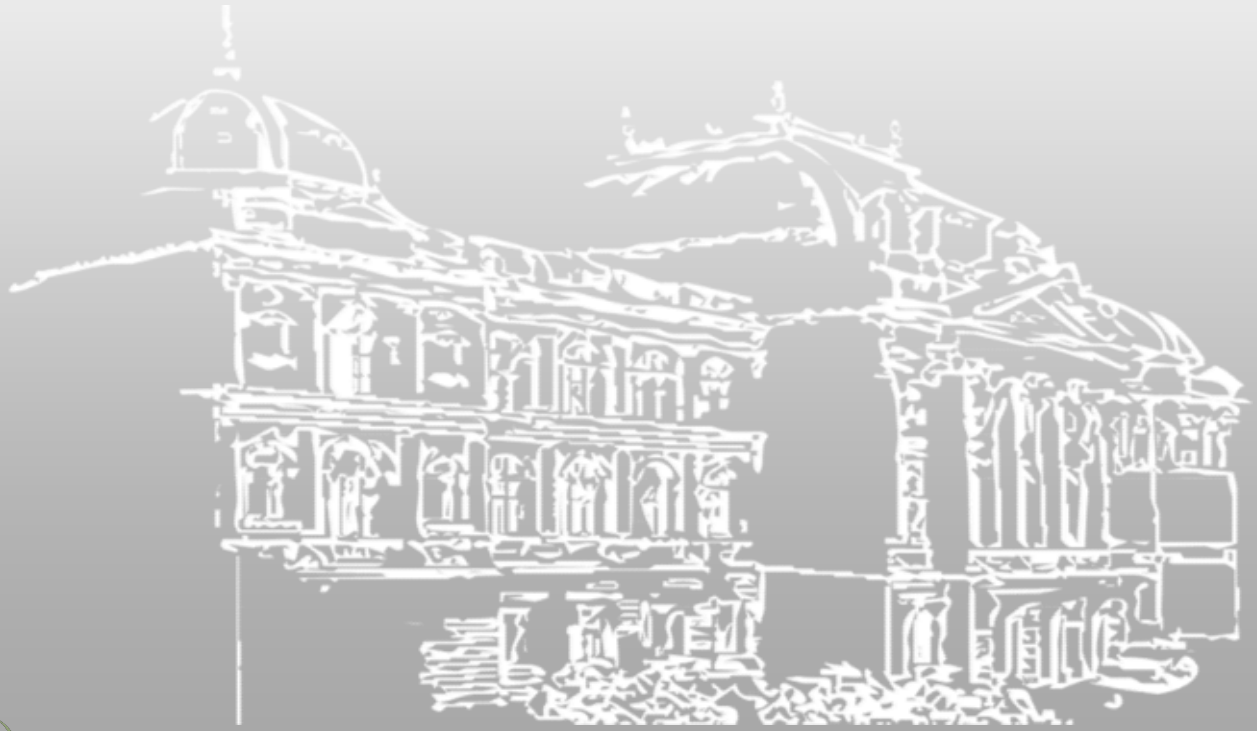
ÖVG Jahrestagung, 2.9.2021, Graz



Modernes Asset Management für die Infrastruktur

Peter Veit

Asset Management

Ziel: Optimierter Einsatz der Komponenten

- Welche Komponente / Gleis passt zur spezifischen Situation?

  → Investitionsstrategie

  Eine Investitionsstrategie kann ohne Instandhaltungskonzept nicht erstellt werden.

- Wie sollen die Komponenten / das Gleis gepflegt werden?

  → Instandhaltungsstrategie

  Instandhaltungsstrategien setzen Investitionsstrategien voraus.

Berücksichtigung des gesamten Lebenszyklus ist Voraussetzung

- Soll weiter repariert werden oder ist eine generelle Reinvestition vorzuziehen?

  → Wirtschaftliche Nutzungsdauer

Asset Management = LCM

Technik + Wirtschaft

Life **C**ycle **M**anagement

basierend auf Daten, Erfahrung, Verstehen

Tools:
Datenanalysen
Simulationen
Big Data
Digitale Zwillinge

Herausforderung

Durch die steigende Verkehrsbelastung verschlechtert sich die Infrastruktur rascher, gleichzeitig sinkt die für die Instandhaltung und auch die Gleisneulage zur Verfügung stehende Zeit. Um diesen Teufelskreis zu durchbrechen, werden Fahrwegkomponenten mit der Zielsetzung verbesserter Nachhaltigkeit entwickelt, die weniger Instandhaltung bedürfen und gleichzeitig höhere Nutzungsdauern erlauben.

Dennoch wird ein gewisses Maß an Instandhaltung erforderlich bleiben. Ausschließlich Komponenten, die nicht eingebaut sind, benötigen keine Instandhaltung.

Das Entwickeln nachhaltigerer Komponenten und damit Fahrwege erfordert die Verschlechterung des Gleisverhaltens zu verstehen. Dies ist durch die Analyse von Zeitreihen von Messdaten möglich. Diese Zeitreihen erlauben gleichzeitig Prognosen und damit eine vorausschauende Instandhaltung.

