

2018 SMART Maintenance Conference

04. September 2018

*Prognosen für Gleislage und
Rollkontaktermüdungen –
Eine technische Sicht*



SBB CFF FFS

ELCA

Vorstellung

Katharina Mellert, Leiterin Datenlabor Fahrweg SBB

katharina.mellert@sbb.ch

Zacharias Kull, Manager Business Intelligence/BigData-Gruppe ELCA

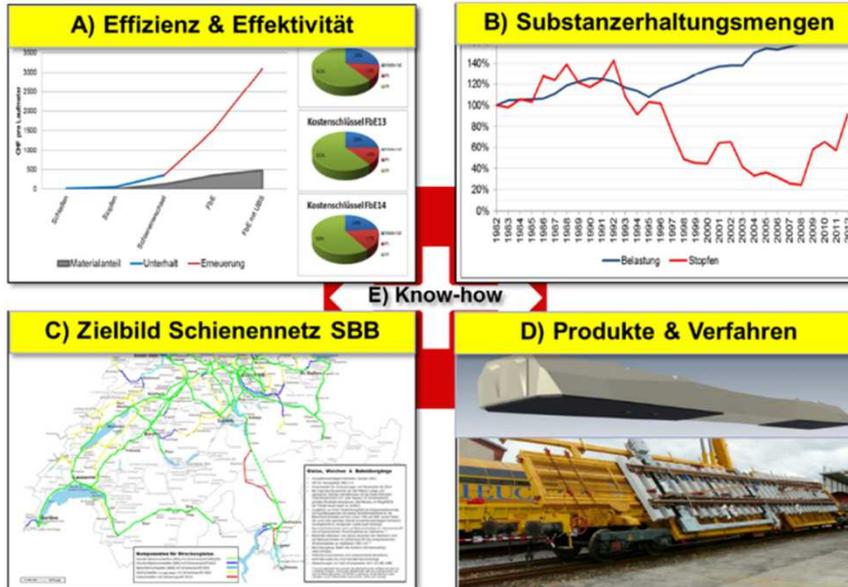
zacharias.kull@elca.ch

Co-Autor: Ingolf Nerlich, Fachexperte Fahrbahn SBB

Agenda

- Ziele des Anlagenmanagements und unser Weg dahin
- Stopfprognose: Erfahrungen und Architektur
- Rollkontaktermüdungsprognose: Erfahrungen und Architektur
- Blick in die Zukunft: Anforderungen an Plattformarchitektur und Frameworks

Ziele des Anlagenmanagements und unser Weg dahin

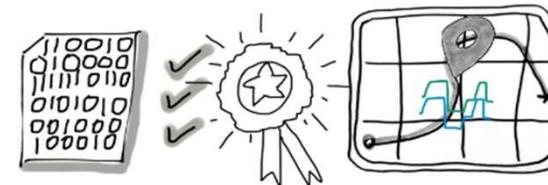


Programm Anlagenbewirtschaftung 4.0



- Predictive Maintenance für die Fahrbahn
- Steigende Ausgaben stabilisieren
- Fakten- und prognosebasierte Ableitung des Gesamtbedarfs an Substanzerhaltungsmassnahmen.

