

	DIN EN 61882 (VDE 0050-8)	DIN
	Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etz Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.	VDE
ICS 03.100.50; 03.120.01; 13.020.30; 29.020 HAZOP-Verfahren (HAZOP-Studien) – Anwendungsleitfaden (IEC 61882:2016); Deutsche Fassung EN 61882:2016 Hazard and operability studies (HAZOP studies) – Application guide (IEC 61882:2016); German version EN 61882:2016 Études de danger et d'exploitabilité (études HAZOP) – Guide d'application (IEC 61882:2016); Version allemande EN 61882:2016 Gesamtumfang 72 Seiten DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE		

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn für die von CENELEC am 2016-04-14 angenommene Europäische Norm als DIN-Norm ist 2017-02-01.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN EN 61882 (VDE 0050-8):2014-11.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium K 132 „Zuverlässigkeit“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom TC 56 „Dependability“ erarbeitet.

Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieser Publikation bis zu dem Datum (stability date) unverändert bleiben soll, das auf der IEC-Website unter „<http://webstore.iec.ch>“ zu dieser Publikation angegeben ist. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees die Publikation

- bestätigt,
- zurückgezogen,
- durch eine Folgeausgabe ersetzt oder
- geändert.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Zusammenhang mit Europäischen und Internationalen Dokumenten

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf ein Dokument ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnitsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils aktuellste Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe des Dokuments.

Eine Information über den Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden Deutschen Dokumenten ist nachstehend wiedergegeben.

Tabelle NA.1 (1 von 2)

Europäisches Dokument	Internationales Dokument	Deutsches Dokument	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
–	IEC 60050-192	a	–
EN 60812:2006	IEC 60812:2006	DIN EN 60812:2006-11	–
EN 61025:2007	IEC 61025:2006	DIN EN 61025:2007-08	–
EN 61160:2005	IEC 61160:2005	DIN EN 61160:2006-06	–
EN 61511-3:2004	IEC 61511-3:2003 + Corrigendum 2004	DIN EN 61511-3 (VDE 0810-3):2005-05	VDE 0810-3
EN 62502:2010	IEC 62502:2010	DIN EN 62502 (VDE 0050-3):2011-06	VDE 0050-3

Tabelle NA.1 (2 von 2)

Europäisches Dokument	Internationales Dokument	Deutsches Dokument	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
EN 31010:2010	IEC/ISO 31010:2009	DIN EN 31010 (VDE 0050-1):2010-11	VDE 0050-1
–	ISO 31000:2009	–	–
–	ISO Guide 73:2009	–	–
^a „Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Deutsche Ausgabe“, Online-Zugang: http://www.dke.de/dke-iev .			

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 31010 (VDE 005-1):2010-11, *Risikomanagement – Verfahren zur Risikobeurteilung (IEC/ISO 31010:2009); Deutsche Fassung EN 31010:2010*

DIN EN 60812:2006-11, *Analysetechniken für die Funktionsfähigkeit von Systemen – Verfahren für die Fehlzustandsart- und -auswirkungsanalyse (FMEA) (IEC 60812:2006); Deutsche Fassung EN 60812:2006*

DIN EN 61025:2007-08, *Fehlzustandsbaumanalyse (IEC 61025:2006); Deutsche Fassung EN 61025:2007*

DIN EN 61160:2006-06, *Entwicklungsbewertung (IEC 61160:2005); Deutsche Fassung EN 61160:2005*

DIN EN 61511-3 (VDE 0810-3):2005-05, *Funktionale Sicherheit – Sicherheitstechnische Systeme für die Prozessindustrie – Teil 3: Anleitung für die Bestimmung der erforderlichen Sicherheits-Integritätslevel (IEC 61511-3:2003 + Corrigendum 2004); Deutsche Fassung EN 61511-3:2004*

DIN EN 62502 (VDE 0050-3):2011-06, *Verfahren zur Analyse der Zuverlässigkeit – Ereignisbaumanalyse (ETA) (IEC 62502:2010); Deutsche Fassung EN 62502:2010*

**HAZOP-Verfahren (HAZOP-Studien) –
Anwendungsleitfaden
(IEC 61882:2016)**

Hazard and operability studies (HAZOP studies) –
Application guide
(IEC 61882:2016)

Études de danger et d'exploitabilité (études
HAZOP) – Guide d'application
(IEC 61882:2016)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2016-04-14 angenommen. CENELEC-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim CEN-CENELEC Management Centre oder bei jedem CENELEC-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CENELEC-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem CEN-CENELEC Management Centre mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CENELEC-Mitglieder sind die nationalen elektrotechnischen Komitees von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.

CENELEC

Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung
European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique

CEN-CENELEC Management Centre: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

© 2016 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN 61882:2016 D

Europäisches Vorwort

Der Text des Dokuments 56/1653/FDIS, zukünftige 2. Ausgabe der IEC 61882, erarbeitet vom IEC/TC 56 „Dependability“, wurde zur parallelen IEC-CENELEC-Abstimmung vorgelegt und von CENELEC als EN 61882:2016 angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem dieses Dokument auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2017-01-14
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die diesem Dokument entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2019-04-14

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CENELEC [und/oder CEN] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 61882:2016 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

In der offiziellen Fassung sind unter „Literaturhinweise“ zu den aufgelisteten Normen die nachstehenden Anmerkungen einzutragen:

IEC 60812:2006	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60812:2006 (nicht modifiziert).
IEC 61025:2006	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 61025:2007 (nicht modifiziert).
IEC 61160:2005	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 61160:2005 (nicht modifiziert).
IEC 61511-3:2003	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 61511-3:2004 (nicht modifiziert).
IEC 62502:2010	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 62502:2010 (nicht modifiziert).
IEC/ISO 31010:2009	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 31010:2010 (nicht modifiziert).

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort	2
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe und Abkürzungen	7
3.1 Begriffe	7
3.2 Abkürzungen	10
4 Hauptmerkmale von HAZOP	10
4.1 Allgemeines	10
4.2 Grundsätze der Untersuchung	11
4.3 Entwurfsdarstellung	13
4.3.1 Allgemeines	13
4.3.2 Entwurfsanforderungen und Entwurfsziel	13
5 HAZOP-Anwendungen	14
5.1 Allgemeines	14
5.2 Zusammenhang mit anderen Werkzeugen	15
5.3 Grenzen der HAZOP-Studie	15
5.4 Risikoermittlungsstudien verschiedener Systemlebenszyklusphasen	16
5.4.1 Konzeptphase	16
5.4.2 Entwicklungsphase	16
5.4.3 Umsetzungsphase	16
5.4.4 Nutzungsphase	16
5.4.5 Verbesserungsphase	16
5.4.6 Stilllegungsphase	16
6 Das Vorgehen bei der HAZOP-Studie	17
6.1 Allgemeines	17
6.2 Festlegungen	17
6.2.1 Anstoß der Studie	17
6.2.2 Festlegung des Anwendungsbereiches und der Ziele	18
6.2.3 Festlegung der Rollen und Verantwortlichkeiten	18
6.3 Vorbereitung	19
6.3.1 Planung der Studie	19
6.3.2 Zusammentragen der Daten und Dokumentation	20
6.3.3 Festlegung der Leitworte und ihrer Abweichungen	21
6.4 Die Untersuchung	22
6.4.1 Struktur der Untersuchung	22
6.4.2 Durchführung der Untersuchung	22

