproblemen von AU-Analysen führen? Unter welchen Bedingungen würden Sie keine AU-Analyse durchführen?
- 4.3 Wie verfolgen Sie die abgeleiteten Maßnahmen und wie kontrollieren Sie die Wirksamkeit der Maßnahmen?

5. Erfahrungsrückfluss und Organisationales Lernen

- 5.1 Auf welchen Wegen werden die Erfahrungen aus den Analysen weitergegeben?

5.2 Welche konkreten Anforderungen stellen Sie an Analyseverfahren?

6. Unterstützung und Optimierung

6.1 Welche Optimierungsmöglichkeiten sehen Sie bei der Anwendung von AU-Analyseverfahren?

6.2 Wo sehen sie Unterstützungsbedarf bei der Anwendung von Analyseverfahren?

Checkliste für den Interviewleitfaden

1. Allgemeines

Beschreibung AS/ASI-
Organisation

Managementsystem Gefährdungs-
vorhanden potenziale

2. Vorgehen

Vorgehen bei Eintritt Auslöse- Vorgehens-
eines AU kriterien prinzipien

Daten- Dauer positive/negative
quellen Erfahrungen

externe Ana- bekannte Info über AV wie
lyse beauf- Verfahren

verwendete Einsatz- Analyse von
Verfahren bedingungen Beinaheunfällen?
UAV

3. Ursachenermittlung

häufigste identifizierte Stopp-Kriterien
Ursachen

4. Ergebnisableitung

Was geschieht mit Ergebnissen?

Akzeptanzprobleme/ Maßnahmen-
-grenzen -verfolgung/
-wirksamkeit

5. Erfahrungsrückfluss,

Organisationales Lernen

Wege der konkrete
Erfahrungswertung Anforderungen an AV

6. Unterstützung und Optimierung

Optimierungs- Unterstützungsbedarf
möglichkeiten

Anhang 3 Erster Workshop

Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin Dortmund, 22.12.2011
2.3-281 03

B. Lafrenz

Betr.: Projekt F 2287

„Ermittlung grundlegender Ursachen von Unfällen, Ereignissen (Schadensfällen) und Beinahe-Unfällen (Root-Cause-Analysis) zur Prävention in kleinen und mittleren Unternehmen“

hier: Text des Einladungsschreibens per E-Mail zum Workshop am
14.02.2012

Sehr geehrter Herr .../ Sehr geehrte Frau ...

bei der Diagnose von Ursachen zu erfolgten Unfällen, Ereignissen (Schadensfällen) und Störungen sowie Beinahe-Unfällen werden meist nur die vordergründigen Auslöser ermittelt. Eine ganzheitliche Ereignisanalyse (auch Root-Cause-Analysis genannt) soll dagegen die hintergründigen Ursachen ermitteln, um die Missstände an den "Wurzeln" zu beseitigen und nachhaltige Lösungen der Probleme zu finden. Die Bundesanstalt für Arbeitsschutz initiierte deshalb das Forschungsprojekt F 2287 „Ermittlung grundlegender Ursachen von Unfällen, Ereignissen (Schadensfällen) und Beinahe-Unfällen (Root-Cause-Analysis) zur Prävention in kleinen und mittleren Unternehmen“, welches von der TÜV Nord SysTec GmbH & Co. KG durchgeführt wird.

Die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) in Dortmund veranstaltet am 14.02.2012 den Workshop „Ganzheitliche Ereignisanalyse effektiv und effizient durchführen“, zu dem wir Sie herzlich einladen.

Auf diesem Workshop möchten wir Ihnen die ersten Projektergebnisse vorstellen, mit Ihnen diskutieren und die daraus folgenden Handlungserfordernisse/-hilfen ableiten.

Die Teilnahme an der Veranstaltung ist kostenlos. Eine Anmeldung bis zum 30. Januar 2012 ist erforderlich. Die Teilnehmerzahl ist auf 30 Personen begrenzt.

Wir möchten allen Teilnehmern gern eine Teilnehmerliste mit Namen und Institution zur Verfügung stellen. Bitte teilen Sie uns mit, wenn Sie nicht auf dieser Liste genannt werden möchten.

Weitere Informationen entnehmen Sie bitte dem beiliegenden Programm.

Mit freundlichen Grüßen
Im Auftrag

Lafrenz

Workshop
Ganzheitliche Ereignisanalyse effektiv und effizient durchführen
Handlungshilfen zur nachhaltigen Verbesserung der Sicherheit im Betrieb



Einladung

zum Workshop der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin am 14. Februar 2012 in Dortmund

Bei der Diagnose von Ursachen zu erfolgten Unfällen, Ereignissen (Schadensfällen) und Störungen sowie Beinahe-Unfällen werden meist nur die vordergründigen Auslöser ermittelt. Oft wird das menschliche Versagen als eine "universelle Ursache" in den Vordergrund gestellt. Eine ganzheitliche Ereignisanalyse (auch Root-Cause-Analysis genannt) soll dagegen die hintergründigen Ursachen ermitteln, um die Missstände an den "Wurzeln" zu beseitigen und nachhaltige Lösungen der Probleme zu finden. Obwohl die ganzheitliche Ereignisanalyse in vielen Branchen angewendet wird und viele Hilfsmittel, Tools und Schulungsunterlagen entwickelt wurden, liegen bisher keine umfassenden Untersuchungen über Vor- und Nachteile bzw. Kritikpunkte zur praktischen Durchführung dieser Analyse vor. Deshalb wurde das Forschungsprojekt F 2287 „Ermittlung grundlegender Ursachen von Unfällen, Ereignissen (Schadensfällen) und Beinahe-Unfällen (Root-Cause-Analysis) zur Prävention in kleinen und mittleren Unternehmen“ gestartet. Auf dem Workshop sollen erste Ergebnisse zur Ermittlung des Informationsbedarfes von Anwendern im Betrieb zur Optimierung der Durchführung einer ganzheitlichen Ereignisanalyse vorgestellt und diskutiert werden.

Zielgruppen

Zielgruppen sind insbesondere Fachkräfte für Arbeitssicherheit und sonstige betriebliche Arbeitsschutzexperten

Zeitpunkt

14. Februar 2012 von 10:00 bis 16.30 Uhr

Ablauf

Anmeldung bis zum 30. Januar 2012; die Teilnehmerzahl ist auf 30 Personen begrenzt.

Um einen reibungslosen Ablauf zu gewährleisten, bitten wir die Teilnehmer, sich am Veranstaltungstag rechtzeitig im Tagungsbüro registrieren zu lassen (ab 9.30 Uhr).

Ganzheitliche Ereignisanalyse effektiv und effizient durchführen **Dienstag 14. Februar 2012**

10:00-10:30 **Begrüßung und Einführung**

Dr. Lars Adolph (BAuA)

10:30-11:00 **Ganzheitliche Ereignisanalyse zur Verbesserung der Sicherheit und Gesundheit**

Katrin Weißenborn (E.ON Kraftwerke GmbH)

11:00-11:30 **Die Behandlung menschlicher Faktoren in der Unfallanalyse**

Harald Gröner (RWE Power AG)

11:30-11:45 Kaffeepause

11:45-12:15 **Ereignisanalysen aus der Sicht von externen Experten**

Juliane Jung/Hans Maimer (SOL-VE GmbH)

12:15-12.45 **Unfallanalysen in Betrieben – erste Ergebnisse des Projektes**

- *Generelle Ergebnisse der Umfrage*
 - *Informationsbedarf der Betriebe*
 - *Handlungserfordernisse*
 - *Instrumente zur Durchführung einer Ereignisanalyse*
- Dr. Babette Fahlbruch/Dr. Inga Meyer (TÜV Nord SysTec)

12:45-13:00 **Zusammenfassung des Vormittags**

Dr. Lars Adolph/Dr. Babette Fahlbruch/Dr. Inga Meyer

13:00-13:45 Mittagspause

13:45-15:00 **Gruppendiskussionen zu fördernden und hemmenden Einflüssen**

15.00-15.30 Kaffeepause

15.30-16.15 **Zusammentragen der Erkenntnisse aus den bisherigen Untersuchungen und Diskussionen: Wie geht es weiter bei der ganzheitlichen Ereignisanalyse?**

Moderation: Dr. Lars Adolph

16.15-16.30 **Schlussfolgerung und Ausblick**

Dr. Lars Adolph/Dr. Babette Fahlbruch/Dr. Inga Meyer

Anhang 4 Zweiter Workshop

Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin Dortmund, 19.06.2012
2.3-281 03

B. Lafrenz

Betr.: Projekt F 2287

„Ermittlung grundlegender Ursachen von Unfällen, Ereignissen (Schadensfällen) und Beinahe-Unfällen (Root-Cause-Analysis) zur Prävention in kleinen und mittleren Unternehmen“

hier: Textentwurf des Einladungsschreibens per E-Mail zum Workshop am 22.08.2012

Sehr geehrter Herr .../ Sehr geehrte Frau ...

Im Rahmen des Projektes F 2287 „Ermittlung grundlegender Ursachen von Unfällen, Ereignissen (Schadensfällen) und Beinahe-Unfällen (Root-Cause-Analysis) zur Prävention in kleinen und mittleren Unternehmen“, welches von der TÜV Nord SysTec GmbH & Co. KG durchgeführt wird, fand ein Workshop „Ganzheitliche Ereignisanalyse effektiv und effizient durchführen“ bei der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) in Dortmund am 14.02.2012 statt. Auf diesem Workshop wurden die ersten Projektergebnisse vorgestellt und diskutiert (siehe auch www.baua.de/dok/2726920).

