Vetsch Rail Consulting

Wien, April 2021

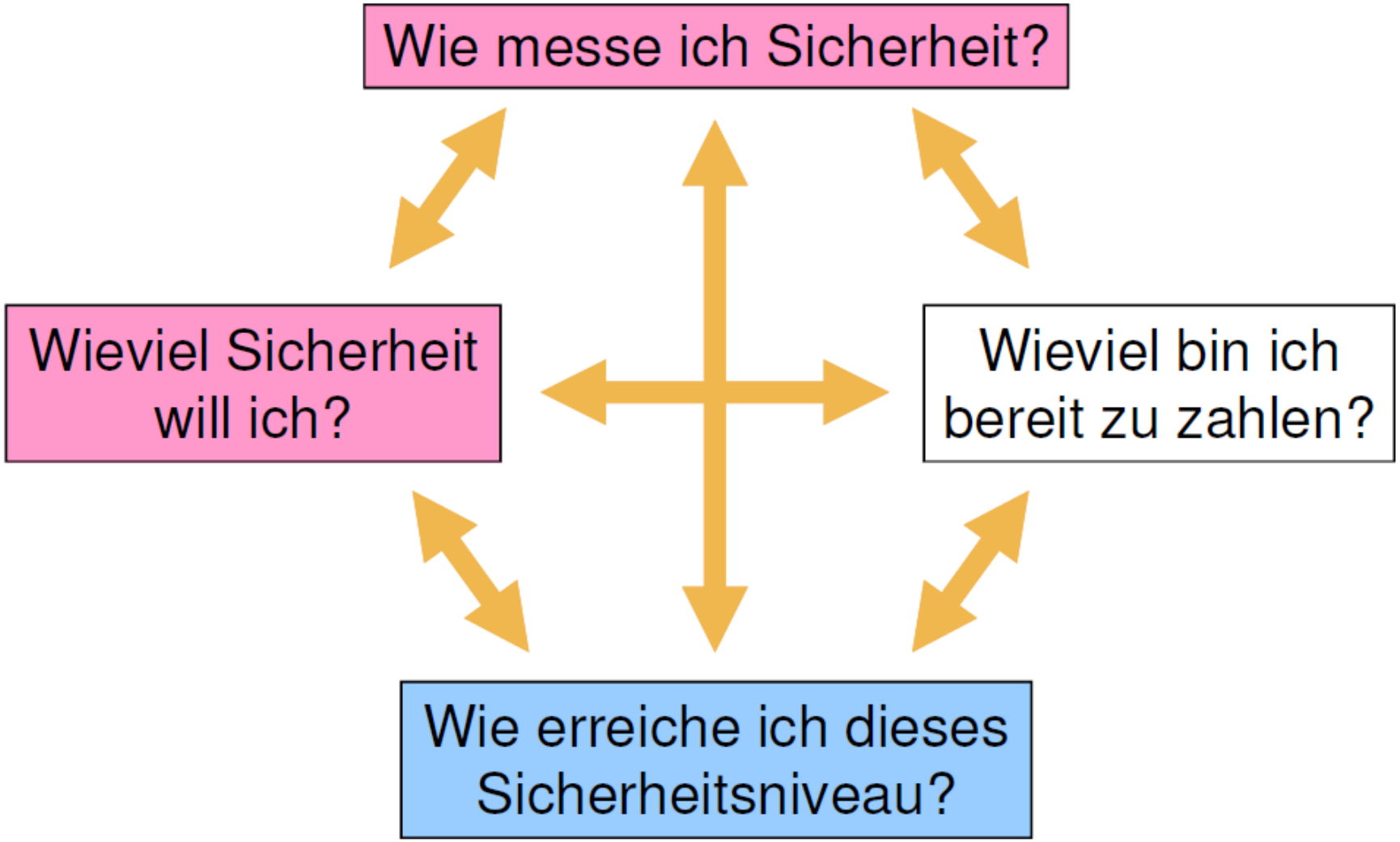
Lösungen gegen die Regelungswut
Am Beispiel: Welche Sicherheit braucht es in Eisenbahntunnels ?

HP. Vetsch, Vetsch Rail Consulting GmbH

Lösungen gegen die Regelungswut

Offene Fragen am Anfang

Wien, April 2021



Der Weiße Hai eines der gefährlichsten Raubtier der Welt?

Ist die Kokosnuss eine Todesgefahr?

Lösungen gegen die Regelungswut

Sicherheitslevel bestimmt durch die Medien ?

Wien, April 2021

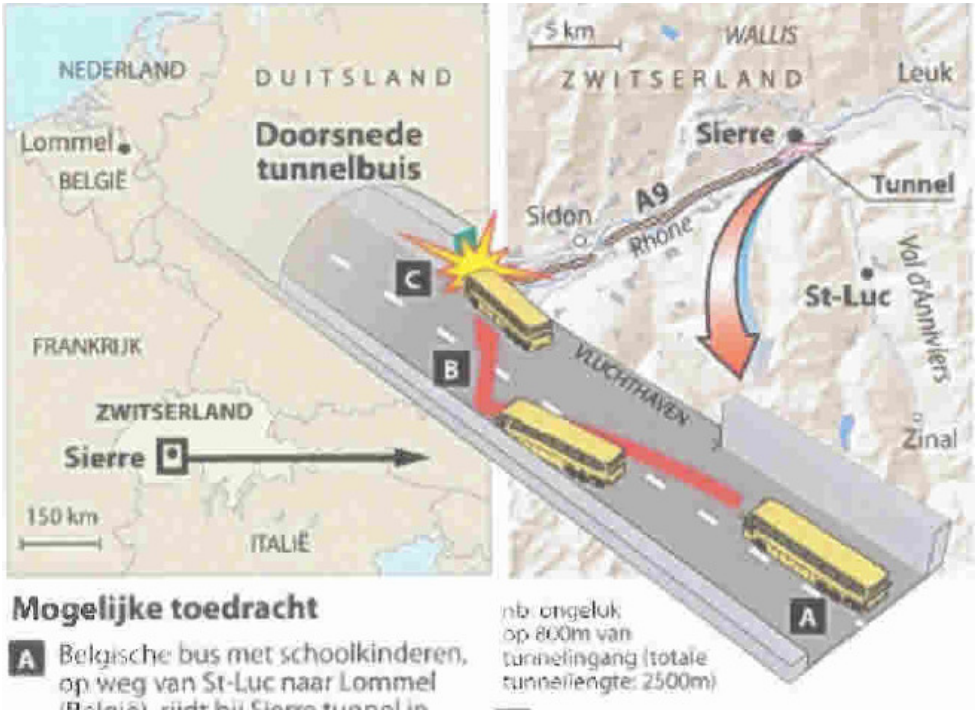
Vetsch Rail Consulting

Was hätte auf der Fahrt von Zinal nach Sierre passieren können?

Lösungen gegen die Regelungswut

Sicherheitslevel bestimmt durch die Medien ?

Wien, April 2021

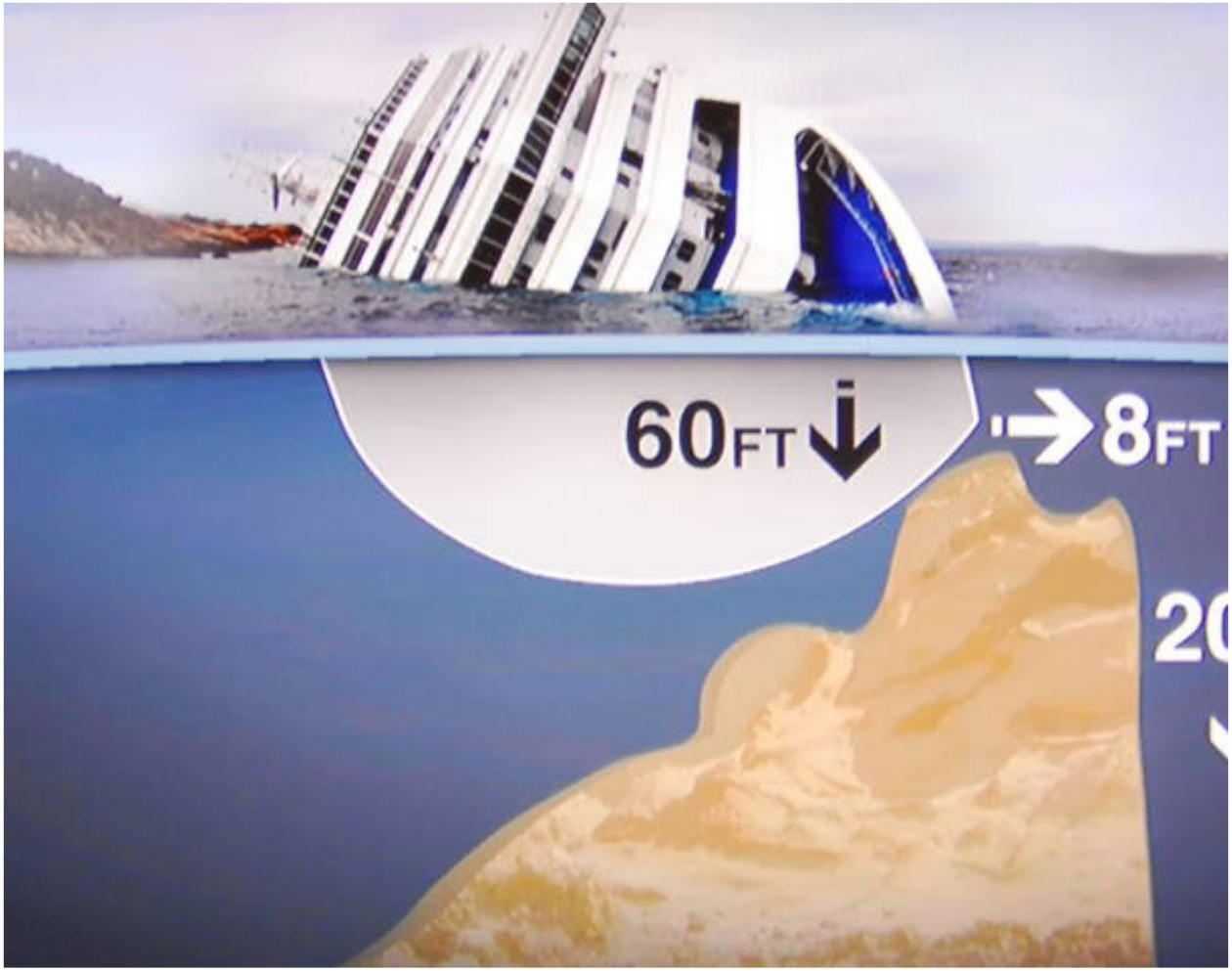


Sind die Ecken der Ausstellnische schuld ?

Lösungen gegen die Regelungswut

Ist das Sprengen des Felsen die richtige Massnahme…….?????

