



**Gesellschaft für Systemforschung
und Konzeptentwicklung mbH**

www.systemkonzept.de

Aachener Straße 68 50674 Köln

Tel: 02 21 / 56 908-0 Fax: 02 21 / 56 908-10

E-Mail: info@systemkonzept.de

**Ermittlung von Kriterien und Erkenntnissen
zu Notwendigkeit, Art und Umfang
sicherheitstechnischer Prüfungen von Arbeitsmitteln
(einschließlich Anlagen)**

**72. Sicherheitswissenschaftliches Kolloquium
am 24. Mai 2011**

Dipl.-Ing. Christof Barth



**Gesellschaft für Systemforschung
und Konzeptentwicklung mbH**

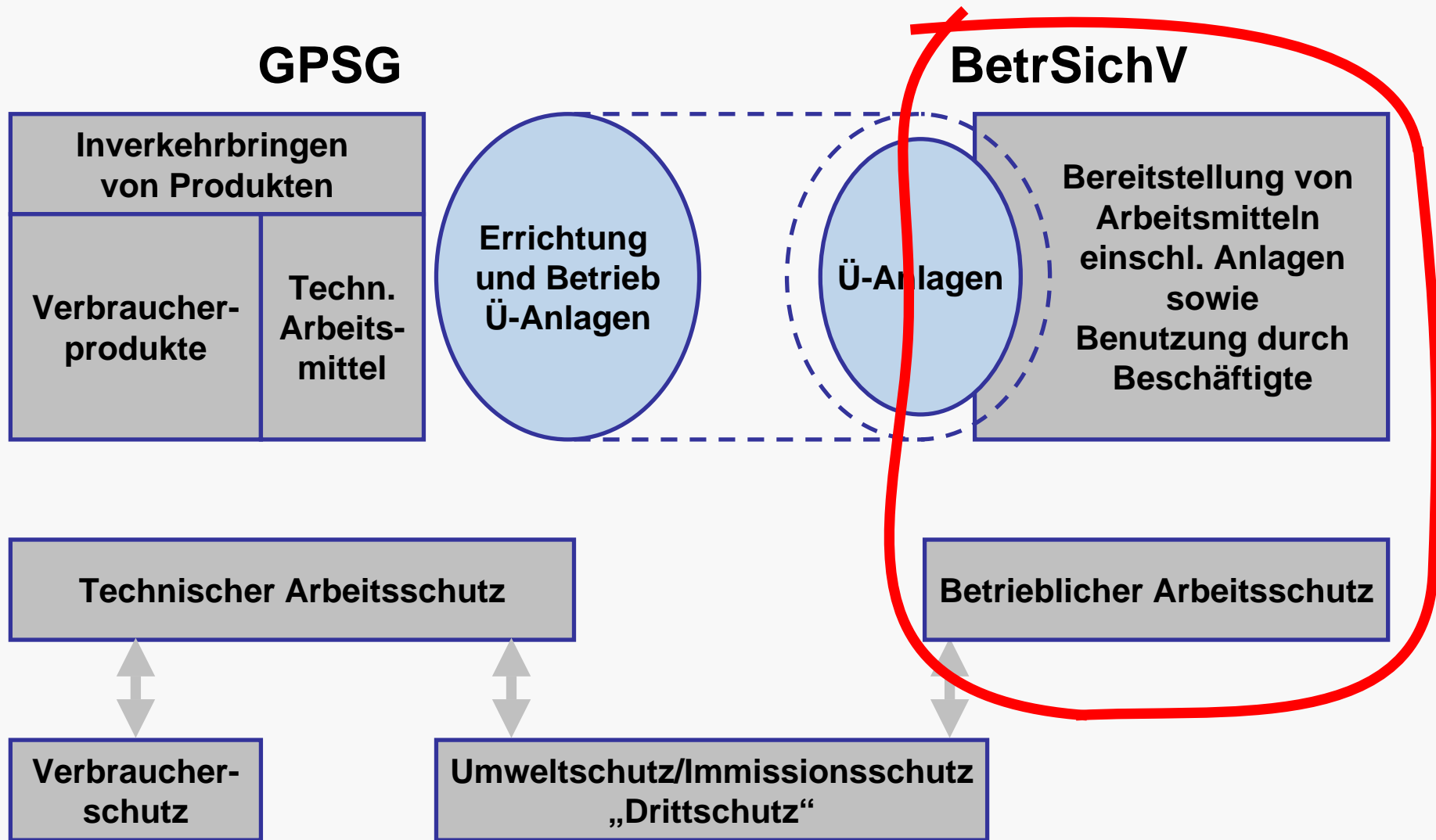


interdisziplinär
kooperativ
systemisch
dynamisch
wissenschaftlich
praktisch
zukunftsorientiert
nachhaltig