	Seite
6.5 Dokumentation und Nachverfolgung	26
6.5.1 Allgemeines	26
6.5.2 Gestaltung der Aufzeichnungen	26
6.5.3 Studienergebnis.....	26
6.5.4 Aufzeichnungen.....	27
6.5.5 Freigabe der Dokumentation.....	27
6.5.6 Folgeaktivitäten und Verantwortungen.....	27
Anhang A (informativ) Aufzeichnungsmethoden	28
A.1 Aufzeichnungsalternativen	28
A.2 HAZOP-Arbeitsblatt	28
A.3 Überarbeitete Entwurfsdokumentation	29
A.4 HAZOP-Studien-Bericht	29
Anhang B (informativ) Beispiele zu HAZOP-Studien.....	30
B.1 Allgemeines	30
B.2 Einführungsbeispiel	30
B.3 Verfahrensanweisung.....	35
B.4 Automatisches Zugsicherungssystem.....	39
B.4.1 Allgemeines	39
B.4.2 Die Anwendung	39
B.5 Beispiel Notfallplanung	43
B.6 Steuerungssystem für ein Piezoventil	48
B.7 HAZOP eines Signalhorn-Prozesses im Bahnhof.....	52
Literaturhinweise.....	66
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	68
Bilder	
Bild 1 – Der Ablauf der HAZOP-Studie.....	17
Bild 2 – Flussdiagramm eines HAZOP-Untersuchungsprozesses nach der Reihenfolge „Eigenschaften zuerst“.....	24
Bild 3 – Flussdiagramm eines HAZOP-Untersuchungsprozesses nach der Reihenfolge „Leitwort zuerst“	25
Bild B.1 – Einfaches Fließschema	30
Bild B.2 – Zugseitige ATP-Ausrüstung	40
Bild B.3 – Steuerungssystem eines Piezoventils.....	48
Tabellen	
Tabelle 1 – Beispiel für elementare Leitworte und ihre allgemeine Bedeutung	12
Tabelle 2 – Beispiel für Leitworte, die sich auf Uhrzeit und Reihenfolgen oder Abläufe beziehen	12
Tabelle 3 – Beispiele von Abweichungen und ihre dazugehörigen Leitworte	21
Tabelle B.1 – Eigenschaften des untersuchten Systems	31
Tabelle B.2 – Beispiel eines HAZOP-Arbeitsblattes für das Einführungsbeispiel	32

Tabelle B.3 – Beispiel eines HAZOP-Arbeitsblattes für Verfahrensanweisungen	36
Tabelle B.4 – Beispiel eines HAZOP-Arbeitsblattes für ein automatisches Zugsicherungssystem	41
Tabelle B.5 – Beispiel eines HAZOP-Arbeitsblattes für Notfallplanung	44
Tabelle B.6 – Systementwurfsziel	49
Tabelle B.7 – Beispiel eines HAZOP-Arbeitsblattes für ein Piezoventil-Steuerungssystem	50
Tabelle B.8 – Matrix der zerlegten Betriebsschritte für einen Bahnhof-Signalhorn-Prozess	54
Tabelle B.9 – Beispiel eines HAZOP-Arbeitsblattes für einen Bahnhof-Signalhorn-Prozess	59

Einleitung

Diese Norm beschreibt die Grundsätze für und den Zugang zu einer Risikoidentifizierung, die mittels Leitworten geführt wird. Ursprünglich wurde dieser Zugang zur Risikoidentifizierung als „Hazard and Operability study“ oder HAZOP-Studie^{N1)} bezeichnet. Diese ist ein strukturiertes und systematisches Verfahren zur Untersuchung eines definierten Systems mit dem Ziel:

- Risiken, die mit dem Betrieb und der Wartung und Instandsetzung des Systems verbunden sind, auszumachen. Die beteiligten Gefahren oder andere Risikoquellen können jene enthalten, die hauptsächlich nur für den unmittelbaren Bereich des Systems von Bedeutung sind, und jene, die einen viel größeren Wirkungskreis haben, z. B. irgendwelche Umweltgefahren.
- Mögliche systembedingte Betriebsprobleme aufzudecken und insbesondere Ursachen von Betriebsstörungen und Produktabweichungen aufzufinden, die möglicherweise zu nichtkonformen Produkten führen.

Ein bedeutender Vorteil von HAZOP-Studien ist, dass das sich ergebende Wissen, das durch die Identifizierung der Risiken und Betriebsprobleme auf strukturierte und systematische Weise erhalten wurde, eine starke Unterstützung bei der Festlegung geeigneter Abhilfemaßnahmen darstellt.

Eine charakteristische Besonderheit einer HAZOP-Studie stellt die Untersuchungssitzung dar, während der ein interdisziplinäres Team unter der Führung eines Studienleiters alle maßgeblichen Teile eines Entwurfes oder eines Systems systematisch prüft. Es identifiziert Abweichungen vom Systementwurfsziel, indem es einen Satz an Leitworten gebraucht. Das Verfahren zielt darauf ab, die Vorstellungskraft der Teilnehmer auf systematische Weise anzuregen, um Risiken und Betriebsprobleme herauszufinden. Eine HAZOP-Studie sollte als Verbesserung eines soliden Entwurfs angesehen werden, bei dem man ein auf Erfahrung beruhendes Herangehen nutzt, wie z. B. Technikregeln, und nicht so sehr als ein Ersatz für ein solches Herangehen.

Historisch wurden HAZOP- und ähnliche Studien als Gefahrenermittlung beschreiben, da ihr primärer Zweck die systematische Prüfung, ob Gefahren vorhanden sind und, falls ja, das Verständnis, wie sie in ungünstige Folgen resultieren und wie diese Folgen durch Neugestaltung des Prozesses vermieden werden können, ist. ISO 31000:2009 definiert Risiko als einen Effekt der Unsicherheit bezogen auf die Ziele, mit dem Hinweis, dass ein Effekt eine Abweichung vom Erwarteten ist. Deshalb werden jetzt HAZOP-Studien, welche Abweichungen vom Erwarteten, die Gründe und ihren Effekt bezüglich der Ziele im Kontext der Prozessgestaltung betrachten, korrekterweise als mächtiges Risikoermittlungswerkzeug bezeichnet.

Es gibt viele unterschiedlicher Werkzeuge und verfügbare Techniken, um Risiken zu identifizieren, die von Prüflisten, Ausfalleffektanalyse (FMEA) bis zu HAZOP reichen. Einige Techniken, wie etwa der Gebrauch von Prüflisten und „Was-Wenn“-Analysen, können sehr früh im Lebenszyklus eines Systems genutzt werden, wenn noch wenig Information verfügbar ist, oder in späten Phasen, wenn weniger detaillierte Analysen notwendig sind. HAZOP-Studien erfordern genauere Details des zu betrachtenden Systems, aber erzeugen auch umfassendere Informationen über Risiken und Schwachstellen im Systementwurf.

Der Begriff HAZOP wird mitunter als Gattungsbegriff zusammen mit anderen Gefahrenermittlungsverfahren (wie z. B. Prüflisten-HAZOP, HAZOP 1 oder 2, wissensbasiertes HAZOP) verwendet. Die Verwendung des Begriffs im Zusammenhang mit solchen Verfahren wird als unpassend angesehen und wird in diesem Dokument ausdrücklich ausgeschlossen.

Bevor mit einer HAZOP-Studie begonnen werden kann, sollte festgestellt werden, dass sie das am besten geeignete Verfahren für die vorliegende Aufgabe ist (entweder alleine oder in Kombination mit anderen Verfahren). Bei dieser Beurteilung sollten der Zweck der Studie, die mögliche Tragweite jeglicher Konsequenzen, die geeignete Detaillierungsstufe, die Verfügbarkeit maßgeblicher Daten und Quellen und die Belange der Entscheidungsträger beachtet werden.

Diese Norm wurde entwickelt, um vielen Industriezweigen eine Anleitung für unterschiedliche Systemtypen zur Verfügung zu stellen. Es gibt spezifischere Normen und Leitfäden in manchen Industriezweigen, insbesondere in der Prozessindustrie, die dieses Verfahren hervorgebracht hatte, die für sich bevorzugte Methoden etablieren. Für Details siehe die Literaturhinweise am Ende dieser Norm.

^{N1)} Nationale Fußnote: Im Deutschen auch als PAAG-Verfahren bezeichnet.

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm stellt einen Leitfaden für HAZOP-Studien von Systemen unter Verwendung von Leitworten bereit. Sie gibt eine Anleitung zur technischen Anwendung und zu HAZOP-Studien einschließlich Begriffserklärung, Vorbereitung, Untersuchungssitzungen und der sich ergebenden Dokumentation und Folgeaktivitäten.

