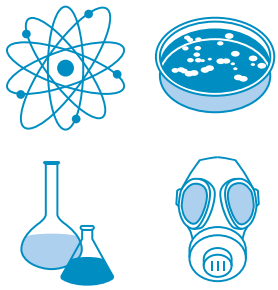

Kollektivschutz in Hochbauten

André Zahnd (Labor Spiez), Daniel Schuler (BBS Ingenieure AG)

Der CBRE-Kollektivschutz in Hochbauten dient dem den Schutz von Personen in oberirdischen Gebäuden gegen die Wirkungen chemischer, biologischer, radiologischer und explosiver Stoffe (CBRE). Das Labor Spiez hat konzeptionelle Grundlagen zur Auswahl und Bewertung von konkreten Schutzmassnahmen erarbeitet. Diese Grundlagen wurden in der Praxis überprüft, und für vier zivile Bauten hat das Labor Spiez Gefährdungs- und Risikoanalysen erstellt. Die Auswahl- und Bewertungsmethoden lassen sich erfolgreich anwenden und ermöglichen praktikable Empfehlungen für kosteneffektive Schutzmassnahmen.

Unterirdische Schutzbauten bieten einen guten Schutz gegen die Wirkungen von Waffen. Sie werden bei Bedarf vorsorglich bezogen. Störfälle sowie Angriffe von Terroristen oder Extremisten ereignen sich jedoch meistens unvermittelt oder nach einer kurzen Vorwarnzeit. Das Aufsuchen von Schutzräumen bei solchen Ereignissen ist kaum möglich. Ergänzend zur klassischen Schutzbautechnik besteht deshalb ein Bedürfnis nach angemessenen und praktikablen Konzepten für den Kollektivschutz von Personen in Hochbauten.

Mit der nationalen Gefährdungsanalyse des Bundesamts für Bevölkerungsschutz werden die Gefährdungen und Risiken durch ABC- und Naturereignisse auf nationaler Ebene abgedeckt. Beim CBRE-Kollektivschutz in Hochbauten liegt der Fokus auf der spezifischen Analyse und der Evaluation von Schutzmassnahmen für ein Gebäude (Bild 1).

Gefährdungs- und Risikoanalyse

Für die Gefährdungs- und Risikoanalyse werden Referenzszenarien verwendet, welche die möglichen CBRE-Gefährdungen von Personen in Hochbauten beschreiben. Diese Szena-

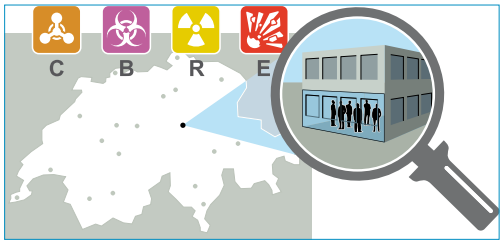

Bild 1: Der Fokus des CBRE-Kollektivschutzes in Hochbauten liegt auf der individuellen Beurteilung von Gebäuden

rien basieren auf dem vom Bundesamt für Bevölkerungsschutz erstellten *Katalog möglicher Gefährdungen* sowie den *Referenzszenarien ABCN*.

Die Gefährdungen und Risiken für Personen in einem Hochbau werden ausgehend von den Referenzszenarien ermittelt. Das Vorgehen für die Erarbeitung solcher objektspezifischen und situativen Gefährdungs- und Risikoanalysen ist im Bild 2 dargestellt:
Mit der objektspezifischen *Gefährdungsanalyse* wird die Relevanz der Referenzszenarien beurteilt. Für nicht relevante Szenarien ist keine weitere Analyse erforderlich. Relevante Referenzszenarien können bezüglich den CBRE-Stoffen und deren Mengen angepasst werden. Mit der objektspezifischen *Risikoanalyse* werden Plausibilität und Ausmass der Referenzszenarien beurteilt. Nicht plausible Szenarien können ausgeschieden werden. Die Risiken der möglichen Ereignisse werden aufgrund baulicher Charakteristiken, der Nutzung und dem Betrieb sowie dem effektiv vorhandenen Schadenpotenzial situativ angepasst.

