



INFRA

**nbg**|fosa

# Erfahrungen mit DAS im Streckenmonitoring in Geotechnik und Naturgefahrenmanagement

Michael Brauner, ÖBB INFRA &  
Günther Neunteufel, NBG Fosa GmbH



HEUTE. FÜR MORGEN. FÜR UNS.

# Fragestellung

- Zeitkritische Detektion von Naturgefahren im lichten Raum einer Bahnstrecke,
- Gefahrenmonitoring
- Naturprozess
  - Geostationär,
  - tritt selten bis häufig auf
  - unabhängig von Zugfahrt
- Relevante Gefahrenprozesse
  - Stein/Blockschlag, Rutschungen
  - Schneelawinen
  - Baumschlag
  - Setzungserscheinungen





## Typische Bahnstrecken...

- Unstetigkeit durch Tunnel, EK, Kabellage
- Vorgabe 1x Direkte, 1x Redundante Messung

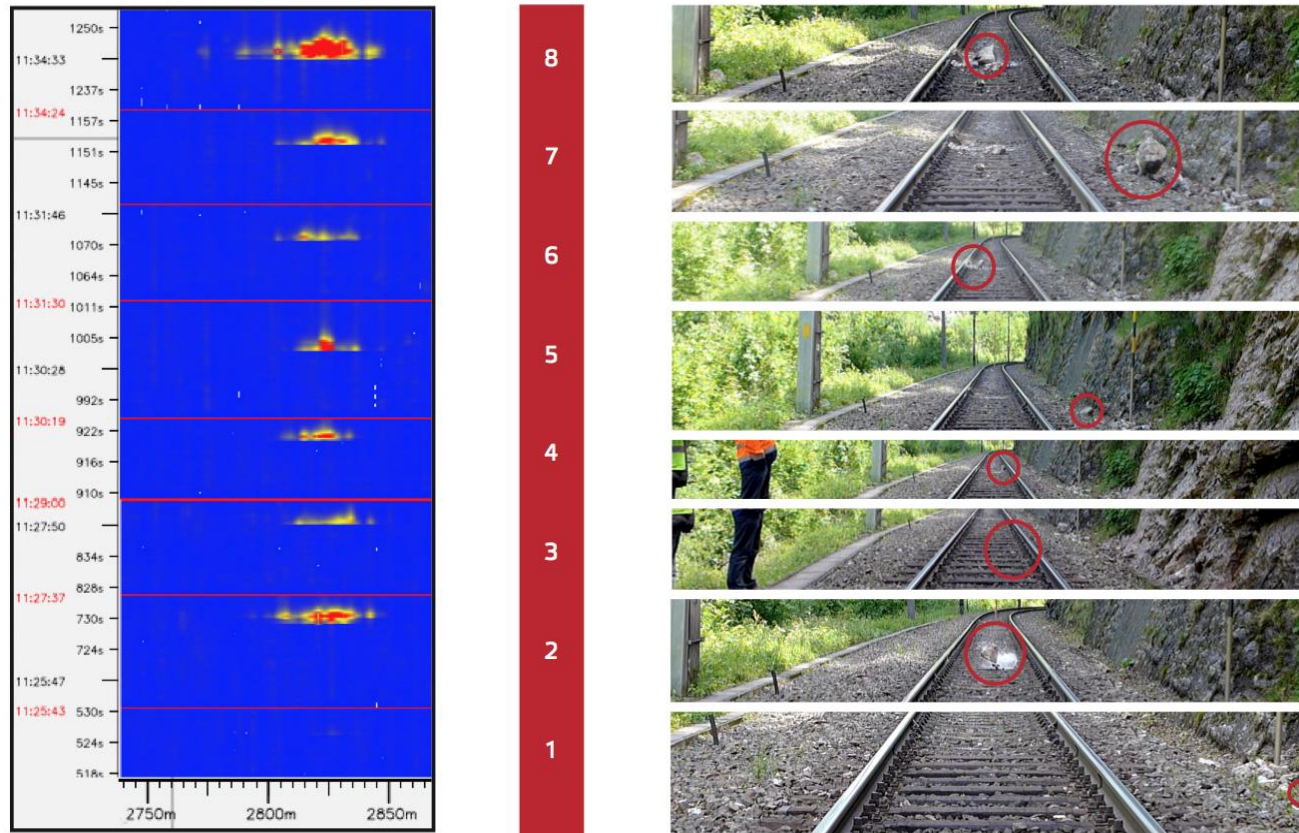
## Detektionsstrategie...