Herausforderung

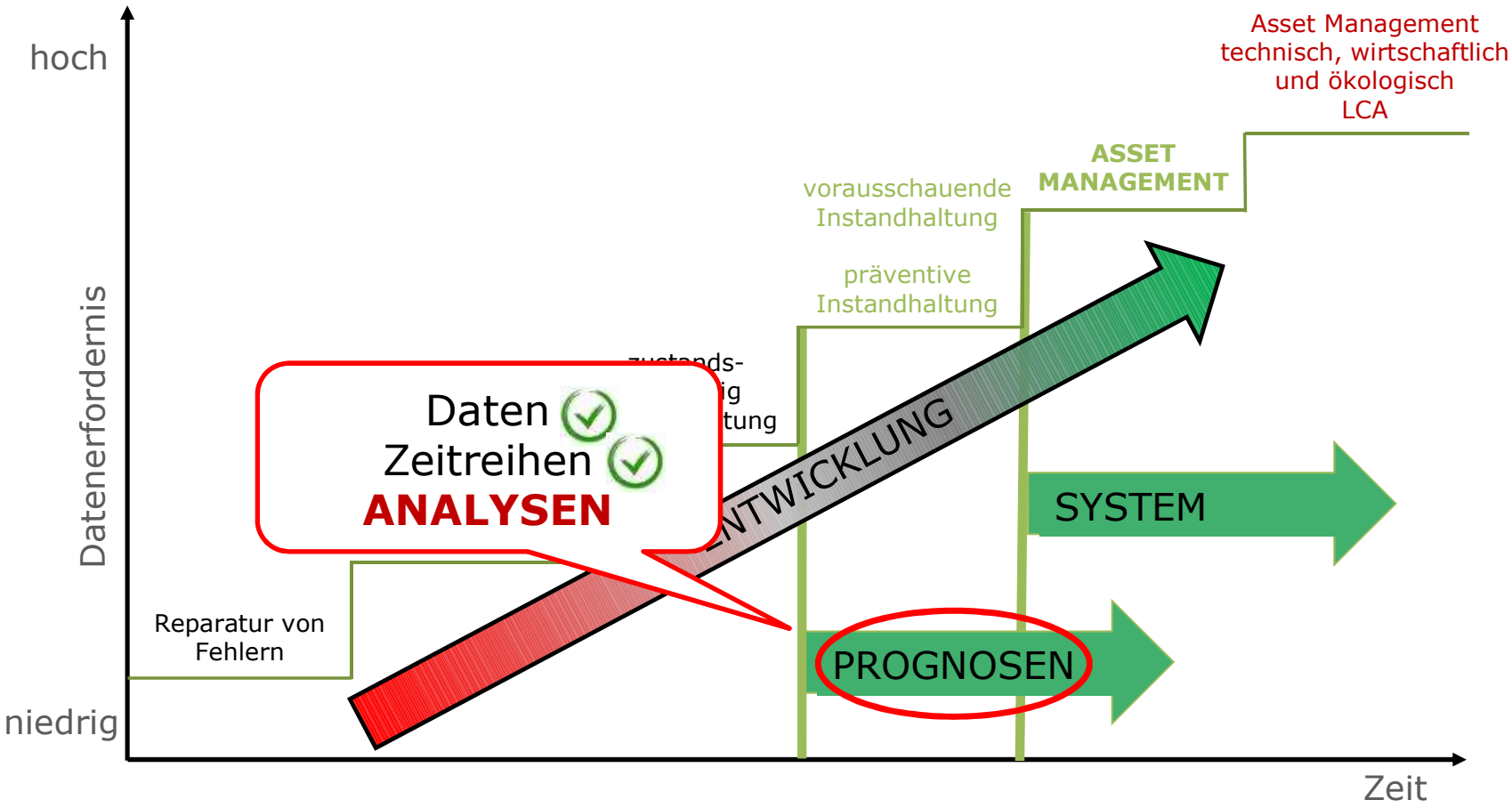
wachsender Zielkonflikt
Verfügbarkeit ←→ Instandhaltbarkeit