Risiken der Referenzszenarien
In den konzeptionellen Grundlagen sind die Risiken der Referenzszenarien angegeben. Sie wurden mit der vom Bundesamt für Bevölkerungsschutz im Rahmen der Nationalen Gefährdungsanalyse entwickelten Methode ermittelt. Da es sich bei diesen CBRE-Risiken um individuelle Risiken für einzelne Gebäude handelt, sind sie für die meisten Szenarien sehr viel kleiner als die Risiken einer gesamtschweizerischen Katastrophe oder Notlage.

Im Gegensatz zu statistisch erfassten Unfallereignissen lassen sich Szenarien mit terroristischem oder extremistischem Hintergrund nur schwer frequentistisch beschreiben. Für solche Szenarien werden darum subjektive Wahrscheinlichkeiten respektive Häufigkeiten abgeschätzt, woraus eine Plausibilität für das Eintreten des Szenarios abgeleitet wird. Für die qualitative Abschätzung der Risiken sind je sechs Plausibilitäts- und Ausmassklassen gemäss Bild 3 definiert:

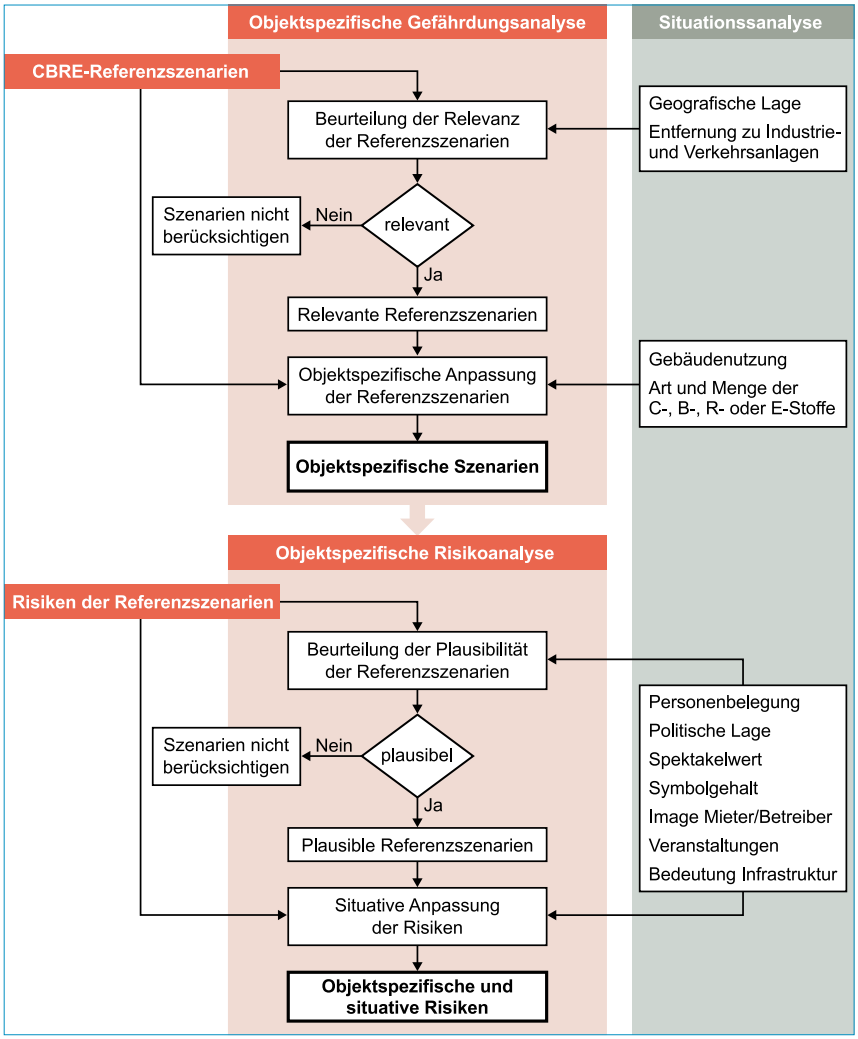

Bild 2: Vorgehen für die objektspezifische Gefährdungs- und Risikoanalyse

Als semi-quantitative Hilfe zur Einschätzung der *Plausibilität* der Szenarien sind die Wahrscheinlichkeiten für das Eintreten des Szenarios bei einem Gebäude in einem Zeitraum von 20 Jahren respektive die Wiederkehrperiode des Szenarios angegeben. Die Schätzung des *Ausmasses* erfolgt primär aufgrund der zu erwartenden Personenschäden und finanziellen Schäden. Bei der Abschätzung von finanziellen Verlusten werden neben den Sachschäden auch Folge- und Reputationsschäden sowie Verluste infolge von Betriebsausfällen berücksichtigt.