www.systemkonzept.de
Aachener Straße 68
50674 Köln
Tel: 02 21 / 56 908-0
Fax: 02 21 / 56 908-10
E-Mail:
info@systemkonzept.de

1. Ausgangslage und Auftrag
2. Ansatz und Konsequenzen
3. Methodik am Beispiel
4. Erkenntnisse aus der Erprobung

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



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

Ermittlung von Kriterien und Erkenntnissen zu Notwendigkeit, Art und Umfang sicherheitstechnischer Prüfungen von Arbeitsmitteln (einschließlich Anlagen)

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

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

„Historischer“ Ansatz

- implizite Risikobeurteilung aufgrund von vorliegenden Erkenntnissen (z. B. Unfälle, Störfälle, Katastrophen); wechselnde Kriterien
- Vorschlag zur Aufnahme/Herausnahme eines AM/einer A
- Gremiendiskussion bis zur Konsensfindung

„Gefährdungspotenzial“- Ansatz

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

Qualitativer Risikoansatz

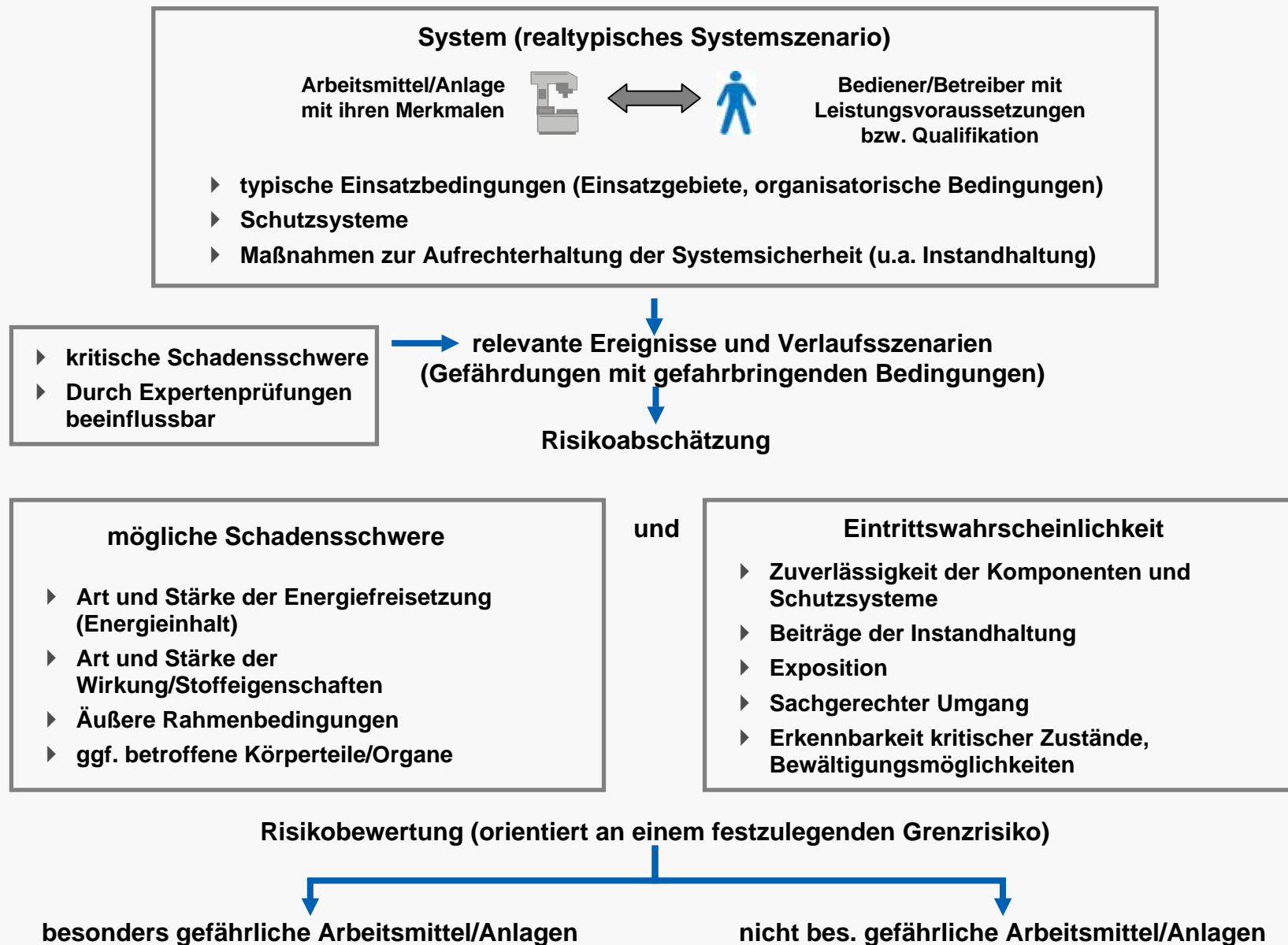
- Abschätzung von Schadensschwere und Eintrittswahrscheinlichkeit in qualitative Skalen (Risikomatrix) mit begrenzter Anzahl von Kriterien
- Aufnahme bei Überschreitung eines festgelegten qualitativen Grenzrisikos

