



MoSiS[®]

Modell der Sicherheits-Schichten im Eisenbahnsystem

Stefanie Schwartz, Markus Pelz

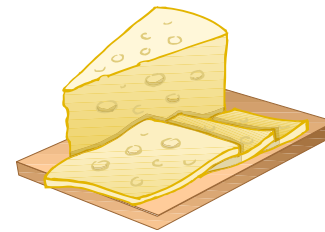


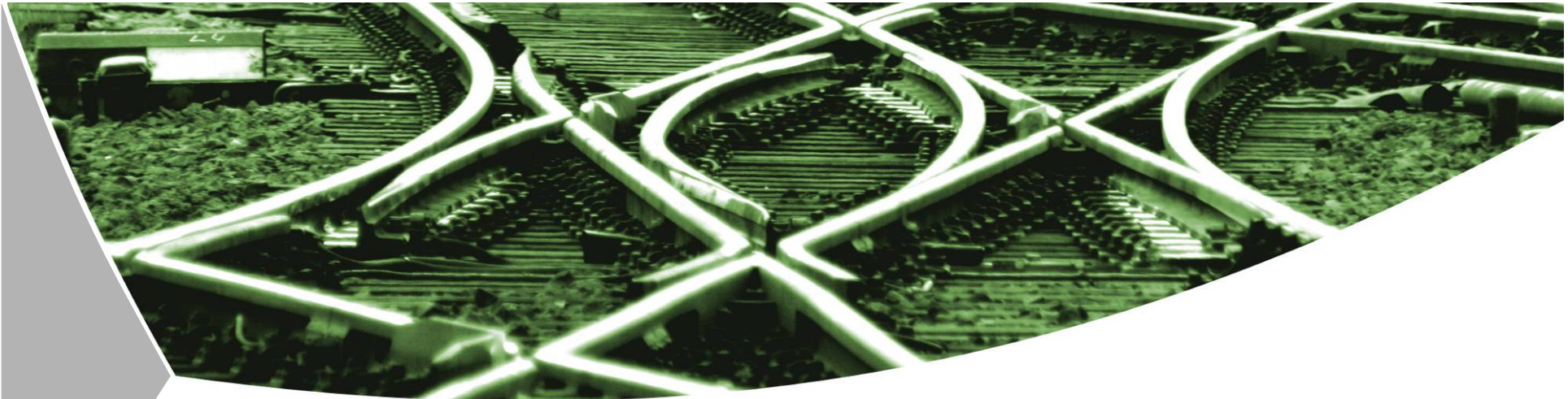
Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt e.V.
in der Helmholtz-Gemeinschaft



Inhalt

- Motivation
- Grundlagen
 - Sicherheitsschichten
 - Schweizer-Käse-Modell
- MoSiS – Entwicklung des Modells
 - Kombination von WBA und Schweizer-Käse-Modell
- MoSiS – Anwendung des Modells
- Zusammenfassung und Ausblick





Motivation

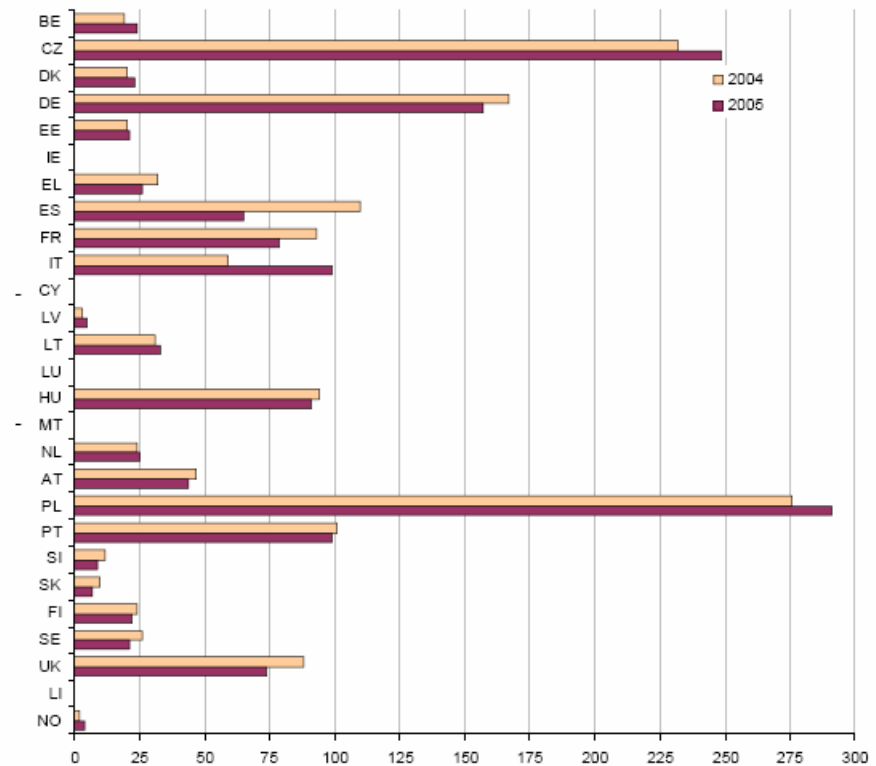




Motivation

Ausgangssituation

- Das Eisenbahnsystem ist eines der sichersten Verkehrssysteme aber...
 - über 7000 schwere Eisenbahnunfälle (EU, 2005)¹
 - über 3000 Tote und Schwerverletzte (EU, 2005)¹
- Problem: Erhaltung und Verbesserung der Sicherheit ist teuer
- Alternative: Zielgerichtete Verbesserung der Sicherheit



Zahl der bei Eisenbahnunfällen getöteten Personen (2004 und 2005)¹

¹ Eurostat 2007

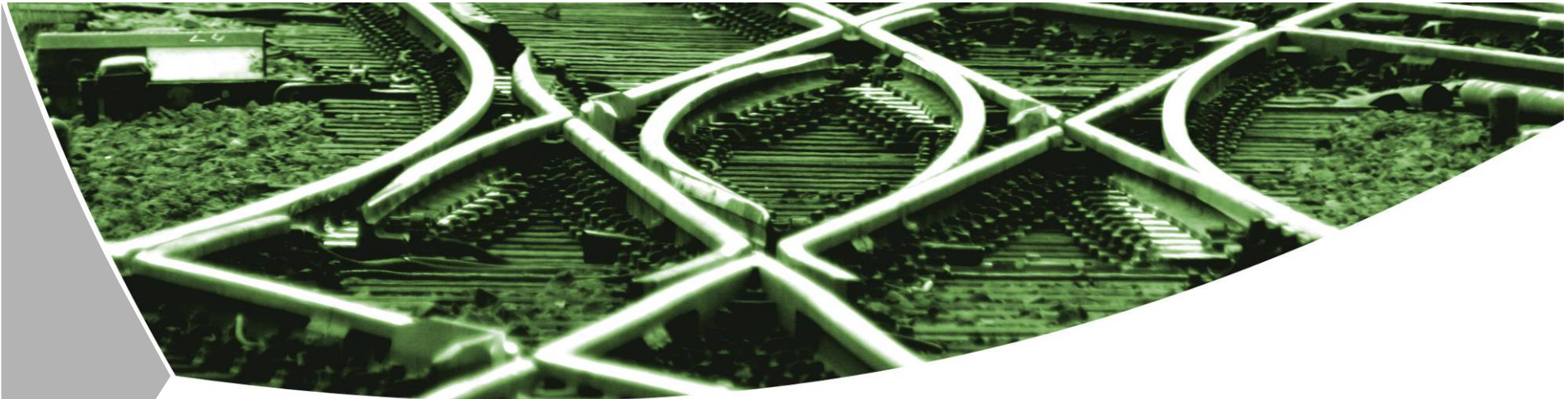


Motivation

Ziel

- Entwicklung eines Modells, das
 - die Schwächen im Eisenbahnsystem aufzeigt,
 - helfen kann, die Sicherheit zielgerichtet zu verbessern
 - helfen kann, dabei kostengünstige Maßnahmen zu verwenden

- MoSiS[®] – Modell der Sicherheits-Schichten im Eisenbahnsystem



Grundlagen

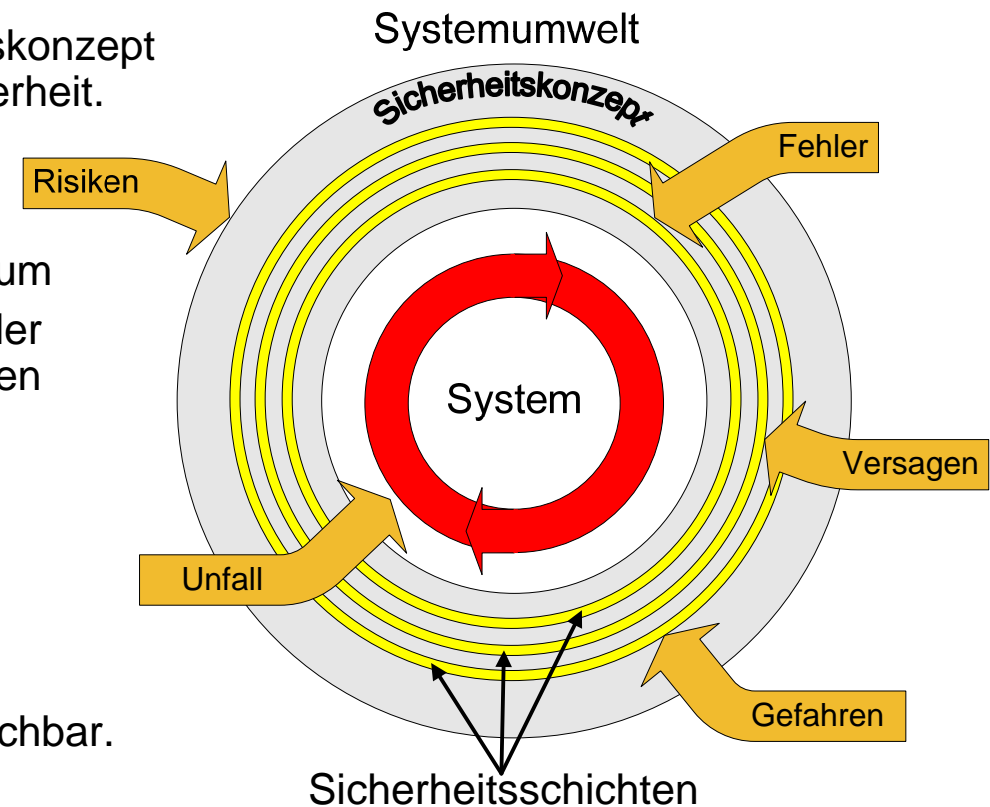




Sicherheitsschichten

Wahrung der Sicherheit eines Systems

- Jedes System hat ein Sicherheitskonzept zur Wahrung der jeweiligen Sicherheit.
- Sicherheitsschichten existieren zum
 - Schutz des Systems und der ihm ausgesetzten Menschen
 - Mindern der Risiken
 - Abwenden von Gefahren
 - Abfangen von Fehlern
 - Verhindern von Unfällen
- Absolute Sicherheit ist nicht erreichbar.
- Jedes Sicherheitskonzept, jede Sicherheitsschicht hat Lücken.