Datenlabor Fahrweg



Entwickelt Prototypen zur Qualitätsverbesserung, Prognosen und Darstellung



Forschung zu Wechselwirkungen Rad-Schiene

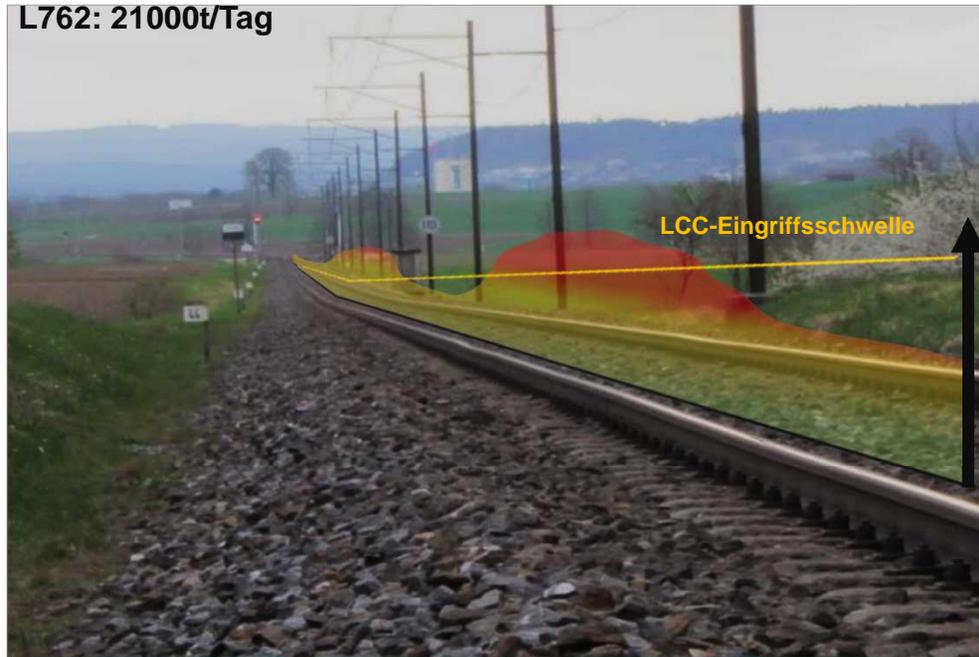
LCC-Optimierung: Bei gegebener Verfügbarkeitsanforderung die kostengünstigste Instandhaltungsstrategie finden.

A photograph of two railway workers in orange safety gear working on a terminal box at a railway station. The worker in the foreground is wearing an orange hard hat and a high-visibility orange jacket with a name tag that reads "SBB CFF FFS". He is focused on a bundle of colorful wires inside a metal terminal box. Another worker in a yellow high-visibility shirt and orange hard hat is partially visible on the right, looking on. The background shows railway tracks and infrastructure under a clear sky.

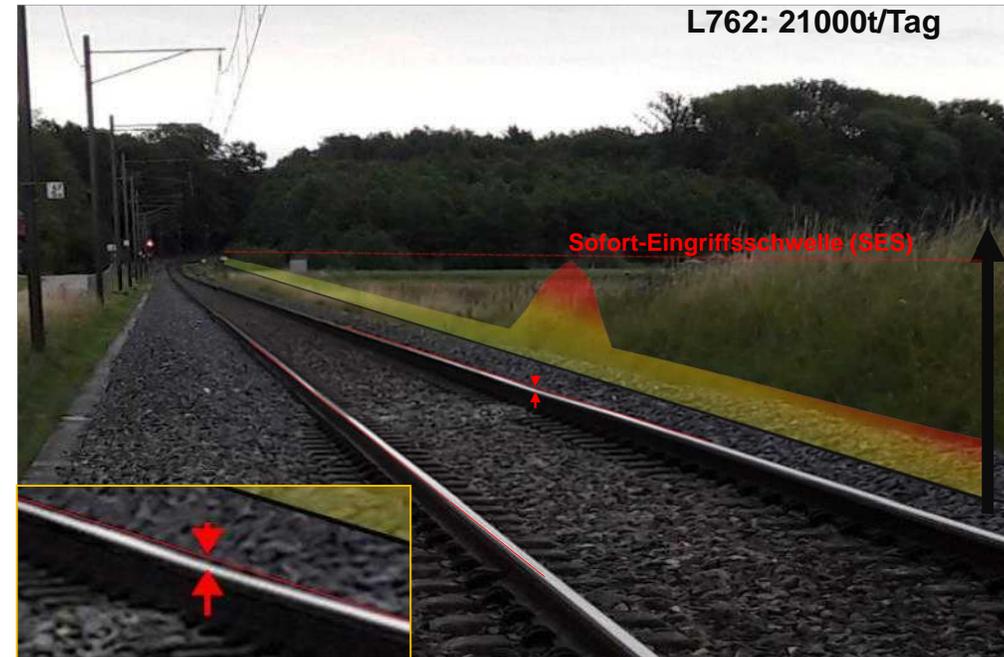
Stopfprognose: Erfahrungen und Architektur