Qualitativ- quantitativer Risikoansatz

- Abschätzung der Schadensschwere mit qualitativer Skala
- Ermittlung der Eintrittswahrscheinlichkeit als quantitative Wahrscheinlichkeitswerte mit einer begrenzten Anzahl von Kriterien
- Aufnahme bei Überschreitung eines festgel. qualitativen Grenzrisikos

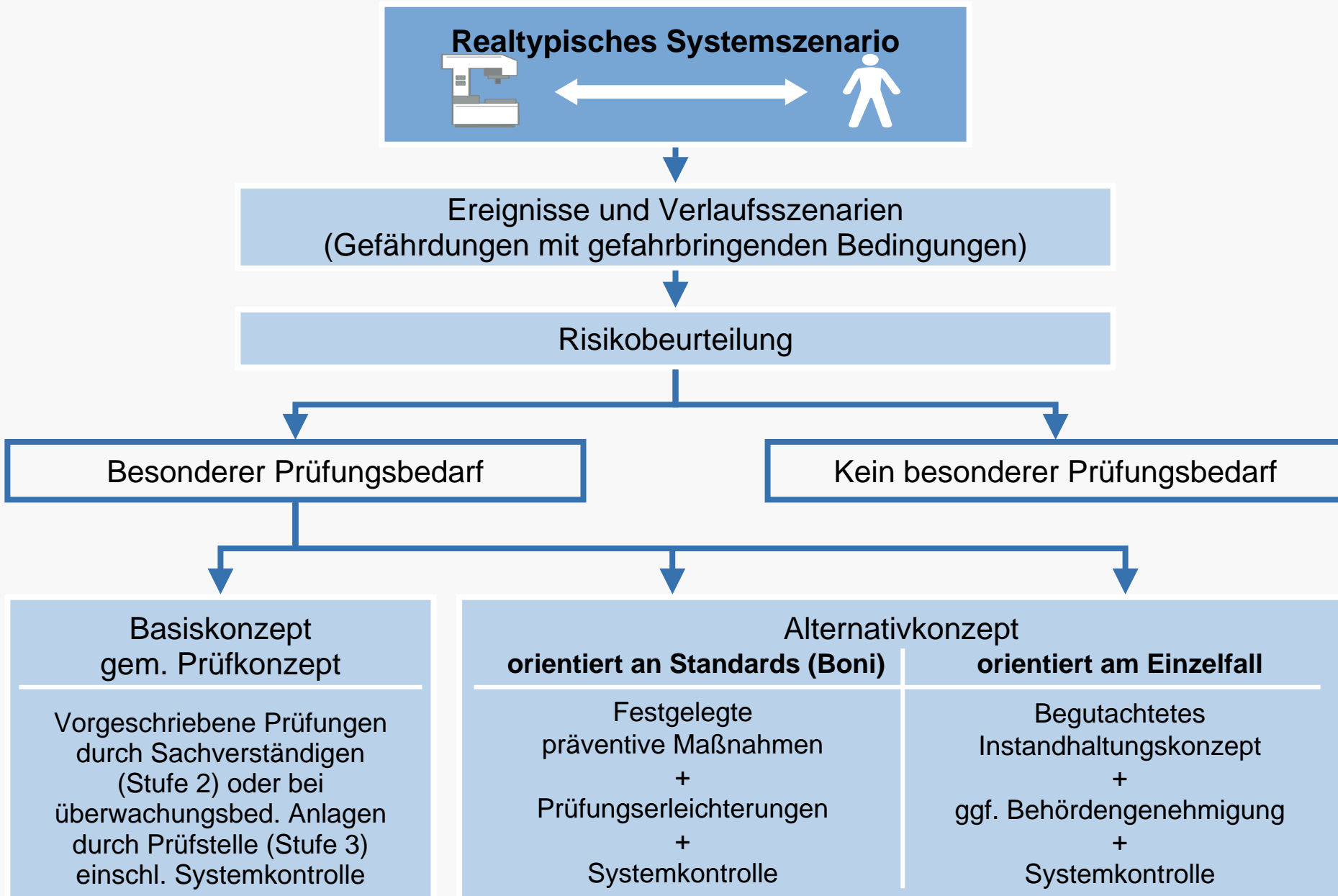
- Risiko = mögliche Schadensschwere * Eintrittswahrscheinlichkeit
- Risiko bedeutet: der Realität ins Auge sehen, dass ein Schaden trotz aller Maßnahmen zur Begrenzung der Eintrittswahrscheinlichkeit prinzipiell eintreten kann und irgendwann eintreten wird (daran ändern auch noch so ausgefeilte Prüfungen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