Dokumentationsbeispiele, genauso wie eine große Menge von Beispielen, die verschiedenartige Anwendungen umfassen und HAZOP-Studien verdeutlichen, werden zur Verfügung gestellt.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

IEC 60050-192, *International electrotechnical vocabulary – Part 192: Dependability* (verfügbar bei <http://www.electropedia.org>)

3 Begriffe und Abkürzungen

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach IEC 60050-192 und die folgenden Begriffe.

ANMERKUNG Die in diesem Abschnitt definierten Begriffe sind kursiv gedruckt.

3.1.1

Kenngröße

(en: characteristic)

qualitative oder quantitative Eigenschaft

BEISPIEL Druck, Temperatur, Spannung.

3.1.2

Auswirkung

(en: consequence)

Ergebnis eines Ereignisses, das die Entwurfsziele beeinträchtigt

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Ereignis kann zu einer Reihe von Auswirkungen führen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Eine Auswirkung kann bestimmt oder ungewiss sein und kann positive oder negative Wirkungen auf Ziele haben.

Anmerkung 3 zum Begriff: Auswirkungen können qualitativ oder quantitativ ausgedrückt werden.

Anmerkung 4 zum Begriff: Anfangsauswirkungen können durch Kettenreaktionen sprunghaft ansteigen.

[QUELLE: ISO Guide 73:2009, 3.6.1.3]

3.1.3

Lenkung

(en: control)

Maßnahme, die das Risiko (3.1.12) ändert

Anmerkung 1 zum Begriff: Lenkung schließt jedwede Art von Prozess, Strategie, Gerät, Anwendung oder andere Aktionen ein, die das Risiko ändern.

Anmerkung 2 zum Begriff: Lenkungen müssen nicht immer zu der beabsichtigten oder vermuteten ändernden Wirkung führen.

[QUELLE: ISO Guide 73:2009, 3.8.1.1]

3.1.4

Entwurfsziel

(en: design intent)

vom Entwickler gewünschter oder festgelegter Bereich des Verhaltens für Eigenschaften, die sicherstellen, dass die Betrachtungseinheit ihre Anforderungen erfüllt

3.1.5

Eigenschaft

(en: property)

Bestandteil eines Teiles, das dazu dient, die wesentlichen Merkmale des Teiles auszuweisen

Anmerkung zum Eintrag: Die Auswahl der Eigenschaften kann von der besonderen Anwendung abhängen, aber Eigenschaften können Merkmale mit einschließen wie beteiligtes Material, ausgeführte Aktivitäten, benutzte Ausrüstung usw. Material sollte hier in einem ganz allgemeinen Sinn verstanden werden und Daten, Software usw. einschließen.

3.1.6

Leitwort

(en: guide word)

Wort oder Ausdruck, der eine genaue Angabe der Art der Abweichung von einer Eigenschaft des Entwurfsziels ausdrückt und festlegt

3.1.7

Schaden

(en: harm)

physische Verletzung oder Schädigung der Gesundheit von Menschen oder Beschädigung von Gütern oder der Umwelt

3.1.8

Gefahr

(en: hazard)

Ursache eines möglichen *Schadens* (3.1.7)

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Gefahr kann eine *Risikoquelle* (3.1.14) sein.

[QUELLE: ISO Guide 73:2009, 3.5.1.4]

3.1.9

Risikostufe

(en: level of risk)

Größe eines *Risikos* (3.1.12) oder Kombinationen von Risiken, ausgedrückt in Begriffen in Verbindung mit den *Folgen* (3.1.2) und deren Auftretenswahrscheinlichkeit

[QUELLE: ISO Guide 73:2009, 3.6.1.8]

3.1.10

Manager

(en: manager)

für das Projekt, die Aktivität oder Organisation verantwortliche Person

3.1.11

Teil

(en: part)

Abschnitt eines Systems, das Objekt der gegenwärtigen Studie ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Teil kann materiell (z. B. Hardware) sein oder immateriell. (z. B. Schritt in einem Betriebsablauf).

3.1.12

Risiko

(en: risk)

Wirkung von Unsicherheit auf die Zielvorstellungen

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine Wirkung ist eine positive oder negative Abweichung vom Erwarteten.

Anmerkung 2 zum Begriff: Ziele können unterschiedliche Aspekte haben (z. B. finanzielle, gesundheitliche Ziele sowie Sicherheits- und Umweltziele) und können unterschiedliche Ebenen betreffen (z. B. Strategie-, Organisations-, Projekt-, Produkt- und Prozessebenen).

Anmerkung 3 zum Begriff: Ein Risiko wird oft unter Bezug auf mögliche Ereignisse und *Folgen* (3.1.2) oder deren Kombination beschrieben.

Anmerkung 4 zum Begriff: Ein Risiko wird oft mit Begriffen aus einer Kombination der Ereignisfolgen (einschließlich Änderungen der Umstände) und der dazugehörigen Auftretenswahrscheinlichkeit ausgedrückt.

Anmerkung 5 zum Begriff: Unsicherheit ist der, sogar zeitweilige, Zustand oder Informationsmangel bezüglich des Verstehens oder des Wissens um ein Ereignis, seine *Folgen* oder seiner Auftrittswahrscheinlichkeit.

[QUELLE: ISO Guide 73:2009, 1.1]

3.1.13

Risikoermittlung

(en: risk identification)

Prozess, um die *Risiken* (3.1.12) zu finden, zu verstehen und zu beschreiben

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Risikoermittlung schließt die Ermittlung der *Risikoquelle* (3.1.14), der Ereignisse, ihrer Ursachen und ihrer möglichen *Folgen* (3.1.2) ein.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Risikoermittlung kann historische Daten, theoretische Analysen, fundierte und Sachverständigenmeinungen sowie Belange der interessierten Partei einschließen.

[QUELLE: ISO Guide 73:2009, 3.5.1]

3.1.14

Risikoquelle

(en: risk source)

Element, dem alleine oder in Kombination das Potenzial innewohnt, zu einem *Risiko* (3.1.12) zu führen

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine Risikoquelle kann materiell oder immateriell sein.

[QUELLE: ISO Guide 73:2009, 3.5.1.2]

3.1.15

Risikobehandlung

(en: risk treatment)

Prozess, um das *Risiko* (3.1.12) zu verändern

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Risikobehandlung kann einschließen:

- Die Vermeidung des Risikos durch die Entscheidung, die Tätigkeit, die das Risiko verursacht, nicht zu starten oder fortzusetzen;
- die Übernahme oder die Zunahme des Risikos auf sich zu nehmen, um eine Chance zu verfolgen;
- die Entfernung der *Risikquelle* (3.1.14);
- die Änderung der Wahrscheinlichkeit;
- die Änderung der *Folgen* (3.1.2);
- die Teilung des Risikos mit einer anderen Partei oder Parteien (einschließlich Verträgen und Risikofinanzierungen);
- die Beibehaltung des Risikos durch eine fundierte Entscheidung.

Anmerkung 2 zum Begriff: Risikobehandlungen, die von negativen Folgen handeln, werden manchmal als „Risikominderung“ (en: „risk mitigation“), „Risikobeseitigung“ (en: „risk elimination“), Risikoverhütung (en: „risk prevention“) und Risikoreduzierung (en: „risk reduction“) bezeichnet.

Anmerkung 3 zum Begriff: Zur Klarstellung von Risikobehandlung und Risiko-Lenkung (3.1.3) – Eine Risiko-Lenkung ist schon vorhanden, während eine Risikobehandlung eine Aktion ist, um die Risiko-Lenkung zu verbessern. Also wird aus einer durchgeführten Behandlung eine Lenkung.