Beispiel Stopfen

Gleisqualität und Einzelfehler

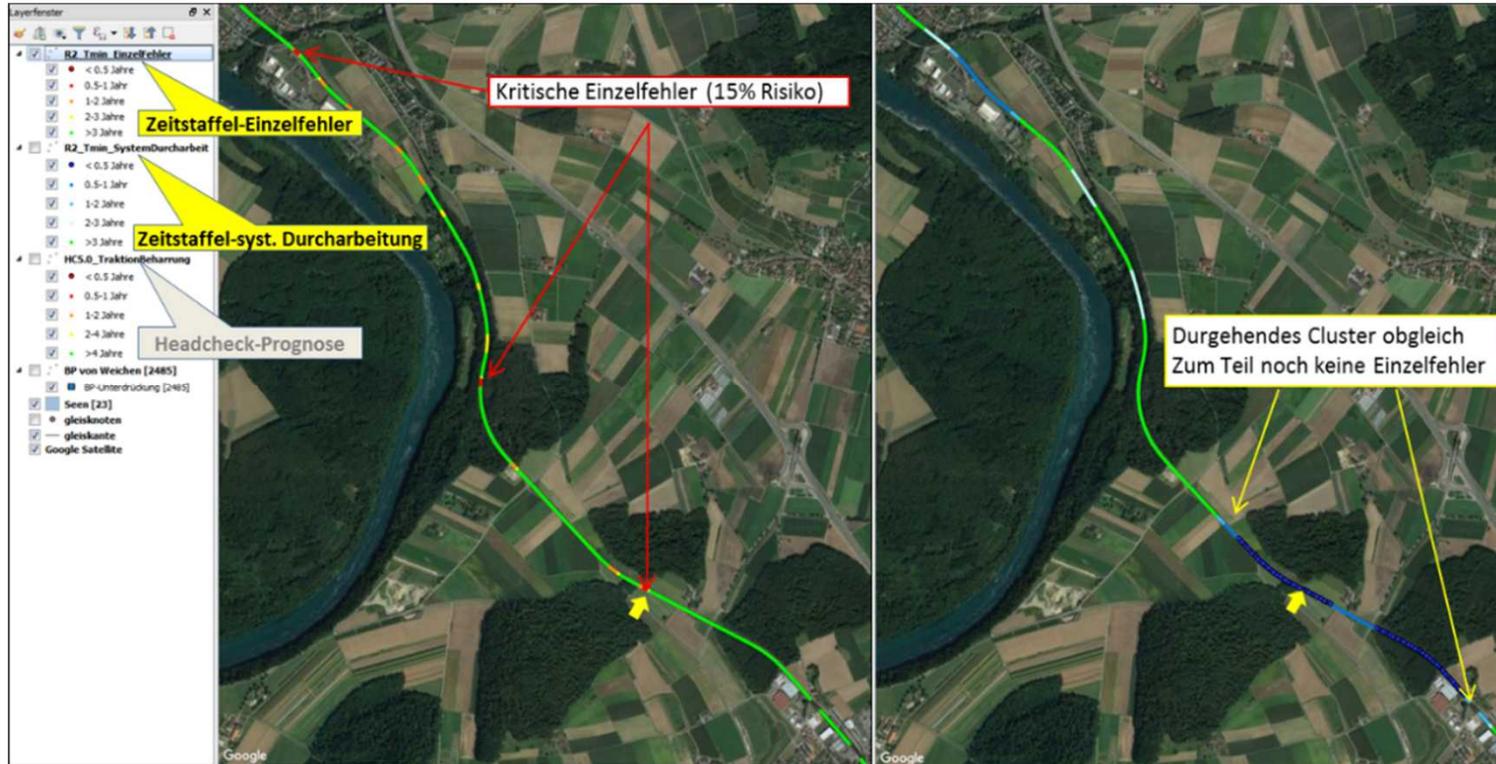


Gleislage- Qualität (Lageunruhe)
- LCC aber nicht verfügbarkeitsrelevant



Gleislage-Einzelfehler
- **Verfügbarkeitsrelevant**, Soforteingriffsschwelle (SES)

