

08.12.2023

Risikomatrix

Es gibt verschiedene anerkannte Methoden Risiken zu bewerten und daraus Maßnahmen abzuleiten. Die Risikomatrix ist ein pragmatischer Ansatz, der sich in den Gefährdungsanalysen sehr bewährt hat.

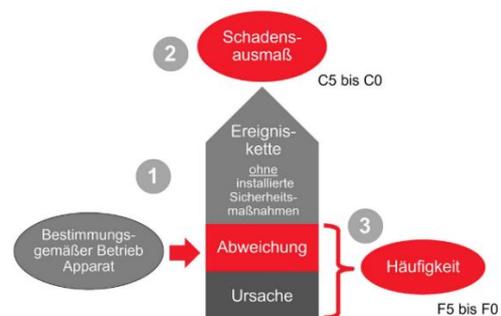
[Dr. Andreas Gröschl](#)

virtualEng! GmbH, Leverkusen
www.virtualeng.de

Bei der Risikomatrix werden für mögliche Ereignisse das zu erwartende Schadensausmaß und die zu erwartende Häufigkeit abgeschätzt. Die Risikomatrix verbindet Schadensausmaß und Häufigkeit zu einem bestimmten Risiko. Je höher das Schadensausmaß und je höher die Häufigkeit ist, desto höher ist auch das zugeordnete Risiko. Entsprechend dem Risiko werden anschließend Maßnahmen festgelegt, die das Risiko auf ein akzeptiertes Niveau reduzieren.

Ereigniskette

In einem ersten Schritt wird eine mögliche Ereigniskette von der Ursache bis zum eintretenden Ereignis beschrieben, und zwar ohne, dass irgendwelche Sicherheitseinrichtungen, die die Ereigniskette unterbrechen würden, installiert wären.



Schadensausmaß

Anschließend wird das Schadensausmaß des Ereignisses bewertet und klassifiziert (z.B. in die Klassen C0 bis C5, mit C0 für das höchste Schadensausmaß und C5 für geringe Schäden).

Schadensausmaße – Personengefährdung

Schadensausmaß		Auswirkung	Beispiel
C0	sehr hoch	Katastrophale Ereignisse, mehrere Tote, Auswirkung außerhalb des Werksgeländes, Öffentlichkeit betroffen	Freisetzung großer Stoffmengen eines hochgiftigen Stoffes mit Toten innerhalb und außerhalb des Werksgeländes
C1	hoch	Ernsthafte Verletzungen mit Todesfolge einzelner Personen, begrenzt auf Werksgelände	Bersten eines Behälters und Verletzung eines Mitarbeiters mit Todesfolge
C2	signifikant	Ernsthafte Verletzungen mit irreversiblen Gesundheitsfolgen	Bersten einer Pumpe mit Splitterflug, Verlust des Augenlichts eines Mitarbeiters
C3	mittel	Verletzungen mit kurzzeitiger Gesundheitsbeeinträchtigung	Überfüllung einer Vorlage, Hautkontakt und reversible Hautverätzung eines Mitarbeiters
C4	gering	Nur geringfügige Verletzungen	Kleine Leckage (Tropfen) durch eine defekte Dichtung, leichte Hautreizung
C5	vernachlässigbar	Keine Verletzungen	

Schadensausmaße – Umweltgefährdung

Schadensausmaß		Auswirkung
C0	sehr hoch	Schwerwiegende langfristige, örtlich ausgedehnte Umweltschäden außerhalb des Werksgeländes, Öffentlichkeit stark betroffen
C1	hoch	Lokal begrenzte, langfristige Umweltschäden außerhalb des Werksgeländes
C2	signifikant	Lokale begrenzte, nicht langfristige Umweltschäden außerhalb des Werksgeländes
C3	mittel	Die Verunreinigung ist auf Bereiche innerhalb des Werkes begrenzt und übersteigt anzeige-/meldepflichtige Grenzwerte.
C4	gering	Stoffaustritt führt nicht zur Überschreitung von anzeige-/meldepflichtigen Grenzwerten
C5	vernachlässigbar	Keine Umweltschäden

Häufigkeit

In einem zweiten Schritt wird die zu erwartende Häufigkeit der auftretenden Ursache abgeschätzt, wobei mit Häufigkeit das Auftreten pro x Jahren gemeint ist, z.B. 1-mal in 10 Jahren, und ebenfalls in Klassen unterteilt ist (in 10er-Potenzen, F0 bis F5). Wobei eine Einschätzung der Klassen F0 bis F2 über die Erfahrungen mit der eigenen Anlage erfolgen kann, müssen ab der Klasse F3 auf vergleichbare Industrieanlagen über die Literatur zurückgegriffen werden, um eine Abschätzung für die großen Zeiträume vornehmen zu können.