Lösung: NACHHALTIGKEIT
technisch UND wirtschaftlich

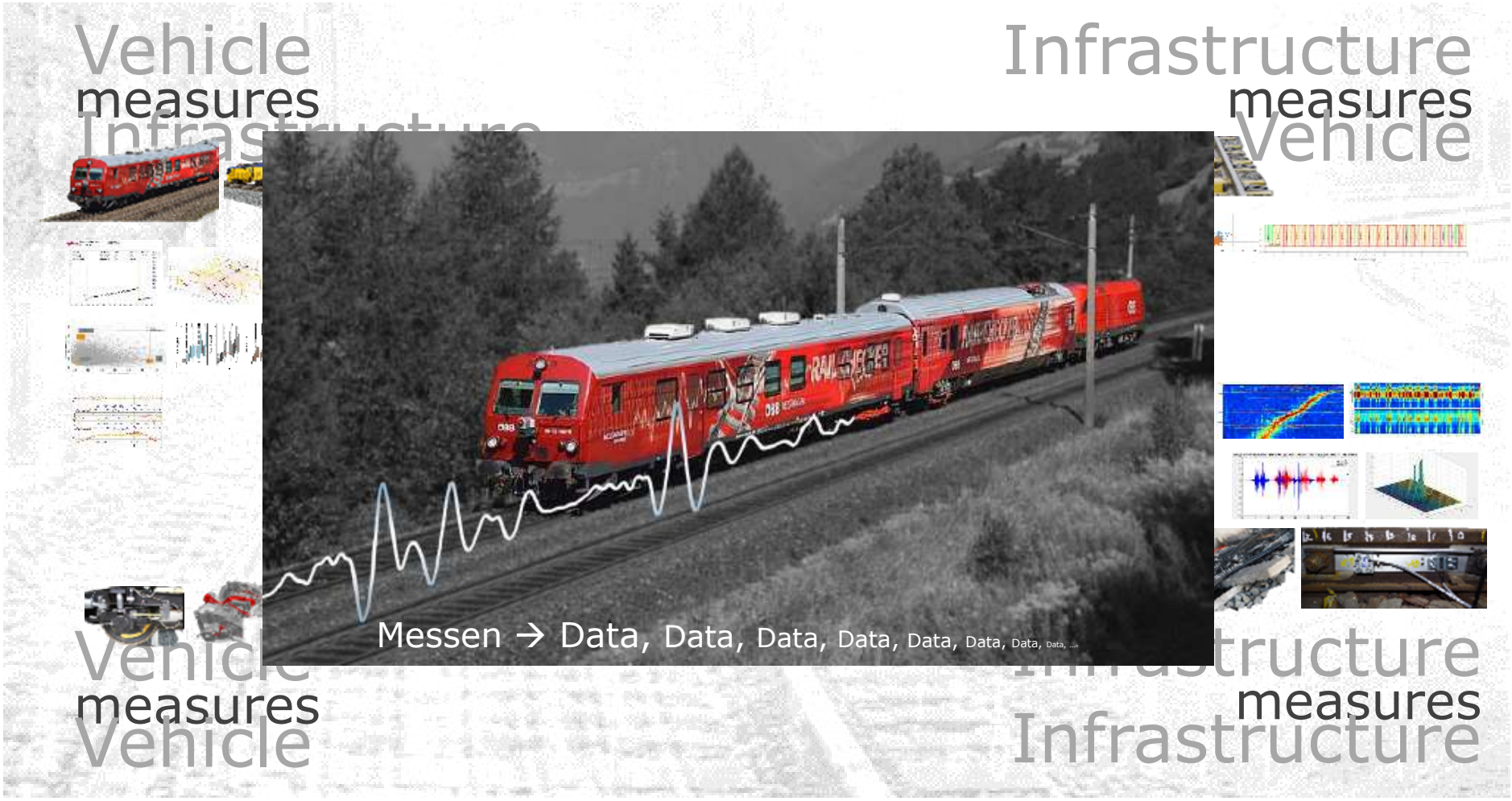
Life Cycle Management

Qualitätsverhalten	Life-Cycle-Costing
=	=
technisches	wirtschaftliches
Verstehen der Assets	

Entwicklungsschritte



Daten


Vehicle
measures
Infrastructure
measures
Vehicle
Vehicle
measures
Vehicle
Infrastructure
measures
Infrastructure
Messen → Data, Data, Data, Data, Data, Data, Data, Data, ...

Von Date zu Wissen

Daten

Verifizierung

Synchronisierung & Positionierung

Zeitreihen

Trendanalysen

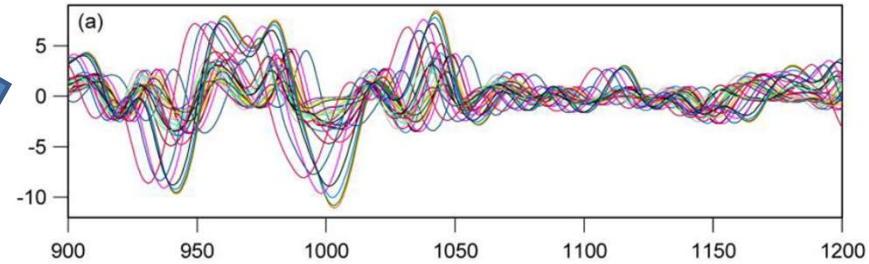
Verstehen der Assets = Wissen

Messdaten

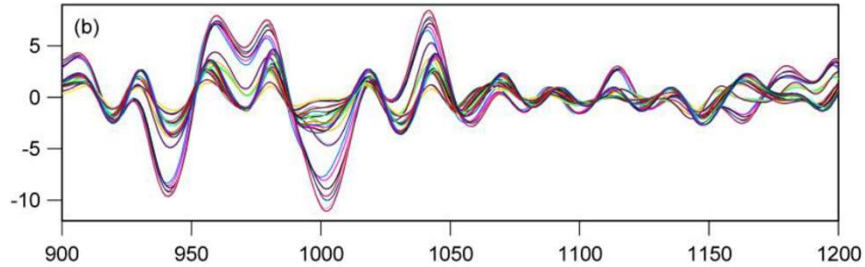
Trendanalysen erfordern sowohl eine präzise Synchronisation aller Daten einer Messfahrt als auch eine exakte Positionierung der Daten verschiedener Messfahrten. Für das Gleis erfolgt dies mittels dGPS in Kombination mit Fixpunkten.

Weichen erfordern hingegen eine deutlich höhere Positionierungsgenauigkeit.

