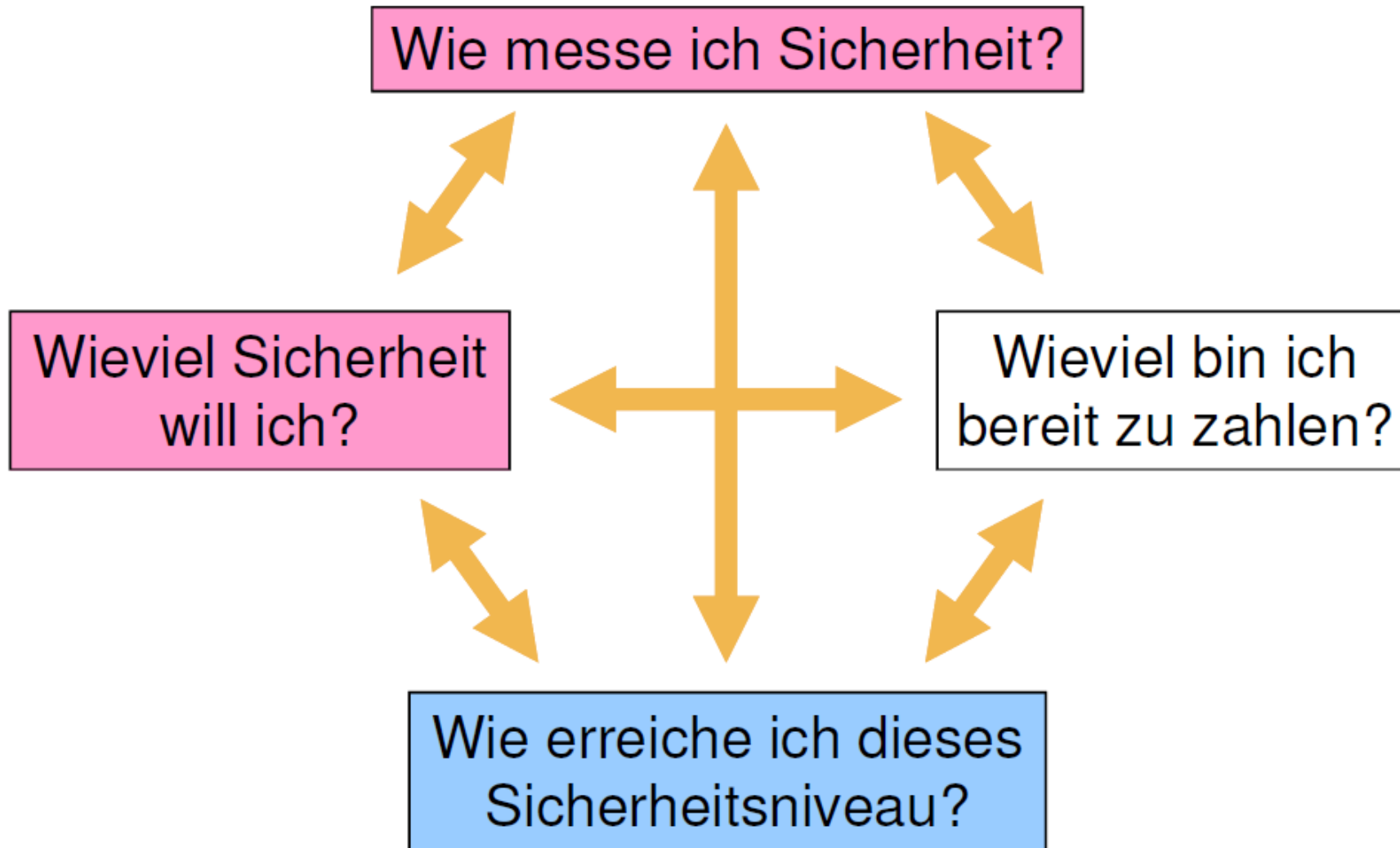


Unfall im Gotthard – Basistunnel Eine Havarie mit Ankündigung ?

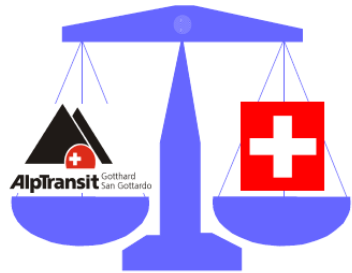
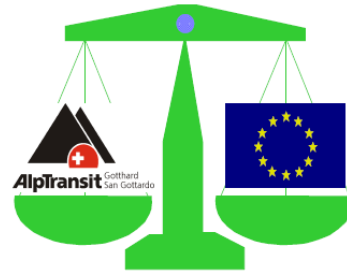
Vetsch Hans-Peter
Ehemaliger Leiter Betrieb und Sicherheit
AlpTransit Gotthard AG

Offene Fragen am Anfang der Planung



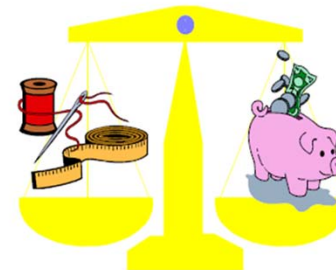
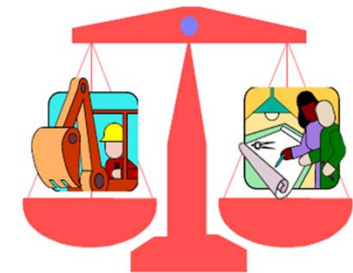
Ausgewogenheit

- *Äussere Ausgewogenheit*
Sicherheitsniveau des GBT steht in ausgewogenem Verhältnis **zu anderen Verkehrsträgern und Anlagen** und entspricht dem Sicherheitsniveau anderer europäischer Hochleistungsstrecken.



- *Innere Ausgewogenheit*
Sicherheitsniveau des GBT steht in einem ausgewogenen Verhältnis zu jenem der **anderen neuen Strecken des SBB-Netzes**.

- *Ausgewogenheit der Massnahmen*
Sicherheitsmassnahmen in den verschiedenen Bereichen (Bau, Bahntechnik, Rollmaterial, Betrieb und Organisation) sind **optimal aufeinander abgestimmt**.

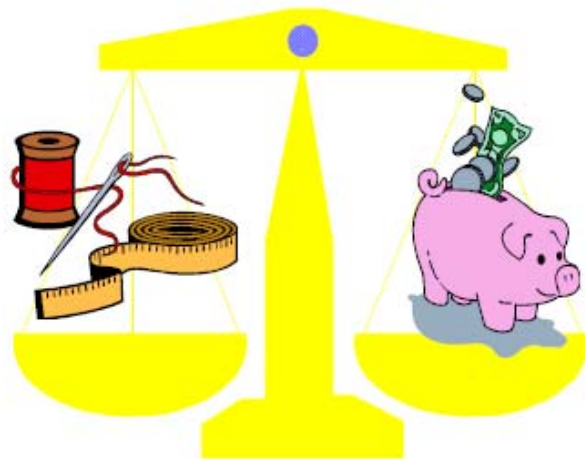
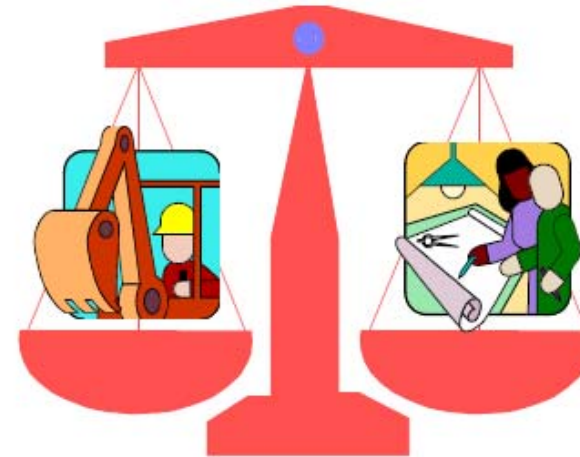


- *Finanzielle Ausgewogenheit*
Finanzielle Mittel so eingesetzt, dass der **finanzielle Aufwand** für eine Massnahme in ausgewogenem Verhältnis zur **erzielten Risikoreduktion** steht.



Ausgewogenheit

- *Ausgewogenheit der Massnahmen*
Sicherheitsmassnahmen in den verschiedenen Bereichen (Bau, Bahn-technik, Rollmaterial, Betrieb und Organisation) sind **optimal aufeinander abgestimmt**.



- *Finanzielle Ausgewogenheit*
Finanzielle Mittel so eingesetzt, dass der **finanzielle Aufwand** für eine Massnahme in ausgewogenem Verhältnis zur **erzielten Risikoreduktion** steht.

1926: Ricken	Rauch Dampflok	mehrere Tote
1969: Simplon	Dieselmotor	--
1980: Simplon	Lok Bauzug	--
1991: Hirschengraben	Reisezugwagen	58 Rauchverletzte
1995: Simplon	Diesellok	--
2006: Zimmerbergbasis	Schwelbrand ETR 470	3 Rauchverletzte

**16. April 1991 Schweiz, Zürich Hirschengraben Tunnel:
Brand in einem S-Bahnzug, Betätigen der Notbremse
Halt an beliebiger Stelle im Tunnel
0 Tote, über 50 Verletzte**



15. November 1992 Deutschland, Nähe Northeim: D - Zug prallt in Wagen eines entgleisten Güterzuges 11 Tote, 52 Verletzte



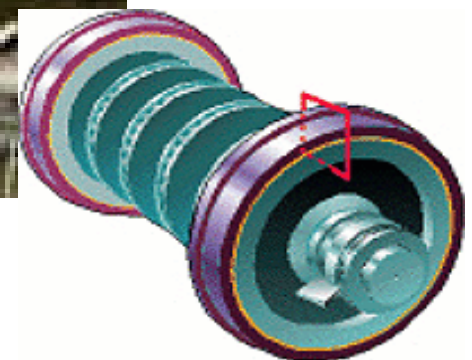
Entgleisung nach Radbruch

08. März 1994 Schweiz, Zürich Affoltern: Entgleister Benzinzug im Bahnhof Affoltern 0 Tote, wenige Verletzte, grosser Sachschaden