Wien, April 2021



Lösungen gegen die Regelungswut

Mont Blanc-Tunnel, 24. März 1999

Wien, April 2021

Vetsch Rail Consulting

Zigarette löste Tunnel-Inferno aus

Es war eine achtlos aus dem Seitenfenster geworfene Zigarettenkippe. Laut eines Untersuchungsberichts war sie Auslöser des Flammen-Infernos im Montblanc-Tunnel, bei dem 39 Menschen starben.

Lösungen gegen die Regelungswut

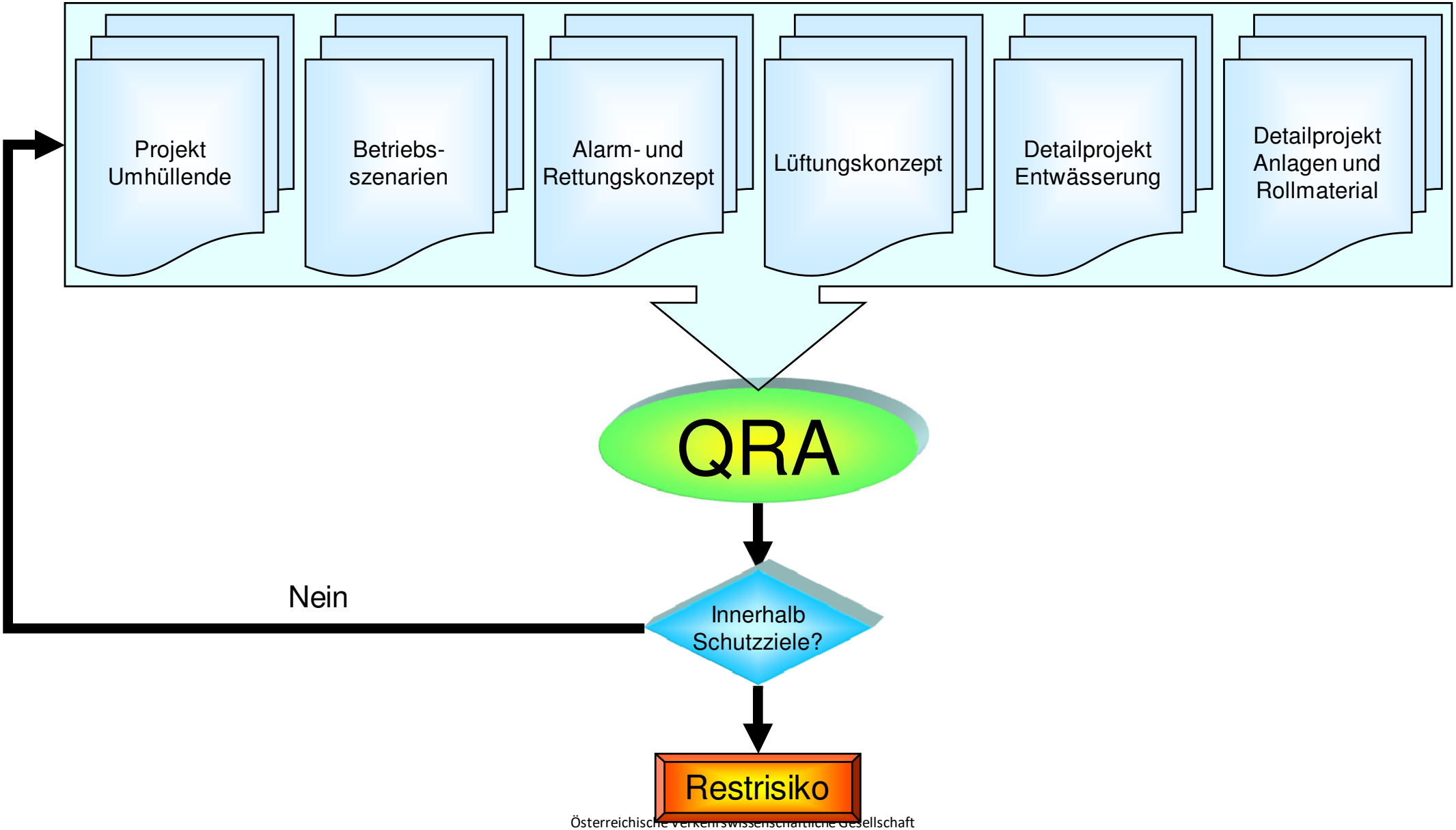
Oktober 2001, Brand im Gotthard Strassentunnel

Wien, April 2021

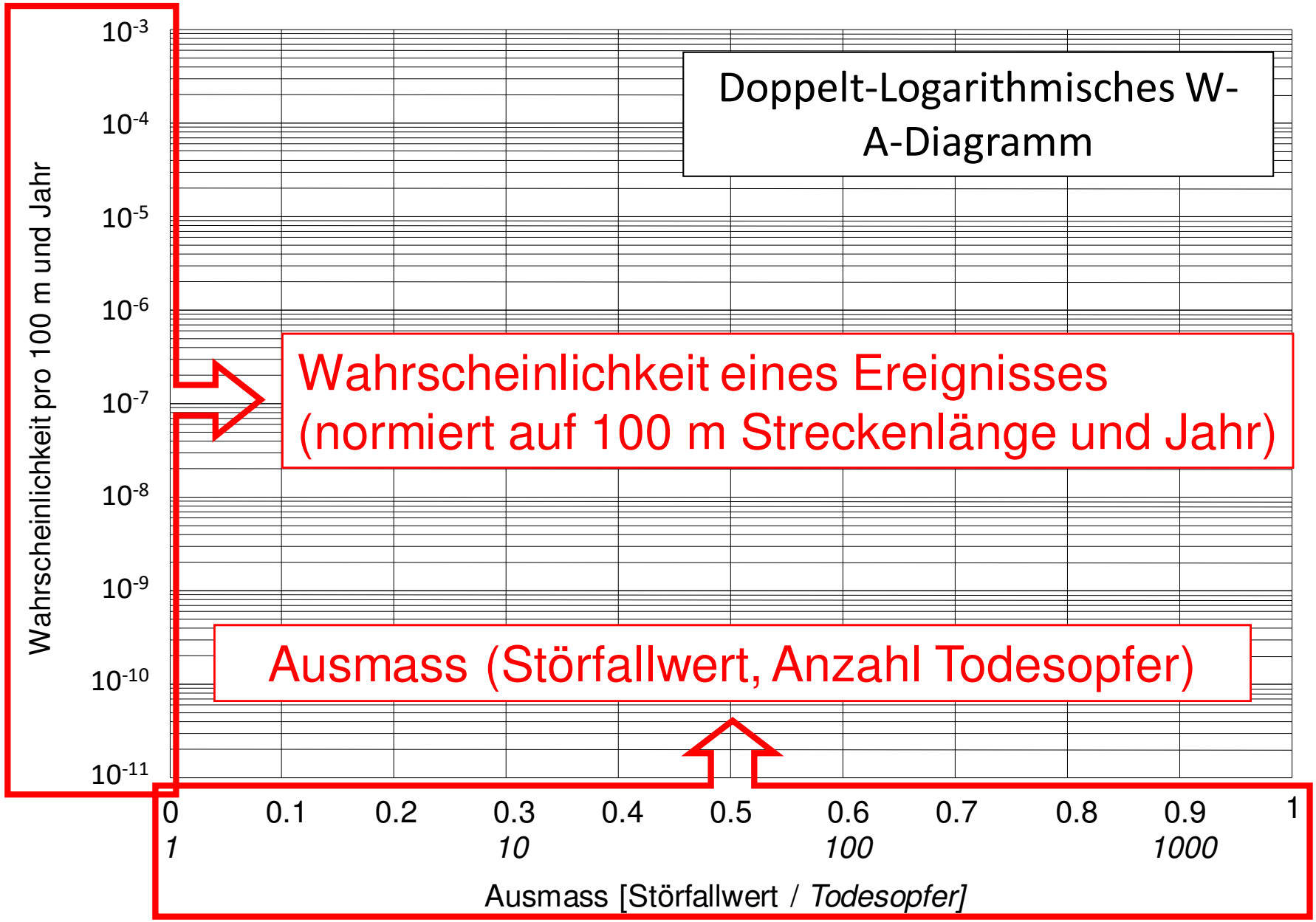
Vetsch Rail Consulting

Ursache und Einzelheiten sind geklärt: Der Verursacher der Brand-Katastrophe, die im Oktober 2001 elf Menschen das Leben kostete, war alkoholisiert.