Ziel des genannten Projektes ist es, einen Leitfaden für die Durchführung einer ganzheitlichen Ereignisanalyse zu erstellen. Hierzu liegt nun ein Entwurf vor, in dem die auf dem genannten Workshop erarbeiteten Hinweise und Anregungen zum gewünschten Unterstützungsbedarf eingeflossen sind.

Um diesen Leitfadenentwurf Ihnen vorzustellen und zusammen mit Ihnen zu erproben, laden wir Sie zu einem Workshop „Leitfaden zur Durchführung einer Ganzheitlichen Ereignisanalyse“ bei der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) in Dortmund am 22.08.2012 herzlich ein. Das Programm zu diesem Workshop werden wir Ihnen baldmöglichst zukommen lassen.

Die Teilnahme an der Veranstaltung ist kostenlos. Die Teilnehmerzahl ist auf 20 Personen begrenzt und eine Anmeldung erforderlich.

Wir möchten allen Teilnehmern gern eine Teilnehmerliste mit Namen und Institution zur Verfügung stellen. Bitte teilen Sie uns mit, wenn Sie nicht auf dieser Liste genannt werden möchten.

Wir würden uns freuen, Sie am 22.08.2012 bei uns begrüßen zu dürfen.

Mit freundlichen Grüßen
Im Auftrag

Lafrenz

Workshop
Leitfaden zur Durchführung einer ganzheitlichen Ereignisanalyse
Erprobung der Vorgehensweise



Einladung

**zum Workshop der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin
am 22. August 2012 in Dortmund**

Bei der Diagnose von Ursachen zu erfolgten Unfällen, Ereignissen (Schadensfällen) und Störungen sowie Beinahe-Unfällen werden meist nur die vordergründigen Auslöser ermittelt. Oft wird das menschliche Versagen als eine "universelle Ursache" in den Vordergrund gestellt. Eine ganzheitliche Ereignisanalyse (auch Root-Cause-Analysis genannt) soll dagegen die hintergründigen Ursachen ermitteln, um Missstände an den "Wurzeln" zu fassen und nachhaltige Lösungen der Probleme zu finden. Zur effektiven und effizienten Durchführung einer solchen Ereignisanalyse wurde im Rahmen des Forschungsprojekts F 2287 „Ermittlung grundlegender Ursachen von Unfällen, Ereignissen (Schadensfällen) und Beinahe-Unfällen (Root-Cause-Analysis) zur Prävention in kleinen und mittleren Unternehmen“ ein Leitfaden entwickelt. Dieser Leitfaden soll nun auf dem Workshop vorgestellt und zusammen mit den Teilnehmern anhand eines praxisnahen Beispiels in Gruppenarbeit erprobt werden.

Zielgruppen

Zielgruppen sind insbesondere Fachkräfte für Arbeitssicherheit und sonstige betriebliche Arbeitsschutzexperten

Die Teilnehmerzahl ist auf 20 Personen begrenzt.

Zeitpunkt

22. August 2012 von 9.30 Uhr bis 17.00 Uhr

Leitfaden zur Durchführung einer ganzheitlichen Ereignisanalyse **Mittwoch 22. August 2012**

09:30-09.45 Begrüßung

Dr. Lars Adolph/Bettina Lafrenz (BAuA)

09.45-11:00 Projektergebnisse und Vorstellung des Leitfadens

Aufteilung der Arbeitsgruppen und Einführung in die Gruppenarbeit

Dr. Babette Fahlbruch/Dr. Inga Meyer (TÜV Nord SysTec)

11:00-11:20 Kaffeepause

11:20-13:20 Gruppenarbeit: Beschreibung des Unfallgeschehens

13:20-14:00 Mittagspause

14:00-15:45 Gruppenarbeit: Ursachensuche

15.45-16.00 Kaffeepause

16:00-16.50 Vorstellung der Ergebnisse der Gruppenarbeit und Diskussion

Dr. Babette Fahlbruch/Dr. Inga Meyer (TÜV Nord SysTec)

16:50-17:00 Schlusswort

Dr. Lars Adolph (BAuA)

Anhang 5 Anhänge des Leitfadens

Anhang A

Fragenkatalog zur Informationssammlung

WAS?

- Verletzte/Tote
- Sachschäden/Umweltschäden
- Freigesetzte Stoffe, Mengenabschätzungen
- Anlagenteil(e), Ausrüstung
- Art/Umfang der Arbeiten/Aufgaben bei Unfalleintritt und während des Ablaufes (z. B. Test, Wartung, Freischaltung)
- Einsatz von Hilfsmitteln (z. B. Werkzeuge, Messgeräte ...)
- Arbeitsteilung, Arbeitsschritte (z. B. Teilaufgaben, Gruppenaufgaben, Zusammenarbeit, Unteraufträge)
- Betriebsunterlagen (z. B. Schreiberstreifen, Aufstellungsplan, Arbeits- und Betriebsanweisungen, ...)
- ...

WANN?

- Zeitpunkt einzelner Handlungen
- Anfangspunkt des Unfallgeschehens
- Endpunkt des Unfallgeschehens
- Unterbrechungen bei längeren Verläufen (wann unterbrochen, wann wieder aufgenommen)
- ...

WO?

- Ort des Unfalls
- Ort/Art der ersten Meldung (z. B. Schreiber, mündliche Meldung ...)
- Einsatz- und Arbeitsorte (z. B. Messwarte, Kontrollstand vor Ort, ...)
-

WER?

- Funktion und Qualifikation aller handelnden Personen (z. B. Schichtleiter, Anlagenfahrer, Schlosser ...)
- Einbeziehung anderer Abteilungen/Entscheidungsträger
- Beteiligung von Fremdfirmenmitarbeitern
- Bauteil/Komponente
- ...

WIE?

- Einzelarbeit (Einzelentscheidung)/Gruppenarbeit
- Vergabe des Arbeitsauftrags
- Kommunikationsmittel (z. B. Telefon, Funk ...)
- Kommunikationsstörungen (z. B. Geräuschpegel, Mitteilungen/Störungen Dritter, Missverständnis, Fehlinterpretation ...)
- Zustandsbeschreibung der beteiligten Systeme/Komponenten (in Betrieb, außer Betrieb, Test, Störungen ...)
- Ablaufstörungen der beteiligten Systeme/Komponenten während des Unfallgeschehens
- Zustand und Einsatzmöglichkeiten der Hilfsmittel/Werkzeuge
- Automatische Eingriffe und Handeingriffe während des Ablaufs
- Arbeits-/Umgebungsbedingungen (z. B. Lärm, Temperatur, Feuchtigkeit, gesundheitsgefährdende Stoffe...)
- Reaktions- und Stoffeigenschaften
- Zustand der Anlage (Anfahr-, Normal-, Abfahrbetrieb, Reparatur-/Instandhaltungsarbeiten)
- Verfahrensablauf, Verfahrensschritt
- ...

Anhang B

Zeit-Akteur-Diagramm des Beispiels

Anh. 5, Abb. 1 Ereignisbausteine für das Beispiel

2012-07-14, 08:30h

2012-07-14, 08:20h

2012-07-11

2012-07-14, 08:25h

2012-07-14, 08:15h

2012-07-10

Mitarbeiter 1

Zeit 2012-07-10 2
 Ort Halle
 Akteur **Mitarbeiter 1**
 Handl. **Eintrag Schichtbuch**
 Bem. Arbeitsaufträge für Arbeiten fehlen

Abteilungsleiter

Zeit 2012-07-11 1
 Ort Halle
 Akteur **Abteilungsleiter**
 Handl. **Besprechung**
 Bem. Mitteilung über Verwendung von Hebeplänen

AVO

Zeit 2012-07-14, 08:15h 3
 Ort Halle
 Akteur **AVO**
 Handl. **leitet Hebearbeiten ein**
 Bem. ist Aufsichtsführender (AVO), zieht keine Hebepläne zu Rate

Mitarbeiter 2

Zeit 2012-07-14, 08:20 4
 Ort Halle
 Akteur **Mitarbeiter 2**
 Handl. **sucht entsprechendes Seil**
 Bem. Findet das richtige Seil nicht