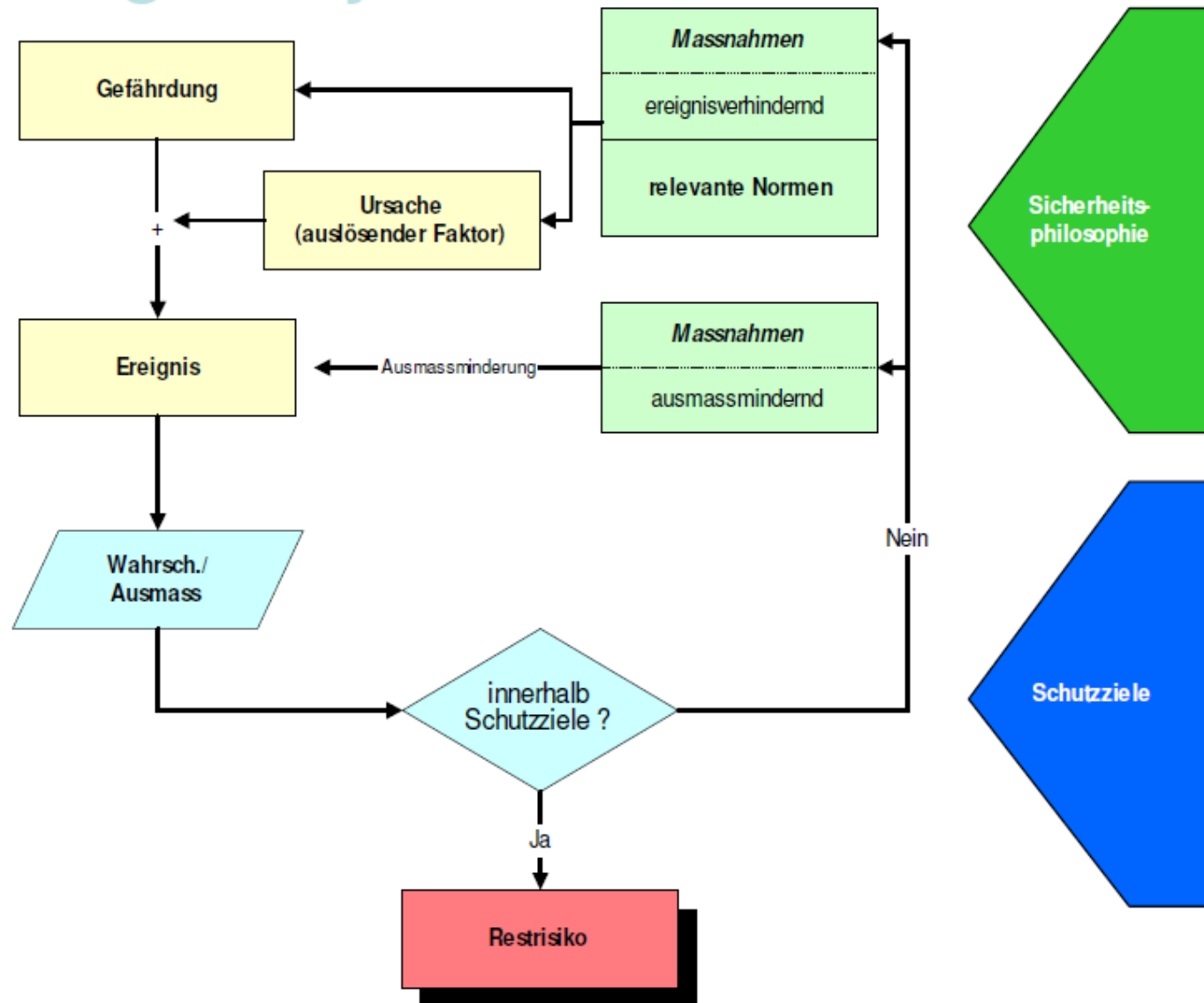


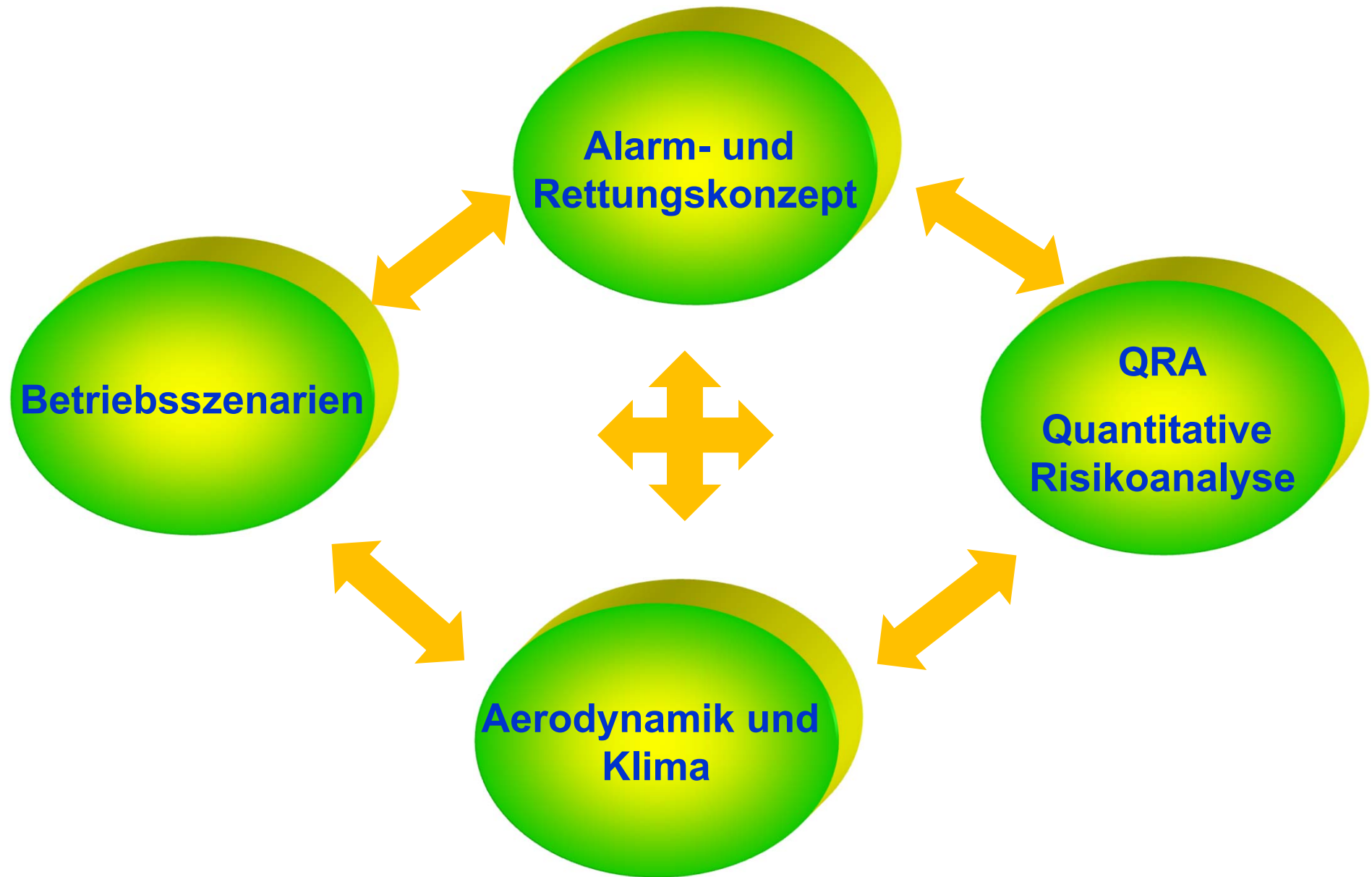
Aufprall nach Entgleisung

**03.Juni 1998 Deutschland, Eschede:
ICE entgleist bei 200 km/h und prallt danach in
eine Brücke
101 Tote, mehr als 50 Verletzte**



Gefährdungsanalyse





Ereignisverhindernde Massnahmen

Ziel: **Reduktion Eintretenshäufigkeit**

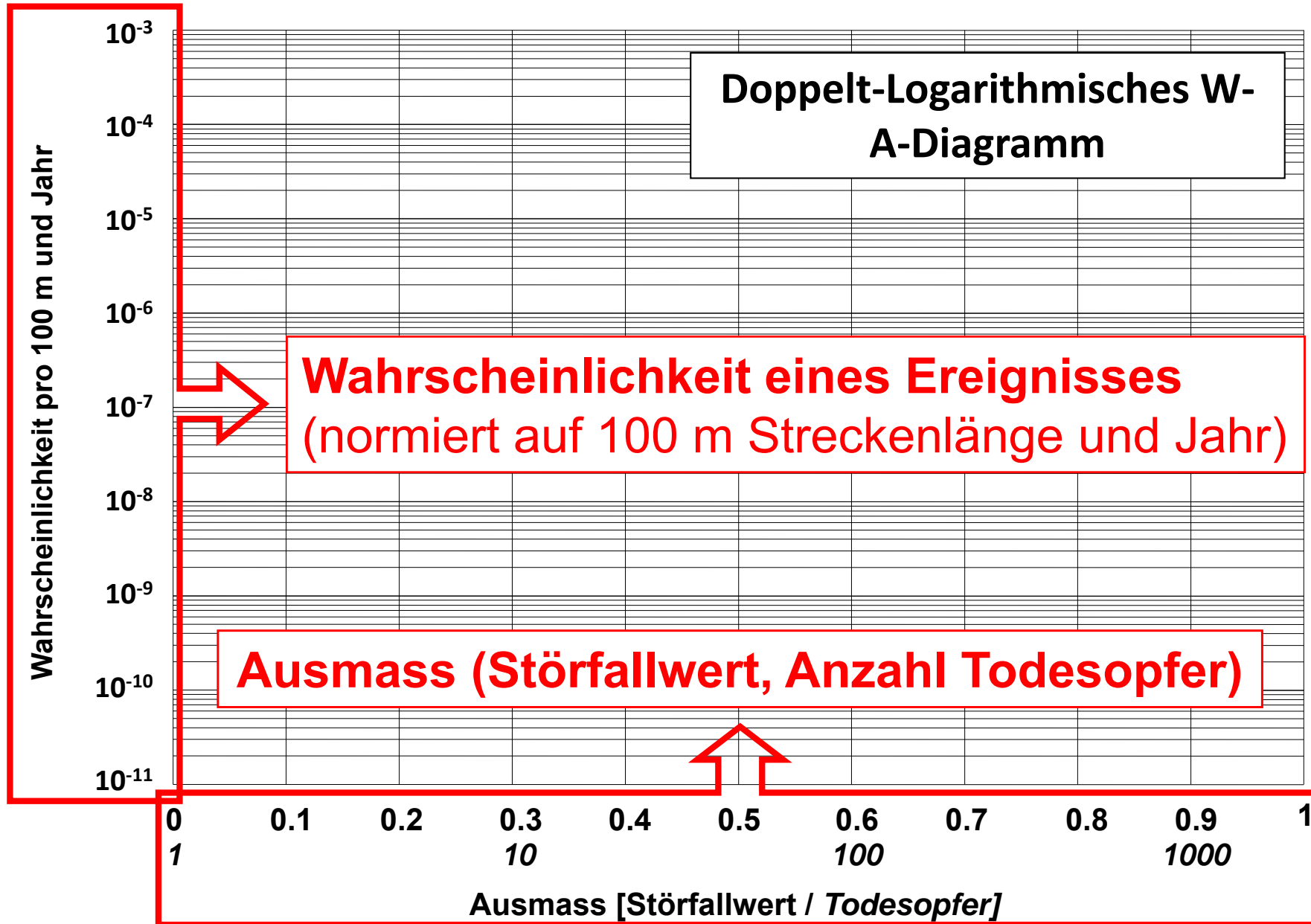
- Elimination der Gefahrenquellen
- Beseitigung der auslösenden Faktoren
- Organisatorische Massnahmen