Quantitative Risikoanalyse (QRA) als iterativer Prozess



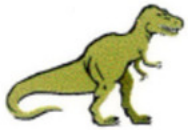
Wahrscheinlichkeits-Ausmass-Diagramm



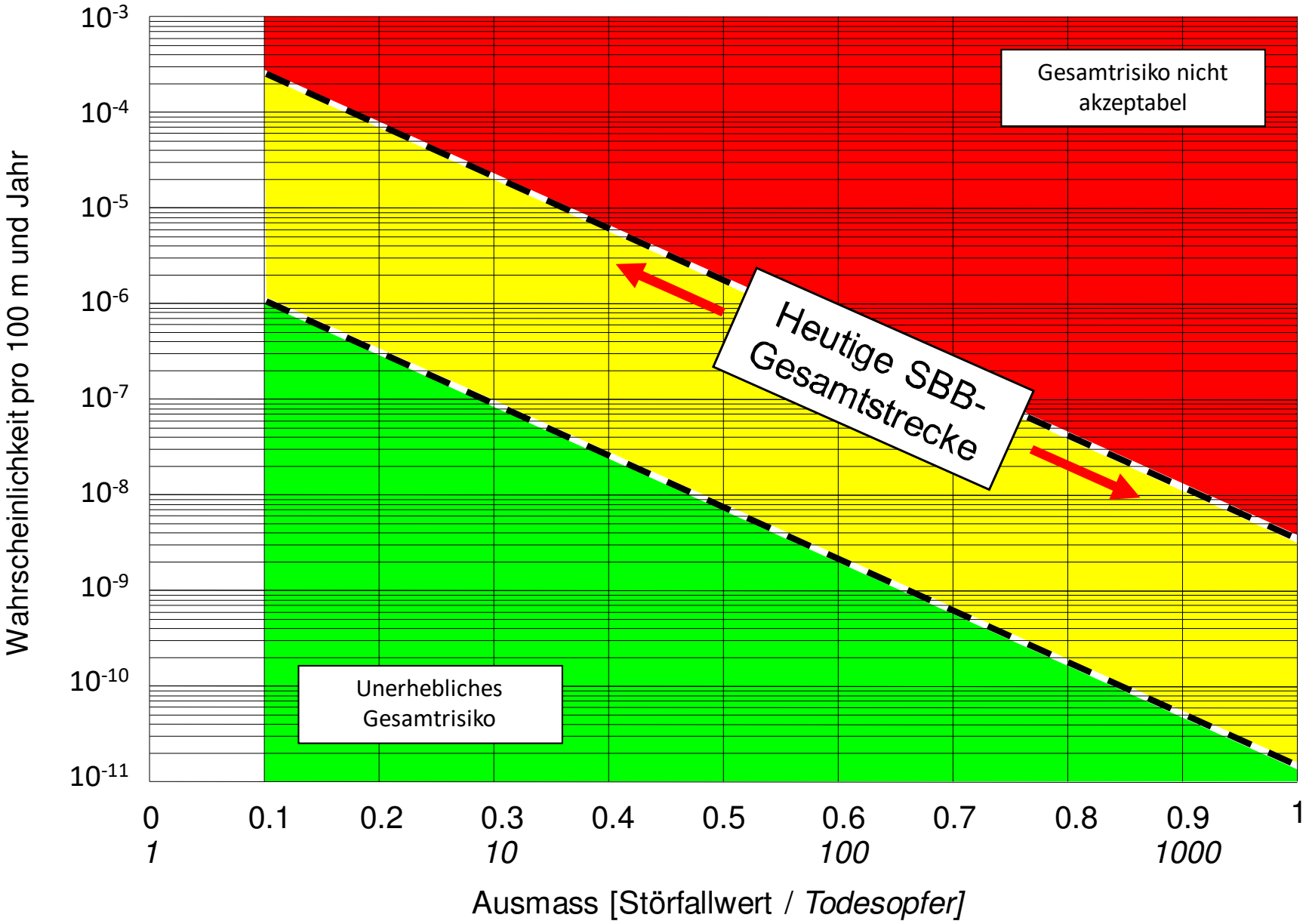
Lösungen gegen die Regelungswut

Zeitskala seltener Ereignisse

Wien, April 2021

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

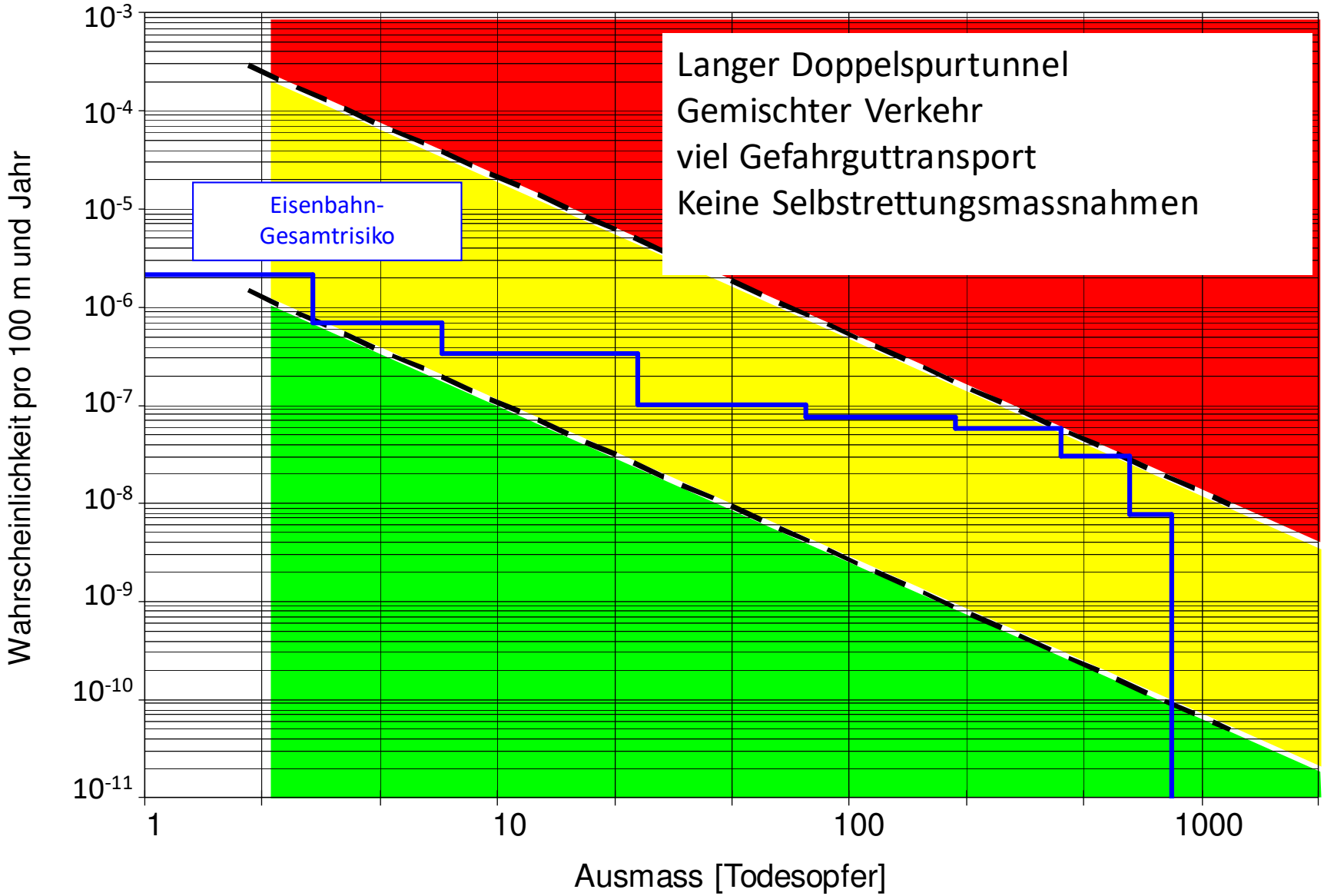
Risiko der SBB – Gesamtstrecke in den neunziger Jahren



Lösungen gegen die Regelungswut

Quantitative Risikoanalyse (QRA)

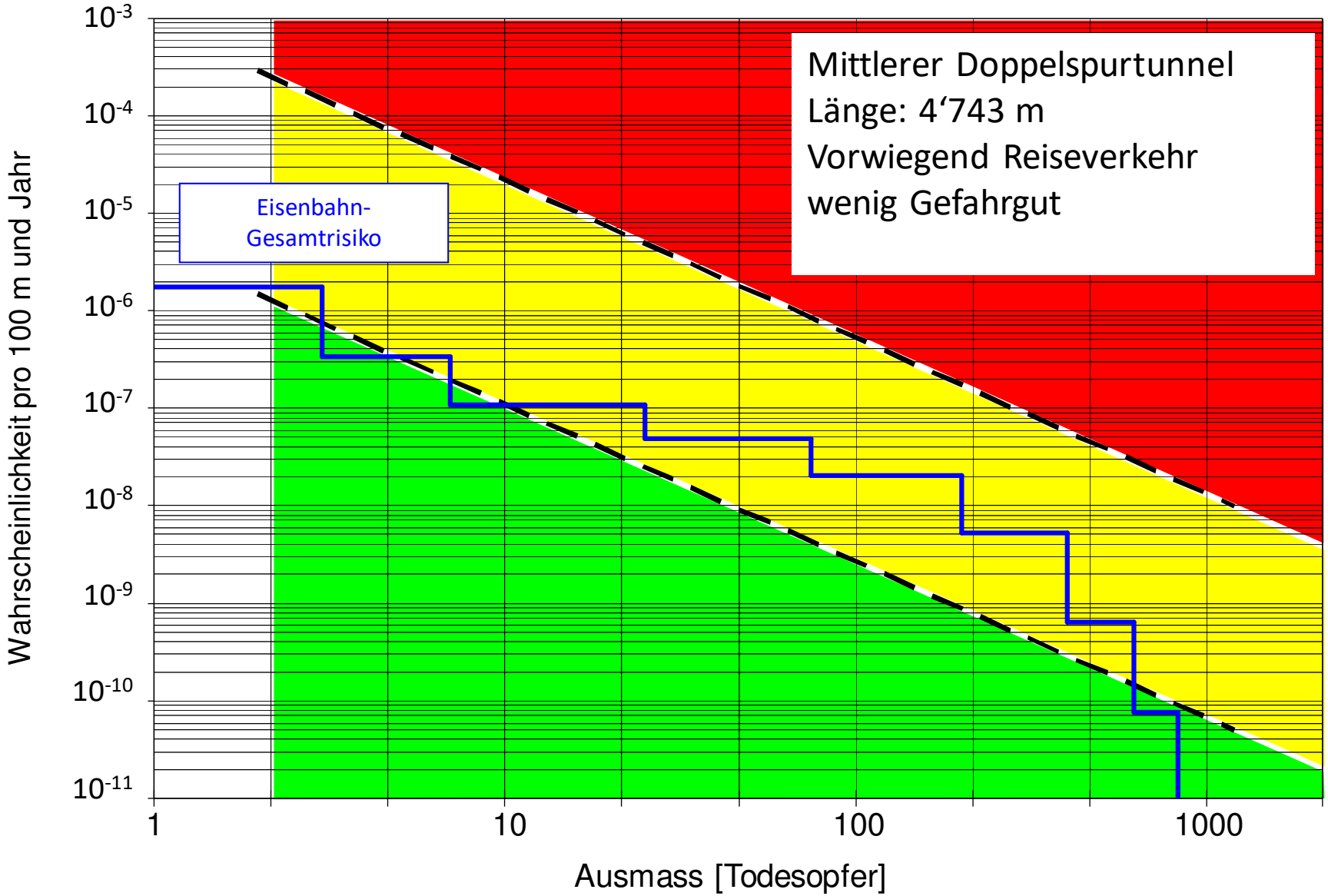
Wien, April 2021



Lösungen gegen die Regelungswut

Quantitative Risikoanalyse (QRA)