Rohsignale



CoMPAcT
Condition Monitoring and Prediction Analytics for Turnouts

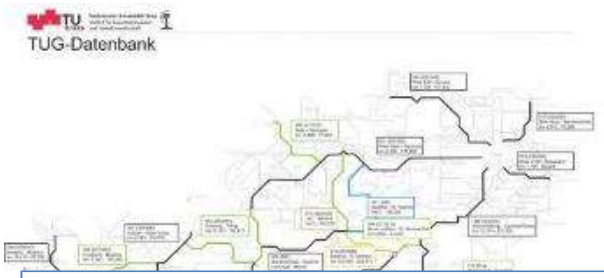


Daten nach Re-Positionierung

1. Re-Positionierung der Daten ist Voraussetzung für Trendanalysen.

2. Nur Daten von belasteten Messungen erlauben Trendanalysen.

Von Einzeldaten zu Zeitreihen

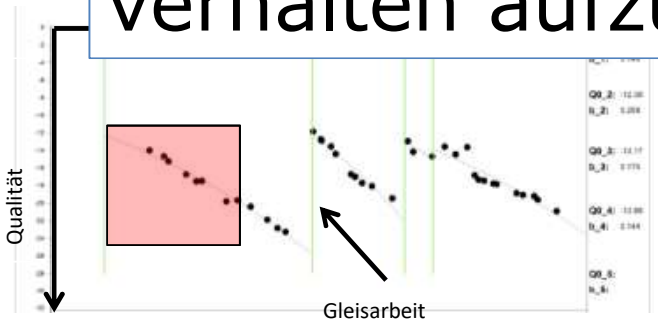


- Daten seit 2001
- 4.500 km Hauptgleis:
  Typ und Alter von Gleis und seinen Komponenten, alle Messwagendaten, Information über durchgeführte Instandhaltung

ssierung

Re
de
Hö

Nur parameterspezifische Analysen der Verschlechterungsraten („b_n“) erlauben Wissen über das Gleis-verhalten aufzubauen.



$$Q(t) = Q_n \times e^{b_n t}$$

Gleisparameter

Parameter für Schottergleis

Verkehrsbelastung [Gesbt/Tag, Gleis]	Gleis [Anzahl]	Geschwindigkeit [km/h]	Achslast [Tonnen]	Schienenprofil [ ]	Schienenstahlgüte [ ]	Schwelle [ ]	Bogenradius [m]	Schienen [ ]	Unterbauzustand [ ]
> 70,000	1	> 200	> 22.5	60E1	R400HT	Beton	> 3,000 m	CWT	gut
45,000 - 70,000	2	160 - 200	22.5	54E2	R350HT	Beton USP	1,000 m - 3,000 m	Stoßgleis	mittel
30,000 - 45,000	2+2	120 - 160	< 22.5	49E1	R260	Holz	600 m - 1,000 m		schlecht
15,000 - 30,000		80 - 120			R200	HDS USP	400 m - 600 m		sehr schlecht
8,000 - 15,000		< 80					250 m - 400 m		
2,000 - 8,000							< 250 m		
< 2,000									

Analysen basieren auf spezifischem Parametermix

Gleisbeschreibung

Für jeden relevanten Parametermix (= Standardelement) wurde ein verhaltens-basierter Arbeitszyklus für die gesamte Nutzungsdauer des Gleises oder anderer Fahrwegkomponenten erarbeitet.

Beispiel: Standardelement Gleis

Re-Investition

Parameter des Standardelements

Nutzungsdauer

	300<R<400	zweigleisig																				
GesBT/Tag, Gleis	Profil	Güte	Unterbau	Schwelle																		
>100'000	54E2	R350HT	A	Holz																		
Gleisarbeit	ND in Jahren	19,0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Erneuerung (Totalumbau)		1,0	1																		
Schotterbettreinigung	Anzahl in ND	0,0																			
Stopfen	Anzahl in ND	10,0	1		1		1		1		1		1		1		1		1	1	1
Schienenbehandlung	Anzahl in ND	10,0	1		1		1		1		1		1		1		1		1	1	1
Aussenschienenwechsel	Anzahl in ND	3,0			1				1								1				
Aussen-&Innenschienenwechsel	Anzahl in ND	1,0											1								
Zwischenlagenwechsel	Anzahl in ND	0,0																			
Mängelbehebung	Anzahl in ND	19,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5

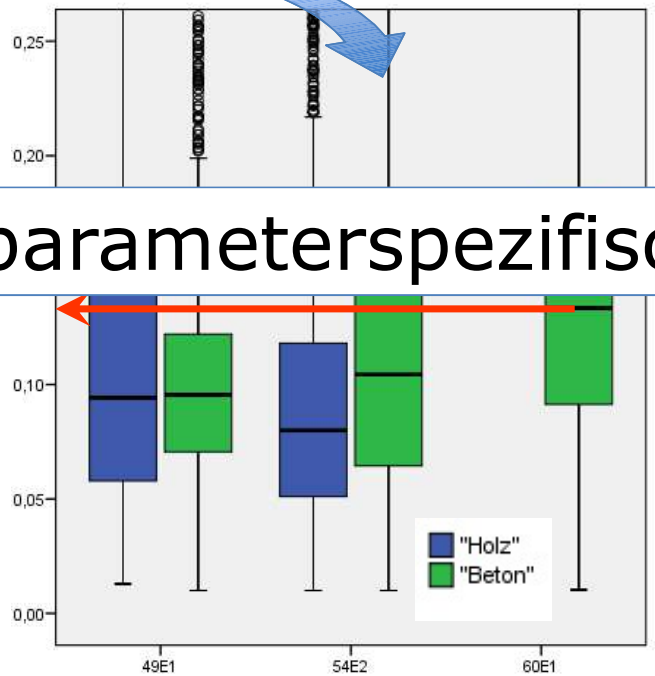
kleine Instandhaltung (reaktiv)

Geplante Instandhaltung

Schotterbettreinigung
Stopfen (Durcharbeitung)
Schleifen
Schienenwechsel
Zwischenlagentausch

Datenanalysen

Jetzt ist alles einfach, gibt es doch so wunderbare Tools, wie Big Data oder generell die Digitalisierung: alle Daten in ein Tool, und alle Zusammenhänge werden sichtbar – wie von Zauberhand!