[QUELLE: ISO Guide 73:2009, 3.8.1, modifiziert – Anmerkung 3 zum Begriff ersetzt die vorhandene Anmerkung 3]

3.2 Abkürzungen

ATP	automatische Zugsicherung (en: automatic train protection)
EER	Flucht, Evakuierung und Rettung (en: escape, evacuation and rescue)
ETA	Ereignisbaumanalyse (en: event tree analysis)
FMEA	Ausfalleffektanalyse (en: failure mode and effects analysis)
FTA	Fehlzustandsbaumanalyse (en: fault tree analysis)
GPA	allgemeiner Alarm (en: general purpose alarm)
HAZOP	Gefährdung und Betreibbarkeit (en: hazard and operability)
LH	linke Hand (en: left hand)
LOPA	Analyse der Schutzebenen (en: layer of protection analysis)
OIM	Manager der Offshore-Anlage (en: offshore installation manager)
P&IDs	Prozess- und Funktionspläne (en: process and instrumentation diagrams)
PAPA	Vorbereiten auf das Signal „Plattform verlassen“ (en: prepare to abandon platform alarm)
PES	programmierbares elektronisches System (en: programmable electronic system)
PPE	Personenschutzeinrichtung (en: personal protective equipment)
QP	Fachperson (im Beispiel „örtliche Zugaufsicht“) (en: qualified person)
RH	rechte Hand (en: right hand)

4 Hauptmerkmale von HAZOP

4.1 Allgemeines

Eine HAZOP-Studie ist ein detaillierter Ermittlungsprozess von Risiken und Funktionsproblemen, der von einem zugeordneten Team durchgeführt wird. HAZOP-Studien handeln von der Ermittlung möglicher Abweichungen vom Entwurfsziel, der Untersuchung ihrer möglichen Ursachen und der Bewertung ihrer Folgen.

Hauptmerkmale einer HAZOP-Studie beinhalten Folgendes:

- Die Studie ist ein schöpferischer Prozess, der durch den systematischen Gebrauch einer Reihe von Leitworten abläuft, mittels derer die möglichen Abweichungen vom Entwurfsziel ermittelt werden. Durch die Anwendung der Leitworte werden die Teammitglieder angeregt, sich vorzustellen, wodurch die Abweichungen auftreten und was die Folgen sein könnten.
- Die Studie wird unter der Anleitung eines geübten und erfahrenen Studienleiters durchgeführt, der eine umfassende Abdeckung des zu untersuchenden Systems durch logisch-analytisches Denken sicherzustellen hat. Der Studienleiter wird vorzugsweise durch einen Schriftführer unterstützt, der sachbezogene Daten, die sich auf die ermittelten Risiken und/oder Funktionsstörungen beziehen, aufzeichnet. Diese dienen der Risikoanalyse, der Bewertung und der Bearbeitung.
- Die Studie ist auf Spezialisten verschiedener Disziplinen mit geeigneten Qualifikationen und Erfahrungen angewiesen, die Gespür und eine gute Beurteilungsgabe aufweisen.
- Die Studie sollte in einer Atmosphäre kritischen Denkens in freier und offener Atmosphäre stattfinden.
- Eine HAZOP-Studie erzeugt Besprechungsberichte oder Software, die die Abweichungen, ihre Ursachen, Folgen und empfohlenen Aktionen zusammen mit hervorgehoben gekennzeichneten Konstruktionszeichnungen, Dokumenten oder anderen Darstellungen des Systems festhalten, die die dazugehörigen Protokollnummer und, wo möglich, die empfohlene Maßnahme angeben.
- Das Erarbeiten von Maßnahmen zur Risikobehandlung für ermittelte Risiken oder Funktionsprobleme ist nicht das primäre Ziel der HAZOP-Untersuchung, aber Empfehlungen sollten, wo angemessen, abgegeben werden. Falls diese Maßnahmen erstellt werden, sollten sie für die Betrachtung durch jene aufzeichnet werden, die für den Systementwurf verantwortlich sind.
- Die anfängliche HAZOP-Studie darf auf fortschreitende Art und Weise erstellt werden, so dass Entwurfsänderungen eingetragen werden können; aber die vollständige HAZOP-Studie muss sich auf das endgültige Entwurfsziel beziehen.
- Vorhandene HAZOP-Studien sollten in regelmäßigen Abständen überprüft werden, um zu bewerten, ob es Änderungen am Entwurfsziel oder an den Gefahren gegeben hat. Ferner sollten auch während anderer Phasen des Lebenszyklus, wie etwa der Verbesserungsphasen, Überprüfungen stattfinden.

4.2 Grundsätze der Untersuchung

Die Basis einer HAZOP-Studie ist eine „Untersuchung mittels Leitworten“, was ein bewusstes Suchen nach Abweichungen vom Entwurfsziel darstellt. Um die Untersuchung zu erleichtern, wird ein System so in Teile zerlegt, dass das Entwurfsziel oder die Funktion für jedes Teil ausreichend präzisiert werden kann. Die Größe des ausgewählten Teiles hängt typischerweise von der Komplexität des Systems und von dem/der eventuellen Ausmaß und Schwere der Folgen ab. In komplexen Systemen oder jenen, in denen die Risikostufe als hoch erwartet wird, sind die Teile üblicherweise recht klein im Vergleich zum System. In einfachen Systemen oder jenen, in denen die Risikostufe als niedrig eingeschätzt wird, beschleunigt die Verwendung größerer Teile die Durchführung der Studie.

Das Entwurfsziel eines gegebenen Teilsystems wird mit Eigenschaftsbegriffen ausgedrückt, die die wesentlichen Besonderheiten des Teils vermitteln und die einer naturgemäßen Aufteilung entsprechen. Die Auswahl der Eigenschaften, die zu untersuchen sind, ist in einigen Fällen eine subjektive Entscheidung insofern, dass es mehrere Kombinationen geben könnte, die zum gleichen geforderten Ziel führen. Ferner kann die Auswahl auch von den jeweiligen Einsatzzwecken abhängen. Teile können für sich alleinstehende Schritte oder ganze Blöcke in einem Ablauf, Abschnitte in einem Vertrag, individuelle Signale und Geräteeinheiten in einem Steuerungssystem, Geräte oder Komponenten in einem Prozess oder elektronischen System, usw. sein.

In einigen Fällen könnte es hilfreich sein, die Funktion eines Teils in Begriffen auszudrücken wie:

- Eingangsmaterial aus einer Quelle;
- mit diesem Material durchgeführte Tätigkeit;
- Erzeugnis, das zu einem Bestimmungsort gebracht wird.

Daher beinhaltet das Entwurfsziel folgende Elemente: Input und Output, Funktionen, Tätigkeiten, Herkunft- und Bestimmungsorte, die als Eigenschaften eines Teils angesehen werden können.

Eigenschaften können oft auch in Form von Kenngrößen brauchbar festgelegt werden. Das kann entweder quantitativ oder qualitativ erfolgen. Zum Beispiel könnten in einem chemischen System die Inputs als Eigenschaftsbegriffe wie Temperatur, Druck oder Zusammensetzung festgelegt werden. Für einen Transportvorgang könnten dann Kenngrößen wie Transportgeschwindigkeit, Auslastung oder Zahl der Passagiere relevant sein. Bei computerbasierten Systemen, Kommunikation, Schnittstellen und elektronischer Datenverarbeitung ist es naheliegend, die Kenngrößen eines jeden Teilsystems zu verwenden.

Für jedes Teil, das an der Reihe ist, untersucht das HAZOP-Studien-Team jede Eigenschaft hinsichtlich Abweichungen vom Entwurfsziel, die zu unerwünschten (oder gewünschten) Folgen führen. Die Ermittlung der Abweichungen vom Entwurfsziel wird durch einen Frageprozess erreicht, bei dem vorbestimmte Leitworte verwendet werden. Die Rolle des Leitwortes ist es, zu phantasievollem Denken anzuregen, sich auf die Studie zu konzentrieren, auf Ideen und Diskussionen zu kommen und dabei die Wahrscheinlichkeit für die vollständige Abdeckung durch die Studie zu erhöhen. Ein Beispiel für elementare Leitworte und ihre Bedeutung wird in Tabelle 1 gegeben.

