

TEXTE 14/2017

Umweltforschungsplan des
Bundesministeriums für Umwelt,
Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit

Forschungskennzahl 3713 43 3131
UBA-FB 002402

Ausarbeitung von Arbeitshilfen zur methodischen Ereignisanalyse und Ergebnisauswertung zur Fortschreibung des Standes der Technik

Kapitel 5.4 Arbeitshilfe Manual Storybuilder/Bow Tie

von

Dr. Babette Fahlbruch, Dr. Inga Meyer

TÜV NORD EnSys Hannover GmbH & Co. KG, Berlin

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

Impressum

Herausgeber:

Umweltbundesamt
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau-Roßlau
Tel: +49 340-2103-0
Fax: +49 340-2103-2285
info@umweltbundesamt.de
Internet: www.umweltbundesamt.de

 /umweltbundesamt.de

 /umweltbundesamt

Durchführung der Studie:

TÜV NORD EnSys Hannover GmbH & Co. KG
Zimmerstr. 23
10969 Berlin

Abschlussdatum:

August 2016

Redaktion:

Fachgebiet III 2.3 Anlagensicherheit
Roland Fendler

Publikationen als pdf:

<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen>

ISSN 1862-4804

Dessau-Roßlau, Februar 2017

Das diesem Bericht zu Grunde liegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit unter der Forschungskennzahl 3713 43 3131 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autorinnen und Autoren.