Analysen müssen parameterspezifisch sein.

Unglücklicherweise
t es so
nicht, die
Ergebnisse können
nämlich auch
unsinnig sein!

Diese Tools sind unbedingt erforderlich, aber sie sind nur Tools, denken müssen wir schon selber.

Analysen – fehlende Daten?

Erkennt man durch Messwagendaten den Zustand der Zwischenlangen?

Nein, dafür gibt es keine Messung.

Erkennt man durch Messwagendaten den Zustand der Schienenbefestigungen?

Nein, dafür gibt es keine Messung.

Gibt es Hinweise auf die Ursache von Gleislagefehlern?

Nein, wir sehen, dass ein Lagefehler vorliegt, wir sehen die Standardabweichung Höhe, Richtung und Überhöhungsfehler, haben aber keine Information über seine Ursache.

→ Es fehlen Messungen und Daten

Analysen – fehlende Daten?

Erkennt man durch Messwagendaten den Zustand der Zwischenlangen?

Die Information liegt nicht direkt vor, kann aber mittels der Schienenneigung identifiziert werden – ohne zusätzliche Messungen!

Erkennt man durch Messwagendaten den Zustand der Schienenbefestigungen?

Die Information liegt nicht direkt vor, kann aber mittels einer modifizierten Standard-abweichung der Spurweite identifiziert werden – ohne zusätzliche Messungen!

Gibt es Hinweise auf die Ursache von Gleislagefehlern?

Die Information liegt nicht direkt vor, kann aber mittels der Fraktalanalyse, basierend auf dem Höhensignal Schiene identifiziert werden – ohne zusätzliche Messungen!

~~→ Es fehlen Messungen und Daten~~

~~→ Es fehlen Messungen!~~

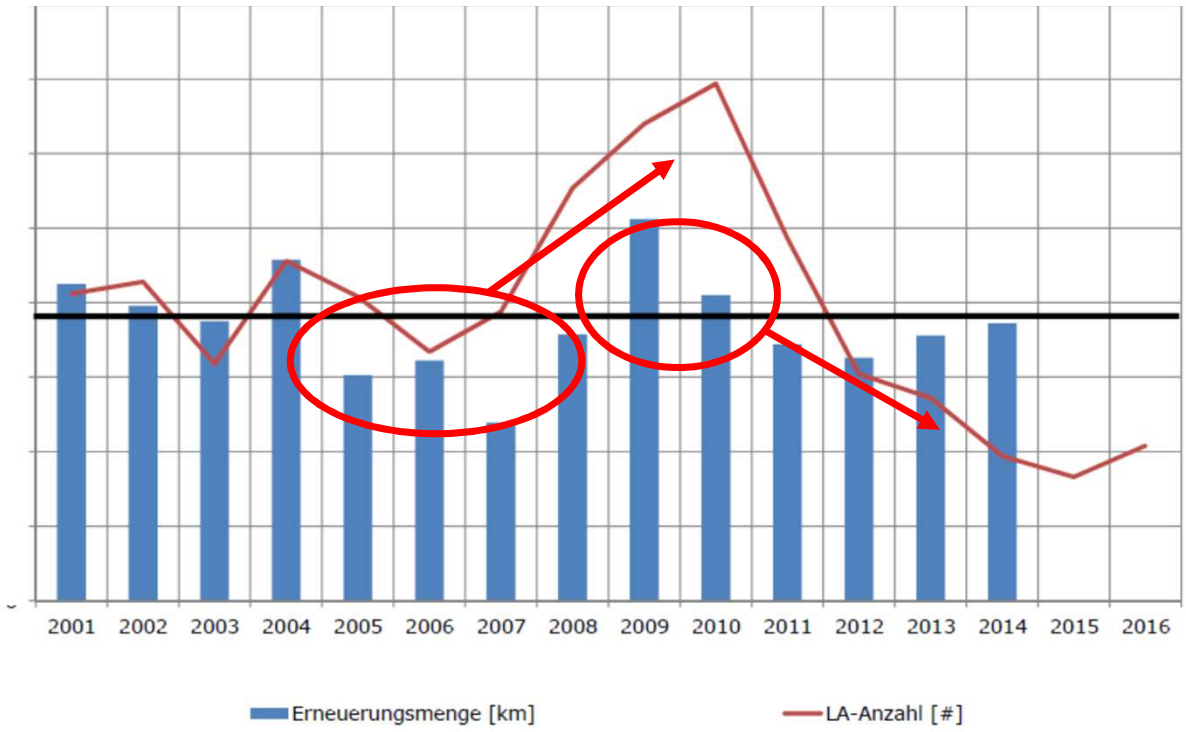
Herausforderungen Zeitversatz

Das Gleis ist geduldig, es reagiert nicht unmittelbar auf unzureichende Pflege.
Weichen sind geduldig, sie reagieren nichtunmittelbar auf unzureichende Pflege.
Das Gleis hat ein immenses Gedächtnis.
Weichen haben ein immenses Gedächtnis.