- Blockgrößen  $\geq 30\text{cm}$  / 1,5 kJ, Kriterium 97%
  - Falsch-positiver Alarm  $< 1$  pro Woche
  - Eventorientiert – kein kontinuierliches Monitoring
  - Automatisierte Erkennung von Signaturen
- ➔ **Fotech HELIOS Interrogator, NBG/Fosa**
- Labor- und Feldtests sowie Streckentests
  - Optimierung des Sensors (Kabel, Position)

## Was ist bisher geschehen?

- **2013/14:** Tests auf einer Bahnstrecke sowie auf einem zum Testlabor umgebauten stillgelegten Gleis mit einem Referenzstein (20kg, Baum)
  - Überprüfung Eignung des Sensorkabel & Verlegetechnik
  - Tests der Anwendbarkeit auf unterschiedliche Naturprozesse (mit: Steinschlag, Baumschlag, Gerinnemuren, Absenkungen im Unterbau)
  - Definition von Warnschwellen (Signaturen) Steinschlag/Felssturz
- **2014:** Testbetrieb auf der Strecke St Valentin – Selzthal über 5 Monate
- **2015:** weitere Kabeloptimierung, Testversuche am Erzberg sowie im Labor
- **Ab 2018:** Installation eines Warnsystems an der Donauuferbahn. Aktuell in Phase der Kalibrierung. Ziel Operativsetzung 2021

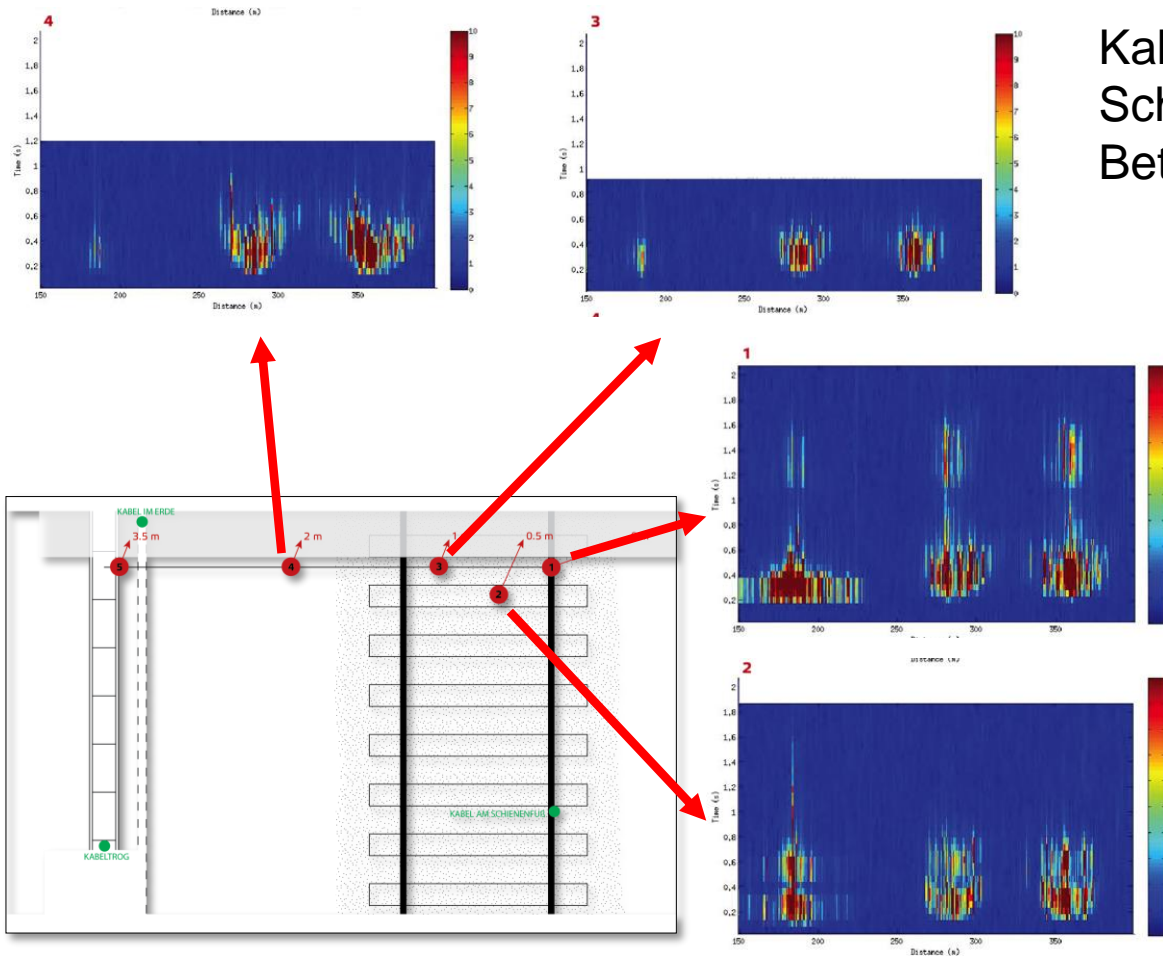
# Optimierung der Signaturen durch Streckentests (Gesäuse)