5.4 Manual Storybuilder/BowTie

Abbildung 9: Handlungsschritte Storybuilder/BowTie

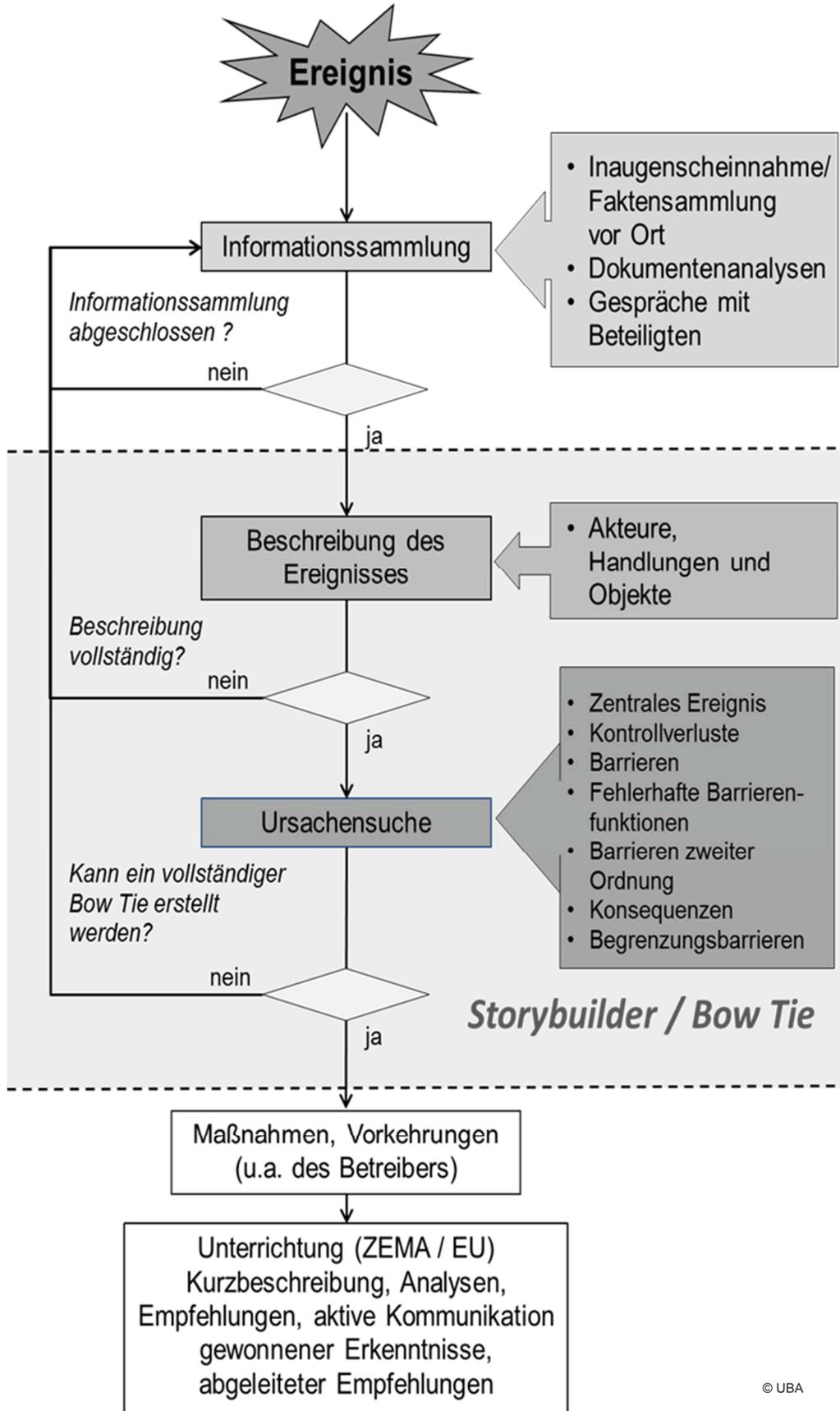


Tabelle 6: Kurzanleitung Storybuilder/BowTie

Schritt	Storybuilder/BowTie
Beschreibung des Ereignisablaufs	Ablaufbeschreibung unter Berücksichtigung der folgenden Punkte: <ul style="list-style-type: none"> - Wer (Akteur, Mensch, technische Komponente) - Was (Objekte) - Aktionen (Handlungen, Reaktionen)
Ursachensuche	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bestimmung des zentralen Ereignisses 2. Identifizieren der Kontrollverluste 3. Identifikation von Barrieren 4. Identifikation fehlerhafter Barrierenfunktionen 5. Identifikation von Barrieren zweiter Ordnung 6. Bestimmung der Konsequenzen 7. Bestimmung der Begrenzungsbarrieren
Maßnahmen	Sind für alle Eskalierungsfaktoren und Kontrollverluste Maßnahmen abgeleitet?
Folgen	Nennen der Ereignisfolgen und der versagenden Begrenzungsbarrieren

5.4.1 Einführung

Storybuilder wurde im Rahmen des Occupational Risk Model für das Niederländische Arbeitsministerium entwickelt. Storybuilder ist eine Software für die Analyse industrieller Ereignisberichte, d. h. die Daten bereits analysierter Arbeitsunfälle werden hier zusammengeführt und verarbeitet. Die Methode basiert auf dem BowTie-Modell und dem Barrierenkonzept. Theoretische Grundlage ist das Schweizer Käsemodell von Reason. BowTies sind eine anerkannte Methode, um Gefährdungen zu identifizieren und danach zu kontrollieren. Auf der linken Seite des BowTie werden Ereignisse oder Gefahren abgebildet, die unsichere Bedingungen kreieren können. Eine Reihe von Barrieren oder Kontrollen werden eingeführt, um die Wahrscheinlichkeit eines Ereigniseintritts zu reduzieren. Auf der rechten Seite des BowTie werden die Barrieren abgebildet, die Auswirkungen begrenzen und damit die Schwere der Folgen eines Ereignisses, sollte es eintreten, reduzieren. Die linke Seite stellt also einen Fehlerbaum dar, die rechte einen Ereignisbaum. Barrieren dienen der Risikoreduktion und müssen folgende Bedingungen erfüllen:

- in der Lage sein, eine Gefahr zu stoppen,
- effektiv bei der Minimierung der Konsequenzen sein
- unabhängig von anderen Barrieren in der gleichen Gefahrenlinie sein.

Bei der Analyse soll identifiziert werden was passierte (Ereignisbeschreibung), wie es passierte (welche Barrieren versagten) und warum es passierte (d.h. warum die Barrieren versagten). Hierbei soll für jede einzelne versagende oder fehlende Barriere die zugrundeliegende Ursache ermittelt werden.

Es gibt verschiedene Schritte, die mit festen Begriffen verknüpft sind, die allerdings bei verschiedenen Autoren unterschiedlich benannt werden.