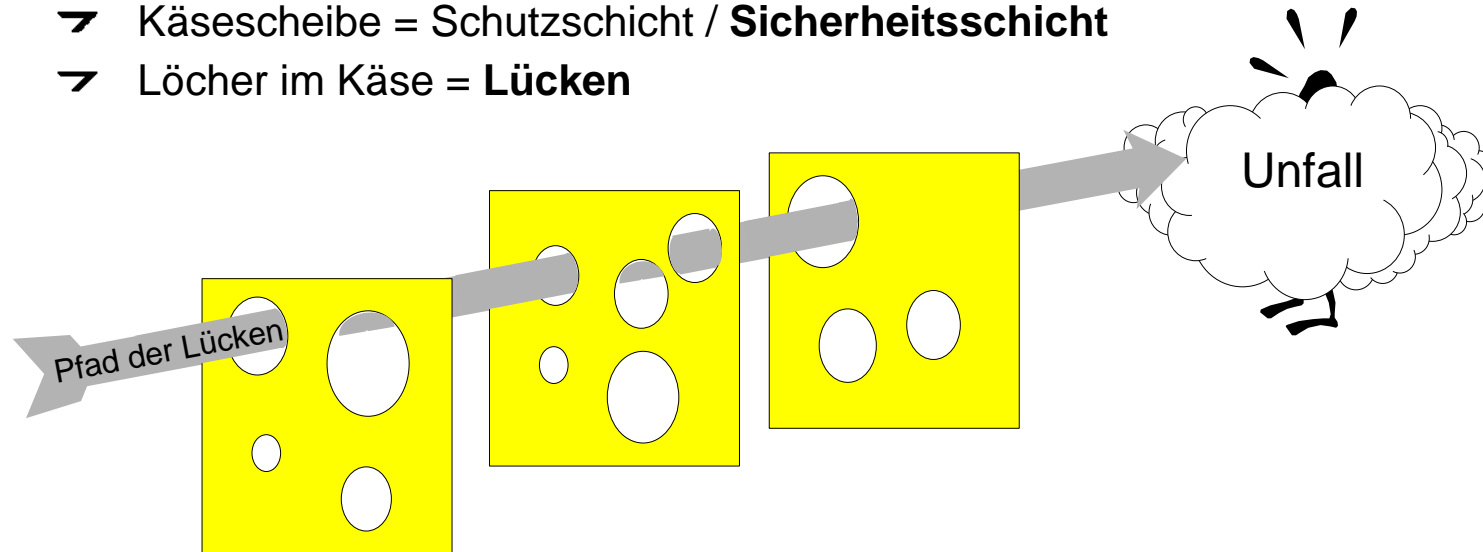




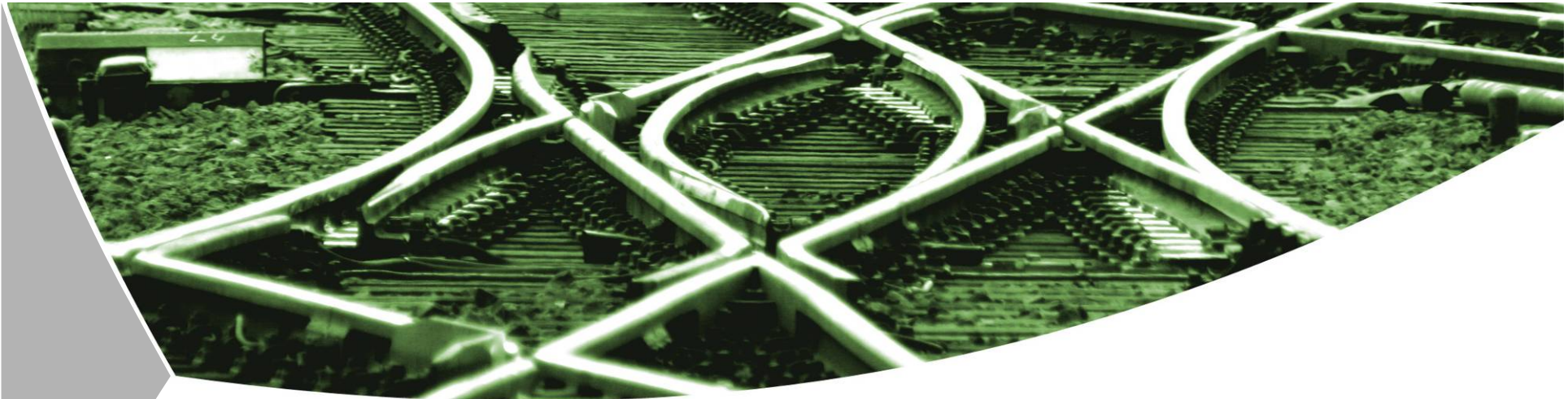
Schweizer-Käse-Modell

Darstellung der Schichten und ihrer Lücken

- Schweizer-Käse-Modell von James Reason
 - mehr als ein einzelner Fehler, damit es zu einem Unfall kommt
 - Käsescheibe = Schutzschicht / **Sicherheitsschicht**
 - Löcher im Käse = **Lücken**



- Pfad der Lücken muss sämtliche Sicherheitsschichten durchstoßen, bevor es zu einem Unfall kommen kann
- Pfad der Lücken zeigt, an welchen Stellen das Sicherheitskonzept Schwachstellen hat



MoSiS – Entwicklung des Modells

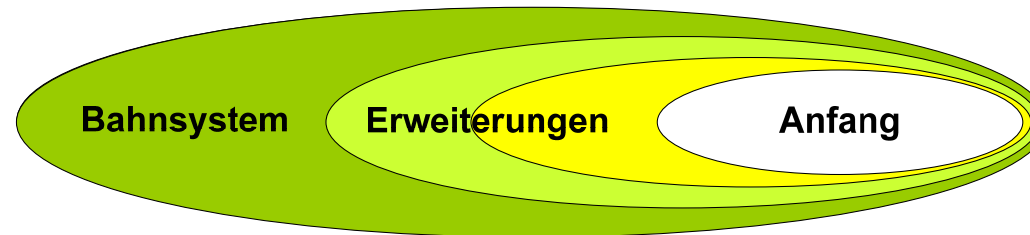


MoSiS

Ansatzpunkt

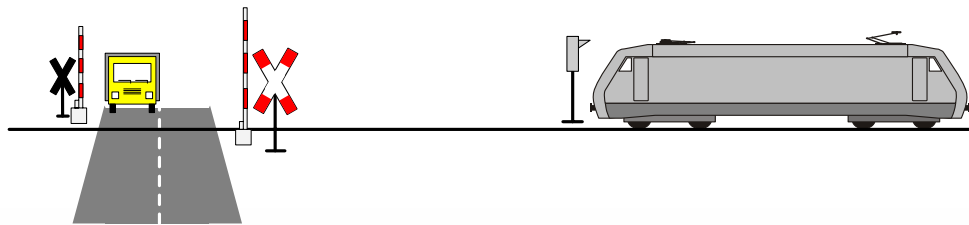
- MoSiS – Modell der Sicherheits-Schichten im Eisenbahnsystem für das komplette Eisenbahnsystem auf einmal entwickeln
 - praktisch unmöglich

- Alternative:



- Wo anfangen?

- 17 % aller Eisenbahnunfälle ereignen sich an Bahnübergängen (EU, 2005)¹
- 880 Personen wurden an BÜ getötet oder schwer verletzt (EU, 2005)¹





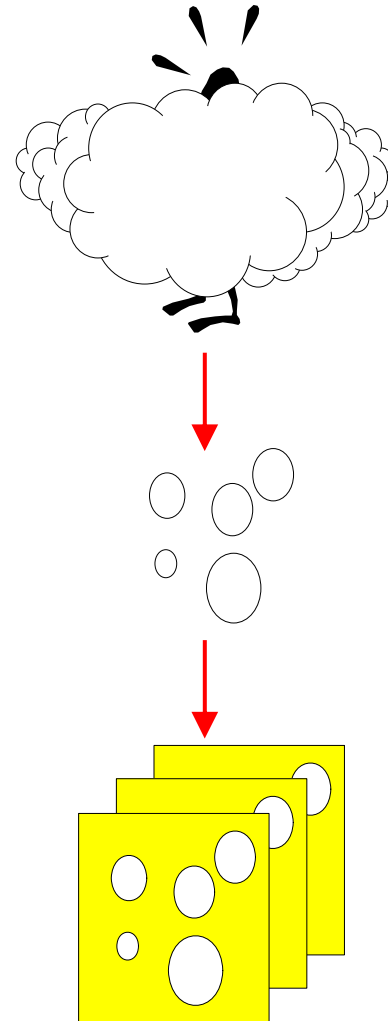
Sicherheitsschichten am Bahnübergang

Ein Ansatz

- Sicherheitsschichten haben Lücken
- Unfall: alle Sicherheitsschichten durchbrochen
- Unfallhergang beschreibt den Weg der Lücken