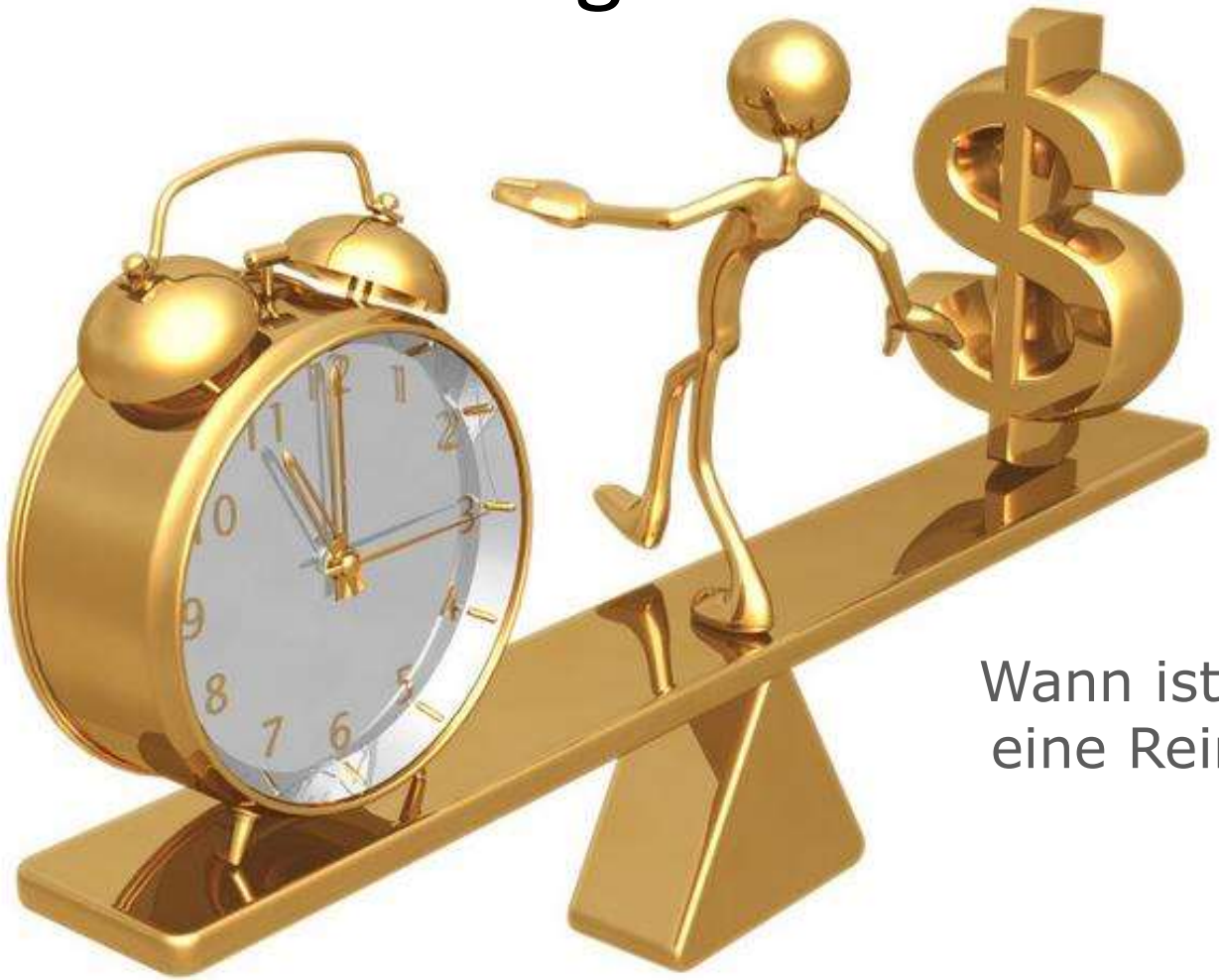
Wenn das Gleis reagiert, ist die Nutzungsdauer bereits verloren!
Wenn die Weichen reagieren, ist die Nutzungsdauer bereits verloren!

Kurzfristig kann viel Geld durch Reduktion von Instandhaltung eingespart werden,
langfristig verteuert das den Fahrweg aber massiv.