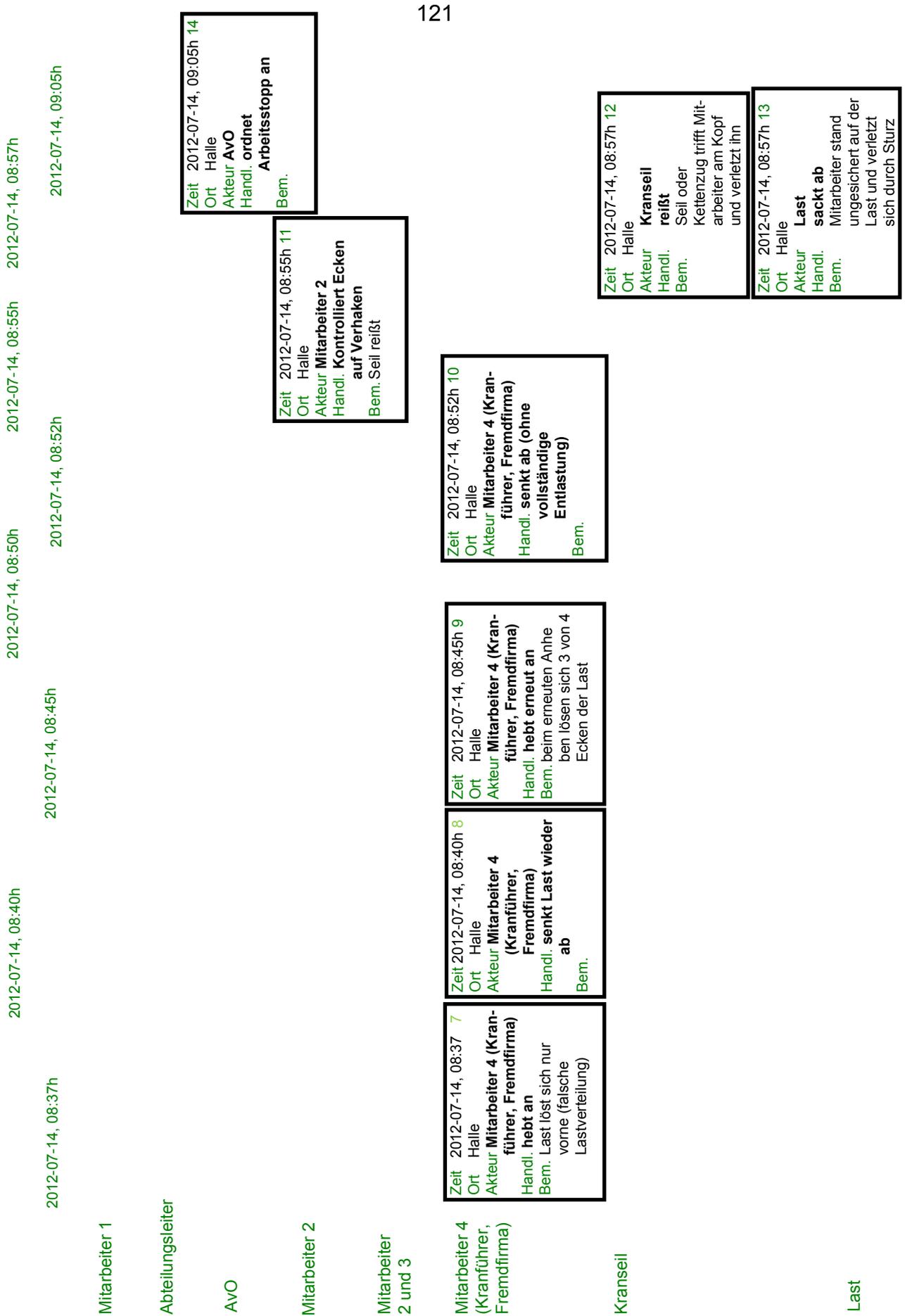
Zeit 2012-07-14, 08:30h 6
 Ort Halle
 Akteur **AVO**
 Handl. **gibt Kommandos**
 Bem. ist mit Vorgehensweise (Seil doppelt zu nehmen) von Mitarbeiter 3 nicht einverstanden, kann sich aber nicht durchsetzen

Mitarbeiter und 3

Zeit 2012-07-14, 08:25h 5
 Ort Halle
 Akteur **Mitarbeiter 2 u.3**
 Handl. **schlagen Seile und Kettenzüge an**
 Bem. In Ermangelung des richtigen Seils wird das verwendete Seil doppelt genommen (Seile und Kettenzüge nicht kompatibel – Durchmesser)...

Mitarbeiter (Kranführer, Fremdfirma)

Kranseil



Anh. 5, Abb. 1 Ereignisbausteine für das Beispiel (Fortsetzung)

Anhang C

Beschreibung der Verfahren

Black Bow Ties

Beschreibung:

Black Bow Ties (GOVENORS, 2010) ist keine eigenständige Analysemethode, sondern eine Darstellungsweise von Tripod Beta. Ursprünglich diente die Erstellung von Bow Ties als Risikomanagementmethode. Sie kann jedoch auch zur Analyse von Unfällen verwandt werden, um aufzuzeigen, welche Barrieren versagt haben. Theoretische Grundlage ist die Ereignisentstehungstheorie von REASON (1990). Bei der Erstellung eines Bow Ties wird in sieben Schritten vorgegangen, die den Tripod Beta Verursachungspfad nachzeichnen:

- 1) Ereignisbeschreibung: Was passierte und welche Gefahren wurden ausgelöst?
- 2) Identifikation der Gefährdungen: Alles, was zum Ereignis führen oder beitragen konnte. Gefährdungen beinhalten: Designfehler, mögliche Fehlhandlungen, Korrosion etc.
- 3) Identifikation der Konsequenzen: Was passierte als Folge des Ereignisses? Unter Umständen ergibt sich eine komplizierte Folgenkette, bei der ein Ereignis andere bedingte. Man kann entweder nur die letzte Konsequenz aufzeigen oder mehrere Bow Tie Diagramme anlegen.
- 4) Identifikation der Barrieren: Welche Barrieren waren vorhanden, um das Ereignis zu verhindern? Welche Barrieren versagten und welche funktionierten? Wie kann die Barrierenfunktion aufrechterhalten werden und wer ist dafür verantwortlich?
- 5) Identifikation von Maßnahmen: Sofortmaßnahmen, Folgenreduktion, inkl. technische, Betriebs- und organisationale Maßnahmen
- 6) Optional - Identifikation von Eskalierungsfaktoren: Faktoren, die die Effektivität von Kontrollen reduzieren können wie anormale Betriebszustände oder menschliche Fehler
- 7) Identifikation von Kontrollen über Eskalierungsfaktoren: Zusätzliche Kontrollen, um solche Faktoren zu beherrschen

Bewertung:

Das Verfahren ist für Arbeitsunfälle geeignet mit der Einschränkung, dass es eher Darstellungsmethode als Analyseinstrument ist, allerdings wurde es auf Arbeitsunfälle mehrfach empirisch angewandt (ANEZIRIS et al., 2008). Das Verfahren ist eine Darstellungsform, d. h. die Analyse muss bereits vorliegen, so dass nichts über den Analyseaufwand ausgesagt werden kann. Da das Verfahren in Softwarelösungen vorliegt, ist kein Einsatz von externen Experten notwendig.

Cause Mapping

Beschreibung:

Die Cause Mapping Methode wurde als Werkzeug zur Durchführung von Ereignisanalysen nach der RCA (Root Cause Analysis) Methode Ende der 90er Jahre von Galley, Firma ThinkReliability, entwickelt (ThinkReliability, 2011) und basiert auf dem Fischgrätendiagramm (ThinkReliability).

Bei der Durchführung des Cause Mapping werden die Qualität des Prozesses zur Informationssammlung, die Qualität der erhobenen Daten und auch die Qualität der Datenverarbeitung insoweit verbessert, dass daraus direkte Maßnahmen zur Prävention abgeleitet werden können.

Der Ausgangspunkt der Untersuchung wird definiert durch die Unternehmensziele (z. B. das Sicherheitsziel, das Umweltziel und/oder das Ergebnisziel). Der Ausgangspunkt wird nicht durch die aufgetretenen Probleme oder die Ursachen für diese Probleme definiert. Aufgezeigt werden alle beitragenden Ursachen - es wird nicht nur nach der grundlegenden Ursache (root cause) gesucht. Der Fokus liegt auf der Prävention - und nicht dem Finden des Schuldigen. Ausgewählt werden die am besten geeigneten Lösungen aus allen erarbeiteten potenziellen Lösungen. Das Ergebnis der Untersuchung sind die vorzunehmenden Maßnahmen.

Beim Cause Mapping wird man über Vorlagen eines Programms zur strukturierten und systematischen Vorgehensweise angeleitet. Gleichzeitig dokumentiert man in der Datei sämtliche relevanten Daten der Ereignisanalyse, die in drei Schritten erfolgt:

- 1) Problemerkfassung: Hier werden die grundlegenden Daten abgefragt, dies geschieht über die „W“-Fragen, wobei die „Wer“-Frage zur Verhinderung von Beschuldigungen bewusst ausgelassen wird. Daten wie Ort, Datum, Zeit, Prozess und Prozessschritt und ggf. bekannte Abweichungen werden über ein Formblatt abgefragt. Das Problem muss dann an den Unternehmenszielen, die es beeinträchtigt, beschrieben und bewertet werden.
- 2) Analyse: Bei der Analyse wird ausgehend von den beeinträchtigten Unternehmenszielen eine Ursachen-Wirkungsanalyse angestoßen. Mit einer graphischen Darstellung werden die im Team erarbeiteten kausalen Zusammenhänge in der sogenannten Cause Map dargestellt. In der graphischen Cause Map werden Nachweise und Belege direkt an die Ursache-Wirkungsbeziehungen gehängt. Parallel zur Ursache-Wirkungsanalyse ist der chronologische Ablauf des Ereignisses festzuhalten, dies geschieht in der „Timeline“. Ebenso werden der bzw. die Prozesse, die beteiligt waren, dokumentiert. Darüber hinaus können Notizen, Fotos und Diagramme gespeichert werden, die bei der Analyse Zusammenhänge nachweisen und belegen.
- 3) Lösungen: Nachdem die komplette Ursache-Wirkungsbeziehung graphisch dargestellt ist, werden mögliche Lösungen erarbeitet. Diese ergeben sich aus der Ursache-Wirkungsbeziehung durch die Fragestellung: „Mit welcher Maßnahme kann ich das Auftreten einer der Ursachen verhindern?“ Die potenziellen Lösungen werden in der graphischen Cause Map direkt dokumentiert. Die so abgeleiteten Lösungsvorschläge müssen nun auf Effektivität und Aufwand zur Umsetzung bewertet werden. Ergebnis ist ein Aktionsplan, in dem die ausgewählten besten

Lösungen mit Maßnahmenbeschreibung, Termin und Verantwortlichen festgehalten werden.