Basismodell zum Risiko und für die Risikobeurteilung



Prüfkonzept

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



Mögliche Prüfungserleichterungen

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

Managementebene

- Verfahrensregelung zur Feststellung des Prüfungsbedarfs
 - ▶ Zuständigkeit
 - ▶ Anlässe
 - ▶ Prozesse

Operative Ebene

- Beauftragung von Prüfungen
 - ▶ Beauftragung von Prüfern
 - ▶ Befähigung (Qualifizierung, Ausrüstung)
- Steuerungs- und Kontrollsystem
 - ▶ Terminverfolgung
 - ▶ Veranlassung
 - ▶ Dokumentation
 - ▶ Auswertung, Anpassung

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

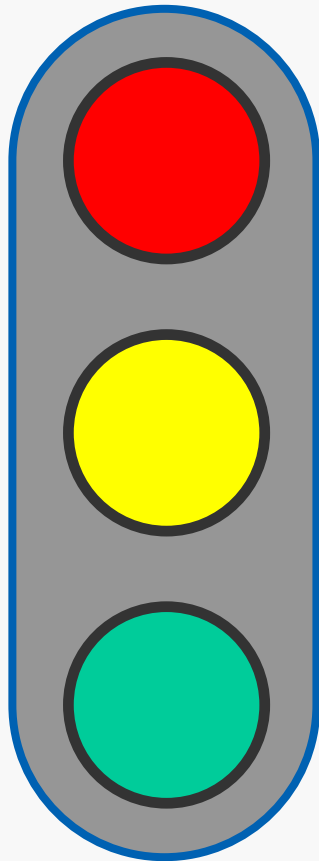
Vorschlag für die mögliche Schadensschwere des Grenzrisikos:

möglicher Tod eines Beschäftigten (oder mehrerer Beschäftigter)