Tabelle 1 – Beispiel für elementare Leitworte und ihre allgemeine Bedeutung

Leitwort	Bedeutung
NEIN (nicht/kein/keine)	Vollständige Verneinung des Entwurfsziels
MEHR	Quantitative Zunahme
WENIGER	Quantitative Abnahme
SOWOHL ALS AUCH	Qualitative Änderung/Zunahme
TEILWEISE	Qualitative Änderung/Abnahme
UMKEHRUNG	Sinngemäßer Gegensatz zum Entwurfsziel
ANDERS ALS	Vollständiger Austausch/Ersatz

Ein weiteres Beispiel zusätzlicher Leitworte, die sich auf die Uhrzeit und Reihenfolgen oder Abläufe beziehen, wird in Tabelle 2 gegeben.

Tabelle 2 – Beispiel für Leitworte, die sich auf Uhrzeit und Reihenfolgen oder Abläufe beziehen

Leitwort	Bedeutung
ZU FRÜH	Relativ zur Uhrzeit
ZU SPÄT	Relativ zur Uhrzeit
DAVOR	Relativ zur Reihenfolge oder zum Ablauf
DANACH	Relativ zur Reihenfolge oder zum Ablauf

Zusätzliche Leitworte können genutzt werden, um die Ermittlung der Abweichungen zu erleichtern, vorausgesetzt, sie wurden vor dem Beginn der Untersuchung festgelegt.

Nachdem ein Teil zur Untersuchung ausgewählt wurde, wird das Entwurfsziel mit untereinander unabhängigen Eigenschaftsbegriffen festgeschrieben. Jedes passende Leitwort wird dann auf jede Eigenschaft angewendet, so dass eine gründliche Suche nach Abweichungen auf systematische Art und Weise durchgeführt wird. Wurde ein Leitwort angewendet und wurden mögliche Ursachen und Folgen einer gegebenen Abweichung geprüft, so können Kontrollmechanismen für die vorausgesagten Folgen ebenso untersucht werden. Die Untersuchungsergebnisse werden in einem vereinbarten Formular festgehalten (siehe 6.6.2).

Leitwort-Eigenschaft-Verknüpfungen können als Matrix betrachtet werden. In jedem Feld der so gebildeten Matrix steht eine spezifische Leitwort-Eigenschaft-Kombination. Um eine umfassende Risikoermittlung zu erreichen, ist es notwendig, dass die Eigenschaften alle Aspekte des Entwurfsziels und die Leitworte alle möglichen Abweichungen abdecken. Nicht alle Kombinationen werden sinnvolle Abweichungen ergeben, so dass die Matrix mehrere leere Felder haben kann, wenn man alle Leitwort-Eigenschaft-Kombinationen betrachtet.

Im Allgemeinen wird der Studienleiter die anzuwendenden Leitwort-Eigenschaft-Kombinationen vorher festlegen, um den Risikoermittlungsprozess effizienter zu gestalten und die Fachkenntnis und Zeit der Teilnehmer optimal zu nutzen.

Die Felder der Matrix können für die Untersuchung des ausgewählten Teiles entsprechend zweier möglicher Reihenfolgen genutzt werden: Spalte für Spalte, d. h. zuerst die Eigenschaften, oder Zeile für Zeile, d. h. zuerst die Leitworte). Details der Untersuchung werden in 6.4 weiter ausgeführt und beide Untersuchungsformen werden in Bild 2 und Bild 3 erläutert. Grundsätzlich sollten die Untersuchungsergebnisse gleich sein.

Ebenso wie Leitworte auf festgelegte Eigenschaften eines Teils anzuwenden sind, können andere Kenngrößen, wie Zugriff, Entkopplung, Steuerung und Arbeitsumgebung (Geräusche, Beleuchtung usw.), wichtig für den gewünschten Systembetrieb sein und gegebenenfalls nur eine Untermenge der Leitworte darauf angewandt werden.

4.3 Entwurfsdarstellung

4.3.1 Allgemeines

Eine genaue und vollständige Entwurfsdarstellung des zu studierende Systems ist eine Grundvoraussetzung für die Untersuchungsaufgabe. Eine Entwurfsdarstellung ist ein Beschreibungsmodell des Systems, das angemessen das zu studierende System und seine Teile beschreibt sowie ihre Eigenschaften bestimmt. Die Darstellung kann sich auf den materiellen oder immateriellen Entwurf beziehen und sollte verdeutlichen, was damit dargestellt wird.

Die Entwurfsdarstellung sollte die Systemfunktionen jedes Teiles und Elementes auf qualitative oder quantitative Weise wiedergeben. Sie sollte ebenso die Wechselwirkungen des Systems mit anderen Systemen, mit ihren Bediener/Nutzern und möglicherweise mit der Umwelt, beschreiben. Zum Beispiel sind Prozess- und Funktionspläne (P&IDs) dazu geeignet, den geforderten Detaillierungsgrad für die Entwurfsdarstellung zu liefern. Die Übereinstimmung der Eigenschaften oder Kenngrößen mit ihrem Entwurfsziel bestimmt die Fehlerfreiheit im Betrieb und in einigen Fällen die Sicherheit des Systems.

Die Systemdarstellung besteht aus zwei Grundelementen:

- den Systemanforderungen und
- einer physischen und/oder logischen Beschreibung des Entwurfs.

Die Aussagekraft einer HAZOP-Studie hängt von der Vollständigkeit, Angemessenheit und Genauigkeit der Entwurfsdarstellung und des Entwurfsziels ab. Jede Änderung des Originalentwurfs sollte in der Entwurfsdarstellung erkennbar sein. Bevor das Team mit der Untersuchung beginnt, sollte es die Informationsunterlagen prüfen und, falls notwendig, diese überarbeiten lassen, so dass sie wirklich das System abbilden.

4.3.2 Entwurfsanforderungen und Entwurfsziel

Die Entwurfsanforderungen bestehen aus qualitativen und quantitativen Anforderungen, die das System zu erfüllen hat, und liefern die Basis für die Entwicklung von Systemdesign und Entwurfsziel. Alle einigermaßen voraussehbare Weisen, in denen das System genutzt oder missbraucht werden kann, sollten herausgefunden werden. Beide, die Entwurfsanforderungen und die sich daraus ergebenden Entwurfsziele müssen den Kundenforderungen und jenen der entsprechenden Gesetzgebung, Regeln und Normen genügen.

Auf Basis der Systemanforderungen entwirft ein Entwickler das Systemdesign; beispielsweise ist eine Systemkonfiguration beim Subsystem angelangt, und spezifische Funktionen sind den Subsystemen und Komponenten zugeordnet. Komponenten werden spezifiziert und ausgewählt. Der Entwickler sollte nicht nur darauf schauen, was das System tun soll, sondern auch sicherstellen, dass es nicht unter irgendeiner vorhersehbaren Zusammenstellung von Bedingungen ausfällt oder dass es während der spezifizierten Lebensdauer nicht ausfallen oder sich verschlechtern wird. Unerwünschtes Verhalten oder Eigentümlichkeiten sollte ebenso ermittelt werden, so dass sie vermieden oder ihre Effekte durch ein geeignetes Design minimiert werden können.

Das Entwurfsziel bildet eine Grundlinie für die Untersuchung und sollte so genau und fehlerfrei sein wie möglich. Die Verifikation des Entwurfsziels (siehe IEC 61160) ist außerhalb des Anwendungsbereiches dieser HAZOP-Studie, aber der Leiter der HAZOP-Studie sollte sich versichern, dass das Entwurfsziel genau getroffen und fehlerfrei ist, und es die Untersuchung fortzusetzen erlaubt. Im Allgemeinen sind die am besten dokumentierten Entwurfsziele auf die grundlegenden Systemfunktionen und Parameter unter normalen Betriebsbedingungen begrenzt.

Einigermaßen vorhersehbare, außergewöhnliche Betriebsbedingungen und unerwünschte Aktionen, die auftreten könnten (z. B. schwere Erschütterungen, extreme Wetterereignisse, ungewöhnlicher Stillstand oder Eingriffe Dritter) sollten während der Untersuchung ermittelt und betrachtet werden. Ebenso sollten Verschleißmechanismen wie Zerfall, Korrosion und Nicht-Einhaltung von Prozessen und anderen Vorgehensweisen, die eine Verschlechterung der Systemeigenschaften verursachen, ausfindig gemacht und in einer Studie mittels geeigneter Leitworte betrachtet werden. Falls notwendig, kann eine detailliertere Studie, die auf spezielle Fehlzustandsarten und Auswirkungen schaut, gefordert sein (siehe IEC 60812).