*Spektrogramm der simulierten Steinschläge der 1:1 Versuche am 27. Mai 2014. X-Achse: Kabellänge m, Y-Achse Zeit s. Die relative Energiemenge wird farblich angezeigt, blau wenig Energie und rot hohe Energie.*

# Optimierung der Kabellage im Feldlabor Grafenschlag, Döller ZT

Kabellage von links nach rechts:  
Schienenfuß, erdverlegt,  
Betontrog



# Erkenntnisse durch diese Tests seit 2014

## Streckentests...

- Automatische Detektion
- Detektion mit 10sek Latenzzeit
- 3 Signaturen zur Eventerkennung
  - Blockschlag/Rutschung (15kJ)
  - Steinschlag (15kJ – 1,5kJ)
  - Unbekannt (<1,5kJ, < 70% Match)
- Falsch-positive Fehlalarme von 25 auf 5/Woche durch Signal-Kalibrierung
- Falsch-positive Fehlalarme < 5/Woche nur mit Schienenfußkabel möglich



# Erkenntnisse durch diese Tests seit 2014

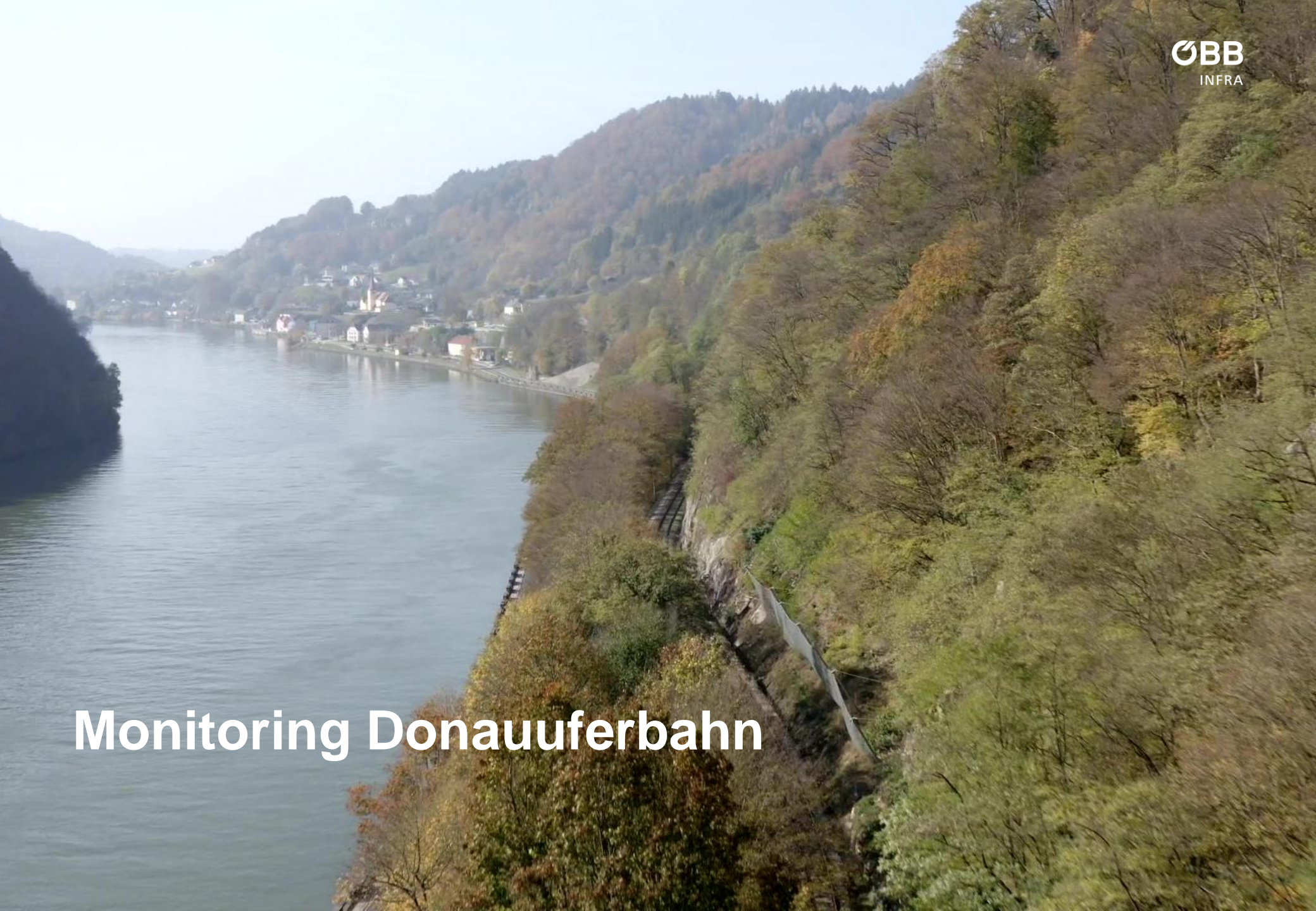
## Feldlabor...

- Loose-Tube Kabel hatte beste Performance bei besserer Sensitivität und geringeren diffusen Störeinflüssen
- Optimal: zentrale Position unter Gleisrost
- Schienenfußinstallation weist geringere Sensitivität hinsichtlich üblicher Störsignale auf
- Umwelteinflüsse können gefiltert werden
- Bei einer Messstrecke von 20-30km können Steinschläge mit einer Auflösung von 40m aufgelöst werden