Ausmassmindernde Massnahmen

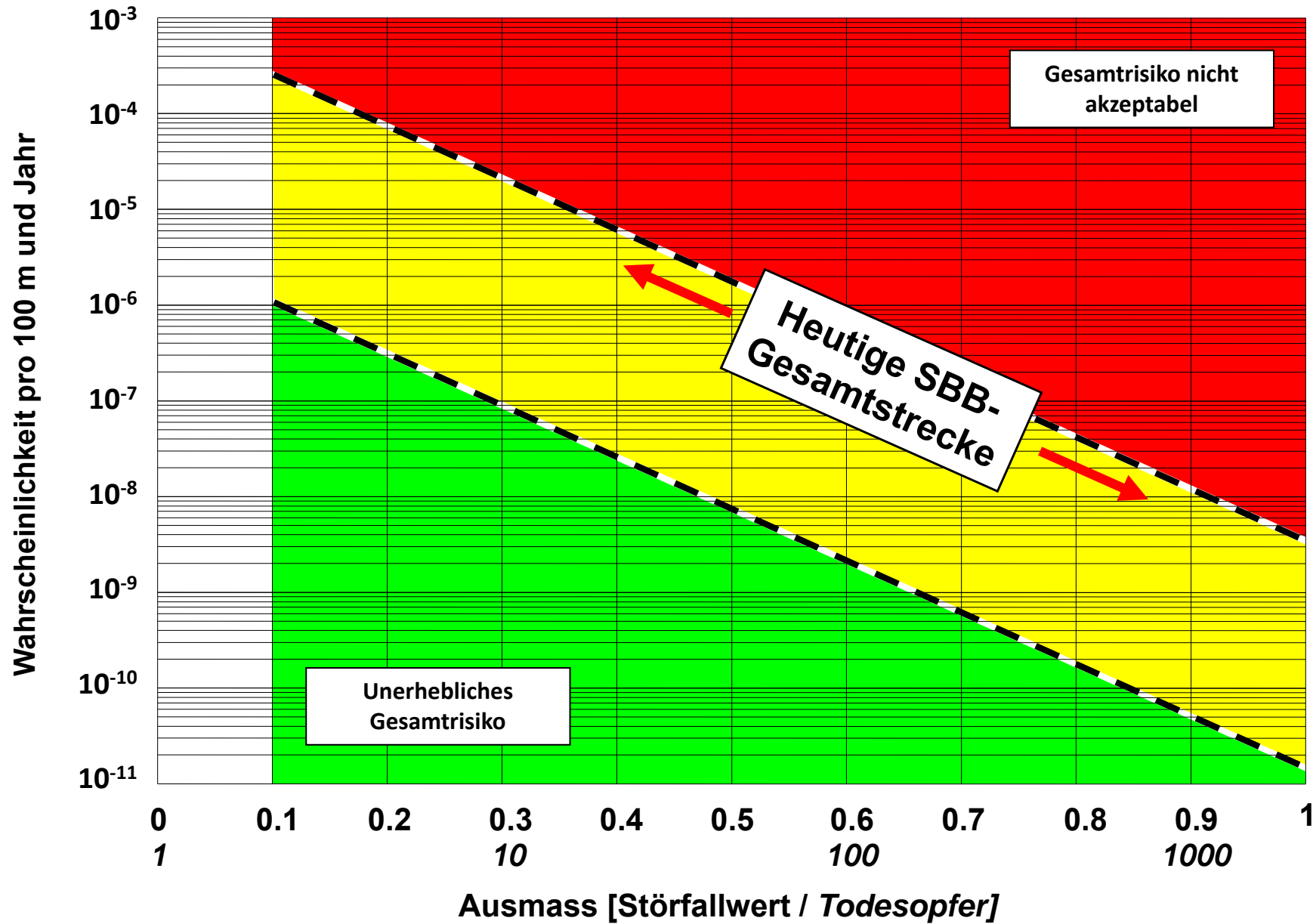
Ziel: **Reduktion Schadensausmass**

- Unterbrechung einer Ereigniskette
- Unterstützung der Rettung








Wahrscheinlichkeits-Ausmass-Diagramm



Risiko der SBB-Gesamtstrecken

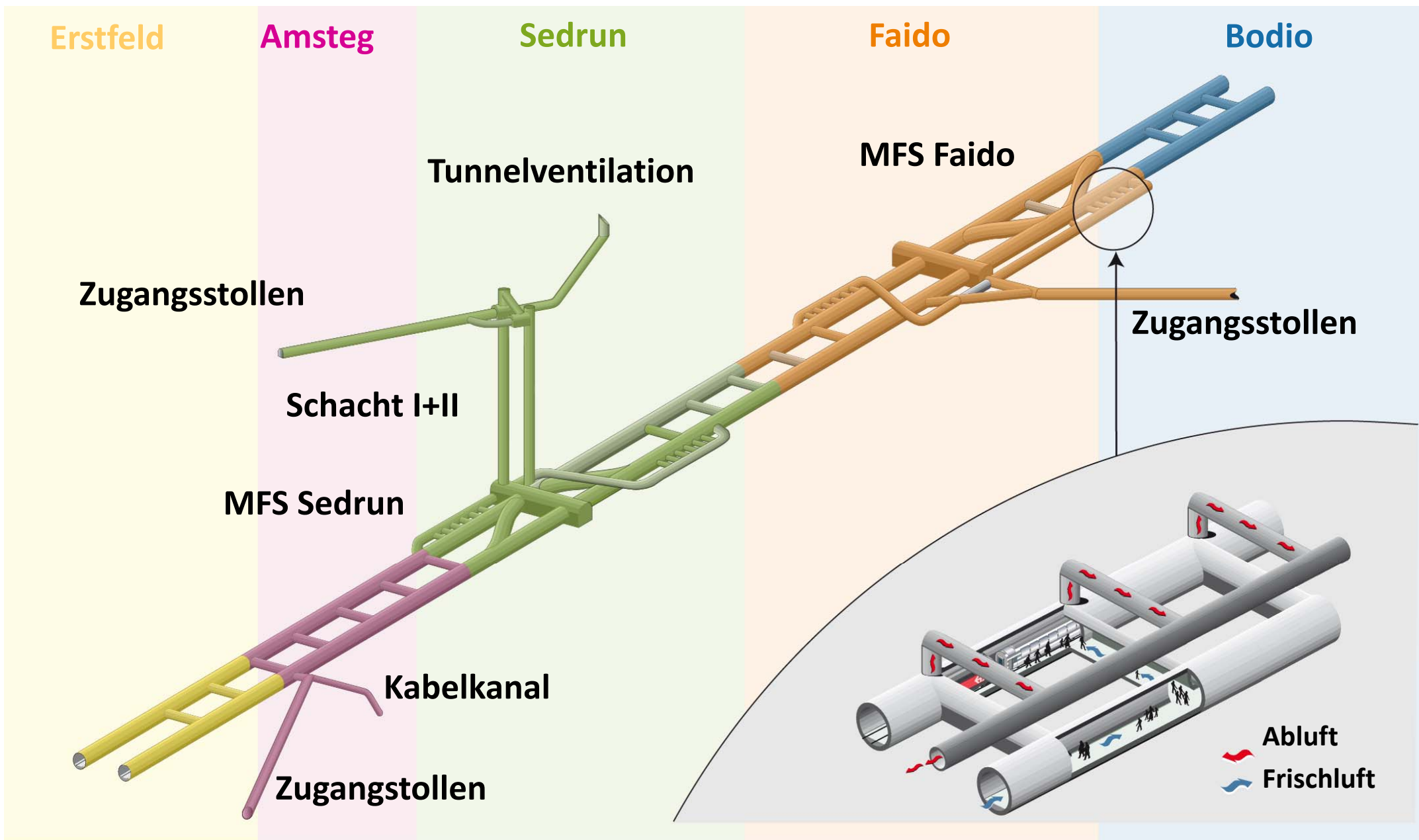


Zeitskala seltener Ereignisse

Eintretenshäufigkeit	Ereignis tritt alle ... Jahre auf	Beispiel
$3.3 \cdot 10^{-4}$	3000 Jahre	Alter des Griechischen Alphabets  
$1.0 \cdot 10^{-4}$	10'000 Jahre	Letzte europäische Eiszeit (Würm) 
$1.0 \cdot 10^{-5}$	100'000 Jahre	Absturz eines Meteors in den USA mit 100 Todesopfern 
$3.3 \cdot 10^{-7}$	3 Mio. Jahre	Alter der Menschheit 
$1.5 \cdot 10^{-8}$	65 Mio. Jahre	Aussterben Dinosaurier 
$2.0 \cdot 10^{-10}$	5 Mia. Jahre	Alter der Erde 

Unfall im GBT – Eine Havarie mit Ansage ?