Die Unfallberichte werden beim Storybuilder von narrativen Texten, die den Ereignisablauf beschreiben, in eine BowTie-Struktur überführt, indem vordefinierte Bausteine gebildet und im BowTie angeordnet werden wie beispielsweise Kontrollverlustereignis, Barrierenversagen, Eskalierungsfaktoren. Für verschiedene Unfallarten gibt es in der Software-Datenbank bereits existierende BowTies, die ausgewählt werden können, wie beispielsweise „Chemische Exposition, Feuer/Brand, Stoffe in der

Atmosphäre“. Weitere Ereignisse können an diesen gespiegelt werden. Die Methode wird zur Identifikation von Trends und zugrunde liegenden Ursachen sowie zur Maßnahmenableitung verwandt.

Vor der Analyse muss eine Ereignisbeschreibung erstellt werden. Die Analyse, d.h. die Erstellung des BowTie besteht aus sieben Schritten:

1. Bestimmung des **zentralen Ereignisses**: Das zentrale Ereignis (top event, center event) beschreibt die Freisetzung eines gefährlichen Agenten (Energie) und dessen Berührung mit der Anlage, dem Menschen oder der Umwelt, beispielsweise oder „Freisetzung einer gefährlichen Substanz“ und das einen ungewünschten Systemstatus darstellt.
2. Identifizierung des oder der **Kontrollverluste**, die das zentrale Ereignis verursacht haben: ein Kontrollverlust weist auf das Versagen einer Sicherheitsfunktion hin. Hier werden mögliche direkte Ursachen (threats, Kontrollverluste) für das zentrale Ereignis identifiziert beispielsweise „Leckage“ oder „Überfüllung“.
3. Identifikation **von Barrieren**: In diesem Schritt soll nun geklärt werden, wo etwas falsch gelaufen ist, d.h. welche Barrieren versagt haben, die das Ereignis verhindern sollten. Dem BowTie werden Barrieren (prevention controls, safety barriers) hinzugefügt, die die Kontrollverluste (Ursachen) und das zentrale Ereignis verhindern sollten.
4. Identifikation der **fehlerhaften Barrierenfunktion**: Hier werden Eskalierungsfaktoren (escalation factors, safety barrier task) bestimmt, d.h. Bedingungen, die die Barrierenfunktion beeinflussen. Eskalierungsfaktoren reduzieren die Effektivität der Barrieren und können ihr Versagen verursachen.
5. Identifikation von **Barrieren zweiter Ordnung**: Die Barrieren zweiter Ordnung (escalation factor controls, managemet delivery systems) sollten verhindern, dass die Eskalierungsfaktoren die Barrierenfunktion schwächen. Diese Barrieren befinden sich zwischen Eskalierungsfaktor und der Barriere erster Ordnung.
6. In diesem Schritt werden die möglichen **Konsequenzen** (consequence), deren Ergebnis Schaden oder Verlust sind, bestimmt. Die Konsequenzen sind unerwünschte Ereignisse (Störfälle oder sicherheitskritische Ereignisse), die Folgen des zentralen Ereignisses sind.
7. Hier werden die **Begrenzungsbarrieren** (recovery controls) ergänzt, die die Folgen (Auswirkungen, Konsequenzen) verhindern oder abmildern sollten. Diese sollen die Wahrscheinlichkeit der Folgen reduzieren oder die Schwere der Folgen abmildern.

5.4.2 Vorgehensweise bei Story-Builder/BowTie

5.4.2.1 Bestimmung des zentralen Ereignisses

Bestimmung des **zentralen Ereignisses**: Das zentrale Ereignis (top event, center event) beschreibt die Freisetzung eines gefährlichen Agenten (Energie) und dessen Berührung mit der Anlage, dem Menschen oder der Umwelt, beispielsweise oder „Freisetzung einer gefährlichen Substanz“ und das einen ungewünschten Systemstatus darstellt. Das zentrale Ereignis ist der Punkt, bei der es zu einer Freisetzung oder einem Kontrollverlust im Hinblick auf das Gefährdungspotenzial kommt. Das zentrale Ereignis steht im Mittelpunkt des BowTie und wird durch einen Kreis symbolisiert. Das zentrale Ereignis beschreibt was passiert, wenn die Kontrollen versagten. Von ihm aus wird in den ersten Schritten in die Vergangenheit ermittelt. Einen Sonderfall stellen hier Beinahe-Ereignisse dar, da in der Regel das eigentliche Ereignis verhindert wurde. Hier sollte als zentrales Ereignis die mögliche Folge des Beinahe-Ereignisses wie beispielsweise Stofffreisetzung gewählt werden. Im Folgenden kann dann wieder nach Manual vorgegangen werden.