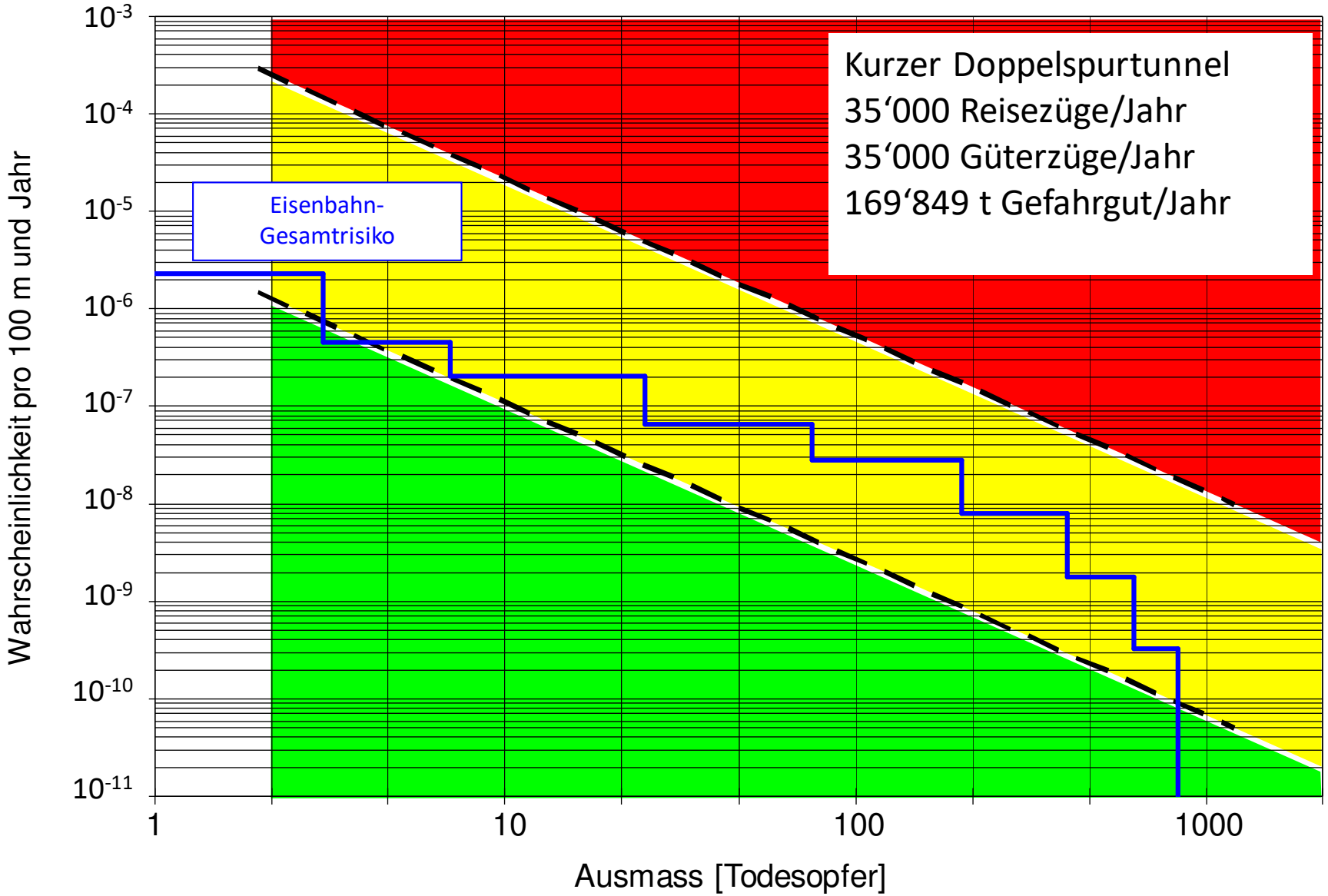
Wien, April 2021



Lösungen gegen die Regelungswut

Quantitative Risikoanalyse (QRA)

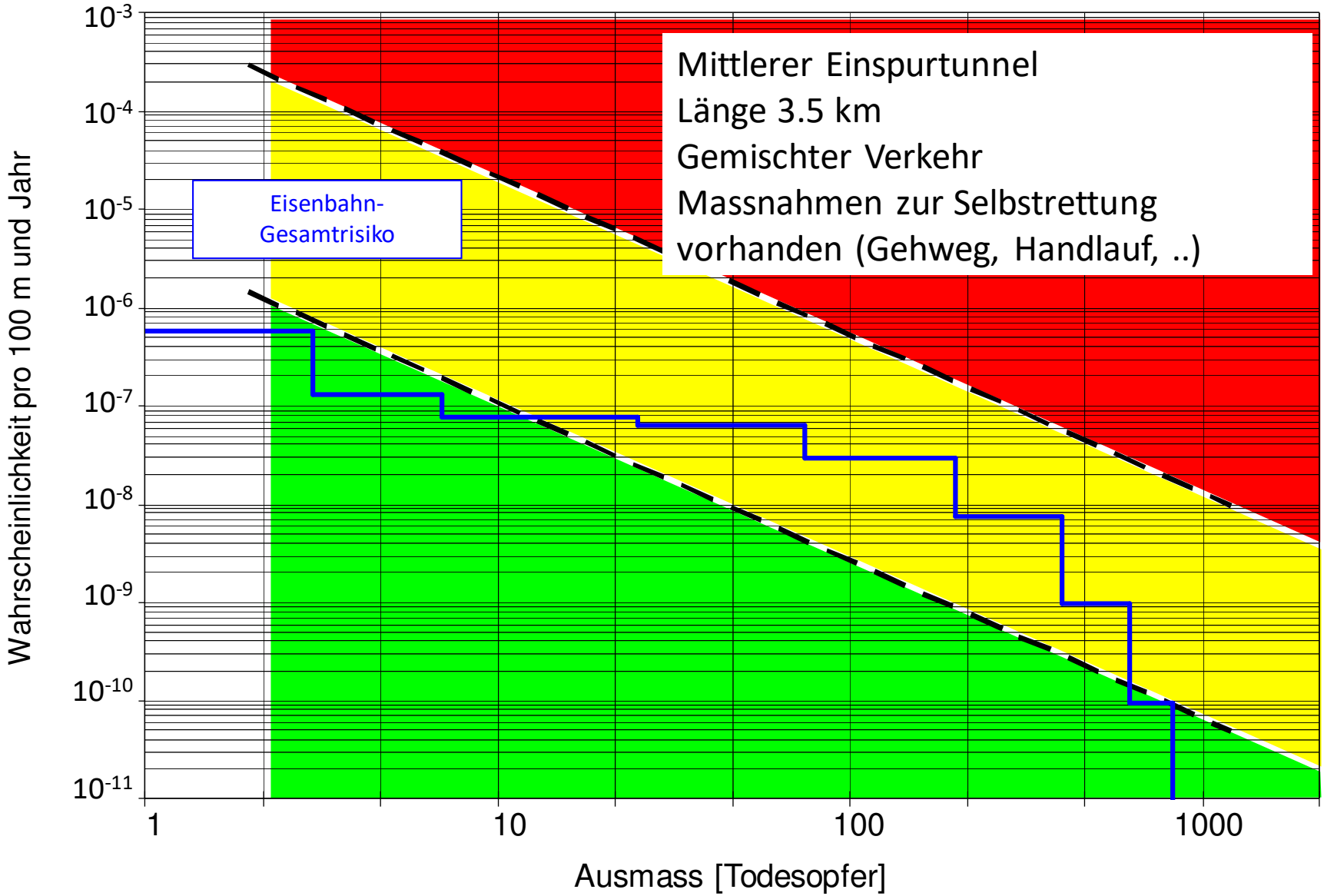
Wien, April 2021



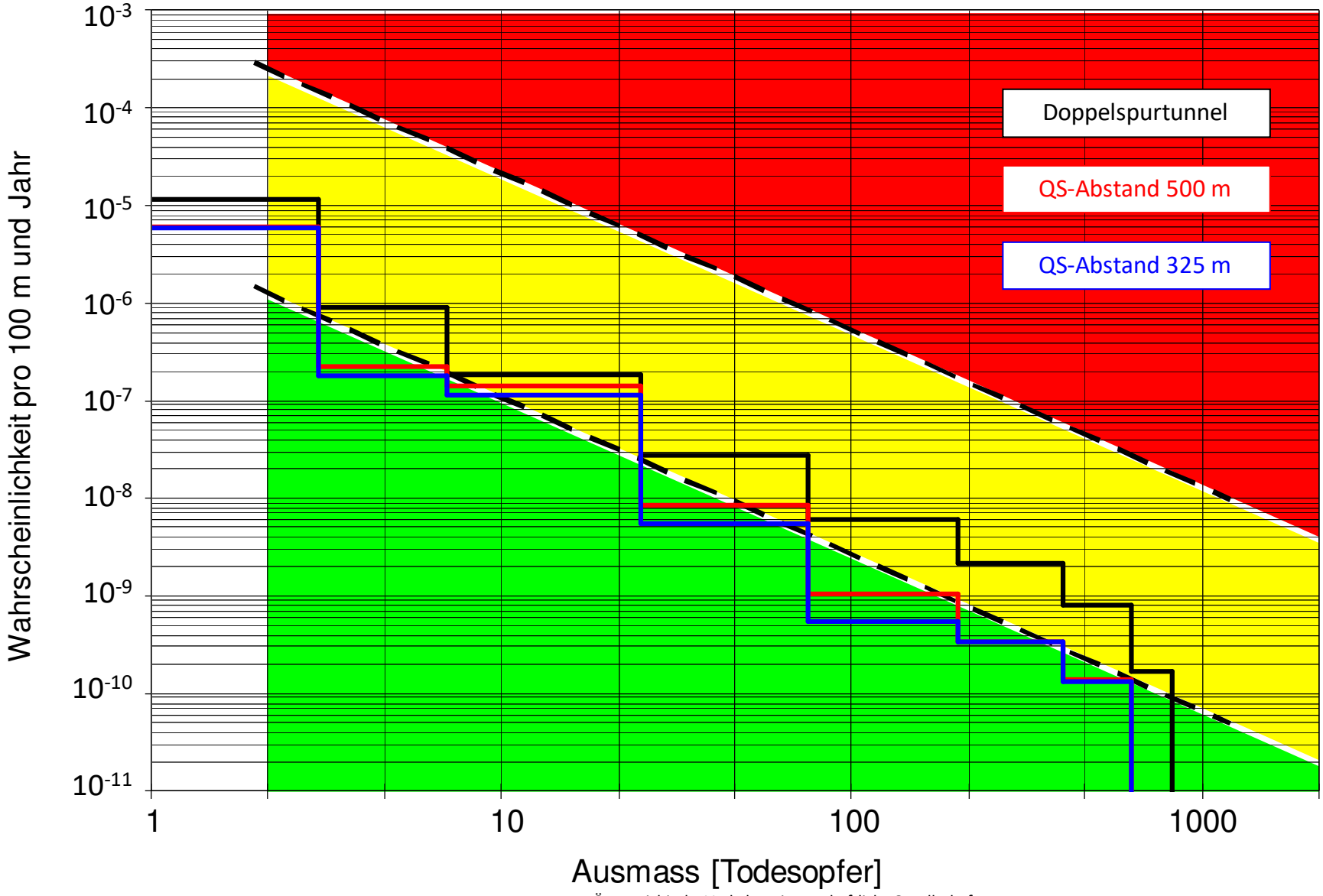
Lösungen gegen die Regelungswut

Quantitative Risikoanalyse (QRA)

Wien, April 2021



Vergleich Risikoprofile für CBT als Doppelspurtunnel und im 2-Einspursystem mit QS-Abständen 325 m und 500 m