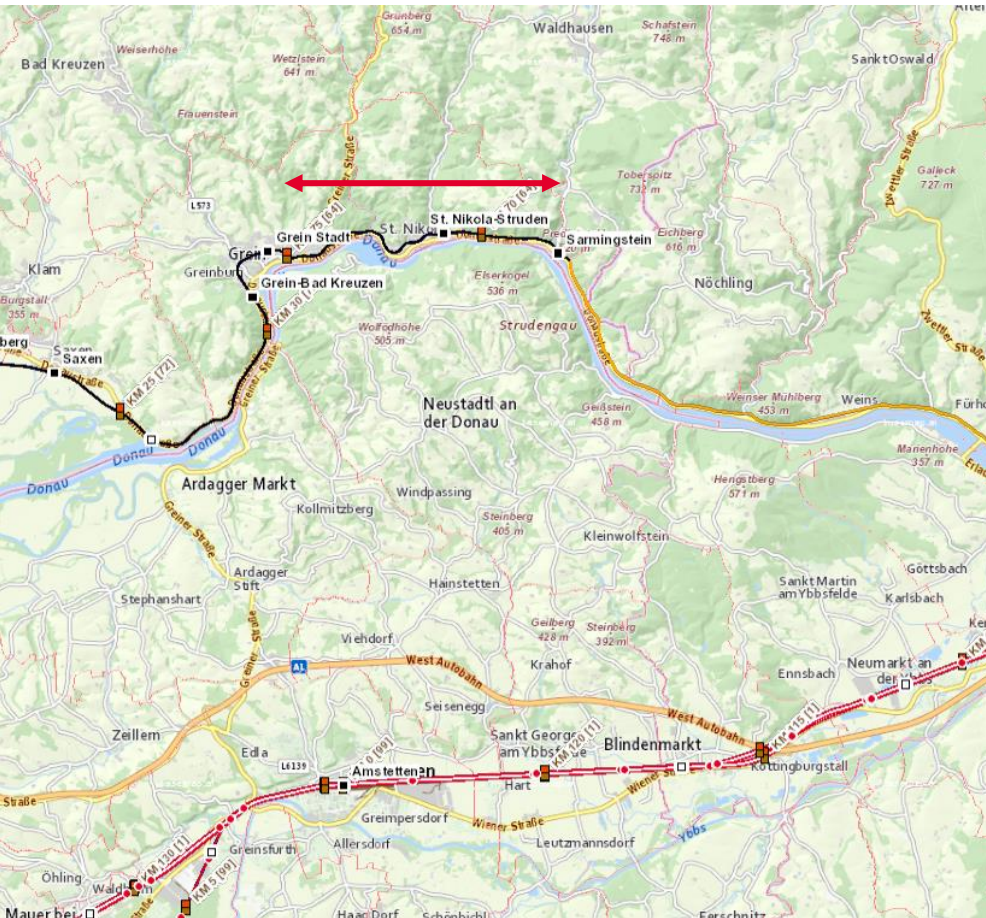




# Monitoring Donauuferbahn



# Donauuferbahn Grein - Sarmingstein



- 8km Gesamtlänge
  - davon 3km Steinschlag- Baumschlaggefahr
  - Eingleisig, Dieselstrecke, Betrieb 5:00 – 21:00
  - 30 Personen, Cargo nach Bedarf
  - LWL-Kabel nicht vorhanden, wird zukünftig auch von Leit- und Signaltechnik benötigt
- ➔ Schienenfußkabel auf der talseitigen Schiene außen

[Kurzfilm Monitoring Donauuferbahn](#)