- Unfall
 - Lücken
 - Sicherheitsschichten

- Suche nach
 - Ursachen statt Schuld
 - kausalen Zusammenhängen



Unfall

Lücken

Sicherheitsschichten



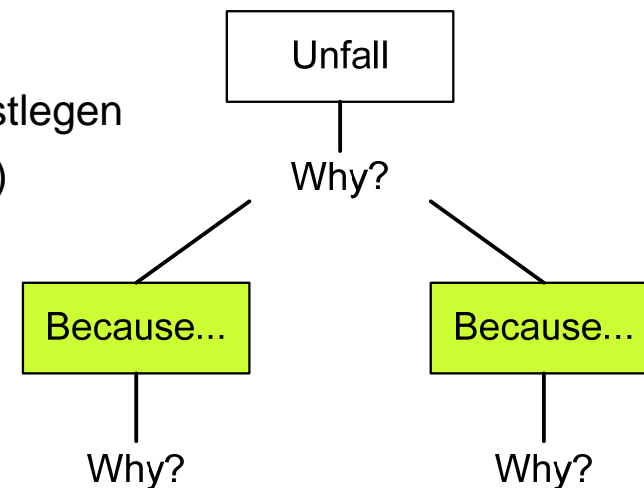
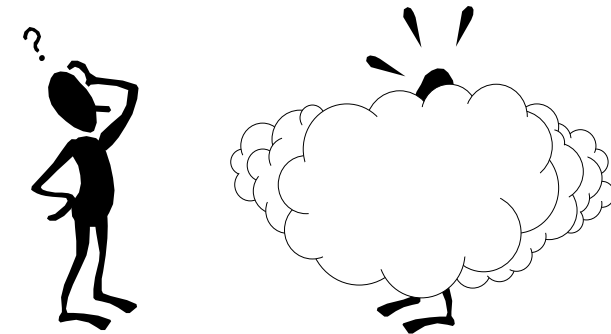


Unfallursachenanalyse

Why-Because-Analyse

- Why-Because-Analyse (WBA)
 - streng kausale Argumentation
 - graphische Darstellung
 - für heterogene Systeme geeignet
 - einfach zu verstehen

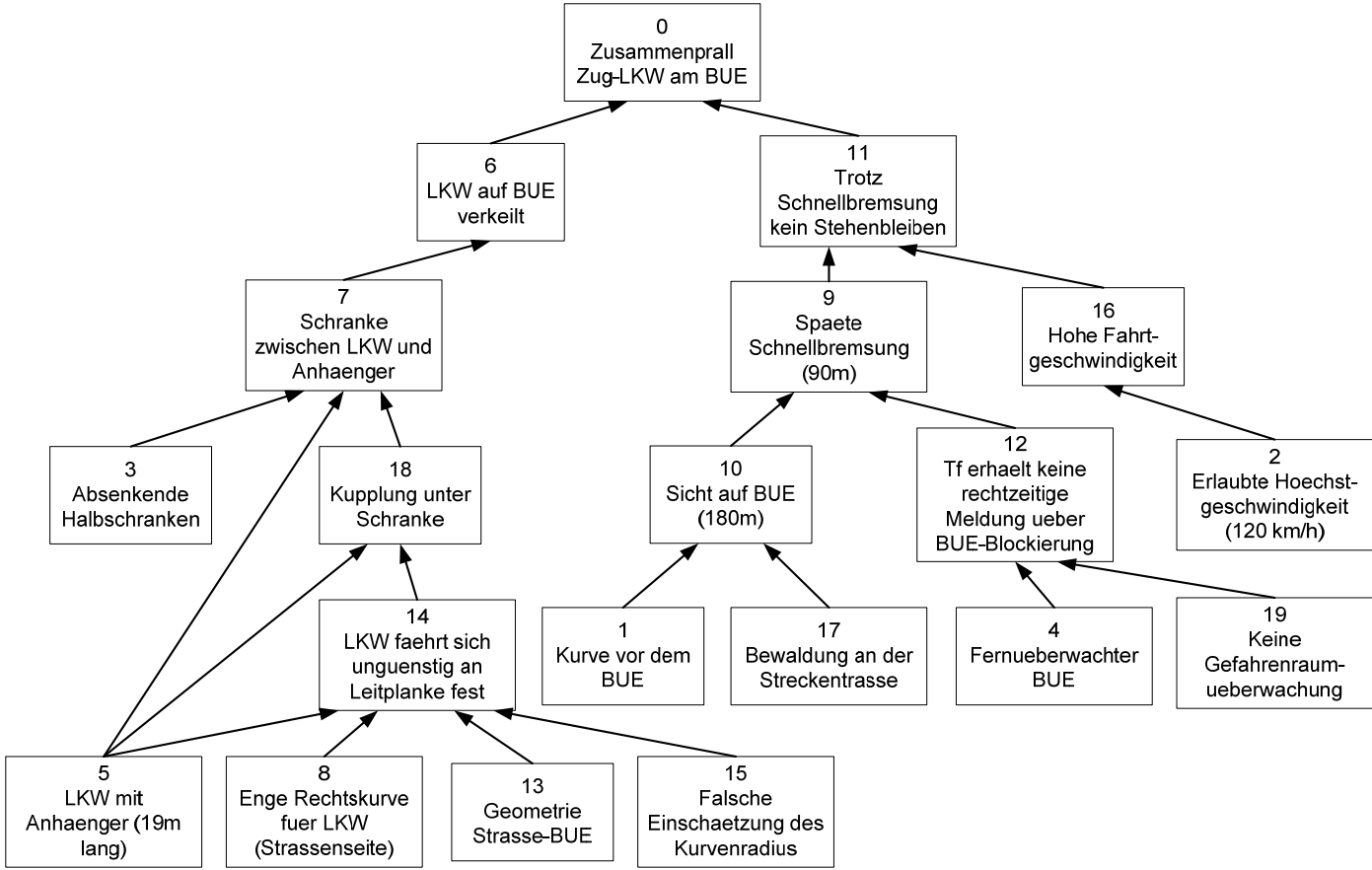
- Vorgehensweise WBA
 - zu untersuchendes Ereignis (Unfall) festlegen
 - Fakten zusammenstellen (List of Facts)
 - Why-Because-Graph (WBG) erstellen
 - Vollständigkeit überprüfen





Unfall am Bahnübergang

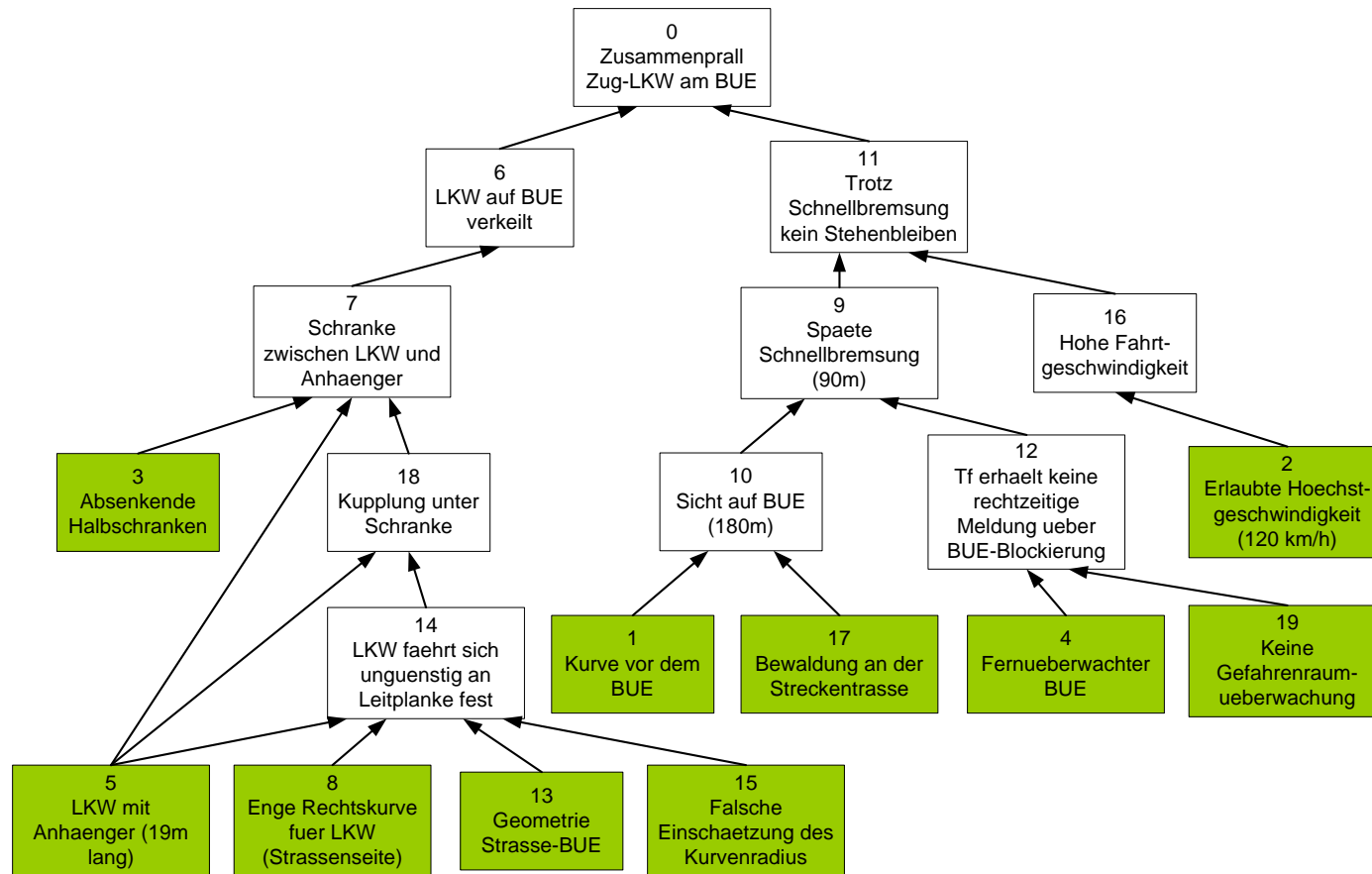
Why-Because-Graph (WBG)





