



## Bahnsysteme **resilient** gestalten und betreiben

Vorhersehbare wie unvorhersehbare **Ereignisse** stellen Bahnsysteme regelmäßig vor erhebliche **Herausforderungen**. Die Auslöser dafür sind vielfältig und umfassen u.a. Baumaßnahmen, Fahrzeugdefekte, Personen im Gleis, Extremwetterereignisse, (Groß-)Störungen, Naturkatastrophen, aber zunehmend auch externe Angriffe.

Moderne Transportsysteme müssen sich **widerstandsfähig** und **anpassungsfähig** gegenüber derartigen Ereignissen erweisen. Nur resiliente Systeme sind in der Lage, heute und in Zukunft angemessen auf diese Herausforderungen zu reagieren und ihre Funktionsfähigkeit dabei bestmöglich aufrechtzuerhalten.

Unserem quatttron-Leitspruch **pioneering infrastructure ■** zu folgen bedeutet für uns auch, unsere Expertise so einzusetzen, dass resiliente Systemgestaltung in jedem Projekt zum Standard wird.



### Vorteile von Resilienz in Bahnsystemen



#### Bauvolumen bewältigen

Das Management von Instandhaltung und Investitionsmaßnahmen stellt eine Herausforderung für jedes Bahnsystem dar. Alleine bis 2035 sind auf dem deutschen Netz 40 mehrmonatige Vollsperrungen wichtiger Hauptstrecken geplant. Resilienz im System erhöht die **Leistungsfähigkeit unter Baubedingungen**.

#### Einschränkungen für Fahrgäste und Güter verringern

Anders als Baumaßnahmen ist der Großteil der Ereignisfälle nicht planbar. So ist in Zukunft eine deutliche Zunahme an Extremwetterereignissen zu erwarten. Ebenfalls steigt das Risiko externer Angriffe auf kritische Infrastrukturen. Auf diese Herausforderungen müssen unsere Transportsysteme zügig vorbereitet werden, um Fahrgäste und Güter unter allen Bedingungen **verlässlich ans Ziel** zu bringen.

#### Finanzielle Risiken steuern

Nennenswerte **volkswirtschaftliche Schäden** entstehen durch die Unterbrechung von Güterströmen und Reiseketten. So verursachte die wochenlange Sperrung des Rheintals bei Rastatt im Jahre 2017 alleine Schäden im Güterverkehr in Höhe von ca. 2 Milliarden Euro. Auf anderen europäischen Hauptstrecken ist mit ähnlichen Größenordnungen (volks-)wirtschaftlicher Schäden zu rechnen, sofern das Bahnsystem nicht ausreichend resilient aufgebaut ist. Demgegenüber sind Investitionen in Resilienz planbar, rentieren sich im Ereignisfall schnell und minimieren so gesamtwirtschaftliche Schäden.

#### Wettbewerbsfähigkeit stärken

Jeder Ereignisfall birgt zusätzlich zum direkten Schaden die Gefahr, dass Nutzer dauerhaft abwandern. Nur zuverlässige Angebote können im Wettbewerb der Verkehrsträger bestehen. Resiliente Eisenbahninfrastruktur ist die Grundvoraussetzung, marktgerecht auf die Bedürfnisse von Fahrgästen und Güterverkehrskunden zu reagieren und einer etwaigen Abwanderung entgegenzuwirken. Darüber hinaus lassen sich so auch weitere **Wachstumspotentiale für den Schienenverkehr** erschließen.