Monitoring sinnvoll, wenn...

- **Großereignisse** die nicht abgesichert werden können (>5000kJ)
- **Mittlere & Folge-Ereignisse**. Überlastung der Schutznetze (> 3 Blöcke)
- **Häufige, kleine bis mittlere Ereignisse**, wenn flächiger Schutz unwirtschaftlich ist
- **Steinschlag in Kombination mit Lawinenaktivität**
- **Restnutzungsdauer** der Strecke ungewiss



# Bussiness-Case am Beispiel Donauuferbahn

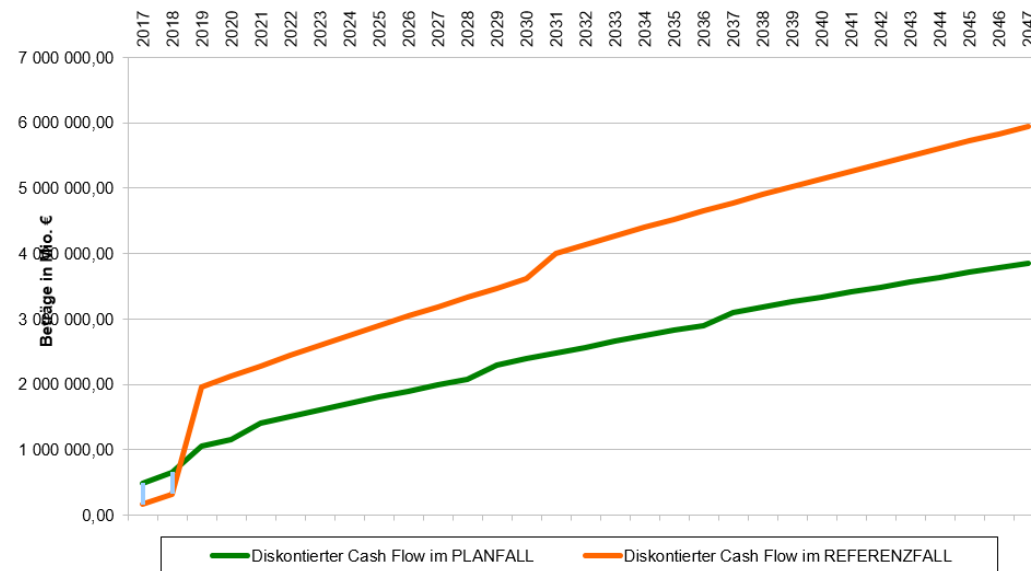
## Risikobewertung...