Bewertung:

Das Verfahren scheint geeignet, um Arbeitsunfälle in KMU zu untersuchen. Ein Einsatz von Experten scheint nicht notwendig. Der Aufwand erscheint hoch.

Change Analysis – Abweichungsanalyse

Beschreibung:

Die Abweichungsanalyse wurde von der Rand Corporation entwickelt (BULLOCK, 1981). Sie wurde später auch als Bestandteil in andere Unfallanalyseverfahren übernommen, beispielsweise in MORT. Die Abweichungsanalyse basiert nicht explizit auf einem Unfallentstehungsmodell. Implizit wird jedoch von einem gestörten Gleichgewicht ausgegangen, ähnlich wie bei HADDON et al. (1964) oder BENNER (1975).

Bei einer Abweichungsanalyse werden systematisch die Unfallsituation und der Unfallablauf mit früheren störungsfreien Situationen und Abläufen verglichen. Auf der Basis dieses Vergleichs wird identifiziert, ab wann der Unfallablauf bzw. die Unfallsituation von den Referenzsituationen abweichen, d. h. sich von ihnen unterscheiden. Diese Unterschiede werden dann bewertet, um ihren Beitrag zum Unfall zu bestimmen.

Das Verfahren soll so zum Unfall beitragende Änderungen der Anlage erfassen, aber auch ungeeignete Veränderungen der administrativen Überwachung und Abweichungen vom üblichen Arbeitsablauf. Zu diesem Zweck wurde von BULLOCK (1981) ein Formblatt als Hilfe entwickelt. Es enthält die folgenden Fragen zur Situation:

- „Was?“ (Objekt, Energie, Fehler, Schutzeinrichtung)
- „Wo?“ (am Objekt, im Prozess, Ort)
- „Wann?“ (Zeit, im Prozess)
- „Wer?“ (Operateur, Fremdpersonal, Aufsicht, andere)
- „Aufgaben?“ (Ziel, Anweisung, Qualität, Anweisung)
- „Arbeitsbedingungen?“ (Umgebung, Risikobetrachtung)
- „Auslösendes Ereignis?“
- „Management?“ (Überwachungsfolge, Gefährdungsanalyse, Risikobetrachtung)

Die Beantwortung dieser Fragen ist nach der Unfallsituation und Referenzsituationen unterteilt. Erst wenn alle Veränderungen identifiziert sind, werden die Unterschiede zwischen den Situationen auf ihre Verantwortung für den Unfall hin überprüft.

Bewertung:

Die Abweichungsanalyse ist für jede Art von Unfällen konzipiert, also kann sie auch für Arbeitsunfälle in KMU verwandt werden. Der Aufwand hängt mit den Referenzsituationen zusammen, je komplexer diese sind, desto mehr steigt dieser an. Die Abweichungsanalyse bietet in Bezug auf die Unterstützung der Analytiker keine Hilfen. Der Einsatz von externen Experten erscheint nicht notwendig.

ECFA - Events and Causal Analysis (Charting) und ECFA+ -Events and Conditional Factors Analysis

Beschreibung:

ECFA+ ist eine spätere Abwandlung der ECFA-Methode. Die folgende Beschreibung umfasst beide Methoden (BUYS; CLARK, 1978; KINGSTON-HOWLETT; NELSON, 1995; NOORDWIJK RISK INITIATIVE FOUNDATION, 2008). ECFA verfolgt drei Ziele: (1) Das Verfahren dient der Validierung von Kausalketten und Ereignissequenzen, (2) liefert eine Struktur für die Integration von Analyseergebnissen und (3) unterstützt die Kommunikation während der Analyse und bei ihrer Fertigstellung. Es wird als ein Teil der MORT Methode vorgeschlagen.

Das Herzstück von ECFA ist das Ereignis-Ursachen-Diagramm (Events and Causal Factors Chart). Es ist das Abbild, das aus den Informationen, die bei der Analyse gesammelt werden, konstruiert wird. Im Diagramm werden beitragende Ereignisse (was passierte) in Rechtecken und Bedingungen in Ovalen dargestellt. Beitragende Ereignisse werden mit Pfeilen verbunden, um so den Ablauf darzustellen. Bedingungen, die ein Ereignis beeinflussen, werden ebenfalls mit diesem mit Pfeilen verbunden. Es wird mit dem primär auslösenden Ereignis begonnen und rückwärts gearbeitet, um die Entstehung zu beschreiben. Ebenso soll beschrieben werden, was nach diesem Ereignis geschah. Konventionen in ECFA sind:

- Jedes Ereignisrechteck sollte einen Akteur (die involvierte Person) und ihre Handlung beinhalten.
- Bei Unsicherheit, z. B. fehlender Information, werden gepunktete Randlinien verwendet.
- Die Ereignislogik muss überprüft werden. Die Methode identifiziert keine tiefer liegende Ursachen (root causes) und sollte deshalb nur in Verbindung mit einer anderen Methode genutzt werden.

Bewertung:

ECFA und ECFA+ sind eher Darstellungs- als Analysemethoden. Sie sind so inhalts-offen, dass sie für jede Art von Unfällen konzipiert sind, also können sie auch für Arbeitsunfälle in KMU verwandt werden. Der Aufwand für die Darstellung erscheint nicht hoch, allerdings setzt er eine abgeschlossene Analyse voraus. Das Verfahren kann nach Schulungen auch ohne externe Experten durchgeführt werden.

HFIT – Human Factors Investigation Tool

Beschreibung:

HFIT wurde für die Analyse von Unfällen mit Human-Factors-Beitrag in der Offshore ÖL- und Gasindustrie von der Universität Aberdeen im Auftrag der Health and Safety Executive (HSE) und vier Firmen entwickelt (GORDON et al., 2005). HFIT basiert auf einem einfachen Unfallentstehungsmodell, das annimmt, dass Gefährdungen, wie Prozeduren oder Arbeitsvorbereitung, zu einem Verlust von Situationsbewusstsein (Aufmerksamkeit, Entdeckung, Gedächtnis) und damit zu Handlungsfehlern (Auslassung, Reihenfolgefehler, Auswahlfehler) und auf diese Weise zu einem Unfall führen. Dieser kann durch Fehlerbehebung (Verhaltensreaktion) vermieden werden. Bei

der Analyse werden die vier Elemente mit Hilfe von Checklisten und Flowcharts (ja/nein-Fragen) abgearbeitet:

- 1) Identifikation von Handlungsfehlern: Auslassung (Handlung vs. Auslassung der Aufgabe), Zeit (Handlung zu lang, zu kurz, zu früh, zu spät), Reihenfolge (Handlung wiederholt, falsche Reihenfolge), Qualität (zu viel, zu wenig, falsche Richtung, falsche Handlung, falsches Equipment), Auswahl, Kommunikation, Regelabweichung
- 2) Identifikation der Fehlerbehebung: Verhaltensreaktion (Entdeckung, Meldung, Korrektur) und Entdeckungshinweis (internes Feedback, Systemfeedback, externe Kommunikation, Planung)
- 3) Identifikation des Situationsbewusstseins: Aufmerksamkeit (Ablenkung; fehlende Konzentration, geteilte Aufmerksamkeit, fokussierte Aufmerksamkeit), Entdeckung und Wahrnehmung (Signal nicht entdeckt, visuelle, verbale oder taktile Fehlwahrnehmung), Gedächtnis (vergessen eines Schrittes oder einer Handlung, Ortsverlust), Interpretation (Missverständnis), Entscheiden, Annahmen, Reaktionsausführung
- 4) Identifikation der Gefährdungen: Prozeduren (nicht verwendet, falsch gefolgt, falsche oder unvollständige Prozedur), Arbeitsvorbereitung (inadäquates Arbeitspaket, inadäquate Arbeitserlaubnis, inadäquate Planung), Arbeitsfaktoren (Aufgabencharakteristika, Arbeitsdruck, Personalressourcen), Personenfaktoren (physische Fähigkeiten und Kondition, Stress, Motivation), Kompetenz und Training, Kommunikation, Teamarbeit, Aufsicht, Organisations- und Sicherheitskultur, Arbeitsumgebung, Mensch-Maschine-Schnittstelle, Anlage, Komponenten, Werkzeuge und Equipment

Es gibt auch eine Softwareversion des Verfahrens. Das Verfahren wurde evaluiert (GORDON et al., 2005).

Bewertung:

Das Verfahren ist geeignet, um Arbeitsunfälle in KMU zu analysieren, da es trotz seiner Entwicklung für die Offshore Öl- und Gasindustrie eher allgemeine Ursachenkategorien enthält. Es ist kein Einsatz von externen Experten notwendig, allerdings müssen Anwender ohne Human-Factors-Hintergrund Trainings absolvieren, um HFIT zu verwenden. Der Aufwand erscheint für KMU vertretbar aufgrund der hohen Standardisierung und der Hilfsmittel.

PRISMA - Prevention and Recovery Information System for Monitoring and Analysis

Beschreibung:

PRISMA wurde von der Safety Management Group der Universität Eindhoven entwickelt (VAN DER SCHAAF, 1996).

