

## Optimierte Wartungsintervalle

P1-O1

### Kurzbeschreibung

Optimierte bzw. vorbeugende Instandhaltung (preventive maintenance) durch regelmäßige Pflege und Überprüfung in definierten Wartungsintervallen erfolgt basierend auf Erfahrungswerten und der zu erwartenden Lebensdauer von Bau- und Anlagenteilen.

### Wirkungsart

technisch  organisatorisch

### Resilienzphase

prevent  protect  respond  recover  prepare

### Wirkungsort

Tunnelbauwerk inkl. Portale  Zentralsystem  Netzelement  regionales Umfeld

### Implementierung

Bauwerksmanagement  Ereignismanagement  Verkehrsmanagement  Naturgefahrenmanagement  Führungsebene

### Anwendungsfall

Neubau  Bestand

### Zeithorizont

kurzfristig  mittelfristig  langfristig  nicht relevant (bei Neubau)

### Effekte auf Verfügbarkeit

Über das Wartungsintervall in der RABT hinaus, können im Zuge zusätzlicher bzw. auf Erfahrungswerten beruhender Wartungsintervalle Unfallschäden/ Defekte zügiger beseitigt werden, und zusätzliche Sicht- und Funktionsprüfungen durchgeführt werden.

### Synergieeffekte

- Sicherheit
  - Ausfall bzw. Funktionsstörung der Tunnelbetriebstechnik, Bauwerksschäden etc. bringen zusätzliche Risiken mit sich, die durch optimierte Wartungsintervalle schneller identifiziert und beseitigt werden können.
- objektübergreifend
  - Nein
- bedrohungsübergreifend
  - Ja

### Realisierbarkeit

Verantwortlicher: Tunnelmanager

Eine organisatorische Maßnahme, die im Verhältnis zu anderen Maßnahmen einfach umgesetzt werden kann.

**Kurzbeschreibung**

Überwachung von Bauteilen und betriebstechnischer Ausstattung in Echtzeit ermöglicht Anomalien und Muster in ihrer Leistung zu identifizieren, die auf eine suboptimale Nutzung oder bevorstehende Systemausfälle hinzuweisen.

**Wirkungsart**

- technisch       organisatorisch

**Resilienzphase**

- prevent       protect       respond       recover       prepare

**Wirkungsort**

- Tunnelbauwerk inkl. Portale       Zentralsystem       Netzelement       regionales Umfeld

**Implementierung**

- Bauwerksmanagement       Ereignismanagement       Verkehrsmanagement       Naturgefahrenmanagement       Führungsebene

**Anwendungsfall**

- Neubau       Bestand

**Zeithorizont**

- kurzfristig       mittelfristig       langfristig       nicht relevant (bei Neubau)

**Effekte auf Verfügbarkeit**

Durch predictive maintenance kann die Reparatur betroffener Systeme und Komponenten angestoßen werden bzw. diese ausgetauscht werden bevor es zur Störung kommt.

**Synergieeffekte**

- Sicherheit  
Ausfall bzw. Funktionsstörung der Tunnelbetriebstechnik, Bauwerksschäden etc. bringen zusätzliche Risiken mit sich, die schneller und sicherer identifiziert und beseitigt werden können.
- objektübergreifend  
Nein
- bedrohungsübergreifend  
Ja

**Realisierbarkeit**

Verantwortlicher: Tunnelmanager  
Verspätete Reaktion bzw. Reaktion erst nach Ausfall von Komponenten kann durch die Einführung eines Anlagengesundheitssystems vermieden werden. So wird eine proaktive und koordinierte Instandhaltung möglich. Die Realisierbarkeit ist organisatorisch, technisch aufwendig und relativ kostenintensiv.

## Instandhaltungs- und Wartungsmanagementsystem (über die Empfehlungen der RABT hinaus)

P1-O3

### Kurzbeschreibung

Die Einführung eines Instandhaltungs- und Wartungsmanagementsystems hilft sicherzustellen, dass alle Systeme regelmäßig auf ihre Funktion geprüft werden. Systeme zur Bewertung der Anlagengesundheit oder falls vorhanden die Kommunikation mit Wartungsunternehmen sollte hier eingebunden werden.

### Wirkungsart

technisch  organisatorisch

### Resilienzphase

prevent  protect  respond  recover  prepare

### Wirkungsort

Tunnelbauwerk inkl. Portale  Zentralsystem  Netzelement  regionales Umfeld

### Implementierung

Bauwerksmanagement  Ereignismanagement  Verkehrsmanagement  Naturgefahrenmanagement  Führungsebene

### Anwendungsfall

Neubau  Bestand

### Zeithorizont

kurzfristig  mittelfristig  langfristig  nicht relevant (bei Neubau)

### Effekte auf Verfügbarkeit

Die Verfügbarkeit der Tunnel kann verbessert werden, beispielsweise indem Ersatzteile mit langer Lieferzeit frühzeitig bestellt werden oder Wartungsfirmen frühzeitig informiert werden.

### Synergieeffekte

- Sicherheit  
Ja
- objektübergreifend  
Nein
- bedrohungsübergreifend  
Ja

### Realisierbarkeit

Ausfall bzw. Funktionsstörungen der Tunnelbetriebstechnik infolge von zu langen oder fehlerhaften Wartungsintervallen können relativ einfach umgesetzt werden. Insbesondere die Nichtverfügbarkeit von Ersatzteilen kann so vermeiden werden durch entsprechende Vertragsvereinbarungen, aus denen allerdings zusätzliche Kosten resultieren werden

## Installation zusätzlicher Sensoren zur Überwachung des technischen Zustands

P1-T1

### Kurzbeschreibung

Für die Einführung eines Instandhaltungs- und Wartungsmanagementsystems können Sensoren für das kontinuierliche Monitoring installiert werden, die alle Systeme regelmäßig auf ihre Funktion überwachen und auf Anomalien hinweisen.

### Wirkungsart

technisch  organisatorisch

### Resilienzphase

prevent  protect  respond  recover  prepare

### Wirkungsort

Tunnelbauwerk inkl. Portale  Zentralsystem  Netzelement  regionales Umfeld

### Implementierung

Bauwerksmanagement  Ereignismanagement  Verkehrsmanagement  Naturgefahrenmanagement  Führungsebene

### Anwendungsfall

Neubau  Bestand

### Zeithorizont

kurzfristig  mittelfristig  langfristig  nicht relevant (bei Neubau)

### Effekte auf Verfügbarkeit

Die Verfügbarkeit der Tunnel kann verbessert werden, wenn frühzeitig auf defekte oder fehlerhafte Betriebstechnik reagiert werden kann.

### Synergieeffekte

- Sicherheit  
Ja
- objektübergreifend  
Nein
- bedrohungsübergreifend  
Ja

### Realisierbarkeit

Ausfall bzw. Funktionsstörungen der Tunnelbetriebstechnik können relativ einfach umgesetzt werden. Die Installation ist relativ kostenintensiv.

**Zugriffsregelung für Bestandsunterlagen****P2-O1****Kurzbeschreibung**

Vorbeugen gegen unbefugten Zugriff auf sensible Informationen über Aufbau und Funktionsweise betriebstechnischer Ausstattung.

**Wirkungsart**

technisch       organisatorisch

**Resilienzphase**

prevent       protect       respond       recover       prepare

**Wirkungsort**

Tunnelbauwerk inkl. Portale       Zentralsystem       Netzelement       regionales Umfeld

**Implementierung**

Bauwerksmanagement       Ereignismanagement       Verkehrsmanagement       Naturgefahrenmanagement       Führungsebene

**Anwendungsfall**

Neubau       Bestand

**Zeithorizont**

kurzfristig       mittelfristig       langfristig       nicht relevant (bei Neubau)

**Effekte auf Verfügbarkeit**

Der Diebstahl sensibler Bauwerks- und Betriebsinformationen kann dazu genutzt werden, diese für Cyber-Angriffe oder andere Sabotageakte zu nutzen und die Verfügbarkeit massiv einzuschränken bzw. ganz zum Erliegen zu bringen.

**Synergieeffekte**

- Sicherheit  
Ja
- objektübergreifend  
Ja/Nein
- bedrohungsübergreifend  
Ja

**Realisierbarkeit**

Relativ einfach umzusetzen durch Umsetzung der BSI-Empfehlungen

**Kurzbeschreibung**

Die Beschränkung der Durchfahrt kennzeichnungspflichtiger Gefahrguttransporte verhindert Ereignisse mit Beteiligung von Gefahrgut und führt zur Senkung des potentiellen Schadensausmaßes. Es ist zu berücksichtigen, dass die Umleitung von Gefahrguttransporten bei Steigerung der Verfügbarkeit eines Tunnelbauwerks je nach Alternativroute zu wirtschaftlichen Folgekosten durch Mehrtransportzeit oder zusätzlichen Emissionen führen kann.

**Wirkungsart**

technisch       organisatorisch

**Resilienzphase**

prevent       protect       respond       recover       prepare

**Wirkungsort**

Tunnelbauwerk inkl. Portale       Zentralsystem       Netzelement       regionales Umfeld

**Implementierung**

Bauwerksmanagement       Ereignismanagement       Verkehrsmanagement       Naturgefahrenmanagement       Führungsebene

**Anwendungsfall**

Neubau       Bestand

**Zeithorizont**

kurzfristig       mittelfristig       langfristig       nicht relevant (bei Neubau)

**Effekte auf Verfügbarkeit**

Durch die Beschränkung von Gefahrguttransporten nach einem Ereignis, kann das evtl. entstandene zusätzliche Risiko abgemildert werden, um den Tunnel temporär weiter zu betreiben und so eine Teilverfügbarkeit zu erreichen. Weitere Informationen hierzu befinden sich in dem AP Bericht zu Minimalen Betriebsbedingungen.

**Synergieeffekte**

- Sicherheit  
    Ja
- objektübergreifend  
    Nein
- bedrohungsübergreifend  
    Nein

**Realisierbarkeit**

Relativ einfach organisatorisch und kostentechnisch umzusetzen.

**Kurzbeschreibung**

Umfassende Analyse der relevanten Gefahren (Naturgefahren, vom Menschen ausgehende und sonstige Gefahren) in der Planungsphase, sowie in regelmäßigen Abständen über die gesamte Betriebsdauer eines Straßentunnels, um auf veränderte Gefährdungslage Aufmerksam zu werden und angemessen reagieren zu können. Dient der Reduzierung der Häufigkeit von disruptiven Ereignissen.

**Wirkungsart**

technisch       organisatorisch

**Resilienzphase**

prevent       protect       respond       recover       prepare

**Wirkungsort**

Tunnelbauwerk inkl. Portale       Zentralsystem       Netzelement       regionales Umfeld

**Implementierung**

Bauwerksmanagement       Ereignismanagement       Verkehrsmanagement       Naturgefahrenmanagement       Führungsebene

**Anwendungsfall**

Neubau       Bestand

**Zeithorizont**

kurzfristig       mittelfristig       langfristig       nicht relevant (bei Neubau)

**Effekte auf Verfügbarkeit**

Durch regelmäßige Gefahrenanalysen können notwendige Gegenmaßnahmen identifiziert und umgesetzt werden um die Häufigkeit disruptiver Ereignisse zu reduzieren bzw. ganz auszuschließen.

**Synergieeffekte**

- Sicherheit  
Ja
- objektübergreifend  
Nein
- bedrohungsübergreifend  
Ja

**Realisierbarkeit**

Sehr einfach und Kostengünstig umzusetzen.

**Kurzbeschreibung**

Die Expositionsanalyse basiert auf der Gefahrenanalyse und dient dazu einzuschätzen, in welcher Weise der Tunnel einer identifizierten Gefahr ausgesetzt ist.

**Wirkungsart**

technisch       organisatorisch

**Resilienzphase**

prevent       protect       respond       recover       prepare

**Wirkungsort**

Tunnelbauwerk inkl. Portale       Zentralsystem       Netzelement       regionales Umfeld

**Implementierung**

Bauwerksmanagement       Ereignismanagement       Verkehrsmanagement       Naturgefahrenmanagement       Führungsebene

**Anwendungsfall**

Neubau       Bestand

**Zeithorizont**

kurzfristig       mittelfristig       langfristig       nicht relevant (bei Neubau)

**Effekte auf Verfügbarkeit**

Sofern auf Grundlage der Expositionsanalyse geschlossen werden kann, dass der Tunnel der Gefahr ausgesetzt ist, können die notwendigen Gegenmaßnahmen umgesetzt werden um die Häufigkeit disruptiver Ereignisse zu reduzieren bzw. ganz auszuschließen und die Verfügbarkeit zu erhalten.

**Synergieeffekte**

- o Sicherheit  
Ja
- o objektübergreifend  
Ja/Nein
- o bedrohungsübergreifend  
Ja

**Realisierbarkeit**

Sehr einfach und Kostengünstig umzusetzen.

## Vereinbaren von Verfügbarkeitswerten mit Dienstleistern, z.B. Strom, Datenanbindung, Wasser

P2-O5

### Kurzbeschreibung

Durch die Vereinbarung von Mindestverfügbarkeiten für notwendige Ressourcen wie Strom, Kommunikation und Wasser können evtl. Engpässe die die Verfügbarkeit und damit die Sicherheit von Tunneln beschränken können, proaktiv reduziert werden.

### Wirkungsart

technisch  organisatorisch

### Resilienzphase

prevent  protect  respond  recover  prepare

### Wirkungsort

Tunnelbauwerk inkl. Portale  Zentralsystem  Netzelement  regionales Umfeld

### Implementierung

Bauwerksmanagement  Ereignismanagement  Verkehrsmanagement  Naturgefahrenmanagement  Führungsebene

### Anwendungsfall

Neubau  Bestand

### Zeithorizont

kurzfristig  mittelfristig  langfristig  nicht relevant (bei Neubau)

### Effekte auf Verfügbarkeit

Gefahren die aus der Nichtverfügbarkeit wesentlicher betrieblicher Ressourcen resultieren können so vermieden werden

### Synergieeffekte

- Sicherheit  
Ja
- objektübergreifend  
Nein
- bedrohungsübergreifend  
Ja

### Realisierbarkeit

Sehr einfach allerdings mit zusätzlichen Kosten aus der notwendigen Vertragsvereinbarung verbunden.

**Kurzbeschreibung**

Informationen darüber ob (1) ein Tunnel in Überschwemmungsgebieten von Fließgewässern liegt und (2) über Pegelstände am jeweiligen Gewässer, können vom Betreiber herangezogen werden um die Häufigkeit von disruptiven Ereignissen durch den Einsatz von Hochwasserschutzelementen zu reduzieren und um die verkehrlichen Auswirkungen von Überflutungen abzumildern indem frühzeitig verkehrliche Maßnahmen wie dezidierte Umleitungsstrecken oder Empfehlung eines Umstiegs auf alternative Modalitäten ergriffen werden.

**Wirkungsart**

- technisch       organisatorisch

**Resilienzphase**

- prevent       protect       respond       recover       prepare

**Wirkungsort**

- Tunnelbauwerk inkl. Portale       Zentralsystem       Netzelement       regionales Umfeld

**Implementierung**

- Bauwerksmanagement       Ereignismanagement       Verkehrsmanagement       Naturgefahrenmanagement       Führungsebene

**Anwendungsfall**

- Neubau       Bestand

**Zeithorizont**

- kurzfristig       mittelfristig       langfristig       nicht relevant (bei Neubau)

**Effekte auf Verfügbarkeit**

Reduziert die Auswirkungen von hydrologischen Gefahren

**Synergieeffekte**

- Sicherheit
  - Ja
- objektübergreifend
  - Nein
- bedrohungsübergreifend
  - Nein

**Realisierbarkeit**

Einfach zu realisieren: Aktuelle Informationen zu Pegelständen und Überflutungsgefahren können dem länderübergreifenden Hochwasserportal (<https://www.hochwasserzentralen.de/>) und den Hochwassergefahrenkarten entnommen werden.

**Kurzbeschreibung**

Mithilfe einer automatischen Erkennung überhitzter Fahrzeugteile mittels Infrarotscan können detektierte Fahrzeuge noch vor Einfahrt in den Tunnel ausgeleitet werden.

**Wirkungsart**

- technisch       organisatorisch

**Resilienzphase**

- prevent       protect       respond       recover       prepare

**Wirkungsort**

- Tunnelbauwerk inkl. Portale       Zentralsystem       Netzelement       regionales Umfeld

**Implementierung**

- Bauwerksmanagement       Ereignismanagement       Verkehrsmanagement       Naturgefahrenmanagement       Führungsebene

**Anwendungsfall**

- Neubau       Bestand

**Zeithorizont**

- kurzfristig       mittelfristig       langfristig       nicht relevant (bei Neubau)

**Effekte auf Verfügbarkeit**

Brandgefahr infolge überhitzter Fahrzeugteile kann reduziert bzw. ganz vermieden werden.

**Synergieeffekte**

- Sicherheit
  - Ja
- objektübergreifend
  - Nein
- bedrohungsübergreifend
  - Nein

**Realisierbarkeit**

Kostenschätzung: Bei Neubau und Ertüchtigung ca. 150.000€ pro Fahrstreifen und jährliche Unterhaltskosten von ca. 5%

**Kurzbeschreibung**

Eine Lawinenverbauung reduziert die Häufigkeit von Lawinen bei exponierten Streckenabschnitten. Grundlage hierfür ist eine vorausgegangene Bedrohungsanalyse, bei der Lawinen als potentielle Gefahr für einen Streckenabschnitt identifiziert wurden.

**Wirkungsart**

technisch       organisatorisch

**Resilienzphase**

prevent       protect       respond       recover       prepare

**Wirkungsort**

Tunnelbauwerk inkl. Portale       Zentralsystem       Netzelement       regionales Umfeld

**Implementierung**

Bauwerksmanagement       Ereignismanagement       Verkehrsmanagement       Naturgefahrenmanagement       Führungsebene

**Anwendungsfall**

Neubau       Bestand

**Zeithorizont**

kurzfristig       mittelfristig       langfristig       nicht relevant (bei Neubau)

**Effekte auf Verfügbarkeit**

Versperren des Streckenabschnittes, Schäden an Bauwerk und Betriebstechnik und Netzelement durch Schneelawinen Abgang wird reduziert.

**Synergieeffekte**

- Sicherheit  
Ja
- objektübergreifend  
Nein
- bedrohungsübergreifend  
Nein

**Realisierbarkeit**

Gute Realisierbarkeit, allerdings mit zusätzlichen Kosten verbunden

**Kurzbeschreibung**

Eine Steinschlagverbauung reduziert die Häufigkeit von Steinschlägen bei exponierten Streckenabschnitten. Grundlage hierfür ist eine vorausgegangene Bedrohungsanalyse, bei der Steinschlag als reale Gefahr für einen Streckenabschnitt identifiziert wurde.

**Wirkungsart**

technisch  organisatorisch

**Resilienzphase**

prevent  protect  respond  recover  prepare

**Wirkungsort**

Tunnelbauwerk inkl. Portale  Zentralsystem  Netzelement  regionales Umfeld

**Implementierung**

Bauwerksmanagement  Ereignismanagement  Verkehrsmanagement  Naturgefahrenmanagement  Führungsebene

**Anwendungsfall**

Neubau  Bestand

**Zeithorizont**

kurzfristig  mittelfristig  langfristig  nicht relevant (bei Neubau)

**Effekte auf Verfügbarkeit**

Versperren des Streckenabschnittes, Schäden an Bauwerk und Betriebstechnik und Netzelement durch Steinschlag wird reduziert.

**Synergieeffekte**

- Sicherheit  
Ja
- objektübergreifend  
Nein
- bedrohungsübergreifend  
Nein

**Realisierbarkeit**

Gute Realisierbarkeit, allerdings mit zusätzlichen Kosten verbunden

**Kurzbeschreibung**

Eine vorbeugende Lawinensprengung, die unter kontrollierten Bedingungen durchgeführt wird, hilft Lawinenabgänge unbekannter Größe bzw. unbekanntem Zeitpunkt vorwegzunehmen und damit zu verhindern.

**Wirkungsart**

- technisch       organisatorisch

**Resilienzphase**

- prevent       protect       respond       recover       prepare

**Wirkungsort**

- Tunnelbauwerk inkl. Portale       Zentralsystem       Netzelement       regionales Umfeld

**Implementierung**

- Bauwerksmanagement       Ereignismanagement       Verkehrsmanagement       Naturgefahrenmanagement       Führungsebene

**Anwendungsfall**

- Neubau       Bestand

**Zeithorizont**

- kurzfristig       mittelfristig       langfristig       nicht relevant (bei Neubau)

**Effekte auf Verfügbarkeit**

Versperren des Streckenabschnittes, Schäden an Bauwerk und Betriebstechnik und Netzelement infolge von plötzlichen Lawinen wird stark reduziert.

**Synergieeffekte**

- Sicherheit  
    Ja
- objektübergreifend  
    Nein
- bedrohungsübergreifend  
    Nein

**Realisierbarkeit**

Gute Realisierbarkeit, die allerdings mit zusätzlichen Kosten verbunden ist.

**Kurzbeschreibung**

Durch ein Angleichen der lichten Höhe in Straßentunneln an jene der freien Strecke von 4,7 m kann ein unbeabsichtigtes Rammen betriebstechnischer Einrichtungen an der Tunneldecke vermieden werden. Zudem können so Probleme im Zusammenhang mit der Höhenkontrolle weitestgehend vermieden werden.

**Wirkungsart**

technisch       organisatorisch

**Resilienzphase**

prevent       protect       respond       recover       prepare

**Wirkungsort**

Tunnelbauwerk inkl. Portale       Zentralsystem       Netzelement       regionales Umfeld

**Implementierung**

Bauwerksmanagement       Ereignismanagement       Verkehrsmanagement       Naturgefahrenmanagement       Führungsebene

**Anwendungsfall**

Neubau       Bestand

**Zeithorizont**

kurzfristig       mittelfristig       langfristig       nicht relevant (bei Neubau)

**Effekte auf Verfügbarkeit**

Schutz vor Rammen infolge zu hoher Fahrzeugabmessungen

**Synergieeffekte**

- Sicherheit  
Ja
- objektübergreifend  
Nein
- bedrohungsübergreifend  
Nein

**Realisierbarkeit**

Nur bei Neubau mit erheblichen zusätzlichen Kosten

**Kurzbeschreibung**

Erkennung toxischer, brennbarer oder explosiver Gase im Tunnel durch spezielle Gasmessgeräte. Die Entzündung bzw. Explosion dieser kann durch entsprechende Abwehrmaßnahmen (z.B. Lüftungssteuerung) verhindert werden. Ebenso kann durch zeitgerechte Information der Einsatzkräfte im Ereignisfall ggf. eine Minderung des Schadensausmaßes erzielt werden.

**Wirkungsart**

technisch       organisatorisch

**Resilienzphase**

prevent       protect       respond       recover       prepare

**Wirkungsort**

Tunnelbauwerk inkl. Portale       Zentralsystem       Netzelement       regionales Umfeld

**Implementierung**

Bauwerksmanagement       Ereignismanagement       Verkehrsmanagement       Naturgefahrenmanagement       Führungsebene

**Anwendungsfall**

Neubau       Bestand

**Zeithorizont**

kurzfristig       mittelfristig       langfristig       nicht relevant (bei Neubau)

**Effekte auf Verfügbarkeit**

Schutz vor Brand, Explosion, Freisetzung von Gefahrenstoffen

**Synergieeffekte**

- Sicherheit  
Ja
- objektübergreifend  
Nein
- bedrohungsübergreifend  
Nein

**Realisierbarkeit**

Grobe Schätzkosten bei Neubau und Ertüchtigung: Investitionskosten: ca. 100.000 € je km und Wartung/Jahr ca. 10%;

**Kurzbeschreibung**

Software-Updates und Änderungen an der Konfiguration werden zuerst in einer Testumgebung getestet und erst nach Abschluss der Tests in die Produktivsysteme übernommen. Testumgebungen können aus physischen und virtuellen Komponenten bestehen und sollten das reale Umfeld so genau abbilden (Stand der HW, FW, SW, Konfiguration), dass Fehler erkannt werden können, bevor die neue Software in einem Tunnel zum Einsatz kommt.

**Wirkungsart**

- technisch       organisatorisch

**Resilienzphase**

- prevent       protect       respond       recover       prepare

**Wirkungsort**

- Tunnelbauwerk inkl. Portale       Zentralsystem       Netzelement       regionales Umfeld

**Implementierung**

- Bauwerksmanagement       Ereignismanagement       Verkehrsmanagement       Naturgefahrenmanagement       Führungsebene

**Anwendungsfall**

- Neubau       Bestand

**Zeithorizont**

- kurzfristig       mittelfristig       langfristig       nicht relevant (bei Neubau)

**Effekte auf Verfügbarkeit**

Vermeiden von Ausfall bzw. Fehlfunktionen infolge fehlerhafter oder nichtkompatibler Hard- und Software in Leitzentralen

**Synergieeffekte**

- Sicherheit  
Ja
- objektübergreifend  
Ja
- bedrohungsübergreifend  
Nein

**Realisierbarkeit**

Gute Realisierbarkeit, wobei die Testumgebung (z.B. Digitaler Zwilling) verhältnismäßig hohe Kosten verursacht

**Kurzbeschreibung**

Hohe Längsneigungen erhöhen das Schadensausmaß bei Brand und Unfällen (erhöhtes Geschwindigkeitsprofil)

**Wirkungsart**

technisch       organisatorisch

**Resilienzphase**

prevent       protect       respond       recover       prepare

**Wirkungsort**

Tunnelbauwerk  
inkl. Portale       Zentralsystem       Netzelement       regionales Umfeld

**Implementierung**

Bauwerks-  
management       Ereignis-  
management       Verkehrs-  
management       Naturgefahren-  
management       Führungsebene

**Anwendungsfall**

Neubau       Bestand

**Zeithorizont**

kurzfristig       mittelfristig       langfristig       nicht relevant (bei Neubau)

**Effekte auf Verfügbarkeit**

Reduzierung der Unfallhäufigkeit und des Brandrisikos

**Synergieeffekte**

- Sicherheit  
    Ja
- objektübergreifend  
    Nein
- bedrohungsübergreifend  
    Nein

**Realisierbarkeit**

Nur im Neubau während der Planungsphase realisierbar abhängig von den Randbedingungen hohe Kosten

**Kurzbeschreibung**

Identifizieren, klassifizieren und priorisieren von Schwachstellen an Tunnelbauwerk, betriebstechnischer Ausstattung und Zentralsystemen, insbesondere vor dem Hintergrund der im Zuge der Gefahrenanalyse identifizierten relevanten Bedrohungen. Erkenntnisse aus der Analyse sollten das Monitoring und das Instandhaltungsmanagement informieren um Schadensszenarien und Auswirkungen auf die Funktionalität zu reduzieren.

**Wirkungsart**

technisch       organisatorisch

**Resilienzphase**

prevent       protect       respond       recover       prepare

**Wirkungsort**

Tunnelbauwerk inkl. Portale       Zentralsystem       Netzelement       regionales Umfeld

**Implementierung**

Bauwerksmanagement       Ereignismanagement       Verkehrsmanagement       Naturgefahrenmanagement       Führungsebene

**Anwendungsfall**

Neubau       Bestand

**Zeithorizont**

kurzfristig       mittelfristig       langfristig       nicht relevant (bei Neubau)

**Effekte auf Verfügbarkeit**

Reduzierung langer Ausfallzeiten

**Synergieeffekte**

- Sicherheit
  - Mittelbare Effekte
- objektübergreifend
  - Nein
- bedrohungsübergreifend
  - Ja

**Realisierbarkeit**

Einfach umzusetzen bei geringen Kosten

**Kurzbeschreibung**

Schutz vor unbefugtem Zugriff durch Zugriffskontrolle und -schutz. z.B. Schlüsselausgabe zu Tunnelgebäude und Tunnelwarte unter Aufnahme persönlicher Informationen (Personalausweis, Telefonnummer), Zutritt nur nach Vorankündigung, Zwei-Faktor Identifizierung, Zutrittsüberwachung mittels Video (auch von Feuerwehrschlüsseldepots, Ausstieg aus Notausgängen).

**Wirkungsart**

technisch       organisatorisch

**Resilienzphase**

prevent       protect       respond       recover       prepare

**Wirkungsort**

Tunnelbauwerk inkl. Portale       Zentralsystem       Netzelement       regionales Umfeld

**Implementierung**

Bauwerksmanagement       Ereignismanagement       Verkehrsmanagement       Naturgefahrenmanagement       Führungsebene

**Anwendungsfall**

Neubau       Bestand

**Zeithorizont**

kurzfristig       mittelfristig       langfristig       nicht relevant (bei Neubau)

**Effekte auf Verfügbarkeit**

Schutz vor Sabotage und Diebstahl

**Synergieeffekte**

- Sicherheit  
Ja
- objektübergreifend  
Nein
- bedrohungsübergreifend  
Ja

**Realisierbarkeit**

Einfach umzusetzen bei geringen Kosten

**Kurzbeschreibung**

Maßnahmen um den Folgen einer Pandemie (und z.B. Grippewellen) entgegen zu wirken, die einen Personalengpass bei bspw. den Operatoren zur Folge haben könnten.

**Wirkungsart**

- technisch       organisatorisch

**Resilienzphase**

- prevent       protect       respond       recover       prepare

**Wirkungsort**

- Tunnelbauwerk inkl. Portale       Zentralsystem       Netzelement       regionales Umfeld

**Implementierung**

- Bauwerksmanagement       Ereignismanagement       Verkehrsmanagement       Naturgefahrenmanagement       Führungsebene

**Anwendungsfall**

- Neubau       Bestand

**Zeithorizont**

- kurzfristig       mittelfristig       langfristig       nicht relevant (bei Neubau)

**Effekte auf Verfügbarkeit**

Vermeiden von fehlendem (Bedien)personal

**Synergieeffekte**

- Sicherheit  
    Nein
- objektübergreifend  
    Ja
- bedrohungsübergreifend  
    Ja

**Realisierbarkeit**

Einfach umzusetzen bei geringen Kosten

**Kurzbeschreibung**

Bei außergewöhnlicher Exposition können starke Winde die Leistungsfähigkeit der Tunnellüftung zum Abtransport von Rauch bzw. Schadstoffen beeinträchtigen. Ebenso können diese die Verkehrssicherheit bei Ein- und Ausfahrt in bzw. aus dem Tunnel gefährden. Windschutzpaneele können helfen, die Windlast im Portalbereich und dem Tunnelinnenraum für bestimmte Windrichtungen zu reduzieren.

**Wirkungsart**

technisch       organisatorisch

**Resilienzphase**

prevent       protect       respond       recover       prepare

**Wirkungsort**

Tunnelbauwerk inkl. Portale       Zentralsystem       Netzelement       regionales Umfeld

**Implementierung**

Bauwerksmanagement       Ereignismanagement       Verkehrsmanagement       Naturgefahrenmanagement       Führungsebene

**Anwendungsfall**

Neubau       Bestand

**Zeithorizont**

kurzfristig       mittelfristig       langfristig       nicht relevant (bei Neubau)

**Effekte auf Verfügbarkeit**

Schutz vor eingeschränkter Leistung der Lüftung im Ereignisfall Brand.

**Synergieeffekte**

- Sicherheit  
Nein
- objektübergreifend  
Nein
- bedrohungsübergreifend  
Nein

**Realisierbarkeit**

Einfach umzusetzen bei geringen Kosten

**Kurzbeschreibung**

Bei außergewöhnlicher Exposition können starke Winde die Leistungsfähigkeit der Tunnellüftung zum Abtransport von Rauch bzw. Schadstoffen beeinträchtigen. Ebenso können diese die Verkehrssicherheit bei Ein- und Ausfahrt in bzw. aus dem Tunnel gefährden. Spezielle Wetterstationen können die Windgeschwindigkeit in den Portalbereichen überwachen und durch Einbindung in das Verkehrsleitsystem direkt mit Geschwindigkeitsbeschränkungen auf Windbelastung reagieren. Eine Einbindung in die Leitzentrale ermöglicht außerdem die Steuerung der Lüftung im Brandfall an ungünstige Strömungsverhältnisse anzupassen.

**Wirkungsart**

technisch  organisatorisch

**Resilienzphase**

prevent  protect  respond  recover  prepare

**Wirkungsort**

Tunnelbauwerk inkl. Portale  Zentralsystem  Netzelement  regionales Umfeld

**Implementierung**

Bauwerksmanagement  Ereignismanagement  Verkehrsmanagement  Naturgefahrenmanagement  Führungsebene

**Anwendungsfall**

Neubau  Bestand

**Zeithorizont**

kurzfristig  mittelfristig  langfristig  nicht relevant (bei Neubau)

**Effekte auf Verfügbarkeit**

Schutz vor eingeschränkter Leistung der Lüftung im Ereignisfall Brand.

**Synergieeffekte**

- Sicherheit  
Nein
- objektübergreifend  
Nein
- bedrohungsübergreifend  
Nein

**Realisierbarkeit**

Einfach umzusetzen bei mittleren Kosten

**Kurzbeschreibung**

Um den Anprall von Fahrzeugen an betriebstechnischen Ausstattungselementen zu unterbinden, wird ein massiv gestalteter Rammschutz im Portalbereich vor der Einfahrt in den Tunnel installiert.

**Wirkungsart**

- technisch       organisatorisch

**Resilienzphase**

- prevent       protect       respond       recover       prepare

**Wirkungsort**

- Tunnelbauwerk inkl. Portale       Zentralsystem       Netzelement       regionales Umfeld

**Implementierung**

- Bauwerksmanagement       Ereignismanagement       Verkehrsmanagement       Naturgefahrenmanagement       Führungsebene

**Anwendungsfall**

- Neubau       Bestand

**Zeithorizont**

- kurzfristig       mittelfristig       langfristig       nicht relevant (bei Neubau)

**Effekte auf Verfügbarkeit**

Schäden an Bauwerk und Betriebstechnik infolge von Rammen und zu großer Fahrzeugabmessungen

**Synergieeffekte**

- Sicherheit  
    Nein
- objektübergreifend  
    Nein
- bedrohungsübergreifend  
    Nein

**Realisierbarkeit**

Einfach umzusetzen bei mittleren Kosten

**Kurzbeschreibung**

Minderung des Schadensausmaßes und somit auch der Wiederherstellungsdauer durch z.B. Nachweis der Hang- und Böschungstabilität im Portalbereich, konzeptionelle und konstruktive Maßnahmen zur Vermeidung unzulässiger Spannungen durch Fugen oder kraftschlüssiger Verbindungen, Auslegung auf ausreichend Überlagerung im Fels, Sicherung betriebstechnischer Einrichtung gegen Kippen. Grundlage hierfür ist eine vorausgegangene Bedrohungsanalyse, bei der Erdbeben als reale Gefahr für das Tunnelbauwerk identifiziert wurde. Stand heute existiert keine Baunorm für die seismische Bemessung und Konstruktion von Tunnelbauwerken in Europa.

**Wirkungsart**

technisch  organisatorisch

**Resilienzphase**

prevent  protect  respond  recover  prepare

**Wirkungsort**

Tunnelbauwerk inkl. Portale  Zentralsystem  Netzelement  regionales Umfeld

**Implementierung**

Bauwerksmanagement  Ereignismanagement  Verkehrsmanagement  Naturgefahrenmanagement  Führungsebene

**Anwendungsfall**

Neubau  Bestand

**Zeithorizont**

kurzfristig  mittelfristig  langfristig  nicht relevant (bei Neubau)

**Effekte auf Verfügbarkeit**

Schäden an Bauwerk, Betriebstechnik und Menschen infolge von Erdbeben Schäden werden reduziert, so dass schneller zu der ursprünglichen Verfügbarkeit zurück gekehrt werden kann.

**Synergieeffekte**

- Sicherheit  
Nein
- objektübergreifend  
Nein
- bedrohungsübergreifend  
Nein

**Realisierbarkeit**

Einfach umzusetzen bei mittleren Kosten

**Kurzbeschreibung**

Vermeidung baulicher Schäden durch anstehenden Wasserdruck, Schäden an betriebstechnischer Ausrüstung bei Undichtheit und verkehrlicher Auswirkungen bei Wasser im Tunnel. Grundlage hierfür ist eine vorausgegangene Bedrohungsanalyse, bei der hohe Wasserstände als reale Gefahr für das Tunnelbauwerk identifiziert wurden. Schutzmaßnahmen gegen Wasser und die Tunnelentwässerung müssen gemäß der ZTV-ING geplant werden. Bei besonderer Gefährdung durch hydrologische Naturgefahren kann eine angepasste Auslegung des Entwässerungssystems sinnvoll sein, insbesondere bei Tunneln mit Tiefpunkten entlang der Tunnellängsachse.

**Wirkungsart**

technisch  organisatorisch

**Resilienzphase**

prevent  protect  respond  recover  prepare

**Wirkungsort**

Tunnelbauwerk inkl. Portale  Zentralsystem  Netzelement  regionales Umfeld

**Implementierung**

Bauwerksmanagement  Ereignismanagement  Verkehrsmanagement  Naturgefahrenmanagement  Führungsebene

**Anwendungsfall**

Neubau  Bestand

**Zeithorizont**

kurzfristig  mittelfristig  langfristig  nicht relevant (bei Neubau)

**Effekte auf Verfügbarkeit**

Schäden an Bauwerk, Betriebstechnik und Menschen infolge von Erdbeben Schäden werden reduziert, so dass schneller zu der ursprünglichen Verfügbarkeit zurück gekehrt werden kann.

**Synergieeffekte**

- Sicherheit  
Nein
- objektübergreifend  
Nein
- bedrohungsübergreifend  
Nein

**Realisierbarkeit**

Einfach umzusetzen bei mittleren Kosten

**Kurzbeschreibung**

Automatische Brandbekämpfungsanlagen in Form von Hochdruckwassernebelanlagen können bei richtigem Einsatz die Brandentwicklung stoppen, wodurch die Brandgröße geringer gehalten sowie das Übergreifen auf andere Fahrzeuge verhindert wird. So wird der Einsatz der Feuerwehr vor Ort deutlich erleichtert. Aufgrund der Eindämmung des Brandes und somit der Hitzentwicklung wird zudem auch das Tunnelbauwerk vor Beschädigungen geschützt.

**Wirkungsart**

technisch       organisatorisch

**Resilienzphase**

prevent       protect       respond       recover       prepare

**Wirkungsort**

Tunnelbauwerk inkl. Portale       Zentralsystem       Netzelement       regionales Umfeld

**Implementierung**

Bauwerksmanagement       Ereignismanagement       Verkehrsmanagement       Naturgefahrenmanagement       Führungsebene

**Anwendungsfall**

Neubau       Bestand

**Zeithorizont**

kurzfristig       mittelfristig       langfristig       nicht relevant (bei Neubau)

**Effekte auf Verfügbarkeit**

Schäden an Bauwerk, Betriebstechnik und Menschen infolge von Bränden werden stark reduziert.

**Synergieeffekte**

- Sicherheit  
Nein
- objektübergreifend  
Nein
- bedrohungsübergreifend  
Nein

**Realisierbarkeit**

Kostenschätzung: Neubau: Investitionskosten von 100.000€ je Reservoir mit Pumpenanlage und 3.000-4.000€ pro Tunnelmeter und Röhre für Rohrleitungen, Düsen und Armaturen. Unterhaltungskosten von 5%

**Kurzbeschreibung**

Hochwasserschutzzelemente können verkehrlichen Auswirkung und des Schadensausmaßes bei Hochwasser minimieren.

**Wirkungsart**

- technisch       organisatorisch

**Resilienzphase**

- prevent       protect       respond       recover       prepare

**Wirkungsort**

- Tunnelbauwerk inkl. Portale       Zentralsystem       Netzelement       regionales Umfeld

**Implementierung**

- Bauwerksmanagement       Ereignismanagement       Verkehrsmanagement       Naturgefahrenmanagement       Führungsebene

**Anwendungsfall**

- Neubau       Bestand

**Zeithorizont**

- kurzfristig       mittelfristig       langfristig       nicht relevant (bei Neubau)

**Effekte auf Verfügbarkeit**

Schutz vor Hochwasser um Schäden am Bauwerk und Betriebsausstattung zu reduzieren

**Synergieeffekte**

- Sicherheit  
    Nein
- objektübergreifend  
    Nein
- bedrohungsübergreifend  
    Nein

**Realisierbarkeit**

Einfach umzusetzen bei mittleren Kosten

**Kurzbeschreibung**

Minderung des Schadensausmaßes und somit auch der Wiederherstellungsdauer z.B. durch Auslegung für Explosionslasten, Konstruktion einer Vorsatzschale aus mikrobewehrtem Hochleistungsbeton, der Verwendung von Brandschutzbeton, Brandschutzbekleidung, Verwendung von Dämpferbeton oder zweischaliger Bauweise.

**Wirkungsart**

technisch       organisatorisch

**Resilienzphase**

prevent       protect       respond       recover       prepare

**Wirkungsort**

Tunnelbauwerk inkl. Portale       Zentralsystem       Netzelement       regionales Umfeld

**Implementierung**

Bauwerksmanagement       Ereignismanagement       Verkehrsmanagement       Naturgefahrenmanagement       Führungsebene

**Anwendungsfall**

Neubau       Bestand

**Zeithorizont**

kurzfristig       mittelfristig       langfristig       nicht relevant (bei Neubau)

**Effekte auf Verfügbarkeit**

Minderung des Schadensausmaßes und somit auch der Wiederherstellungsdauer

**Synergieeffekte**

- Sicherheit  
Nein
- objektübergreifend  
Nein
- bedrohungsübergreifend  
Nein

**Realisierbarkeit**

Einfach umzusetzen bei hohen Kosten

**Kurzbeschreibung**

Minderung des Schadensausmaßes und somit auch der Wiederherstellungsdauer z.B. durch Auslegung für höhere Brandlasten, Konstruktion einer Vorsatzschale aus mikrobewehrtem Hochleistungsbeton, der Verwendung von Brandschutzbeton, Brandschutzbekleidung oder zweischaliger Bauweise.

**Wirkungsart**

technisch       organisatorisch

**Resilienzphase**

prevent       protect       respond       recover       prepare

**Wirkungsort**

Tunnelbauwerk inkl. Portale       Zentralsystem       Netzelement       regionales Umfeld

**Implementierung**

Bauwerksmanagement       Ereignismanagement       Verkehrsmanagement       Naturgefahrenmanagement       Führungsebene

**Anwendungsfall**

Neubau       Bestand

**Zeithorizont**

kurzfristig       mittelfristig       langfristig       nicht relevant (bei Neubau)

**Effekte auf Verfügbarkeit**

Minderung des Schadensausmaßes und somit auch der Wiederherstellungsdauer

**Synergieeffekte**

- Sicherheit  
Nein
- objektübergreifend  
Nein
- bedrohungsübergreifend  
Nein

**Realisierbarkeit**

Einfach umzusetzen bei mittleren Kosten

# Schutz sicherheitstechnischer Ausrüstung im Tunnel vor physischen Zugriffen

P3-T10

## Kurzbeschreibung

Die Zugriffskontrolle wirkt Schadensausmaßmindernd, indem sie durch eine schnelle Detektion unbefugter (böswilliger) Zugriffe auf betriebstechnische Ausstattung die Auswirkungen von Sabotageakten verhindern bzw. abmindern kann.

Die physische Überwachung z. B. von Schachtdeckeln kann mittels Glasfaser zur frühzeitigen Erkennung von Manipulationen bzw. Sabotage erfolgen. Auch die Kontrolle mittels Videoüberwachung- oder Detektion ist möglich) für einzelne Zugriffspunkte).

## Wirkungsart

technisch  organisatorisch

## Resilienzphase

prevent  protect  respond  recover  prepare

## Wirkungsort

Tunnelbauwerk inkl. Portale  Zentralsystem  Netzelement  regionales Umfeld

## Implementierung

Bauwerksmanagement  Ereignismanagement  Verkehrsmanagement  Naturgefahrenmanagement  Führungsebene

## Anwendungsfall

Neubau  Bestand

## Zeithorizont

kurzfristig  mittelfristig  langfristig  nicht relevant (bei Neubau)

## Effekte auf Verfügbarkeit

Schutz vor Manipulation, Beschädigung, Diebstahl

## Synergieeffekte

- Sicherheit  
Nein
- objektübergreifend  
Nein
- bedrohungsübergreifend  
Nein

## Realisierbarkeit

Mittlere Schwierigkeitsgrad für die Umsetzung und Kosten

**Kurzbeschreibung**

Verhindert effektiv das Einfahren weiterer Fahrzeuge in den Tunnel, während rote Ampeln vor dem Portal häufig ignoriert werden und die Sperrschranken aufgrund des fließenden Verkehrs nicht herunterfahren. Die Softstop Barriere wurde erstmals am Sydney Harbour Tunnel in Form eines Wasservorhangs mit projiziertem Stoppschild eingesetzt. Der optische Sperreffekt kann auch durch (rot) leuchtende LED-Leisten in der Fahrbahn am Portal erreicht werden. Ein solches System wird zurzeit in Luxemburg getestet.

**Wirkungsart**

- technisch       organisatorisch

**Resilienzphase**

- prevent       protect       respond       recover       prepare

**Wirkungsort**

- Tunnelbauwerk inkl. Portale       Zentralsystem       Netzelement       regionales Umfeld

**Implementierung**

- Bauwerksmanagement       Ereignismanagement       Verkehrsmanagement       Naturgefahrenmanagement       Führungsebene

**Anwendungsfall**

- Neubau       Bestand

**Zeithorizont**

- kurzfristig       mittelfristig       langfristig       nicht relevant (bei Neubau)

**Effekte auf Verfügbarkeit**

Schutz vor Einfahrt in Gefahrensituationen

**Synergieeffekte**

- Sicherheit
  - Ja
- objektübergreifend
  - Nein
- bedrohungsübergreifend
  - Ja

**Realisierbarkeit**

Einfach umzusetzen bei mittleren Kosten

**Kurzbeschreibung**

Regelmäßige Einsatzübungen helfen die Rettungskräfte auf Einsätze in Straßentunneln vorzubereiten. Gemäß RABT sollen mindesten alle 4 Jahre realistische Großübungen stattfinden, wobei i.d.R. Unfallszenarien mit und ohne Gefahrgutbeteiligung oder Brandereignisse erprobt werden. Die Maßnahmen dienen dazu, das resultierende Schadensausmaß an Nutzer und Bauwerk zu reduzieren. Durch einen effektiven Bauwerkschutz (z.B. Kühlen der Betonbauteile) kann die Wiederherstellungsdauer zur Ursprungsfunktionalität verbessert werden. Um für Einsatzübungen eine vollständige Tunnelsperre zu vermeiden, können diese auch an einem Feuerwehr-Trainingszentrum durchgeführt werden

**Wirkungsart**

technisch  organisatorisch

**Resilienzphase**

prevent  protect  respond  recover  prepare

**Wirkungsort**

Tunnelbauwerk inkl. Portale  Zentralsystem  Netzelement  regionales Umfeld

**Implementierung**

Bauwerksmanagement  Ereignismanagement  Verkehrsmanagement  Naturgefahrenmanagement  Führungsebene

**Anwendungsfall**

Neubau  Bestand

**Zeithorizont**

kurzfristig  mittelfristig  langfristig  nicht relevant (bei Neubau)

**Effekte auf Verfügbarkeit**

Einsatzkräfte sammeln so relevante Erfahrungen und bereiten sich auf außergewöhnliche Ereignisse (z. B. Nichtverfügbarkeit BOS-Funk bei Großbrand) in Tunneln vor und gehen Vorbereitet in die Ereignisbewältigung.

**Synergieeffekte**

- Sicherheit
  - Ja
- objektübergreifend
  - Nein
- bedrohungsübergreifend
  - Ja

**Realisierbarkeit**

Einfach umzusetzen bei geringen Kosten

**Kurzbeschreibung**

Durch die Trainingsmaßnahmen sollen die Operatoren auf die Bewältigung von Schadensereignissen vorbereitet werden. Neben technischen Kenntnissen müssen diese auch eine hohe Belastbarkeit und Entscheidungsvermögen, speziell im Falle außergewöhnlicher Ereignisse im Tunnel, aufweisen. Mithilfe eines Tunnel-Simulators kann die Abwicklung definierter Ereignisse in einem Tunnel gezielt trainiert werden. Dabei sollen neben den gewöhnlichen verkehrlichen Bedrohungen auch außergewöhnliche Gefahrensituationen geübt werden.

**Wirkungsart**

technisch       organisatorisch

**Resilienzphase**

prevent       protect       respond       recover       prepare

**Wirkungsort**

Tunnelbauwerk inkl. Portale       Zentralsystem       Netzelement       regionales Umfeld

**Implementierung**

Bauwerksmanagement       Ereignismanagement       Verkehrsmanagement       Naturgefahrenmanagement       Führungsebene

**Anwendungsfall**

Neubau       Bestand

**Zeithorizont**

kurzfristig       mittelfristig       langfristig       nicht relevant (bei Neubau)

**Effekte auf Verfügbarkeit**

Operatoren sammeln so relevante Erfahrungen und bereiten sich auf außergewöhnliche Ereignisse vor und gehen Vorbereitet in die Ereignisbewältigung so dass die Verfügbarkeit nur geringe Einschränkung erleidet.

**Synergieeffekte**

- Sicherheit  
    Ja
- objektübergreifend  
    Nein
- bedrohungsübergreifend  
    Ja

**Realisierbarkeit**

Einfach umzusetzen bei geringen Kosten

**Kurzbeschreibung**

Für kritische Tunnel kann eine Videüberwachung auch bei einer Tunnellänge < 400 m sinnvoll sein. Die Klassifizierung zur Definition kritischer Tunnel kann beispielsweise anhand einer Tunnelkennziffer erfolgen. Dabei können Parameter wie JDTV, Stauwahrscheinlichkeit, Querschnitt, ev. vorhandene Zu-/Abfahrten, Unfallzahlen oder die erwarteten verkehrlichen Auswirkungen einer Nichtverfügbarkeit berücksichtigt werden.

**Wirkungsart**

- technisch       organisatorisch

**Resilienzphase**

- prevent       protect       respond       recover       prepare

**Wirkungsort**

- Tunnelbauwerk inkl. Portale       Zentralsystem       Netzelement       regionales Umfeld

**Implementierung**

- Bauwerksmanagement       Ereignismanagement       Verkehrsmanagement       Naturgefahrenmanagement       Führungsebene

**Anwendungsfall**

- Neubau       Bestand

**Zeithorizont**

- kurzfristig       mittelfristig       langfristig       nicht relevant (bei Neubau)

**Effekte auf Verfügbarkeit**

Durch Verkürzung der Reaktionszeit kann das Schadensausmass reduziert werden

**Synergieeffekte**

- o Sicherheit
  - Ja
- o objektübergreifend
  - Nein
- o bedrohungsübergreifend
  - Ja

**Realisierbarkeit**

Einfach umzusetzen bei geringen Kosten

**Kurzbeschreibung**

Typische Indikatoren zur Vorbereitung eines Angriffs sind:  
 - Ausspähen des Zieles / Beschaffen von Informationen  
 - Versuch, sich Zugang zu verschaffen (z.B. über die Fluchtwege, mittels kopierter Schlüssel oder über Fern- / Wartungszugang)  
 - Versuch, Passwörter etc. zu ändern  
 - gleichzeitiger Ausfall / Beeinträchtigung von unabhängigen Systemen

**Wirkungsart**

technisch       organisatorisch

**Resilienzphase**

prevent       protect       respond       recover       prepare

**Wirkungsort**

Tunnelbauwerk inkl. Portale       Zentralsystem       Netzelement       regionales Umfeld

**Implementierung**

Bauwerksmanagement       Ereignismanagement       Verkehrsmanagement       Naturgefahrenmanagement       Führungsebene

**Anwendungsfall**

Neubau       Bestand

**Zeithorizont**

kurzfristig       mittelfristig       langfristig       nicht relevant (bei Neubau)

**Effekte auf Verfügbarkeit**

Durch Verkürzung der Reaktionszeit kann das Schadensausmass reduziert und verhindert werden

**Synergieeffekte**

- Sicherheit
  - Ja
- objektübergreifend
  - Nein
- bedrohungsübergreifend
  - Nein

**Realisierbarkeit**

Mittlerer Schwierigkeitsgrad bei mittleren Kosten

**Kurzbeschreibung**

Im Falle von reduzierter Verfügbarkeit sollten von den Tunneln abhängige Betreiber kritischer Infrastrukturen umgehend in Kenntnis gesetzt werden um die Versorgungssicherheit nicht zu gefährden.

**Wirkungsart**

technisch       organisatorisch

**Resilienzphase**

prevent       protect       respond       recover       prepare

**Wirkungsort**

Tunnelbauwerk inkl. Portale       Zentralsystem       Netzelement       regionales Umfeld

**Implementierung**

Bauwerksmanagement       Ereignismanagement       Verkehrsmanagement       Naturgefahrenmanagement       Führungsebene

**Anwendungsfall**

Neubau       Bestand

**Zeithorizont**

kurzfristig       mittelfristig       langfristig       nicht relevant (bei Neubau)

**Effekte auf Verfügbarkeit**

Um Auswirkungen der eingeschränkten Verfügbarkeit auf andere Sektoren zu reduzieren

**Synergieeffekte**

- Sicherheit  
    Nein
- objektübergreifend  
    Nein
- bedrohungsübergreifend  
    Nein

**Realisierbarkeit**

Einfach umzusetzen bei geringen Kosten

**Kurzbeschreibung**

Die Zugriffskontrolle wirkt Schadensausmaßmindernd, indem sie durch eine schnelle Detektion unbefugter (böswilliger) Zugriffe auf betriebstechnische Ausstattung die Auswirkungen von Sabotageakten verhindern bzw. abmildern kann.

Die physische Überwachung z. B. von Schachtdeckeln kann mittels Glasfaser zur frühzeitigen Erkennung von Manipulationen bzw. Sabotage erfolgen. Auch die Kontrolle mittels Videoüberwachung- oder Detektion ist möglich) für einzelne Zugriffspunkte).

**Wirkungsart**

- technisch       organisatorisch

**Resilienzphase**

- prevent       protect       respond       recover       prepare

**Wirkungsort**

- Tunnelbauwerk inkl. Portale       Zentralsystem       Netzelement       regionales Umfeld

**Implementierung**

- Bauwerksmanagement       Ereignismanagement       Verkehrsmanagement       Naturgefahrenmanagement       Führungsebene

**Anwendungsfall**

- Neubau       Bestand

**Zeithorizont**

- kurzfristig       mittelfristig       langfristig       nicht relevant (bei Neubau)

**Effekte auf Verfügbarkeit**

Schutz vor Manipulation, Beschädigung, Diebstahl und deren Auswirkung auf die Verfügbarkeit

**Synergieeffekte**

- Sicherheit  
Nein
- objektübergreifend  
Nein
- bedrohungsübergreifend  
Ja

**Realisierbarkeit**

Einfach umzusetzen bei mittleren Kosten

**Kurzbeschreibung**

Gemäß den RABT ist ein Löschwasservorrat mit einer Größe von 72m<sup>3</sup> vorgesehen. Um bei außergewöhnlich großen Brandereignissen ausreichend Löschwasser zur Verfügung zu haben, kann eine Vergrößerung des Speichers vorgesehen werden. Hinzu kommt, dass auch im Zuge der Tunnelwaschung das Löschwasser zum Einsatz kommt und somit in der Zeit danach (bis zu einem Tag) ein zu geringer Löschwasservorrat zur Verfügung steht. (Tank wird in etwa bis zur Hälfte geleert)

**Wirkungsart**

- technisch       organisatorisch

**Resilienzphase**

- prevent       protect       respond       recover       prepare

**Wirkungsort**

- Tunnelbauwerk inkl. Portale       Zentralsystem       Netzelement       regionales Umfeld

**Implementierung**

- Bauwerksmanagement       Ereignismanagement       Verkehrsmanagement       Naturgefahrenmanagement       Führungsebene

**Anwendungsfall**

- Neubau       Bestand

**Zeithorizont**

- kurzfristig       mittelfristig       langfristig       nicht relevant (bei Neubau)

**Effekte auf Verfügbarkeit**

Schutz vor Brand

**Synergieeffekte**

- Sicherheit  
Nein
- objektübergreifend  
Nein
- bedrohungsübergreifend  
Ja

**Realisierbarkeit**

Neubau: Einfach umzusetzen bei mittleren Kosten  
Bestand: Schwer umzusetzen bei hohen Kosten

**Kurzbeschreibung**

Um beim Ausfall der Stromversorgung sämtliche sicherheitstechnische Ausstattung im Tunnel weiterhin betreiben zu können (größere Leistung als USV-Anlage erforderlich), kann ein mit Diesel betriebenes Notstromaggregat für eine bestimmte Dauer zum Einsatz kommen.

**Wirkungsart**

- technisch       organisatorisch

**Resilienzphase**

- prevent       protect       respond       recover       prepare

**Wirkungsort**

- Tunnelbauwerk inkl. Portale       Zentralsystem       Netzelement       regionales Umfeld

**Implementierung**

- Bauwerksmanagement       Ereignismanagement       Verkehrsmanagement       Naturgefahrenmanagement       Führungsebene

**Anwendungsfall**

- Neubau       Bestand

**Zeithorizont**

- kurzfristig       mittelfristig       langfristig       nicht relevant (bei Neubau)

**Effekte auf Verfügbarkeit**

Schutz vor Brand

**Synergieeffekte**

- o Sicherheit  
Nein
- o objektübergreifend  
Nein
- o bedrohungsübergreifend  
Ja

**Realisierbarkeit**

Einfach umzusetzen bei mittleren Kosten

**Back-up Control Center / Redundante TLZ****M1-T4****Kurzbeschreibung**

Die Steuerung jedes Tunnels kann bei Ausfall der zugehörigen ständig besetzten Stelle durch eine andere redundante TLZ übernommen werden.

**Wirkungsart**

technisch       organisatorisch

**Resilienzphase**

prevent       protect       respond       recover       prepare

**Wirkungsort**

Tunnelbauwerk inkl. Portale       Zentralsystem       Netzelement       regionales Umfeld

**Implementierung**

Bauwerksmanagement       Ereignismanagement       Verkehrsmanagement       Naturgefahrenmanagement       Führungsebene

**Anwendungsfall**

Neubau       Bestand

**Zeithorizont**

kurzfristig       mittelfristig       langfristig       nicht relevant (bei Neubau)

**Effekte auf Verfügbarkeit**

Schutz vor Ausfall der TLZ

**Synergieeffekte**

- Sicherheit  
    Nein
- objektübergreifend  
    Ja
- bedrohungsübergreifend  
    Ja

**Realisierbarkeit**

Einfach umzusetzen bei hohen Kosten

**Kurzbeschreibung**

Die Videodetektion stellt eine Möglichkeit dar, Ereignisse wie Verkehrsunfälle oder Brände mit Rauchentwicklung (v.a. bei geringer Hitzeentwicklung relevant) rasch und automatisiert zu detektieren. So kann frühzeitig und angepasst an die Situation reagiert werden.

**Wirkungsart**

technisch       organisatorisch

**Resilienzphase**

prevent       protect       respond       recover       prepare

**Wirkungsort**

Tunnelbauwerk inkl. Portale       Zentralsystem       Netzelement       regionales Umfeld

**Implementierung**

Bauwerksmanagement       Ereignismanagement       Verkehrsmanagement       Naturgefahrenmanagement       Führungsebene

**Anwendungsfall**

Neubau       Bestand

**Zeithorizont**

kurzfristig       mittelfristig       langfristig       nicht relevant (bei Neubau)

**Effekte auf Verfügbarkeit**

Verkürzte Reaktionszeit und damit Reduzierung der Auswirkungen auf das Schadensausmaß

**Synergieeffekte**

- Sicherheit  
    Ja
- objektübergreifend  
    Nein
- bedrohungsübergreifend  
    Ja

**Realisierbarkeit**

Einfach umzusetzen bei mittleren Kosten

**Kurzbeschreibung**

Ermöglicht die Detektion untypischer Geräusche im Tunnel wie z. B. quietschende oder geplatzte Reifen, schlagende Fahrzeughüllen oder Stimmen durch Spezialmikrofone. Im Falle einer Detektion werden Videobilder des betroffenen Bereichs unmittelbar in der TLZ aufgeschaltet.

**Wirkungsart**

technisch  organisatorisch

**Resilienzphase**

prevent  protect  respond  recover  prepare

**Wirkungsort**

Tunnelbauwerk inkl. Portale  Zentralsystem  Netzelement  regionales Umfeld

**Implementierung**

Bauwerksmanagement  Ereignismanagement  Verkehrsmanagement  Naturgefahrenmanagement  Führungsebene

**Anwendungsfall**

Neubau  Bestand

**Zeithorizont**

kurzfristig  mittelfristig  langfristig  nicht relevant (bei Neubau)

**Effekte auf Verfügbarkeit**

Verkürzte Reaktionszeit und damit Reduzierung der Auswirkungen auf das Schadensausmaß

**Synergieeffekte**

- Sicherheit
  - Ja
- objektübergreifend
  - Nein
- bedrohungsübergreifend
  - Ja

**Realisierbarkeit**

Einfach umzusetzen bei mittleren Kosten

**Kurzbeschreibung**

Eine Detektion von Gefahrgut ermöglicht die Identifizierung eines Gefahrguttransports noch vor Einfahrt in den Tunnel. So kann im Ereignisfall angemessen auf das erhöhte Risiko (z.B. durch höhere Brandlast und spezielle Anforderungen an Löscharbeiten) reagiert werden. Die Videodetektion kann bei Verschmutzung von Gefahrguttabellen nicht immer zuverlässig erfolgen. Als Alternative bietet sich die Gefahrguterkenung durch Radio Frequency Identification (RFID) Technologie an. Dabei sind die Fahrzeuge selbst mit einem RFID Transponder ausgestattet, welche die darauf gespeicherten Daten an ausreichend weit vor den Portalen installierte Lesegeräte übertragen.

**Wirkungsart**

technisch       organisatorisch

**Resilienzphase**

prevent       protect       respond       recover       prepare

**Wirkungsort**

Tunnelbauwerk  
inkl. Portale       Zentralsystem       Netzelement       regionales Umfeld

**Implementierung**

Bauwerks-  
management       Ereignis-  
management       Verkehrs-  
management       Naturgefahren-  
management       Führungsebene

**Anwendungsfall**

Neubau       Bestand

**Zeithorizont**

kurzfristig       mittelfristig       langfristig       nicht relevant (bei Neubau)

**Effekte auf Verfügbarkeit**

Verkürzte Reaktionszeit und damit Reduzierung der Auswirkungen auf das Schadensausmaß durch vorbeugendes Verkehrsmanagement.

**Synergieeffekte**

- Sicherheit  
Ja
- objektübergreifend  
Nein
- bedrohungsübergreifend  
Ja

**Realisierbarkeit**

Einfach umzusetzen bei mittleren Kosten

**Kurzbeschreibung**

Die verschiedenen Komponenten der ITCC Integration (Abschätzen des Gefahrenpotentials, Strategiemanagement, Ereignismanagement) ermöglichen dem Operator die derzeit im Tunnel vorherrschende Situation zu bewerten und das resultierende Gefahrenpotential abzuschätzen um angemessen darauf zu reagieren. Dafür können verschiedene Sensordaten und Analyseverfahren verknüpft werden z. B. Anzahl und Typen von Fahrzeugen im Tunnel, Fahrverhalten, Betriebsparameter, Tunnelcharakteristiken und Anlagenzustand. Mithilfe eines sogenannten Echtzeit-Sicherheitsmanagementsystems kann durch eine Senkung der kognitiven Beanspruchung der Operatoren und einer Verkürzung ihrer Reaktionszeit eine frühere Einleitung der Selbstrettungsphase erzielt werden.

**Wirkungsart**

technisch  organisatorisch

**Resilienzphase**

prevent  protect  respond  recover  prepare

**Wirkungsort**

Tunnelbauwerk inkl. Portale  Zentralsystem  Netzelement  regionales Umfeld

**Implementierung**

Bauwerksmanagement  Ereignismanagement  Verkehrsmanagement  Naturgefahrenmanagement  Führungsebene

**Anwendungsfall**

Neubau  Bestand

**Zeithorizont**

kurzfristig  mittelfristig  langfristig  nicht relevant (bei Neubau)

**Effekte auf Verfügbarkeit**

Überforderung des Bedienpersonals infolge von zu vielen Informationen können reduziert werden.

**Synergieeffekte**

- Sicherheit
  - Ja
- objektübergreifend
  - Ja
- bedrohungsübergreifend
  - Ja

**Realisierbarkeit**

Neubau: Einfach umzusetzen bei mittleren Kosten  
Bestand: Mittelschwer umzusetzen bei mittleren Kosten

## Sicherstellung des Zugriffes auf informationstechnische Komponenten

M1-T9

### Kurzbeschreibung

Beispiele:

- Verschließen von Kabelschächten
- Schutz wichtiger Kabel (z.B. Einzug in "Panzerrohre")
- einbruch- / vandalismussichere Türen
- siehe "bauliche Trennung Pannenbuchten und Betriebseinrichtung"

### Wirkungsart

- technisch       organisatorisch

### Resilienzphase

- prevent       protect       respond       recover       prepare

### Wirkungsort

- Tunnelbauwerk inkl. Portale       Zentralsystem       Netzelement       regionales Umfeld

### Implementierung

- Bauwerksmanagement       Ereignismanagement       Verkehrsmanagement       Naturgefahrenmanagement       Führungsebene

### Anwendungsfall

- Neubau       Bestand

### Zeithorizont

- kurzfristig       mittelfristig       langfristig       nicht relevant (bei Neubau)

### Effekte auf Verfügbarkeit

Schutz vor Manipulation, Beschädigung, Diebstahl

### Synergieeffekte

- o Sicherheit  
Ja
- o objektübergreifend  
Nein
- o bedrohungsübergreifend  
Ja

### Realisierbarkeit

Einfach umzusetzen bei mittleren Kosten

## Separate Serviceröhre für Instandhaltungsarbeiten

M1-T10

### Kurzbeschreibung

Eine separate Serviceröhre kann die Durchführung von Servicearbeiten effizienter und sicherer gestalten.

### Wirkungsart

technisch  organisatorisch

### Resilienzphase

prevent  protect  respond  recover  prepare

### Wirkungsort

Tunnelbauwerk inkl. Portale  Zentralsystem  Netzelement  regionales Umfeld

### Implementierung

Bauwerksmanagement  Ereignismanagement  Verkehrsmanagement  Naturgefahrenmanagement  Führungsebene

### Anwendungsfall

Neubau  Bestand

### Zeithorizont

kurzfristig  mittelfristig  langfristig  nicht relevant (bei Neubau)

### Effekte auf Verfügbarkeit

Schutz vor Manipulation, Beschädigung, Diebstahl

### Synergieeffekte

- Sicherheit
  - Ja
- objektübergreifend
  - Nein
- bedrohungsübergreifend
  - Ja

### Realisierbarkeit

Im Bestand nicht realisierbar  
Im Neubau mit erheblichen Mehrkosten verbunden

**Kurzbeschreibung**

Im Falle definierter Notfallszenarien, bei denen verwaltungstechnische Abläufe (wie beispielweise eine EU-weite Ausschreibung) außer Kraft gesetzt werden können, um die Funktionalität rascher wiederherstellen zu können.

**Wirkungsart**

- technisch       organisatorisch

**Resilienzphase**

- prevent       protect       respond       recover       prepare

**Wirkungsort**

- Tunnelbauwerk inkl. Portale       Zentralsystem       Netzelement       regionales Umfeld

**Implementierung**

- Bauwerksmanagement       Ereignismanagement       Verkehrsmanagement       Naturgefahrenmanagement       Führungsebene

**Anwendungsfall**

- Neubau       Bestand

**Zeithorizont**

- kurzfristig       mittelfristig       langfristig       nicht relevant (bei Neubau)

**Effekte auf Verfügbarkeit**

Verkleinern von Bürokatiehürden zur beschleunigten Instandsetzung

**Synergieeffekte**

- Sicherheit
  - Ja
- objektübergreifend
  - Nein
- bedrohungsübergreifend
  - Ja

**Realisierbarkeit**

Aufwendige Umsetzbarkeit bei geringen Kosten

**Kurzbeschreibung**

Beschleunigte Baubewilligung nach Ereignissen (ggf. außer Kraft setzen administrativer Abläufe und Vergaberichtlinien in "Krisensituationen", wie beispielsweise Versorgungsknappheit oder Trennwirkung oder mangels geeigneter Umleitungsstrecken) um den Recovery Prozess zu beschleunigen, also eine schnelle Rückkehr zur Ausgangsfunktionalität zu ermöglichen.

**Wirkungsart**

technisch       organisatorisch

**Resilienzphase**

prevent       protect       respond       recover       prepare

**Wirkungsort**

Tunnelbauwerk inkl. Portale       Zentralsystem       Netzelement       regionales Umfeld

**Implementierung**

Bauwerksmanagement       Ereignismanagement       Verkehrsmanagement       Naturgefahrenmanagement       Führungsebene

**Anwendungsfall**

Neubau       Bestand

**Zeithorizont**

kurzfristig       mittelfristig       langfristig       nicht relevant (bei Neubau)

**Effekte auf Verfügbarkeit**

Verkleinern von Bürokatiehürden zur beschleunigten Instandsetzung

**Synergieeffekte**

- Sicherheit  
Ja
- objektübergreifend  
Nein
- bedrohungsübergreifend  
Ja

**Realisierbarkeit**

Aufwendige Umsetzbarkeit bei geringen Kosten

**Kurzbeschreibung**

Durch vorab definierte Umleitungsstrecken (z.B. im AGAP) können die regionalen verkehrlichen Auswirkungen während eines Ereignisses bzw. während des Wiederherstellungsprozesses minimiert werden. Dabei sollten Faktoren wie Mehrreisezeit, zusätzliche Emissionen, aber auch die Eignung des niederrangigen Straßennetzes berücksichtigt werden, um das erhöhte Verkehrsaufkommen zu bewältigen.

**Wirkungsart**

technisch                       organisatorisch

**Resilienzphase**

prevent                       protect                       respond                       recover                       prepare

**Wirkungsort**

Tunnelbauwerk inkl. Portale                       Zentralsystem                       Netzelement                       regionales Umfeld

**Implementierung**

Bauwerksmanagement                       Ereignismanagement                       Verkehrsmanagement                       Naturgefahrenmanagement                       Führungsebene

**Anwendungsfall**

Neubau                       Bestand

**Zeithorizont**

kurzfristig                       mittelfristig                       langfristig                       nicht relevant (bei Neubau)

**Effekte auf Verfügbarkeit**

Identifikation effizienter Alternativrouten führt zu einer Verbesserten regionalen Verfügbarkeit und reduziert die Überlastung des nachgelagerten Netzes

**Synergieeffekte**

- o Sicherheit  
    Ja
- o objektübergreifend  
    Nein
- o bedrohungsübergreifend  
    Ja

**Realisierbarkeit**

Einfache Umsetzbarkeit bei geringen Kosten

**Kurzbeschreibung**

Im Falle einer länger andauernden Nichtverfügbarkeit kann die Aufrechterhaltung der Mobilität auch über Nutzung alternativer Verkehrsträger erfolgen. Dazu werden multimodale Alternativrouten definiert und damit einhergehende Kommunikationsstrategien erstellt.

**Wirkungsart**

- technisch       organisatorisch

**Resilienzphase**

- prevent       protect       respond       recover       prepare

**Wirkungsort**

- Tunnelbauwerk inkl. Portale       Zentralsystem       Netzelement       regionales Umfeld

**Implementierung**

- Bauwerksmanagement       Ereignismanagement       Verkehrsmanagement       Naturgefahrenmanagement       Führungsebene

**Anwendungsfall**

- Neubau       Bestand

**Zeithorizont**

- kurzfristig       mittelfristig       langfristig       nicht relevant (bei Neubau)

**Effekte auf Verfügbarkeit**

Multimodale Alternativrouten führen zu einer Verbesserten regionalen Verfügbarkeit und reduziert die Überlastung des nachgelagerten Netzes

**Synergieeffekte**

- Sicherheit
  - Ja
- objektübergreifend
  - Nein
- bedrohungsübergreifend
  - Ja

**Realisierbarkeit**

Mittelschwere Umsetzbarkeit bei geringen Kosten

**Kurzbeschreibung**

Die temporäre Freigabe des Seitenstreifens als zusätzlichen Fahrstreifen dient der Steigerung der verkehrlichen Kapazität. Dabei ist besonderer Wert auf sämtliche bauliche, betriebliche und sicherheitstechnische Voraussetzungen zu legen.

**Wirkungsart**

technisch  organisatorisch

**Resilienzphase**

prevent  protect  respond  recover  prepare

**Wirkungsort**

Tunnelbauwerk inkl. Portale  Zentralsystem  Netzelement  regionales Umfeld

**Implementierung**

Bauwerksmanagement  Ereignismanagement  Verkehrsmanagement  Naturgefahrenmanagement  Führungsebene

**Anwendungsfall**

Neubau  Bestand

**Zeithorizont**

kurzfristig  mittelfristig  langfristig  nicht relevant (bei Neubau)

**Effekte auf Verfügbarkeit**

Erhöhte die Verfügbarkeit in verkehrlichen Spitzen

**Synergieeffekte**

- Sicherheit  
Nein
- objektübergreifend  
Nein
- bedrohungsübergreifend  
Ja

**Realisierbarkeit**

Einfache bis mittlere Umsetzbarkeit bei geringen Kosten

**Kurzbeschreibung**

Die Definition minimaler Betriebsbedingungen ermöglicht dem Betreiber im Fall eingetretener Schadensszenarien rasch Entscheidungen über die zu ergreifenden Maßnahmen zur Gewährleistung des Mindestsicherheitsniveaus im jeweiligen Tunnel treffen zu können. Die Maßnahmen(-kombinationen) können betriebstechnische, organisatorische bzw. verkehrliche Aspekte beinhalten und beschleunigen den Wiederherstellungsprozess der Funktionalität. Zudem wird eine Grundlage für die Argumentation ggü. Entscheidungsträgern, Vorgesetzten und der Politik sowie größere Handlungssicherheit geschaffen.

**Wirkungsart**

- technisch       organisatorisch

**Resilienzphase**

- prevent       protect       respond       recover       prepare

**Wirkungsort**

- Tunnelbauwerk inkl. Portale       Zentralsystem       Netzelement       regionales Umfeld

**Implementierung**

- Bauwerksmanagement       Ereignismanagement       Verkehrsmanagement       Naturgefahrenmanagement       Führungsebene

**Anwendungsfall**

- Neubau       Bestand

**Zeithorizont**

- kurzfristig       mittelfristig       langfristig       nicht relevant (bei Neubau)

**Effekte auf Verfügbarkeit**

Ermöglicht den temporären Betrieb zur Erhaltung einer Mindestverfügbarkeit bis Rückkehr zur vollen Verfügbarkeit.

**Synergieeffekte**

- Sicherheit  
    Ja
- objektübergreifend  
    Nein
- bedrohungsübergreifend  
    Ja

**Realisierbarkeit**

Mittlere Umsetzbarkeit bei mittleren Kosten

**Kurzbeschreibung**

Das Vorhalten von Ersatzteilen kann aufgrund der raschen Verfügbarkeit für bestimmte Schadenszenarien die Wiederherstellungsdauer deutlich verkürzen.

**Wirkungsart**

technisch       organisatorisch

**Resilienzphase**

prevent       protect       respond       recover       prepare

**Wirkungsort**

Tunnelbauwerk  
inkl. Portale       Zentralsystem       Netzelement       regionales Umfeld

**Implementierung**

Bauwerks-  
management       Ereignis-  
management       Verkehrs-  
management       Naturgefahren-  
management       Führungsebene

**Anwendungsfall**

Neubau       Bestand

**Zeithorizont**

kurzfristig       mittelfristig       langfristig       nicht relevant (bei Neubau)

**Effekte auf Verfügbarkeit**

Ermöglicht die schnelle Rückkehr zur vollen Verfügbarkeit durch Umgehung evtl. Versorgungsengpässe.

**Synergieeffekte**

- Sicherheit  
Ja
- objektübergreifend  
Nein
- bedrohungsübergreifend  
Ja

**Realisierbarkeit**

Mittlere Umsetzbarkeit bei mittleren Kosten

**Kurzbeschreibung**

Der Einsatz gleicher Ausstattungselemente für mehrere Tunnel erleichtert die Ersatzteilhaltung erheblich, da modular aufgebaute Systeme an verschiedenen Objekten zum Einsatz gebracht werden können.

**Wirkungsart**

technisch  organisatorisch

**Resilienzphase**

prevent  protect  respond  recover  prepare

**Wirkungsort**

Tunnelbauwerk inkl. Portale  Zentralsystem  Netzelement  regionales Umfeld

**Implementierung**

Bauwerksmanagement  Ereignismanagement  Verkehrsmanagement  Naturgefahrenmanagement  Führungsebene

**Anwendungsfall**

Neubau  Bestand

**Zeithorizont**

kurzfristig  mittelfristig  langfristig  nicht relevant (bei Neubau)

**Effekte auf Verfügbarkeit**

Ermöglicht die schnelle Rückkehr zur vollen Verfügbarkeit durch Umgehung evtl. Versorgungsengpässe.

**Synergieeffekte**

- Sicherheit  
Ja
- objektübergreifend  
Nein
- bedrohungsübergreifend  
Ja

**Realisierbarkeit**

Mittlere Umsetzbarkeit bei mittleren Kosten

**Kurzbeschreibung**

Durch das Abschließen von Rahmenverträgen für die Durchführung von Reparaturarbeiten kann aufgrund der raschen Verfügbarkeit im Falle eingetretener Schadensszenarien die Funktionalität in kürzerer Zeit wiederhergestellt werden. In der Regel bestehen bislang Anforderungen an Wartungsfirmen lediglich für die Reaktionszeit, nicht jedoch für den Wiederherstellungszeitraum. Insbesondere Betreiber ohne eigenes betriebstechnisches Personal bzw. jene, die keine Ersatzteile vorhalten, können erheblich von klar definierten Verträgen profitieren.

**Wirkungsart**

- technisch       organisatorisch

**Resilienzphase**

- prevent       protect       respond       recover       prepare

**Wirkungsort**

- Tunnelbauwerk inkl. Portale       Zentralsystem       Netzelement       regionales Umfeld

**Implementierung**

- Bauwerksmanagement       Ereignismanagement       Verkehrsmanagement       Naturgefahrenmanagement       Führungsebene

**Anwendungsfall**

- Neubau       Bestand

**Zeithorizont**

- kurzfristig       mittelfristig       langfristig       nicht relevant (bei Neubau)

**Effekte auf Verfügbarkeit**

Ermöglicht die schnelle Instandhaltung

**Synergieeffekte**

- Sicherheit  
Ja
- objektübergreifend  
Ja
- bedrohungsübergreifend  
Ja

**Realisierbarkeit**

Mittlere Umsetzbarkeit bei mittleren Kosten

**Kurzbeschreibung**

Beim Ausfall einzelner Systeme müssen die betroffenen Einrichtungen vom Elektriker überprüft werden. Betriebseigene Elektriker oder elektrotechnisch unterwiesenes Personal steht dem Tunnelmanager im Bereitschaftsdienst als erste Anlaufstelle zur Verfügung, um im Stör- und Ereignisfall eine rasche Ersteinschätzung der Schäden einzuholen und ggf. eingreifen zu können.

**Wirkungsart**

technisch  organisatorisch

**Resilienzphase**

prevent  protect  respond  recover  prepare

**Wirkungsort**

Tunnelbauwerk inkl. Portale  Zentralsystem  Netzelement  regionales Umfeld

**Implementierung**

Bauwerksmanagement  Ereignismanagement  Verkehrsmanagement  Naturgefahrenmanagement  Führungsebene

**Anwendungsfall**

Neubau  Bestand

**Zeithorizont**

kurzfristig  mittelfristig  langfristig  nicht relevant (bei Neubau)

**Effekte auf Verfügbarkeit**

Ermöglicht die schnelle Einschätzung der Lage und Instandhaltung

**Synergieeffekte**

- Sicherheit  
Ja
- objektübergreifend  
Ja
- bedrohungsübergreifend  
Ja

**Realisierbarkeit**

Einfache Umsetzbarkeit bei mittleren Kosten

**Kurzbeschreibung**

Maßnahme zur raschen Wiederherstellung eines bestimmten Verkehrsflusses.

**Wirkungsart**

technisch       organisatorisch

**Resilienzphase**

prevent       protect       respond       recover       prepare

**Wirkungsort**

Tunnelbauwerk  
inkl. Portale       Zentralsystem       Netzelement       regionales Umfeld

**Implementierung**

Bauwerks-  
management       Ereignis-  
management       Verkehrs-  
management       Naturgefahren-  
management       Führungsebene

**Anwendungsfall**

Neubau       Bestand

**Zeithorizont**

kurzfristig       mittelfristig       langfristig       nicht relevant (bei Neubau)

**Effekte auf Verfügbarkeit**

Aufrechterhaltung einer verminderten Verfügbarkeit nach einem Ereignis bis zur Instandsetzung

**Synergieeffekte**

- Sicherheit  
    Ja
- objektübergreifend  
    Nein
- bedrohungsübergreifend  
    Ja

**Realisierbarkeit**

Mittlere Umsetzbarkeit bei mittleren Kosten

**Kurzbeschreibung**

Für den Einsatz im Ereignisfall können feste Raten genau für diesen Fall vereinbart werden um die Vergabe schnell und effizient abzuwickeln und keine Aufschläge für diesen Sonderfall zahlen zu müssen.

**Wirkungsart**

- technisch       organisatorisch

**Resilienzphase**

- prevent       protect       respond       recover       prepare

**Wirkungsort**

- Tunnelbauwerk inkl. Portale       Zentralsystem       Netzelement       regionales Umfeld

**Implementierung**

- Bauwerksmanagement       Ereignismanagement       Verkehrsmanagement       Naturgefahrenmanagement       Führungsebene

**Anwendungsfall**

- Neubau       Bestand

**Zeithorizont**

- kurzfristig       mittelfristig       langfristig       nicht relevant (bei Neubau)

**Effekte auf Verfügbarkeit**

Reduzierung der Zeiten zur vollen Instandsetzung

**Synergieeffekte**

- Sicherheit
  - Ja
- objektübergreifend
  - Nein
- bedrohungsübergreifend
  - Ja

**Realisierbarkeit**

Einfache Umsetzbarkeit bei mittleren Kosten

**Kurzbeschreibung**

Tunnelquerschnitte, welche mit einem befahrbaren Seitenstreifen ausgestattet sind, bringen aus Perspektive der Verfügbarkeit folgende Vorteile mit sich:

- Ein Pannenfahrzeug kann am Seitenstreifen halten und blockiert nicht den fließenden Verkehr.
- Wartungs-/Reparaturarbeiten können häufig ohne Fahrstreifen Sperren durchgeführt werden.
- Evtl. Ermöglichung der temporären Seitenstreifenfreigabe (siehe M2-O5)
- Evtl. Ermöglichung einer 2+2 Verkehrsführung bei Sperre einer Röhre (siehe M2-T2)

Zudem bestehen auch sicherheitstechnische Vorteile:

- Ein am Seitenstreifen abgestelltes Pannenfahrzeug stellt ein geringeres Risiko dar.
- Die Zufahrt der Einsatzdienste kann am Seitenstreifen deutlich rascher erfolgen.

**Wirkungsart**

- technisch       organisatorisch

**Resilienzphase**

- prevent       protect       respond       recover       prepare

**Wirkungsort**

- Tunnelbauwerk inkl. Portale       Zentralsystem       Netzelement       regionales Umfeld

**Implementierung**

- Bauwerksmanagement       Ereignismanagement       Verkehrsmanagement       Naturgefahrenmanagement       Führungsebene

**Anwendungsfall**

- Neubau       Bestand

**Zeithorizont**

- kurzfristig       mittelfristig       langfristig       nicht relevant (bei Neubau)

**Effekte auf Verfügbarkeit**

Reduzierung der Zeiten zur vollen Instandsetzung

**Synergieeffekte**

- Sicherheit
  - Ja
- objektübergreifend
  - Nein
- bedrohungsübergreifend
  - Ja

**Realisierbarkeit**

Mittlere Umsetzbarkeit bei hohen Kosten

**Kurzbeschreibung**

Muss eine Röhre eines zweiröhrigen Tunnels mit Richtungsverkehrsführung gesperrt werden, stellt der temporäre Betrieb im Gegenverkehr eine effektive Maßnahme zur teilweisen Aufrechterhaltung der Funktionalität dar. Voraussetzung hierfür ist die entsprechende sicherheitstechnische Ausstattung des Tunnels mit folgenden zusätzlichen Anforderungen und Komponenten:

- Lüftungsdimensionierung für GV
- adaptierbare Einfahrtsbeleuchtung an beiden Portalen
- Überleitsystem zum Wechsel der Fahrbahnen
- (Wechsel-)Verkehrszeichen für beide Fahrtrichtungen
- ev. (bauliche) Mitteltrennung

**Wirkungsart**

- technisch       organisatorisch

**Resilienzphase**

- prevent       protect       respond       recover       prepare

**Wirkungsort**

- Tunnelbauwerk inkl. Portale       Zentralsystem       Netzelement       regionales Umfeld

**Implementierung**

- Bauwerksmanagement       Ereignismanagement       Verkehrsmanagement       Naturgefahrenmanagement       Führungsebene

**Anwendungsfall**

- Neubau       Bestand

**Zeithorizont**

- kurzfristig       mittelfristig       langfristig       nicht relevant (bei Neubau)

**Effekte auf Verfügbarkeit**

Der Betrieb im temporären Gegenverkehr ermöglicht die teilweise Aufrechterhaltung des Verkehrsflusses in beide Fahrtrichtungen. Damit kann eine Teilverfügbarkeit rasch wiederhergestellt werden.

**Synergieeffekte**

- Sicherheit  
Der Betrieb im Gegenverkehr bringt im Vergleich zum Richtungsverkehr grundsätzlich zusätzliche Risiken mit sich, weshalb jedenfalls risikomindernden Maßnahmen zu treffen sind.
- objektübergreifend  
Nein
- bedrohungsübergreifend  
Ja

**Realisierbarkeit**

Zusätzliche sicherheitstechnische Ausstattungselemente sind in der Regel erforderlich. Dabei ist vor allem auf die ausreichende Dimensionierung der Lüftung zu achten.

## Verantwortlichkeiten festlegen

F-O1

### Kurzbeschreibung

Um den ganzheitlichen Umgang mit disruptiven Ereignissen effizient zu gestalten, werden verantwortliche Personen in allen Handlungsbereichen definiert.

### Wirkungsart

technisch       organisatorisch

### Resilienzphase

prevent       protect       respond       recover       prepare

### Wirkungsort

Tunnelbauwerk  
inkl. Portale       Zentralsystem       Netzelement       regionales Umfeld

### Implementierung

Bauwerks-  
management       Ereignis-  
management       Verkehrs-  
management       Naturgefahren-  
management       Führungsebene

### Anwendungsfall

Neubau       Bestand

### Zeithorizont

kurzfristig       mittelfristig       langfristig       nicht relevant (bei Neubau)

### Effekte auf Verfügbarkeit

Verkürzte Reaktionszeiten

### Synergieeffekte

- Sicherheit  
Ja
- objektübergreifend  
Ja
- bedrohungsübergreifend  
Ja

### Realisierbarkeit

Einfache Umsetzbarkeit bei geringen Kosten

**Kurzbeschreibung**

Resilienzkultur bei Verwaltungsbehörde, Tunnelmanagern und Untersuchungsstelle (ausgenommen Sicherheitsbeauftragter) etablieren. Durch Resilience Awareness Trainings werden Tunnelbetreiber geschult Potentiale für die Steigerung der Resilienz zu identifizieren.

**Wirkungsart**

technisch  organisatorisch

**Resilienzphase**

prevent  protect  respond  recover  prepare

**Wirkungsort**

Tunnelbauwerk inkl. Portale  Zentralsystem  Netzelement  regionales Umfeld

**Implementierung**

Bauwerksmanagement  Ereignismanagement  Verkehrsmanagement  Naturgefahrenmanagement  Führungsebene

**Anwendungsfall**

Neubau  Bestand

**Zeithorizont**

kurzfristig  mittelfristig  langfristig  nicht relevant (bei Neubau)

**Effekte auf Verfügbarkeit**

Verkürzte Reaktionszeiten durch ganzheitlichen Resilienzansatz

**Synergieeffekte**

- Sicherheit  
Ja
- objektübergreifend  
Ja
- bedrohungsübergreifend  
Ja

**Realisierbarkeit**

Einfache Umsetzbarkeit bei geringen Kosten

**Kurzbeschreibung**

Verringerung der Häufigkeit von Ereignissen im Tunnel und Beschleunigung der Selbst- und Fremdrettungsphasen durch richtiges Nutzerverhalten.

**Wirkungsart**

- technisch       organisatorisch

**Resilienzphase**

- prevent       protect       respond       recover       prepare

**Wirkungsort**

- Tunnelbauwerk inkl. Portale       Zentralsystem       Netzelement       regionales Umfeld

**Implementierung**

- Bauwerksmanagement       Ereignismanagement       Verkehrsmanagement       Naturgefahrenmanagement       Führungsebene

**Anwendungsfall**

- Neubau       Bestand

**Zeithorizont**

- kurzfristig       mittelfristig       langfristig       nicht relevant (bei Neubau)

**Effekte auf Verfügbarkeit**

Sensibilisierung der Nutzer zu richtigem Verhalten im Ereignisfalle

**Synergieeffekte**

- Sicherheit
  - Ja
- objektübergreifend
  - Ja
- bedrohungsübergreifend
  - Ja

**Realisierbarkeit**

Einfache Umsetzbarkeit bei geringen Kosten

**Kurzbeschreibung**

Regelmäßiger Best-Practice Austausch von Tunnelleigentümern und -Betreibern anderer Straßentunnel sowie Ereignisdiensten zur Verbesserung des Ereignismanagements, aber auch Erfahrungsaustausch über den Einsatz und die Umsetzung verschiedener technischer Systeme und organisatorischer Maßnahmen.

**Wirkungsart**

technisch  organisatorisch

**Resilienzphase**

prevent  protect  respond  recover  prepare

**Wirkungsort**

Tunnelbauwerk inkl. Portale  Zentralsystem  Netzelement  regionales Umfeld

**Implementierung**

Bauwerksmanagement  Ereignismanagement  Verkehrsmanagement  Naturgefahrenmanagement  Führungsebene

**Anwendungsfall**

Neubau  Bestand

**Zeithorizont**

kurzfristig  mittelfristig  langfristig  nicht relevant (bei Neubau)

**Effekte auf Verfügbarkeit**

Erfahrungsaustausch führt zu breitem Wissen zu allen Aspekten und damit zur Verbesserung der Gesamtresilienz und Verfügbarkeit

**Synergieeffekte**

- Sicherheit  
Ja
- objektübergreifend  
Ja
- bedrohungsübergreifend  
Ja

**Realisierbarkeit**

Einfache Umsetzbarkeit bei geringen Kosten

**Kurzbeschreibung**

Sicherheit (Security) Bewusstseinsbildung durch regelmäßigen Diskurs und Integration in den verschiedenen Aspekten des Arbeitsalltages, z. B. durch Trainings, der Einführung eines Meldewesens zur Identifikation organisatorischer und Schwachstellen.  
 Siehe PIARC (Security of Road Infrastructure)

**Wirkungsart**

technisch       organisatorisch

**Resilienzphase**

prevent       protect       respond       recover       prepare

**Wirkungsort**

Tunnelbauwerk inkl. Portale       Zentralsystem       Netzelement       regionales Umfeld

**Implementierung**

Bauwerksmanagement       Ereignismanagement       Verkehrsmanagement       Naturgefahrenmanagement       Führungsebene

**Anwendungsfall**

Neubau       Bestand

**Zeithorizont**

kurzfristig       mittelfristig       langfristig       nicht relevant (bei Neubau)

**Effekte auf Verfügbarkeit**

Erfahrungsaustausch führt zu breitem Wissen zu allen Aspekten und damit zur Verbesserung der Gesamtresilienz und Verfügbarkeit.

**Synergieeffekte**

- Sicherheit  
    Ja
- objektübergreifend  
    Ja
- bedrohungsübergreifend  
    Ja

**Realisierbarkeit**

Einfache Umsetzbarkeit bei geringen Kosten

**Kurzbeschreibung**

Für die Umsetzung der Resilienzmaßnahmen ist von der Führungsebene ein Kostenbudget zur Verfügung zu stellen.

**Wirkungsart**

- technisch       organisatorisch

**Resilienzphase**

- prevent       protect       respond       recover       prepare

**Wirkungsort**

- Tunnelbauwerk inkl. Portale       Zentralsystem       Netzelement       regionales Umfeld

**Implementierung**

- Bauwerksmanagement       Ereignismanagement       Verkehrsmanagement       Naturgefahrenmanagement       Führungsebene

**Anwendungsfall**

- Neubau       Bestand

**Zeithorizont**

- kurzfristig       mittelfristig       langfristig       nicht relevant (bei Neubau)

**Effekte auf Verfügbarkeit**

Voraussetzung für die Umsetzung der Maßnahmen und zur Verbesserung der Verfügbarkeit.

**Synergieeffekte**

- Sicherheit  
    Ja
- objektübergreifend  
    Ja
- bedrohungsübergreifend  
    Ja

**Realisierbarkeit**

Einfache Umsetzbarkeit bei mittleren Kosten

**Kurzbeschreibung**

Identifizieren von Verbesserungspotential bei der Bewältigung von disruptiven Ereignissen sowie der Wiederherstellung von Bauwerk, Betriebstechnik und Verkehr.

**Wirkungsart**

technisch       organisatorisch

**Resilienzphase**

prevent       protect       respond       recover       prepare

**Wirkungsort**

Tunnelbauwerk inkl. Portale       Zentralsystem       Netzelement       regionales Umfeld

**Implementierung**

Bauwerksmanagement       Ereignismanagement       Verkehrsmanagement       Naturgefahrenmanagement       Führungsebene

**Anwendungsfall**

Neubau       Bestand

**Zeithorizont**

kurzfristig       mittelfristig       langfristig       nicht relevant (bei Neubau)

**Effekte auf Verfügbarkeit**

Führt zu Verbesserter Resilienz und damit zu verbesserter Verfügbarkeit

**Synergieeffekte**

- Sicherheit  
Ja
- objektübergreifend  
Ja
- bedrohungsübergreifend  
Ja

**Realisierbarkeit**

Einfache Umsetzbarkeit bei geringen Kosten

**Kurzbeschreibung**

Regelmäßige Überprüfung und falls erforderlich Aktualisierung der AGAP und der Sicherheitsdokumentation gemäß dem "Leitfaden zur Erstellung einer Sicherheitsdokumentation gemäß RABT 2006"

**Wirkungsart**

- technisch       organisatorisch

**Resilienzphase**

- prevent       protect       respond       recover       prepare

**Wirkungsort**

- Tunnelbauwerk inkl. Portale       Zentralsystem       Netzelement       regionales Umfeld

**Implementierung**

- Bauwerksmanagement       Ereignismanagement       Verkehrsmanagement       Naturgefahrenmanagement       Führungsebene

**Anwendungsfall**

- Neubau       Bestand

**Zeithorizont**

- kurzfristig       mittelfristig       langfristig       nicht relevant (bei Neubau)

**Effekte auf Verfügbarkeit**

Führt zu Verbessertem Resilienz und damit zu verbesserter Verfügbarkeit

**Synergieeffekte**

- Sicherheit  
    Ja
- objektübergreifend  
    Ja
- bedrohungsübergreifend  
    Ja

**Realisierbarkeit**

Einfache Umsetzbarkeit bei geringen Kosten

**Kurzbeschreibung**

Integration der Maßnahmen z. B. durch Aufnahmen von minimalen Betriebsbedingungen, Umleitungsstrecken und multimodalen Alternativrouten, etc.

**Wirkungsart**

- technisch       organisatorisch

**Resilienzphase**

- prevent       protect       respond       recover       prepare

**Wirkungsort**

- Tunnelbauwerk inkl. Portale       Zentralsystem       Netzelement       regionales Umfeld

**Implementierung**

- Bauwerksmanagement       Ereignismanagement       Verkehrsmanagement       Naturgefahrenmanagement       Führungsebene

**Anwendungsfall**

- Neubau       Bestand

**Zeithorizont**

- kurzfristig       mittelfristig       langfristig       nicht relevant (bei Neubau)

**Effekte auf Verfügbarkeit**

Führt zu Verbessertem Resilienz und damit zu verbesserter Verfügbarkeit

**Synergieeffekte**

- Sicherheit
  - Ja
- objektübergreifend
  - Ja
- bedrohungsübergreifend
  - Ja

**Realisierbarkeit**

Einfache Umsetzbarkeit bei geringen Kosten

**Kurzbeschreibung**

Deutschlandweite Datenbank zur Erfassung von Häufigkeit und Schadensausmaß und Charakteristiken von definierten verkehrlichen Ereignissen oder Vorkommen von Naturereignissen/ vom Menschen ausgehenden Ereignissen zur Verbesserung der Datengrundlage für Sicherheitsbewertungen und Trendanalysen, sowie Nachweis der Wirksamkeit von Maßnahmen. Die Ereignisdatenbank sollte alle in den TLZ überwachten Tunnel erfassen und für Behörden, Tunnelbesitzer und -betreiber sowie Planer zugänglich sein.

**Wirkungsart**

- technisch       organisatorisch

**Resilienzphase**

- prevent       protect       respond       recover       prepare

**Wirkungsort**

- Tunnelbauwerk inkl. Portale       Zentralsystem       Netzelement       regionales Umfeld

**Implementierung**

- Bauwerksmanagement       Ereignismanagement       Verkehrsmanagement       Naturgefahrenmanagement       Führungsebene

**Anwendungsfall**

- Neubau       Bestand

**Zeithorizont**

- kurzfristig       mittelfristig       langfristig       nicht relevant (bei Neubau)

**Effekte auf Verfügbarkeit**

Verbesserte Datengrundlage zu tatsächlichen Bedrohungen führt zu verbesserter Resilienz und damit zu verbesserter Verfügbarkeit

**Synergieeffekte**

- Sicherheit  
Ja
- objektübergreifend  
Ja
- bedrohungsübergreifend  
Ja

**Realisierbarkeit**

Einfache Umsetzbarkeit bei geringen Kosten

**Kurzbeschreibung**

Resilienzmaßnahmen insbesondere Führung & Kultur können mit anderen Dienststellen besprochen bzw. Erfahrungen ausgetauscht werden. Insbesondere die Einbeziehung von Betreibern von Kritischen Infrastrukturen sollte verstärkt erfolgen.

**Wirkungsart**

technisch       organisatorisch

**Resilienzphase**

prevent       protect       respond       recover       prepare

**Wirkungsort**

Tunnelbauwerk inkl. Portale       Zentralsystem       Netzelement       regionales Umfeld

**Implementierung**

Bauwerksmanagement       Ereignismanagement       Verkehrsmanagement       Naturgefahrenmanagement       Führungsebene

**Anwendungsfall**

Neubau       Bestand

**Zeithorizont**

kurzfristig       mittelfristig       langfristig       nicht relevant (bei Neubau)

**Effekte auf Verfügbarkeit**

Den Blick auf Abhängigkeiten zu anderen KRITIS zu erweitern um sich der Rolle der Tunnel für die Versorgungssicherheit bewusst zu werden und einen engen Austausch zu fördern, fördert die Verbesserung der Resilienz.

**Synergieeffekte**

- Sicherheit  
Ja
- objektübergreifend  
Ja
- bedrohungsübergreifend  
Ja

**Realisierbarkeit**

Einfache Umsetzbarkeit bei geringen Kosten

## Kostenteilung mit anderen Betroffenen / Profiteuren von Schutzmaßnahmen

F-O12

### Kurzbeschreibung

Die Kosten für Maßnahmen, die sektorübergreifend wirken können im Rahmen von Vereinbarungen geteilt werden.

### Wirkungsart

technisch  organisatorisch

### Resilienzphase

prevent  protect  respond  recover  prepare

### Wirkungsort

Tunnelbauwerk inkl. Portale  Zentralsystem  Netzelement  regionales Umfeld

### Implementierung

Bauwerksmanagement  Ereignismanagement  Verkehrsmanagement  Naturgefahrenmanagement  Führungsebene

### Anwendungsfall

Neubau  Bestand

### Zeithorizont

kurzfristig  mittelfristig  langfristig  nicht relevant (bei Neubau)

### Effekte auf Verfügbarkeit

Umsetzbarkeit durch Kostenteilung wird verbessert.

### Synergieeffekte

- Sicherheit  
Ja
- objektübergreifend  
Ja
- bedrohungsübergreifend  
Ja

### Realisierbarkeit

Einfache Umsetzbarkeit bei geringen Kosten

**Kurzbeschreibung**

Das von den Operatoren zu verarbeitende Informationsaufkommen ist mit zunehmend zentralisierter Überwachung und einer wachsenden Zahl an Tunnelbauwerken stark angestiegen. Um die Operatoren bei der Überwachung, der Diagnose und dem Ereignismanagement optimal zu unterstützen und so durch Einleitung geeigneter Maßnahmen die Gefährdungspotentiale zu minimieren, müssen die verfügbaren Informationen gefiltert und aufbereitet werden. So können dem Operator alle wichtigen Informationen zur Verfügung gestellt werden.

(Siehe Forschungsprojekt ESIMAS)

**Wirkungsart**

technisch       organisatorisch

**Resilienzphase**

prevent       protect       respond       recover       prepare

**Wirkungsort**

Tunnelbauwerk  
inkl. Portale       Zentralsystem       Netzelement       regionales Umfeld

**Implementierung**

Bauwerks-  
management       Ereignis-  
management       Verkehrs-  
management       Naturgefahren-  
management       Führungsebene

**Anwendungsfall**

Neubau       Bestand

**Zeithorizont**

kurzfristig       mittelfristig       langfristig       nicht relevant (bei Neubau)

**Effekte auf Verfügbarkeit**

Verbesserte Reaktionszeiten reduzieren die Auswirkungen von Ereignissen auf die Verfügbarkeit

**Synergieeffekte**

- Sicherheit  
Ja
- objektübergreifend  
Ja
- bedrohungsübergreifend  
Ja

**Realisierbarkeit**

Einfache Umsetzbarkeit bei geringen Kosten