Ereignisverhinderung: Tunnelsystem



Ereignisverhinderung: Rollmaterial

- **Schwer entflammbares Material**



- **Notbemsüberbrückung ist heute Stand der Technik**
- **On Board Detektionen sind noch nicht Standard auf allen Zügen**

Unfall im GBT – Eine Havarie mit Ansage ?

Ereignisverhinderung: Zugkontrollleinrichtungen (netzweit)



Zugkontrolleinrichtungen ZKE Anlagenübersicht.

Profil- und Antennenortung (Sicherheit)

- Verhindern von Lichtraumprofilverletzungen
- Verhindern von Fahrleitungsberührungen durch Fahrzeugantennen auf Rollender Landstrasse

Brand- und Chemieortung (Sicherheit)

- Verhindern sicherheitskritischer Situationen durch Brand oder Gefahrgutverlust

Störfeldmessung (Verfügbarkeit)

- Verhindern von Gleisfreimelde-Störungen

Heissläufer- und Festbremsortung (Sicherheit)

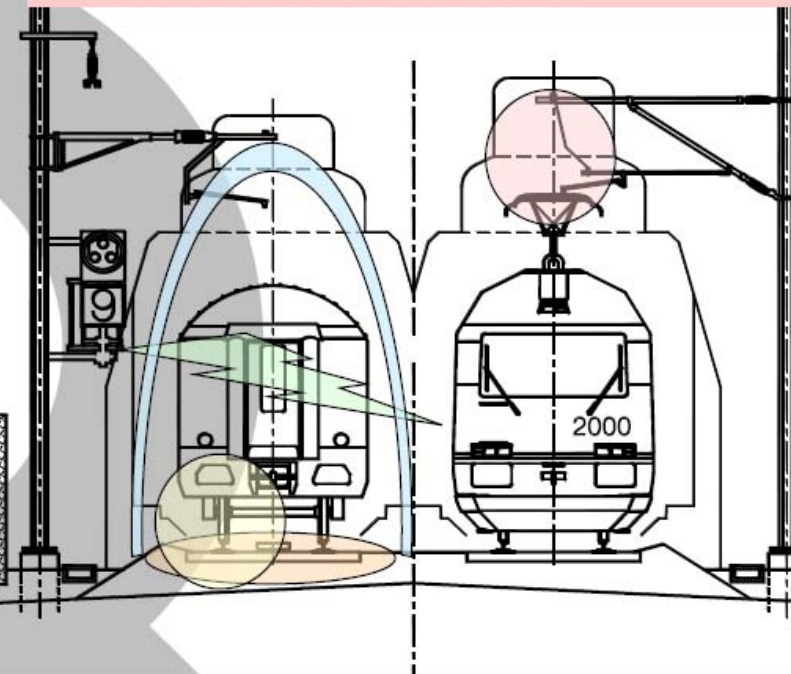
- Verhindern von Entgleisungen durch Achs- und Radbrüche

Radlastcheckpoints (Sicherheit)

- Erkennen von Lastverschiebung, Lastüberschreitung
- grobe Radfehler
- Fahrwegbelastung

Panto-Monitoring (Verfügbarkeit)

- Verhindern von Fahrleitungsstörungen



ZKE Netz (Sicherheit, Verfügbarkeit, Fallbearbeitung)

- Zentrale Erfassung aller Alarmer und Intervention
- Datenlieferung an EVU zur **Wartungsoptimierung** und zum **Schutz der Infrastruktur**; z.B. frühzeitige Meldung unrunder Räder, mangelhafter Drehgestelle oder schlecht eingestellter Pantographen vor **Überschreitung eines Grenzwertes**.

Ereignisverhinderung: Zugkontrolleinrichtungen (netzweit)

Zweck von Zugkontrolleinrichtungen

Erkennen von technischen Problemen, *bevor* sie zum Ereignis führen.



- Kleinste Konzentrationen
- 0.5 MW Brand kann detektiert werden
- Entscheidend ist Verhältnis CO/CO₂
- Rauch einer Dampflok (saubere Verbrennung) kann von unsauberer Verbrennung (Ernstfall) unterschieden werden
- Orient Express schlägt an. Grund: Kohleheizung der Abteile

Unfall im GBT – Eine Havarie mit Ansage ?

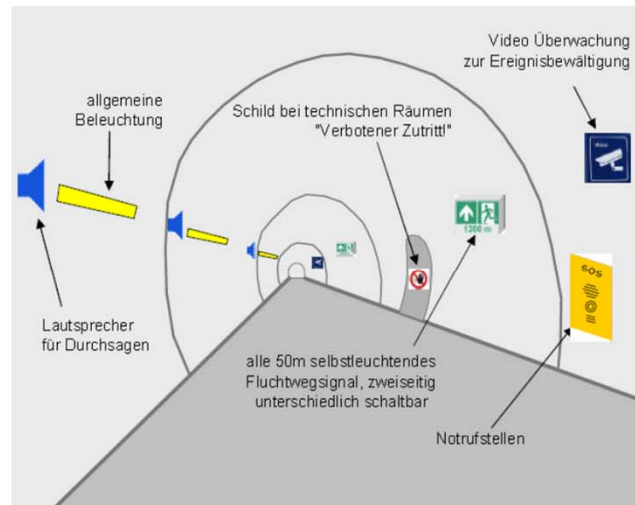
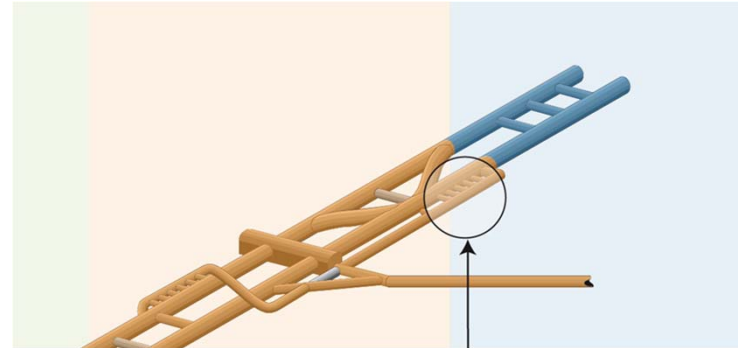
Ausmassminderung: Lösch- und Rettungszug



Innenansicht Lösch- und Rettungszug



Ausmassminderung/Selbstrettung: Fluchwegbeschilderung in der NHS



selbstleuchtendes Fluchwegsignal aktiv in Fluchrichtung



selbstleuchtendes Fluchwegsignal inaktiv gegen die Fluchrichtung

Wechselsignal



als Fluchwegsignal



als Sammelplatz



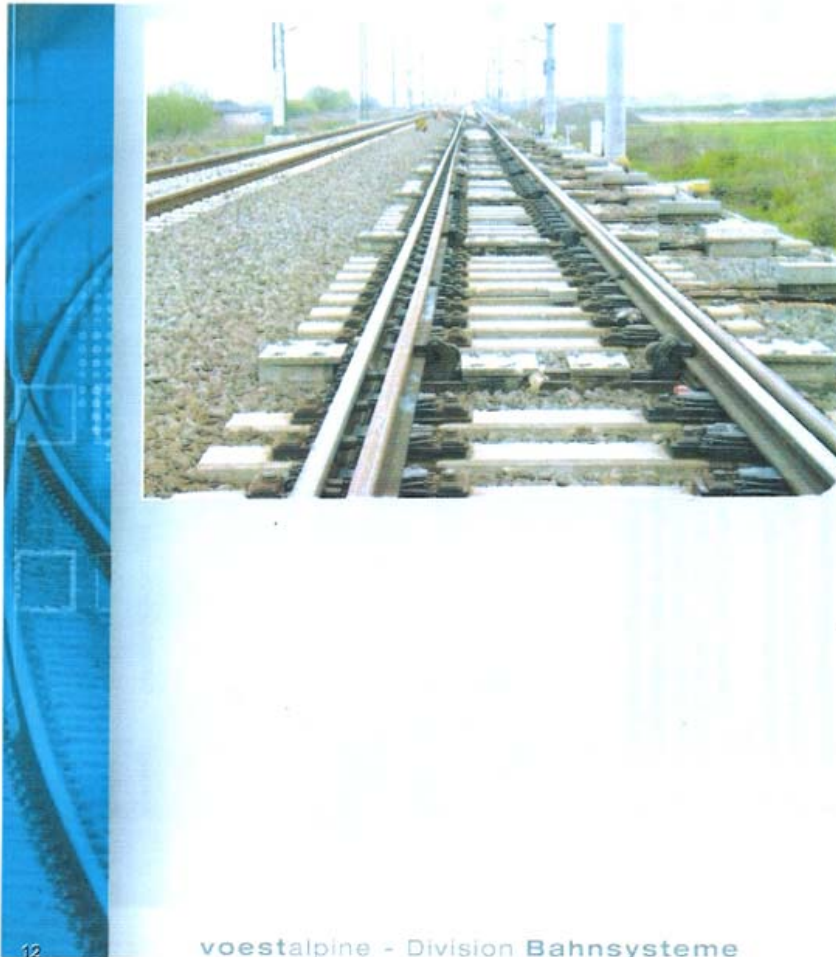
im Normalzustand



Video Einstein zum Vorfall im Gotthard – Basistunnel



Gegenüberstellung HYDROSTAR® ZV gegen konventionelle Lösung mit Einzelantrieben



Unfall im GBT – Eine Havarie mit Ansage ?

Zukünftiges Bremssystem der Güterwagen ?



Scheibenbremsen

Klotzbremsen Kunststoff/Gusseisen ?