PRISMA besteht aus drei Schritten:

- Erstellen eines Kausalbaumes – vergleichbar mit einem Fehlerbaum zur Beschreibung des Ereignisses
- Identifikation von Ursachen – unter Verwendung des 'Eindhoven Klassifikationsmodells'

- Identifikation von Maßnahmen – unter Verwendung des Leitfadens der Methode

Zuerst wird ein Kausalbaum erstellt, der abbildet, wie das Ereignis entstand. Normalerweise werden zeitliche frühere Geschehnisse links und spätere rechts abgebildet. Anders als bei konventionellen Fehlerbäumen sind die Zweige nur mit Toren verbunden. Für Beinahe-Ereignisse ist der Baum zweigeteilt, der erste Teil stellt die „Fehlerseite“ dar, der zweite die Behebungsseite. Im zweiten Schritt wird der Baum mit Hilfe des Klassifikationsmodells untersucht. Das Modell basiert auf RASMUSSENS Fehlermodell (1982) und Ursachen von Ereignissen aus der petrochemischen Industrie. Es wird in einem Flowchart abgebildet, durch das man sich mit der Beantwortung von ja/nein-Fragen arbeitet. Zusätzlich gibt es verschiedene Versionen für andere Industrien. In dem Modell wird angenommen, dass die Ursache jedes Teilereignisses als technisch, organisational oder verhaltensbasiert betrachtet wird.

- technisch: Design, Konstruktion oder Material
- organisational: Betriebsprozeduren oder Managementprioritäten (in einigen Versionen gehört auch Sicherheitskultur in diese Kategorie)
- verhaltensbasiert: wissens-, regel- oder fertigkeitbasiert, mit weiteren Unterkategorien

Mit Hilfe der PRISMA 'Klassifikation-/Handlungsmatrix' können im dritten Schritt spezifische Maßnahmen zu den Ursachenproblemen, die in Schritt 2 identifiziert wurden, gefunden werden. Es gibt fünf Maßnahmenkategorien: Equipment, Prozeduren, Information und Kommunikation, Training und Motivation. Wenn beispielsweise Planung als Ursache gefunden wurde, soll als Maßnahme Training implementiert werden.

Bewertung:

Das Verfahren ist geeignet, Arbeitsunfälle in KMU zu analysieren, da das theoretische Modell die Interaktion von Technik, Organisation und Personen beleuchtet und die Ereignisentstehung aus Fehlern in dieser Interaktion beschreibt. Der Einsatz von externen Experten ist nicht notwendig, allerdings sind auch hier Schulungen Vorbedingung. Es werden keine Angaben über den Aufwand gemacht, aber aufgrund der kleinen Anzahl möglicher Ursachenkategorien und des Flowcharts ist der Aufwand vertretbar.

RCA – Root Cause Analysis

Beschreibung:

Root Cause Analysen wurden seit den 80er Jahren veröffentlicht (z. B. PARADIES; BUSCH, 1988). Das Verständnis von Root Causes ist, dass sie a) spezifische zugrundeliegende Ursachen sind, und b) zwar solche, die vernünftig als solche identifiziert werden können, c) für die das Management des Unternehmens die Möglichkeit der Einflussnahme hat sowie d) für welche effektive Maßnahmen abgeleitet werden können, die eine Ereigniswiederholung verhindern. Eine zugrundeliegende Theorie wird nicht explizit genannt. Eine RCA wird in vier Schritten durchgeführt:

- 1) Informationssammlung: Bei diesem Schritt werden möglichst vollständige Informationen über das Ereignis gesammelt, ohne diese können später weder kausale

Faktoren noch Root Causes identifiziert werden. Dieser Schritt erfordert den meisten Aufwand.

- 2) Causal factor charting: Bei diesem Schritt werden die Ereignisabläufe mit ihren Auslöseereignissen und den Bedingungen zu den einzelnen Ereignisabläufen dargestellt. So entsteht eine Struktur zur Organisation und Analyse der im ersten Schritt gesammelten Information, aus der Lücken und Schwächen deutlich werden. Anhand des Charts können dann kausale Faktoren bestimmt werden, indem man prüft, ob durch ihr Wegfallen das Ereignis verhindert oder dessen Folgen gemildert worden wären.
- 3) Identifikation der Root Causes: Nachdem alle kausalen Faktoren identifiziert wurden, beginnt die Suche nach den tieferliegenden Ursachen für jeden dieser Faktoren mit Hilfe einer Entscheidungshilfe, der Root Cause Map. Mit dieser Entscheidungshilfe, die einem Fehlerbaum ähnelt, wird der Analyseprozess strukturiert, indem bekannte Root Causes bestimmten ja/nein-Fragen zugeordnet werden. Es gibt drei übergeordnete Kategorien, die als Einstieg dienen: Equipmentprobleme (Design, Problem der Zuverlässigkeit, Installation Herstellung, falsche Anwendung), Probleme mit Personen (Mitarbeiter, Fremdfirmenmitarbeiter), andere Probleme (Naturphänomene, Sabotage, externe Ereignisse, andere)
- 4) Maßnahmenableitung und Implementierung: Mithilfe von Tabellen werden die Ergebnisse der Analyse zusammengefasst. Für jeden kausalen Faktor sollten dann eine Root Cause sowie eine Maßnahme abgebildet sein.

Die Root Cause Analyse wurde von verschiedenen Firmen weiterentwickelt, beispielsweise zu TAPROOT™, ohne dass die Grundprinzipien oder der Analyseablauf verändert wurden.

Bewertung:

Das Verfahren ist geeignet, um Arbeitsunfälle in KMU zu analysieren, da die Annahmen sehr allgemein gehalten sind. Der Einsatz von externen Experten ist nach der Schulung von Mitarbeitern nicht notwendig. Zum Aufwand gibt es nur die Aussage, dass er für die Informationssammlung am höchsten ist, insgesamt wird er als hoch eingeschätzt. Das Verfahren beleuchtet nicht den Prozess der Analyse, so dass Verkürzungen bereits bei den kausalen Faktoren eintreten können, für die Identifizierung von Root Causes gibt es allerdings die Baumdarstellung, die helfen soll, Unzulänglichkeiten zu vermeiden.

SOL – Sicherheit durch Organisationales Lernen

Beschreibung:

SOL wurde ab 1992 an der TU Berlin entwickelt (BECKER et al., 1995). Es basiert auf dem „Schweizer Käsemodell“ von REASON (1990) und dem soziotechnischen Systemansatz, die zum soziotechnischen Ereignisentstehungsmodell zusammengeführt wurden. Dieses postuliert, dass Unfälle in Industrien mit hohem Gefährdungspotenzial aufgrund des Zusammenspiels direkt und indirekt beitragender Faktoren aus den Subsystemen Individuum, Team, Organisation, Organisationsumwelt und Technik sowie aus deren Interaktion entstehen. Weiterhin wird angenommen, dass Unfälle immer durch mehrere beitragende Faktoren bedingt und als Sequenz von Einzelereignissen zu sehen sind (BECKER et al., 1995; FAHLBRUCH und WILPERT, 1999; WILPERT und FAHLBRUCH, 1998; FAHLBRUCH, 2000). Die Unfallanalyse mit SOL wird als soziale Rekonstruktion oder rückwärts gerichteter Problemlöseprozess verstanden, bei dem auf der Basis vorhandener Information Schlüsse über den Unfallhergang und die beitragenden Faktoren gezogen werden. Da dieser Prozess mehreren Urteilsverzerrungen und Unzulänglichkeiten unterliegt, wurden in SOL Hilfsmittel zur Überwindung dieser Schwierigkeiten konzipiert (FAHLBRUCH, 2000). SOL wurde experimentell validiert. Ursprünglich wurde SOL für die kerntechnische Industrie entwickelt, in der das Verfahren regelmäßig angewandt wird. Inzwischen gibt es auch Praxiserfahrungen aus anderen Industrien (FAHLBRUCH und SCHÖBEL, 2011). SOL wird in zwei voneinander getrennten und aufeinander aufbauenden Schritten durchgeführt: 1) der Erfassung und Beschreibung der Ereignissituation und 2) der Identifikation beitragender Faktoren.