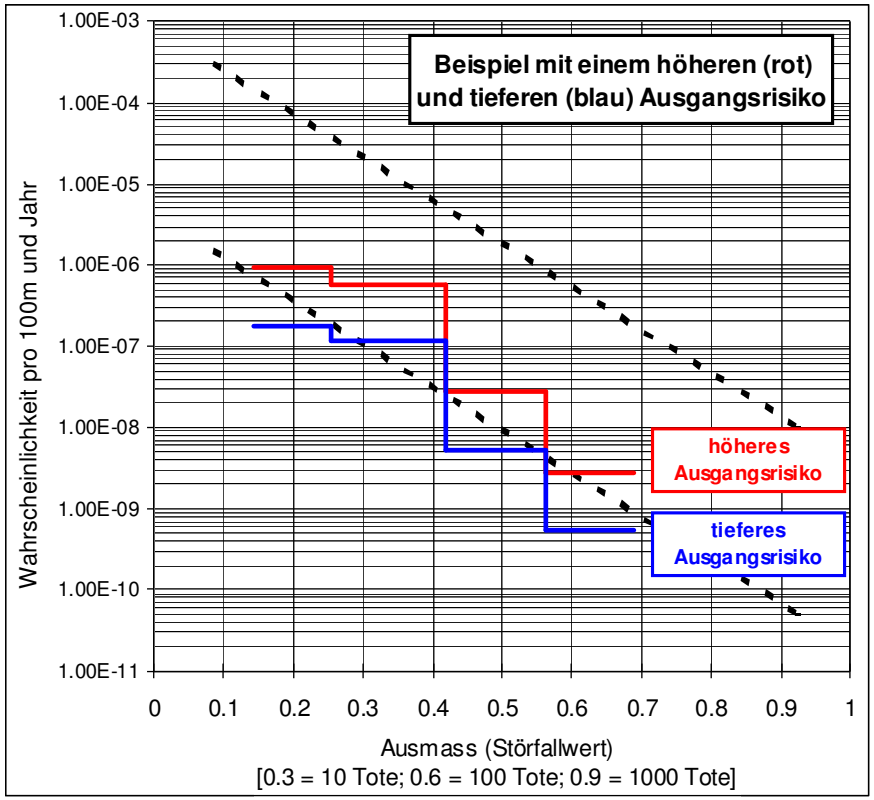


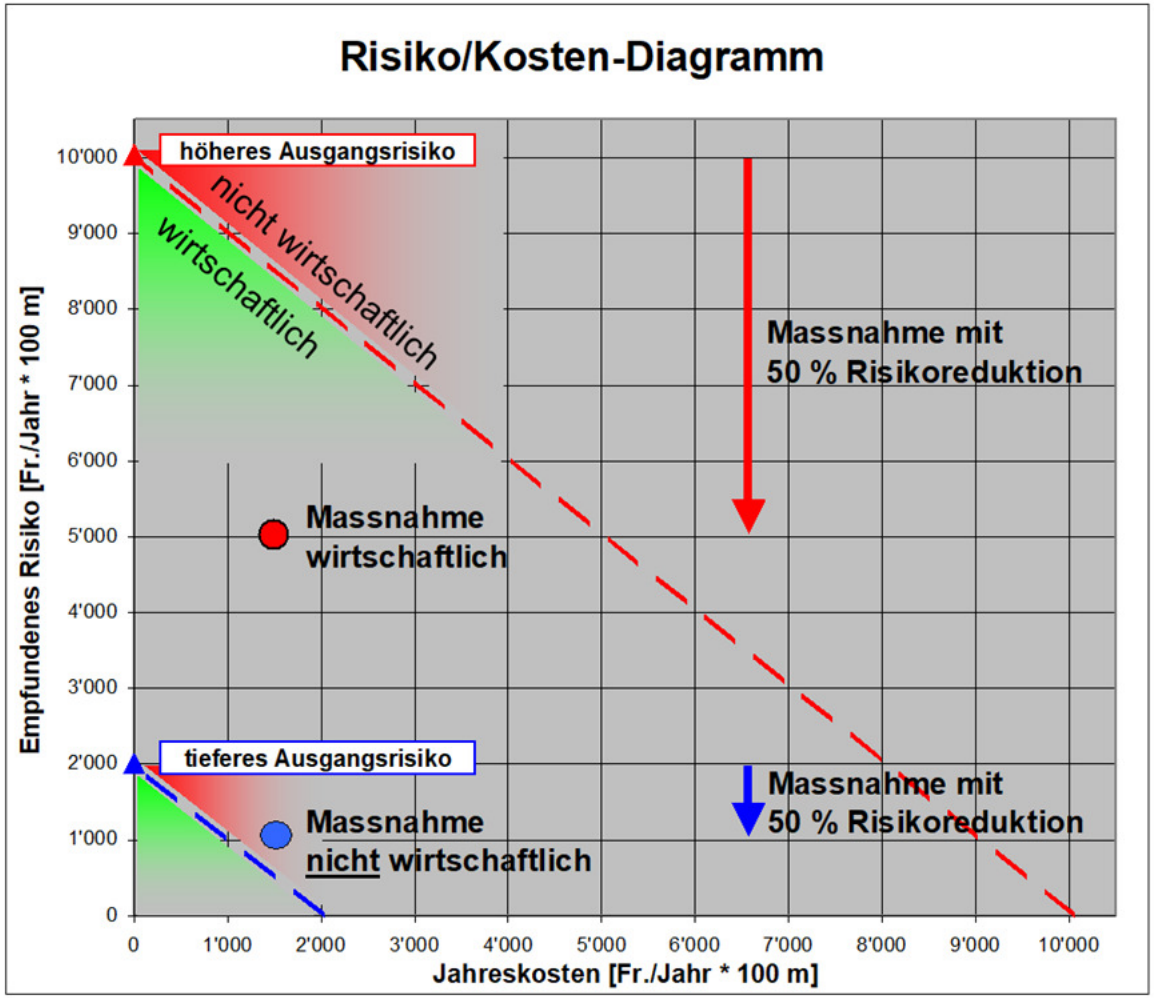
Lösungen gegen die Regelungswut

Massnahmeneffizienz

Wien, April 2021

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





Reduktion der Querschlagsabstände von 500 m auf 325 m

- Der CBT 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

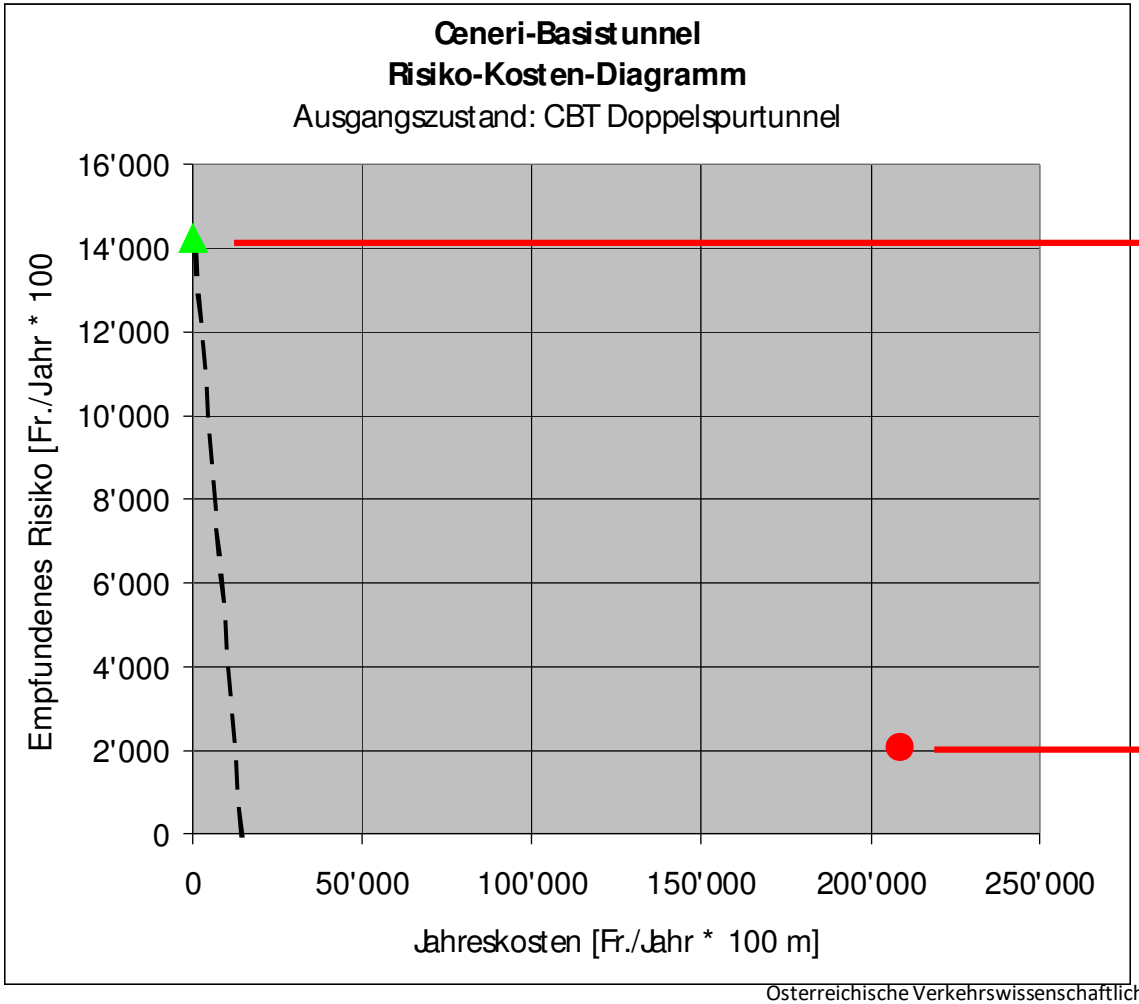
- CBT als Doppelspurtunnel
- Einspurtunnel mit 500 m Querschlagsabstand
- Einspurtunnel mit 325 m Querschlagsabstand

grosse Reduktion der Gesamtrisiken

geringe Reduktion der Gesamtrisiken

Hauptrisikoreduktion erfolgt beim Wechsel vom Doppelspur- zum Zwei-Einspurtunnelsystem

