

So finden Sie uns im Internet: www.ssi-ch.info

Unternehmen: Schutzmassnahmen für kritische Anlagefunktionen

Optimierungsprozess

Es erscheint offensichtlich, dass das Anstreben eines vollständigen Schutzes gegen jegliche Bedrohungen, seien es Naturgefahren oder Bedrohungen durch aktive Gewaltwirkungen, weder möglich noch vernünftig ist, und dass Verluste selten ganz vermieden werden können. Sie können aber vielfach, für die meisten Bedrohungsszenarien, auf ein tolerierbares Mass vermindert werden.

VON BERNHARD KAUFMANN

Die verfügbaren finanziellen Mittel, welche für den Schutz zur Verfügung stehen, sind immer beschränkt, und es ist daher unerlässlich, dass ein maximal möglicher Schutz mit den zur Verfügung stehenden Mitteln erzielt wird. Falls der Gebrauch der verfügbaren Ressourcen nicht optimiert wird, werden entweder Menschenleben oder Güter in unnötiger Weise der Gefahr ausgesetzt.

Die hier beschriebene Methode stellt ein Hilfsmittel dar, die kostenwirksamsten Massnahmen oder Kombinationen von Massnahmen zu bestimmen, um mit minimalem finanziellem Aufwand den maximalen Schutz zu erreichen. Sie zielt somit darauf ab, das Risiko einer Funktionsverminderung einer Anlage, oder gar eines totalen Funktionsausfalles zu verringern, währenddem gleichzeitig die Kosten, welche mit der Erreichung dieser Risikosenkung verbunden sind, minimal gehalten werden. Die Wirksamkeit jedes Optimierungsprozesses ist von der Genauigkeit der Annahmen, welche gemacht werden müssen, und der Verlässlichkeit der verfügbaren Informationen abhängig. Allerdings ist auch die Konsistenz der angewandten Methode von entscheidender Wichtigkeit, und gerade hier liegen die Vorteile der hier aufgezeigten Methode. Sie wird hier am Beispiel einer Flugsicherungsanlage beschrieben, wobei aktive Bedrohungen durch potentielle Angreifer im Vordergrund stehen.

Erwähnenswert ist an dieser Stelle noch, dass das dargestellte analytische Vorge-



Ohne entsprechende Flugsicherung würde der heutige Flugverkehr kaum mehr funktionieren.

hen nicht nur im Verteidigungsbereich Anwendung findet, sondern überall dort wo Investitionen mit Risiken behaftet sind und die Frage nach dem optimalen Einsatz der vorhandenen Ressourcen im Raum steht.

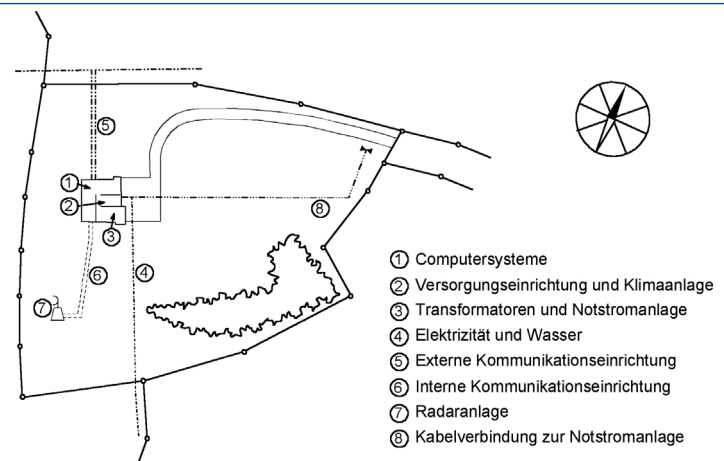
Schritt 1: Identifikation der Anlagekomponenten

Der erste Schritt der Analyse enthält die Untersuchung des Verwendungszweckes der Anlage, wobei diejenigen Komponenten der Einrichtung ermittelt werden, welche unmittelbar mit der Ausübung der Funktion der Anlage im Zusammenhang stehen. Eine Anlage besteht somit aus verschiedenen Komponenten, welche alle in irgendeiner Weise zur Ausübung der Anlagefunktion beitragen. Die Anlagekomponenten und deren Bedeutung dienen somit als Basis, auf welcher die Wirksamkeit möglicher Schutzmassnahmen gemessen wird.