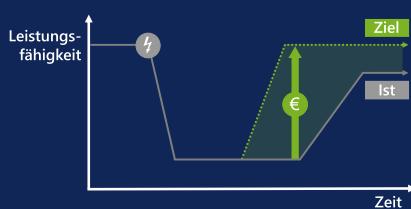
## Bewertung und Steigerung von Resilienz



### Multikriterielle Analyse

Um der Komplexität von Bahnsystemen gerecht zu werden, unterteilen wir diese in die sechs Komponenten **Infrastruktur, Fahrzeuge, Anlagen, Fahrplan, System- und Betriebssteuerung sowie Regelwerke und Prozesse**. Je Komponente kommen bestimmte Kriterien zur Bewertung der Resilienz zum Einsatz. Auch kleinere Systembestandteile wie bspw. ein lokales Netz, bestimmte Fahrzeuge oder ein Regelwerk lassen sich anhand dieser Methode analysieren.

### Gezielte Steigerung der Resilienz



Aus der Analyse lassen sich Maßnahmen zur **Steigerung der Resilienz** ableiten. Maßnahmen können umso gezielter erarbeitet werden, je klarer die Zielsetzung zur Resilienz ist: Welche Zustände können als geordnet gelten? Welche Leistungsfähigkeit soll im Ereignisfall innerhalb welcher Zeitspanne bereit stehen? Welche betrieblichen Möglichkeiten bestehen in Übergangsphasen? Derartige und viele weitere Fragen gilt es für die Erarbeitung wirkungsvoller und effizienter Maßnahmen zu klären.

Die Verankerung **systematischer Lernprozesse** ist ein weiteres wichtiges Handlungsfeld. Solche Prozesse decken Verbesserungspotentiale kontinuierlich auf und bereiten ein System immer besser auf zukünftige Ereignisse vor.

## Warum quattron?

### 1 Ganzheitlicher Ansatz

Unsere Methode berücksichtigt sowohl technische als auch organisatorische Bewertungskriterien. Sie vereint einen Systemblick mit einem flexiblen Rahmen und ermöglicht so einen bedarfsgerechten Einsatz auf konkrete Fragestellungen mit einem Mehrwert für verschiedenste Akteure - etwa EU, EVU, Verbände oder öffentliche Institutionen.

### 2 Systemoptimierung und Anforderungsmanagement

In bestehenden Systemen identifizieren und analysieren wir Schwachstellen, um zielgerichtete Maßnahmen zur Steigerung der Resilienz abzuleiten. (Neu-)Planungen unterstützen wir beim Management von Anforderungen. Diese lassen sich aus verkehrlichen Mindestbedarfen potenziell auftretender Ereignisfälle ableiten.

### 3 Internationales Benchmarking

Resilienz ist wichtig für jedes Bahnsystem. Wir kennen uns mit verschiedenen Märkten und Systemen, europaweit wie global, aus. So können wir Best Practices für verschiedenste Projekte identifizieren und vergleichende Bewertungen durchführen.

### 4 Optimierter Ressourceneinsatz

Auch unter gegebenen Randbedingungen wie bspw. einem bestehenden Fahrzeugpool können wir mithilfe unserer Methode Empfehlungen dazu aussprechen, wie knappe Ressourcen optimalerweise eingesetzt werden können, um die Resilienz zu steigern.

### 5 Bewertung der Effekte von Maßnahmen

Die Auswirkungen konkreter Ereignisfälle und bestimmter Maßnahmen zur Steigerung der Resilienz auf den Bahnbetrieb (insbesondere Betriebsqualität, Pünktlichkeit) können wir anhand anerkannter Methoden der Eisenbahnbetriebswissenschaft ermitteln, mit welchen wir langjährige Erfahrung haben.

## Jetzt anfragen!



**Philipp Scherer**  
Senior Consultant



**Dr. Thorsten Büker**  
Geschäftsführer



**Phillip Bradt**  
Senior Consultant



**Fabian Schröter**  
Junior Consultant



quattron ist ein führendes Unternehmen bei der digitalen Transformation von Netzinfrastrukturen. Mit unseren drei Geschäftsbereichen „Technology & Operational Consulting“, „Software, IT & Digital Data Management“ und „Project Management, Engineering & Business Services“ bieten wir ein umfassendes Dienstleistungsportfolio von der Strategieentwicklung über die Projektplanung bis hin zur Implementierung.