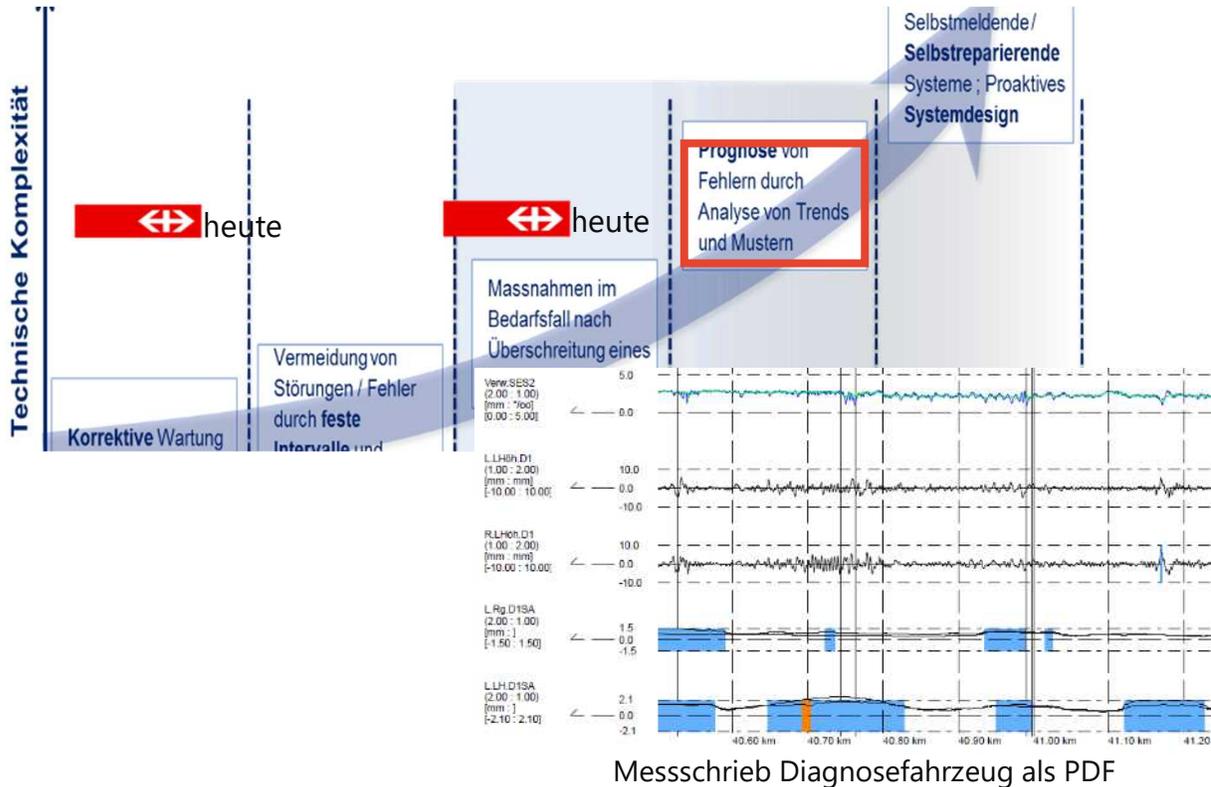
Ziel: Prognose von Einzelfehlern und Gleislagequalität



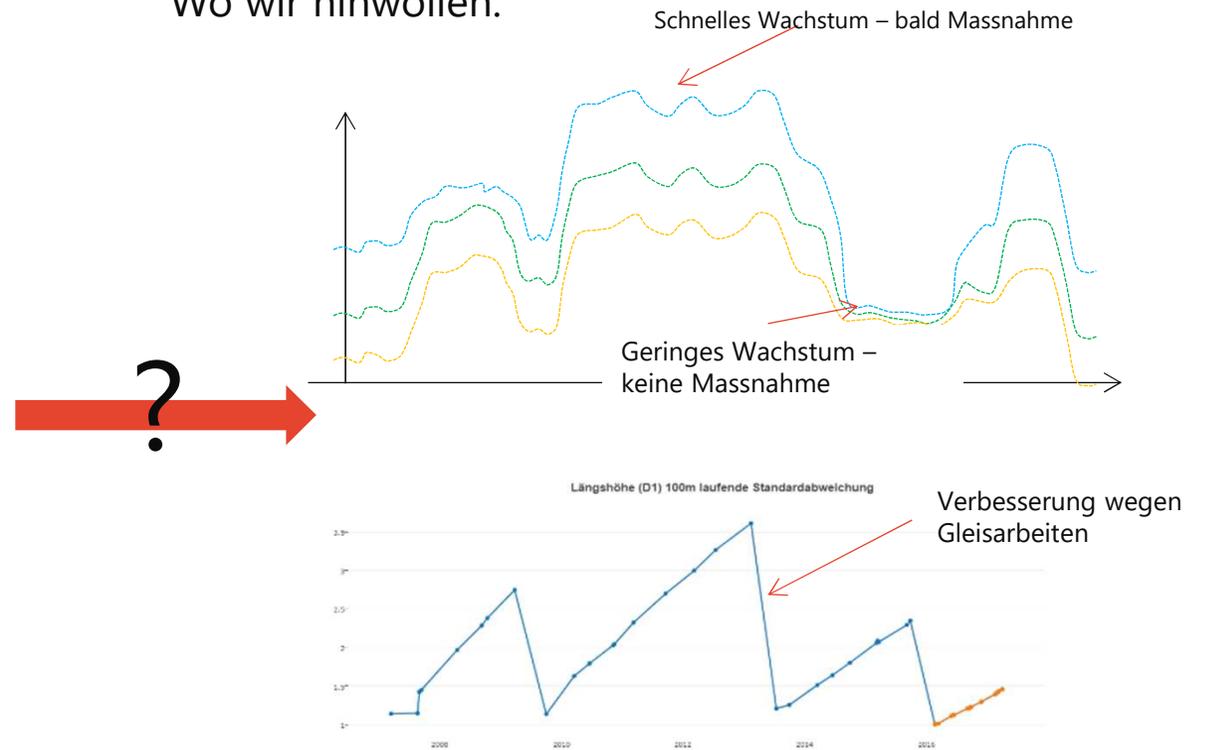
→ **Kenntnis von lokalen Fehlern hilft bei der Planung von systematischem Stopfen**