- Ausgangslage: CBT als 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

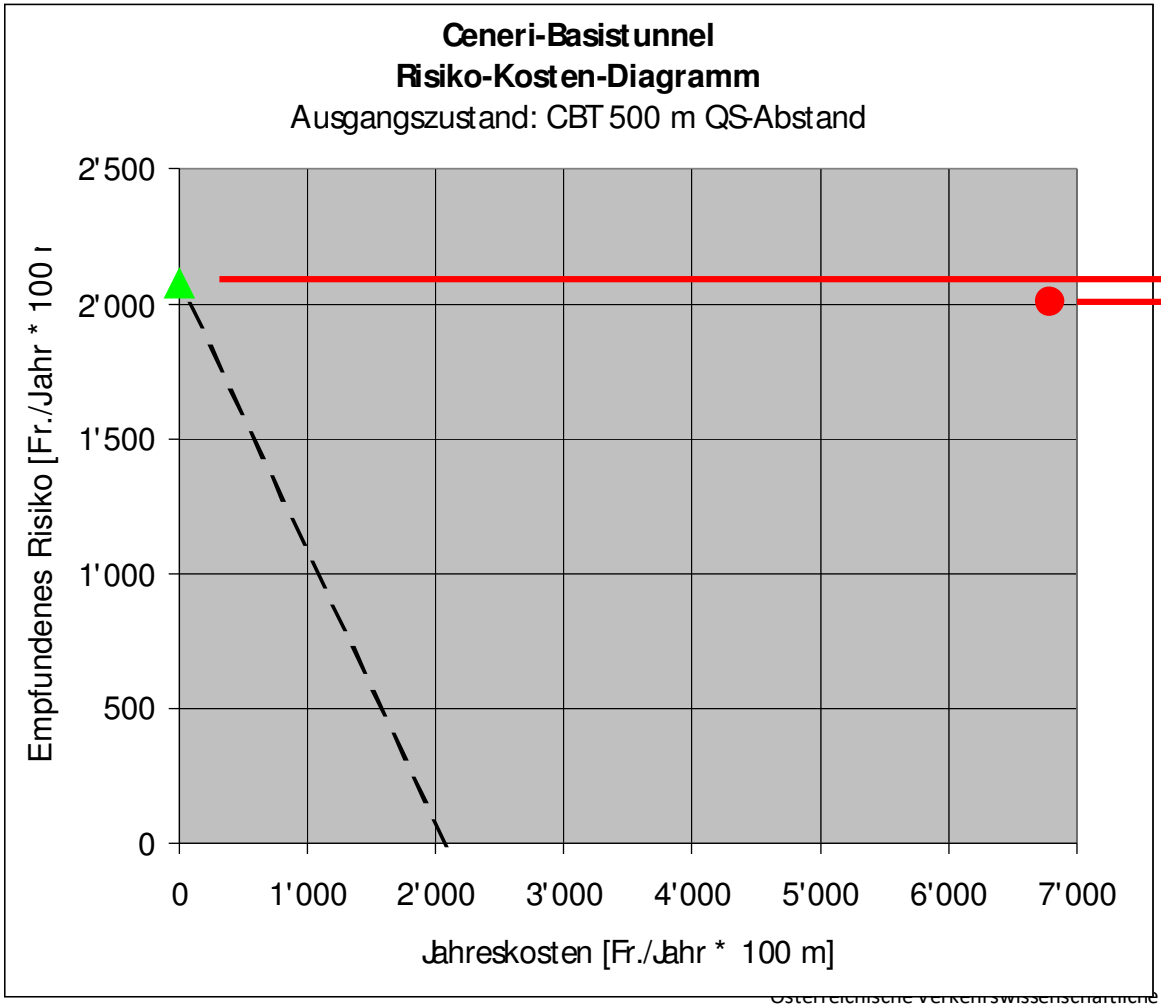
Lösungen gegen die Regelungswut

Massnahmeneffizienz

Wien, April 2021

Geringe zusätzliche Reduktion der Gesamtrisiken bei einem Querschlagsabstand von 325 m

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

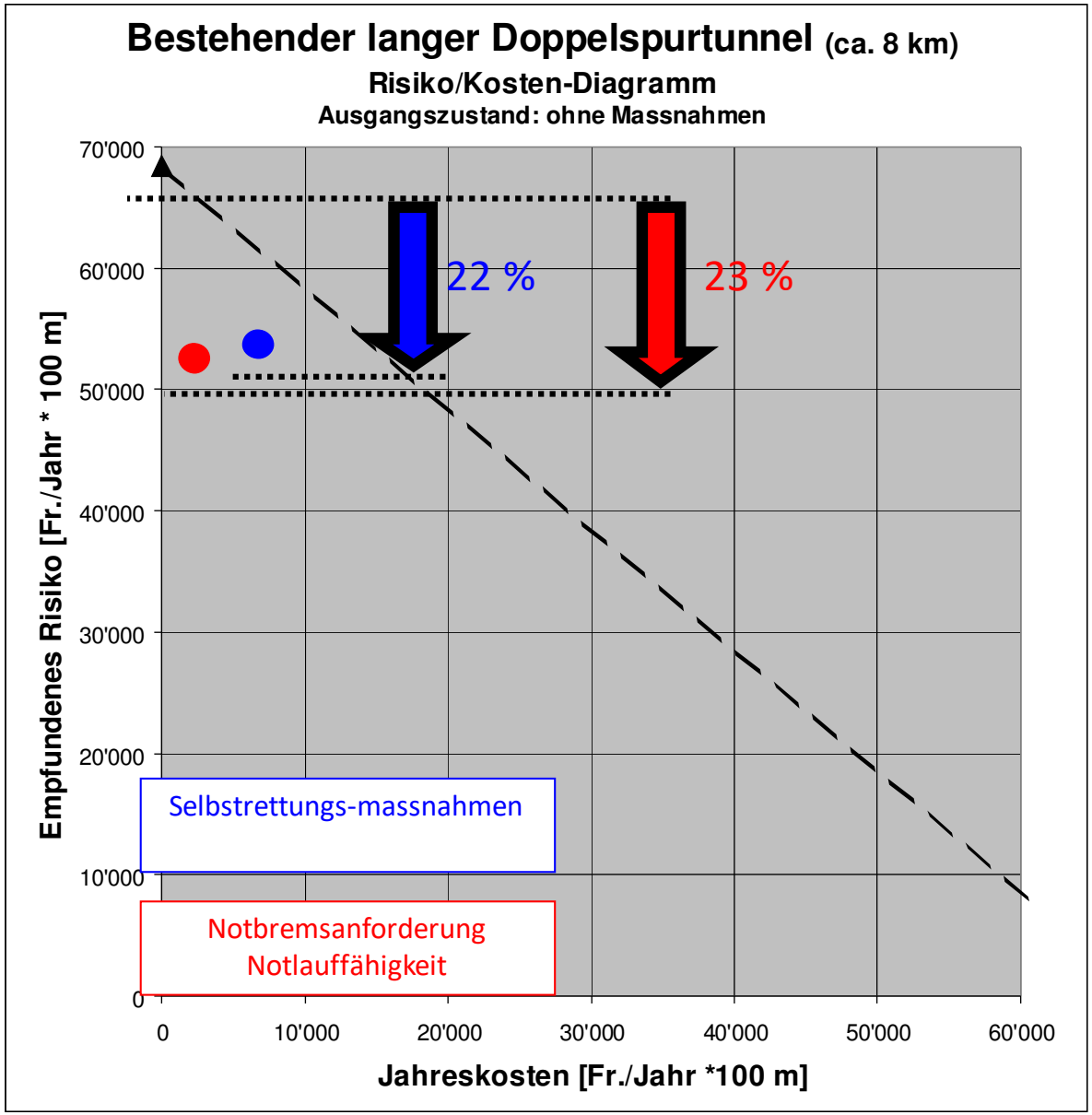


Risikoreduktion: 3 %

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

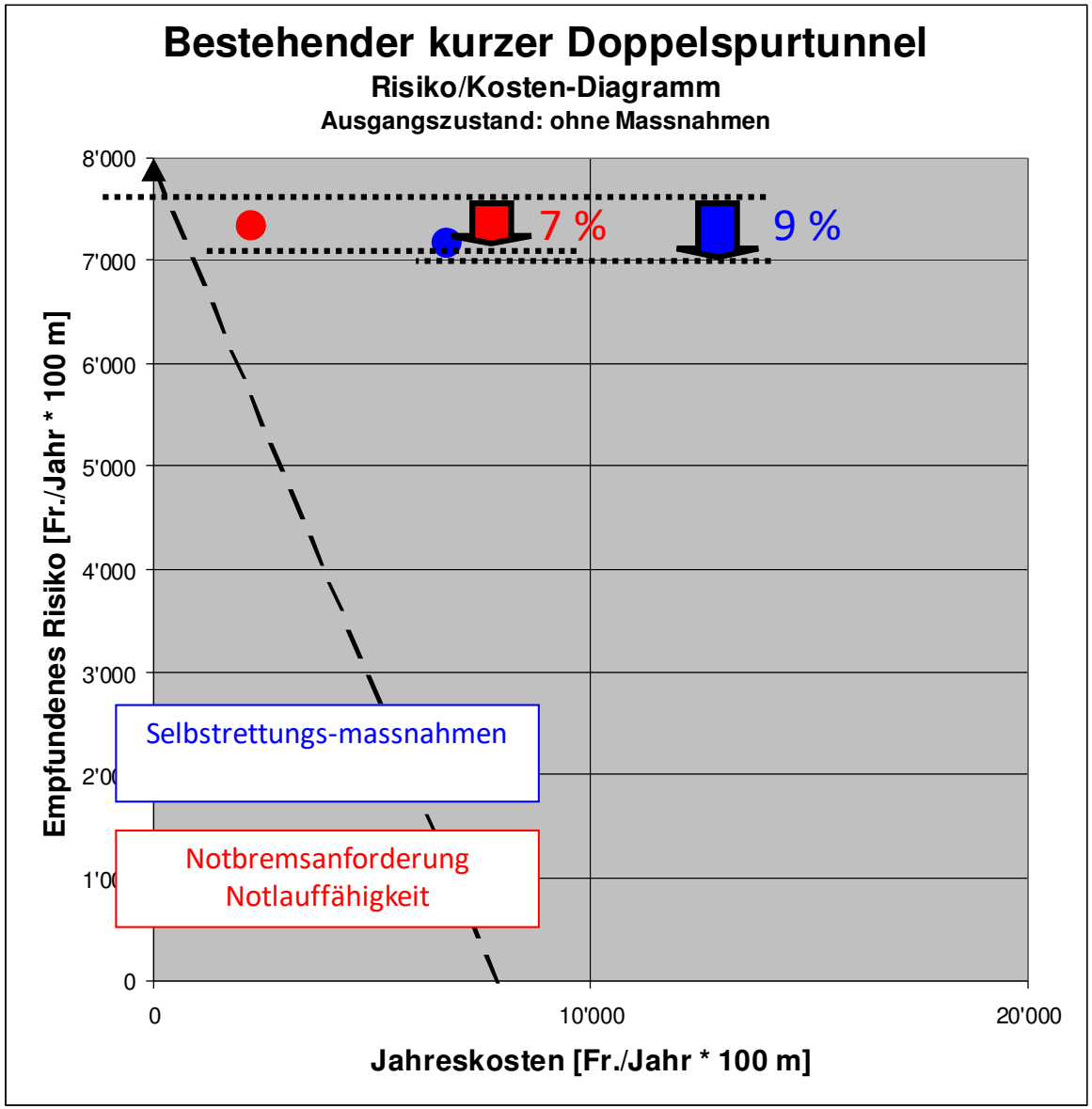
Umsetzung von Massnahmen aufgrund Kosten/Nutzen-Überlegungen



- Selbstrettungsmassnahmen sind für lange Doppelspurtunnels (> 3km) wirtschaftlich
- Die Erfüllung der Notbrems-anforderungen/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 Fr. Reduktion empfundenes monetarisier Risiko

Umsetzung von Massnahmen aufgrund Kosten/Nutzen-Überlegungen



- Selbstrettungsmassnahmen sind für kurze Doppelspurtunnels (< 1km) nicht wirtschaftlich
- Die Erfüllung der Notbrems-anforderungen/Notlauffähigkeit sind für kurze Doppelspurtunnels in der Regel nicht wirtschaftlich aber dies Massnahmen wirken netzweit, wenn sie für lange Tunnel umgesetzt werden

Wirtschaftlichkeit Selbstrettungs-massnahmen: 10 Fr. Jahreskosten ergeben 1 Fr. Reduktion empfundenes monetarisiertes Risiko

Vergleich der Wirtschaftlichkeit von Massnahmen

Tunnel / Ausgangslage	Massnahme	Jahreskosten (Investition) für die Reduktion empfundenes monetarisiertes Risiko um 1 Fr.
CBT Doppelspurtunnel	Einspursystem mit 500 m Querschlagsabstand	17 Fr.
Bestehender langer Doppelspurtunnel	Selbstrettungsmassnahmen	½ Fr.
Bestehender kurzer Doppelspurtunnel	Selbstrettungsmassnahmen	10 Fr.
CBT Einspurtunnel mit QS-Abstand 500 m	Verkürzung der Quer-schlagsabstände auf 325 m	97 Fr.