Die Darstellung von Risiken in einer Matrix mit der Plausibilität und dem Ereignisausmass ermöglicht den anschaulichen Vergleich verschiedener Risiken. Das Bild 4 zeigt das Risikodiagramm der CBRE-Referenzszenarien.

Schutzmassnahmen
Das Bild 5 zeigt eine Übersicht der Schutzmassnahmen, die für den CBRE-Kollektivschutz in Hochbauten ergriffen werden können:

Plausibilität		Wahrscheinlichkeit des Szenarios innerhalb von 20 Jahren		Wiederkehrperiode des Szenarios
P5	relativ plausibel	wahrscheinlich	≥ 10%	< 200 Jahre
P4	eher unplausibel	relativ wahrscheinlich	≈ 5%	200 - 1‘000 Jahre
P3	unplausibel	wenig wahrscheinlich	≈ 1%	1‘000 - 5‘000 Jahre
P2	sehr unplausibel	unwahrscheinlich	≈ 0.2%	5‘000 - 20‘000 Jahre
P1	extrem unplausibel	sehr unwahrscheinlich	≈ 0.05%	20‘000 - 100‘000 Jahre
P0	kaum vorstellbar	extrem unwahrscheinlich	< 0.01%	> 100‘000 Jahre

Ausmass		Personenschäden	Finanzielle Schäden inkl. Folge- und Reputationsschäden
A0	sehr gering	keine Personenschäden	< 100‘000 CHF
A1	gering	1 - 20 Verletzte	100‘000 - 750‘000 CHF
A2	mittel	1 Toter / 10 - 50 Verletzte	750‘000 - 5 Mio CHF
A3	hoch	2 - 9 Tote / ≈ 100 Verletzte	5 Mio - 50 Mio CHF
A4	sehr hoch	10 - 50 Tote / ≈ 500 Verletzte	50 Mio - 500 Mio CHF
A5	katastrophal	> 50 Tote / > 500 Verletzte	> 500 Mio CHF