Ziel: Einsparung durch Predictive Maintenance

Wo wir heute stehen:



Wo wir hinwollen:

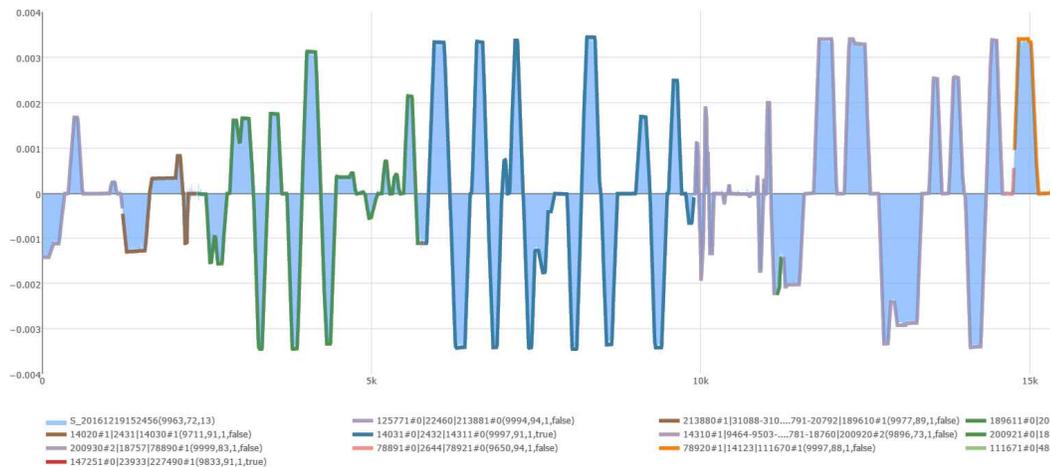


Anforderungen:
Hohe Datenqualität auch bei historischen Daten:
Verortung der Messdaten und **Gleisarbeiten**
müssen bekannt sein.