Klasse	Häufigkeit	Beschreibung
F0	sehr häufig	Maximal 1-mal pro Jahr und seltener
F1	häufig	Maximal 1-mal in 10 Jahren oder seltener Das Ereignis ist im Lebenszyklus der eigenen Anlage (30 Jahre) mehr als einmal aufgetreten
F2	selten	Maximal 1-mal in 100 Jahren oder seltener Ist im Lebenszyklus der eigenen Anlage schon mal beobachtet worden
F3	sehr selten	Maximal 1-mal in 1.000 Jahren oder seltener. Ereignisse dieser Art wurde ggf. schon in vergleichbaren Industrieanlagen beobachtet, mehr als ein Ereignis bekannt
F4	unwahrscheinlich	Maximal 1-mal in 10.000 Jahren oder selten Nur sehr wenige Ereignisse sind bisher in vergleichbaren Industrieanlagen beobachtet worden, ein Ereignis ist jedoch bekannt
F5	nicht plausibel	Maximal 1-mal in 100.000 Jahren oder seltener Es ist davon auszugehen, dass das Ereignis nicht im Lebenszyklus der Anlage auftritt. Es sind keine ähnlichen Ereignisse in vergleichbaren Industrieanlagen bekannt

Bestimmung des Risikos

Häufigkeit und Ausmaß werden dann über die Risikomatrix einer bestimmten Risikostufe zugeordnet (A bis G), wobei A das höchste Risiko bedeutet. Die Risikomatrix legt auch fest, welche Risikostufen im Betrieb akzeptiert werden (grün) und welche nicht (rot). Dabei ist die Risikomatrix auf den jeweiligen

Betrachtungsgegenstand/Menge z.B. die Betrachtung einzelner Hauptapparate (Pumpenstand, Behälter u.a.) „normiert“. Eine Risikomatrix, die als

Betrachtungsgegenstand/Menge komplette Teilanlagen hat, sieht anders aus als die auf der Basis von einzelnen Hauptapparaten, da eine Teilanlage z.B. mehrere Pumpen haben kann und damit auf andere Häufigkeiten abgestimmt ist. In der Regel bezieht sich jedoch eine Risikomatrix auf die Betrachtung von einzelnen Hauptapparaten.

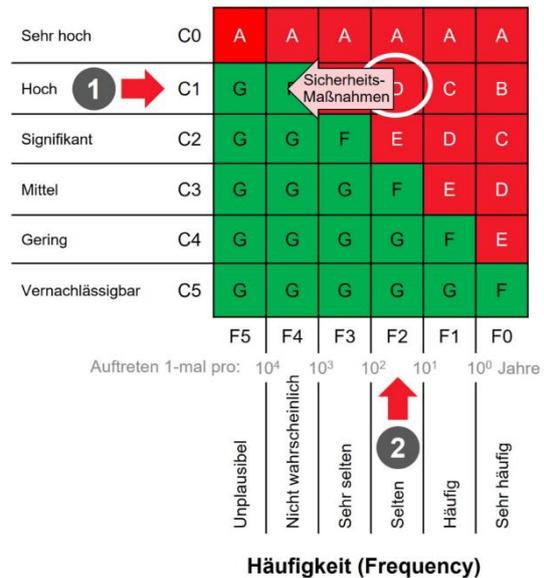
Sehr hoch	C0	A	A	A	A	A	A	
Hoch	C1	G	F	E	D	C	B	
Signifikant	C2	G	G	F	E	D	C	
Mittel	C3	G	G	G	F	E	D	
Gering	C4	G	G	G	G	F	E	
Vernachlässigbar	C5	G	G	G	G	G	F	
		F5	F4	F3	F2	F1	F0	
		Auftreten 1-mal pro: 10 ⁴ 10 ³ 10 ² 10 ¹ 10 ⁰ Jahre						
		Unplausibel	Nicht wahrscheinlich	Sehr selten	Selten	Häufig	Sehr häufig	
		Häufigkeit (Frequency)						

Die Praxis zeigt, dass das Team in der Sicherheitsdiskussion bei der Beschreibung der Ereigniskette und Bewertung des Ausmaßes relativ schnell zum Konsens kommt. Bei der Einschätzung der Häufigkeit oft mehr Diskussionsbedarf besteht. Von daher ist es wichtig, erst die Ereigniskette abschließend zu bewerten und sich erst dann der Häufigkeit zuzuwenden.