Unfall am Bahnübergang

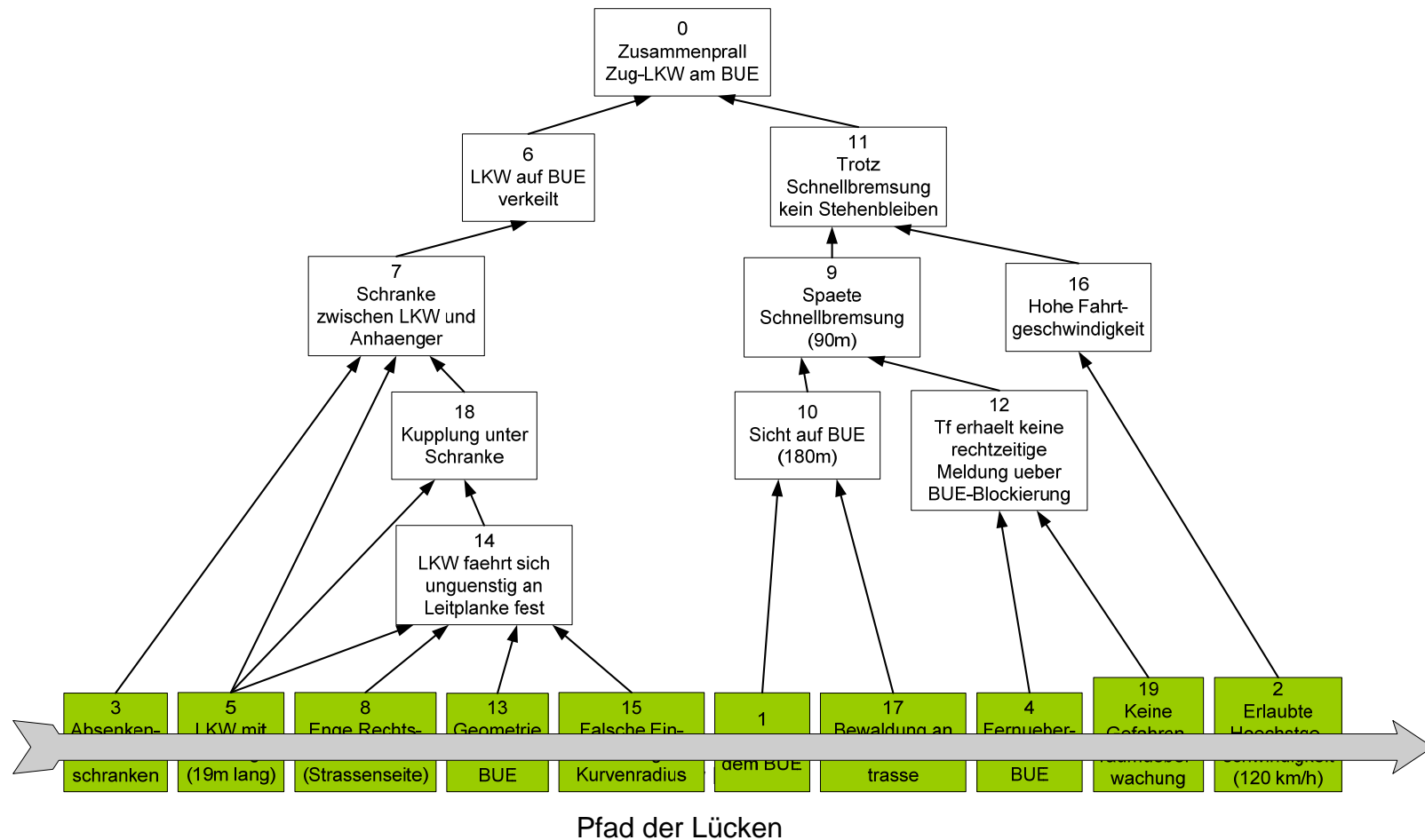
WBG – Grundursachen





Unfall am Bahnübergang

Pfad der Lücken

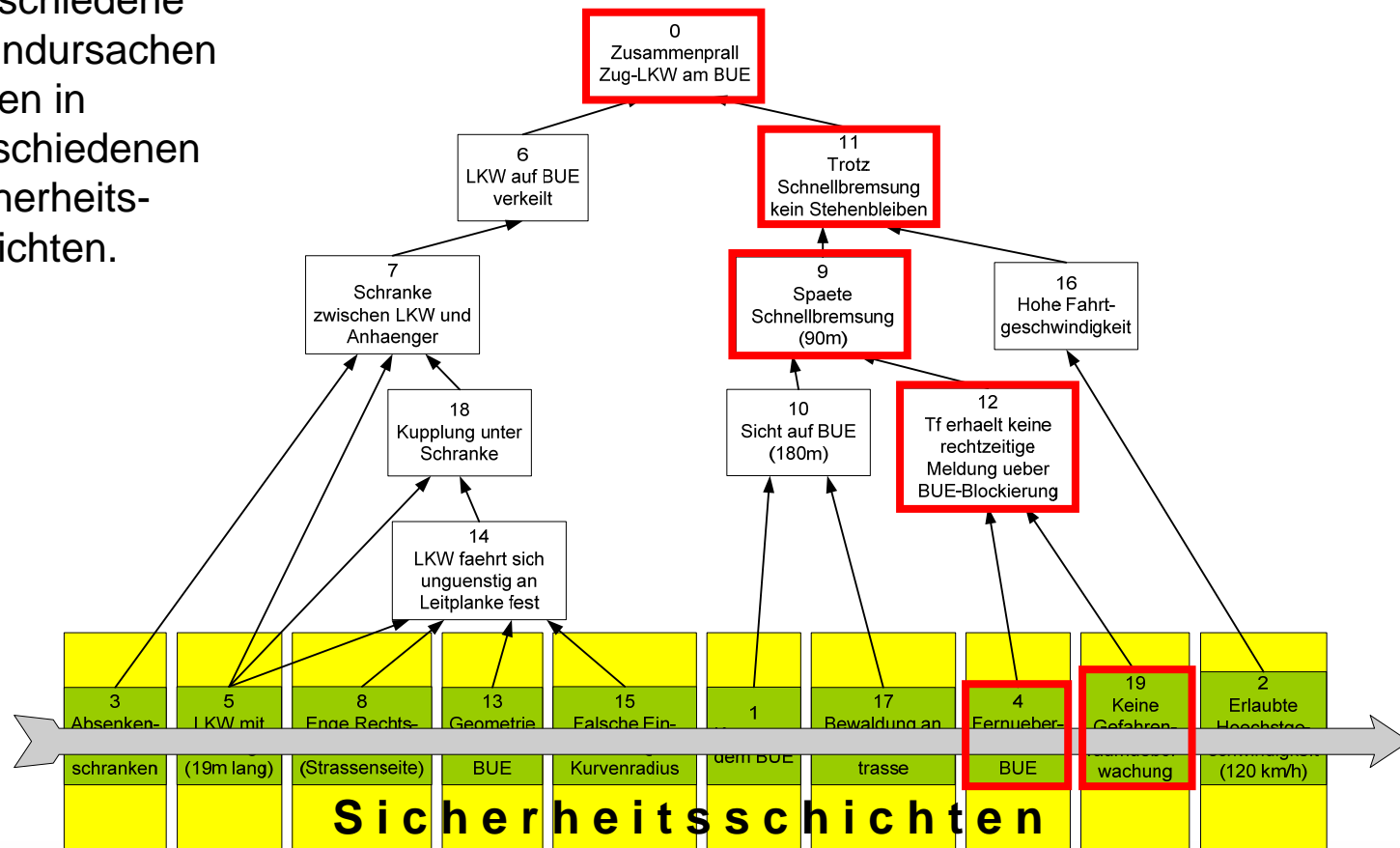




WBG

Sicherheitsschichten

➤ Verschiedene Grundursachen liegen in verschiedenen Sicherheitsschichten.