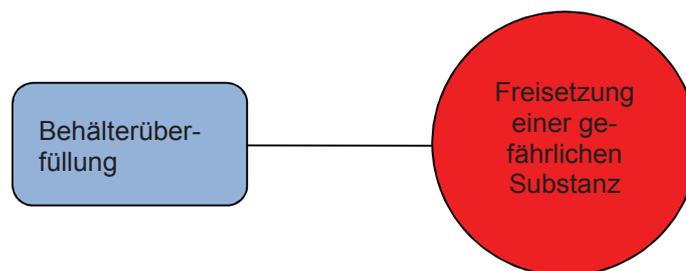
Abbildung 10: Zentrales Ereignis



5.4.2.2 Identifizierung des oder der Kontrollverluste

Identifizierung des oder der **Kontrollverluste**, die das zentrale Ereignis verursacht haben: ein Kontrollverlust weist auf das Versagen einer Sicherheitsfunktion hin. Hailwood und Heuer (2007) nennen diese Auslöser. Hier werden mögliche direkte Ursachen (threats, Kontrollverluste) benannt. Diese Ursachen sind Ereignisse, die einen unsicheren Status verursachen, wenn sie nicht durch Barrieren gehindert werden. Die Ursachen müssen immer direkt oder unmittelbar sein, d.h. es sollte eine logische Ursachen-Wirkungs-Beziehung zwischen der Ursache und dem zentralen Ereignis bestehen. Die Ursachen werden links vom zentralen Ereignis dargestellt. Beispiele sind „Behälterüberfüllung“ oder „Leckage“. Kontrollverlustereignisse sollen notwendig und hinreichend sein, um das Ereignis/den Unfall zu rekonstruieren.

Abbildung 11: Auslöser/Kontrollverlust



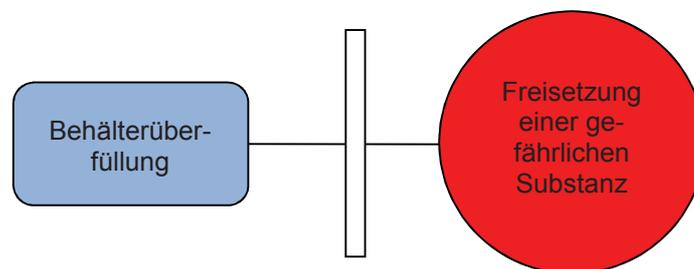
Sie werden durch Rechtecke links vom zentralen Ereignis dargestellt. Hiermit sollten die Fragen beantwortet werden „Was verursachte, dass eine Gefahr wirksam wurde? Und „wie konnte die Kontrolle verloren gehen“. Basis für die Identifizierung der Kontrollverluste ist die Ereignisbeschreibung.

5.4.2.3 Identifikation von Barrieren

Identifikation von **Barrieren**: Durch die Integration des zentralen Ereignisses und der Kontrollverluste wurde das „was“ des Ereignisses geklärt, d.h. es wurde beschrieben, was passiert ist. In diesem Schritt soll nun geklärt werden, wo etwas falsch gelaufen ist, d.h. welche Barrieren versagt haben, die das Ereignis verhindern sollten. Dem BowTie werden Barrieren (prevention controls, safety barriers), von Hailwood und Heuer (2007) verhindernde Maßnahmen genannt, hinzugefügt, die die Kontrollverluste Ursachen und das zentrale Ereignis verhindern sollten. Entweder sollten die Barrieren die Ursache vollständig verhindern oder sie sollten verhindern, dass die Ursache sich zum zentralen Ereignis entwickelt. Sie werden links zwischen Ursache und zentralem Ereignis dargestellt. Barrieren, die ihre Funktion erfüllt haben, werden als ausgefüllte Rechtecke dargestellt. Barrieren, die versagten, werden als leere Rechtecke eingefügt. Beispiele sind „Füllstandmessung“ oder „Sicherheitsventil mit Überlauf“. Hailwood und Heuer (2007) nennen sechs Bereiche von verhindernden Maßnahmen:

1. **Organisatorische Maßnahmen** wie Unterweisungen für interne und externe Mitarbeiter für den Regel- und für den gestörten Betrieb
2. **Sicherheitseinrichtungen**, die einen gestörten Prozess einfangen, wie Sicherheitsventile, Berstscheiben, Abschaltungen und PLT-Schutzeinrichtungen
3. **Alarmierungen**, die einen gestörten Prozess anzeigen, wie Alarmer, die im Prozessleitsystem auflaufen oder Mitarbeiter informieren oder direkte Abschaltungen auslösen
4. **Wartung und Instandhaltung** entsprechend der Herstellerangaben einzelner Komponenten oder aufgrund von Betriebserfahrungen
5. **Anlagendimensionierung** wie druckfeste Auslegung, Verwendung beständiger Materialien oder ausreichender Statik
6. **Regelungstechnik**, die den Prozess durch Regelung von Parametern wie Druck, Temperatur oder Füllstand im Normbereich hält

Abbildung 12: Barriere/verhindernde Maßnahme

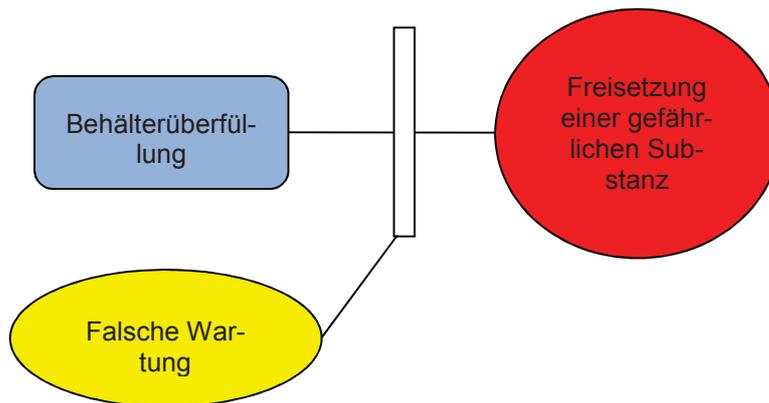


Ausgehend von der Ereignisbeschreibung wird anhand der Informationssammlung geprüft, welche Barrieren vorgesehen waren und welche versagten. Es sollen die Fragen beantwortet werden, „Wie sollte eine Freisetzung verhindert werden?“ „Gab es verhindernde Maßnahmen aus allen sechs Bereichen?“ und „Wodurch kann die Kontrolle aufrechterhalten werden?“.

5.4.2.4 Identifikation der fehlerhaften Barrierenfunktion

Identifikation der fehlerhaften Barrierenfunktion: Hier werden Eskalierungsfaktoren (escalation factors, safety barrier task) bestimmt, d.h. Bedingungen, die die Barrierenfunktion beeinflussen. Eskalierungsfaktoren reduzieren die Effektivität der Barrieren und können ihr Versagen verursachen. Allerdings verursachen sie das zentrale Ereignis nie direkt, sondern nur indirekt über ein Barrierenversagen. Manchmal werden sie auch beitragende Faktoren genannt. Hier soll das „wie“ des Barrierenversagens beschrieben werden, d.h. welche Aufgabe hatte die Barriere, die versagte. Es wird überprüft, ob die Barriere nicht existierte bzw. verfügbar war, ob die Barriere falsch gebraucht wurde, ob sie falsch gewartet wurde und falsch überwacht wurde. Beispiele für Eskalierungsfaktoren (barrier failures) sind: „Wahl ungeeigneter Betriebsmittel“, „Sicherungsfehler“, „falsche Betriebsbedingungen“. Die Eskalierungsfaktoren werden links neben den Barrieren als Rechteck dargestellt. Mit ihnen sollten die Fragen „Was führte zum Versagen der Barriere?“ und „Wie konnte die Effektivität der Barriere gemindert werden?“ Auch hier dienen die Ereignisbeschreibung und die Informationssammlung zur Identifikation der Eskalierungsfaktoren.