Übersicht zu den internationalen Richtwerten

Land	Organisation	Verbindlichkeit	Aussagen zum Maximalen QS-Abstand
D	EBA	Richtlinie	500 m
CH	SIA	Schweizer Norm	500 m
Int.	UIC	Richtlinie	500 m
Int.	UN / UNECE	Empfehlung	500 m
EU	EU TSI / SRT	Gesetz (bei den EU-Ländern in Vernehmlassung)	500 m

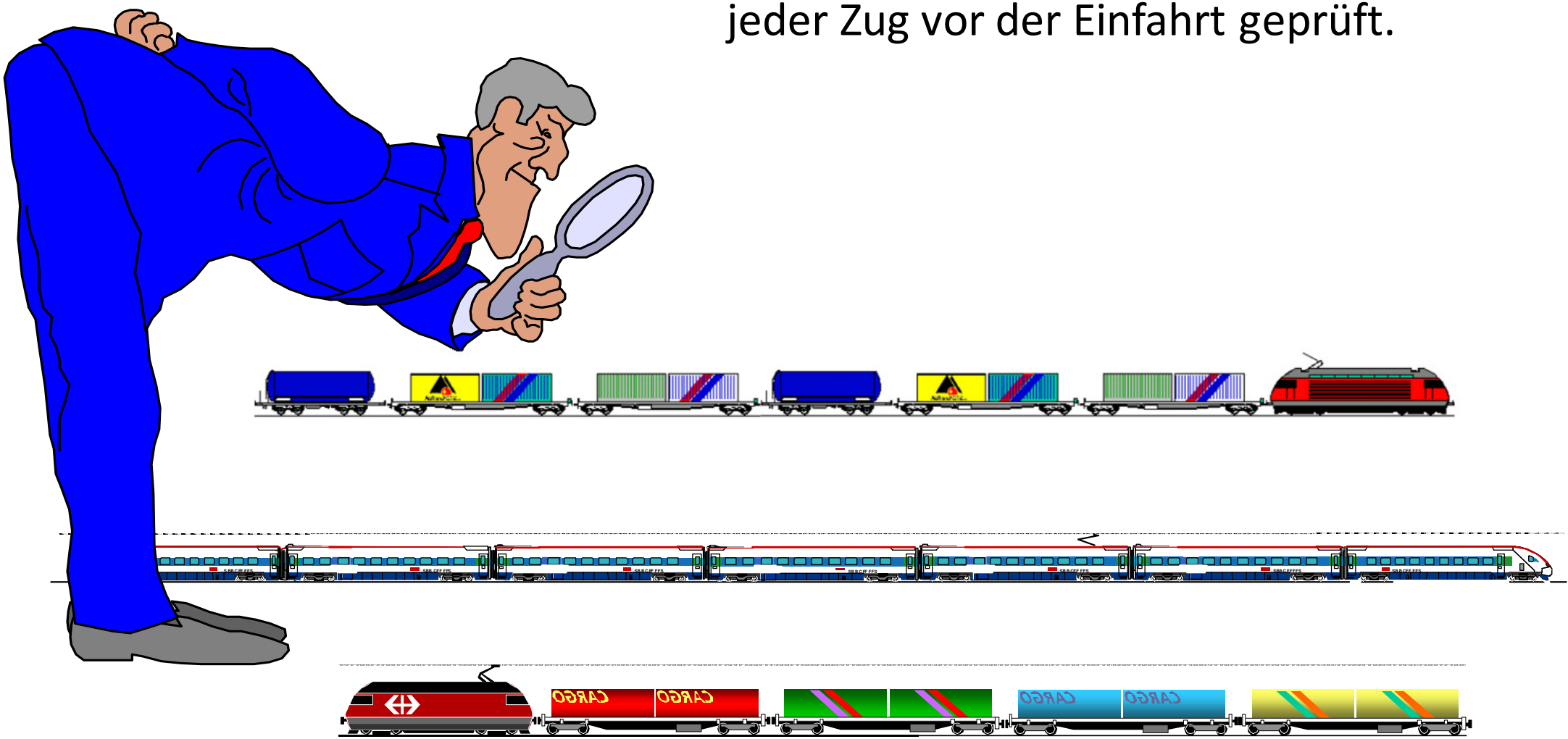
- Ereignisverhinderung
- Ausmassminderung
- Selbstrettung
- Fremdrettung

Lösungen gegen die Regelungswut

Zugkontrolleinrichtungen

Wien, April 2021

Grundsatz:
Nur gesunde Züge fahren in den Tunnel.
Mittels Zugkontrolleinrichtungen wird jeder Zug vor der Einfahrt geprüft.

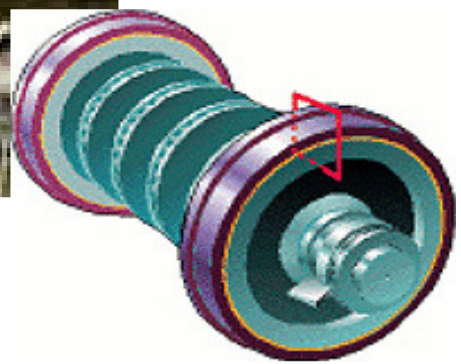


Lösungen gegen die Regelungswut

Aufprall nach Entgleisung

Wien, April 2021

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



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

Lösungen gegen die Regelungswut

Ereignisverhinderung: Zugkontrolleinrichtungen (netzweit)

Wien, April 2021

Vetsch Rail Consulting

Zweck von Zugkontrolleinrichtungen

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

Lösungen gegen die Regelungswut

Ereignisverhinderung: Zugkontrolleinrichtungen (netzweit)

Wien, April 2021

Vetsch Rail Consulting

Zugkontrolleinrichtungen ZKE
Anlagenübersicht.

Profil- und Antennenortung *(Sicherheit)*
- Verhindern von Lichtraumprofilverletzungen
- Verhindern von Fahrleitungsberührungen durch Fahrzeugantennen auf Rollender Landstrasse

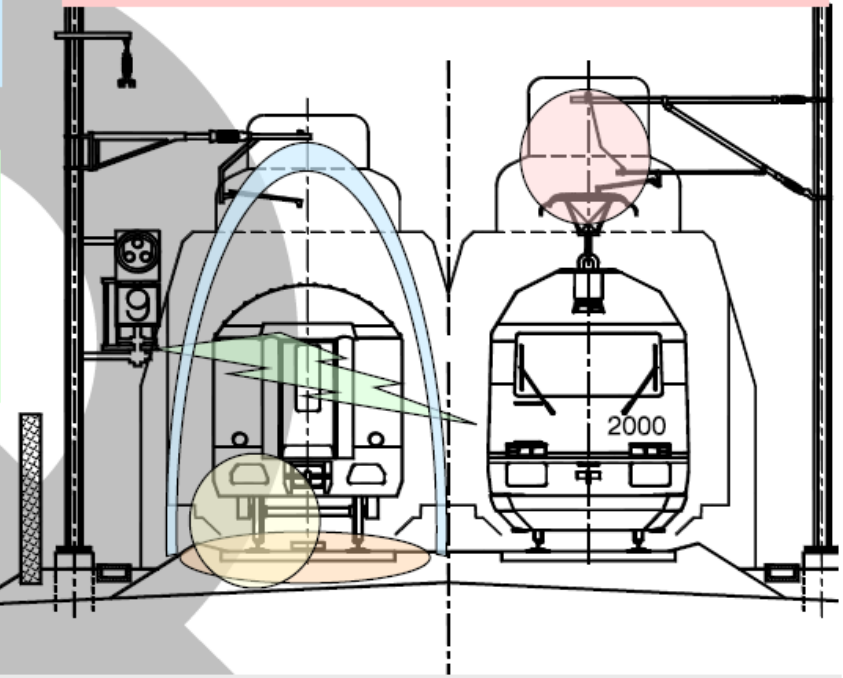
Brand- und Chemieortung *(Sicherheit)*
- Verhindern sicherheitskritischer Situationen durch Brand oder Gefahrengutverlust

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 Alarme 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**.