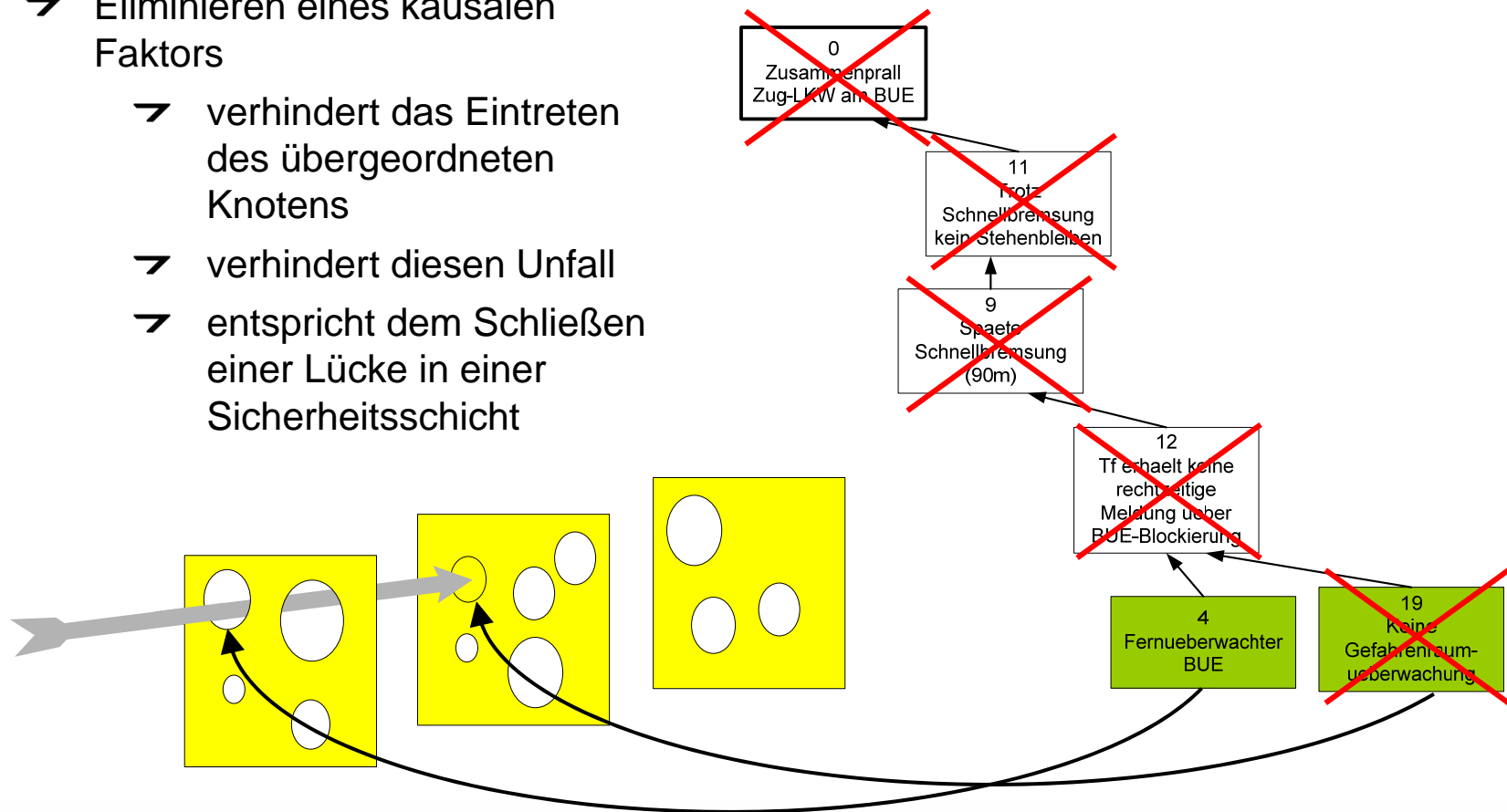


Unfall am Bahnübergang

Grundursachen – Sicherheitsschichten

➤ Eliminieren eines kausalen Faktors

- verhindert das Eintreten des übergeordneten Knotens
- verhindert diesen Unfall
- entspricht dem Schließen einer Lücke in einer Sicherheitsschicht

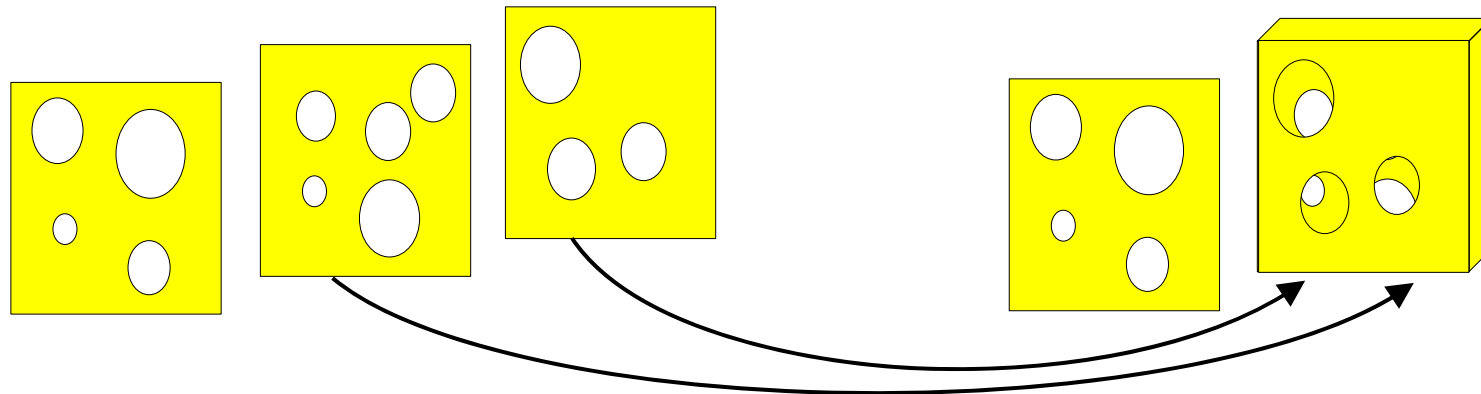




WBG

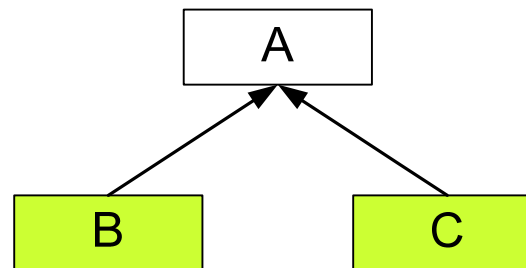
Dicke der Sicherheitsschichten

- Mehrere dünne Sicherheitsschichten können zu einer dickeren Sicherheitsschicht zusammengefasst werden.



- In einem WBG gilt:

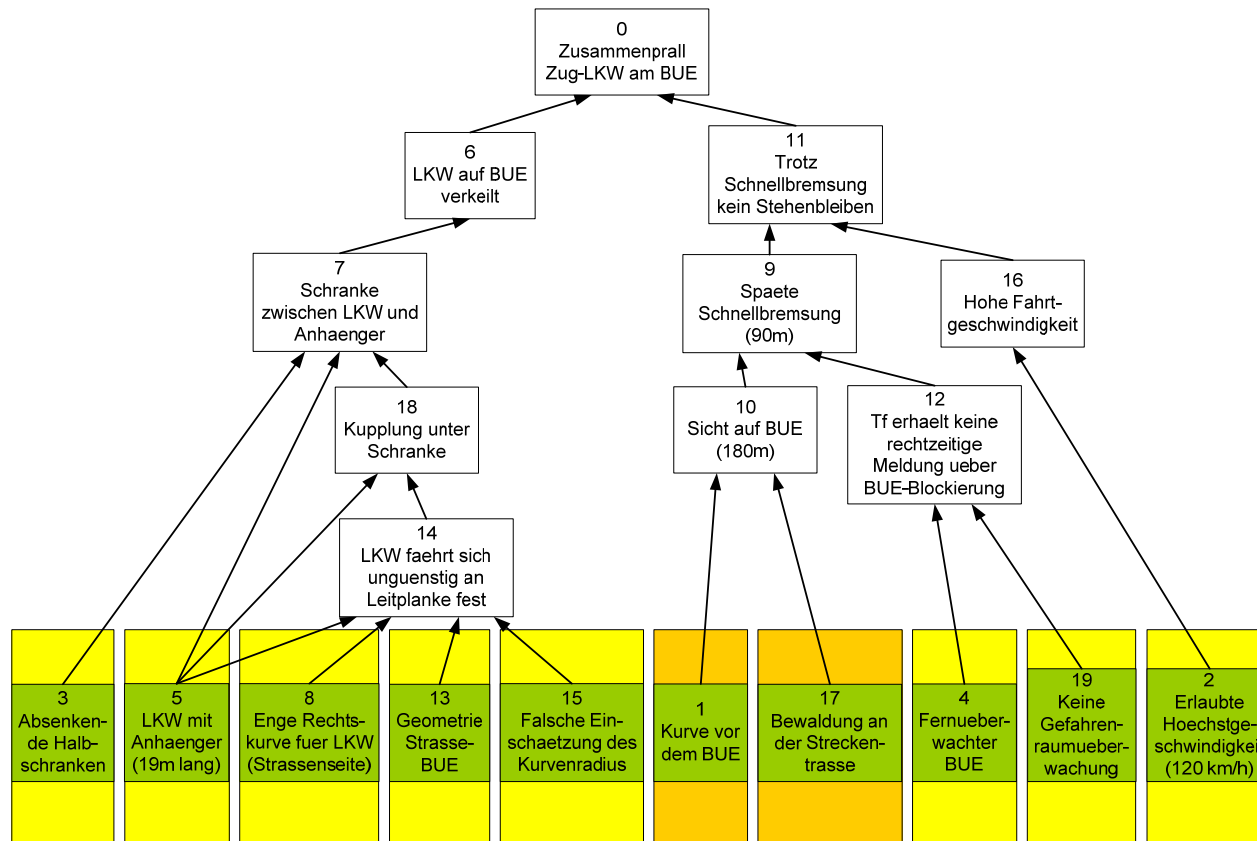
$$➤ A \Leftrightarrow B \wedge C$$





WBG

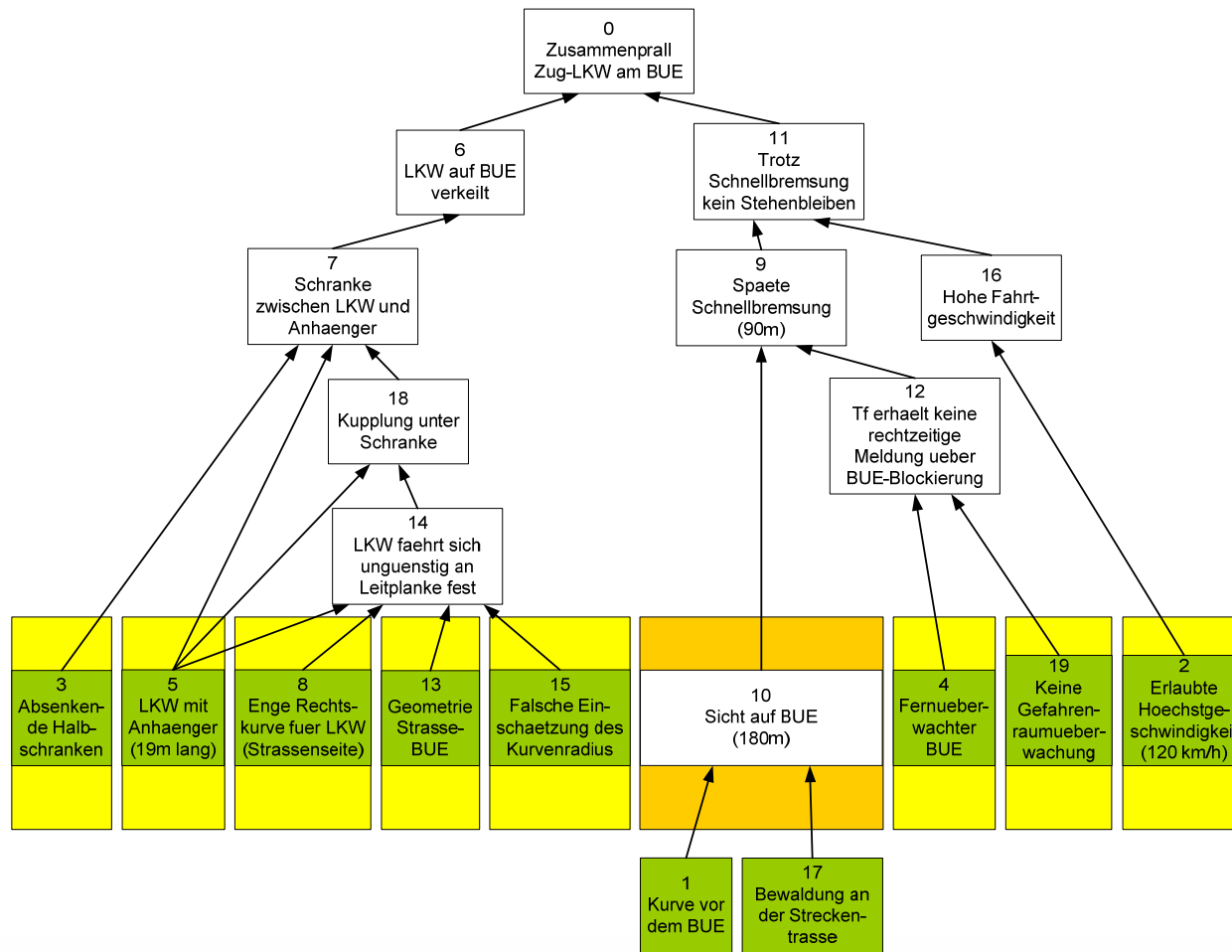
Zusammenfassen von Sicherheitsschichten (1)





WBG

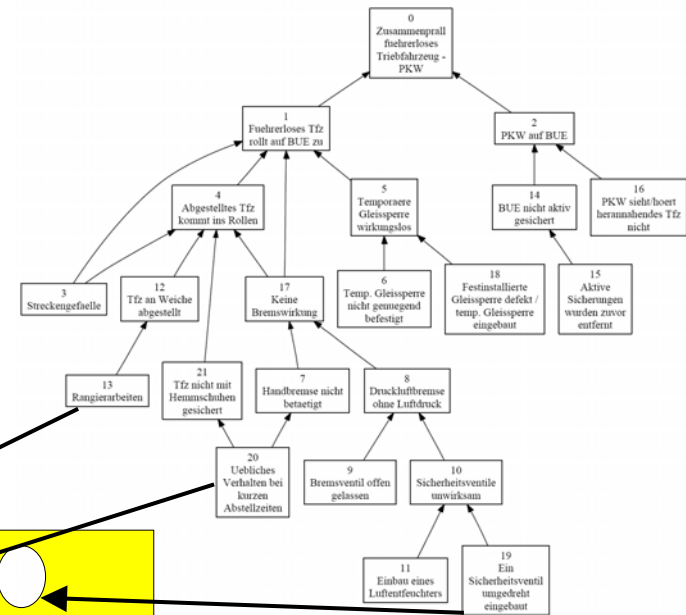
Zusammenfassen von Sicherheitsschichten (2)





Unfälle an Bahnübergängen Kombination mehrerer WBA

- Je mehr WBA, desto mehr Informationen über die Lücken
- Je mehr Informationen über die Lücken, desto mehr Information über die Sicherheitsschichten
- Sicherheitsschichten bilden MoSiS





Identifikation der Sicherheitsschichten

Klassifikation der Lücken

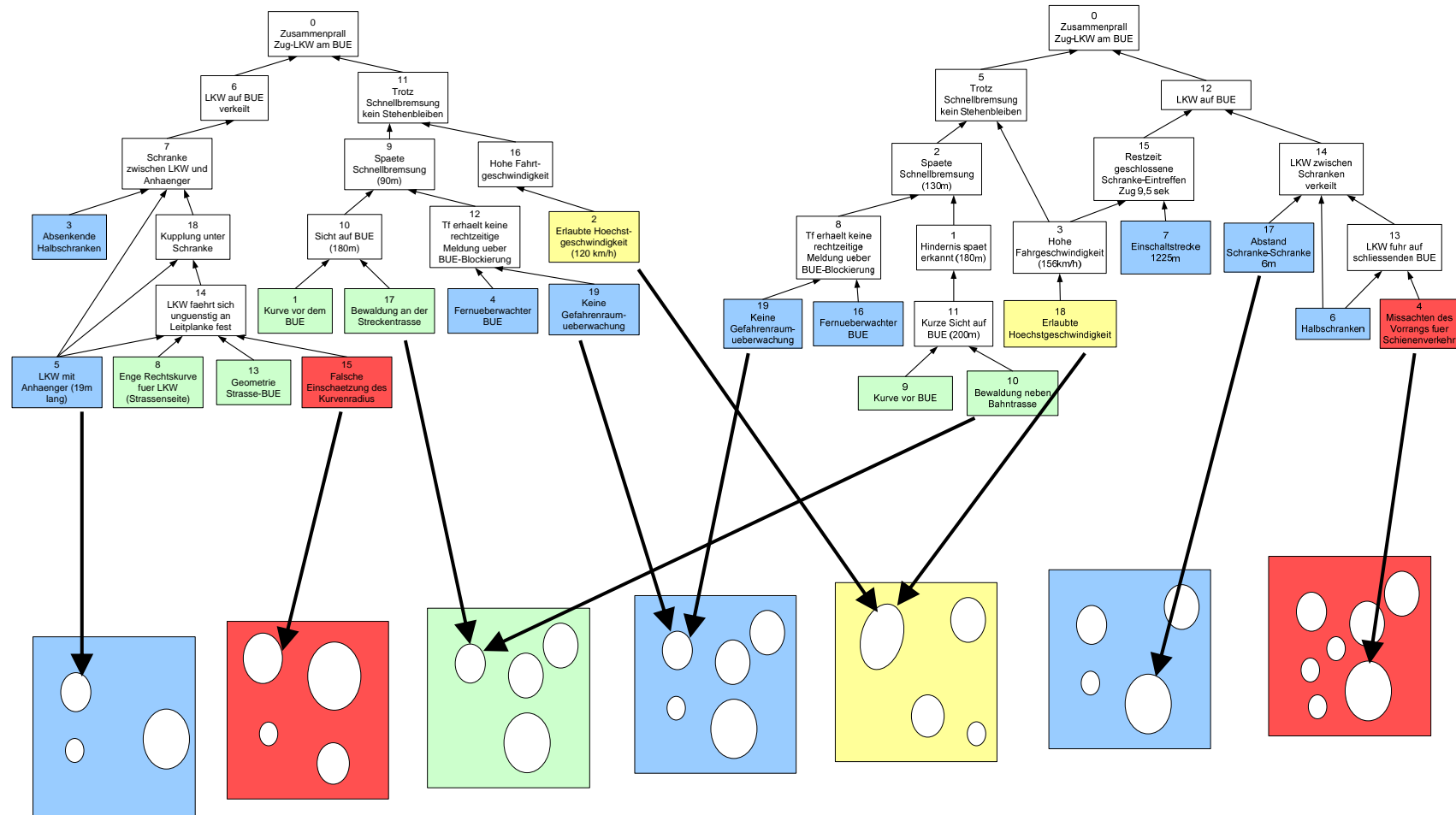
- Lücken = Grundursachen im WBG
- Klassifikation durch Färben der Blätter
- Verschiedene Klassifikationen:

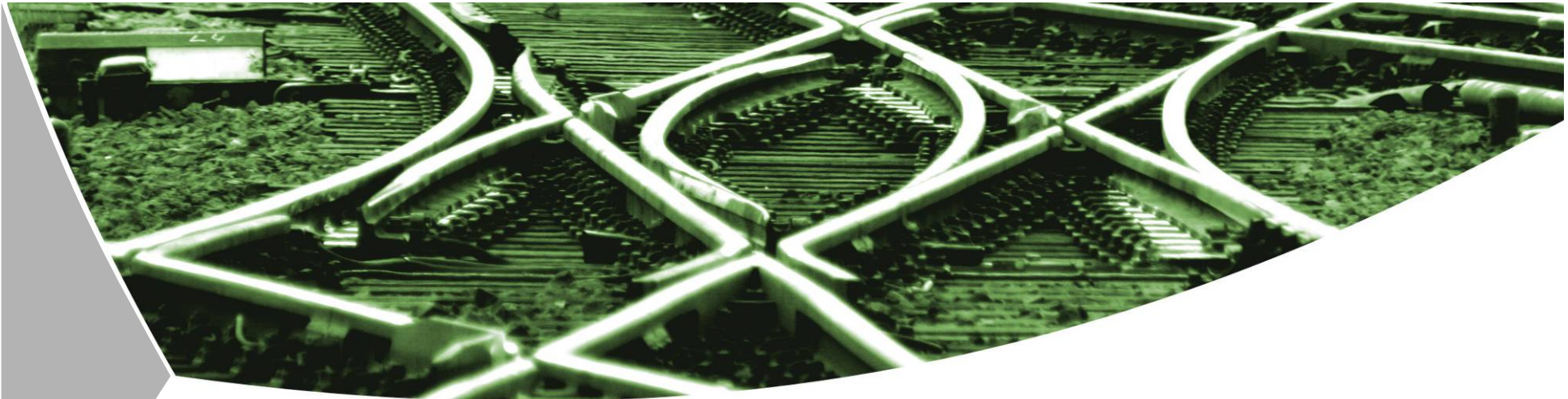
- Gemeinsamkeiten
- Beeinflussbarkeit
- Technik – Mensch – Organisation – Umgebung / Physik
- ...