Herausforderung Zeitversatz

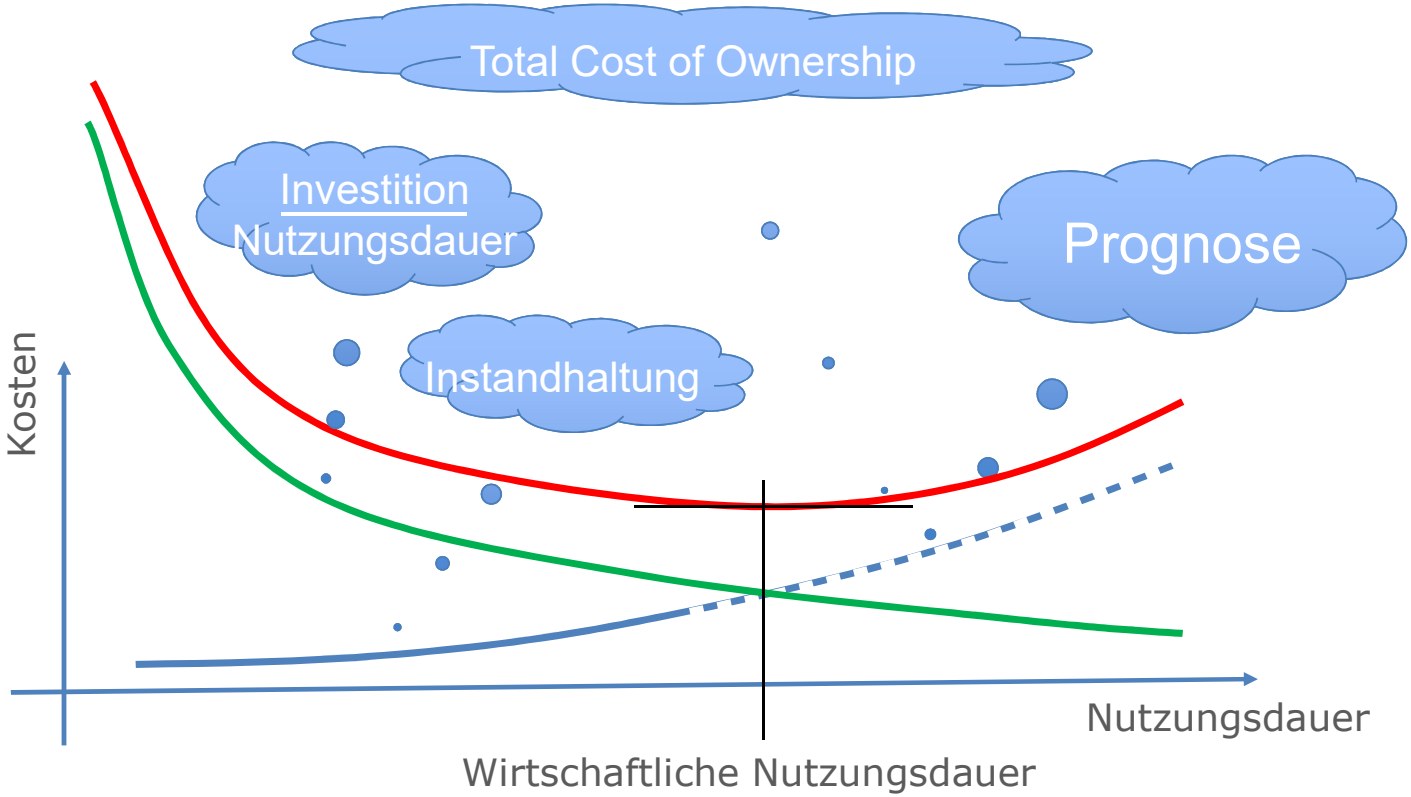


Wirtschaftliche Nutzungsdauer



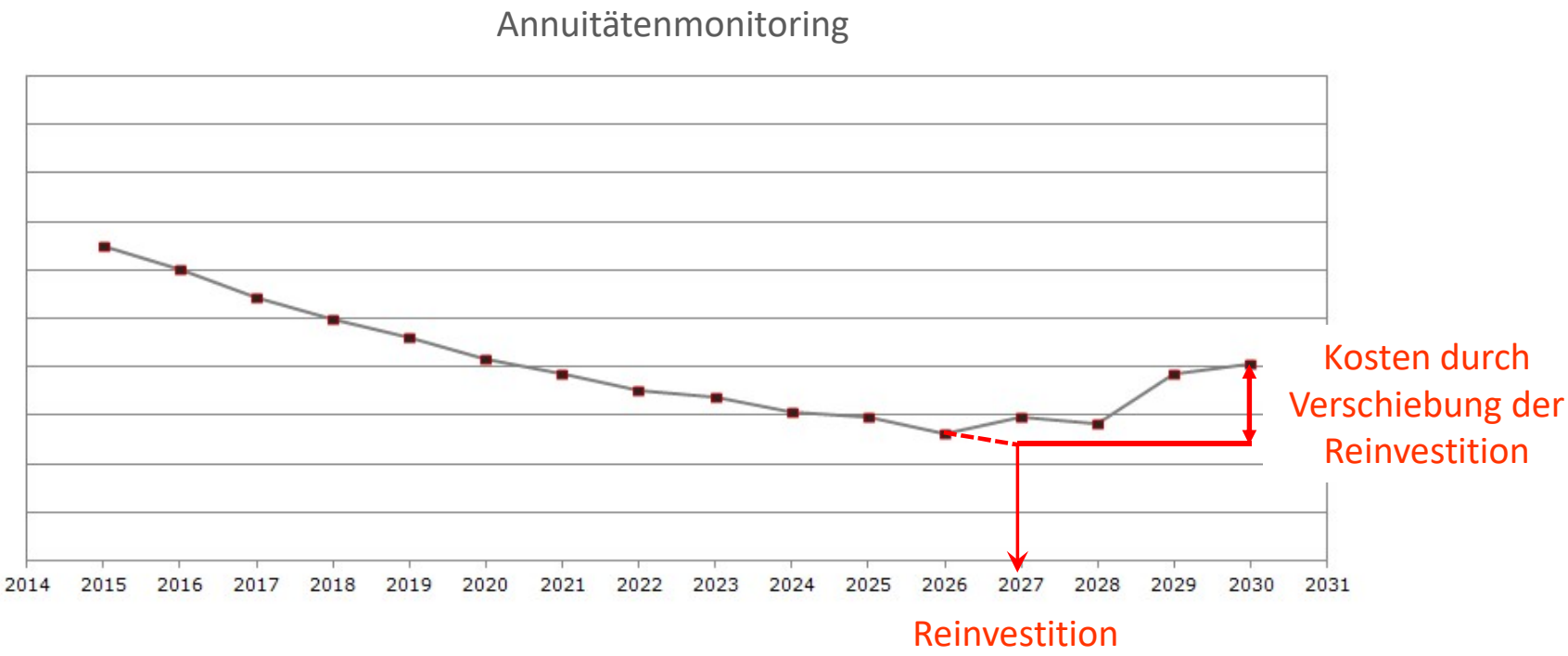
Wann ist es Zeit für eine Reinvestition?

