

Sicherheitshandbuch für Straßeninfrastrukturen

Jakob Haardt

Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach

Harald Kammerer

ILF Consulting Engineers, Linz, Österreich

*Im von der DG Home (CIPS Program) geförderten Projekt „SecMan – **Security Manual** for Road Infrastructures“ wurde ein vierstufiges Verfahren zur Identifikation kritischer Straßeninfrastrukturen, ihre Bewertung hinsichtlich diverser von Menschen verursachter Gefahren sowie die Bestimmung effektiver Schutzmaßnahmen entwickelt. Diese Ergebnisse wurden in einem ganzheitlichen „best-practice“ Handbuch zusammen getragen, welches einen trans-nationalen Sicherheitsmanagement-Ansatz für Betreiber und Eigentümer von Straßeninfrastrukturen in Europa ermöglicht. Im Folgenden wird die entwickelte Methodik vorgestellt, ausgehend von der Bewertung der Netzkritikalität über die Attraktivität und Vulnerabilität eines Bauwerks hin zu einer Bewertungsmethodik für die Auswahl geeigneter Schutzmaßnahmen.*

1 Hintergrund

Das Transportnetz ist eines der wichtigsten Systeme für die Europäische Wirtschaft und Gesellschaft. Trans-Nationale Transportrouten spielen eine entscheidende Rolle im Warenverkehr und der Versorgung der Bevölkerung. Im Zuge dieser Routen liegende Brücken oder Tunnel haben eine besondere Funktion, da eine Nicht-Verfügbarkeit dieser Infrastrukturen negative Folgen für die Wirtschaft und die Bevölkerung hat.

Abgesehen von Einzellösungen gibt es zurzeit keinen Europäischen Ansatz bzw. Standard zur Betrachtung von sicherheitsrelevanten Ereignissen für kritische Straßeninfrastrukturen. Dennoch kann der Bedarf einer Harmonisierung von zivilen Sicherheitsmaßnahmen für Infrastrukturen auf Europas Straßen nicht von der Hand gewiesen werden.

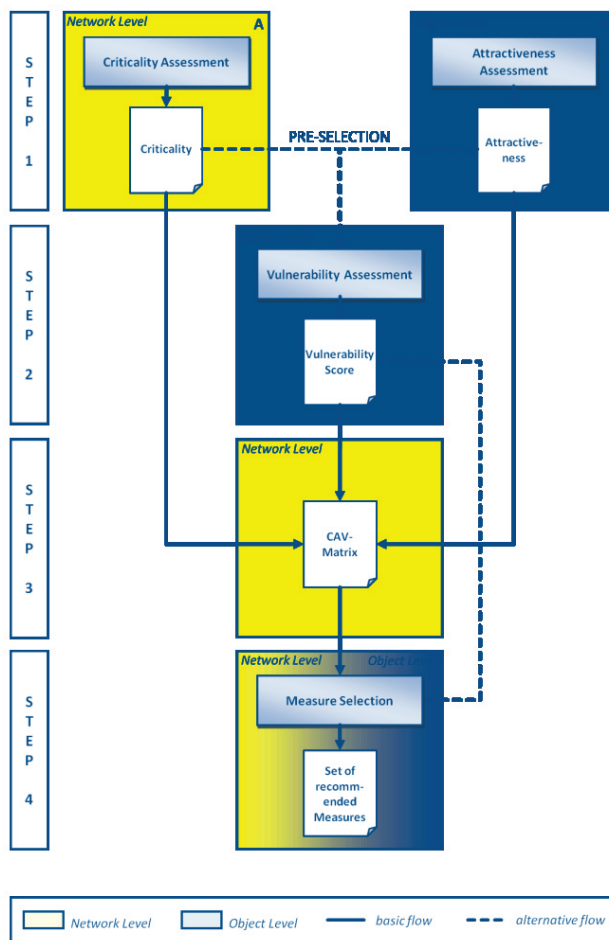
In dem Projekt SecMan wurde, in Konsortialführerschaft der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt), im Verbund mit Partnern aus Österreich (ILF Beratende Ingenieure) sowie Slowenien (DARS Motorway Company, ELEA Consulting Engineers) eine Methodik entwickelt, um die Kritikalität von Straßenbauwerken in Bezug auf von Menschen bewusst

herbeigeführten Ereignissen zu bewerten. Das Projekt baut auf Ergebnissen nationaler und Europäischer Sicherheitsforschungsprojekte auf (u.a. SKRIBT¹ und SeRoN²).

2 Methodik

Prinzipiell ist die entwickelte Methodik in vier Schritte unterteilt (siehe Bild 1): Kritikalitäts- und Attraktivitätsbewertung (Schritt 1), Vulnerabilitätsbewertung (Schritt 2), KAV-Matrix (Schritt 3) und Maßnahmenbewertung (Schritt 4). Die einzelnen Schritte können sowohl nacheinander als auch unabhängig voneinander ausgeführt werden.

SecMan Methodology | 17/06/2013 | Version 8.0



© Copyright 2011 – 2013. The SecMan Consortium

Bild 1: Methodische Herangehensweise

¹ www.skribt.org

² www.ser-on-project.eu

2.1 Schritt 1: Vorauswahl der Infrastrukturen

Der erste Schritt der Methodik ist unterteilt in zwei Unterschritte: (1A) Kritikalitätsbewertung und (1B) Attraktivitätsbewertung. In Schritt 1A wird die Kritikalität eines bestimmten Netzabschnittes mit einer relativ einfachen qualitativen Methodik ermittelt (Netzebene). Während der Bewertung wird jeder Teilabschnitt des ausgewählten Netzabschnittes an Hand der folgenden Parameter evaluiert:

- Qualität von Alternativrouten
- Verkehrsaufkommen
- Schwerlastverkehrsaufkommen
- Genehmigung für Spezialtransporte (zum Beispiel Gefahrguttransporte)

Daraus erfolgt eine erste Indikation, in welchem Abschnitt sich die kritischsten Sektionen befinden. Diese können nun anhand ihres Kritikalitätswertes sortiert werden. Je kritischer eine bestimmte Sektion für die Verfügbarkeit des Netzes ist, desto höher sind die Auswirkungen bei einer Einschränkung der Verfügbarkeit und eine weitere Betrachtung wird empfohlen.

In der SecMan Methodik werden von Menschen bewusst herbeigeführte Gefahren betrachtet. Daher wird in Schritt 1B die Attraktivität eines bestimmten Bauwerks innerhalb eines Netzes (Objektebene) bezüglich eines möglichen sicherheitsrelevanten Ereignis bestimmt. Jedes (eventuell attraktive) Bauwerk wird im Rahmen einer qualitativen Bewertung anhand der folgenden Attraktivitätsparameter evaluiert:

- Symbolische Relevanz (bekanntes Bauwerk)
- Hohe zu erwartende Anzahl von Getöteten
- Auswirkungen eines Ausfalls (z.B. ökologische oder ökonomische Folgen)

Die Vergangenheit hat gezeigt, dass insbesondere diese Faktoren maßgeblich zu der Motivation eines Angreifers beitragen, da sie meist mit einer hohen Medienaufmerksamkeit einhergehen.

Die zuvor genannten Parameter sind im Handbuch als Standardfaktoren vorgegeben. Der Nutzer hat die Möglichkeit, die Vorgaben zu nutzen, oder eigene Parameter einzuführen. Jedoch wird für einen ersten Überblick die Verwendung der bereits entwickelten Parameter und Standardfaktoren empfohlen. Des Weiteren ist anzumerken, dass der erste Schritt (Kritikalitäts- und Attraktivitätsbewertung) als Vorfilter dienen kann. So wird die hohe Anzahl an zu untersuchenden Bauwerken reduziert und nur die tatsächlich kritischen bzw. attraktiven Objekte in dem nächsten, aufwendigeren Schritt evaluiert.

2.2 Schritt 2: Vulnerabilitätsbewertung

In Schritt 2 wird die Vulnerabilität von Objekten (Objektebene) anhand einer vordefinierten Liste von Gefahren bewertet. Die Gefahren, welche mit der Methodik betrachtet werden können, sind in Bild 3 dargestellt. Zusätzlich wurden Szenarien für jede Gefahr und die spezifischen Objekttypen entwickelt. Jene Referenz-Szenarien gehen davon aus, dass der Angriff mit den richtigen Mitteln an dem sensitivsten Teil eines Bauwerks erfolgreich durchgeführt wird.

Gefahren – Tunnel			
Explosion	Feuer	Mech. Einfluss	Kriminelle Aktivitäten
Kleine Explosion	Brandstiftung	Projektile	Sabotage
Mittlere Explosion	Großes Feuer (200)		
Große Explosion			
BLEVE			

Gefahren – Brücke			
Explosion	Feuer	Mech. Einfluss	Kriminelle Aktivitäten
Kleine Explosion	Ausreichende	Rammen	Sabotage
Mittlere Explosion			
Große Explosion			

Bild 3: Relevante Gefahren für Tunnel und Brücken

Im Bereich der Sicherheitsforschung besteht die Schwierigkeit, geeignete Eintrittswahrscheinlichkeiten anzusetzen. Daher kann hier die weit verbreitete Risikogleichung nicht angewendet werden. Aus diesem Grund wurde eine Adaption jener Gleichung vorgeschlagen, wobei „Risiko“ als die „Vulnerabilität eines Objekts“ bezeichnet wird. Die Faktoren welche die Vulnerabilität beeinflussen sind das „Schadenspotential“ sowie die „Durchführbarkeit eines Angriffs“ (Bild 2).

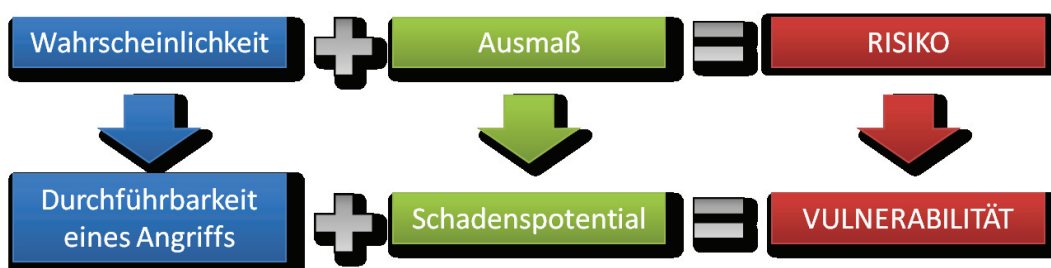


Bild 2: Von Risiko zu Vulnerabilität

Die „Durchführbarkeit eines Angriffs“ wird bestimmt durch mehrere Aspekte; wie z.B. die Komplexität eines Angriffs und die Möglichkeiten eines Angreifers. Für die Bewertung wurden fünf Parameter als wesentlich herausgestellt:

- Objektspezifisches Wissen
- Technologisches Wissen
- Erwerb von Material in ausreichender Menge
- Zugang / Transport von Material zu den verletzlichen Komponenten
- Auslösung des Ereignisses

Um mit den Konsequenzen eines absichtlich herbeigeführten Ereignisses umzugehen wird hier von einem „Worst-Case“ Szenario ausgegangen. Da es in der vorgestellten Methodik um die Verfügbarkeit von wichtigen Verkehrsinfrastrukturen geht, ist die Verfügbarkeit eines Bauwerks das relevante Kriterium zur Bestimmung des „Schadenspotentials“. Daraus folgt, dass die Zeit die erforderlich ist, um die Verfügbarkeit wieder herzustellen, den relevanten quantitativen Parameter darstellt um die Konsequenzen zu ermitteln. Dieser Parameter misst sowohl den Schaden, welcher in einem bestimmten Szenario entstanden ist, wie auch die typische Zeit die es braucht um ein bestimmtes Bauwerk wieder aufzubauen, in einem integrierten Ansatz.

Um die Klassifizierung der Bauwerkstypen zu vereinfachen, wurden 19 Brücken- sowie 20 Tunneltypen identifiziert. Tabelle 1 stellt die relevanten Kriterien zur Definierung der Bauwerkstypen dar.

Tab. 1: Kategorisierung der Bauwerke

BRÜCKEN	TUNNEL	
System	Vorherrschende geotechnische Verhältnisse	Datenblatt- verkehrs- n und Angriffs“
Spannweite bzw. Höhe	Bauweise (konventionell / NATM, TBM)	
Baumaterial	Hydrogeologische Verhältnisse	
Querschnitt des Brückenaufbaus	Einschalig / Doppelschalig	
	Einzellig / Mehrzellig	

adaptiert bzw. den speziellen Gegebenheiten angepasst werden.

Das Ergebnis von Schritt 2 ist ein numerischer Wert, welcher die Objekt-Vulnerabilität darstellt. Dieser wird „*Vulnerability Score*“ genannt. Dieser Wert ist die Summe aller Produkte jeder identifizierter Gefahr aus dem „Schadenspotential“ und der „Durchführbarkeit eines Angriffs“. Bild 4 zeigt beispielhaft ein Datenblatt für ein fiktives Bauwerk.

TUNNEL - Typ No. T01										
		Schadenspotential	Durchführbarkeit eines Angriffs					TOTAL	VULNERABILITÄT	Kommentare
			Objekt-spezifisches Wissen	Technologi-sches Wissen	Erwerb von Material in ausreichender Menge	Zugang & Transport	Auslösung des Ereigniss			
Explosion	Klein	0	0	1	1	0	1	3	0	-
	Mittel	2	1	0	1	1	1	4	8	-
	Groß	6	1	0	0	1	1	3	18	-
	BLEVE	12	1	0	1	0	1	3	36	-
Feuer	Groß (200MW)	4	1	0	1	1	1	4	16	-
	Brandstiftung	0	0	0	0	0	0	0	0	-
Mech. Einfluss	Rammen	0	0	0	0	0	0	0	0	-
	Projektile	0	0	0	0	0	0	0	0	-
Sabotage		0	0	0	0	0	0	0	0	-
Cyber		0	0	0	0	0	0	0	0	-
									78	

L E G E N D E	Schadenspotential	Erwartete Zeit um die Verfügbarkeit wieder her zu stellen (in Monaten)
	Durchführbarkeit	0...schwierig zu erreichen
		1...einfach zu erreichen#
Vulnerabilität	Schadenspotential x Durchführbarkeit	

Bild 4: Datenblatt Vulnerabilitätsbewertung (Beispiel)

2.3 Schritt 3: KAV-Matrix

Schritt 3 kombiniert die Ergebnisse des vorangegangenen Schritts in einer "KAV-Matrix"³. So werden die Resultate der Kritikalitäts- und Attraktivitätsbewertung sowie die Werte der Vulnerabilitätsbewertung in einer anschaulichen Matrix dargestellt, Bild 5.

Des Weiteren kann der Nutzer nun die Netzabschnitte bzw. die Objekte auf den Abschnitten nach ihrer Kritikalität, Attraktivität bzw. Vulnerabilität sortieren. Hier können sie Parameter gemäß den Anforderungen des Nutzers priorisiert werden. Schritt 3 soll so den Nutzer bei der Beantwortung der Frage unterstützen, welche Netzabschnitte bzw. welches Bauwerk am kritischsten sind/ist und für welchen Abschnitt bzw. welches Bauwerk Maßnahmen ergriffen werden müssen.

³ KAV = Kritikalität – Attraktivität - Vulnerabilität

Network-Ebene		Objekt-Ebene		
Abschnitt No.	Schritt 1A Kritikalität	Objekt No.	Schritt 1B Attraktivität	Schritt 2 Vulnerabilität
Abs ₁	Kritikalität ₁	Obj _{1,1}	Attraktivität _{1,1}	Vulnerabilität _{1,1}
		Obj _{1,2}	Attraktivität _{1,2}	Vulnerabilität _{1,2}
	
		Obj _{1,m}	Attraktivität _{1,m}	Vulnerabilität _{1,m}
Abs ₂	Kritikalität ₂	Obj _{2,1}	Attraktivität _{2,1}	Vulnerabilität _{2,1}
	
...
Abs _n	Kritikalität _n	Obj _{n,1}	Attraktivität _{n,1}	Vulnerabilität _{n,1}

Bild 5: Beispielhafte KAV-Matrix

2.4 Schritt 4: Maßnahmenauswahl

Der letzte Schritt, die Maßnahmenauswahl, gibt dem Anwender einen Überblick über mögliche Maßnahmen für die verschiedenen Szenarien und Bauwerkstypen. Hier wurde unterteilt in Maßnahmen für:

- Ein spezifisches Objekt
- Neubau oder Ertüchtigung
- Eine spezifische Gefahr
- Die Reduzierung des Schadenspotentials, der Durchführbarkeit eines Angriffs oder der Kritikalität

Insgesamt wurden 40 Maßnahmen identifiziert und den einzelnen Unterteilungen zugeordnet. Darüber hinaus wurde zu jeder Maßnahme ein Datenblatt erstellt, welches Informationen über die Maßnahme enthält.

3 Schlussfolgerungen

Im Sinne der jüngsten EU-Richtlinien [2008/114/EG] unterstützt dieses Handbuch die europäischen Anstrengungen für die Entwicklung einer einheitlichen Methodik für die Identifizierung von kritischen Infrastrukturen und entsprechenden Sicherheitsmaßnahmen. Es gibt Eigentümern und Betreibern von Straßeninfrastrukturen ein einfach zu handhabendes, praxisorientiertes Instrument zur Bewertung ihrer Infrastruktur an die Hand. Ferner steht mit dem Handbuch ein risikobasierter Ansatz für die Bewertung von Straßeninfrastrukturen zur Verfügung; gleichzeitig werden Möglichkeiten für detaillierte quantitative Folgeanalysen aufgezeigt.

Der Ansatz des Handbuches muss ein möglichst detaillierter sein, wodurch die praktische Anwendbarkeit stets im Vordergrund steht. So soll die Methodik so detailliert wie nötig, jedoch dabei so einfach wie möglich sein. Außerdem wurde bei der Erstellung des Handbuches darauf geachtet, dass eine europaweite Anwendbarkeit gesichert ist. Obwohl das zwangsläufig eine Reduzierung der Detailtiefe bei der Bewertung bedeutet, bleiben die Ergebnisse vergleichbar, und eine einheitliche Vorgehensweise auf EU-Ebene wird gefördert.