Bild 3: Plausibilität und Ausmass von CBRE-Szenarien

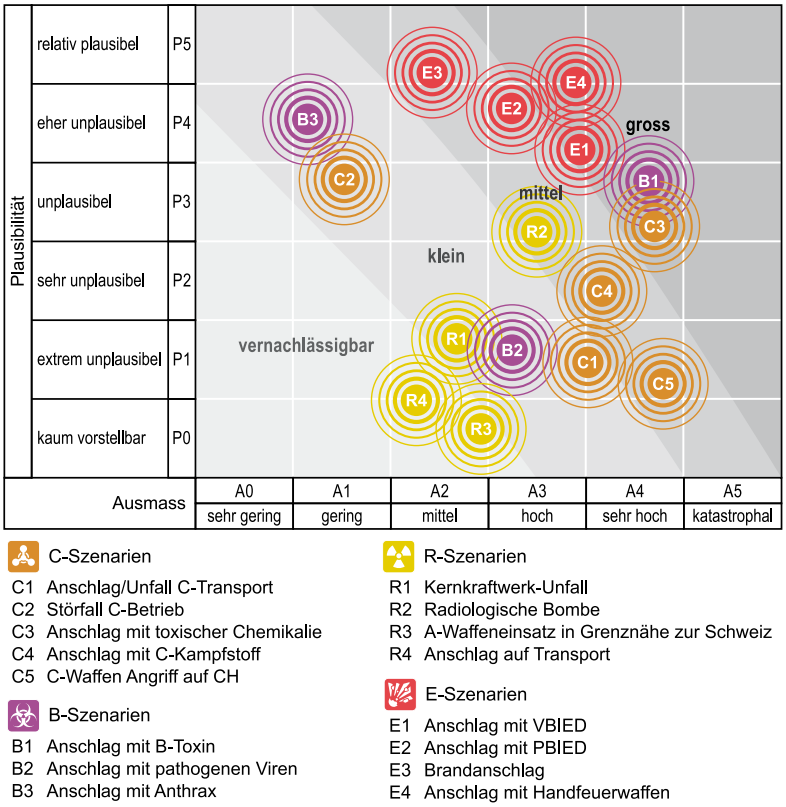

Bild 4: Risiken der CBRE-Referenzszenarien

Die *Gestaltung und Anordnung* von Hochbauten betrifft die günstige Anordnung sensitiver Gebäudeteile wie beispielsweise Lüftungsöffnungen, die Schaffung von Sicherheitsabständen (Stand-off) oder den Bau von Schutzräumen.
Für die *Gebäudetechnik* sind Gefährdungen durch toxische Gase, Aerosole oder ionisierende Strahlung massgebend. Die Detektion gefährlicher Stoffe, die Verarbeitung der Detektorsignale sowie der Einsatz von Filtersystemen sind dabei wesentlich.
Security-Massnahmen sind technisch/organisatorische Massnahmen wie Kontrolle, Überwachung und Bewachung, die ein Ereignis verhindern können. *Safety*-Massnahmen sind Massnahmen zur Verminderung der Ereignisauswirkungen. Dazu gehören die Alarmierung und Evakuierung sowie der Brandschutz. Der *Bauliche Schutz* umfasst unter anderem den Perimeter-Schutz. Durch die Einschränkung des Zugangs zum Gebäude lassen sich Ereignisse verhindern. Bei einem ausreichenden Abstand des Perimeters zum Gebäude werden die Ereignisauswirkungen (z.B. Explosionswirkungen) reduziert. Konstruktive Massnahmen und Härtung, welche die Robustheit von Gebäuden oder Bauteilen verbessern, sind typische bauliche Schutzmassnahmen zur Verminderung der Ereignisauswirkungen.

Kosteneffektive Massnahmenplanung
Die konzeptionellen Grundlagen zum CBRE-Kollektivschutz in Hochbauten beschreiben eine auf dem Grenzkostenansatz basierende, risikoorientierte Bewertung von Schutzmassnahmen. Dabei werden die für Massnahmen erforderlichen Aufwendungen ihrer Wirksamkeit gegenübergestellt. Aufgrund der Relation der Massnahmenkosten und der erzielbaren Risikoreduktion wird die Effizienz quantifiziert. Bei kosteneffektiven Massnahmen sind die Aufwendungen für Schutzmassnahmen kleiner als die Risikokosten.

Schutzmassnahmen reduzieren die Risiken, was mit sinkenden Risikokosten verbunden ist. Ein erhöhter Aufwand für die Massnahmen hat jedoch auch grössere Sicherheitskosten zur Folge. Der optimale Aufwand für Schutzmassnahmen ist erreicht, wenn die aus den Risikokosten und den Sicherheitskosten gebildeten Gesamtkosten minimal sind (Bild 6).

Validierung der konzeptionellen Grundlagen
Die Grundlagen zum CBRE-Kollektivschutz in Hochbauten wurden vom Labor Spiez bezüglich ihrer Anwendbarkeit in der Praxis getestet. Dazu wurden bei vier unterschiedlichen Bauten und Anlagen die objektspezifischen CBRE-Gefährdungen und Risiken analysiert. Bei den untersuchten Bauten handelte es sich hin-

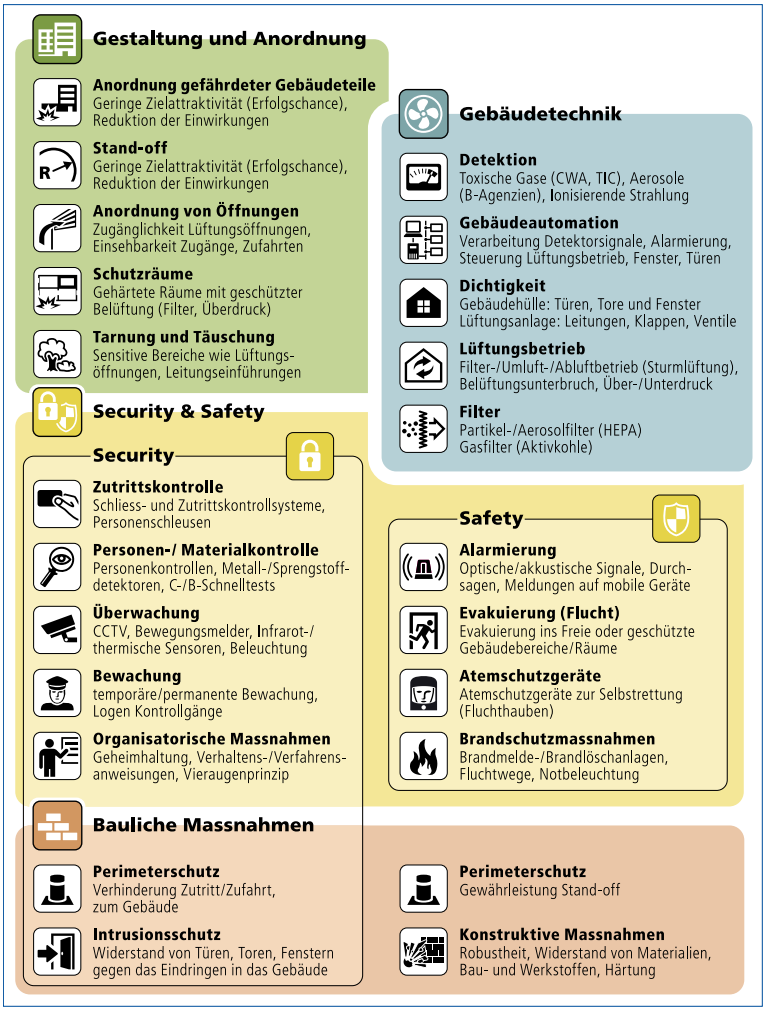

Bild 5: Fachgebiete und Schutzmassnahmen

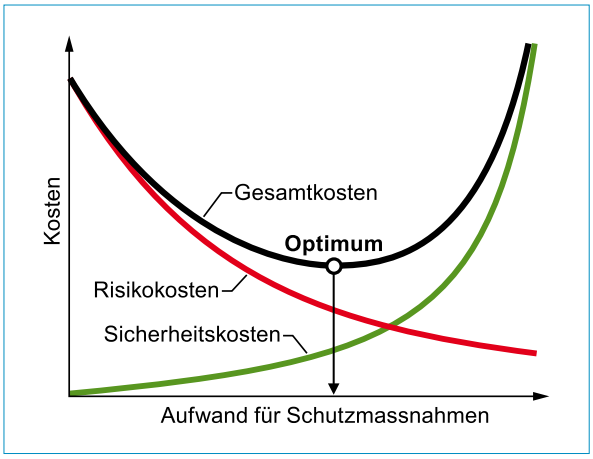

Bild 6: Optimaler Aufwand für Schutzmassnahmen bei minimalen Gesamtkosten (schematische Darstellung)

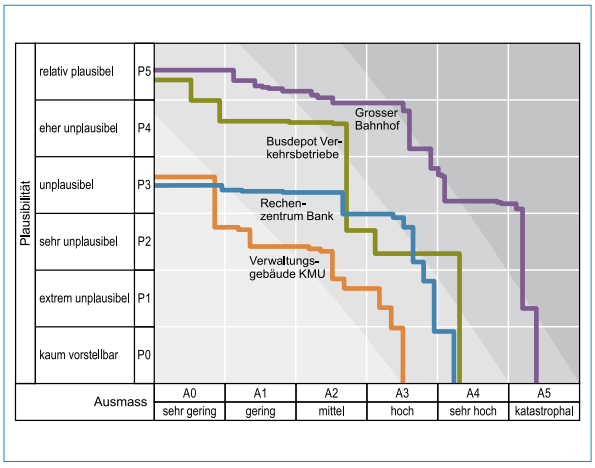

Bild 7: Risikoprofile (Summenkurven) der beim Validierungsprojekt untersuchten Objekte

sichtlich Grösse, geografischer Lage, Nutzung und Personenbelegung um sehr unterschiedliche Objekte. Die Methoden der Gefährdungs- und Risikoanalyse sowie die Evaluation von Schutzmassnahmen wurden für ein Bürogebäude einer KMU, das Busdepot eines städtischen Verkehrsbetriebs, das Rechenzentrum einer Bank sowie für einen grossen Bahnhof angewendet. An der Erarbeitung der Analysen waren Fachleute beteiligt, welche ihre Kompetenzen zu den unterschiedlichen Fragestellungen einbrachten. In den Expertengremien (Delphi-Runden) waren mit dem Gebäude vertraute Nutzer, Sicherheitsbeauftragte und Facility-Manager sowie externe Risikofachleute und Spezialisten für CBRE-Fragen vertreten.

Die Ergebnisse dieser vier Risikoanalysen sind im Bild 7 vergleichend dargestellt. Bei den Risikoprofilen der Bauten handelt es sich – wie in der Sicherheitstechnik üblich – um sogenannte Summenkurven. Der Vergleich der Risiken zeigt, dass beim Bahnhof die grössten und beim Bürogebäude die kleinsten Risiken vorhanden sind. Die vergleichsweise grossen Risiken des Bahnhofs sind auf den grossen Publikumsverkehr sowie auf die mit dem Betrieb des Bahnhofs verbundene, generelle Verwundbarkeit zurückzuführen. Bei allen Objekten tragen die E-Szenarien (Anschläge mit Sprengstoffen oder Handfeuerwaffen) den grössten Anteil zum Gesamtrisiko bei, wohingegen der Risikoanteil der C-Szenarien generell klein ist. Die mit einem Anschlag mit einer radiologischen Bombe (*Dirty Bomb*) verbundenen Risiken sind sowohl beim Bahnhof als auch beim Busdepot wesentlich. Die Analyse des Rechenzentrums ergab kleine Risiken, weil bereits Sicherheitsmassnahmen umgesetzt sind und weil die Bank ein redundantes Rechenzentrum betreibt.

Mit der Validierung der konzeptionellen Grundlagen zum CBRE-Kollektivschutz in Hochbauten konnte aufgezeigt werden, dass die Methodik für die Erstellung von Gefährdungs- und Risikoanalysen bei sehr unterschiedlichen Objekten angewendet werden kann und dass damit die Evaluation kosteneffektiver Schutzmassnahmen möglich ist.