Wirtschaftliche Nutzungsdauer



Sobald der Nutzen durch Reduktion der Abschreibung den Zusatzkosten der Instandhaltung entspricht, ist die wirtschaftliche Nutzungsdauer erreicht.

Wirtschaftliche Nutzungsdauer



Verhinderung hoher Zusatzkosten durch Projektverschiebungen wird als Reihungsprinzip der umzusetzenden Projekte verstanden.

SUMMARY

R&D Infrastruktur LCM – EBW TUGraz

Prognosen Gleisverhalten

Tool zu Re-Positionierung der Daten

Berücksichtigung ökologischer Effekte in der Ausschreibung LCA

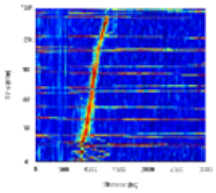
parameterspezifische

Gleisstrategien können heute durch die Entwicklungen des Life-Cycle-Managements auf technischen Prognosen aufgebaut werden und sind auch wirtschaftlich bewertbar.

Damit sollte eine rein zustandsabhängige Gleisinstandhaltung der Vergangenheit angehören.

Integration Fahrzeug - Fahrweg

neue Datenquellen



Fibre Optic Sensing
Gleisbaumaschinen als Datenquelle

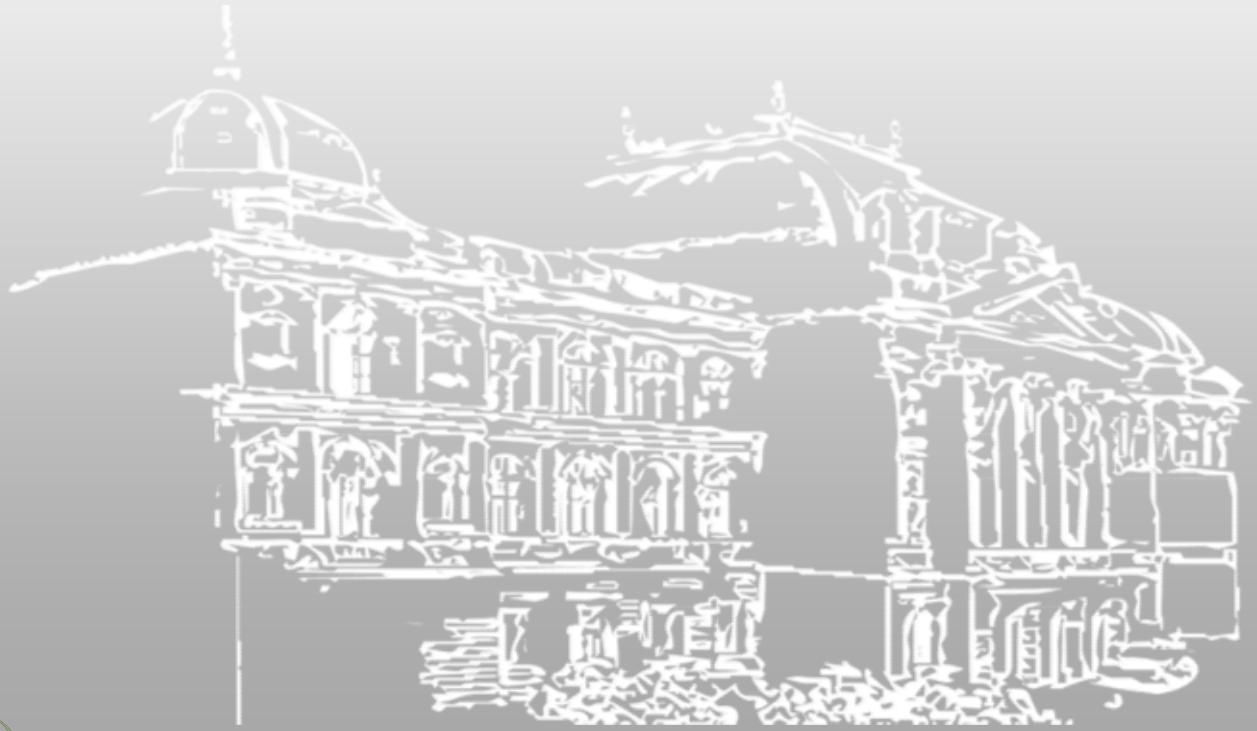
digitale Weichen

Isolierstöße

neue Analysetechniken wie
Fraktalanalyse
Modifizierte Standardabweichung Spur

Prognose Weichenverhalten

technisch-wirtschaftliche Bestimmung von Eingriffsschwellen



peter.veit@tugraz.at

www.ebw.tugraz.at