Erwartete Lebensdauer, Funktionsfähigkeit, Instandhaltbarkeit und Instandhaltungsbereitschaft sollten ebenfalls zusammen mit Risikoquellen, auf die man zufällig während der Wartungsarbeiten und Lieferaktivitäten gestoßen ist, ermittelt und betrachtet werden, vorausgesetzt, sie sind im Anwendungsbereich der HAZOP-Studie mit eingeschlossen.

5 HAZOP-Anwendungen

5.1 Allgemeines

Ursprünglich war die HAZOP-Studie eine Methode, die für Systeme entwickelt wurde, die mit flüssigen Medien oder anderen Materialflüssen in der Prozessindustrie umgehen, während sie jetzt ein Hauptelement des Managements der Prozesssicherheit ist. Jedoch wurde ihr Anwendungsbereich in den letzten Jahren stetig erweitert und schließt nun auch den Gebrauch ein für:

- Softwareanwendungen einschließlich programmierbarer elektronischer Systeme;
- Systeme, die die Fortbewegung von Menschen durch Transportarten wie z. B. Straße, Schiene und Luft einbeziehen;
- die Untersuchung unterschiedlich arbeitender Abläufe und Verfahren;
- die Bewertung administrativer Verfahren in verschiedenen Industriezweigen;
- die Bewertung spezieller Systeme, wie z. B. medizinischer Geräte;
- die Entwicklung von Software und Codes;
- die Bewertung vorgeschlagener organisatorischer Änderungen und die Festlegung von Mechanismen um diese Änderungen zu verwirklichen;
- das Überprüfen und Verbessern von Vertragsentwürfen und anderer rechtswirksamer Dokumente;
- das Überprüfen und Verbessern von schriftlichen Anweisungen und Prozeduren für kritische Tätigkeiten.

Eine HAZOP-Studie ist besonders nützlich zur Ermittlung von Schwächen in Systemen (existierende oder vorgeschlagene), einschließlich dem Materialfluss, dem Transport von Menschen oder dem Informationsfluss, oder in einem geplanten Ablauf mit zahlreichen Ereignissen oder Arbeitspaketen oder in den Verfahren, um einen solchen Ablauf zu lenken. HAZOP-Studien können auch bei bearbeitungslosen Zuständen wie z. B. Lagerung und Transport genutzt werden. Die HAZOP-Studie ist sowohl ein wertvolles Werkzeug beim Entwurf und der Entwicklung neuer Systeme, HAZOP-Studien können auch lohnend angewendet werden, um Risiken und mögliche Probleme zu ermitteln, die mit unterschiedlichen Arbeitszuständen eines gegebenen Systems verknüpft sind, z. B. für Anlauf, Betriebsbereitschaft, Normbetrieb, normales Abschalten, Notabschaltungszuständen. Es kann auch auf Stapelprozesse und nicht-stationäre Prozesse und Abläufe angewendet werden wie auch auf kontinuierliche. HAZOP ist ein integraler Bestandteil des gesamten Entwicklungsprozesses und eine der Methoden, die für die Gefahrenermittlung als Teil des Risikomanagementprozesses angewendet werden kann (siehe ISO 31000).

5.2 Zusammenhang mit anderen Werkzeugen

Eine HAZOP-Studie kann in Verbindung mit anderen Gefahrenermittlungs- und Risikoanalysemethoden (siehe IEC/ISO 31010) genutzt werden, wie etwa mit der Ausfalleffektanalyse (FMEA, siehe IEC 60812) und der Fehlzustandsbaumanalyse (FTA, siehe IEC 61025) oder LOPA (siehe IEC 61511-3:2003, Anhang F). Solche Kombinationen könnten in Situationen angewendet werden, wenn

- die HAZOP-Studie deutlich anzeigt, dass die Leistung einer bestimmten Systemkomponenten kritisch ist und mit mehr Tiefgang untersucht werden muss. Die HAZOP-Studie kann dann brauchbar durch eine FMEA dieser Komponente ergänzt werden.
- nach der Untersuchung einzelner Eigenschaftsabweichungen durch eine HAZOP-Studie entschieden wurde, eine FTA und ETA durchzuführen, um die Wirkung von Mehrfachabweichungen zu analysieren oder die Wahrscheinlichkeit des Ausfallereignisses und seine Folgen zu quantifizieren.

Die FMEA beginnen mit einem möglichen Komponenten- oder Funktionsfehlzustand und gehen dann dazu über, die Folgen des Fehlzustandes auf das System als Ganzes zu untersuchen. Daher verläuft die Untersuchung nur in einer Richtung, von der Ursache zur Auswirkung. Eine HAZOP-Studie, andererseits, befasst sich mit der Ermittlung möglicher Abweichungen vom Entwurfsziel und fährt fort die möglichen Ursachen der Abweichung zu finden und ihre Folgen vorherzusagen.

Eine FTA darf bei Abweichungen von einzelnen Eigenschaften angewendet werden, die zuvor durch ein HAZOP-Verfahren identifiziert worden sind, um die Effekte von Mehrfachabweichungen zu analysieren oder die Fehlerwahrscheinlichkeit von Ereignissen und deren Folgen zu quantifizieren.

LOPA nutzt die Daten aus HAZOP und dokumentiert die Ausgangsursache und die Schutzebenen, die das Risiko verändern. Dies kann dann dazu benutzt werden das erreichte Ausmaß der Risikoreduzierung durch die bereits existierenden Steuerungsmaßnahmen zu bestimmen und sich zu vergewissern, ob weitere Maßnahmen notwendig sind.

5.3 Grenzen der HAZOP-Studie

Obwohl HAZOP-Studien in zahlreichen, unterschiedlichen Industriezweigen bewiesen haben äußerst nützlich zu sein, hat die Technik ihre Grenzen. Das sollte berücksichtigt werden, wenn man an eine mögliche Anwendung denkt. Einige der Einschränkungen werden nachfolgend betrachtet.

- Die HAZOP-Studie ist eine Gefahrenermittlungstechnik, die Systemteile einzeln betrachtet und systematisch die Auswirkungen der Abweichungen jedes Teils untersucht. Manchmal schließt ein sehr hohes Risiko die Wechselwirkung zwischen einer Vielzahl von Systemteilen mit ein. In diesen Fällen müsste das Risiko detaillierter untersucht werden, wozu Techniken wie ETA (siehe IEC 62502) und FTA (siehe IEC 61025) verwendet werden.
- Wie mit jeder Technik zur Ermittlung von Gefahren oder Funktionsproblemen, kann nicht garantiert werden, dass alles mit einer HAZOP-Studie ermittelt wird. Die Studie eines komplexen Systems sollte daher nicht nur von der HAZOP-Studie abhängen. Das Verfahren sollte daher in Verbindung mit anderen geeigneten Lösungsansätzen und anderen passenden Studien innerhalb eines wirksamen, übergreifenden Managementsystems koordiniert werden.
- Viele Systeme sind stark vernetzt, und eine Abweichung in einem Teil kann Ursachen und Folgen in anderen Teilen des Systems haben. Um die Gefahr zu verstehen und angemessene Risikobehandlungsmaßnahmen durchzuführen, müssen die Ursachen und Folgen quer über das System verfolgt werden. Jedoch, dort wo das System stark ineinander verkettet ist, besteht die Gefahr, dass das Nachverfolgen nicht für jeden Eventualfall übergreifend genug ist und eine konsequentere Ereignisanalyse gefordert werden müsste.
- Der Erfolg einer HAZOP-Studie hängt stark von der Fähigkeit und der Erfahrung des Studienleiters und dem Wissen, der Erfahrung und dem Niveau des Zusammenspiels zwischen den Teammitgliedern ab.
- Die HAZOP-Studie kann nur jene Teile betrachten, die in der Entwurfsdarstellung erscheinen. Tätigkeiten und Arbeitsabläufe, die in der Entwurfsdarstellung nicht erscheinen, dürften prinzipiell nicht betrachtet werden. Das kann teilweise überwunden werden durch Verwendung einer Gruppe zusätzlicher, nicht-spezifischer Leitworte auf einen Teil, der nicht aus echten Eigenschaften besteht, sondern solchen wie Zugriff und Wartung, und auch dadurch, dass ein Schritt zum Prozess hinzugefügt wird, wodurch, zur Vervollständigung, eine abschließende „Sinnprüfung“ mittels einer Checkliste durchgeführt wird.