Wenn man die Anlagekomponenten bestimmt, muss berücksichtigt werden, dass die getroffenen Schutzmassnahmen in

erster Linie darauf ausgerichtet sein müssen, die Funktion der Einrichtung aufrechtzuerhalten. Zweitrangige Komponenten, welche lediglich dem Komfort der Handhabung der Einrichtung dienen, aber nicht unbedingt für die Ausführung der eigentlichen Anlagefunktionen benötigt werden, bleiben folglich unberücksichtigt. Im Beispiel der Flugsicherungsanlage, welche hier beschrieben wird, sind acht wesentliche Anlagekomponenten zu erkennen, welche die eigentlichen Funktionen der Anlage definieren (siehe Abbildung «Flugsicherungsanlage»).

Die Wichtigkeit der einzelnen Anlagekomponenten wird durch die Zuordnung entsprechender Funktionswerte bestimmt. Die Gebrauchswerte dieser Funktionen werden durch die Abschätzung des Ausmasses, in welchem die Funktion der gesamten Anlage im Schadensfall reduziert wird, erhalten. Praktische Gebrauchswerte bewegen sich zwischen 0.00 und 1.00, von der unbehinderten Fortsetzung der Anlagefunktion bis zum Gesamtstillstand der Anlage (vollständiger



Flugsicherungsanlage – signifikante Anlagekomponenten.

Ausfall der Funktion). Eine Anlagekomponente mit einem Gebrauchswert von 1.00 ist demzufolge unentbehrlich für die Anlage, währenddessen eine Anlagekomponente mit einem Gebrauchswert von 0.00 keinen Einfluss auf die eigentliche Anlagefunktion hat.

Schritt 2: Die Bedrohung

Das effektive Ausmass des Schutzes, welchen man mit der Optimierungsprozedur erhält, ist weitgehend abhängig von der Genauigkeit (Richtigkeit) der vorausgesehenen Bedrohungsszenarien. Es müssen deshalb realistische Bedrohungsszenarien, welche spezifisch auf die Anlage abgestimmt sind, entwickelt werden. Die Bedrohungsszenarien müssen die Zielsetzungen und die spezifischen Angriffsziele eines Angreifers, die zum Einsatz kommenden Angriffsmittel und

die mögliche Entwicklung der Situation während des Angriffs beschreiben. Im vorliegenden Beispiel wurden eine grössere Anzahl Bedrohungsszenarien für die Anlage definiert. Diese schlossen Bedrohungen in Friedenszeiten, wie Vandalismus oder Zerstörung von Anlageteilen durch aufgebrachte Arbeitneh-

Schritt 3: Bedeutung der Bedrohungsszenarien

mer ein. Im Weiteren wurden Angriffe terroristischer Art mit kleineren Waffen bis zu Szenarien mit massiven Lastwagenbomben in Betracht gezogen. Gewisse Bedrohungen in Kriegszeiten wurden, entsprechend der relativen Wichtigkeit der Anlage in Krisenzeiten, ebenfalls berücksichtigt. Die Optimierung der Schutzmassnahmen muss im Einklang mit der Bedeutung der einzelnen Bedrohungsszenarien stehen. Die Szenarien mit der grössten Bedeutung sind jene, welche das grösste Risiko darstellen und folglich den grössten Schutz benötigen. Die Bedeutung der einzelnen Szenarien wird erhalten, indem man den Risikowert einer einzelnen Bedrohung der Summe

der Risikowerte aller Bedrohungen gegenüberstellt.