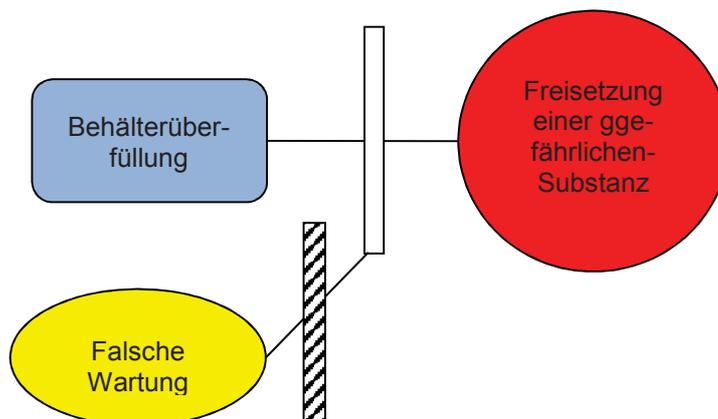
Abbildung 13: Fehlerhafte Barrierenfunktion



5.4.2.5 Identifikation von Barrieren zweiter Ordnung

Identifikation von **Barrieren zweiter Ordnung**: Die Barrieren zweiter Ordnung (escalation factor controls, managemet delivery systems) sollten verhindern, dass die Eskalierungsfaktoren die Barrierenfunktion schwächen. Diese Barrieren befinden sich zwischen Eskalierungsfaktor und der Barriere erster Ordnung. Beispiele für Barrieren zweiter Ordnung sind „Pläne und Prozeduren“, „Kompetenz“ und „Ergonomie“. Ausgehend von der Ereignisbeschreibung und Informationssammlung wird die Frage beantwortet „Welche Prozesse und Aufgaben sichern das Funktionieren der Barrieren?“.

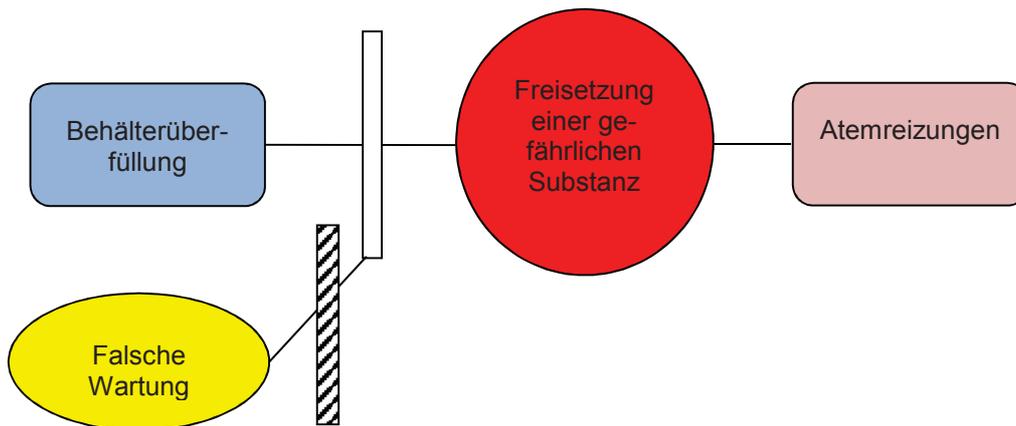
Abbildung 14: Barriere zweiter Ordnung



5.4.2.6 Bestimmung der Konsequenzen

In diesem Schritt werden die möglichen **Konsequenzen** (consequence), deren Ergebnis Schaden oder Verlust sind, bestimmt. Die Konsequenzen sind unerwünschte Ereignisse (Störfälle oder sicherheitskritische Ereignisse), die Folgen des zentralen Ereignisses sind und eintreten, wenn die Barrierenfunktion (recovery controls) nicht gewährleistet ist. Sie werden rechts vom zentralen Ereignis dargestellt. Ausgehend von der Ereignisbeschreibung werden die Fragen beantwortet „Wie entwickelte sich das Ereignis?“ und „Was waren die Folgen?“.