Grenzrisiko: Orientierungswerte für die Eintrittswahrscheinlichkeit



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



**hohes Risiko:
aufwendigste Maßnahmen**

Toleranzrisiko: $4:10^{-3}$

**mittleres Risiko:
weniger aufwendige Maßnahmen**

**Akzeptanzrisiko: bis 2018: $4:10^{-4}$
ab 2018: $4:10^{-5}$**

**niedriges Risiko:
am wenigsten aufwendige Maßnahmen**

Todeswahrscheinlichkeit bei dauerhaftem Aufenthalt im Expositionsbereich

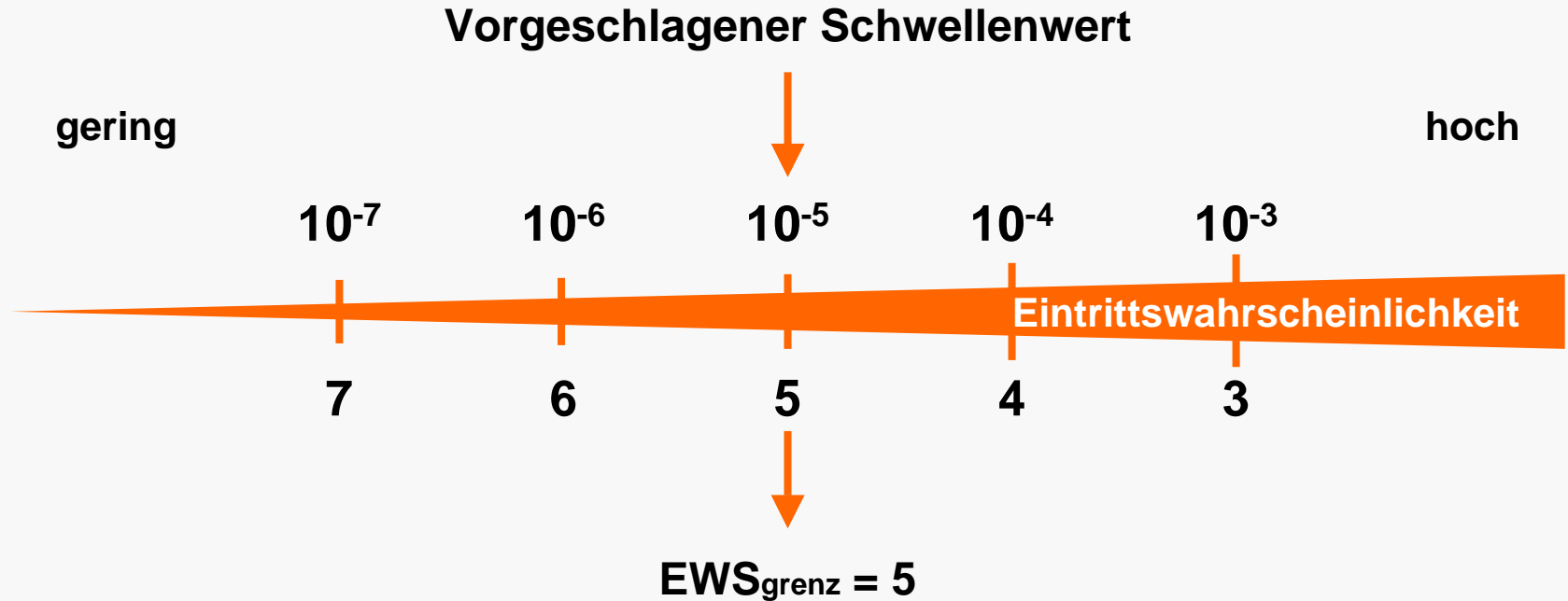
- **Niederlande:**
 - für geplante besonders schutzwürdige Objekte (z. B. Krankenhaus): 10^{-6} pro Jahr
 - für bestehende und begrenzt schutzwürdige Objekte (z. B. Büro, Hotel): 10^{-5} pro Jahr
- **Kanada:**
 - im Bereich von Industrieanlagen mit begrenzter Zahl von Menschen und bei guten Evakuierungsmöglichkeiten: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

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

Vorschlag für die Eintrittswahrscheinlichkeit des Grenzrisikos:

Häufigkeit von 10^{-5} pro Jahr

Vorgeschlagener Schwellenwert für die Eintrittswahrscheinlichkeit (EWS)