Zuverlässige Alarmierung

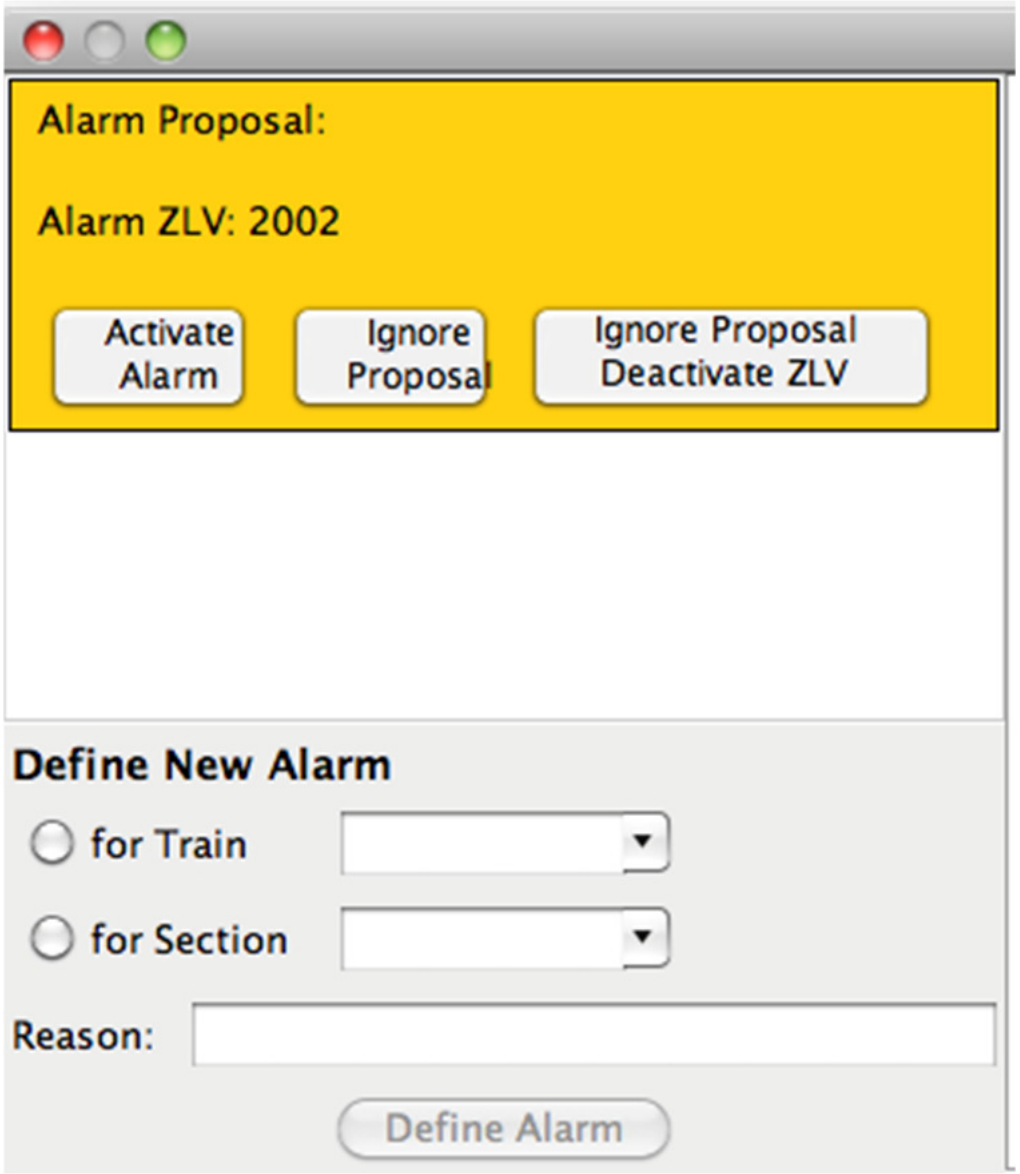
Sicherheitsrelevante Messsysteme im flächendeckenden Einsatz.

123 produktive Anlagen

Lösungen gegen die Regelungswut

Alarm auf dem TAG (Tunnel-Automatik-Gotthard) - Bildschirm

Wien, April 2021

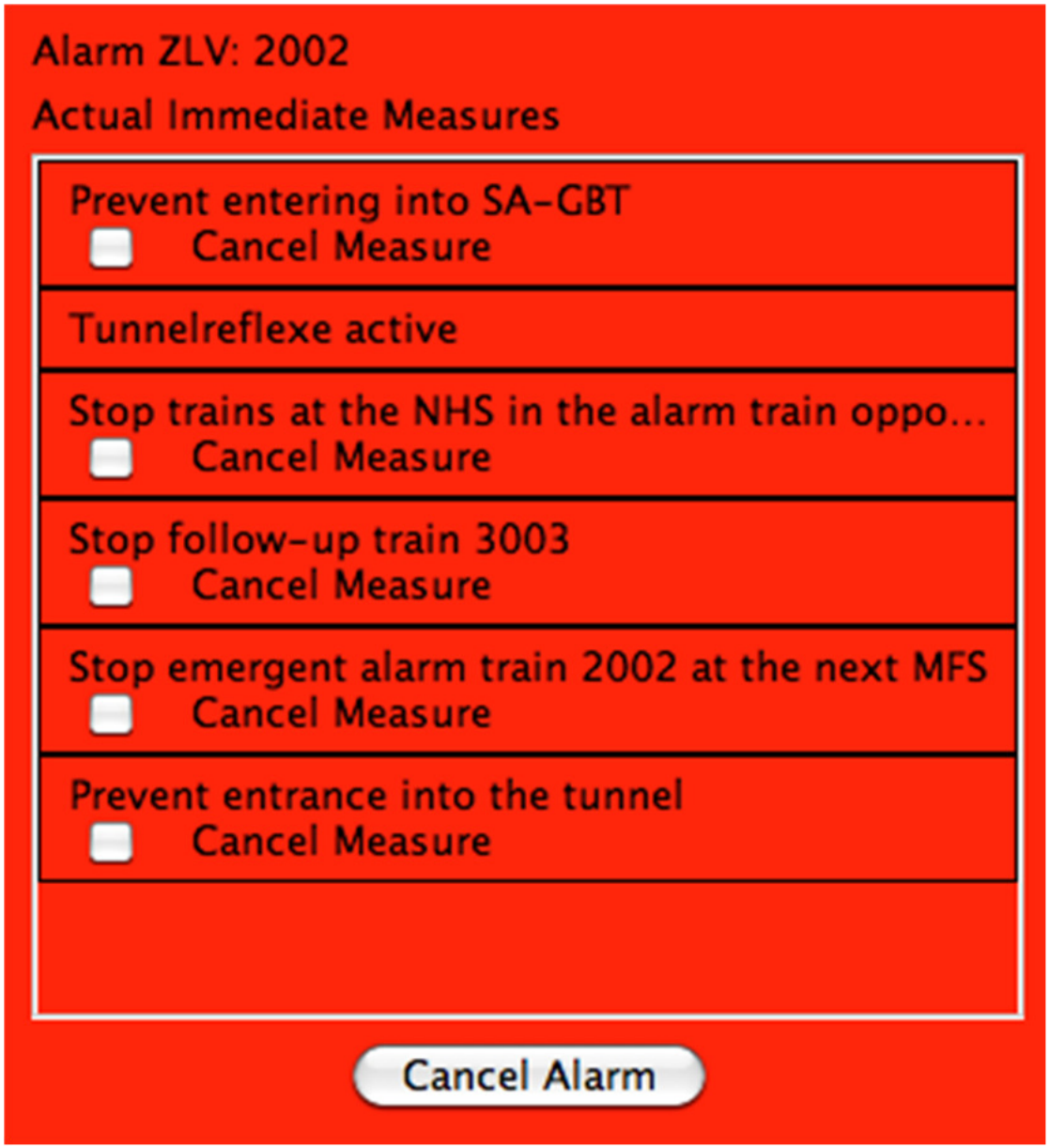


Lösungen gegen die Regelungswut

Bestätigter Alarm auf dem TAG-Bildschirm

Wien, April 2021

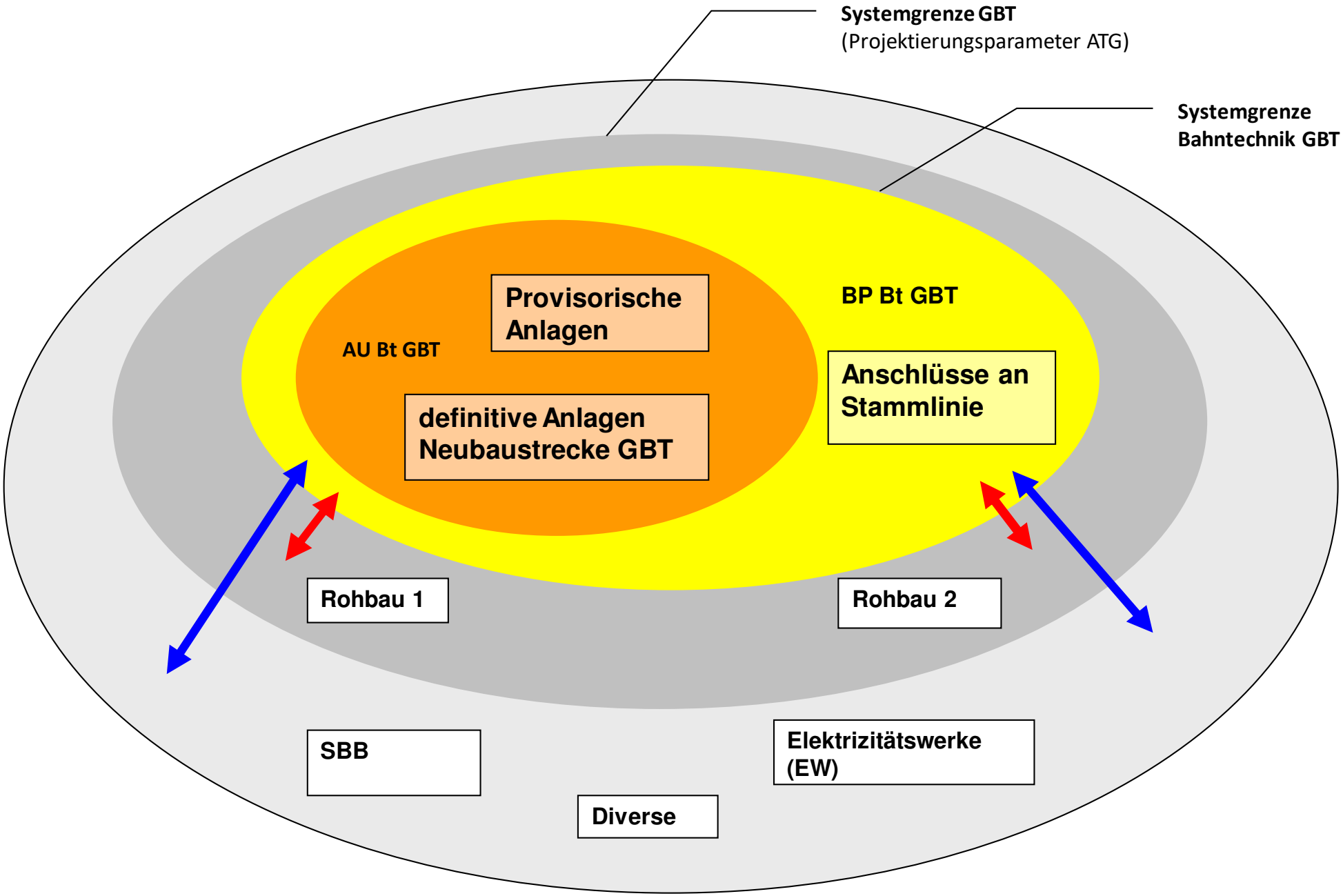
Vetsch Rail Consulting



Lösungen gegen die Regelungswut

Systeme

Wien, April 2021



Lösungen gegen die Regelungswut

Vetsch Rail Consulting

Wien, April 2021

Wir müssen das Restrisiko definieren und akzeptieren

Danke für die Aufmerksamkeit