Um die Bedeutung der einzelnen Bedrohungsszenarien zu bestimmen ist deshalb eine formale Definition des Risikowertes jeder einzelnen Bedrohung notwendig. Das Risiko für die Funktionen der Anlage wird erhalten, indem man die Eintretenswahrscheinlichkeit der Bedrohungsszenarien und die daraus resultierenden Schadensausmasse miteinander multipliziert. Das Risiko beschreibt die mögliche Auswirkung der Szenarien auf die Funktionstüchtigkeit der Anlage. Die Eintretenswahrscheinlichkeit der Bedrohungsszenarien wird durch die Abschätzung der Anzahl Angriffe während der Lebensdauer der Anlage erhalten. Gegebenenfalls wird die Eintretenswahrscheinlichkeit der Bedrohungen angepasst, indem man Wahrscheinlichkeiten, welche die folgenden zusätzlichen Faktoren beinhalten, einführt:

- Die Wahrscheinlichkeit, dass die Angreifer die vorausgesetzten Angriffsmittel zur Verfügung haben.
- Die Wahrscheinlichkeit, dass die besagte Anlagekomponente betroffen ist.
- Die Wahrscheinlichkeit, dass die Angreifer über die Schwachstellen der Anlage informiert sind.
- Die Wahrscheinlichkeit, dass die Angreifer in der Lage sind, die bestehenden Schutzsysteme zu überwinden.

Der Schadensgrad kann mittels einer beliebigen Skala festgelegt werden. Der Schaden ist normalerweise abhängig von der Dauer, der Kosten sowie aller weiteren Konsequenzen des Ausfalles der Anlagefunktion. Die konkreten numerischen Werte, welche für die Eintretenswahrscheinlichkeiten der Bedrohungsfälle und die einsprechenden Schadensausmasse

Editorial

Kosten/Nutzen im Vordergrund

Die Effizienz von risikomindernden Massnahmen oder der «Return on Investment» der eingesetzten Mittel zur Optimierung der Sicherheit, hat eindeutig an Bedeutung gewonnen, was nicht erstaunlich ist, sind doch Kosten/Nutzen-Überlegungen in der ökonomischen Realität zentral.

Immer wieder sind Ansätze und Methoden entwickelt worden, um Transparenz zu schaffen. Während es relativ einfach ist, die Kosten von Sicherheitsmassnahmen auszuweisen – vorausgesetzt, dass die laufenden betrieblichen Kosten und Unterhaltsaufwände dabei tatsächlich berücksichtigt werden, da diese über die Jahre meist ein Vielfaches der initialen Investitionskosten ausmachen – stellt sich die Frage nach dem «Nutzen» und wie dieser zu messen ist. Und hier liegen die Schwierigkeiten, die im Wesen des Risiko-Managements begründet sind: Szenarien sind Vorstellungen über was sich in Zukunft ereignen könnte beziehungsweise was aufgrund empirischer Kenntnisse, rationaler Über-

legungen und von Gefühlen («Risiko-perzeption») denkbar ist. Aber niemand kennt die Zukunft.

Klar ist, dass Ressourcen immer knapp sind und folglich maximale Sicherheit de facto ausgeschlossen ist. Trotzdem müssen die Funktionsfähigkeit einer Anlage, die Lieferfähigkeit eines Produktionsbetriebes sichergestellt werden – im Endeffekt geht es um die Existenz eines Unternehmens.

Was lässt sich tun? Der Fokus muss auf das Wesentliche gelegt werden, es braucht kein «Fort Knox» mit entsprechendem in Beton gegossenen und damit unflexiblen Sicherheitsmassnahmen, vielmehr ist ein «Plan B» gefragt, das heisst, eine Strategie, die es erlaubt, die Fortführung der Kernaktivitäten auch im Krisenfall zu gewährleisten. Flexible Ausweichlösungen sind die Antwort, innovative «Business Continuity» der Schlüssel.