- 1) Für die Erfassung und Beschreibung der Ereignissituation werden Dokumente, Protokolle etc. ausgewertet und Interviews mit den beteiligten Personen und/oder unbeteiligten Personen mit der gleichen Funktion geführt. Dies dient der Überprüfung, wie andere gehandelt oder reagiert hätten. Durch die Datensammlung werden der Ist- und der Sollzustand erhoben. Zur Ereigniserfassung wird dem Analytiker eine Reihe von Fragen als Anregung zur Verfügung gestellt, mit deren Hilfe geklärt werden kann, was passiert ist. Die zusammengetragene Information wird in standardisierter Form auf Ereignisbausteinkarten übertragen. Die Ereignisbausteine repräsentieren die einzelnen Ereignissequenzen. Sie werden dann nach Akteuren und nach der Zeit in einer Art Matrix, dem Zeit-Akteur-Diagramm geordnet wieder zu einem gesamten Bild zusammengesetzt.
- 2) Erst nachdem die Situation ausreichend beschrieben wurde, soll mit dem zweiten Schritt begonnen werden, der Klärung warum das Ereignis geschehen ist. Diese klare Trennung zwischen Informationssammlung und Interpretation der Information wurde konzipiert, um die mögliche Einschränkung durch vorschnelle Hypothesen gering zu halten. Mit der Identifikation beitragender Faktoren wird erst begonnen, wenn eine vollständige Unfallbeschreibung erstellt wurde. Um Verkürzungen bei der Ursachensuche zu verhindern, wird für jede Ereignisbausteinkarte einzeln nach beitragenden Faktoren gesucht und für diese eine separate Analyse durchgeführt, deren Ergebnisse ebenfalls auf Karten festgehalten werden und mit denen die Ereignisdarstellung ergänzt wird. Als Hilfe für die Analytiker gibt es mögliche direkt und indirekt beitragende Faktoren aus den fünf Subsystemen und deren Interaktion, die in einer Identifikationshilfe zusammengefasst sind. Die Vorgabe dieser möglichen beitragenden Faktoren

dient zum einen der Sicherung des Untersuchungsumfangs, zum anderen soll sie den Analytikern helfen, mögliche Hypothesen zu generieren. Es gibt ferner Verweise von den direkt beitragenden zu den indirekt beitragenden Faktoren. Diese Verweise sind in der Analyse zu überprüfen, wenn ein Faktor identifiziert wurde. Die identifizierten beitragenden Faktoren werden unterhalb der entsprechenden Ereignisbausteine im Zeit-Akteur-Diagramm angeordnet, so dass eine vollständige Darstellung des Ereignisses entsteht. Tauchen bei der Identifikation von beitragenden Faktoren noch Fragen oder Unverständlichkeiten auf, wird der dargestellte Prozess iterativ durchlaufen, d. h. es werden wieder Informationen gesammelt, Ereignisbausteine gebildet und beitragende Faktoren gesucht.

Bewertung:

SOL ist geeignet, Arbeitsunfälle in KMU zu analysieren, auch wenn es für die Kerntechnik entwickelt wurde, wie die verschiedenen Praxisanwendungen zeigen. Das zugrunde liegende theoretische Modell kann auf die Beschreibung von Arbeitsunfällen in KMU übertragen werden. SOL wurde für Betriebspraktiker entwickelt, so dass der Einsatz von externen Experten nicht notwendig ist. Der Aufwand für eine Analyse ist relativ hoch.

STEP – Sequentially Timed Events Plotting

Beschreibung:

STEP wurde von HENDRICK und BENNER (1987) entwickelt und baut auf dem "Multilinear Events Sequencing - MES (BENNER, 1975) auf. Die Grundlage von STEP bildet das Ereignissequenzmodell (BENNER, 1975), dessen Annahme besagt, dass jeder Unfall aus vielen Einzelereignissen besteht. Zu Beginn einer Unfallanalyse sollen Zeugen identifiziert und Dokumente gesichert werden, also die Informationssammlung vorbereitet und durchgeführt werden. Weiterhin werden der Anfangs- und der Endpunkt des Unfalls bestimmt. Der Analytiker identifiziert die beteiligten Akteure und unterscheidet Akteure von Reakteuren sowie Veränderungen während des Unfalls von Veränderungen nach dem Unfall. Dafür werden die folgenden Datenquellen genutzt: Akteure, Opfer, Beobachter, Personen, die Einfluss auf das Handeln von Akteuren ausgeübt haben, Freiwillige und Außenstehende sowie technische Datenquellen. Anschließend findet die Übertragung der schriftlichen und mündlichen Materialien auf Ereigniskarten mit den Kategorien Zeit, Ort, Quelle, Akteur, Handlung, Beschreibung, Ereignisdauer und Bemerkung statt. Auf einem Arbeitsblatt werden die Ereigniskarten nach Zeit (horizontal) und nach Akteuren (vertikal) angeordnet. Anschließend werden Bedingungen und Ursachen identifiziert sowie Verbindungen oder Interaktionen aufgezeigt. Besonders hervorzuheben sind die folgenden vorgegebenen Überprüfungsstrategien zur Vollständigkeit und Angemessenheit der Untersuchung:

- BackSTEP, hier wird eine Art Fehlerbaumanalyse durchgeführt
- Ereignisabfolge, hier werden Reihen und Spalten getrennt nach Lücken und zeitlicher Abfolge überprüft
- „notwendig und hinreichend Test“, mit dem irrelevante Informationen ausgeschlossen werden
- Verknüpfungstest, hier werden verschiedene Verbindungen erstellt und dann überprüft

Im Laufe der Analyse entsteht so eine grafische Darstellung des Unfalls, die einerseits eine Dekomposition in einzelne Ereignissequenzen und andererseits eine Rekomposition zu einem vollständigen Bild des Unfalls widerspiegelt.

Bewertung:

STEP ist geeignet, um Arbeitsunfälle in KMU zu analysieren. Die Grundannahme besagt, dass Unfälle multikausal bedingt sind, was ebenfalls für die Beschreibung von Arbeitsunfällen in KMU zutrifft. Externe Experten sind nicht notwendig. Das Verfahren bietet die oben genannten Überprüfungsstrategien, die zumindest teilweise gegen Unzulänglichkeiten in der Ursachensuche wirken.

Storybuilder

Beschreibung

Storybuilder wurde im Rahmen des Occupational Risk Model für das Niederländische Arbeitsministerium entwickelt (BELLAMY et al., 2007). Ziel war die Konstruktion eines kausalen Modells für die häufigsten Unfallszenarien bezogen auf Berufsrisiken. Storybuilder ist eine Software für die Analyse industrieller Ereignisberichte, d. h. die Daten bereits analysierter Unfälle werden hier zusammengeführt und verarbeitet. Die Methode basiert auf dem Bow-Tie-Modell (siehe oben) und dem Barrierenkonzept (HADDON, 1973). Die Unfallberichte werden von narrativen Texten in eine Bow-Tie-Struktur überführt, indem vordefinierte Elemente wie Ereignis mit Kontrollverlust, Ereignis mit Barrierenversagen, Ereignis mit erfolgreichen Barrieren und Managementeinfluss vorgegeben, ausgewählt oder ausgefüllt werden. Für verschiedene Unfallarten gibt es bereits existierende Bow-Ties, die angewählt werden können, wie beispielsweise „Fallen aus der Höhe“. Weitere Ereignisse können an diesen gespiegelt werden. Die Methode wird zur Identifikation von Trends und zugrunde liegenden Ursachen sowie zur Maßnahmenableitung verwandt.

Bewertung:

Storybuilder ist eine Erfassungsmethode für bereits analysierte Unfälle. Sie ist speziell für Arbeitsunfälle konzipiert und kann auch in KMU verwandt werden. Ein Einsatz von externen Experten erscheint nicht notwendig. Der Aufwand für die Eingabe erscheint nicht hoch, allerdings setzt er eine abgeschlossene Analyse voraus.

TOR – Technique of Operations and Review

Beschreibung:

Das Verfahren TOR wurde von WEAVER (1973) als ein diagnostisches Trainings- und Präventionsverfahren entwickelt, welches ebenfalls für die Unfallanalyse verwendet werden kann. Dem Verfahren liegt kein explizites Unfallentstehungsmodell zugrunde. Es wird jedoch angenommen, dass Unfälle multikausale Ereignisse sind, die immer auch von Managementfaktoren verursacht werden. Fehlentscheidungen und Unterlassungen im Management werden also als primäre Unfallursachen betrachtet. In einer Analyse mit TOR wird zunächst eine Analysegruppe von vier bis sechs Personen aus der mittleren Managementebene gebildet. Ein Gruppenleiter wird gewählt. Dann erfolgt ein Vorgehen in vier Schritten:

Zunächst erfolgt die Informationssuche mit dem Ziel einer detaillierten Beschreibung des Unfallgeschehens. Dazu werden bereits vorhandene Unfallberichte gesammelt und anschließend am Unfallgeschehen beteiligte Personen interviewt.

- 1) Mit Hilfe des TOR-Analyse-Schemas wird eine Ursache als „Hauptfehler“ festgelegt. Anschließend werden weitere mögliche Ursachen sowie primäre Ursachen identifiziert. Diese sind im TOR-Analyse-Schema festgelegt, so dass die „TOR-Gruppe“ nur das Zutreffen der jeweiligen Ursache prüfen muss.
- 2) Aus der Vielzahl der identifizierten Faktoren wird eine Auswahl der relevanten Faktoren in einer Gruppendiskussion getroffen.
- 3) Im letzten Arbeitsschritt erfolgt anhand der als relevant eingestuften Faktoren eine Festlegung von präventiven Maßnahmen.

Das TOR-Analyse-Schema enthält Managementfaktoren, die über Verknüpfungen mit allen anderen Faktoren verbunden sind. Es sind 59 mögliche Fehler in den folgenden acht Kategorien aufgeführt: Training, Verantwortung, Entscheidung und Ziele, Aufsicht, Arbeitsgruppen, Kontrolle, Persönlichkeitseigenschaften, Management. Wird ein Faktor identifiziert, ist die Überprüfung der mit diesem Faktor verbundenen anderen Faktoren vorgegeben. Eine Studie zur Übereinstimmung von TOR-Unfallanalysen ergab, dass die gefundenen Faktoren für einen Unfall nie vollkommen identisch waren. Daraus wird geschlossen, dass ein optimales Ergebnis erreicht werden kann, wenn mehrere TOR-Gruppen an der Untersuchung beteiligt sind und die Ergebnisse mit dem Ziel einer Konsensfindung diskutiert werden (Ferry, 1988).