Klassifikation der Lücken Kombination mehrerer WBA





MoSiS – Anwendung des Modells

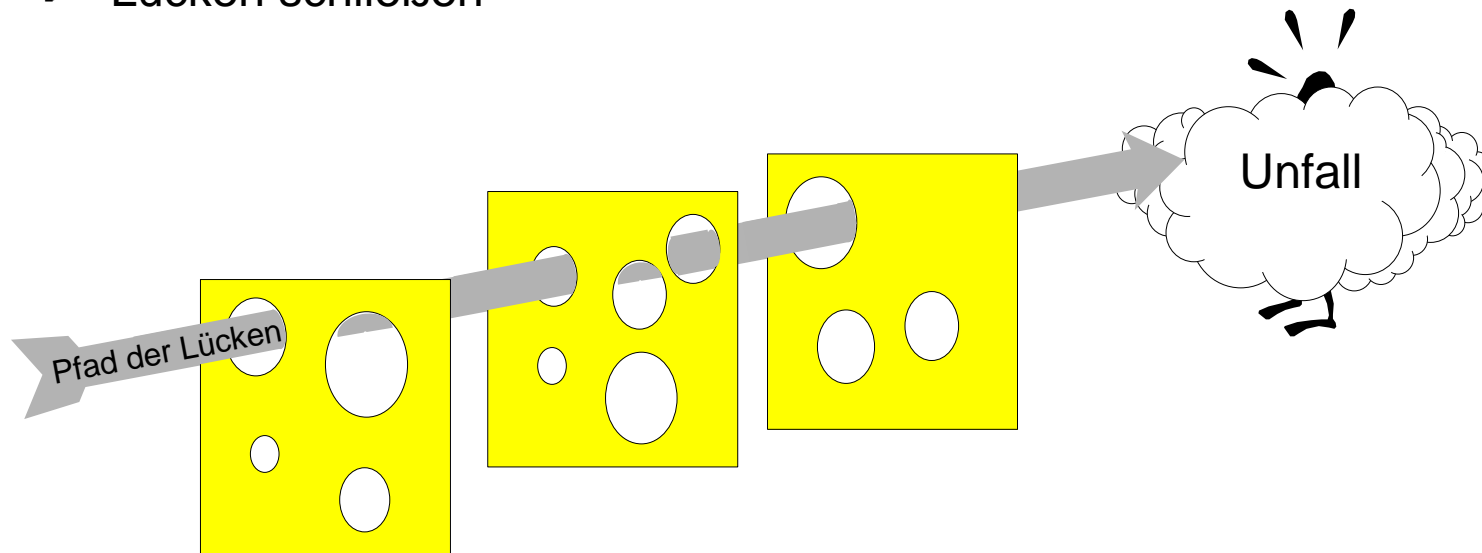




Anwendungen von MoSiS

Lücken schließen

- Kenntnis der Sicherheitsschichten bedeutet Kenntnis der Lücken
- Lücken schließen

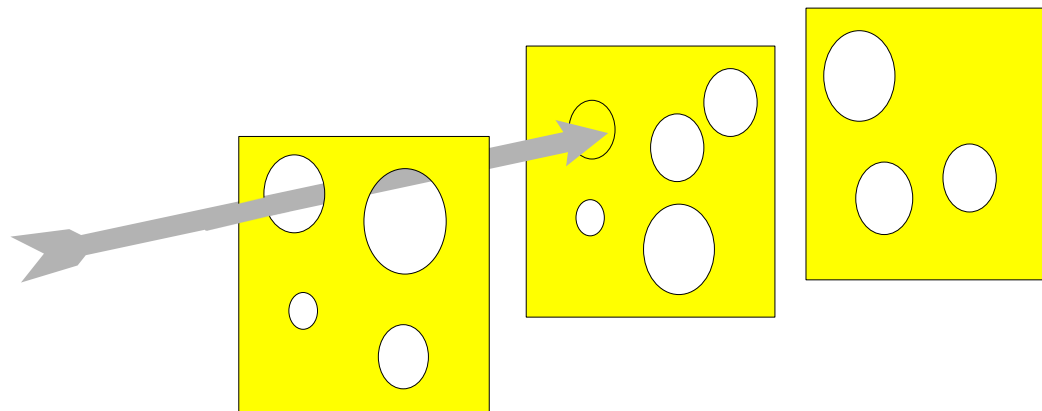




Anwendungen von MoSiS

Lücken schließen

- Kenntnis der Sicherheitsschichten bedeutet Kenntnis der Lücken
- Lücken schließen



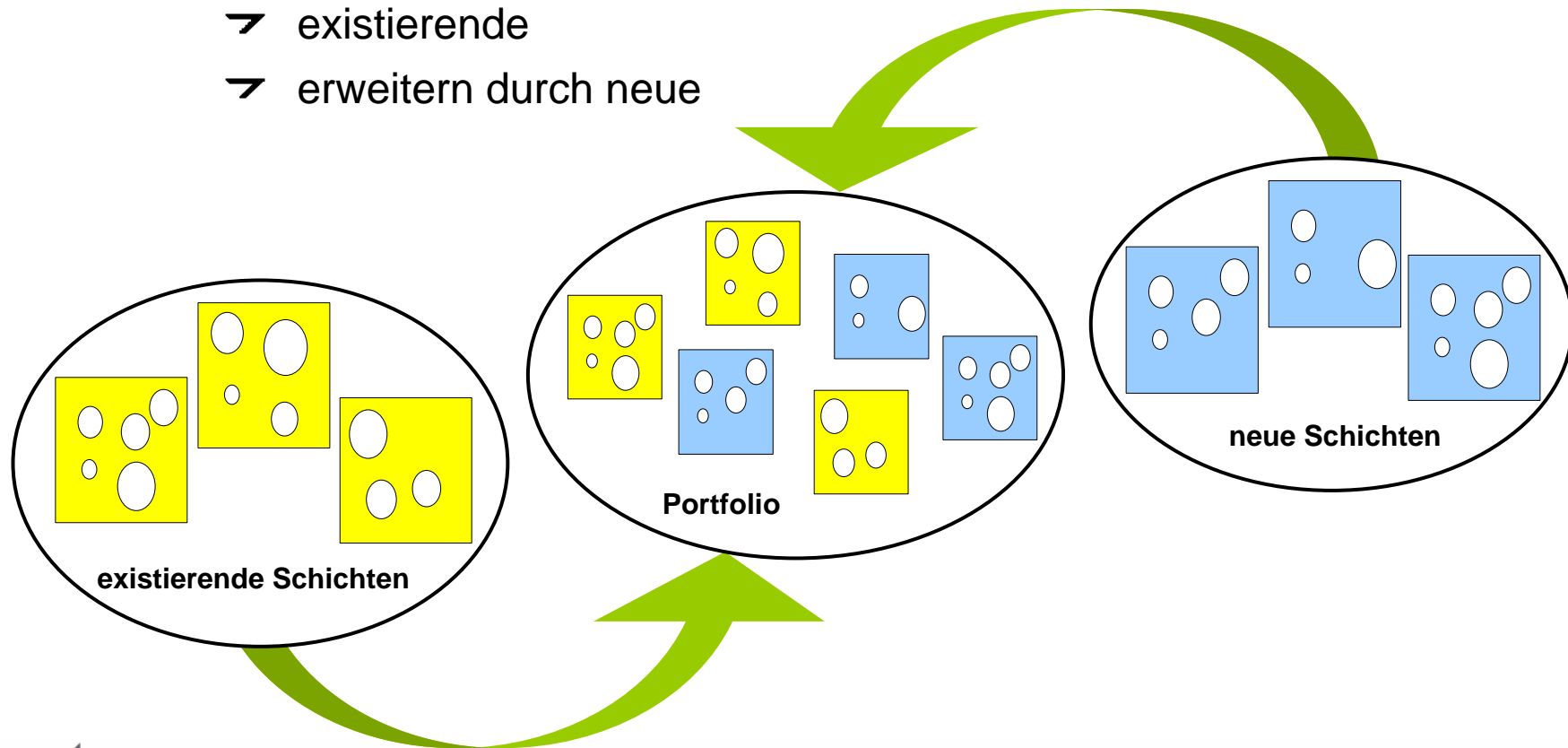
kein Unfall



Anwendungen von MoSiS

Portfolio erweitern

- MoSiS bietet ein Portfolio aus Sicherheitsschichten
 - existierende
 - erweitern durch neue