Jean-Pierre Biland
RM Risk Management AG

I M P R E S S U M

Herausgeber: Schweizerische Vereinigung unabhängiger Sicherheitsingenieure und -berater
Güstrasse 46, CH-8700 Küsnacht
Telefon 044 910 73 06
Fax 044 910 73 96

Erscheinungsweise: Zwei Ausgaben pro Jahr

Mitarbeiter dieser Ausgabe: Jean-Pierre Biland
RM Risk Management AG
Bernhard Kaufmann
Ingenieurbureau Heierli AG

Layout, Satz und Lithos: buag Grafisches Unternehmen AG,
5405 Baden-Dättwil

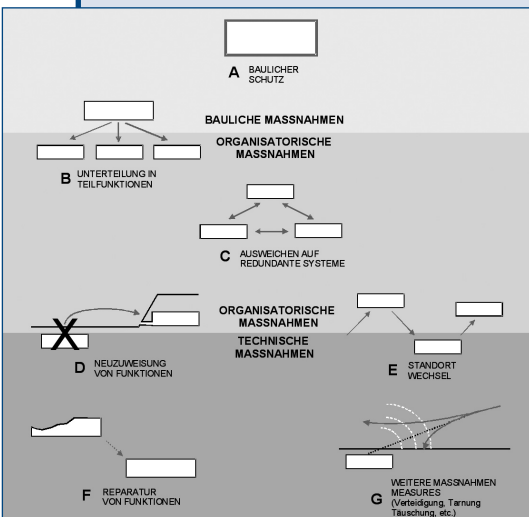
Druck: Rheintaler Druckerei und Verlag AG,
9442 Berneck

erhalten werden, sind nicht entscheidend. Wichtig ist vielmehr, dass sie über das gesamte Bedrohungsspektrum gesehen im richtigen Verhältnis zueinander stehen.

Schritt 4: Mögliche Schutzmassnahmen

Wie Abbildung «Mögliche Schutzoptionen...» zeigt, können Schutzmassnahmen struktureller, organisatorischer oder technischer Art sein. Die verfügbaren Optionen können auch in verschiedenen Kombinationen, entweder für die ganze Anlage oder nur für eine bestimmte Komponente, zum Einsatz kommen.

Die zur Verfügung stehenden Schutzoptionen sollten grundsätzlich kombiniert werden, um den benötigten Schutzgrad mit dem geringst möglichen finanziellen Aufwand erzielen zu können. So ist es beispielsweise denkbar, dass die Bereitstellung redundanter Systeme, kombiniert mit schnellen Reparaturmöglichkeiten, den geforderten Schutz mit kleineren Kosten gewährleistet als wenn nur bauliche Massnahmen eingesetzt würden.



Mögliche Schutzoptionen und ihre Anordnung hinsichtlich ihrer strukturellen, organisatorischen oder technischen Eigenschaften.

Während organisatorische Massnahmen flexibel implementierbar sind, ist der Grossteil der baulichen Massnahmen wenig anpassungsfähig, sobald sie einmal eingebaut sind. Die folgenden Überlegungen sollten deshalb berücksichtigt werden, wenn man den Schutzmassnahmenkatalog erstellt:

- Der gebotene Schutz sollte, in grösstmöglicher Masse, unabhängig von konkret bestimmten Konfliktszenarien sein.
- Die Schutzplanung sollte immer auch mögliche zukünftige Bedrohungen, wenigstens qualitativ, berücksichtigen.

- Die Schutzplanung sollte so sein, dass der Schutzwert der zum Einsatz kommenden Massnahmen über die Zeit aufrecht erhalten und wenn notwendig verbessert (auf den neusten Stand gebracht) werden kann.

Schritt 5: Wirksamkeit der Schutzmassnahmen

Die Wirksamkeit, welche die Schutzmassnahmen mit sich bringen, müssen nun für jede Bedrohung ermittelt werden. Der hierbei festgestellte Schutzwert bietet ein Kriterium, um die Wirksamkeit der Schutzmassnahmen im Optimierungsprozess zu messen. Für Schutzmassnahmen, welche gegen mehr als eine Bedrohung eingesetzt werden können, erhält man demnach einen Schutzwert für jede der Bedrohungen, für die sie Anwendung findet.