$EWS \geq EWS_{\text{grenz}}$: geringes Risiko:

besondere Prüfungen durch
unabhängige Experten
nicht notwendig

$EWS < EWS_{\text{grenz}}$: hohes Risiko:

besondere Prüfungen durch
unabhängige Experten
notwendig

Vorgehen bei der Anwendung der Methodik

1 Vorselektion und Vorauswahl Arbeitsmittel- bzw. Anlagentypen

für jeden ausgewählten Arbeitsmittel- bzw. Anlagentyp

2 Spektrum des Arbeitsmittel- bzw. Anlagentyps beschreiben

3 Auswahl einer typischen Arbeitsmittel- bzw. Anlagenart unter typischen Einsatzbedingungen

4 Ermittlung der relevanten Ereignisse mit zugehörigen Verlaufsszenarien

für jedes Verlaufsszenario

5 Einschätzung und Bewertung der Eintrittswahrscheinlichkeit

6 Ermittlung möglicher „Boni“

für andere

Arbeitsmittel- bzw. Anlagenarten unter anderen
Einsatzbedingungen andere (höhere) Gefahren
möglich?

ja

7

nein

Ableitung von Anforderungen

Gruppe 1 Potenzielle Änderungs-kandidaten aus dem derzeitigen Katalog überwachungs-bedürftiger Anlagen	Gruppe 2 Arbeitsmittel, die in anderen Län- dern einer zusätzlichen Prüfung durch unabhängige Experten unter- zogen werden	Gruppe 3 Arbeitsmittel, die aufgrund aktueller Fachdiskussion als besonders gefährlich eingestuft werden
<ul style="list-style-type: none">• Aufzüge: Können für bestimmte Auf- züge in bestimmten Einsatz- bereichen (in Büro- und Wohngebäuden) die Anfor- derungen reduziert werden?• Tankstellen: Können bei Benzin- und Diesel-Tankstellen mit unter- irdischen Tanks zusätzliche Expertenprüfungen entfal- len?	<ul style="list-style-type: none">• Krane: Sollen Krane insbesondere auf Baustellen zusätzlichen Experten- prüfungen unterzogen werden?• Gerüste: Sind für Gerüste besondere Exper- tenprüfungen erforderlich (wie in Frankreich)?• Pressen: Sind für bestimmte Pressen be- sondere Expertenprüfungen erfor- derlich (wie in Dänemark)?	<ul style="list-style-type: none">• Biogasanlagen: Sollen in der Landwirt- schaft eingesetzte Bio- gasanlagen zusätzlichen Expertenprüfungen unter- zogen werden?

Beispiel: Aufzüge: Anlagenspektrum

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

Ereignisse und Verlaufsszenarien

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



Relevante Ereignisse

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

Kriterien der Eintrittswahrscheinlichkeit

- E1** Versagenswahrscheinlichkeit sicherheitsrelevanter Bauteile
- E2** Verschleiß und Ermüdung
- E3** Menschliche Zuverlässigkeit
- E4** Gefahr erkennen und beseitigen bzw. ihr ausweichen können
- E5** Exposition und Wahrscheinlichkeit des Eintritts der kritischen Schadensschwere