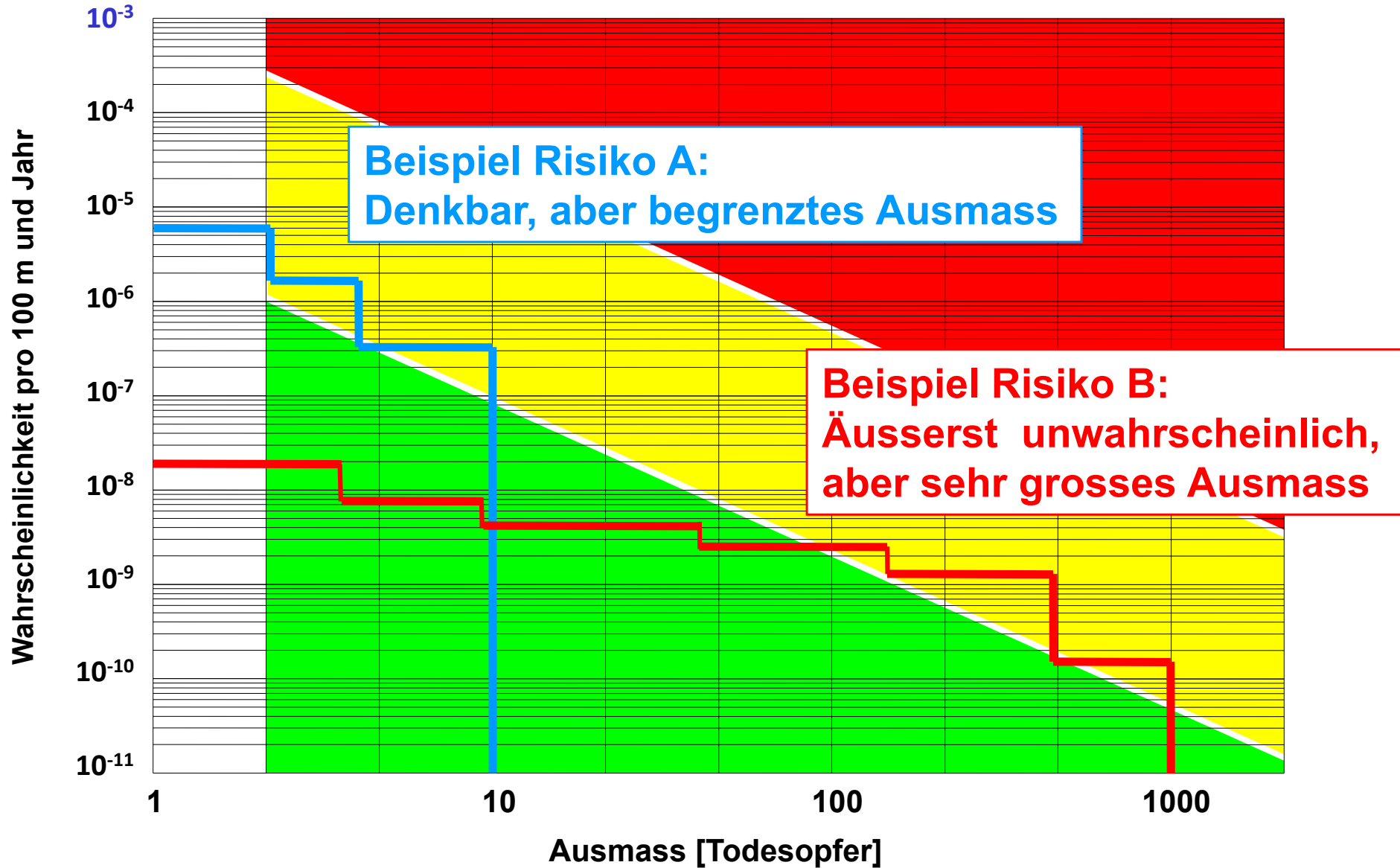
Sicherheit kann nicht lückenlos sein!



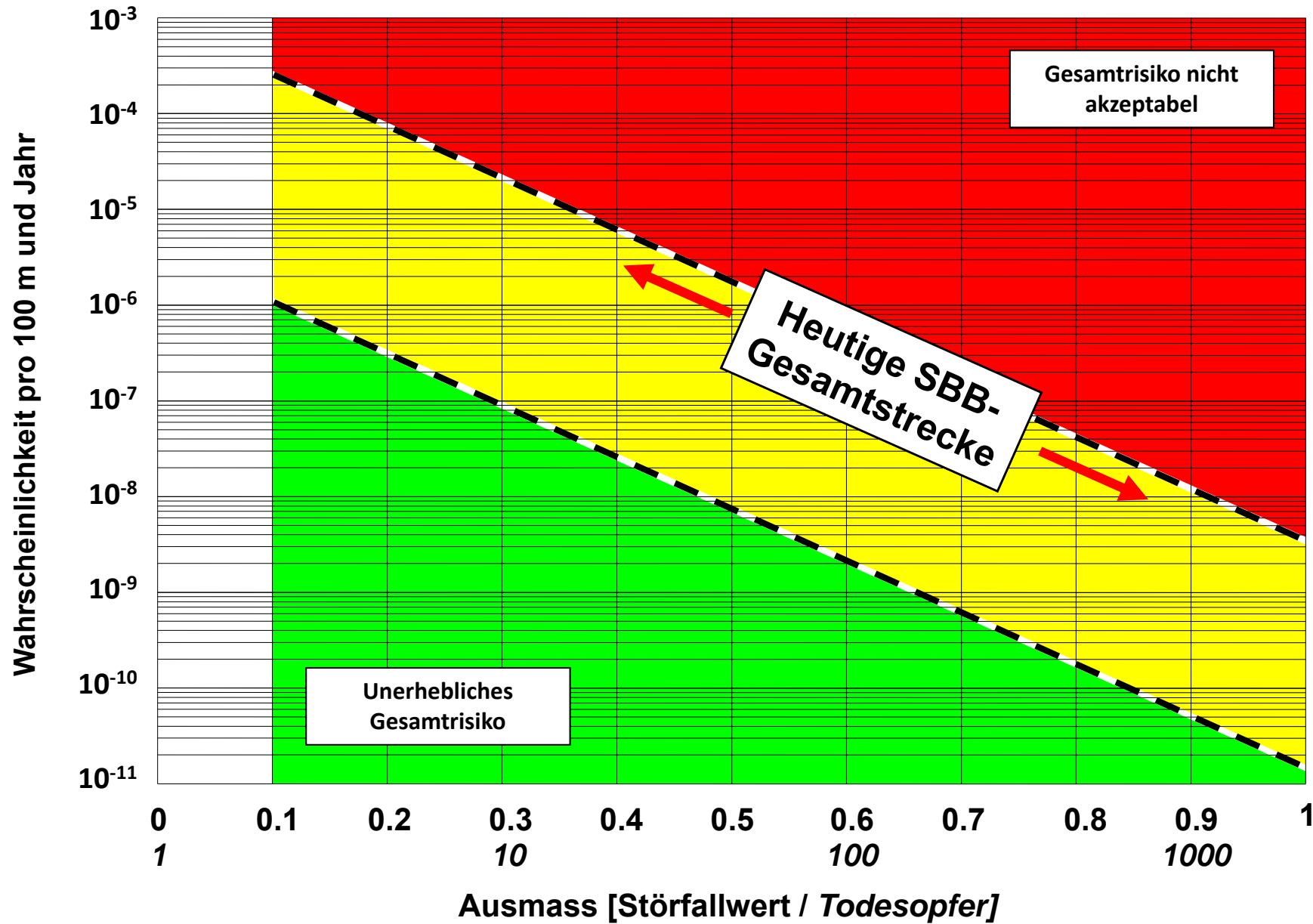
Wir müssen das Restrisiko definieren und akzeptieren