5.4 Risikoermittlungsstudien verschiedener Systemlebenszyklusphasen

5.4.1 Konzeptphase

In der Konzeptphase eines Systemlebenszyklus wird über das Entwurfskonzept und hauptsächliche Systemteile entschieden, aber der detaillierte Entwurf und die zur Durchführung der HAZOP-Studie geforderten Dokumentationen sind noch nicht vorhanden. Es ist jedoch zu diesem Zeitpunkt notwendig, die Hauptrisiken zu ermitteln, sie im Entwurfsprozess zu betrachten und zukünftige HAZOP-Studien zu erleichtern. Um diese Studien durchzuführen, sollten andere grundlegende Verfahren genutzt werden (z. B. einige dieser Verfahrensbeschreibungen siehe [IEC/ISO 31010](#)).

5.4.2 Entwicklungsphase

Die wirtschaftlichste Zeit, um eine HAZOP-Studie durchzuführen, ist, wenn der detaillierte Entwurf verfügbar ist und über die Arbeitsverfahren entschieden wurde. Es kann mehrere Iterationsschleifen geben, bis der Entwurf vollendet ist. Es ist wichtig, ein Vorgehen zu haben, das die Auswirkungen jeder Änderung, die nach der Studie durchgeführt wird, bewertet. Dieses Vorgehen sollte während der gesamten Systemlebenszeit gepflegt werden.

5.4.3 Umsetzungsphase

Während der Umsetzungsphase ist es ratsam, eine zusätzliche Studie vor der Inbetriebnahme durchzuführen, falls anfängliche Arbeitsprozesse oder der Anlauf des Systems zu erheblichen Risikostufen führen kann und sauber arbeitende Arbeitsabläufe und Anweisungen kritisch sind. Die Studie sollte ebenso durchgeführt bzw. wiederholt werden, wenn in einem späteren Stadium eine substantielle Änderung des Entwurfs oder des Entwurfszieles stattfand. Zusätzliche Daten wie etwa Inbetriebsetzung- und Betriebsanweisungen sollten zu diesem Zeitpunkt verfügbar sein. Zusätzlich sollte die Studie auch alle Maßnahmen überprüfen, die in früheren Studien aufgetaucht sind, um sicherzustellen, dass diese abgeschlossen wurden.

5.4.4 Nutzungsphase

Die Anwendung oder die Aktualisierung einer HAZOP-Studie sollte vor der Einführung irgendwelcher Änderungen, die die normale Arbeit des Systems beeinflussen könnten, überlegt werden; insbesondere, falls diese Änderungen zu hohen Risikostufen führen könnten. Das System sollte auch periodisch untersucht werden, um Wirkungen und Begleiterscheinungen von langsam wirkenden Veränderungen aufzuspüren. Es ist wesentlich, dass die verwendete Entwurfsdokumentation und die verwendeten Arbeitsanweisungen in solch einer Studie aktuell sind.

5.4.5 Verbesserungsphase

Die Verbesserungsphase hat mit Leistungssteigerungen, Änderungen aufgrund neuer Betriebsbedingungen, erweiterten Betriebslebenszeiten und Abkündigungen wegen Überalterung (Obsoleszenz) zu tun. HAZOP-Studien können dazu benutzt werden, die Tragweiten irgendwelcher vorgeschlagener Änderungen zu beurteilen, ob sie akzeptabel sind und ob neue Regelungen oder Änderungen zu bestehenden Regelungen erforderlich sind. Wenn Studien zur Identifizierung von Risiken, die sich aus irgendwelchen vorgeschlagenen Änderungen ergeben, durchgeführt werden, ist es wichtig die Tragweiten und Reaktionen des ganzen Systems zu betrachten, und nicht etwa die Studie auf gerade geänderte Teile oder Eigenschaften zu beschränken.

5.4.6 Stilllegungsphase

In der Stilllegungsphase könnte eine Studie der Maßnahmen in Bezug auf Außerbetriebnahme, Nutzungseinstellung oder Entsorgung gefordert sein, falls es dadurch zu andersartigen Risiken als im Normalbetrieb kommt. Sobald die Maßnahmenreihenfolge festgelegt ist, können die HAZOP-Studien auf die Reihenfolge und Verfahren wie auch auf alle vorläufigen Betriebsarten angewandt werden.

6 Das Vorgehen bei der HAZOP-Studie

6.1 Allgemeines

HAZOP-Studien bestehen aus vier aufeinanderfolgenden Grundstufen, wie in Bild 1 dargestellt.

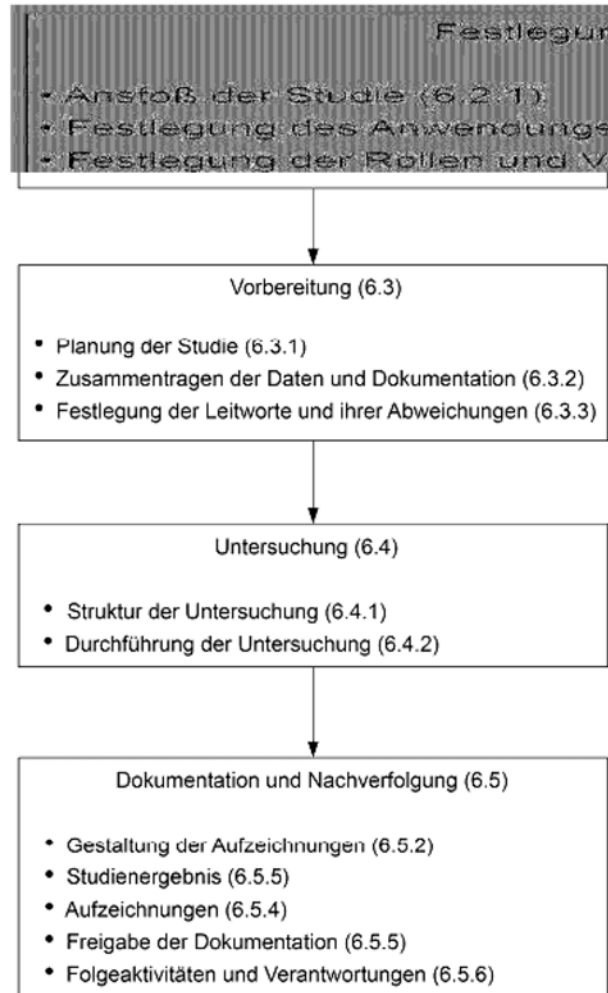


Bild 1 – Der Ablauf der HAZOP-Studie

6.2 Festlegungen

6.2.1 Anstoß der Studie

Die Studie wird im Allgemeinen von einem Verantwortungsträger des Projektes, der Maßnahmen oder des Unternehmens angestoßen. Dieser wird in diesem Leitfaden „Manager“ genannt. Der Manager sollte festlegen, wann eine Studie gefordert ist, einen Studienleiter einsetzen und die notwendigen Ressourcen für die Durchführung bereitstellen.

Oft wird die Notwendigkeit solch einer Studie während der Planung festgestellt oder ergibt sich aus gesetzlichen Forderungen oder aus den Unternehmensgrundsätzen. Zusammen mit dem Studienleiter sollte der Manager den Anwendungsbereich und die Ziele der Studie festlegen und sicherstellen, dass die für das Studienteam festgelegten Mitglieder die geeigneten Fähigkeiten zur Durchführung der Studie besitzen.