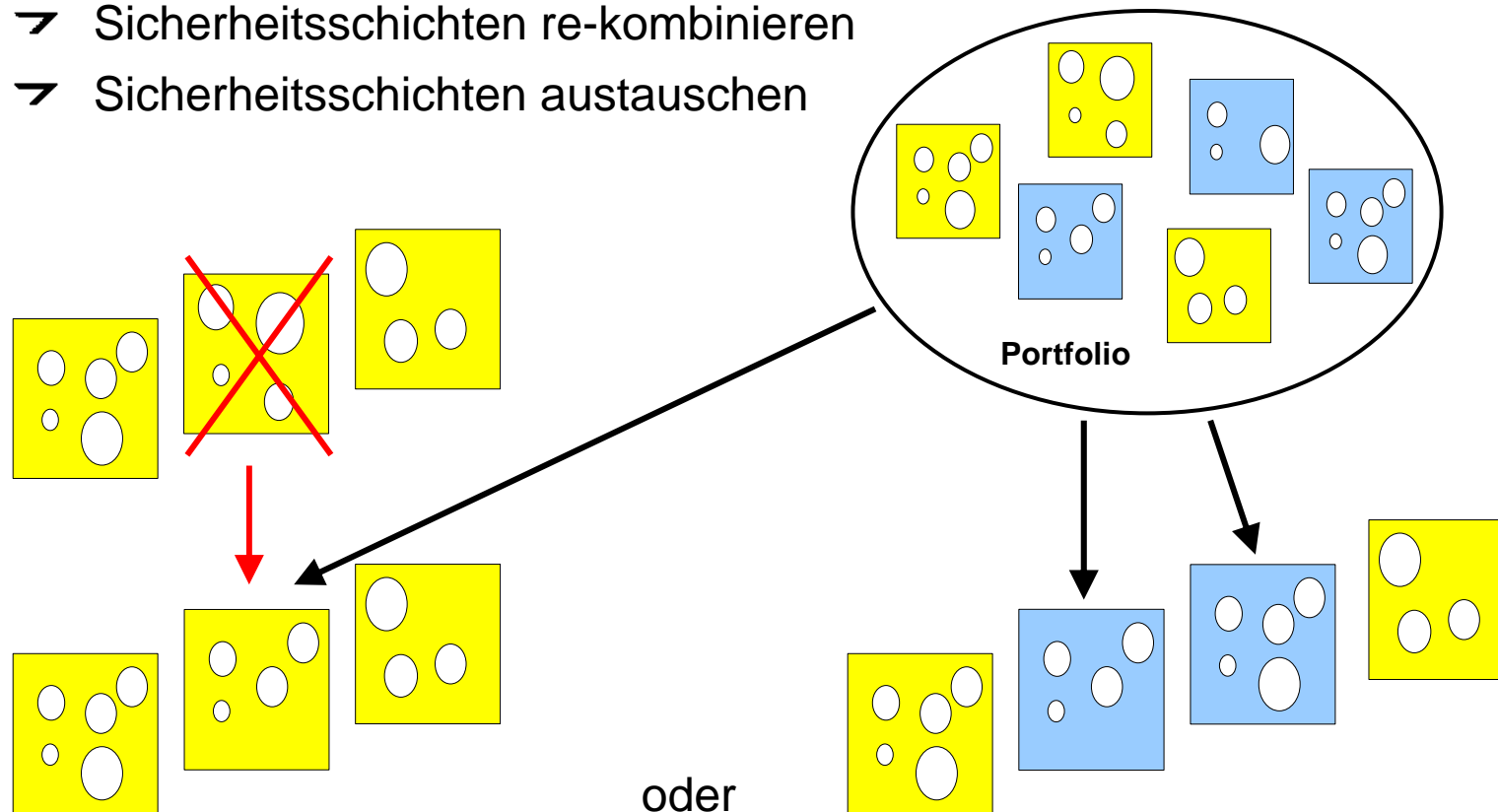




Anwendungen von MoSiS

Sicherheitskonzept verbessern

- Sicherheitsschichten re-kombinieren
- Sicherheitsschichten austauschen

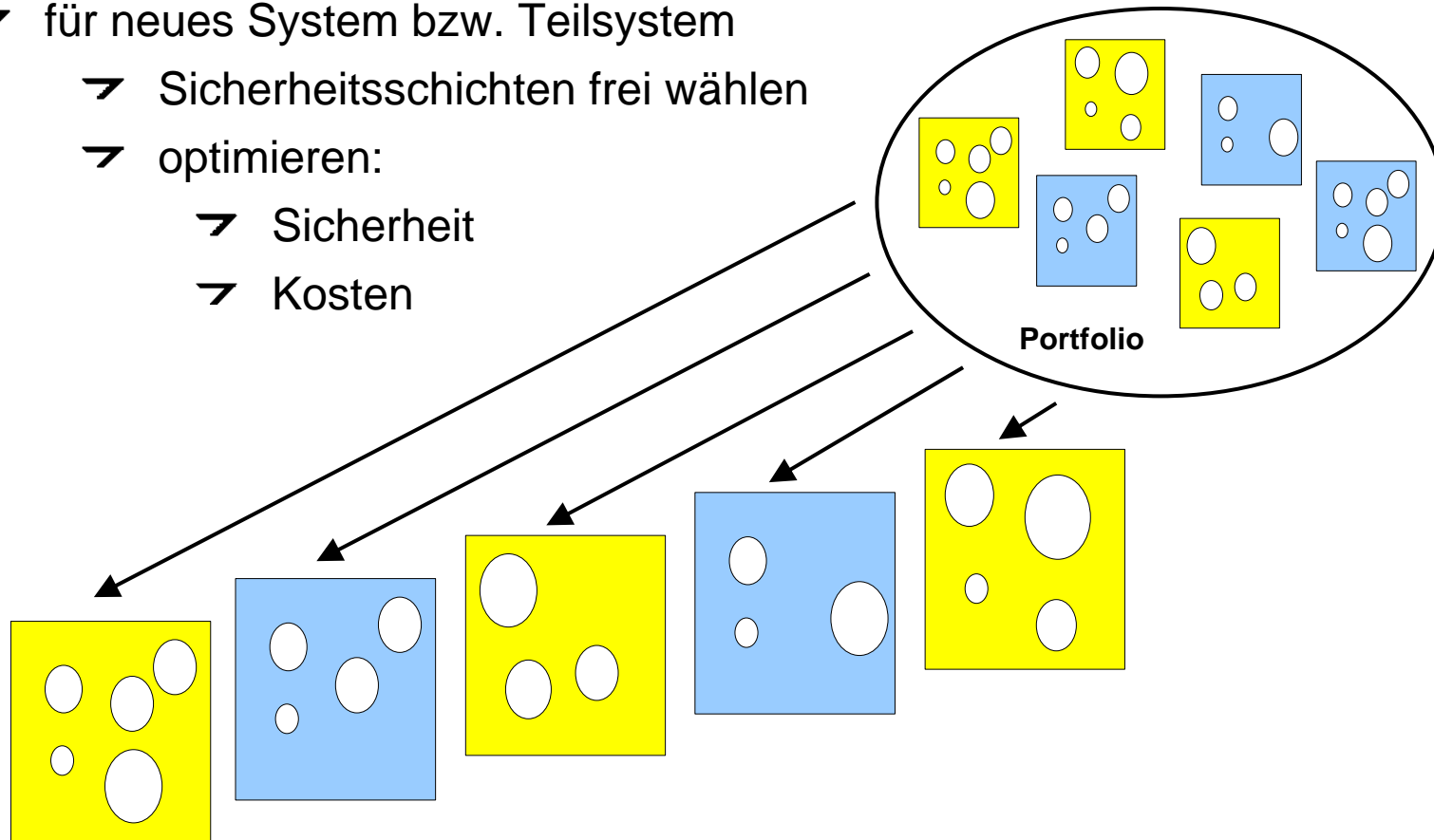


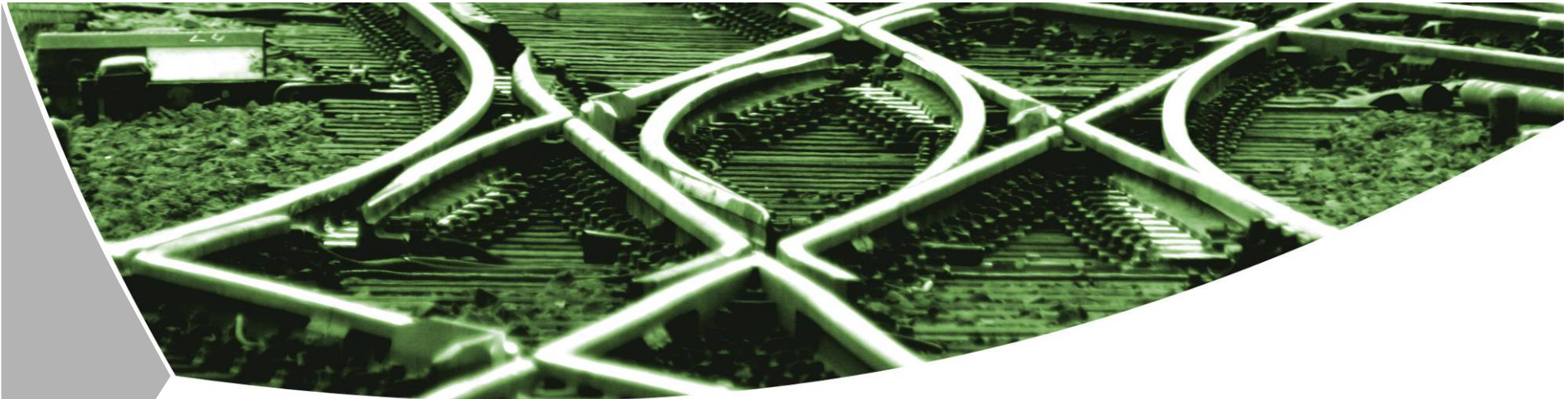


Anwendungen von MoSiS

Neues Sicherheitskonzept

- für neues System bzw. Teilsystem
 - Sicherheitsschichten frei wählen
 - optimieren:
 - Sicherheit
 - Kosten





Zusammenfassung und Ausblick



Zusammenfassung

Thesen



- Das Eisenbahnsystem ist eines der sichersten Verkehrssysteme.
- Absolute Sicherheit ist nicht möglich.
- Verbesserung gegenüber dem Ist-Stand ist stets möglich.

- MoSiS lässt folgenden Nutzen erwarten:
 - Identifikation von Lücken der Sicherheitskonzepte
 - Modellierung der Sicherheitsschichten
 - Möglichkeit, Sicherheitsschichten hinzuzufügen, auszutauschen und zu re-kombinieren
 - Möglichkeit, Sicherheitskonzepte bzgl. Sicherheit und Kosten zu optimieren



Ausblick

Nächste Schritte

- Weitere WBA
 - mehr Informationen über die Lücken
 - Problem: wenig Unfallberichte
 - Lösung: Analyse möglicher Unfälle (FTA)

- Sicherheitsschichten für Bahnübergang
 - identifizieren
 - beschreiben

- Fokus erweitern
 - Strecke
 - Netz
 - Bahnsystem



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



Fragen?

Kontakt:

stefanie.schwartz@dlr.de

markus.pelz@dlr.de