Reduktion des Risikos

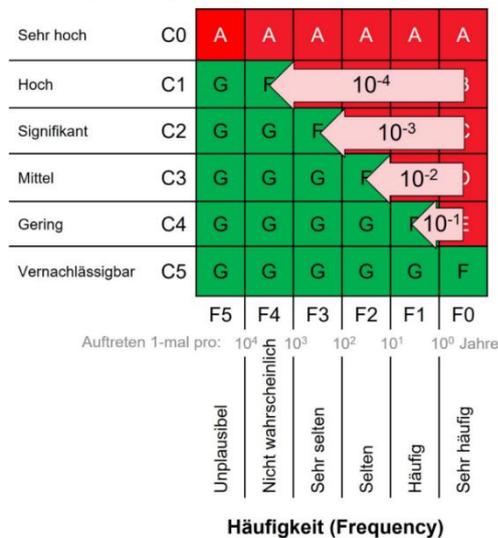
Risiken, die nicht akzeptiert werden, müssen auf das akzeptierte Niveau (grünes Feld) zurückgeführt werden. In der Regel erfolgt das durch die Implementierung einer Sicherheitseinrichtung, die die Ereigniskette unterbricht und damit die Häufigkeit des Wirksamwerdens der auftretenden Ursache (durchgehende Ereigniskette) reduziert. Man spricht hier auch von präventiven Maßnahmen (Ereignis vermeiden). Maßnahmen, die nach dem Ereignis greifen bezeichnet man als mitigative Maßnahmen (Schaden des eingetretenen Ereignisses begrenzen).

Ausmaß (Consequence)



Zuverlässigkeitsklassen von Sicherheitsmaßnahmen

Ausmaß (Consequence)



Wie weit die Häufigkeit reduziert wird, hängt dabei von der Zuverlässigkeit der Sicherheitseinrichtung ab, also wie oft die Sicherheitseinrichtung bei Ansprechen einwandfrei funktioniert, bzw. versagt. Man spricht hier auch von der "Probability of Failure on Demand" dem PFD, also der Wahrscheinlichkeit des Versagens bei Anforderung der Sicherheitsfunktion. Der Sicherheitseinrichtung wird somit eine Zuverlässigkeitsklasse zugeordnet. PFDs werden in 10er-Potenzen angegeben. Das heißt, dass eine Häufigkeit entsprechend dem PDF reduziert wird. Eine Häufigkeit von 1-mal in 10 Jahren wird mit einer Sicherheitseinrichtung mit einem PFD von 10^{-1} auf eine Häufigkeit von 1-mal in 100 Jahren reduziert.

$\text{Häufigkeit neu} = \text{Häufigkeit} * \text{PFD}$

In der Praxis werden dem einfacheren Umgang geschuldet die PFDs auch durch die synonymen Zuverlässigkeitsklassen "I" für increased, "H" für "high", "VH" für "very high" und „HMI“ für hohe mechanische Integrität beschrieben. Unter einer hohen mechanischen Integrität werden konstruktiv bedingte Maßnahmen verstanden, wie z.B. die Nutzung von duktilen Werkstoffen, um Splitterbruch zu verhindern. Für Sicherheitseinrichtungen der Prozesssteuerung (PCT) wird eine entsprechende Klassifizierung nach SIL (Safety Integration Level) vorgenommen und zertifiziert.

PFD	Zuverlässigkeitsklasse		SIL-Klasse	Wirkung
-	N	Keine Sicherheitseinrichtung	-	Betriebseinrichtung, keine anrechenbare Reduktion der Häufigkeit
10 ⁻¹	I	Increased	SIL 1	Reduktion der Häufigkeit auf 1/10
10 ⁻²	H	High	SIL 2	Reduktion der Häufigkeit auf 1/100
10 ⁻³	VH	Very High	SIL 3	Reduktion der Häufigkeit auf 1/1.000
10 ⁻⁴	HMI	High Mechanical Integrity		Reduktion der Häufigkeit auf 1/10.000

Anforderungsbereich von Sicherheitseinrichtungen

Insgesamt muss bei der Betrachtung berücksichtigt werden, dass die Risikomatrix für den sogenannten "low demand" Bereich gilt, also Häufigkeiten des Ansprechens von Sicherheitseinrichtungen, die im Bereich von wenigen Malen pro Tag liegen. Für ein häufigeres Ansprechen sind andere Methoden anzuwenden.

Ereignisse mit Außenwirkung

Eine Besonderheit ist das Schadensausmaß C0 bzw. das Risiko A. Ein Schadensausmaß C0 soll grundsätzlich vermieden werden, so dass hier immer erst durch eine Schadensbegrenzungsmaßnahme (Mitigation) das Schadensausmaß auf ein Schadensausmaß der Kategorie C1 reduziert werden muss. Das kann durch eine VH oder eine HMI-Maßnahme erfolgen. In einem zweiten Schritt muss dann das Risiko durch entsprechende präventive Maßnahmen in ein Feld akzeptierten Risikos (grün) gebracht werden.

Explosionsschutz

Die Risikomatrix darf nicht für die Bewertung des Explosionsschutzes eingesetzt werden. Der Explosionsschutz folgt einer anderen Bewertung: Hier ist im Wesentlichen die Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer explosionsfähigen Atmosphäre in Kombination mit der Wahrscheinlichkeit des Wirksamwerdens einer Zündquelle die Grundlage für die Bewertung. Eine Explosion ist immer zu vermeiden, dabei wird nicht nach dem Ausmaß der Explosion unterschieden.

[Risikomatrix](#)

[HAZOP, Themen, Verfahrens- und Anlagensicherheit](#)