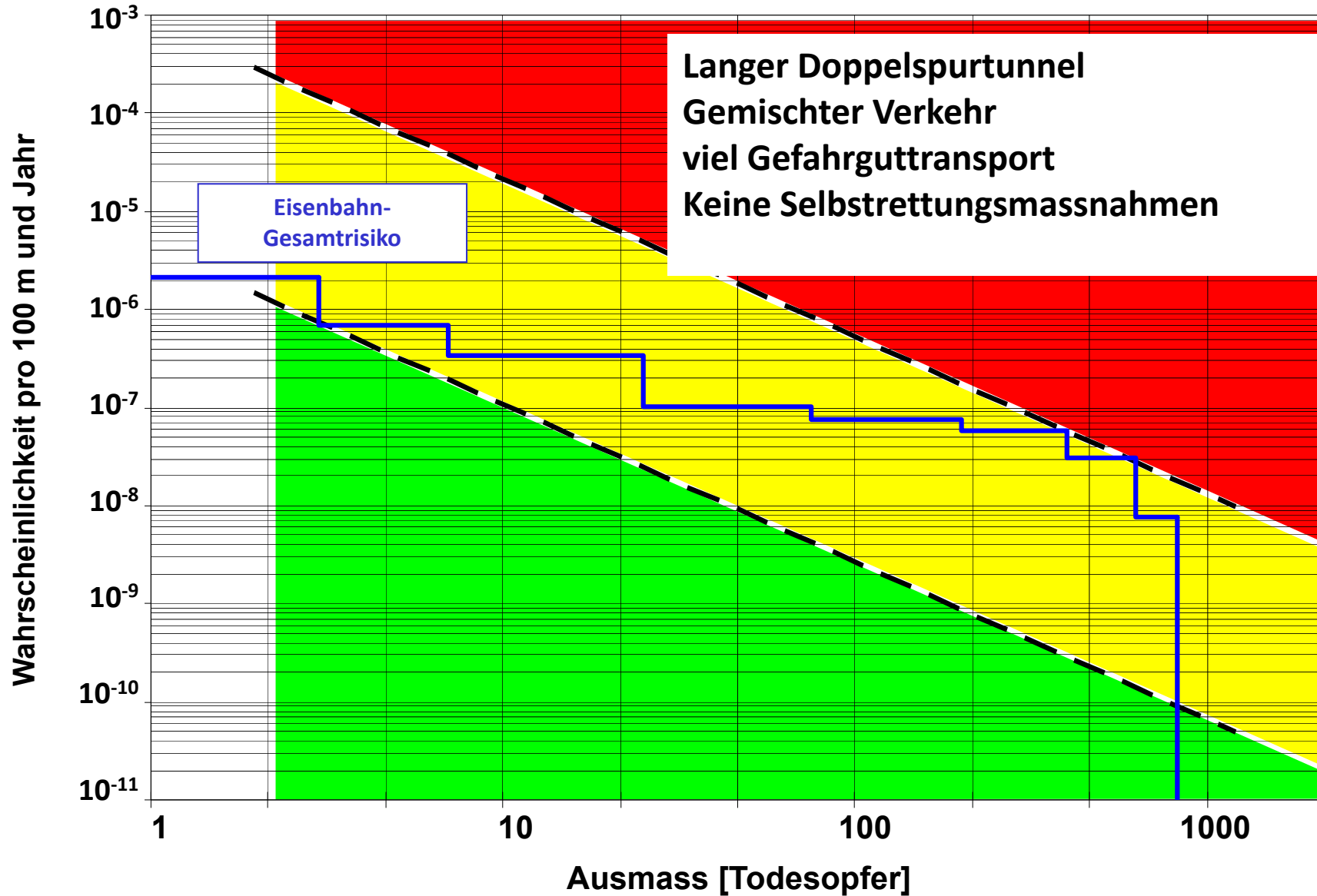
Backup



Risiko der heutigen SBB-Gesamtstrecke

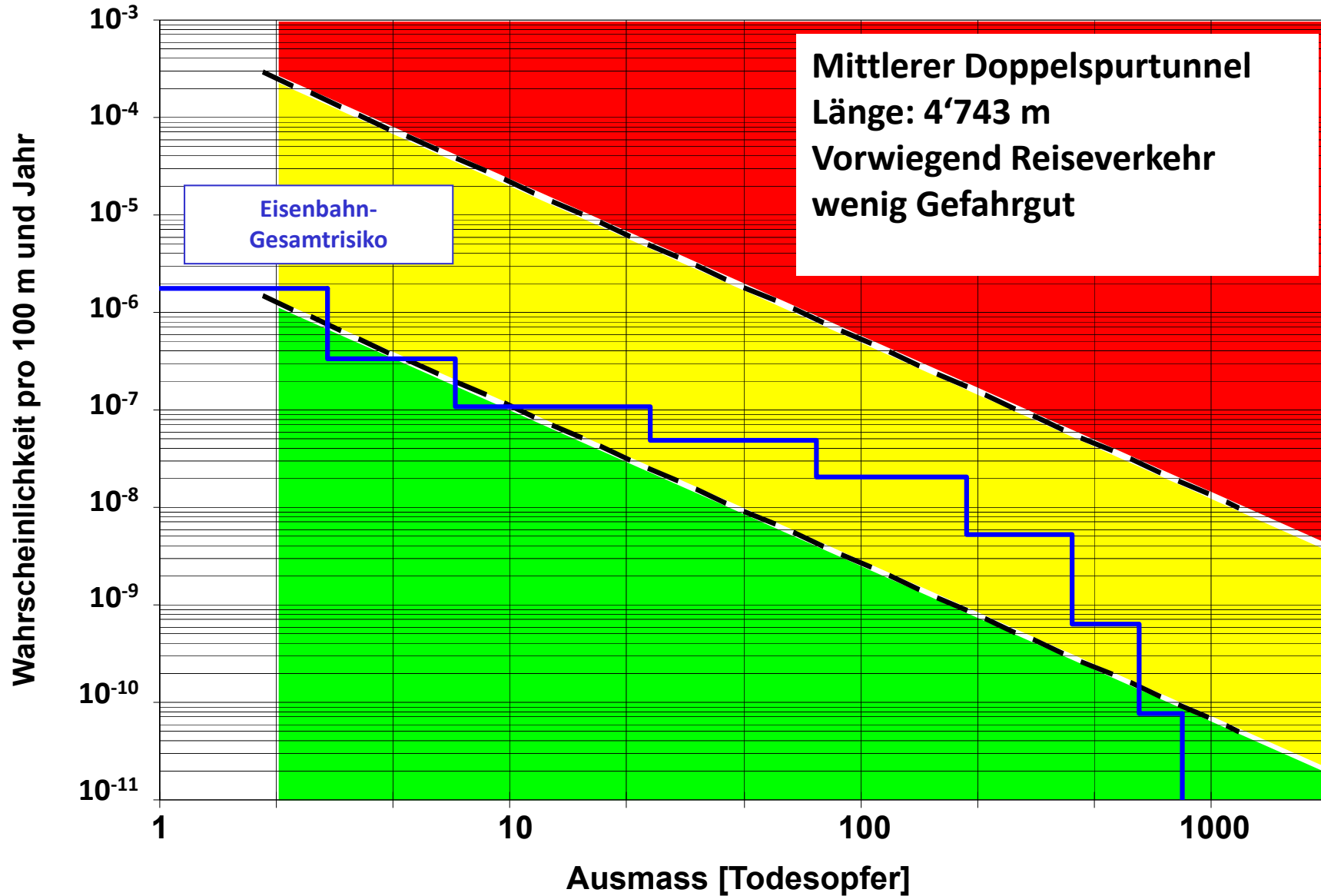


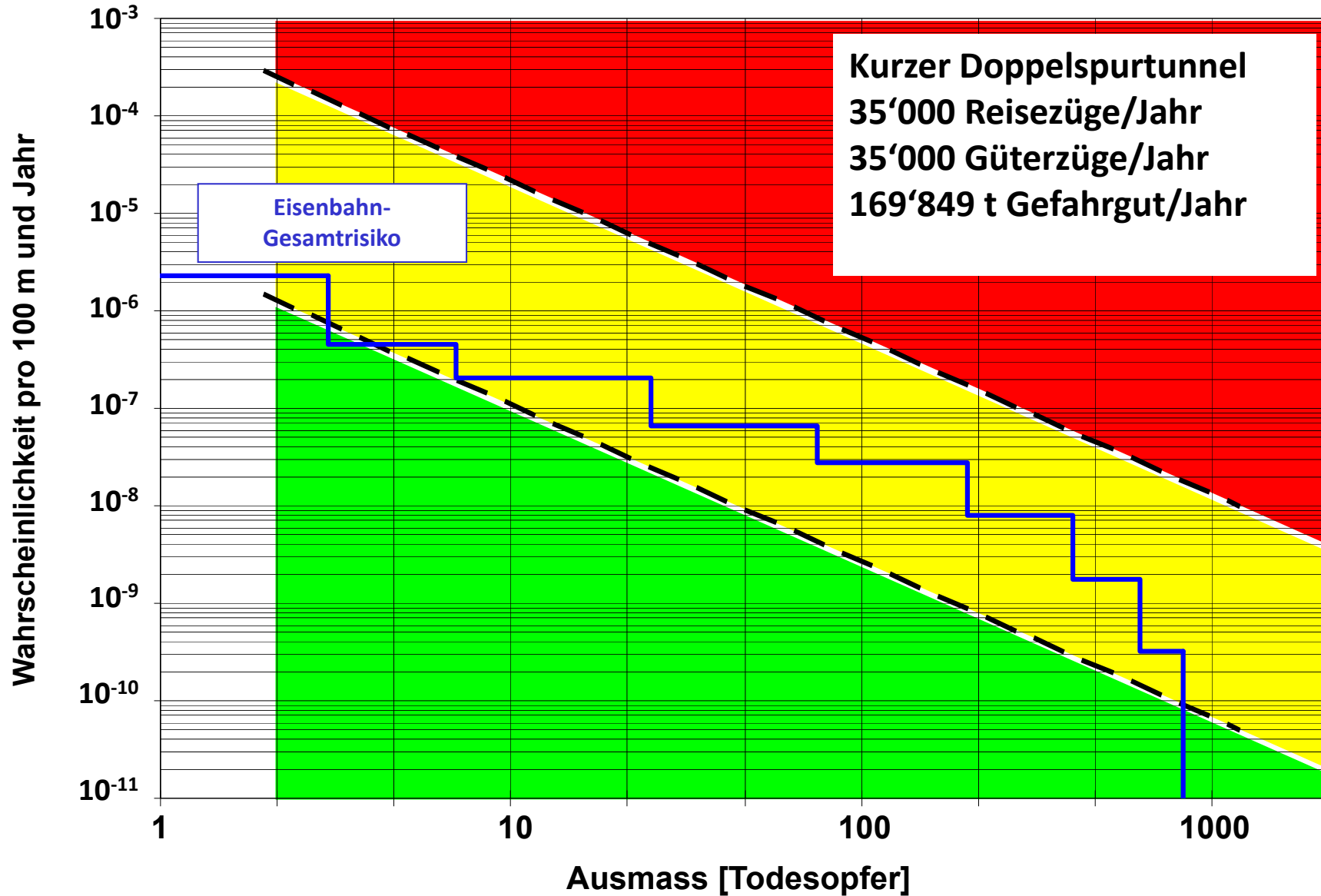
Quantitative Risikoanalyse (QRA)



Unfall im GBT – Eine Havarie mit Ansage ?