Bewertung:

TOR ist für die Analyse von Arbeitsunfällen in KMU geeignet. Der Aufwand erscheint hoch, da die Analyse im Team durchgeführt werden soll, das Verfahren selbst ist eher wenig aufwändig. Externe Experten sind nicht notwendig, wohl aber eine Schulung.

TRIPOD Beta

Beschreibung:

Tripod Beta (STICHING TRIPOD FOUNDATION, 2008) basiert auf den Forschungsarbeiten der Universität von Manchester (REASON, 1990), der Universität von Leiden (GROENEWEG, 1992) und Shell International. Die zugrunde liegende Unfallentstehungstheorie nimmt an, dass Unfälle nur dann entstehen, wenn Barrieren fehlen oder versagen. Barrieren können sowohl technischer, administrativer und personeller Art sein. Bei einer Tripod-Analyse wird identifiziert, was die Ereigniskette ist (was), welche Barrieren fehlten oder versagten (wie) und was der Grund des Fehlens oder Versagens war (warum). Es beschreibt Ereignisse mit den Begriffen „Objekte“, z. B. Personen, Anlagenteile, die durch „Agenten“ (alles mit einem Veränderungspotenzial) verändert wurden. Tripod Beta modelliert ebenfalls "Barrieren". Sie werden in effektiv, fehlerhaft oder inadäquat eingeteilt. Ferner wird unterschieden zwischen:

- unmittelbaren Ursachen: Fehler nahe am Unfall, die die Barrieren außer Kraft setzen (aktive Fehler)

- Vorbedingungen: Umwelt-, Situations- oder psychologische Lage (mentales Modell), die unmittelbare Ursachen hervorrufen
- zugrundeliegende Ursache: Defizite oder Anomalien, die oft unbemerkt bleiben und die Vorbedingungen kreieren (latente Fehler)

Die zugrundeliegenden Ursachen werden auch Basic Risk Factors genannt: Hardware, Design, Instandhaltungsmanagement, Prozeduren, Fehlerfördernde Bedingungen, Housekeeping, unvereinbare Ziele, Kommunikation, Organisation, Training und Sicherheitssysteme.

Bei der eigentlichen Analyse wird in den folgenden Schritten vorgegangen:

- 1) Anfängliche Ergebnisse: Fokussieren des Unfallorts und der unmittelbaren Umgebung, Sammeln von Fakten zum Unfallhergang und zu den Folgen
- 2) Anfängliches Tripod Beta Modell: Definieren der Unfallmechanismen in Form von Agenten, Objekten und Ereignissen
- 3) Faktensammlung: Sammeln weiterer Erkenntnisse über Interviews, Dokumentenanalysen und Forschung
- 4) Faktenorganisation: Anordnen der Fakten an einem Zeitstrahl
- 5) Detaillierte Analyse: Vervollständigen des Tripod-Baums, Ergänzen um Barrieren, Aufzeigen des Kausalpfades für jedes Barrierenproblem und Ableiten von Maßnahmen
- 6) Review: Diskutieren des Berichtsentwurfs mit dem Management

Tripod Beta ist ein Softwareverfahren, das nur von Personen mit entsprechender Ausbildung verwendet werden sollte.

Bewertung:

Tripod Beta ist geeignet, um Arbeitsunfälle in KMU zu analysieren. Auch das zugrundeliegende liegende theoretische Modell ist für die Beschreibung von Arbeitsunfällen in KMU geeignet. Der Einsatz von externen Experten ist angezeigt, allerdings könnten auch Mitarbeiter zu Tripod Beta Spezialisten ausgebildet werden. Der Aufwand erscheint relativ hoch.

Literaturverzeichnis

Aneziris, O.; Baedts, E. de; Baksteen, J.; Bellamy, L.J.; Bloemhoff, A.; Damen, M.; Eijk, V. van; Kuiper, J.I.; Leidelmeijer, K.; Mud, M.; Mulder, S.; Oh, J.I.H.; Papazoglou, I.A.; Post, J.G.; Sol, V.M.; Uijt de Haag, P.A.M.; Whitehouse M.A.: The quantification of occupational risk. The development of a risk assessment model and software. RIVM rapport 620801001, 2008. [Online]
<http://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/620801001.html> [04.07.2011].

Becker, G.; Hoffmann, S.; Wilpert, B.; Miller, R.; Fahlbruch, B.; Fank, M.; Freitag, M.; Giesa, H.-G.; Schleifer, L.: Analyse der Ursachen von "menschlichem Fehlverhalten" beim Betrieb von Kernkraftwerken. Bonn: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit 1995. BMU-1996-454.

Bellamy, L.J.; Ale, B.J.M.; Geyer, T.A.W.; Goossens, L.H.J.; Hale, A.R.; Oh, J.; Mud, M.; Bloemhof, A.; Papazoglou, I.A.; Whiston, J.Y.: Storybuilder – A Tool for the analysis of accident reports. Reliability Engineering and system Safety, 92 (2007), 735-744.

Benner, L.: Accident theory and accident investigation. In Proceedings of the Annual Seminar (pp. 148-154). Ottawa: Society of Air Safety Investigators 1975.

Bullock, M. G.: Change control and analysis (SSDC-21, Vol. 77). Washington DC: U.S. Department of Energy 1981.

Buys, R. J.; Clark, J. L.: Events and Causal Factors Charting. DOE 76-45/14, (SSDC-14) Revision 1. Idaho Falls: System Safety Development Center, Idaho national Engineering Laboratory 1978.

Fahlbruch, B.: Vom Unfall zu den Ursachen: Eine empirische Bewertung von Analyseverfahren. Dissertation an der Technischen Universität Berlin: Mensch und Buch Verlag 2000.

Fahlbruch, B.; Schöbel, M.: SOL - Safety through organizational learning: A method for event analysis. Safety Science, 49 (2011), 27-31.

Fahlbruch, B.; Wilpert, B.: System safety - an emerging field for I/O psychology. In C. L. Cooper; I. T. Robertson (Eds.), International Review of Industrial and Organizational Psychology (Vol. 14, pp. 55-93). Chichester: Wiley 1999.

Gordon, R.; Flin, R.; Mearns, K.: Designing and evaluating a human factors investigation tool (HFIT). Safety Science, 43 (2005), 147-171.

Governors: Black Bow TieXP, 2010. [Online]
<http://www.governors.nl/bowtiexp/addons/blackbowtiexp.html> [12.07.2011].

Groeneweg, J.: Controlling the controllable. The management of safety (pp. 150-159). Leiden: DSWO Press 1992.

Haddon, Jr.W.: Energy damage and the ten counter measure strategies. *Human Factors*, 15/4 (1973), 355-366.

Haddon, W.; Suchman, E. A.; Klein, D. A.: *Accident research: Methods and approaches*. New York: Harper & Row 1964.

Hendrick, K.; Benner, L.: *Investigating accidents with STEP*. New York: Dekker 1987.

Kingston-Howlett, J.; Nelson, H.K.: *Events and Causal Factors Analysis*. Idaho Falls: Technical Research and Analysis Center, SCIENTECH, Inc., 1994. SCIE-DOE-01-TRAC-14-95.

Noordwijk Risk Initiative Foundation: *Events and Conditional Factors Analysis* 2008. http://www.nri.eu.com/ECFA_Page.htm [04.07.2011].

Paradies, M.; Busch, D.: *Root Cause Analysis at Savannah River Plant*. IEEE Conference on Human factors and Power Plants 1988, pp.479-483.

Rasmussen, J.: *Human Errors. A Taxonomy for describing Human Malfunction in Industrial Installations*. *Journal of Occupational Accidents*, 4 (1982), 311-333.

Reason, J.: *Human error*. Cambridge: Cambridge University Press 1990.

Stichting Tripod Foundation: *Tripod Beta User Guide* 2008. [Online]. http://www.tripodfoundation.com/documenten/Tripod%20Beta_User%20guide_02a.pdf [18.07.2011].

ThinkReliability: 2011 [Online] <http://www.thinkreliability.com/Root-Cause-Analysis-CM-Basics.aspx> [11.07.2011].

van der Schaaf, T. W.: *PRISMA: A risk management tool based on incident analysis*. In *Proceeding of the International Conference and Workshop on Process Safety Management and Inherently Safer Processes* 1996 (pp. 242-251). New York: Center for Chemical Process Safety of the American Institute of Chemical Engineers.

Weaver, D. A.: *TOR analysis: A diagnostic tool*. *ASSE Journal* (1973 June), 24-29.

Wilpert, B.; Fahlbruch, B.: *Safety related interventions in interorganisational fields*. In A. Hale,; M. Baram (Eds.), *Safety management. The challenge of change* 1998 (pp. 235-248). Oxford: Pergamon.

Anhang 6 FAQs – Frequently Asked Questions

1. Wann sollte ich eine Unfallanalyse nach Leitfaden durchführen?

Wenn sich bei einem Arbeitsunfall zeigt, dass der Unfall in einem Betriebsbereich oder in einer Abteilung aufgetreten ist, in dem bzw. in der es schon mehrfach zu Unfällen gekommen ist, oder dass verschiedene Ursachen zusammen aufgetreten sind, ist es sinnvoll, eine Unfallanalyse nach dem Leitfaden in Betracht zu ziehen. Ein Hinweis könnte beispielsweise sein, dass Beteiligte und Beobachter Vermutungen über die möglichen Unfallursachen äußern, die aus verschiedenen bzw. mehreren Bereichen (technisches Versagen, menschlicher Fehler, organisatorische Hindernisse) stammen.