Der Manager ist letztendlich für die sichere und vollständige Umsetzung aller Maßnahmen verantwortlich, die in der Studie auftauchen.

6.2.2 Festlegung des Anwendungsbereiches und der Ziele

Der Anwendungsbereich einer Studie sollte klar und deutlich festgelegt sein, um sicherzustellen, dass:

- die Systemgrenzen und Schnittstellen zu anderen Systemen und der Umwelt klar festgelegt sind und
- das Studienteam fokussiert bleibt und sich nicht in anderen Aspekten, die irrelevant bezüglich der Ziele sind, verliert.

Der Anwendungsbereich hängt von zahlreichen Faktoren ab, einschließlich:

- der Grenzen und des Ausmaßes des Systems;
- der Zahl und dem Detaillierungsgrad der verfügbaren Entwurfsdarstellungen;
- des Anwendungsbereiches von Vorgängerstudien an diesem System;
- irgendwelcher behördlichen Forderungen, Normen und Regeln, die auf das System zutreffen.

Die folgenden Faktoren sollten berücksichtigt werden, wenn die Ziele der Studie festgelegt werden:

- die relevanten Unternehmensziele;
- der Zweck, für den die Studienergebnisse benutzt werden, und wie er in Relation zu den Unternehmenszielen steht;
- die Lebenszyklusphase, für die die Studie durchgeführt wird (Details siehe 5.4);
- die Durchführbarkeitsbetrachtungen einschließlich der Auswirkungen auf die Produktqualität;
- Personen oder Eigenschaften, die ein Risiko sein können, wie z. B. das Personal, die breite Öffentlichkeit, die Umwelt, das System;
- die Leistungsanforderungen des Systems.

6.2.3 Festlegung der Rollen und Verantwortlichkeiten

Die Rollen und Verantwortlichkeiten eines Studienteams sollten zu Beginn der Studie durch den Manager klar festgelegt und mit dem Studienleiter abgestimmt sein. Der Studienleiter sollte die Entwurfsdarstellung überprüfen, um festzustellen, welche Informationen verfügbar sind und welche Qualifikationen von den Mitgliedern des Studienteams gefordert werden. Es sollte ein Maßnahmenprogramm, das die zeitliche Koordinierung der Entscheidungsfindung widerspiegelt, entwickelt werden, um so Empfehlungen zu ermöglichen, die dann termingerecht ausgeführt werden können.

Es liegt in der Verantwortung des Studienleiters sicherzustellen, dass eine geeignete Einrichtung zur Verfügung steht, um die Ergebnisse der Studie zu vermitteln. Der Manager ist dafür verantwortlich, dass sichergestellt ist, dass die Studienergebnisse verfolgt und die Entscheidungen bezüglich notwendiger Maßnahmen sauber dokumentiert werden.

Der Manager und der Studienleiter sollten sich abstimmen, ob die Arbeit des Studienteams auf die Ermittlung der Risiken und Problemfelder (die dann an den Manager und alle Entwickler zurückverwiesen werden, um sie zu lösen), begrenzt ist oder ob sie auch mögliche Risikoabhilfemaßnahmen vorschlagen sollen. Im letzteren Fall muss es eine Vereinbarung bezüglich Verantwortungszuordnung und dem Auswahlmechanismus für bevorzugte Risikobearbeitungen und der Sicherstellung einer ausreichenden Ermächtigung für all die Maßnahmen, die durchgeführt werden müssen, geben.

Eine HAZOP-Studie ist das Ergebnis einer Teamarbeit, in dem jedes Teammitglied für eine bestimmte Rolle ausgewählt worden war. Das Team sollte so klein wie möglich und im Einklang mit den einschlägigen Qualifikationen und verfügbaren Erfahrungen sein. Je größer das Team, umso langsamer laufen die Prozesse ab, trotzdem sollten jedoch alle wichtigen Fachbereiche vertreten sein.

Dort, wo ein System durch einen Auftragnehmer entworfen wurde, sollte das Studienteam aus Vertretern beider Seiten, dem Auftragnehmer und dem Auftraggeber, bestehen.

Folgende Rollen werden für Teammitglieder empfohlen:

- **Studienleiter:** Nicht zu eng mit dem Entwicklungsteam und dem Projekt verknüpft. Geübt und erfahren im Führen von HAZOP-Studien. Verantwortlich für den Informationsaustausch zwischen dem Management und dem Studienteam. Plant die Studie. Vereinbart die Zusammensetzung des Studienteams. Stellt sicher, dass das Studienteam mit dem Paket der Entwurfsdarstellung versorgt wurde. Schlägt Leitworte und Leitwort-Eigenschaft-Kombinationen vor, die dann in der Studie zu verwenden sind. Unterstützt die Studie. Stellt die sorgfältige Aufzeichnung der Ergebnisse sicher.
- **Schriftführer:** Verfasst die Sitzungsberichte. Zeichnet die ermittelten Risiken und Problemfelder auf, die gemachten Empfehlungen und alle weiteren Maßnahmevorschläge. Unterstützt den Studienleiter in der Planung und bei Verwaltungsaufgaben. In manchen Fällen kann der Studienleiter diese Aufgabe selbst wahrnehmen. Der Schriftführer sollte über gutes technisches Wissen des zu untersuchenden Objektes verfügen, sprachliche Qualitäten haben, gut zuhören können und eine gute Auffassungsgabe besitzen.
- **Entwickler:** Erklärt den Entwurf und seine Darstellung. Erklärt, wie eine bestimmte Abweichung auftreten kann und die entsprechende System- oder Organisations-Reaktion.
- **Bediener:** Erklärt den betrieblichen Zusammenhang, in dem das System arbeitet, die betrieblichen Folgen einer Abweichung und in welchem Umfang Abweichungen zu nicht mehr tolerierbaren Folgen führen könnten.
- **Experte:** Er trägt seine Expertise bezüglich des Systems, der Studie, der Gefährdungen und ihrer Folgen bei. Er könnte für eine begrenzte Teilnahme hinzugezogen werden.
- **Wartungs- und Instandhaltungstechniker:** Jemand, der das System wartet, um es in Betrieb zu halten.

Andere Personen, wie z. B. Lieferanten größerer Systemeinheiten, Hersteller und andere Interessensvertreter, könnten auch benötigt werden.

Die Standpunkte des Entwicklers und des Nutzers sind für die Studie immer erforderlich. Jedoch in Abhängigkeit der besonderen Lebensdauerphase, in der die Studie durchgeführt wird, könnte die Art der am besten für die Studie geeigneten Experten variieren.

Entweder sollten alle Teammitglieder ausreichende Kenntnisse des HAZOP-Verfahrens mitbringen, um erfolgreich an der Studie mitzuwirken, oder eine geeignete Schulung sollte vorgesehen werden.

6.3 Vorbereitung

6.3.1 Planung der Studie

Der Studienleiter ist verantwortlich für die folgenden Vorbereitungsarbeiten:

- a) Einholung der Informationen über das System;
- b) Umwandlung der Informationen in eine geeignete Form;
- c) Planung des Ablaufs der Studientreffen oder der Workshops;
- d) Ansetzen der notwendigen Treffen.

Ferner könnte der Studienleiter eine Suche nach bestehenden Datensammlungen usw. veranlassen, die frühere Erfahrungen gleicher oder ähnlicher Systeme beschreiben.

Der Studienleiter ist für die Verfügbarkeit einer angemessenen Darstellung des Entwurfes verantwortlich. Ist die Entwurfsdarstellung mangelbehaftet oder unvollständig, so sollte sie vor Beginn der Studie berichtigt werden. In der Planungsphase einer Studie sollten die Teile und Eigenschaften ermittelt und unter den Teilnehmern, die mit dem Entwurf sehr gut vertraut sind, abgestimmt sein.

Der Studienleiter ist verantwortlich für die Vorbereitung eines Studienplanes, der Folgendes enthalten sollte:

- Ziele und Anwendungsbereich der Studie;
- das Studienteam;
- technische Details: