

Anhang zu:

**Optimierung und
Weiterentwicklung von
Handlungshilfen zur
Resilienzbewertung der
Verkehrsinfrastruktur**

von

Franziska Lindström (geb. Roth)
Christoph Zulauf
Marco Rothenfluh
Frank Bruns
Rafael Brunner
Sandra Roth
Rafael Caminada
Alex Graf

EBP Schweiz AG
Zürich

Alexander Dahl

PTV Planung Transport Verkehr GmbH
Karlsruhe

**Berichte der
Bundesanstalt für Straßenwesen**

Brücken- und Ingenieurbau Heft B 192

bast

A1 Anwenderdialog

A1.1 Ergebnisse

Mit Blick auf eine angestrebte zukünftige Implementierung in die Praxis wurden Anwenderdialoge mit Vertretern der Straßenbauverwaltungen der Länder bzw. der Autobahn GmbH durchgeführt, um deren Bedürfnisse und Anforderungen abzuholen. Im Rahmen des Fachkonzepts wurden Gespräche mit Vertretern der folgenden Verwaltungen durchgeführt:

- Landesbetrieb Straßenbau und Verkehr Schleswig-Holstein, Geschäftsbereich Erhaltung
- Autobahn GmbH des Bundes, Niederlassung Südbayern (vormals Autobahndirektion Südbayern), Geschäftsbereich A - Zentrale Angelegenheiten, Abteilung A2
- Landesstraßenbaubehörde Sachsen-Anhalt, Zentrale, Fachbereich Planung und Entwurf

Die Anwender wurden neben Fragen zu ihrem Tätigkeitsfeld und ihren momentanen Berührungspunkten zum Thema Resilienz zu den folgenden Themen befragt¹⁸:

- **Mehrwert und inhaltliche Anforderungen:** Wo sehen Sie Lücken und Handlungsfelder in Ihrem Aufgabengebiet respektive beim Bauwerksmanagement/Erhaltungsmanagement/Ereignismanagement im Kontext des Resilienzmanagements, um z.B. Maßnahmen effektiver und effizienter planen zu können? Wo liegt der Mehrwert eines Resilienzmanagements bzw. einer Resilienzbewertung der Infrastruktur und der Bewertung möglicher Maßnahmen in Bezug auf die Resilienz? Welche Fragestellungen hinsichtlich Resilienz müssen mit dem IT-Tool zwingend beantwortet werden können?
- **Technische Anforderungen:** Welche Anforderungen muss das IT-Tool zur Resilienzbewertung- und -beurteilung technisch erfüllen? Wie muss das IT-Tool für sie als Benutzer gestaltet sein, damit Sie das IT-Tool regelmäßig anwenden würden?

Die Ergebnisse sind im Folgenden zusammengefasst. Es gilt anzumerken, dass es sich dabei um Erwartungen und Wünsche der befragten Anwender handelt, die nicht alle im Rahmen dieses Forschungsprojekts zwingend erfüllt werden können. Sie liefern allerdings wichtige Hinweise, was bei der Methodikentwicklung zu beachten ist und wie das IT-Tool ausgestaltet werden muss, um eine zukünftige Anwendung in der Praxis zu unterstützen.

Mehrwert und inhaltliche Anforderungen an eine Methodik zur Resilienzbewertung

- **Verfügbarkeit sicherstellen:** Als übergeordnete Anforderung wird von den Anwendern die Unterstützung bei der Sicherstellung der zukünftigen Verfügbarkeit und Aufrechterhaltung der Funktionalität der Infrastruktur im Ereignisfall genannt.
- **Bewusstsein für das Thema Resilienz schaffen:** So sollen beispielsweise schon bei der Neu- und Ausbauplanung Resilienzmaßnahmen berücksichtigt werden, um die Verfügbarkeit im Ereignisfall aufrechtzuerhalten (z.B. Breite eines Tunnels so wählen, dass im Ereignisfall mit Sperrung einer Röhre, die zweite Röhre im Gegenverkehr betrieben werden kann). Das Resilienzscreening soll auch Hinweise darauf liefern, ob mit einem geringen Mehraufwand (z.B. im Rahmen von Erhaltungsmaßnahmen) zusätzliche Maßnahmen ergriffen werden können, welche die Resilienz des Gesamtsystems erhöhen.
- **Möglichkeit einer Resilienzbewertung:** Mittels des IT-Tools soll ermittelt werden können, wie hoch die Resilienz des untersuchten Systems ist. Sowohl auf Netz- als auch auf Objektebene¹⁹ sollen Schwachstellen und Defizite identifiziert werden. Eine graphische Darstellung der Schwachstellen und Defizite wird als Vorteil angesehen.

¹⁸ Der vollständige Fragenkatalog ist Anhang A1.2 beigefügt.

¹⁹ Mit Objektebene ist keine Einzelobjektbeurteilung gemeint, sondern eine Identifikation von kritischen Einzelobjekten im System.

- **Maßnahmenidentifikation:** Basierend auf den identifizierten Schwachstellen sollen Vorschläge zur Erhöhung der Resilienz gemacht werden. Eine begrenzte Maßnahmenauswahl soll den Verantwortlichen als Unterstützung für die konkrete Maßnahmenbearbeitung dienen. Dabei soll zwischen Maßnahmen, die im Bestand und bei Neu- und Ausbau realisiert werden können, unterschieden werden.
- **Maßnahmenbeurteilung:** Beurteilung von Maßnahmen und Abbildung der Wirkung von Maßnahmen, insbesondere auch kleinerer Maßnahmen (z.B. Verbreiterung der Straße um einen Meter, um einen zusätzlichen Fahrstreifen im Baustellenbetrieb zu ermöglichen).
- **Wirtschaftlichkeitsnachweis:** Unterstützung bei der Fragestellung, ob eine Resilienzerhöhung wirtschaftlich sinnvoll realisierbar ist. Dies umfasst auch eine Kostenerfassung der möglichen Maßnahmen. Der Maßnahmenentscheid soll so objektiviert werden (z.B. bei Ersatzbauwerken oder Fragenstellungen, ob eine Vollsperrung sinnvoll ist).

Technische Anforderungen an das IT-Tool

- **Einfache und pragmatische Anwendung:** Die Methodik soll einfach anwendbar sein (z.B. Auswahl eines Streckenelements zur Berechnung der Auswirkungen einer Sperrung auf die Nebenstrecken). Auf einen zu hohen Detaillierungsgrad sollte verzichtet werden, da so die Gefahr besteht, dass eine Scheingenauigkeit erzeugt wird. Zudem steigt die Fehleranfälligkeit.
- **Einfache Bedienbarkeit:** Das IT-Tool sollte einfach handhabbar und selbsterklärend sein. Der Aufbau sollte so einfach wie möglich gestaltet sein, beispielsweise in Bezug auf die Datenerfassung oder eine automatische Überprüfung, ob alle Daten vollständig erfasst sind. Wünschenswert wäre auch eine assistierte Bedienung, bei welcher die Anwender von Schritt zu Schritt geführt und die erforderlichen Eingaben bzw. Auswahlen kurz erläutert werden.
- **Systemkompatibilität und Schnittstellen:** Das IT-Tool soll mit den bestehenden Systemen/Datenbanken und Schnittstellen kompatibel sein. Vorhandene Daten sollen einfach importierbar sein (z.B. Straßenverkehrszählungsdaten).

A1.2 Interviewleitfaden

Fragen zur Organisation / Abteilung

1. In welcher Organisation / Abteilung arbeiten Sie? Was sind die Aufgaben Ihrer Organisation / Abteilung?
2. Wie viele Mitarbeitende hat Ihre Organisation / Abteilung?

Fragen zum persönlichen Fachgebiet

3. In welchem Fachgebiet arbeiten Sie? Was sind Ihre Aufgaben? Was sind typische Fragestellungen, mit denen Sie sich regelmäßig beschäftigen?
4. Weisen Ihre alltäglichen Arbeiten Schnittstellen mit anderen Verkehrsinfrastrukturen (Bahn, Wasserstraße) auf? Wenn ja, wo liegen sie?
5. Welches sind typische Referenzbeispiele (Bau, Erhalt, Betrieb, Ereignismanagement, etc.), an denen Sie in den letzten Jahren mitgearbeitet haben?

Fragen zum Resilienzverständnis

6. Was verstehen sie unter dem Begriff Resilienz bzw. unter einer resilienten Straßenverkehrsinfrastruktur?
7. Inwiefern spielt der Begriff Resilienz in Ihrem Arbeitsalltag eine Rolle? Wo findet er ggf. in Ihrem Tätigkeitsgebiet Anwendung?
8. Wo liegt Ihrer Meinung nach allgemein der Mehrwert eines Resilienzmanagements bzw. einer Resilienzbewertung der Infrastruktur und der Bewertung möglicher Maßnahmen in Bezug auf die Resilienz?
9. Wo sehen sie Lücken und Handlungsfelder in Ihrem Aufgabengebiet respektive beim Bauwerksmanagement/Erhaltungsmanagement/Ereignismanagement im Kontext des Resilienzmanagements, um z.B. Maßnahmen effektiver und effizienter planen zu können?

Fragen zu verwendeten Hilfsmitteln im Kontext Resilienz

10. Welche Hilfsmittel (IT-Tools, Software, analoge Hilfsmittel) mit Bezug zum Thema Resilienz im weiteren Sinn nutzen Sie in ihrer täglichen Arbeit? Zu welchem Zweck werden diese eingesetzt respektive was ist deren Aufgabe?
11. Welche Datenbanken / Informationsquellen nutzen Sie regelmäßig?
12. Gibt es dabei Informationen, die aus ihrer Sicht oft fehlen oder nur in unzureichender Qualität vorliegen?
13. Welche der oben diskutierten Aufgabenstellungen im Bereich Resilienz können Sie in Ihrem Arbeitsalltag mit den Ihnen bekannten Hilfsmitteln nicht zufriedenstellend oder nur mit hohem Aufwand erarbeiten?

Fragen zu den inhaltlichen Anforderungen an Resilienzbewertung und IT-Tool

Wir planen eine Weiterentwicklung der Anwendung (inkl. IT-Tool) zur Resilienzbewertung der Straßeninfrastruktur und zur Beurteilung von Maßnahmen in Bezug auf deren Einfluss auf die Resilienz des Systems.

14. Welche Anforderungen muss das neue IT-Tool inhaltlich erfüllen, damit es für Sie einen Mehrwert schafft?
15. Welche Fragestellungen hinsichtlich Resilienz müssen mit einem neuen IT-Tool zwingend beantwortet werden können?
16. Wo sehen Sie typische Einsatzbereiche einer solchen Anwendung?

Fragen zu den technischen Anforderungen das IT-Tool

- 17. Welche Anforderungen muss das neue IT-Tool technisch erfüllen?
- 18. Wo sehen Sie technische Stolpersteine?
- 19. Wie muss das IT-Tool für sie als Benutzer gestaltet sein, damit Sie das IT-Tool regelmäßig anwenden würden?

Abschließende Fragen

- 20. Zurückkommend zu Ihrer Organisation: Erwarten Sie aufgrund der Aufnahme der Tätigkeit der Autobahn GmbH einen geänderten Umgang Ihrer Organisation mit dem Thema Resilienz und resiliente Straßenverkehrsinfrastruktur?
- 21. Möchten Sie uns noch etwas mitgeben, zu dem Sie sich bisher nicht äußern konnten?

A2 Fachkonzept

Das Fachkonzept wurde zu Beginn des Forschungsprojektes verfasst und beschreibt die Situation aus der damaligen Sicht. Es hält die konkreten, übergeordneten Anforderungen an die Methodik, an das webbasierte IT-Tool sowie an die Handlungshilfen (Benutzerleitfaden, Implementierungskonzept) im Sinne eines Pflichtenhefts fest. Es stellt die Ausgangslage für die inhaltliche Optimierung und Weiterentwicklung der Methodik und die Implementierung in das IT-Tool dar. Mithilfe des Fachkonzepts wurde die zielgerichtete Umsetzung der inhaltlichen Methodikentwicklung und der Implementierung sichergestellt.

A2.1 Übergeordnete Anforderungen

Im Folgenden wird dargestellt, wie die Anwendung des zu entwickelnden IT-Tools in der Praxis aussieht und welche methodischen Weiterentwicklungen dazu erforderlich sind. Basis dafür bilden einerseits die bisherigen Forschungsprojekte, andererseits die formulierten Bedürfnisse aus den Anwenderdialogen.

Wer sind die Zielgruppen?

Die Methodik zur Resilienzbewertung bzw. das zu entwickelnde IT-Tool richten sich an Fachpersonen im Bereich des Baus, Betriebs und Unterhalts von Straßen und Straßeninfrastrukturen.²⁰ Angesprochen sind also in erster Linie Fachpersonen und Institutionen, die unter anderem in folgenden Themenfeldern tätig sind:

- Verkehrsmanagement
- Erhaltungs- und Bauwerksmanagement
- Baustellenmanagement
- Ereignismanagement
- Risikomanagement

Im Fokus sind dabei insbesondere Fachpersonen, die für die Planung, Projektierung oder Umsetzung von Maßnahmen zuständig sind.

Wann kommt die Methodik / das IT-Tool zur Anwendung?

Die Methodik bzw. das IT-Tool sollen im Zuge der Maßnahmenplanung in den jeweiligen Fachbereichen als ergänzendes Instrument zur Anwendung kommen. Ausgangspunkt ist also nicht eine gesonderte Analyse der Resilienz eines Straßennetzes, -abschnitts oder eines einzelnen Infrastrukturelements. Vielmehr soll im Zuge der regulären Maßnahmenplanungen mit dem IT-Tool eine Möglichkeit geschaffen werden, um neben der jeweiligen fachspezifischen Sichtweise eine übergeordnete Beurteilung aus Blickwinkel der Resilienz einbringen zu können. Dabei geht es darum, dass im Zuge der jeweiligen Planungen mit der Resilienzbeurteilung zusätzliche Aspekte in die Beurteilung der Zweckmäßigkeit respektive der Erfordernis von Maßnahmen einbezogen werden. Dies kann darin resultieren, dass beispielsweise Maßnahmen zum Zug kommen, die über den regulatorischen Rahmen oder den Stand der Technik hinausgehen, weil diese übergeordnete (Resilienz-)Sicht dies rechtfertigt. Das nachfolgende Beispiel soll dies illustrieren:

Bei der Planung von Instandhaltungsmaßnahmen für einen Tunnel prüfen die zuständigen Fachpersonen aufgrund der Informationen aus ihrem Fachgebiet wie z.B. Alter des Bauwerks bzw. der Ausrüstung, Zustandsinformationen, Alterungsverhalten usw. welche Instandhaltungsmaßnahmen erforderlich sind und wann diese umgesetzt werden sollen. Dabei werden üblicherweise auch Informationen zu möglichen Synergien zu Instandhaltungen zu anderen Objekten u.Ä. geprüft. Mit dem IT-Tool wird nun eine Grundlage geschaffen, um neben den Anforderungen der Instandhaltung des Tunnels auch weitergehende Aspekte des Nutzens von Maßnahmen zu beurteilen. Im Sinne der Resilienzbeurteilung soll also die Fachperson ein Instrument erhalten, um zusätzlich auch den Beitrag zum Funktionalitätserhalt des zum Tunnel zugehörigen Streckenabschnitts zu beurteilen. Dies durch Maßnahmen, die im Verantwortungsbereich des

²⁰ Im Rahmen des Projektes werden Überlegungen aufgezeigt, wie eine analoge Übertragung auf die Verkehrsträger Bahn und Wasserwege aussehen könnte. Dies ist aber nicht Bestandteil der Umsetzung des Anwendungstools im engeren Sinn.

Bauwerkmanagements liegen. Das IT-Tool soll ermöglichen, dass etwaige zusätzliche Maßnahmen geprüft werden, die einen Beitrag zur Funktionalitätsgewährleistung respektive zur Resilienz leisten. So können u.U. nutzbringende Maßnahmen in der Instandhaltungsplanung berücksichtigt werden, die einen Beitrag zur Resilienz leisten, die bei einer ausschließlichen Beschränkung auf die Anforderungen der Instandhaltung des Tunnels aber nicht berücksichtigt worden wären.

Welchen Nutzen / Mehrwert bringt die Methodik / das IT-Tool?

Das IT-Tool ermöglicht eine systemische Sichtweise und einen Beitrag zur Beurteilung von Maßnahmen, die über den Fokus der jeweiligen Fachbereiche hinausgehen. Basis dazu bildet die Frage, inwieweit mit (ggf. zusätzlichen) Maßnahmen aus dem jeweiligen Fachbereich ein Beitrag zur Gewährleistung der Funktionalität des zugehörigen Streckenabschnitts bzw. dessen Resilienz geleistet werden kann. Die Verantwortung für die etwaige Planung/Projektierung und Umsetzung der Maßnahmen verbleibt aber im zuständigen Fachbereich. Mit dem IT-Tool wird so ein Beitrag geleistet, dass auch Resilienz Aspekte außerhalb des jeweiligen Fachbereichs pragmatisch in die Überlegungen einbezogen werden.

Was sind die wichtigsten Grundsätze zum IT-Tool?

Entsprechend den Anforderungen der Anwender soll das IT-Tool in pragmatischer Weise eine einfache Beurteilung des Nutzens (zusätzlicher) Maßnahmen aus dem Blickwinkel der Resilienz im Sinne einer Erstbeurteilung ermöglichen. Die Ergebnisse geben einen Überblick über mögliche Resilienzmaßnahmen, zeigen auf welche davon einfach bzw. ohne zusätzliche Abklärungen umgesetzt werden können/sollen und wo vertiefte Betrachtungen angezeigt sind.

Welche Ergebnisse resultieren aus der Anwendung des IT-Tools?

Das IT-Tool erlaubt den Anwendern eine pragmatische Beurteilung zusätzlicher Maßnahmen aus dem Blickwinkel der Resilienz. Es erlaubt darüber hinaus aufzuzeigen, welche Maßnahmen welche Funktionalitäten beeinflussen sowie eine Beurteilung bzw. Rangierung ihrer Zweckmäßigkeit / Verhältnismäßigkeit im Sinne einer Erstbeurteilung. Bild A2-1 zeigt exemplarisch in welcher Form die Ergebnisse des IT-Tools dargestellt werden könnten. Ziel ist es, mithilfe einfach zu verstehenden Grafiken und Textbausteinen die wichtigsten Inhalte in Form eines Factsheets so darzustellen, dass diese für weitere technische Berichte direkt verwendet werden können.

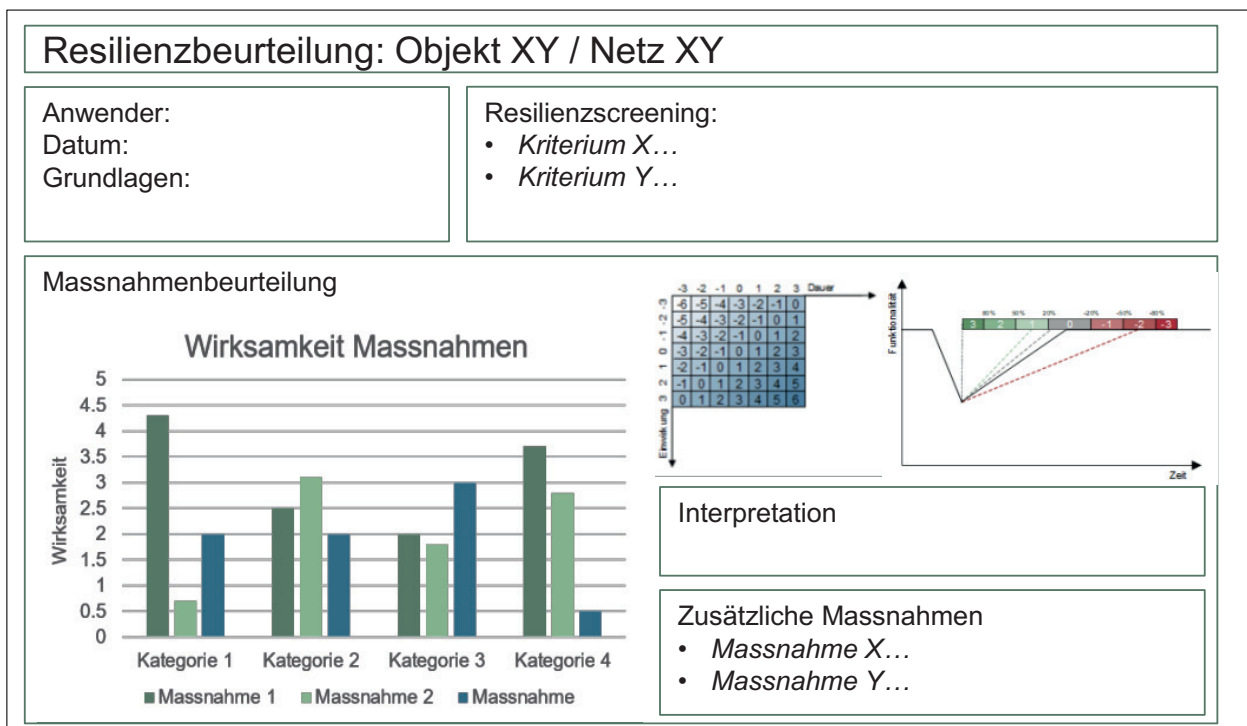


Bild A2-1: Exemplarische Darstellung der Ergebnisse der Resilienzbeurteilung

Das IT-Tool stellt keine Grundlage dar, um über die Umsetzung aufwendiger / kostenintensiver Maßnahmen abschließend zu entscheiden. Das IT-Tool gibt aber Hinweise, welche Maßnahmen geeignet sein können und welche nicht.

A2.2 Anforderungen an das IT-Tool

A2.2.1 Einführung und Ziele

Durch die Implementierung der ausgearbeiteten Methodik in Form eines webbasierten IT-Tools soll eine flächendeckende Integration des Resilienzansatzes in der Praxis ermöglicht werden.

Zudem soll durch das IT-Tool erreicht werden, dass die Anwender in der Resilienzbewertung einen Mehrwert für seine tägliche Arbeit erkennt und ein Interesse an der Resilienzthematik entwickelt.

Diverse Stakeholder stellen Anforderungen an das zukünftige IT-Tool zur Bewertung der Resilienz. Zentral sind die beiden Stakeholder-Gruppen IT und Anwender (User). Einerseits muss die Anwendung den IT-Vorgaben des Bundes bezüglich Sicherheit genügen, andererseits soll das IT-Tool für die Anwender attraktiv, ausgereift und einfach erreichbar sein. Die nachfolgend definierten Anforderungen wurden gemeinsam mit der Bundesanstalt für Straßenwesen erarbeitet und beziehen auch - soweit möglich - die von den Anwendern in den Anwenderdialogen genannten technischen Anforderungen an das IT-Tool mit ein.

A2.2.2 Funktionale Anforderungen

Die funktionalen Anforderungen beschreiben, vereinfacht gesagt, welche Funktionalitäten das zukünftige IT-Tool aufweisen soll und somit, was das IT-Tool können muss. Die folgenden Anforderungen wurden seitens der Bundesanstalt für Straßenwesen definiert:

- Die Anwender müssen Daten eingeben, speichern und bearbeiten können.
- Die Anwender müssen Daten in einer Eingabemaske des IT-Tools eingeben und diese im IT-Tool bearbeiten können.
- Von den Anwendern eingegebene/bearbeitete Daten müssen gespeichert werden können.
- Von den Anwendern eingegebene/bearbeitete Daten müssen exportiert werden können.
- Von den Anwendern exportierte Daten müssen in das IT-Tool reimportiert werden können.
- Das IT-Tool soll den Anwendern als Endprodukt einen Ergebnisbericht liefern.

Der Ergebnisbericht (Kurzfassung) soll die Resilienzbewertung, die Liste von priorisierten Maßnahmen und deren Resilienzwirkung sowie Wirtschaftlichkeitsaspekte umfassen, gut strukturiert und einfach lesbar sein.

A2.2.3 Nicht-funktionale Anforderungen

Neben den funktionalen Anforderungen werden in der IT-Architektur sogenannte nicht-funktionale Anforderungen (Qualitätsanforderungen) in Betracht gezogen. Im Folgenden sind die bereits erarbeiteten Qualitätsanforderungen aufgeführt. Die Anforderungen sind analog zum Qualitätsmodell aus ISO 25010²¹ gruppiert, um eine strukturiertere Übersicht zu erhalten.

Benutzbarkeit

Eine gute Benutzbarkeit ist zentral, um eine hohe Akzeptanz und einen breiten Einsatz des IT-Tools bei den Nutzern zu erreichen. Konkret sollte das IT-Tool in Bezug auf die Benutzbarkeit folgende Anforderungen erfüllen:

21 https://de.wikipedia.org/wiki/ISO/IEC_9126 (Dies ist die Vorgängerversion von 25010, inhaltlich aber nahezu identisch)

- Das IT-Tool soll benutzerfreundlich und übersichtlich sein.
- Das IT-Tool soll einfach zu bedienen sein.
- Das IT-Tool soll für die Anwender einfach zugänglich sein.
- Dem IT-Tool soll eine Schritt-für-Schritt-Anleitung beiliegen, um die Bedienbarkeit des IT-Tools einfach zu erlernen und das IT-Tool sicher bedienen zu können (Benutzerleitfaden).

Die gute Benutzbarkeit des IT-Tools soll durch die gezielte Anwendung von UI/UX²²-Wissen sowie durch den frühen Einbezug der Anwender gefördert werden.

Kompatibilität

Nur wenn gewährleistet werden kann, dass die Anwendung fähig ist, mit weiteren benötigten Systemen zusammenzuarbeiten, ergibt sich für die Anwender eine reibungslose Nutzung. Bezüglich Kompatibilität wurden folgende Anforderungen definiert:

- Das IT-Tool muss mit den Standard-IT Produkten des Bundes (Office-Palette, Browser) kompatibel sein und darf keine zusätzliche Software benötigen.
- Es werden nur die neusten Browser-Versionen von Edge (Chromium), Firefox und Chrome unterstützt. Internet Explorer wird aus Sicherheitsgründen nicht unterstützt.

Zuverlässigkeit

Das Kriterium der Zuverlässigkeit beinhaltet mehrheitlich Anforderungen zur Erreichbarkeit und Wiederherstellung eines Systems. Da es sich bei diesem IT-Tool in der aktuellen Phase um eine Applikation handelt, die nur intern innerhalb der Bundesanstalt für Straßenwesen und vorläufig nur für Forschungszwecke verwendet wird, gibt es bezüglich der Erreichbarkeit keine Vorgaben. Es ist somit auch vertretbar, wenn die Anwendung vorübergehend nicht verfügbar ist, beispielsweise, wenn Anpassungen vorgenommen werden müssten.

Sicherheit

In Absprache zwischen der Bundesanstalt für Straßenwesen und EBP Schweiz AG wurden die folgenden Anforderungen festgelegt:

- Das IT-Tool soll nicht lokal installiert und abgespeichert werden müssen.
- Das IT-Tool soll auf einem sicheren, externen Server installiert sein.
- Das IT-Tool soll von den Anwendern via Internet (Webseite der Bundesanstalt für Straßenwesen) und ohne weiteres Login erreichbar sein.
- Die von den Anwendern im IT-Tool eingegebenen Daten und generierten Auswertungsdaten sollen aufgrund der Datensicherheit nicht in der Cloud, sondern nur lokal abgespeichert werden.
- Nur Administratoren sollen Änderungen an dem im IT-Tool hinterlegten Maßnahmenkatalog vornehmen können:
 - Administratoren müssen sich mit einem Benutzernamen und einem Passwort authentifizieren.
 - Von Administratoren vorgenommene Änderungen am Maßnahmenkatalog sollen nachvollzogen werden können.
- Die Maßnahmen des Maßnahmenkatalogs sollen in einer Datenbank abgespeichert werden.
- Um auch den Anwendern Sicherheit bei der Benutzung des IT-Tools vermitteln zu können, soll auf der Einstiegseite des IT-Tools, aufgeführt werden, mit welchen Maßnahmen (siehe oben) der Schutz der Daten gewährleistet wird.

Wartbarkeit

— Anpassungen (Ergänzungen/Bearbeitungen) an dem im IT-Tool hinterlegten Maßnahmenkatalog sollen von den entsprechenden Administratoren einfach durchgeführt werden können.

Für die Anpassungen an dem im IT-Tool hinterlegten Maßnahmenkatalog sollen keine vertieften Datenbankkenntnisse notwendig sein.

A2.2.4 Kontextabgrenzung

Das IT-Tool wird für den Verkehrsträger Straße entwickelt, wobei im Rahmen dieses Projekts keine IT-Lösung für die beiden Verkehrsträger Wasserstraße und Bahn entwickelt wird.

Da es das primäre Ziel des IT-Tools ist, die erarbeitete Methodik in die Praxis umzusetzen und zu erreichen, dass die Anwender in der Resilienzbewertung einen Mehrwert für seine tägliche Arbeit erkennen, konzentriert sich die Umsetzung vorläufig auf die oben aufgeführten Anforderungen.

Ein Import und Export von georeferenzierten Daten sind nicht vorgesehen. Auch werden keine spezifischen Schnittstellen für GIS-Systeme oder die SIB-Bauwerke erstellt.

A2.2.5 Lösungsstrategie / Architektur

Für die Umsetzung des IT-Tools gemäß den obigen Anforderungen, sehen wir eine 3-Schichten Architektur vor:

- Präsentationsschicht: Die Benutzeroberfläche (Client)
- Fachdomäne (auch Businessschicht genannt): Anwendungslogik (Berechnungen, Reporting etc.)
- Datenhaltungsschicht: Enthält die Datenbank und ist verantwortlich für das Speichern und Laden von Daten

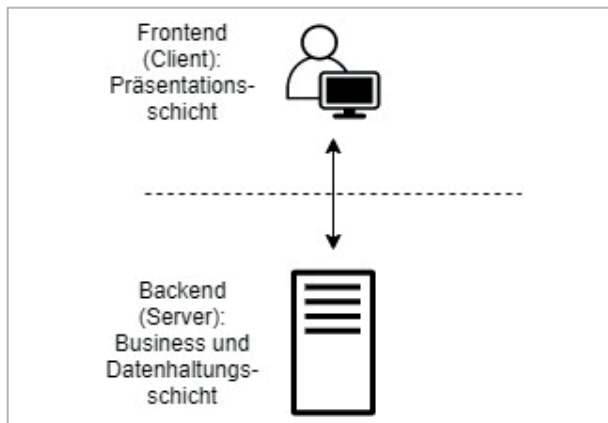


Bild A2-2: Stark vereinfachte Darstellung der Architektur des IT-Tools bestehend aus Frontend und Backend.

Im Folgenden wird detaillierter darauf eingegangen, wie der Aufbau der drei Schichten angedacht ist.

Frontend (Präsentationsschicht)

Um als Anwender auf die Applikation zugreifen und sie vollumfänglich nutzen zu können, benötigen die Anwender lediglich einen Browser, Zugriff auf die Webseite der Bundesanstalt für Straßenwesen sowie eine lokale Fileablage. Für das Aufrufen der Applikation wird kein weiteres Login benötigt.

Für die technische Umsetzung der Applikation im Frontend wird ein gängiges Web-Framework eingesetzt.

Backend (Business- und Datenhaltungsschicht)

Die verschiedenen benötigten Komponenten des Backend werden auf einem Windows Server (zum aktuellen Zeitpunkt: Windows Server 2019) installiert. Verglichen mit einem Linux Server bietet der Windows Server den Vorteil, dass die Navigation und Bedienung gerade auch für technisch nicht versierte Benutzer einfacher zu handhaben ist. Somit sind für die Wartung oder allenfalls eine allfällige Erweiterung des Maßnahmenkatalogs in der Datenbank keine Spezialkenntnisse notwendig, da man via einem, den meisten Anwendern bekannten, grafischen Interface mit dem Server interagieren kann.

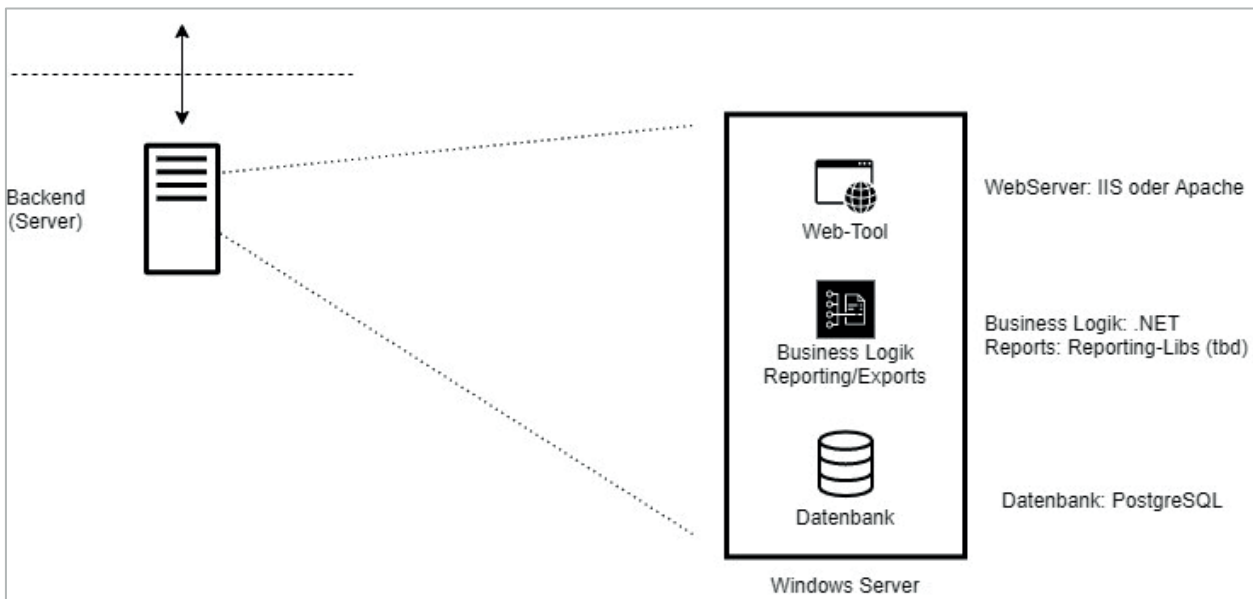


Bild A2-3: Detailliertere Ansicht der Komponenten des Backend.

Auf dem Server werden weitere Komponenten benötigt, um das IT-Tool betreiben zu können.

Für die Implementierung der Business Logik wird das .NET Core Framework und die Programmiersprache C# verwendet. .NET Core kann sowohl auf Windows als auch auf Linux installiert werden. Somit könnte zukünftig auch ein Wechsel des Betriebssystems vollzogen werden, ohne dass die Business-Logik neu implementiert werden muss. Zudem weist dieses Framework eine gute Performance auf und wird von Microsoft laufend mit neuen Versionen unterstützt. Die Business Logik wird komplett entkoppelt von der Client-Logik (Präsentationsschicht) nach dem CQRS²³ Muster umgesetzt.

Für die Abspeicherung der Resilienz-Maßnahmen wird eine Datenbank benötigt. Hierfür wird eine PostgreSQL-Datenbank verwendet, was auch dem Wunsch der Bundesanstalt für Straßenwesen entspricht. Bei PostgreSQL handelt es sich um eine etablierte open source Lösung, die einen großen Funktionsumfang bietet und dennoch handlich ist in der Bedienung. Der Zugriff auf die Datenbank erfolgt via Entity Framework Core.

Das Reporting-Feature, welches für das Erstellen der Zwischen- und Schlussberichte benötigt wird, wird mit Hilfe einer spezifischen Library implementiert. Eine konkrete Library wird erst nach Präzisierung der Reporting-Anforderungen definiert.

Zur Bereitstellung des Web-Tools wird ein WebServer benötigt. Da das zugrundeliegende Betriebssystem Windows Server ist, fällt die Wahl auf IIS, da dieser zur Grundausstattung von Windows Server gehört und somit keine Fremdapplikation installiert werden muss.

Zusammengefasst ergibt sich somit eine Architektur, wie sie in Bild A2-4 aufgeführt ist.

23 <https://docs.microsoft.com/de-de/azure/architecture/patterns/cqrs>

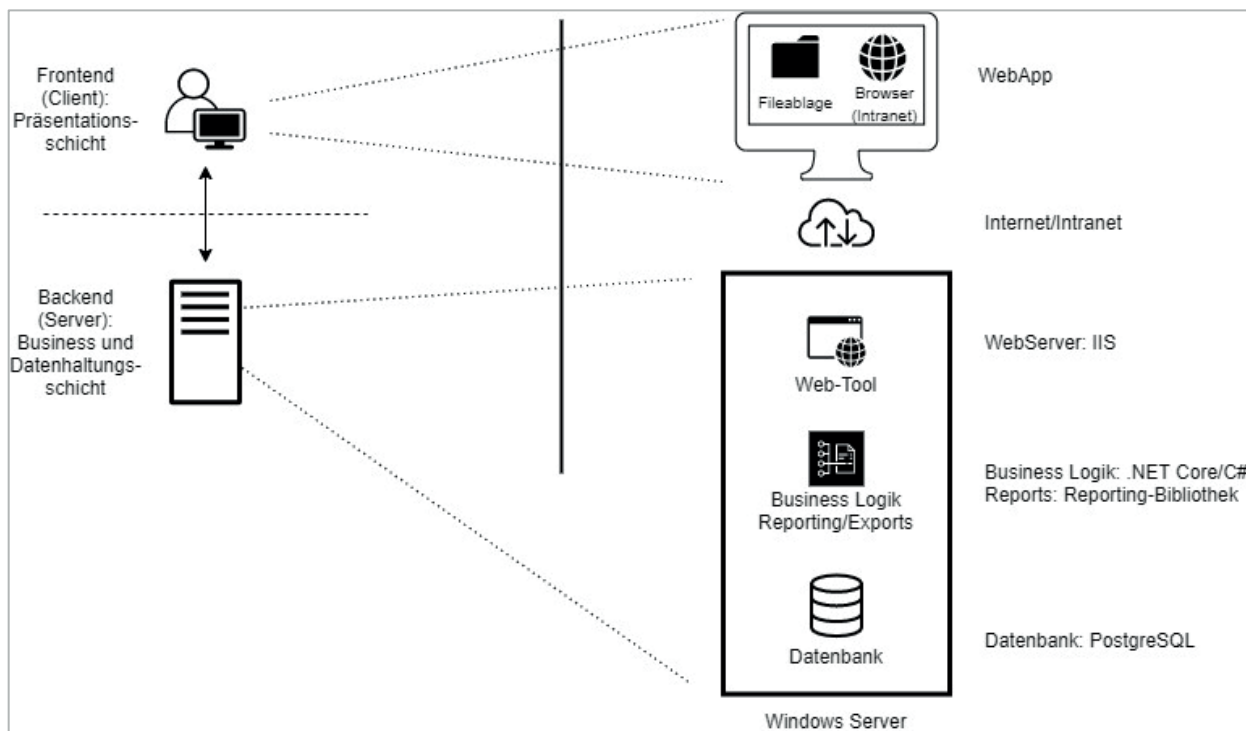


Bild A2-4: Architekturübersicht

A2.2.6 Konzepte

Um die oben erläuterte Lösungsstrategie zielführend umsetzen zu können, bedingt es einiger vorgängiger organisatorischer Überlegungen. Diese Überlegungen sind in den folgenden kurzen Konzepten festgehalten.

Hosting und Domain

Für das Hosting des IT-Tools wird ein Windows Server benötigt. Die Bundesanstalt für Straßenwesen bevorzugt die Lösung, dass der externe Anbieter Strato diesen Server bereitstellt. Strato besitzt in Berlin und in Karlsruhe je ein Rechenzentrum, zwischen denen die Daten gespiegelt werden. Die Daten und deren Backup liegen somit komplett in Deutschland.

Die Bestellung des entsprechenden Windows Servers wird über die IT der Bundesanstalt für Straßenwesen abgewickelt. Sobald der Server bereitsteht, erhält EBP Schweiz AG volle Admin-Rechte auf den Server, um dort selbstständig alle notwendigen Anwendungen installieren zu können.

Ohne Einwände seitens der Bundesanstalt für Straßenwesen sieht EBP Schweiz AG den Windows V40 Server²⁴ vor. Dieser verfügte zum Zeitpunkt der Erarbeitung des Fachkonzepts (Januar 2021) über folgende Eigenschaften:

²⁴ <https://www.strato.de/server/windows-vserver/>

Eigenschaft		Wert
Technische Angaben	CPU vCores	6 vCores
	RAM garantiert	8 GB
	HP 3PAR Speicher	500 GB SSD/HDD
	Eigene IP-Adresse	1
	IPv6 Ready	Ja
	Monitoring Services	Ja
	RecoveryManager	Ja
	Windows-Versionen	2019 2016
	Inklusiv-Traffic	unlimitiert
	Anbindung	bis zu 1.000 MBit/s
	Virtualisierer	Microsoft Hyper-V
	SSL-Zertifikat	1 inklusive
	Betriebssysteme	Windows Server 2019 Standard
Windows Server 2016 Standard		Ja
Domains	Domains (.de, .com, .net, .org, .info, .ch, .at u.v.m.)	optional nachbestellbar
	Domainweiterleitungen	Ja
Coding & Datenbank	MS SQL-Datenbanken	Ja
	.NET Framework	Ja
Preis	Aktionspreis	6 Monate für 1 €/Mon.
	Standardpreis (monatlich)	24 €/Mon.
	Einrichtungsgebühr	-
	Laufzeit	12 Monate
	Abrechnung (nach Aktionslaufzeit)	1 Monat

Tab. A2-1:Spezifikationen des V40 Windows Server von Strato.

Zusätzlich zum Hosting auf einem Server wird auch eine Domain benötigt, um auf das IT-Tool zugreifen zu können. Auch die Beschaffung der gewünschten Domain erfolgt durch die IT der Bundesanstalt für Straßenwesen. Vorschläge für eine Domain sind seitens der Bundesanstalt für Straßenwesen zu definieren.

Test- und Produktivumgebung

Obwohl die produktive Umgebung des IT-Tools gemäß den obigen Anforderungen nicht 24/7 zur Verfügung stehen muss, ist vorgesehen, dass für die (Weiter-)Entwicklung des IT-Tools auch eine Test-Umgebung zur Verfügung steht. Eine solche Test-Umgebung ermöglicht es den Entwicklern, Anpassungen zuerst auf der Testumgebung zu prüfen, bevor das produktive IT-Tool mit den Änderungen erneuert wird. So kann verhindert werden, dass unausgereifte Anpassungen auf der produktiven Umgebung bereitgestellt und genutzt werden und schlimmstenfalls den Betrieb beeinträchtigen.

Während bei größeren Applikationen für die verschiedenen Umgebungen dedizierte Server aufgesetzt werden, ist es beim vorgesehenen IT-Tool möglich, beide Umgebungen auf demselben Server zu installieren. Hierfür wird für die Test-Instanz ein eigenes Verzeichnis im IIS angelegt und in der Datenbank eine Test-Instanz aufgesetzt.

Entwicklung und Testing

Die Entwicklung des IT-Tools erfolgt, angelehnt an das Scrum²⁵ Framework, agil. Dieses Vorgehen ermöglicht einen kontinuierlichen Entwicklungsprozess und bietet die Flexibilität, auch kurzfristig auf Änderungswünsche eingehen zu können.

Es ist vorgesehen, dass nach jedem Sprint²⁶ ein kurzes Sprint-Review abgehalten wird, in welchem der Bundesanstalt für Straßenwesen die im Sprint umgesetzten Features des IT-Tools präsentiert werden. Dieses Review bietet die Gelegenheit, sich über den Fortschritt des IT-Tools auszutauschen, offene Fragen zu klären und bei Bedarf Anpassungen zu definieren. Die Sprint-Dauer ist mit der Bundesanstalt für Straßenwesen spätestens nach der Erarbeitung der Detailspezifikation festzulegen. Üblicherweise ist eine Dauer von zwei bis vier Wochen vorgesehen. Auch das Testing ist in diesem Vorgehen eingeplant. Durch das Testing wird sichergestellt, dass das IT-Tool die festgelegten Anforderungen erfüllt und die implementierten Features wie vorgesehen funktionieren.

Getestet wird, sobald die entsprechende Entwicklungsstory abgeschlossen ist. Dies wird voraussichtlich gegen Ende des jeweiligen Sprints der Fall sein. Spätestens bis Mitte des folgenden Sprints sollen alle abgeschlossenen Funktionalitäten des vorhergehenden Sprints getestet und Rückmeldung an das Entwicklungsteam gemacht worden sein. Auf diese Weise können die Funktionalitäten des IT-Tools laufend parallel zur Entwicklung überprüft werden.

Das Testing der technischen Funktionalitäten wird von einer auf Testing spezialisierten Person aus dem IT-Team von EBP Schweiz AG übernommen. Die korrekte Umsetzung und Anwendung der Resilienzbewertung wird vom Methoden-Entwicklungsteam von EBP Schweiz AG überprüft. So wird sichergestellt, dass das jeweils nötige inhaltliche Knowhow vorhanden ist, um zielführende Tests durchführen zu können.

Das Testing wird auf der Testumgebung durchgeführt. Auf diese Weise kann sichergestellt werden, dass die Anwendung im schlussendlich vorgesehenen System funktioniert und auch die Schnittstellen keine Probleme bereiten.

Es ist erwünscht, dass die Bundesanstalt für Straßenwesen während der Entwicklung regelmäßig selbstständig einen Blick auf das auf der Test-Umgebung installierte IT-Tool wirft und Rückmeldung gibt, sollte etwas nicht mit den vereinbarten Anforderungen übereinstimmen.

Es werden keine Last- & Performancetests, Sicherheitstests und/oder Zuverlässigkeitstests durchgeführt.

User Experience (UX)

Die User Experience beschreibt, vereinfacht gesagt, welche Eindrücke die Anwender bei der Interaktion mit dem zukünftigen IT-Tool hat. Das Ziel ist es, eine positive User Experience hervorzurufen, so dass der Gebrauch des IT-Tools den Anwendern Freude bereitet, da es sich einfach bedienen lässt und einen Mehrwert bietet.

Während die bereits durchgeführten und anstehenden Nutzerbefragungen vor allem nochmals die übergeordneten Erwartungen der Anwender an das zukünftige IT-Tool abholen, ist es auch wichtig, den Anwender bei der konkreten Umsetzung des IT-Tools frühzeitig miteinzubeziehen.

Hierfür ist vorgesehen, dass EBP Schweiz AG, zu Beginn der Entwicklungsphase, wenn der Aufbau des IT-Tools von den UX-Experten von EBP Schweiz AG ausgearbeitet wird, Rückmeldungen von 2-3 potenziellen Anwendern (Power-User) einzuholen. Konkret soll anhand von ersten Entwürfen mit den Power-Usern gespiegelt werden, wie intuitiv sie das IT-Tool aufgrund des gegebenen Settings bedienen könnten, an welchen Stellen sie Probleme bei der Nutzung haben und welche Verbesserungsmöglichkeiten es aus ihrer Sicht gibt. Diese Erkenntnisse können bei der weiteren Ausarbeitung des IT-Tool-Aufbaus miteinbezogen und entsprechend umgesetzt werden. Die Inputs der Power-User werden pseudonymisiert und die erhobenen Daten vertraulich behandelt.

25 <https://de.wikipedia.org/wiki/Scrum>

26 <https://www.scrum.org/resources/what-is-a-sprint-in-scrum>

Neben den erzielten Erkenntnissen für die konkrete Entwicklung des IT-Tools, dürfte ein weiterer positiver Nebeneffekt der Anwenderbefragung, darin bestehen, dass sich die befragten Anwender mehr für die Thematik der Resilienz interessieren und die Umsetzung in die Praxis somit auch längerfristig fördern.

Übergabe an die Bundesanstalt für Straßenwesen

Das IT-Tool wird von der Bundesanstalt für Straßenwesen abgenommen. Mit der Abnahme des IT-Tools bestätigt die Bundesanstalt für Straßenwesen, dass das IT-Tool die gestellten Anforderungen, wie sie in diesem Dokument definiert sind, erfüllt. Die Art der Abnahme wird von der Bundesanstalt für Straßenwesen festgelegt.

Es ist das Ziel, dass die Bundesanstalt für Straßenwesen das IT-Tool nach der Abnahme selbstständig warten und bei Bedarf die Maßnahmen in der Datenbank erweitern kann. Neben dem Leitfaden für die Anwender (Kapitel 8) soll daher auch ein kurzes Betriebshandbuch verfasst und der Bundesanstalt für Straßenwesen beim Abschluss des Projektes übergeben werden. Auch die benötigten Zugangsdaten werden an die IT der Bundesanstalt für Straßenwesen übergeben, um so die reibungslose Wartung gewährleisten zu können. Dies beinhaltet auch die Admin-Zugänge, mit welchen man den Maßnahmenkatalog in der Datenbank erweitern kann.

Da die Beschaffung des Servers über die IT der Bundesanstalt für Straßenwesen läuft, gibt es bezüglich des Hostings kein Bedarf einer Übergabe.

A2.3 Anforderungen an die methodische Weiterentwicklung

Mit Blick auf die Ausweitung der Betrachtungen zur Resilienzbewertung sind methodische und inhaltliche Weiterentwicklungen erforderlich, die nachfolgend summarisch dargestellt sind.

Welche methodischen Weiterentwicklungen sind erforderlich?

- **Identifikation und Umsetzung von Optimierungspotenzial:** Dies beinhaltet unter anderem die Beantwortung von inhaltlichen Fragen an die Methodik, wie z.B.: Sollen spezifische Gefährdungen und deren Häufigkeiten berücksichtigt werden und falls ja, wie? Wie können Mindestverfügbarkeiten definiert und in die Methodik integriert werden? Wie kann die Beurteilung der Resilienz in der Praxis auf ein weitreichendes, komplexes Straßennetz angewendet werden? Im Rahmen dessen werden zudem das bestehende Kriterienset, der Maßnahmenkatalog und der Ansatz zur Beurteilung der Maßnahmen nochmals hinreichend wissenschaftlich und methodisch hinterfragt und auf ihre Praxistauglichkeit hin überprüft.
- **Erweiterung auf alle Phasen des Resilienzzyklus:** In einem ersten Schritt muss der Maßnahmenkatalog um Maßnahmenfelder erweitert werden, welche den Phasen vorbereiten, vorbeugen, schützen zuzuordnen sind. Dabei kann unter anderem auf Erfahrungen aus dem Projekt FE 89.0320/2016 Stand der Technik hinsichtlich der Bewertung von Resilienzmaßnahmen [18] abgestützt werden, in welchem eine Maßnahmenmatrix erstellt wurde. Die Maßnahmenfelder sollen den Anwendern – wie in der bestehenden Methodik – Hinweise auf detailliert auszuarbeitende Maßnahmen liefern. Weiter ist die Kreuztabelle anzupassen. Für die neu identifizierten Maßnahmenfelder ist deren Wirkung auf die einzelnen Kriterien abzuschätzen. In einem zweiten Schritt wird die Beurteilung der Wirksamkeit von Maßnahmen erweitert. Während für die Phasen reagieren und erholen eine einfache Bewertung des Einflusses der Maßnahmen auf den maximalen Funktionalitätsverlust sowie die Zeit bis zur Wiederherstellung möglich war, ist insbesondere für Maßnahmen der Phase vorbereiten, welche alleinigen keinen direkten Einfluss auf die Kurve haben, zu überprüfen, wie diese beurteilt werden können.
- **Berücksichtigung von Bahn und Wasserstraße als alternative Verkehrsträger bei einem Ausfall der Straßeninfrastruktur:** Schiene und Wasserstraße sollen als alternative Verkehrsträger bei einem Ausfall der Straßeninfrastruktur berücksichtigt werden können. Dies bedingt eine Anpassung des Maßnahmenkatalogs. Für die Identifikation der Maßnahmen zur Verlagerung von Straßenverkehr auf andere Verkehrsmittel im Störfall wurde ein Einbezug von Experten von Schiene und Wasserstraße aus

dem BMDV-Expertennetzwerk im Rahmen eines verkehrsträgerübergreifenden Anwenderdialogs Ende Juni 2021 umgesetzt.

A2.3.1 Identifikation des Optimierungsbedarfs

Verknüpfung Resilienzscreening mit Resilienzbewertung

Im Rahmen des Forschungsprojekts FE 89.0330/2017 Reaktions- und Wiederherstellungsprozess für die Straßeninfrastruktur nach disruptiven Ereignissen [19] wurde ein Excel-Tool erstellt, welches anhand verschiedener Funktionalitäten eine Resilienzbewertung ermöglicht. Die Verbesserung einzelner Funktionalitäten durch die Umsetzung geeigneter Maßnahmen muss sich in der Bewertung in einem erneuten Resilienzscreening widerspiegeln.

Vollständigkeit und inhaltliche Tiefe des Fragekatalogs

Ziel des Resilienzscreenings ist es, eine hinreichend breite Palette an Fragen abzudecken, damit eine Aussage über die Resilienz des Verkehrssystems gemacht werden kann. Die Fragen aus dem Resilienzscreening decken noch nicht alle denkbaren Gefährdungsszenarien und Systemkomponenten ab. Mit der Erweiterung der Methodik wird auch eine Bewertung auf Ebene Streckenabschnitte möglich.

Bewertung auf Ebene Streckenabschnitte

Für eine Bewertung auf Ebene Streckenabschnitte gibt es diverse denkbare Gefährdungsszenarien und Systemkomponenten, welche mit dem eher generisch formulierten Fragekatalog auf Netzebene nicht abgedeckt sind. Damit spezifisch auf die Resilienzkomponenten einzelner Streckenabschnitte eingegangen werden kann, wird der Fragekatalog erweitert. Zudem ist eine Erweiterung des Fragekatalogs durch die Anwender möglich. Dadurch können die Anwender explizite Resilienzkomponenten in die Beurteilung einfließen lassen.

Für eine Bewertung auf Streckenebene gilt es in einem ersten Schritt zu klären, wie sich ein einzelner Streckenabschnitt innerhalb des Netzes abgrenzen lässt. Als Streckenabschnitt wird als der Bereich zwischen zwei Netzknoten (Knotenpunkten) verstanden, der keine wesentlichen Unterschiede bezüglich baulicher Ausgestaltung, Nachfrage, Gefährdungspotenzial etc. aufweist. Erst wenn an einem Netzknoten sich bezüglich Resilienzkriterien signifikant etwas ändert (z.B. Übergang von freier Strecke zu Tunnel) soll der entsprechende Bereich als einzelner Abschnitt betrachtet werden. Die Länge des Abschnitts zählt insofern nicht als Abgrenzungsmerkmal, da diese als Expositionsgröße bei der Kosten-Wirksamkeit einfließt.

Gefährdungsszenarien und deren Häufigkeiten

Die Maßnahmenbeurteilung soll einzelne Gefährdungsszenarien berücksichtigen. Aus dem Resilienzscreening gibt es Hinweise auf die wichtigsten Gefährdungen für ein Gesamtnetz bzw. Streckenabschnitt. Es soll je Gefährdung der ungünstigste anzunehmende Fall (credible worst case) definiert werden. Die Maßnahmenbeurteilung soll für jedes Gefährdungsszenario durchgeführt werden.

Berücksichtigung Betroffenheit

Nicht jedes disruptive Ereignis führt zu einer großen Betroffenheit, d.h. zu einer Einschränkung bzw. einem Ausfall der Infrastruktur bei dem größere volkswirtschaftliche Einbußen entstehen. Je nach Charakteristik kann bereits ein kleines Ereignis zu hohen Folgekosten führen. Umgekehrt kann ein vollständiger Ausfall eines Streckenabschnitts, welcher nur von wenigen Fahrzeugen benutzt wird, deutlich weniger Konsequenzen mit sich bringen. Um eine solche Vergleichbarkeit zu gewährleisten, soll über die Anzahl der Nutzer, Arbeitsplätze, Einwohner, etc. die Betroffenheit eines Streckenabschnitts berücksichtigt werden. Diese kann nachgelagert zur Maßnahmenbeurteilung erfolgen und mit dieser verknüpft werden. Dabei gilt, je höher die Betroffenheit eines Streckenabschnitts ist, desto wichtiger werden die eruierten Maßnahmen zur Erhöhung der Resilienz.

A2.3.2 Erweiterung auf alle Resilienzphasen

Eine maßgebliche inhaltliche Erweiterung betrifft den Umstand, dass nicht nur die Phasen reagieren und erholen, sondern auch die übrigen Phasen des Resilienzzyklus (vorbereiten, vorbeugen, schützen) berücksichtigt werden.

Vorbereiten

Vorbereitende Maßnahmen sind zeitlich entkoppelt. Sie wirken sich indirekt auf die Resilienz des Systems aus, indem sie die Wirkung von Maßnahmen in den anderen Phasen verstärken. Vorbereitende Maßnahmen haben keinen direkten Einfluss auf den Verlauf der Funktionalitätskurve. D.h. solche Maßnahmen führen allein noch nicht dazu, dass die Funktionalitätskurve im Ereignisfall anders aussieht. Sie können jedoch Voraussetzung dafür sein, dass Maßnahmen aus anderen Phasen ihre Wirkung (in Bezug auf die Funktionalitätskurve) überhaupt erst entfalten können. Deshalb sollen vorbereitenden Maßnahmen nur in Kombination mit anderen Maßnahmen bewertet werden. Beispiele hierfür sind:

- Aus- und Weiterbildung
- Sensibilisierung und Information
- Sammeln und Auswerten von Referenzdaten vergleichbarer Ereignisse
- Analyse spezifischer disruptiver Ereignisse

Vorbeugen

Vorbeugende Maßnahmen wirken sich auf die Eintrittshäufigkeit von disruptiven Ereignissen aus und können deren Eintreten im Idealfall gar verhindern. Beispiele von vorbeugenden Maßnahmen sind:

- Regelmäßige Zustandserfassung der Infrastruktur
- Modernere Betriebstechnik / Ausrüstung
- Zusätzliche Schutzmaßnahmen (z.B. Lawinenverbauung, Leitplanken etc.)
- Warnsysteme (z.B. Staubbildung, Naturgefahren etc.)

Schützen

Schützende Maßnahmen unterstützen dabei, dass im Ereignisfall die Auswirkungen begrenzt werden können. Beispiele für schützende Maßnahmen sind:

- Technische Maßnahmen, die vor Eintreten des Ereignisfalls implementiert werden und im Ereignisfall direkt wirken (z.B. automatische Brandbekämpfungsanlagen in Tunneln, Hochleistungsbeton bei Brücken)

Anpassungsbedarf

Der resultierende Anpassungsbedarf konzentriert sich zusammenfassend auf folgende Aspekte:

- Erweiterung Frage- und Maßnahmenkatalog
- Beurteilung der Wirksamkeit von Maßnahmen (Reduktion der Häufigkeit des Auftretens von Ereignissen, die zu einer Funktionalitätseinbuße führen und/oder Reduktion des Funktionalitätsverlusts und/oder Reduktion der Wiederherstellungsdauer).

A2.3.3 Einbezug alternativer Verkehrsträger

Ergänzend zu den Betrachtungen für das Straßensystem wird mit Blick auf die vorliegenden Weiterentwicklungen auch berücksichtigt, inwieweit im Fall eines disruptiven Ereignisses verkehrsträgerübergreifende Alternativen (Bahn, Wasserwege) genutzt werden können. Dabei stellen sich u.a. folgende Fragen:

- Gibt es ausreichend Kapazitäten im Netz (Trassen, Fahrzeuge/Transportmöglichkeiten, Personal)
- Wird der bestehende Betrieb dem Störungsbetrieb nach einem disruptiven Ereignis priorisiert?

- Welche zusätzlichen Umsteige-/Umladevorgänge treten auf?
- Wie groß sind die Kapazitäts-/Zeitverluste?

A2.3.4 Überlegungen zur Resilienzbewertung von Bahn und Wasserstraße

Das IT-Tool zielt in erster Linie auf die Beurteilung von Straßenverkehrsinfrastrukturen ab und ist auf die Bedürfnisse der Straßenbauverwaltungen ausgerichtet. Es werden jedoch erste methodische und inhaltliche Überlegungen hinsichtlich der Übertragbarkeit auf Bahn und Wasserstraße angestellt. Dies beinhaltet Überlegungen zum Maßnahmenkatalog und den Funktionalitäten. Der Umfang der Ausführungen (z.B. Erstellung eines Maßnahmenkatalogs) ist dabei auch vom Input der Experten von Schiene und Wasserstraße abhängig, welche im Laufe des Forschungsprojekts in die Überlegungen zur Übertragung der Methodik miteinbezogen werden. Prinzipiell sehen die bereits miteinbezogenen Vertreter von Wasserstraße und Bahn eine Übertragbarkeit der Methodik auf die Verkehrsträger Wasser und Bahn als machbar an. Eine Implementierung einer Resilienzbewertung von Bahn oder Wasserstraße in das IT-Tool ist nicht Bestandteil des Forschungsprojekts.

A2.4 Anforderungen an die Handlungshilfen

A2.4.1 Benutzerleitfaden

Obschon es das Ziel ist, dass das IT-Tool möglichst intuitiv bedient werden kann, wird durch EBP Schweiz AG eine Bedienungsanleitung für die Anwender erstellt werden. Dieser Benutzerleitfaden erklärt die wichtigsten Funktionalitäten des IT-Tools anhand einer kurzen Beschreibung und entsprechenden Screenshots und Abbildungen und stellt Schritt für Schritt dar, wie das IT-Tool zu bedienen ist.

Der Benutzerleitfaden wird keine methodischen Erläuterungen enthalten. Diese sind im Methodikbericht enthalten. Allerdings werden, wo sinnvoll und notwendig, Verweise auf den Methodikbericht integriert, so dass den interessierten Anwendern der Zugang zu detaillierten Hintergrundinformationen erleichtert wird.

Adressat sind primär die potenziellen Anwender, insbesondere aus den Straßenbauverwaltungen respektive der Autobahn GmbH. Sprache, Umfang und Detaillierungsgrad zielen auf diese Anwender ab und sollen ihnen die Anwendung des IT-Tools in der Praxis erleichtern.

Die Ausgestaltung des Benutzerleitfadens wird auch davon abhängig sein, wie das Produkt (Methodik und IT-Tool) inhaltlich und technisch aussehen werden. Die detaillierte Ausgestaltung des Benutzerleitfadens wird deshalb zu einem späteren Zeitpunkt nochmals aufgegriffen.

A2.4.2 Implementierungskonzept

Im Implementierungskonzept wird aufgezeigt, wie die Methodik in der Praxis implementiert werden kann, so dass das Potenzial der Methodik seine volle Wirkung entfalten kann. Wir werden einen Vorschlag für einen Aktionsplan erarbeiten, der aufzeigt, wie Schulungen, E-Learning Module oder Anwendungscoachings in der Praxis eingesetzt werden können. Diese Überlegungen werden in einem Bericht zusammengefasst. Dabei handelt es sich um ein Konzept. Entsprechende Lehrmittel oder die Durchführung von Schulungen, die Erarbeitung von E-Learning Modulen oder die Erstellung von Webinaren sind nicht Bestandteil der offerierten Leistungen.

Die Ausgestaltung des Implementierungskonzepts wird auch davon abhängig sein, wie das Produkt (Methodik und IT-Tool) inhaltlich und technisch aussehen wird. Die Ausgestaltung ist zudem abhängig davon, mit welcher Intensität die Bundesanstalt für Straßenwesen die Implementierung in die Praxis im Anschluss an dieses Projekt weiter vorantreiben will. Die detaillierte Ausgestaltung des Implementierungskonzepts wird deshalb zu einem späteren Zeitpunkt nochmals aufgegriffen.

A3 Bewertungsskalen für die Resilienz-Kriterien

Dimension		Kriterium	Bewertungsskala
ORGANISATORISCH	1	Verantwortlichkeiten Sind die Verantwortlichkeiten definiert sowie Rollen und Funktionen auch außerhalb des Ereignisfalls zugewiesen?	Für das kritische Objekt sind die Verantwortlichkeiten zu 100 % definiert und schriftlich dokumentiert (5 Punkte) Für das kritische Objekt sind die Verantwortlichkeiten zu 100 % definiert jedoch schriftlich nicht dokumentiert (4 Punkte) Für das kritische Objekt sind die Verantwortlichkeiten teilweise definiert (2 Punkte) Für das kritische Objekt sind keine Verantwortlichkeiten definiert (0 Punkte)
	2	Notfallpläne Existieren Notfallpläne für die Zeit unmittelbar nach einem disruptiven Ereignis, welche die Bewältigung dieses Ereignisses hinreichend ermöglichen?	Die Notfallpläne sind über die Gesamtlänge des Objekts erstellt (5 Punkte) Die Notfallpläne sind für mindestens 75 % der Gesamtlänge des Objekts erstellt (4 Punkte) Die Notfallpläne sind für mindestens 50 % der Gesamtlänge des Objekts erstellt (3 Punkte) Die Notfallpläne sind für mindestens 25 % der Gesamtlänge des Objekts erstellt (2 Punkte) Die Notfallpläne sind für weniger als 25 % der Gesamtlänge des Objekts erstellt (1 Punkt) Für das Objekt existieren keine Notfallpläne (0 Punkte)
	3	Wiederherstellungspläne Existieren Wiederherstellungspläne, welche die Bewältigung von disruptiven Ereignissen hinreichend ermöglichen bzw. die Wiederherstellung beschleunigen?	Die Wiederherstellungspläne sind über die Gesamtlänge des Objekts erstellt (5 Punkte) Die Wiederherstellungspläne sind für mindestens 75 % der Gesamtlänge des Objekts erstellt (4 Punkte) Die Wiederherstellungspläne sind für mindestens 50 % der Gesamtlänge des Objekts erstellt (3 Punkte) Die Wiederherstellungspläne sind für mindestens 25 % der Gesamtlänge des Objekts erstellt (2 Punkte) Die Wiederherstellungspläne sind für weniger als 25 % der Gesamtlänge des Objekts erstellt (1 Punkt) Für das Objekt existieren keine Wiederherstellungspläne (0 Punkte)
	4	Interoperabilität Ist eine Interoperabilität zwischen den Stakeholdern gewährleistet?	Es bestehen keine Inkompatibilitäten zwischen den Stakeholdern (5 Punkte) Die Interoperabilität zwischen den Stakeholdern ist für eine Mehrheit der Bereiche gegeben (3 Punkte) Die Interoperabilität zwischen den Stakeholdern ist für vereinzelte Bereiche gegeben (1 Punkt) Unbekannt, ob die Interoperabilität zwischen den Stakeholdern gewährleistet ist, kein Versuch der Harmonisierung (0 Punkte)
	5	Humanressourcen (Ereignisfall) In welchem Umfang können Humanressourcen für die Zeit unmittelbar nach einem disruptiven Ereignis aktiviert werden?	Der geschätzte Bedarf für das Objekt ist vollständig abgedeckt (5 Punkte) Der geschätzte Bedarf für das Objekt ist zu mindestens 75 % abgedeckt (4 Punkte) Der geschätzte Bedarf für das Objekt ist zu mindestens 50 % abgedeckt (3 Punkte) Der geschätzte Bedarf für das Objekt ist zu mindestens 25 % abgedeckt (2 Punkte) Der geschätzte Bedarf für das Objekt ist zu weniger als 25 % abgedeckt (1 Punkt) Der Bedarf ist nicht abgeschätzt bzw. es ist unbekannt, ob der Bedarf abgedeckt ist (0 Punkte)
	6	Humanressourcen (Wiederherstellung) In welchem Umfang können Humanressourcen für die Phase der Wiederherstellung aktiviert werden?	Der geschätzte Bedarf für das Objekt ist vollständig abgedeckt (5 Punkte) Der geschätzte Bedarf für das Objekt ist zu mindestens 75 % abgedeckt (4 Punkte) Der geschätzte Bedarf für das Objekt ist zu mindestens 50 % abgedeckt (3 Punkte) Der geschätzte Bedarf für das Objekt ist zu mindestens 25 % abgedeckt (2 Punkte) Der geschätzte Bedarf für das Objekt ist zu weniger als 25 % abgedeckt (1 Punkt) Der Bedarf ist nicht abgeschätzt bzw. es ist unbekannt, ob der Bedarf abgedeckt ist (0 Punkte)
	7	Aus-/Weiterbildung Verfügen die Humanressourcen über eine ausreichende Ausbildung/ausreichende Fähigkeiten, um die ihnen zugewiesenen Aufgaben zu erfüllen?	Alle Einsatzkräfte verfügen über eine ausreichende Ausbildung (5 Punkte) Mindestens 75 % aller Einsatzkräfte verfügen über eine ausreichende Ausbildung (4 Punkte) Mindestens 50 % aller Einsatzkräfte verfügen über eine ausreichende Ausbildung (3 Punkte) Mindestens 25 % aller Einsatzkräfte verfügen über eine ausreichende Ausbildung (2 Punkte) Weniger als 25 % aller Einsatzkräfte verfügen über eine ausreichende Ausbildung (1 Punkt) Keine Einsatzkräfte verfügen über eine ausreichende Ausbildung (0 Punkte)

	8	Vergleichbare Ereignisse	Gibt es Erfahrungen aus vergleichbaren disruptiven Ereignissen, welche im Ereignisfall beigezogen werden können?	Für das Kollektiv an relevanten Gefährdungen gibt es vergleichbare Erfahrungen (5 Punkte) Für eine Mehrheit an relevanten Gefährdungen gibt es vergleichbare Erfahrungen (3 Punkte) Für vereinzelte relevanten Gefährdungen gibt es vergleichbare Erfahrungen (1 Punkte) Für keine relevanten Gefährdungen gibt es vergleichbare Erfahrungen (0 Punkte)
--	---	--------------------------	--	--

WIRTSCHAFTLICH	9	Finanzen (Ereignisfall)	In welchem Umfang können finanzielle Mittel für die Zeit unmittelbar nach einem disruptiven Ereignis innerhalb einer nützlichen Frist aktiviert werden?	Finanzmittel reichen für 100 % des geschätzten Bedarfs eines sehr wahrscheinlichen Einwirkungsszenarios aus (5 Punkte) Finanzmittel reichen für mindestens 75 % des geschätzten Bedarfs eines sehr wahrscheinlichen Einwirkungsszenarios aus (4 Punkte) Finanzmittel reichen für mindestens 50 % des geschätzten Bedarfs eines sehr wahrscheinlichen Einwirkungsszenarios aus (3 Punkte) Finanzmittel reichen für mindestens 25 % des geschätzten Bedarfs eines sehr wahrscheinlichen Einwirkungsszenarios aus (2 Punkte) Finanzmittel reichen weniger als 25 % des geschätzten Bedarfs eines sehr wahrscheinlichen Einwirkungsszenarios aus (1 Punkt) Es sind keine verfügbaren liquiden Finanzierungsquellen vorhanden (0 Punkte)
	10	Finanzen (Wiederherstellung)	In welchem Umfang können finanzielle Mittel für die Phase der Wiederherstellung innerhalb einer nützlichen Frist aktiviert werden?	Finanzmittel reichen für 100 % des geschätzten Bedarfs eines sehr wahrscheinlichen Einwirkungsszenarios aus (5 Punkte) Finanzmittel reichen für mindestens 75 % des geschätzten Bedarfs eines sehr wahrscheinlichen Einwirkungsszenarios aus (4 Punkte) Finanzmittel reichen für mindestens 50 % des geschätzten Bedarfs eines sehr wahrscheinlichen Einwirkungsszenarios aus (3 Punkte) Finanzmittel reichen für mindestens 25 % des geschätzten Bedarfs eines sehr wahrscheinlichen Einwirkungsszenarios aus (2 Punkte) Finanzmittel reichen weniger als 25 % des geschätzten Bedarfs eines sehr wahrscheinlichen Einwirkungsszenarios aus (1 Punkt) Es sind keine verfügbaren liquiden Finanzierungsquellen vorhanden (0 Punkte)

PHYSISCH/TECHNISCH	11	Materielle Ressourcen (Ereignisfall)	In welchem Umfang können materielle Ressourcen für die Zeit unmittelbar nach einem disruptiven Ereignis aktiviert werden?	Der geschätzte Bedarf für das Objekt ist vollständig abgedeckt (5 Punkte) Der geschätzte Bedarf für das Objekt ist zu mindestens 75 % abgedeckt (4 Punkte) Der geschätzte Bedarf für das Objekt ist zu mindestens 50 % abgedeckt (3 Punkte) Der geschätzte Bedarf für das Objekt ist zu mindestens 25 % abgedeckt (2 Punkte) Der geschätzte Bedarf für das Objekt ist zu weniger als 25 % abgedeckt (1 Punkt) Der Bedarf ist nicht abgeschätzt bzw. es ist unbekannt, ob der Bedarf abgedeckt ist (0 Punkte)
	12	Materielle Ressourcen (Wiederherstellung)	In welchem Umfang können materielle Ressourcen für die Phase der Wiederherstellung nach einem disruptiven Ereignis aktiviert werden?	Der geschätzte Bedarf für das Objekt ist vollständig abgedeckt (5 Punkte) Der geschätzte Bedarf für das Objekt ist zu mindestens 75 % abgedeckt (4 Punkte) Der geschätzte Bedarf für das Objekt ist zu mindestens 50 % abgedeckt (3 Punkte) Der geschätzte Bedarf für das Objekt ist zu mindestens 25 % abgedeckt (2 Punkte) Der geschätzte Bedarf für das Objekt ist zu weniger als 25 % abgedeckt (1 Punkt) Der Bedarf ist nicht abgeschätzt bzw. es ist unbekannt, ob der Bedarf abgedeckt ist (0 Punkte)
	13	Kommunikationssysteme	Wie groß ist die Reichweite von Kommunikationssystemen zur Information/Warnung der Betroffenen bei einem disruptiven Ereignis?	Die Erreichung aller Betroffenen ist sichergestellt (5 Punkte) Die Erreichung von mindestens 75 % aller Betroffenen ist sichergestellt (4 Punkte) Die Erreichung von mindestens 50 % aller Betroffenen ist sichergestellt (3 Punkte) Die Erreichung von mindestens 25 % aller Betroffenen ist sichergestellt (2 Punkte) Die Erreichung von weniger als 25 % aller Betroffenen ist sichergestellt (1 Punkt) Die Betroffenen können nicht erreicht werden (0 Punkte)

14	Krisen-/ Notfallzentrum	Existiert ein Krisen-/Notfallzentrum mit ausreichender Ausstattung?	Ja. Fix installiert, dauerhaft besetzt (5 Punkte) Ja. Fix installiert, nicht dauerhaft besetzt. Besetzung durch Experten (4 Punkte) Ja. Fix installiert, nicht dauerhaft besetzt. Besetzung durch Laien (3 Punkte) Ja. Mobile Notfallzentrale, nicht dauerhaft besetzt. Besetzung durch Experten (2 Punkte) Ja. Mobile Notfallzentrale, nicht dauerhaft besetzt. Besetzung durch Laien (1 Punkt) Nein (0 Punkte)
15	Technische Einrichtungen	Existieren technische Einrichtungen am Objekt, welche die Funktionalität im Bedarfsfall erhöhen?	Technische Einrichtungen sind über die Gesamtlänge des Objekts vorhanden (5 Punkte) Technische Einrichtungen sind für mindestens 75 % der Gesamtlänge des Objekts vorhanden (4 Punkte) Technische Einrichtungen sind für mindestens 50 % der Gesamtlänge des Objekts vorhanden (3 Punkte) Technische Einrichtungen sind für mindestens 25 % der Gesamtlänge des Objekts vorhanden (2 Punkte) Technische Einrichtungen sind für weniger als 25 % der Gesamtlänge des Objekts vorhanden (1 Punkt) Keine technischen Einrichtungen vorhanden (0 Punkte)
16	Alternative Routen	Wie viele kritische Objekte verfügen über valable Alternativrouten, mit einer maximalen Reisezeiterhöhung von 30 Minuten?	Das kritische Objekt hat eine Vielzahl an valablen Routenalternativen (5 Punkte) Das kritische Objekt hat zwei oder mehr valable Routenalternativen (3 Punkte) Das kritische Objekt hat eine valable Routenalternative (1 Punkt) Das kritische Objekt hat keine valable Routenalternative (0 Punkte)
17	Kapazität alternative Routen	Verfügen die alternativen Routen über freie Kapazitäten?	Alle Routenalternativen verfügen über eine Verkehrsqualitätsstufe A bis C (5 Punkte) Zwei oder mehr Routenalternativen verfügen über eine Verkehrsqualitätsstufe A bis C (3 Punkte) Eine Routenalternative verfügt über eine Verkehrsqualitätsstufe A bis C (1 Punkt) Keine alternative Route verfügt über eine Verkehrsqualitätsstufe A bis C (0 Punkte)
18	Redundanzen	Gibt es alternative Verkehrsträger, welche bei einem disruptiven Ereignis als Alternative darstellen können?	Ja, es gibt alternative Verkehrsträger, die eine Alternative darstellen = 5 Punkte Nein, es gibt keine alternativen Verkehrsträger, die eine Alternative darstellen = 0 Punkte
19	Verkehrsmanagement	Wie viele kritische Objekte verfügen über ein aktives Verkehrsmanagement?	Verkehrsmanagement Maßnahmen sind über die Gesamtlänge des Objekts vorhanden (5 Punkte) Verkehrsmanagement Maßnahmen sind für mindestens 75 % der Gesamtlänge des Objekts vorhanden (4 Punkte) Verkehrsmanagement Maßnahmen sind für mindestens 50 % der Gesamtlänge des Objekts vorhanden (3 Punkte) Verkehrsmanagement Maßnahmen sind für mindestens 25 % der Gesamtlänge des Objekts vorhanden (2 Punkte) Verkehrsmanagement Maßnahmen sind für weniger als 25 % der Gesamtlänge des Objekts vorhanden (1 Punkt) Keine Verkehrsmanagement Maßnahmen vorhanden (0 Punkte)
20	Schutzmaßnahmen	Wie viele kritische Objekte verfügen über Schutzmaßnahmen gegenüber äußeren Einflüssen?	Für das Kollektiv an relevanten Gefährdungen bestehen umfangreiche Schutzmaßnahmen (5 Punkte) Für eine Mehrheit an relevanten Gefährdungen bestehen umfangreiche Schutzmaßnahmen (4 Punkte) Für eine Mehrheit an relevanten Gefährdungen bestehen wenige Schutzmaßnahmen (3 Punkte) Für vereinzelte relevanten Gefährdungen bestehen umfangreiche Schutzmaßnahmen (2 Punkte) Für vereinzelte relevanten Gefährdungen bestehen wenige Schutzmaßnahmen (1 Punkt) Für keine relevanten Gefährdungen bestehen Schutzmaßnahmen (0 Punkte)

A4 Kreuztabelle für die Maßnahmenidentifikation

Dimension	Kriterien	Nr. 1 Abschluss von Versicherungen/Erhöhung der Deckung	Nr. 2 Treffen von Kostenvereinbarungen bei netzwerkübergreifenden/ sektortübergreifenden disruptiven Ereignissen	Nr. 3 Entwicklung von Mechanismen zur schnellen Freigabe von finanziellen Mitteln bei netzwerkübergreifenden/ sektortübergreifenden disruptiven Ereignissen	Nr. 4 Regelmässige Überprüfung und Anpassung der verfügbaren Finanzmittel auf neu auftretende Gefahren/Bedrohungen	Nr. 5 Redundante Finanzierungsquellen etablieren	Nr. 6 Regelmässige Erneuerung und Anpassung der getroffenen Vereinbarungen zur Kostenteilung
	Offene Strecke	x	x	x	x	x	x
	Tunnel	x	x	x	x	x	x
	Brücke	x	x	x	x	x	x
ORGANISATORISCH	1 Verantwortlichkeiten						
	2 Notfallpläne						
	3 Wiederherstellungspläne						
	4 Interoperabilität		x	x			
	5 Humanressourcen (Ereignisfall)						
	6 Humanressourcen (Wiederherstellung)						
	7 Aus-/Weiterbildung						
	8 Vergleichbare Ereignisse						
WIRTSCHAFTLICH	9 Finanzen (Ereignisfall)	x	x	x	x	x	x
	10 Finanzen (Wiederherstellung)	x	x	x	x	x	x
PHYSISCH/TECHNISCH	11 Materielle Ressourcen (Ereignisfall)						
	12 Materielle Ressourcen (Wiederherstellung)						
	13 Kommunikationssysteme						
	14 Krisen-/ Notfallzentrum						
	15 Technische Einrichtungen						
	16 Alternative Routen						
	17 Kapazität alternative Routen						
	18 Redundanzen						
	19 Verkehrsmanagement						
	20 Schutzmassnahmen						

Dimension	Kriterien	Nr. 7	Nr. 8	Nr. 9	Nr. 10	Nr. 11	Nr. 12
		Harmonisierung der Kommunikation	Harmonisierung/Branchenübergreifende Vernetzung der Notfallpläne	Harmonisierung der Notfallmanagementsysteme	Harmonisierung der IT-Systeme	Harmonisierung der technischen Ausrüstung (z.B. Feuerwehrschräume)	Treffen von Vereinbarungen mit externen Hilfsorganisationen/Blaulichtorganisationen (Polizei, Feuerwehr), um deren Verfügbarkeit und Mobilisierung auf der
	Offene Strecke	x	x	x	x	x	x
	Tunnel	x	x	x	x	x	x
	Brücke	x	x	x	x	x	x
ORGANISATORISCH	1 Verantwortlichkeiten						
	2 Notfallpläne						
	3 Wiederherstellungspläne						
	4 Interoperabilität	x	x	x	x	x	x
	5 Humanressourcen (Ereignisfall)						
	6 Humanressourcen (Wiederherstellung)						
	7 Aus-/Weiterbildung						
	8 Vergleichbare Ereignisse						
WIRTSCHAFTLICH	9 Finanzen (Ereignisfall)						
	10 Finanzen (Wiederherstellung)						
PHYSISCH/TECHNISCH	11 Materielle Ressourcen (Ereignisfall)						
	12 Materielle Ressourcen (Wiederherstellung)						
	13 Kommunikationssysteme	x					x
	14 Krisen-/ Notfallzentrum						
	15 Technische Einrichtungen						
	16 Alternative Routen						
	17 Kapazität alternative Routen						
	18 Redundanzen						
	19 Verkehrsmanagement						
	20 Schutzmassnahmen						

Dimension	Kriterien	Nr. 13 Treffen von Vereinbarungen mit externen Fachleuten (öffentliche Ordnung, Kommunikationsberater, Dienstleistungen), um deren Verfügbarkeit und Mobilisierung auf der	Nr. 14 Treffen von Vereinbarungen mit technischen Dienstleistern (Baufirmen, Ingenieurwesen etc.)	Nr. 15 Ernennung von Gemeindevetretern, welche in Notfällen als Verbindungsbeamte fungieren können	Nr. 16 Abschluss von Verträgen für eine funktionierende Kommunikation mit der Öffentlichkeit (Informationsvermitteln, digitalen Medien, Mobilfunkbetreibern,	Nr. 17 Treffen von Vereinbarungen mit externen Ressourcenlieferanten	Nr. 18 Ausreichende Verfügbarkeit des Personals beim Betreiber der kritischen Infrastruktur sicherstellen/alle Einsatzpositionen gemäss Notfallplan vollständig
	Offene Strecke	x	x	x	x	x	x
	Tunnel	x	x	x	x	x	x
	Brücke	x	x	x	x	x	x
ORGANISATORISCH	1 Verantwortlichkeiten						
	2 Notfallpläne						
	3 Wiederherstellungspläne						
	4 Interoperabilität	x	x	x	x	x	
	5 Humanressourcen (Ereignisfall)	x	x				x
	6 Humanressourcen (Wiederherstellung)	x	x				x
	7 Aus-/Weiterbildung						
	8 Vergleichbare Ereignisse						
WIRTSCHAFTLICH	9 Finanzen (Ereignisfall)						
	10 Finanzen (Wiederherstellung)						
PHYSISCH/TECHNISCH	11 Materielle Ressourcen (Ereignisfall)					x	
	12 Materielle Ressourcen (Wiederherstellung)					x	
	13 Kommunikationssysteme		x	x	x		
	14 Krisen-/ Notfallzentrum						
	15 Technische Einrichtungen						
	16 Alternative Routen						
	17 Kapazität alternative Routen						
	18 Redundanzen						
	19 Verkehrsmanagement						
	20 Schutzmassnahmen						

Dimension	Kriterien	Nr. 19	Nr. 20	Nr. 21	Nr. 22	Nr. 23	Nr. 24
		Definition/Abstimmung der benötigten Einsatzkräfte/Humanressourcen auf die einzelnen Einwirkungsszenarien	Abstimmung der Einsatzpositionen/Aktionen auf die einzelnen Einwirkungsszenarien	Zuweisen der Einsatzkräfte zu den Einsatzpositionen	Identifikation von Schlüsselpersonen und Lead-Organisationen	Etablierung von unternehmensinternen, akzeptierten Rollen/Verantwortlichkeiten	Definition der Reaktionen/Handlungen für die definierten Einwirkungsszenarien
	Offene Strecke	x	x	x	x	x	x
	Tunnel	x	x	x	x	x	x
	Brücke	x	x	x	x	x	x
ORGANISATORISCH	1 Verantwortlichkeiten	x	x	x	x	x	
	2 Notfallpläne						x
	3 Wiederherstellungspläne						
	4 Interoperabilität						
	5 Humanressourcen (Ereignisfall)	x					
	6 Humanressourcen (Wiederherstellung)	x					
	7 Aus-/Weiterbildung						
	8 Vergleichbare Ereignisse						
WIRTSCHAFTLICH	9 Finanzen (Ereignisfall)						
	10 Finanzen (Wiederherstellung)						
PHYSISCH/TECHNISCH	11 Materielle Ressourcen (Ereignisfall)						
	12 Materielle Ressourcen (Wiederherstellung)						
	13 Kommunikationssysteme						
	14 Krisen-/ Notfallzentrum						
	15 Technische Einrichtungen						
	16 Alternative Routen						
	17 Kapazität alternative Routen						
	18 Redundanzen						
	19 Verkehrsmanagement						
	20 Schutzmassnahmen						

Dimension	Kriterien	Nr. 25 Abstimmung der benötigten Einsatzkräfte/Humanressourcen auf die einzelnen Einwirkungsszenarien	Nr. 26 Abstimmung der Einsatzpositionen/Aktionen auf die einzelnen Einwirkungsszenarien	Nr. 27 Definition der benötigten materiellen Ressourcen zur Bewältigung der definierten Einwirkungsszenarien	Nr. 28 Berücksichtigung von kasadierenden Effekten und Abhängigkeiten in der Notfallplanung	Nr. 29 Erstellung von Umleitungsplänen für alternative Routen für die einzelnen Einwirkungsszenarien	Nr. 30 Erstellung eines Verkehrsmanagementplans für die einzelnen Einwirkungsszenarien
	Offene Strecke	x	x	x	x	x	x
	Tunnel	x	x	x	x	x	x
	Brücke	x	x	x	x	x	x
ORGANISATORISCH	1 Verantwortlichkeiten						
	2 Notfallpläne	x	x	x	x	x	x
	3 Wiederherstellungspläne						
	4 Interoperabilität						
	5 Humanressourcen (Ereignisfall)						
	6 Humanressourcen (Wiederherstellung)						
	7 Aus-/Weiterbildung						
	8 Vergleichbare Ereignisse						
WIRTSCHAFTLICH	9 Finanzen (Ereignisfall)						
	10 Finanzen (Wiederherstellung)						
PHYSISCH/TECHNISCH	11 Materielle Ressourcen (Ereignisfall)						
	12 Materielle Ressourcen (Wiederherstellung)						
	13 Kommunikationssysteme						
	14 Krisen-/ Notfallzentrum						
	15 Technische Einrichtungen						
	16 Alternative Routen						
	17 Kapazität alternative Routen						
	18 Redundanzen						
	19 Verkehrsmanagement						
	20 Schutzmassnahmen						

Dimension	Kriterien	Nr. 31	Nr. 32	Nr. 33	Nr. 34	Nr. 35	Nr. 36
		Prüfung der Notfallpläne auf ihre Wirksamkeit	Erstellung/Optimierung von Flucht- und Evakuierungsplänen	Priorisierung der Zuweisung von Ressourcen (materiell, personell, finanziell)	Regelmässige Überprüfung und Anpassung der verfügbaren Humanressourcen	Regelmässige Erneuerung und Anpassung der Vereinbarungen bzgl. Humanressourcen	Regelmässige Überprüfung und Anpassung der bestehenden Notfallpläne
	Offene Strecke	x		x	x	x	x
	Tunnel	x	x	x	x	x	x
	Brücke	x		x	x	x	x
ORGANISATORISCH	1 Verantwortlichkeiten						
	2 Notfallpläne	x	x	x			
	3 Wiederherstellungspläne						
	4 Interoperabilität						
	5 Humanressourcen (Ereignisfall)						
	6 Humanressourcen (Wiederherstellung)						
	7 Aus-/Weiterbildung				x	x	
	8 Vergleichbare Ereignisse	x					
WIRTSCHAFTLICH	9 Finanzen (Ereignisfall)						
	10 Finanzen (Wiederherstellung)						
PHYSISCH/TECHNISCH	11 Materielle Ressourcen (Ereignisfall)						x
	12 Materielle Ressourcen (Wiederherstellung)						x
	13 Kommunikationssysteme						
	14 Krisen-/ Notfallzentrum						
	15 Technische Einrichtungen						
	16 Alternative Routen						
	17 Kapazität alternative Routen						
	18 Redundanzen						
	19 Verkehrsmanagement						
	20 Schutzmassnahmen						

Dimension	Kriterien	Nr. 37 Erhöhung der Redundanz der Kommunikationsmittel/Vollständige Redundanz der Kommunikationsmittel für alle definierten Einwirkungsszenarien	Nr. 38 Tunnelkommunikation	Nr. 39 Regelmässige Überprüfung und Anpassung der verfügbaren materiellen Ressourcen	Nr. 40 Regelmässige Erneuerung und Anpassung der Vereinbarungen bzgl. materiellen Ressourcen	Nr. 41 Back-up Inventare und Ausrüstungen bereitstellen	Nr. 42 Ausbau bestehender Routen
	Offene Strecke	x		x	x	x	x
	Tunnel	x	x	x	x	x	x
	Brücke	x		x	x	x	x
ORGANISATORISCH	1 Verantwortlichkeiten						
	2 Notfallpläne						
	3 Wiederherstellungspläne						
	4 Interoperabilität						
	5 Humanressourcen (Ereignisfall)						
	6 Humanressourcen (Wiederherstellung)						
	7 Aus-/Weiterbildung						
	8 Vergleichbare Ereignisse						
WIRTSCHAFTLICH	9 Finanzen (Ereignisfall)						
	10 Finanzen (Wiederherstellung)						
PHYSISCH/TECHNISCH	11 Materielle Ressourcen (Ereignisfall)						
	12 Materielle Ressourcen (Wiederherstellung)			x	x	x	
	13 Kommunikationssysteme	x					
	14 Krisen-/ Notfallzentrum						
	15 Technische Einrichtungen		x				
	16 Alternative Routen						
	17 Kapazität alternative Routen						x
	18 Redundanzen						
	19 Verkehrsmanagement						
	20 Schutzmassnahmen						

Dimension	Nr. 43	Nr. 44	Nr. 45	Nr. 46	Nr. 47	Nr. 48
Kriterien	Neubau von Routen	Neubau alternativer Verkehrsträger	Ausbau bestehender alternativer Verkehrsträger	Regelmässige Übungen für das relevante Personal zum Umgang mit den identifizierten potentiellen Notfällen, Katastrophen, Krisen und unerwarteten Ereignissen, angepasst auf	Regelmässige gemeinsame Übungen mit den externen Stakeholdern (abhängige CH-Betreiber, Notfalldienste, Rettungsdienste, Gemeinden,	Disziplinübergreifende Schulungen, deren Lehrplan multidisziplinäre kritische Management- und Reaktions-/Reparaturdienste umfasst
	Offene Strecke	x	x	x	x	x
	Tunnel	x	x	x	x	x
	x	x	x	x	x	x
ORGANISATORISCH	1 Verantwortlichkeiten					
	2 Notfallpläne					
	3 Wiederherstellungspläne					
	4 Interoperabilität				x	
	5 Humanressourcen (Ereignisfall)					
	6 Humanressourcen (Wiederherstellung)					
	7 Aus-/Weiterbildung				x	x
	8 Vergleichbare Ereignisse					
WIRTSCHAFTLICH	9 Finanzen (Ereignisfall)					
	10 Finanzen (Wiederherstellung)					
PHYSISCH/TECHNISCH	11 Materielle Ressourcen (Ereignisfall)					
	12 Materielle Ressourcen (Wiederherstellung)					
	13 Kommunikationssysteme					
	14 Krisen-/ Notfallzentrum					
	15 Technische Einrichtungen					
	16 Alternative Routen	x				
	17 Kapazität alternative Routen	x				
	18 Redundanzen		x			
	19 Verkehrsmanagement					
	20 Schutzmassnahmen					

Dimension	Kriterien	Nr. 49	Nr. 50	Nr. 51	Nr. 52	Nr. 53	Nr. 54
		Regelmäßige Wiederholung der Übungen, angepasst auf die definierten Einwirkungsszenarien	Regelmäßige Überprüfung der Übungen hinsichtlich ihrer Aktualität	Erstellung von Business Continuity Plänen, welche alle identifizierten Gefährdungen/Risiken abdecken	Erstellen von Plänen für Routen/Strukturen/Objekten, welche prioritär verwaltet und Instand gesetzt werden sollen?	Erstellen von Wiederherstellungsplänen, welche detailliert Übergangsregelungen für beschädigte Anlage für verschiedene Einwirkungsszenarien, Triage-Richtlinien, etc.	Maßnahmen zur beschleunigten Abwicklung von Baubewilligungen (Bürokratieabbau)
	Offene Strecke	x	x	x	x	x	x
	Tunnel	x	x	x	x	x	x
	Brücke	x	x	x	x	x	x
ORGANISATORISCH	1 Verantwortlichkeiten						
	2 Notfallpläne						
	3 Wiederherstellungspläne			x	x	x	x
	4 Interoperabilität						
	5 Humanressourcen (Ereignisfall)						
	6 Humanressourcen (Wiederherstellung)						
	7 Aus-/Weiterbildung	x	x				
	8 Vergleichbare Ereignisse			x			
WIRTSCHAFTLICH	9 Finanzen (Ereignisfall)						
	10 Finanzen (Wiederherstellung)						
PHYSISCH/TECHNISCH	11 Materielle Ressourcen (Ereignisfall)						
	12 Materielle Ressourcen (Wiederherstellung)						
	13 Kommunikationssysteme						
	14 Krisen-/ Notfallzentrum						
	15 Technische Einrichtungen						
	16 Alternative Routen						
	17 Kapazität alternative Routen						
	18 Redundanzen						
	19 Verkehrsmanagement						
	20 Schutzmaßnahmen						

Dimension	Kriterien	Nr. 55	Nr. 56	Nr. 57	Nr. 58	Nr. 59	Nr. 60
	Offene Strecke	x	x	x			
	Tunnel	x	x	x	x	x	x
	Brücke	x	x	x			
ORGANISATORISCH	1 Verantwortlichkeiten						
	2 Notfallpläne						
	3 Wiederherstellungspläne	x	x	x			
	4 Interoperabilität						
	5 Humanressourcen (Ereignisfall)						
	6 Humanressourcen (Wiederherstellung)						
	7 Aus-/Weiterbildung						
	8 Vergleichbare Ereignisse		x	x			
WIRTSCHAFTLICH	9 Finanzen (Ereignisfall)						
	10 Finanzen (Wiederherstellung)						
PHYSISCH/TECHNISCH	11 Materielle Ressourcen (Ereignisfall)						
	12 Materielle Ressourcen (Wiederherstellung)						
	13 Kommunikationssysteme						
	14 Krisen-/ Notfallzentrum				x	x	x
	15 Technische Einrichtungen						
	16 Alternative Routen						
	17 Kapazität alternative Routen						
	18 Redundanzen						
	19 Verkehrsmanagement						
	20 Schutzmassnahmen						

Dimension	Kriterien	Nr. 61	Nr. 62	Nr. 63	Nr. 64	Nr. 65	Nr. 66
	Automatische Sperreinrichtung						
	Offene Strecke	x			x	x	x
	Tunnel	x	x		x	x	x
	Brücke	x		x	x	x	x
ORGANISATORISCH	1 Verantwortlichkeiten						
	2 Notfallpläne						
	3 Wiederstellungspläne						
	4 Interoperabilität						
	5 Humanressourcen (Ereignisfall)						
	6 Humanressourcen (Wiederherstellung)						
	7 Aus-Weiterbildung						
	8 Vergleichbare Ereignisse						x
WIRTSCHAFTLICH	9 Finanzen (Ereignisfall)						
	10 Finanzen (Wiederherstellung)						
PHYSICH/TECHNISCH	11 Materielle Ressourcen (Ereignisfall)						
	12 Materielle Ressourcen (Wiederherstellung)						
	13 Kommunikationssysteme						
	14 Krisen-/ Notfallzentrum				x		
	15 Technische Einrichtungen	x	x	x			
	16 Alternative Routen						
	17 Kapazität alternative Routen						
	18 Redundanzen						
	19 Verkehrsmanagement	x					
	20 Schutzmassnahmen						

Dimension	Kriterien	Nr. 67 Reduktion von Geschwindigkeiten	Nr. 68 Verkehrliche Umleitungen im Ereignisfall	Nr. 69 Schutzvorrichtungen gegen äußere Einflüsse	Nr. 70 Frühwarnsysteme
	Offene Strecke	x	x	x	x
	Tunnel	x	x		
	Brücke	x	x	x	x
ORGANISATORISCH	1 Verantwortlichkeiten				
	2 Notfallpläne				
	3 Wiederherstellungspläne				
	4 Interoperabilität				
	5 Humanressourcen (Ereignisfall)				
	6 Humanressourcen (Wiederherstellung)				
	7 Aus-/Weiterbildung				
	8 Vergleichbare Ereignisse				
WIRT- SCHAFT- T-LICH	9 Finanzen (Ereignisfall)				
	10 Finanzen (Wiederherstellung)				
PHYSICH/TECHNISCH	11 Materielle Ressourcen (Ereignisfall)				
	12 Materielle Ressourcen (Wiederherstellung)				
	13 Kommunikationssysteme				
	14 Krisen-/ Notfallzentrum				
	15 Technische Einrichtungen	x	x	x	x
	16 Alternative Routen				
	17 Kapazität alternative Routen				
	18 Redundanzen				
	19 Verkehrsmanagement	x	x		
	20 Schutzmassnahmen			x	x

A5 Bewertungsskalen für die Systemfunktionalitäten

Zielgröße	Funktionalität	Indikator	Beschreibung	Bewertungsskala: ΔF
WIRTSCHAFTLICHE ASPEKTE	Reise- und Transportzeiten	Veränderung der Reise- und Transportzeiten	Abhängig von Länge, der zulässigen Geschwindigkeit und der Trasierung der Routen im Netz	<p>Die Maßnahme</p> <p>3 Punkte</p> <ul style="list-style-type: none"> - verhindert ausfallbedingte Verlagerungen auf das innerörtliche Netz - verhindert ausfallbedingte Verlagerungen auf alternative Verkehrsträger - Verlagerungen auf Außerortsstraßen und Autobahnen hier nicht relevant <p>2 Punkte</p> <ul style="list-style-type: none"> - reduziert ausfallbedingte Verlagerungen auf das innerörtliche Netz - reduziert ausfallbedingte Verlagerungen auf alternative Verkehrsträger - verhindert ausfallbedingte Verlagerungen vom Autobahnnetz auf das übrige Außerortsstraßennetz <p>1 Punkt</p> <ul style="list-style-type: none"> - reduziert ausfallbedingte Verlagerungen vom Autobahnnetz auf das übrige Außerortsstraßennetz - verhindert ausfallbedingte Verlagerungen innerhalb des Autobahnnetzes und Außerortsstraßennetz - verhindert eine ausfallbedingte Reduktion der zulässigen Höchstgeschwindigkeiten <p>0 Punkte</p> <ul style="list-style-type: none"> - hat keinen Einfluss auf Verlagerungen und zulässige Höchstgeschwindigkeiten <p>-1 Punkt</p> <ul style="list-style-type: none"> - erhöht ausfallbedingte Verlagerungen vom Autobahnnetz auf das übrige Außerortsstraßennetz - bewirkt ausfallbedingte Verlagerungen innerhalb des Autobahnnetzes und Außerortsstraßennetz - bewirkt eine ausfallbedingte Reduktion der zulässigen Höchstgeschwindigkeiten <p>-2 Punkte</p> <ul style="list-style-type: none"> - erhöht ausfallbedingte Verlagerungen auf das innerörtliche Netz - erhöht ausfallbedingte Verlagerungen auf alternative Verkehrsträger - bewirkt ausfallbedingte Verlagerungen vom Autobahnnetz auf das übrige Außerortsstraßennetz <p>-3 Punkte</p> <ul style="list-style-type: none"> - bewirkt ausfallbedingte Verlagerungen auf das innerörtliche Netz - bewirkt ausfallbedingte Verlagerungen auf alternative Verkehrsträger - Verlagerungen auf Außerortsstraßen und Autobahnen hier nicht relevant

	Kapazität im Netz	Veränderung der Kapazität	Abhängig vom Ausbaustandard und Anzahl der Routen im Netz	<p>Die Maßnahme</p> <p>3 Punkte</p> <ul style="list-style-type: none"> - erhöht die Anzahl der verfügbaren Fahrstreifen um mehr als 80 % im Vergleich zum Zustand ohne Maßnahme - erschließt Kapazitäten der Verkehrsträger Schiene und Wasserstraße <p>2 Punkte</p> <ul style="list-style-type: none"> - erhöht die Anzahl der verfügbaren Fahrstreifen um mehr als 50 % im Vergleich zum Zustand ohne Maßnahme - erschließt Kapazitäten des Verkehrsträger Schiene ODER Wasserstraße <p>1 Punkt</p> <ul style="list-style-type: none"> - erhöht die Anzahl der verfügbaren Fahrstreifen um mehr als 20 % im Vergleich zum Zustand ohne Maßnahme - verhindert eine ausfallbedingte Reduktion der zulässigen Höchstgeschwindigkeiten <p>0 Punkte</p> <ul style="list-style-type: none"> - verändert die Anzahl der verfügbaren Fahrstreifen um weniger als 20 % im Vergleich zum Zustand ohne Maßnahme <p>-1 Punkt</p> <ul style="list-style-type: none"> - reduziert die Anzahl der verfügbaren Fahrstreifen um mehr als 20 % im Vergleich zum Zustand ohne Maßnahme - erhöht eine ausfallbedingte Reduktion der zulässigen Höchstgeschwindigkeiten <p>-2 Punkte</p> <ul style="list-style-type: none"> - reduziert die Anzahl der verfügbaren Fahrstreifen um mehr als 50 % im Vergleich zum Zustand ohne Maßnahme - reduziert die Zugänglichkeit von Kapazitäten des Verkehrsträger Schiene ODER der Wasserstraße <p>-3 Punkte</p> <ul style="list-style-type: none"> - reduziert die Anzahl der verfügbaren Fahrstreifen um mehr als 80 % im Vergleich zum Zustand ohne Maßnahme - reduziert die Zugänglichkeit von Kapazitäten der Verkehrsträger Schiene und Wasserstraße
--	-------------------	---------------------------	---	--

	Betriebskosten	Veränderung der Betriebsgrund- und Energiekos- ten im Personen- und Güterver- kehr	Abhängig von Länge, Längsnei- gungen und Reise- zeiten der Routen im Netz	<p>Die Maßnahme</p> <p>3 Punkte</p> <ul style="list-style-type: none"> - verhindert ausfallbedingte Verlagerungen auf längere Routen im Autobahn- und/oder übrigen Außerortsstraßennetz mit großer Längsneigung - verhindert ausfallbedingte Verlagerungen auf das innerörtliche Netz - bewirkt ausfallbedingte Verlagerungen auf alternative Verkehrsträger <p>2 Punkte</p> <ul style="list-style-type: none"> - reduziert ausfallbedingte Verlagerungen auf längere Routen im Autobahn- und/oder übrigen Außerortsstraßennetz mit großer Längsneigung - verhindert ausfallbedingte Verlagerungen auf längere Routen im Autobahn- und/oder übrigen Außerortsstraßennetz mit geringer Längsneigung - reduziert ausfallbedingte Verlagerungen auf das innerörtliche Netz - erhöht ausfallbedingte Verlagerungen auf alternative Verkehrsträger <p>1 Punkt</p> <ul style="list-style-type: none"> - reduziert ausfallbedingte Verlagerungen auf längere Routen im Autobahn- und/oder übrigen Außerortsstraßennetz mit geringer Längsneigung <p>0 Punkte</p> <ul style="list-style-type: none"> - hat keinen Einfluss auf Verlagerungen <p>1 Punkt</p> <ul style="list-style-type: none"> - erhöht ausfallbedingte Verlagerungen auf längere Routen im Autobahn- und/oder übrigen Außerortsstraßennetz mit geringer Längsneigung <p>-2 Punkte</p> <ul style="list-style-type: none"> - erhöht ausfallbedingte Verlagerungen auf längere Routen im Autobahn- und/oder übrigen Außerortsstraßennetz mit großer Längsneigung - bewirkt ausfallbedingte Verlagerungen auf längere Routen im Autobahn- und/oder übrigen Außerortsstraßennetz mit geringer Längsneigung - erhöht ausfallbedingte Verlagerungen auf das innerörtliche Netz - reduziert ausfallbedingte Verlagerungen auf alternative Verkehrsträger <p>-3 Punkte</p> <ul style="list-style-type: none"> - bewirkt ausfallbedingte Verlagerungen auf längere Routen im Autobahn- und/oder übrigen Außerortsstraßennetz mit großer Längsneigung - bewirkt ausfallbedingte Verlagerungen auf das innerörtliche Netz - verhindert ausfallbedingte Verlagerungen auf alternative Verkehrsträger
--	----------------	---	---	---

	Innerörtliche Trennwirkung	Veränderung der Wartezeit Fußgänger zur Querung von Straßen	Abhängig von Routenverlauf durch Ortschaften im Netz	<p>Die Maßnahme</p> <p>3 Punkte</p> <ul style="list-style-type: none"> - verhindert ausfallbedingte Verlagerungen auf das innerörtliche Netz einer Großstadt (> 100'000 EW) bzw. große Mittelstadt (50'000 – 100'000 EW) <p>2 Punkte</p> <ul style="list-style-type: none"> - reduziert ausfallbedingte Verlagerungen auf das innerörtliche Netz einer Großstadt (> 100'000 EW) bzw. große Mittelstadt (50'000 – 100'000 EW) - verhindert ausfallbedingte Verlagerungen auf das innerörtliche Netz einer kleinen Mittelstadt (20'000 – 50'000 EW) und Kleinstadt (10'000 – 20'000 EW) <p>1 Punkt</p> <ul style="list-style-type: none"> - reduziert ausfallbedingte Verlagerungen auf das innerörtliche Netz einer kleinen Mittelstadt (20'000 – 50'000 EW) und Kleinstadt (10'000 – 20'000 EW) - verhindert bzw. reduziert ausfallbedingte Verlagerungen auf das innerörtliche Netz einer Landgemeinde (< 10'000 EW) <p>0 Punkte</p> <ul style="list-style-type: none"> - hat keinen Einfluss auf innerörtliche Verlagerungen <p>-1 Punkt</p> <ul style="list-style-type: none"> - erhöht ausfallbedingte Verlagerungen auf das innerörtliche Netz einer kleinen Mittelstadt (20'000 – 50'000 EW) und Kleinstadt (10'000 – 20'000 EW) - bewirkt bzw. erhöht ausfallbedingte Verlagerungen auf das innerörtliche Netz einer Landgemeinde (< 10'000 EW) <p>-2 Punkte</p> <ul style="list-style-type: none"> - erhöht ausfallbedingte Verlagerungen auf das innerörtliche Netz einer Großstadt (> 100'000 EW) bzw. große Mittelstadt (50'000 – 100'000 EW) - bewirkt ausfallbedingte Verlagerungen auf das innerörtliche Netz einer kleinen Mittelstadt (20'000 – 50'000 EW) und Kleinstadt (10'000 – 20'000 EW) <p>-3 Punkte</p> <ul style="list-style-type: none"> - bewirkt ausfallbedingte Verlagerungen auf das innerörtliche Netz einer Großstadt (> 100'000 EW) bzw. große Mittelstadt (50'000 – 100'000 EW)
Wertschöpfungseffekte	Veränderung der Wertschöpfung/Beschäftigung	Abhängig von potenziellen Produktionsausfällen und Arbeitsplatzeffekten	<p>Die Maßnahme</p> <p>3 Punkte</p> <ul style="list-style-type: none"> - verhindert die ausfallbedingte Nicht-Erreichbarkeit von Wirtschaftsstandorten mit mehr als 500 Mitarbeitenden <p>2 Punkte</p> <ul style="list-style-type: none"> - verhindert die ausfallbedingte Nicht-Erreichbarkeit von Wirtschaftsstandorten mit 300 – 500 Mitarbeitenden <p>1 Punkt</p> <ul style="list-style-type: none"> - reduziert die ausfallbedingte Nicht-Erreichbarkeit von Wirtschaftsstandorten mit 100 – 300 Mitarbeitenden <p>0 Punkte</p> <ul style="list-style-type: none"> - reduziert bzw. erhöht die ausfallbedingte Nicht-Erreichbarkeit von Wirtschaftsstandorten mit weniger als 100 Mitarbeitenden <p>-1 Punkt</p> <ul style="list-style-type: none"> - erhöht die ausfallbedingte Nicht-Erreichbarkeit von Wirtschaftsstandorten mit 100 – 300 Mitarbeitenden <p>-2 Punkte</p> <ul style="list-style-type: none"> - bewirkt die ausfallbedingte Nicht-Erreichbarkeit von Wirtschaftsstandorten mit 300 – 500 Mitarbeitenden <p>-3 Punkte</p> <ul style="list-style-type: none"> - verhindert die ausfallbedingte Nicht-Erreichbarkeit von Wirtschaftsstandorten mit mehr als 500 Mitarbeitenden 	

VERKEHRSSICHERHEIT	Unfallkosten	Veränderung des Unfallgeschehens (Personen- und Sachschäden)	Abhängig von Sicherheitsniveau und Länge der Routen im Netz	Die Maßnahme 3 Punkte - verhindert ausfallbedingte Verlagerungen auf das innerörtliche Netz - verhindert ausfallbedingte Verlagerungen auf längere Routen - bewirkt ausfallbedingte Verlagerungen auf alternative Verkehrsträger 2 Punkte - reduziert ausfallbedingte Verlagerungen auf das innerörtliche Netz - verhindert ausfallbedingte Verlagerungen vom Autobahnnetz auf das übrige Außerortsstraßennetz - reduziert ausfallbedingte Verlagerungen auf längere Routen - erhöht ausfallbedingte Verlagerungen auf alternative Verkehrsträger 1 Punkt - verhindert ausfallbedingte Verlagerungen vom Autobahnnetz auf das übrige Außerortsstraßennetz 0 Punkte - hat keinen Einfluss auf Verlagerungen -1 Punkt - erhöht ausfallbedingte Verlagerungen vom Autobahnnetz auf das übrige Außerortsstraßennetz -2 Punkte - erhöht ausfallbedingte Verlagerungen auf das innerörtliche Netz - bewirkt ausfallbedingte Verlagerungen vom Autobahnnetz auf das übrige Außerortsstraßennetz - erhöht ausfallbedingte Verlagerungen auf längere Routen - reduziert ausfallbedingte Verlagerungen auf alternative Verkehrsträger -3 Punkte - bewirkt ausfallbedingte Verlagerungen auf das innerörtliche Netz - bewirkt ausfallbedingte Verlagerungen auf längere Routen - verhindert ausfallbedingte Verlagerungen auf alternative Verkehrsträger
--------------------	--------------	--	---	---

UMWELT	Luftschadstoffemissionen und Treibhausgasemissionen	Veränderung der Luftschadstoffemissionen und Treibhausgasemissionen	Abhängig von Länge und der zulässigen Geschwindigkeit der Routen im Netz	<p>Die Maßnahme</p> <p>3 Punkte</p> <ul style="list-style-type: none"> - verhindert ausfallbedingte Verlagerungen auf längere Routen im Autobahn- und/oder übrigen Außerortsstraßennetz mit großer Längsneigung - verhindert ausfallbedingte Verlagerungen auf das innerörtliche Netz - bewirkt ausfallbedingte Verlagerungen auf alternative Verkehrsträger <p>2 Punkte</p> <ul style="list-style-type: none"> - reduziert ausfallbedingte Verlagerungen auf längere Routen im Autobahn- und/oder übrigen Außerortsstraßennetz mit großer Längsneigung - verhindert ausfallbedingte Verlagerungen auf längere Routen im Autobahn- und/oder übrigen Außerortsstraßennetz mit geringer Längsneigung - reduziert ausfallbedingte Verlagerungen auf das innerörtliche Netz - erhöht ausfallbedingte Verlagerungen auf alternative Verkehrsträger <p>1 Punkt</p> <ul style="list-style-type: none"> - reduziert ausfallbedingte Verlagerungen auf längere Routen im Autobahn- und/oder übrigen Außerortsstraßennetz mit geringer Längsneigung <p>0 Punkte</p> <ul style="list-style-type: none"> - hat keinen Einfluss auf Verlagerungen <p>-1 Punkt</p> <ul style="list-style-type: none"> - erhöht ausfallbedingte Verlagerungen auf längere Routen im Autobahn- und/oder übrigen Außerortsstraßennetz mit geringer Längsneigung <p>-2 Punkte</p> <ul style="list-style-type: none"> - erhöht ausfallbedingte Verlagerungen auf längere Routen im Autobahn- und/oder übrigen Außerortsstraßennetz mit großer Längsneigung - bewirkt ausfallbedingte Verlagerungen auf längere Routen im Autobahn- und/oder übrigen Außerortsstraßennetz mit geringer Längsneigung - erhöht ausfallbedingte Verlagerungen auf das innerörtliche Netz - reduziert ausfallbedingte Verlagerungen auf alternative Verkehrsträger <p>-3 Punkte</p> <ul style="list-style-type: none"> - bewirkt ausfallbedingte Verlagerungen auf längere Routen im Autobahn- und/oder übrigen Außerortsstraßennetz mit großer Längsneigung - bewirkt ausfallbedingte Verlagerungen auf das innerörtliche Netz - bewirkt ausfallbedingte Verlagerungen auf alternative Verkehrsträger
--------	---	---	--	---

Lärmbelastung	Veränderung der Geräuschbelastung innerorts	Abhängig von der Lage der Routen im Netz	<p>Die Maßnahme</p> <p>3 Punkte</p> <ul style="list-style-type: none"> - verhindert ausfallbedingte Verlagerungen auf das innerörtliche Netz einer Großstadt (> 100'000 EW) bzw. große Mittelstadt (> 50'000 – 100'000 EW) <p>2 Punkte</p> <ul style="list-style-type: none"> - reduziert ausfallbedingte Verlagerungen auf das innerörtliche Netz einer Großstadt (> 50'000 – 100'000 EW) bzw. große Mittelstadt (> 50'000 – 100'000 EW) - verhindert ausfallbedingte Verlagerungen auf das innerörtliche Netz einer kleinen Mittelstadt (20'000 – 50'000 EW) und Kleinstadt (10'000 – 20'000 EW) <p>1 Punkt</p> <ul style="list-style-type: none"> - reduziert ausfallbedingte Verlagerungen auf das innerörtliche Netz einer kleinen Mittelstadt (20'000 – 50'000 EW) und Kleinstadt (10'000 – 20'000 EW) - verhindert bzw. reduziert ausfallbedingte Verlagerungen auf das innerörtliche Netz einer Landgemeinde (< 10'000 EW) <p>0 Punkte</p> <ul style="list-style-type: none"> - hat keinen Einfluss auf innerörtliche Verlagerungen <p>-1 Punkt</p> <ul style="list-style-type: none"> - erhöht ausfallbedingte Verlagerungen auf das innerörtliche Netz einer kleinen Mittelstadt (20'000 – 50'000 EW) und Kleinstadt (10'000 – 20'000 EW) - bewirkt bzw. erhöht ausfallbedingte Verlagerungen auf das innerörtliche Netz einer Landgemeinde (< 10'000 EW) <p>-2 Punkte</p> <ul style="list-style-type: none"> - erhöht ausfallbedingte Verlagerungen auf das innerörtliche Netz einer Großstadt (> 100'000 EW) bzw. große Mittelstadt (> 50'000 – 100'000 EW) - bewirkt ausfallbedingte Verlagerungen auf das innerörtliche Netz einer kleinen Mittelstadt (20'000 – 50'000 EW) und Kleinstadt (10'000 – 20'000 EW) <p>-3 Punkte</p> <ul style="list-style-type: none"> - bewirkt ausfallbedingte Verlagerungen auf das innerörtliche Netz einer Großstadt (> 100'000 EW) bzw. große Mittelstadt (> 50'000 – 100'000 EW)
Beeinträchtigung durch das Bauwerk	Einträge ins Gewässer, umweltfreundliche Baustoffe (Brand), Lage des Objekts (Beeinträchtigung von Wasserschutzzonen, Naturschutzgebieten)	Abhängig von Maßnahme – Einfluss netzweit, ereignisunabhängig	<p>Die Maßnahme</p> <p>3 Punkte</p> <ul style="list-style-type: none"> - beinhaltet auch Verbesserungen zum Schutz von Grundwasser und Gewässern und reduziert die Bodenversiegelung <p>2 Punkte</p> <ul style="list-style-type: none"> - beinhaltet auch Verbesserungen zum Schutz bei zwei der drei Beeinträchtigungen der Straßeninfrastruktur (Grundwasser, Gewässern Bodenversiegelung) <p>1 Punkt</p> <ul style="list-style-type: none"> - beinhaltet auch Verbesserungen zum Schutz bei einem der drei Beeinträchtigungen der Straßeninfrastruktur (Grundwasser, Gewässern Bodenversiegelung) <p>0 Punkte</p> <ul style="list-style-type: none"> - hat keinen oder nur marginalen Einfluss auf die Beeinträchtigungen durch die Straßeninfrastruktur <p>-1 Punkt</p> <ul style="list-style-type: none"> - beinhaltet den Ausbau einer Strecke (Straße oder alternative Verkehrsträger) außerhalb von Schutzgebieten <p>-2 Punkte</p> <ul style="list-style-type: none"> - beinhaltet den Neubau einer Strecke (Straße oder alternative Verkehrsträger) außerhalb von Schutzgebieten <p>-3 Punkte</p> <ul style="list-style-type: none"> - beinhaltet den Neubau einer Strecke (Straße oder alternative Verkehrsträger) innerhalb von Schutzgebieten

	Landschafts- und Ortsbild	Eingriff in das Landschafts- und Ortsbild (z.B. Tunnelportale)	Abhängig von Maßnahme – Einfluss netzweit, ereignisunabhängig	<p>Die Maßnahme</p> <p>3 Punkte</p> <ul style="list-style-type: none"> - beinhaltet die Verlegung einer bestehenden Strecke (Straße oder alternative Verkehrsträger) innerhalb von Schutzgebieten in einen Tunnel <p>2 Punkte</p> <ul style="list-style-type: none"> - beinhaltet die Verlegung einer bestehenden Strecke (Straße oder alternative Verkehrsträger) außerhalb von Schutzgebieten in einen Tunnel ohne negative Auswirkungen auf das Ortsbild durch die Tunnelportale <p>1 Punkt</p> <ul style="list-style-type: none"> - beinhaltet die Verlegung einer bestehenden Strecke (Straße oder alternative Verkehrsträger) außerhalb von Schutzgebieten in einen Tunnel mit negativen Auswirkungen auf das Ortsbild durch die Tunnelportale <p>0 Punkte</p> <ul style="list-style-type: none"> - hat keinen oder nur marginalen Einfluss auf das Landschafts- und Ortsbild <p>-1 Punkt</p> <ul style="list-style-type: none"> - beinhaltet den Ausbau einer Strecke (Straße oder alternative Verkehrsträger) außerhalb von Schutzgebieten <p>-2 Punkte</p> <ul style="list-style-type: none"> - beinhaltet den Neubau einer Strecke (Straße oder alternative Verkehrsträger) außerhalb von Schutzgebieten - beinhaltet den Ausbau einer Strecke (Straße oder alternative Verkehrsträger) innerhalb von Schutzgebieten <p>-3 Punkte</p> <ul style="list-style-type: none"> - beinhaltet den Neubau einer Strecke (Straße oder alternative Verkehrsträger) innerhalb von Schutzgebieten
--	---------------------------	--	---	--