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

Formular „Eintrittswahrscheinlichkeit und Credits“

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

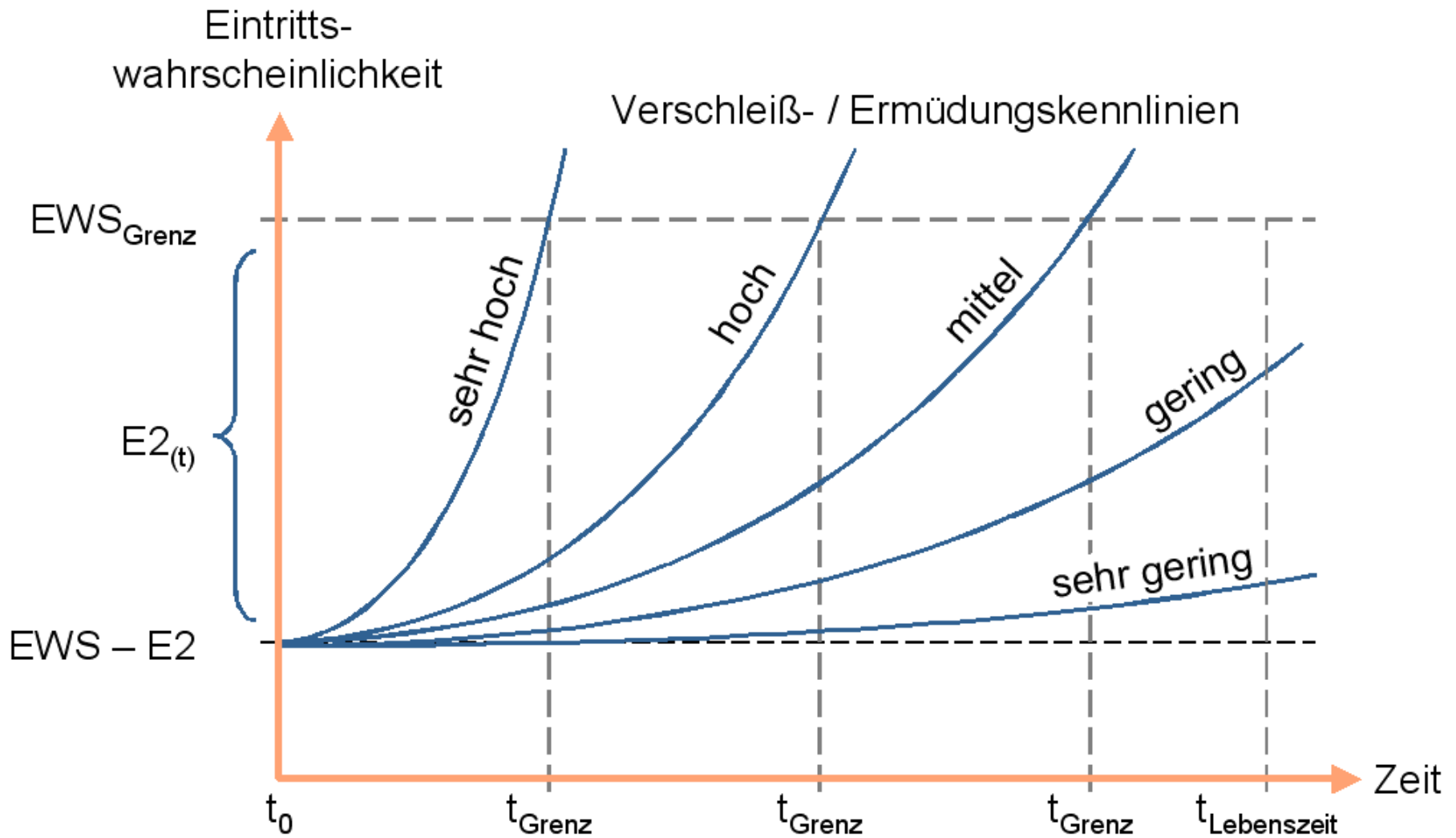
E1: Versagenswahrscheinlichkeit sicherheitsrelevanter Bauteile

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

E1 für Explosionsschutz

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

E2 Verschleiß / Ermüdung



E3 Menschliche Zuverlässigkeit gemäß VDI 4006 Blatt 2

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

E4 Gefahr erkennen und beseitigen bzw. ihr ausweichen können

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

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

E5 Exposition

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

Formular „Risikobeurteilung“

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

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

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

Gütekriterien empirischer Untersuchungen

Objektivität	„Unterschiedliche Anwender kommen zum selben Ergebnis“
Reliabilität	„Wiederholung führt zum selben Ergebnis“ (Zuverlässigkeit; Teil der Varianz, der auf tatsächliche Unterschiede zurückzuführen ist)
Validität	„Inwieweit misst das Testinstrument das, was es messen soll?“ (Belastbarkeit der Operationalisierung; Plausibilität der Ergebnisse) Hier auch: Trennschärfe zwischen bes. prüfungsbedürftig und nicht bes. prüfungsbedürftig
Utilität	„Nützlich oder tauglich für die Beantwortung der Fragestellung?“
Transparenz	„Beinhaltet das Verfahren verständliche Instruktionen?“
Zumutbarkeit	„Effizient und problemadäquat anwendbar?“
Sensitivität	„Für verschiedene Gegenstände und Personengruppen einsetzbar?“

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



Nur Risikobereitschaft vermag das Risiko zu begrenzen.

(Dr. André Brie, deutscher Politikwissenschaftler)