2. Wie beginne ich bei einer Analyse?

Es hat sich bewährt, zuerst eine Inaugenscheinnahme vor Ort durchzuführen und dann alle schriftlichen Unterlagen zu sammeln und zu sichten, die möglicherweise im Zusammenhang mit dem Unfall stehen könnten. An erster Stelle sind hier die Unfallmeldung bzw. der Unfallbericht zu nennen oder sonstige schriftliche Unterlagen zum Unfall selbst. Damit verschaffe ich mir schnell einen Überblick darüber, was eigentlich passiert ist und wer am Unfall beteiligt war. Hilfreich ist es auch, alle Dokumente und Unterlagen zu ermitteln, die einen unfall- bzw. fehlerfreien Tätigkeitsablauf beschreiben, z. B. relevante Arbeits- und Verfahrensanweisungen, Unterlagen aus dem Managementsystem, übergeordnete Regelungen zum Verhalten am Arbeitsplatz.

3. Welche Form der Unfallbeschreibung sollte ich wählen?

Die Form der Unfallbeschreibung sollte nach persönlichen Vorlieben gewählt werden. Erfahrungsgemäß ist es am Anfang einfacher, mit der Papierform (Ereignisbausteine) zu arbeiten, da man in zwei voneinander getrennten Schritten, die Informationen auf dem Ereignisbaustein eintragen und die Abfolge der Ereignisbausteine festlegen können. Wenn man Fehler bei der Abfolge gemacht hat, fällt es vielen Personen leichter, die Ereignisbausteine in der Papierform einfach neu anzuordnen als die Tabellenzeilen zu verschieben.

4. Kann ich den Interviewpartnern Vertraulichkeit zusichern?

Wenn es bei einem Unfall zu so schweren Folgen kommt, dass die Staatsanwaltschaft eingeschaltet wird, ist es nicht möglich, die Vertraulichkeit zu gewährleisten, weil der Staatsanwalt Zugriff auf die Unterlagen haben kann. Hier sollte man mit der Analyse nach Leitfaden warten, bis das staatsanwaltliche Verfahren abgeschlossen ist.

5. Wie stelle ich die Vertraulichkeit von Informationen bei der Unfallanalyse sicher?

Wichtig ist es für diejenigen, die an der Analyse teilnehmen, dass Informationen, die sie gegeben haben, nicht auf sie zurückgeführt werden können. Deshalb ist es wichtig, sich immer den Zweck der Analyse vor Augen zu führen, nämlich die dem Unfall zugrunde liegenden Ursachen zu identifizieren. Bei der Informationssammlung sollten deshalb Mitschriften der Interviews nicht mit dem Namen der interviewten Personen versehen werden, sondern anonymisiert werden (Person 1, Mitarbeiter A). Auch bei der Erstellung der Ereignisbausteine und des Berichts sollten keine Namen enthalten sein. Nach der Analyse sollten die „Rohdaten“, also Mitschriften, Notizen etc.

vernichtet werden, denn das Ergebnis der Analyse ist im Analysebericht dargestellt.

6. Woran erkenne ich, mit wem ich Interviews führen sollte?

Als Faustregel gilt, dass man mit allen Personen, die in irgendeiner Weise am Unfall beteiligt waren und mit Personen, die Informationsträger aufgrund ihrer Funktion im Unternehmen sind, Interviews führen sollte. Manchmal stellt sich erst im Verlauf der Informationssammlung heraus, dass es weitere oder spezielle Fragen zu klären gibt, so dass dann zusätzliche Personen, an die man vorher nicht gedacht hat, interviewt werden sollten.

7. Welche Voraussetzungen sollte ich für die Interviews schaffen?

Es hat sich bewährt, Interviews wenn möglich mit zwei Interviewern durchzuführen, die unterschiedliche Rollen haben: ein Interviewer führt das Gespräch und stellt die Fragen, und der andere Interviewer schreibt das Gespräch mit. Um eine vertrauensvolle Atmosphäre zu schaffen, sollte das Interview in einem separaten Raum stattfinden, in dem sich nur der Interviewte (auf Wunsch in Begleitung eines AN-Vertreters) und die Interviewer befinden. Nicht empfehlenswert ist es, Interviews mit Gruppen von Beteiligten durchzuführen, weil dann bewusst oder unbewusst immer Mechanismen der sozialen Kontrolle greifen.

8. Wie gehe ich mit Vermutungen und Annahmen bei der Informationssammlung oder der Faktoreuzuordnung um?

Hier gilt die einfache, aber wirksame Regel: Wenn ich für meine Vermutung bzw. meine Annahme keine Belege in den Unterlagen, Dokumenten bzw. in mehreren Interviews (ein Interview ist hier nicht ausreichend) habe, kann ich diese Vermutung bzw. Annahme nicht weiter in der Analyse verfolgen. In die Analyse gehen ausschließlich Informationen ein, die in irgendeiner Weise belegbar sind.

9. Warum soll ich für jeden Ereignisbaustein/Tabelleneintrag getrennt nach Ursachen suchen?

Ein großes Problem bei der Unfallanalyse ist, dass häufig nur Ursachen gefunden werden, die man vorher schon vermutete/kannte. Außerdem wird häufig die Suche nach Ursachen abgebrochen, sobald die erste Erklärung für den Unfall gefunden wurde. Da Unfälle in der Regel aber mehrere Ursachen haben, ist es besser, wenn systematisch für jeden Ereignisbaustein/Tabelleneintrag gesucht wird.

10. Was mache ich, wenn ich nicht entscheiden kann, ob es sich um einen oder mehrere Faktor handelt?

Wenn es Ihnen schwerfällt zu bestimmen, ob es sich um einen zugrundeliegenden Faktor oder mehrere Faktoren handelt, sollten Sie zunächst überprüfen, ob der Ereignisbaustein wirklich nur einen einzelnen Handlungsschritt von einer einzelnen Person beschreibt oder ob mehrere Handlungsschritte in einem Baustein zusammengefasst wurden. Hilfreich ist es zu fragen, warum die Person so gehandelt hat, wie sie gehandelt hat und welche äußeren Umstände dazu beigetragen haben. Wenn Sie die Faktorenliste zur Ursachenermittlung verwenden, sollten Sie die Beantwortung der Fragen nur auf belegbaren Fakten gründen. Auch hier ist es wichtig, keine eigenen Vermutungen zu formulieren.

11. Woran erkenne ich, dass meine Unfallanalyse fertig ist?

Ein klarer Hinweis, dass die Analyse tief genug durchgeführt wurde und die Informationssammlung abgeschlossen werden kann, ist, wenn Sie durch die Interviews und zusätzliche Dokumente keine neuen Informationen mehr erhalten und/oder sich keine zusätzlichen Fragen, denen Sie nachgehen müssen, mehr ergeben.

12. Wie werden Fremdfirmenmitarbeiter in eine Unfallanalyse eingebunden?

Wenn bei einem Unfall nicht nur eigenes Personal, sondern auch Fremdfirmenpersonal beteiligt bzw. betroffen war, werden diese Personen der Fremdfirmen genauso in die Analyse mit einbezogen wie die eigenen Mitarbeiter, d. h. sie werden ebenfalls interviewt und gebeten, erforderliche Dokumente und Unterlagen für die Analyse zur Verfügung zu stellen. Wenn schon bei der Beauftragung einer Fremdfirma die Mitwirkungspflicht an einer Unfallanalyse vertraglich vereinbart wird, ist es hinterher, wenn es tatsächlich zu einem Unfall gekommen ist, leichter und schneller möglich, die Fremdfirma zur Mitwirkung zu bewegen.

13. Wann sollte ich eine Unfallanalyse extern vergeben?

Bei einigen Arbeitsunfällen bzw. Beinahe-Unfällen kann es ratsam sein, eine Unfallanalyse an externe Experten zu vergeben. Die folgenden Fragen können Ihnen bei der Entscheidung, ob Sie die Unfallanalyse selbst durchführen oder extern vergeben, helfen:

- Waren an dem Unfall Mitarbeiter aus mehr als zwei verschiedenen Unternehmen beteiligt?
- Kam es durch den Unfall zu sehr hohen Sachschäden?
- Verursachte der Unfall sehr schwere oder tödliche Personenschäden?
- Gab es in der Vergangenheit ähnliche Unfälle oder Beinahe-Unfälle?
- Liegen augenscheinlich mehrere Unfallursachen vor?
- Stammen die offensichtlichen Unfallursachen aus verschiedenen Bereichen (Technik, Organisation, Person/Verhalten)?
- Wird die Einleitung juristischer Schritte im Zusammenhang mit dem Unfall in Betracht gezogen?

Wenn Sie alle sieben Fragen mit „ja“ beantworten, sollten Sie darüber nachdenken, sich bei der Unfallanalyse von externen Experten unterstützen zu lassen oder die Analyse komplett extern zu vergeben.

14. Wie wähle ich externe Experten für eine Unfallanalyse aus?

Um geeignete externe Experten zur Durchführung einer Unfallanalyse auszuwählen, sollten Sie folgende Kriterien berücksichtigen:

- Verwendung des Leitfadens für die Durchführung der ganzheitlichen Unfallanalyse
- Erfahrung der externen Experten mit Unfallanalysen (mindestens fünf Referenzanalysen)
- Sicherheitstechnischer und psychologischer Sachverstand durch entsprechende Ausbildung, Studium oder sonstige nachweisbare Qualifikationen
- zeitliche Verfügbarkeit der Experten für den geplanten Zeitraum der Analyse