Quantitative Risikoanalyse (QRA)



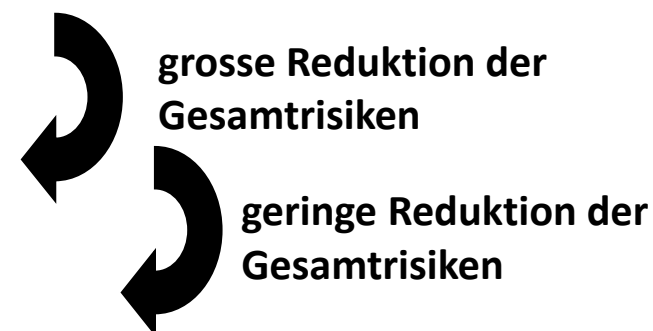


Reduktion der Querschlagsabstände von 500 m auf 325 m

- Dein Tunnel mit Querschlagsabständen von 325 m weist zwar bei einem Reisezugbrand tiefere Risiken auf als bei Abständen von 500 m
- Diese Reduktion der Gesamtrisiken spielt sich jedoch auf einem sehr tiefen Niveau ab (vgl. blaue Kurve vorherige Folie)

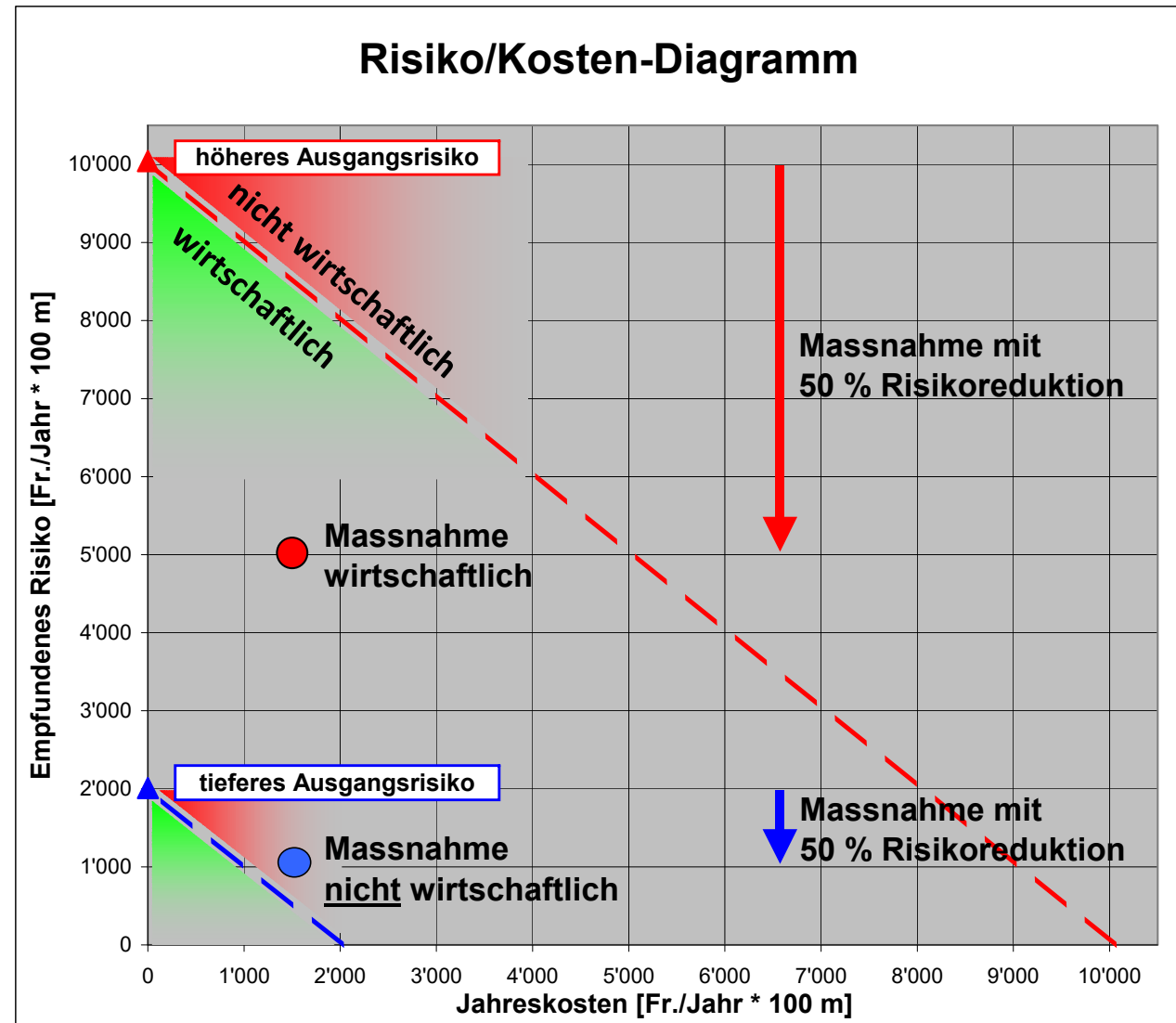
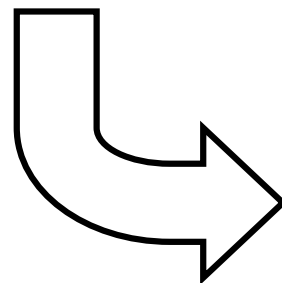
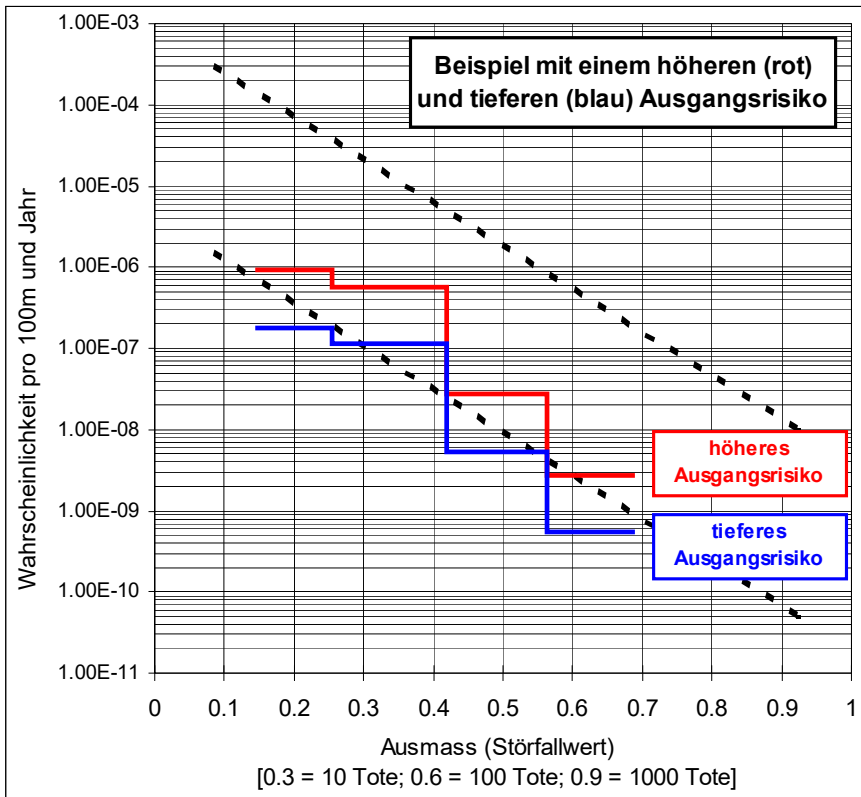
Hauptrisikoreduktion beim Wechsel vom Doppelspur- zum Zwei-Einspurtunnelsystem

- Doppelspurtunnel
- Einspurtunnel mit 500 m Querschlagsabstand
- Einspurtunnel mit 325 m Querschlagsabstand



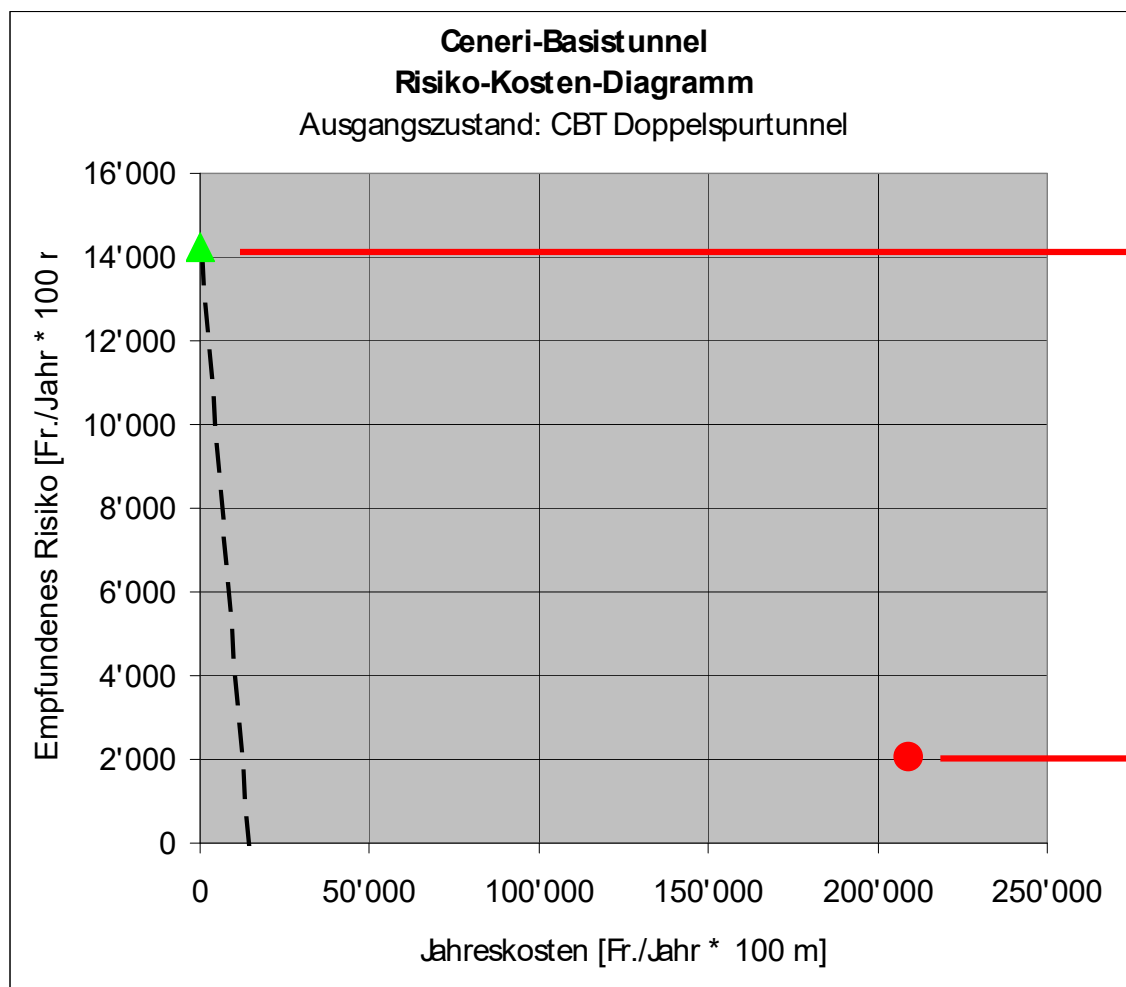
Massnahmeneffizienz

- Je höher das Ausgangsrisiko, desto effizienter können bei gleichen Kosten und Wirkung von Massnahmen (z.B. Risikoreduktion um Faktor 2) finanzielle Mittel eingesetzt werden → **Miteinsatz bei hohen Ausgangsrisiken lohnend**