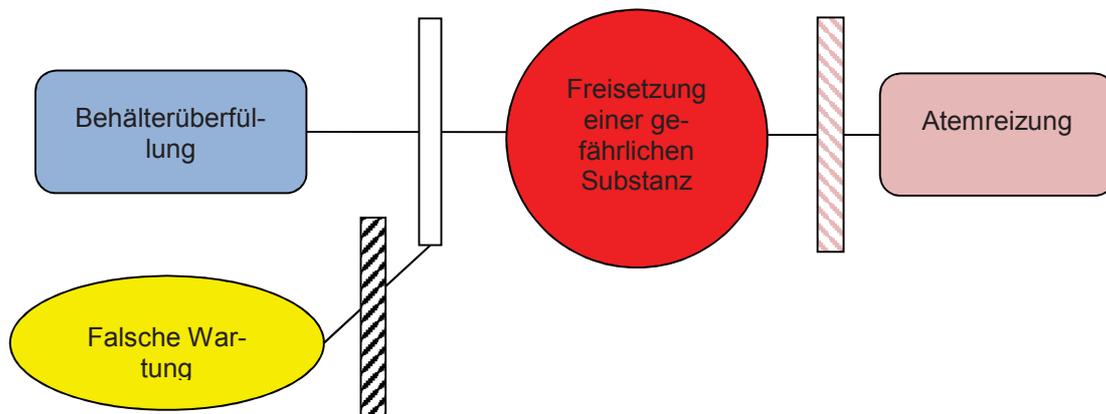
Abbildung 15: Konsequenzen



5.4.2.7 Bestimmung der Begrenzungsbarrieren

Hier werden die Begrenzungsbarrieren (recovery controls) ergänzt, die die Folgen (Konsequenzen) verhindern oder abmildern sollten. Diese sollen die Wahrscheinlichkeit der Folgen reduzieren oder die Schwere der Folgen abmildern wie beispielsweise „Evakuierungspläne“ oder „Notfallhandbücher“. Sie werden zwischen zentralen Ereignis und Folgen rechts dargestellt. Auch hier kann anhand der Informationssammlung ermittelt werden, welche Barrieren geplant waren und anhand der Ereignisbeschreibung, welche von diesen versagten.

Abbildung 16: Begrenzungsbarriere/begrenzende Maßnahmen



Hailwood und Heuer (2007) nennen die Begrenzungsbarrieren begrenzende Maßnahmen, die sie in fünf Bereiche unterteilen:

1. Organisatorische Maßnahmen beispielsweise regelmäßige Information der Öffentlichkeit
2. Katastrophenschutz, externe Notfallplanung unter Einbindung von freiwilligen Feuerwehren, Berufsfeuerwehren, Polizei und Katastrophenschutzbehörden
3. Alarmierungen, die die betroffene Bevölkerung warnen, vorbereitete Rundfunkdurchsagen, Sirenenanlagen etc.
4. Interne Alarm- und Gefahrenabwehrplanung wie Werkfeuerwehr, Einrichtungen zur Begrenzung der Auswirkungen beispielsweise Wasserwände zur Niederschlagung wasserlöslicher Gefahrstoffe, Abdichtmaterialien
5. Schutzeinrichtungen, Einrichtungen, die freigesetzte Stoffe zurückhalten wie Auffangbehälter, Blow Down Behälter, Wäscher, Brandwände, Notstopper

5.4.3 Häufig gestellte Fragen

5.4.3.1 Wann sollte eine Analyse mit Storybuilder durchgeführt werden?

Storybuilder ist vor allem geeignet, wenn es bereits einen ausführlichen Bericht über das zu analysierende Ereignis gibt sowie eine detaillierte Gefahrenanalyse und einen Sicherheitsbericht, aus denen die Barrieren entnommen werden können

5.4.3.2 Wie beginnt man bei einer Analyse mit Storybuilder?

Als erstes bestimmt man das zentrale Ereignis. Im zweiten Schritt identifiziert man das oder die Kontrollverluste die Verursacher des zentralen Ereignisses waren. Diese müssen notwendig und hinreichend sein, um das Ereignis zu rekonstruieren.

Anschließend wird das wo und das wie im Hinblick auf Barrierenversagen geprüft, d.h. es werden Barrieren identifiziert, die versagt haben und es wird beleuchtet, welche Funktion/Aufgabe die versagende Barriere hatte.

Danach wird geprüft, welche Barrieren die Barrierenfunktion sichern sollten.

5.4.3.3 Wozu benötigt man eine Ereignisbeschreibung?

Aus der Ereignisbeschreibung heraus können erst die verschiedenen Elemente des BowTie bestimmt werden und dieser konstruiert werden.