Der Schutzwert jeder einzelnen Massnahme wird auf der Basis der erwarteten Änderung im Unversehrtheitsgrad der Anlagefunktion beurteilt. Den Wert der Änderung im Unversehrtheitsgrad erhält man, indem man die Risikofaktoren¹ der einzelnen Anlagekomponenten für den Fall mit und ohne Schutzmassnahmen berechnet (siehe Tabelle).

Die Unversehrtheit der Anlage als Ganzes (I_{tot}) wird durch das Produkt aller Unversehrtheiten² der einzelnen Anlagekomponenten ermittelt.

Die Änderung der Unversehrtheit der ganzen Anlage (ΔI) für eine bestimmte Schutzmassnahme berechnet sich indem man die «Unversehrtheit der ganzen Anlage ohne Schutzmassnahmen» (Ist-Situation) mit der «Unversehrtheit nach Implementierung der Massnahmen» vergleicht.

Schritt 6: Kostenwirksamkeit

Auf der Basis der geschätzten Kosten für die Schutzmassnahmen und der ermittelten Zunahme der Unversehrtheit, kann die Kostenwirksamkeit der Schutzmassnahmen für ein bestimmtes Bedrohungs-

¹ Risikofaktoren werden auf der Basis der möglichen Auswirkung von Bedrohungen für die einzelnen Anlagekomponenten berechnet. Hier wird der Verlust der Funktion, welche für jede Anlagekomponente erwartet wird, festgesetzt. Kein Verlust von Funktion für die Komponente impliziert einen Risikofaktor von 0.00. Ein Risikofaktor von 1.00 resultiert aus der Erwartung eines vollständigen Verlustes. Schutzmassnahmen verringern die Risikofaktoren entsprechend ihrer Wirksamkeit.

² Der Wert der Unversehrtheit für die einzelnen Anlagekomponenten in Tabelle 1 (ii), beschreibt den Einfluss der jeweiligen Komponenten auf die Unversehrtheit der ganzen Anlage. Eine Anlagekomponente mit der Unversehrtheit von 0.00 würde zu einem vollständigen Verlust der Anlagefunktion führen, wogegen die Funktion der Anlage bei einer Komponente mit einer Unversehrtheit von 1.00 unbeeinflusst bleibt.

S S I - Mitgliedfirmen stellen sich vor:

Emch+Berger AG

Emch+Berger AG ist ein integral tätiges Beratungs-, Ingenieur- und Planungsunternehmen mit Standorten in der ganzen Schweiz. Mit den Kompetenzzentren Umwelt und Sicherheit bietet sie unabhängige und neutrale Beratungen und Planungen im Umwelt- und Sicherheitsbereich. Die Vorgehensweise des sorgfältig auf die Bedürfnisse des Kunden abgestimmten Expertenteams stellt sicher, dass betrieblich wie wirtschaftlich ausgewogene, den Schutzbedürfnissen von Mensch und Umwelt entsprechende wirkungsvolle Lösungen zur Realisierung vorgeschlagen und umgesetzt werden.

Sicherheit und Riskmanagement sind bei Emch+Berger hoch entwickelte Fachdisziplinen, bei welchen interdisziplinäre Fachleute ganzheitliche Lösungen vielschichtiger Fragestellungen erarbeiten. Im Sicherheitsbereich besteht insbesondere eine langjährige Erfahrung in folgenden Bereichen:

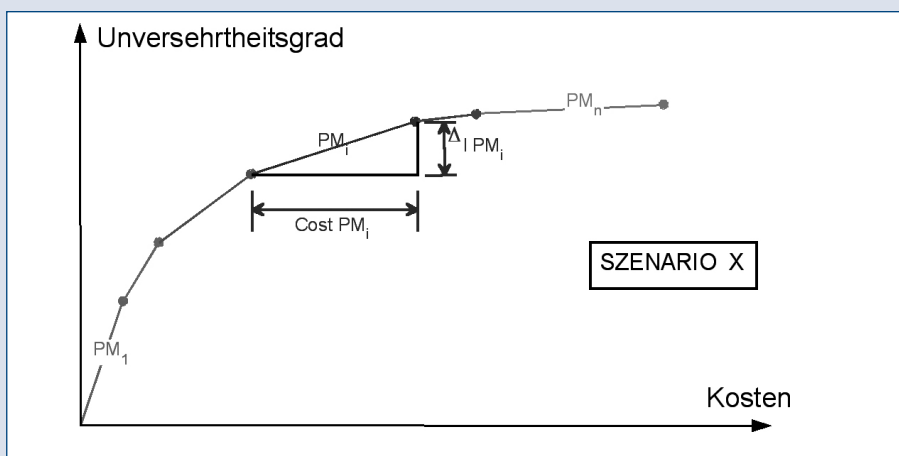
- Qualitative und quantitative Risikoanalysen sowie Sicherheitsplanung von:
 - Industrieanlagen und -bauten
 - Infrastrukturbauten
 - Verkehrswegen (Strasse, Bahn),
- Bauliche/Anlagentechnische Risikosanierungen
- Alarm- und Rettungskonzeptionen,
- Unfalluntersuchungen mit Massnahmenplanung
- RAMS-Analysen nach EN 50126 (Nachweise der Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, Instandhaltbarkeit und Sicherheit)
- Brandschutz
- Schutz vor externen Gefahren (Naturgefahren, Chemierisiken)
- Risiko-Kommunikation und Einführung von Risiko-Managementsystemen.



Emch+Berger AG Bern
Umwelt und Sicherheit
Gartenstrasse 1, Postfach 6025
CH-3001 Bern
Tel. +41 (31) 385 61 11
Fax +41 (31) 385 61 12
Kontakt: Dr. Peter Gerber
E-Mail: peter.gerber@emchberger.ch
www.emchberger.ch

Anlagekomponente	① Funktionswerte	② Risikofaktoren (geschätzt)		③ Restrisiko $RR_i = ①_i \times ②_i$		④ Unversehrtheit $I_i = 1 - ③_i$	
		“ohne”	“mit”	“ohne”	“mit”	“ohne”	“mit”
		1	1.00	0.30	0.15	0.30	0.15
2	0.70	0.50	0.15	0.35	0.11	0.65	0.89
3	0.30	0.90	0.20	0.27	0.06	0.73	0.94
4	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00
5	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00
6	1.00	0.20	0.10	0.20	0.10	0.80	0.90
7	1.00	0.10	0.05	0.10	0.05	0.90	0.95
8	0.10	0.85	0.50	0.09	0.05	0.91	0.95
		Ganze Anlage: $I_{tot} = \prod I_i$ $I = I_{tot\ mit} - I_{tot\ ohne}$				0.22	0.58
						0.36	

Berechnung der Unversehrtheit für eine bestimmte Schutzmassnahme und ein bestimmtes Bedrohungsszenario unter Verwendung der geschätzten Risikofaktoren der Anlagekomponenten mit und ohne Implementierung der Massnahmen.



Graphisch dargestellte Kostenwirksamkeits-Beziehung für Schutzmassnahmen PM_1 zu PM_n für ein imaginäres Bedrohungsszenario X. Hier ist PM_1 die effizienteste Massnahme und PM_n die am wenigsten effiziente Massnahme.

szenario berechnet werden. Die effektivste Schutzmassnahme sorgt für die höchste Zunahme der Unversehrtheit. Beim Berechnen der Kosten für die Schutzmassnahmen ist es wichtig, dass nicht nur die Beschaffungskosten, sondern auch die Betriebs- und Unterhaltskosten über die gesamte Lebensdauer der Einrichtung berücksichtigt werden.

Die Beziehung der Kostenwirksamkeit aller anwendbaren Massnahmen für ein

bestimmtes Szenario kann graphisch dargestellt werden, indem man die Schutzmassnahmen in Reihenfolge ihrer Wirksamkeit aufträgt. Für gewöhnlich werden die Massnahmen in abnehmender Kostenwirksamkeit aneinandergereiht, woraus eine parabelartige Kurve resultiert. Die kostenwirksamste Massnahme mit dem steilsten Gradient ist dabei ganz links und die am wenigsten kostenwirksame Massnahme mit dem flachsten Gradient ganz rechts, am Ende der Kurve, zu finden.