- Personensicherheit gegeben
- technischer Schaden/Unterbrechung denkbar
- Versagensrisiko: Direkttreffer < Schutzsystem

## Wirtschaftlichkeit...

- Kosten auf 30 Jahre diskontiert & valorisiert
- Kosten: LWL-Kabel ~ Messsystem
- Warnsystem (Grün): 8 Jahre Nutzungsdauer, jährliche Wartung sowie reduzierter Schaden Streckenausrüstung
- Schutznetze (Gelb): auf 60% der exponierten Länge, 30-50 Jahren Nutzungsdauer, 1% Instandhaltung, reduzierter Schaden Streckenausrüstung auf 40% der Strecke

**Diskontierter Cash Flow kumuliert**  
**Gegenüberstellung von Planfall und Referenzfall**





## Installation LWL-Kabel Herbst/Winter 2018/19

- **3.4.2019:** Installation & Inbetriebnahme , Erstkalibrierung des Kabels
- **5./6.9.2019:** Kalibrierung durch 15kJ Falltests
- **23.10.2019:** Dokumentation von Abstein-Arbeiten
- **21.2.2020:** Ausfall nach einem Blitzschlag

## Detektionen

- **14.5.2019:** Blocksturz wird **detektiert**
- **28.5.2019:** Baumsturz wird als Steinschlag **detektiert**
- **18. & 24.9.2019:** Alarm - **nicht bestätigt**

# Ereignisse im Mai 2019

Datum	km	Zeit	Meldungen	Signal	Klassifikation	Nachrechnung
13.05.2019	72,5	13:53:08		Magnitude 102,24; Width 27,23m	≥70%, Rockfall	10-50kJ
13.05.2019	72,5	13:53:09		Magnitude 0,77; Width 56,49m	≥70%, Rockfall	10-50kJ
13.05.2019	72,5	13:53:10		Magnitude 0,54; Width 8,17m	≥70%, Rockfall	10-50kJ
13.05.2019	72,5	13:53:10		Magnitude 0,49; Width 3,4m	≥70%, Rockfall	10-50kJ
13.05.2019	72,5	15:01	Streckensperre, Steine am Gleis, Kat1			
14.05.2019	72,5	00:25:00		Magnitude 5,5; Width 60m	<70%, Unknown	0,3-1,5kJ
14.05.2019	72,5	02:06:00		Magnitude 6,8; Width 82m	<70%, Unknown	0,3-1,5kJ
14.05.2019	72,5	04:36:00	Felssturz in der Nacht	Magnitude 30; Width 156m	<70%, Unknown	0,3-1,5kJ
14.05.2019	72,5	04:38:00		Magnitude 89; Width 207m	≥70%, Rockfall	10-50kJ
14.05.2019	72,5	09:00	Räumarbeiten am Vormittag beginnen		keine Detektion	
28.05.2019		04:59:30			<70%, Rockfall	
28.05.2019	72,6-72,8	08:36:00	Störmeldung Lichtraum, KAT1, Baum			



## Wiederherstellung nach Ereignis 2019

- Kein Schaden am Kabel

## Baustelle 2020 – Viadukt Oberbau

- Seitliche Ablage des Kabels war möglich, keine erneute Kalibrierung notwendig

## Wartungsfreundliche Kabellage

- Auf talseitiger Schiene außen
- Ausreichend Kabelreserve an strategischen Stellen
- Leerverrohrungen an Querungen (EK, Bahnhöfe)



# Und wie geht es weiter?



## Ergebnisse:

- 😊 Stein/Blockschlag, Rutschungen
- 😊 Lawine
- 😐 Baumschlag
- 😞 Setzungserscheinungen

**Donauuferbahn:** Abschluss der Testphase und Übergang in die operativen Zustand

**Messredundanz:** Messung und Integration relevanter Umweltparameter (Temperatur, Niederschlag, Wind)

**Greenlight II Gateway:** Ergänzung betrieblich relevanter Parameter

**Kabellage:** Schienen- wie Trogverlegung





**Danke für die Aufmerksamkeit!**