Haupttrisikoreduktion erfolgt beim Wechsel vom Doppelspur- zum Zwei-Einspurtunnelsystem

- Ausgangslage: Doppelspursystem
- Massnahme: Einspursystem mit 500 m Querschlagsabstand



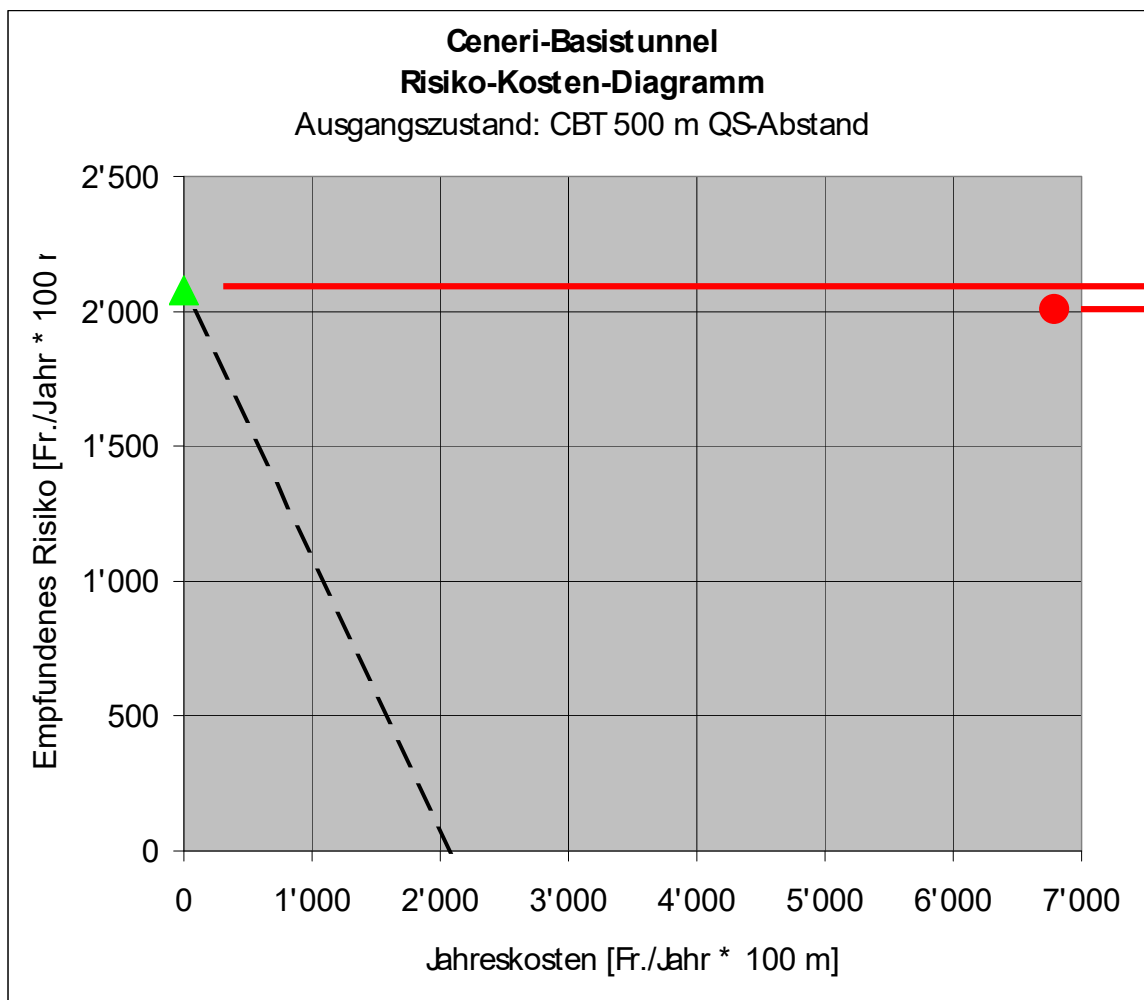
Risikoreduktion: 85 %

Wirtschaftlichkeit: 17 Fr. Jahreskosten ergeben 1 Fr. Reduktion empfundenes monetarisiertes Risiko

empfundenes monetarisiertes Risiko:
- Ausgangslage: **14'200 Fr./Jahr*100m**
- Mit Massnahme: **2'100 Fr./Jahr*100m**

Geringe zusätzliche Reduktion der Gesamtrisiken bei einem Querschlagsabstand von 325 m

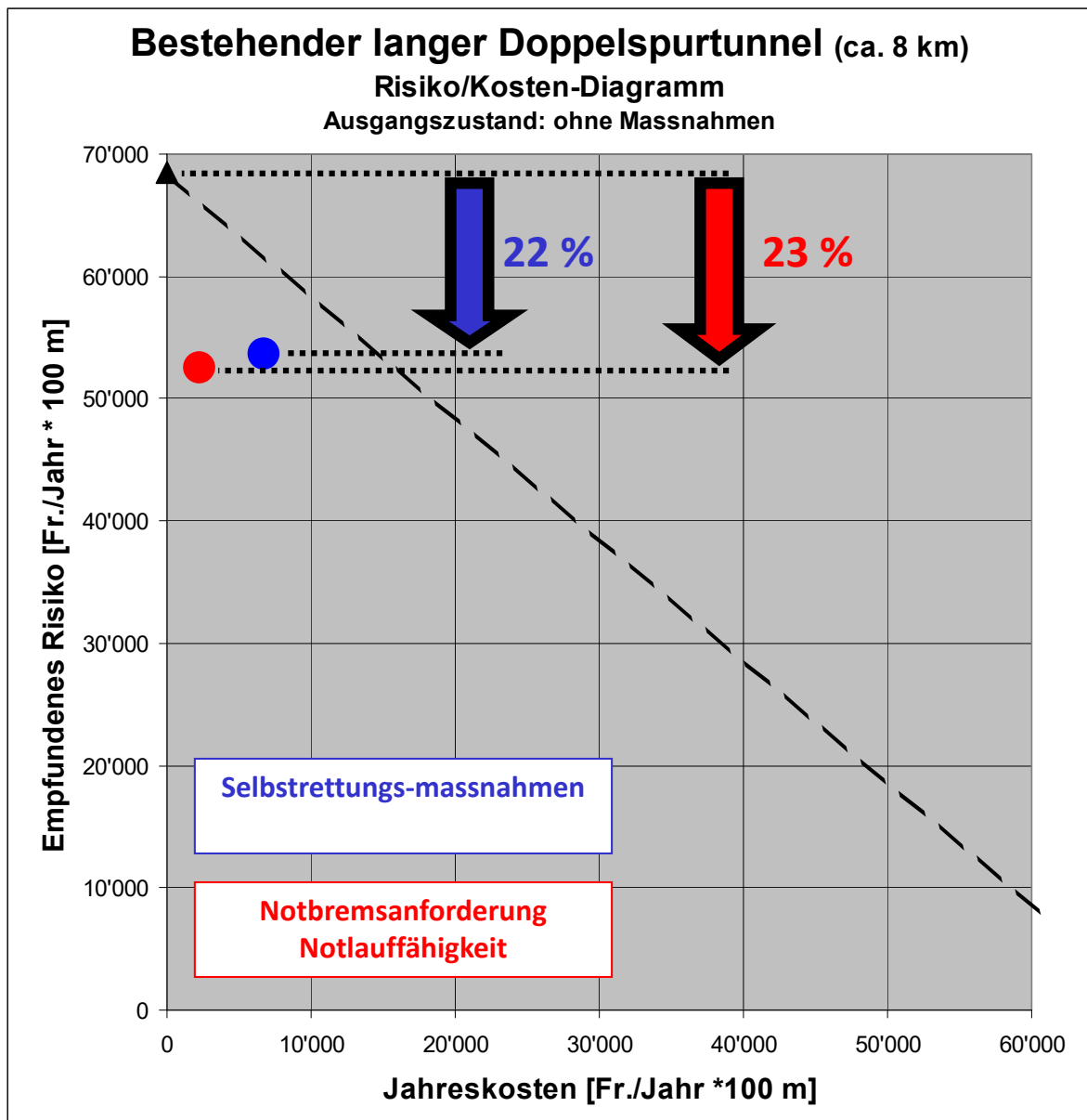
- Ausgangslage: Einspursystem mit 500 m Querschlagsabstand
- Massnahme: Einspursystem mit 325 m Querschlagsabstand



↓ **Risikoreduktion: 3 %**
↑ **Wirtschaftlichkeit: 97 Fr. Jahreskosten ergeben 1 Fr. Reduktion empfundenes monetarisiertes Risiko**

empfundenes monetarisiertes Risiko:
- Ausgangslage: **2'100 Fr./Jahr*100m**
- Mit Massnahme: **2'000 Fr./Jahr*100m**

Umsetzung von Massnahmen aufgrund Kosten/Nutzen-Überlegungen



- Selbstrettungsmassnahmen sind für lange Doppelspurtunnels (> 3km) wirtschaftlich
- Die Erfüllung der Notbremsanforderungen/Notlauffähigkeit ist für lange Doppelspurtunnels wirtschaftlich
- Selbstrettungsmassnahmen wurden beispielsweise für den Hauenstein Basis, Gotthard, Heitersberg und Kerenzenberg umgesetzt

Wirtschaftlichkeit Selbstrettungs-massnahmen: ½ Fr. Jahreskosten ergeben 1 Fr. Reduktion empfundenes monetarisiertes Risiko