Schritt 7: Optimale Massnahmenkombination

Der letzte Schritt des Optimierungsprozesses besteht im Bestimmen der Kombination der Schutzmassnahmen, welche den kostenwirksamsten Anlageschutz für das gesamte Spektrum der Bedrohungsszenarien bietet. Hier wird die zuvor berechnete Kostenwirksamkeit der Schutzmassnahmen auf der ganzen Bandbreite der in Frage kommenden Bedrohungsszenarien ausgewertet. Diese

Szenarien müssen daher die jeweilige Bedeutung der Bedrohungen, für welche sie definiert wurden, widerspiegeln.

Hier nun kommt die Bedeutung (Signifikanz) der Szenarien ins Spiel. Die Bedeutung der Szenarien wird mittels eines Gewichtungsfaktors berücksichtigt. Szenarien mit grossen Risiken erhalten ein grosses Gewicht (einen grossen Gewichtungsfaktor) und Szenarien mit kleineren Risiken erhalten ein entsprechend kleineres Gewicht. Somit wird eine Reihe homogener, gewichteter Kostenwirksamkeitswerte für alle Schutzmassnahmen bereitgestellt.

Die optimale Kombination der Schutzmassnahmen basiert folglich auf der Basis der maximal gewichteten Kostenwirksamkeitswerte aller Massnahmen. Die hierbei erhaltene optimale Reihenfolge für die Implementierung der Schutzmassnahmen kann in der Form einer Kostenwirksamkeitskurve dargestellt werden, ähnlich wie in der Grafik, mit dem Unterschied, dass eine solche Kurve die gewichtete Kostenwirksamkeit repräsentiert, alle in Betracht gezogenen Schutzmassnahmen einschliesst und für alle definierten Bedrohungen gültig ist.

Schritt 8: Auswahl der Massnahmen

Sobald die optimale kosteneffektive Reihenfolge der Schutzmassnahmen bestimmt worden ist, sind jene Massnahmen, welche verwirklicht werden sollten, diejenigen mit einer Kostenwirksamkeit, die grösser ist als ein bestimmter Grenzwert. Dieser Wert ist anlagespezifisch und ist abhängig vom finanziellen Budget, welches für die Sicherheit der besagten Anlage vorgesehen ist. Der Grenzwert der Kostenwirksamkeit ist daher derjenige Wert, für welchen die Summe der Kosten für alle Schutzmassnahmen mit einer grösseren Kostenwirksamkeit, in etwa dem Schutzbudget entspricht. Bezug nehmend auf die Kostenwirksamkeitskurve in der Grafik, wird eine so genannte «Grenzsteigung» wirksam, welche die geeignete Schutzmassnahmenkombination aufzeigt, das heisst, nur diejenigen Schutzmassnahmen mit einem Kostenwirksamkeitsgradient welcher steiler ist als die «Grenzsteigung», sollten realisiert werden.

Für ein grosses Budget wird diese Grenzsteigung flach sein – was die Realisierung vieler Schutzmassnahmen erlaubt – und kleine Budgets haben eine steile Grenzsteigung zur Folge, welches die Anzahl der möglichen Schutzoptionen einschränkt. ■

Über den Autor

Bernhard Kaufmann

ist Dipl. Bau-Ing. ETH, und seit 1982 bei der Ingenieurbureau Heierli AG im Geschäftsbereich Schutzkonzepte, Schutzbauten und Risikoanalysen tätig. Er hat in der Planung und in der Ausführung sowie im Betrieb und Unterhalt von Sicherheits- und Schutzanlagen langjährige Erfahrung im In- und Ausland. Bernhard Kaufmann ist Technischer Leiter der Abteilung Schutztechnik und Mitglied des Verwaltungsrates.