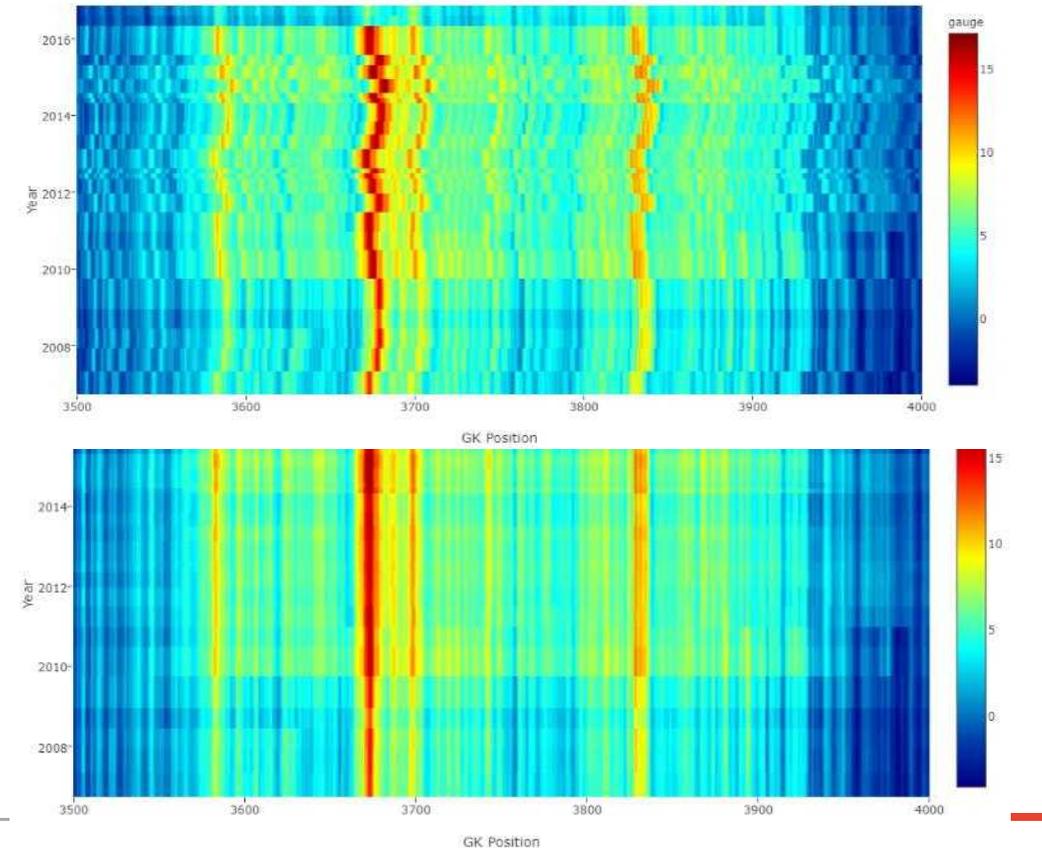
Verortung – absolut und relativ

Finde den richtigen Fahrweg – durch Vergleich von gemessener zu Sollkrümmung

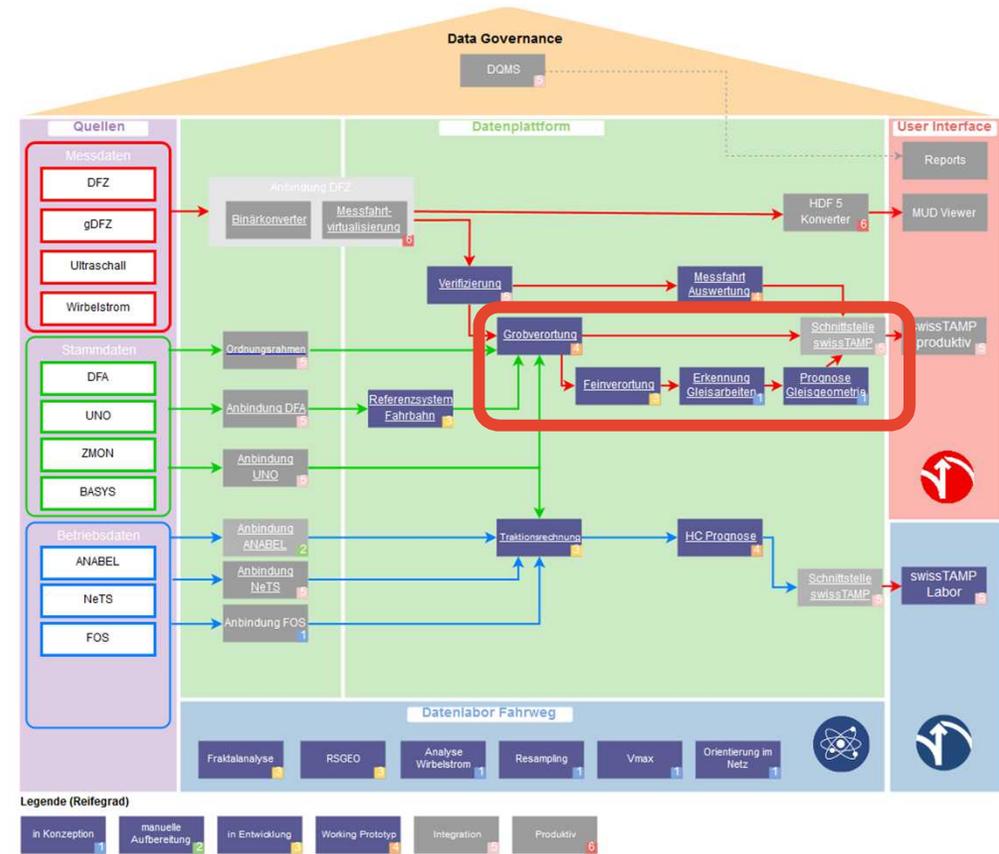
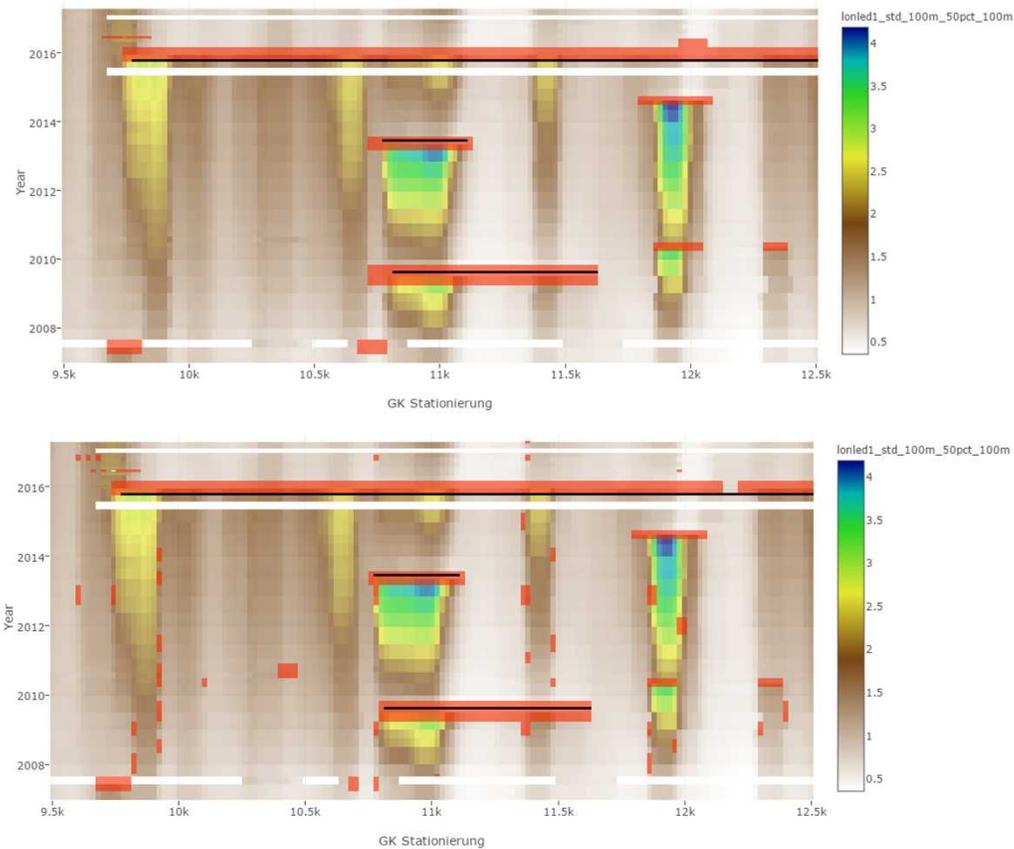
Relative Verortung um Prognose zu ermöglichen – durch Korrelation



Anmerkung:
Durch Investitionen an der Quelle (Messfahrzeug) bald nicht mehr notwendig.



Gleisarbeiten erkennen – Gesamtarchitektur

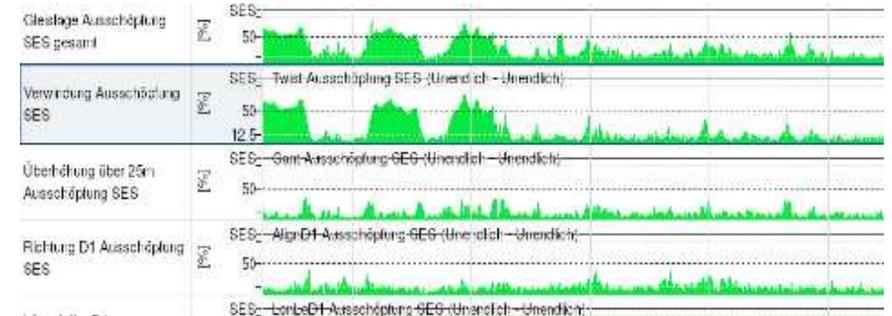


Aktuelle Weiterentwicklungen:

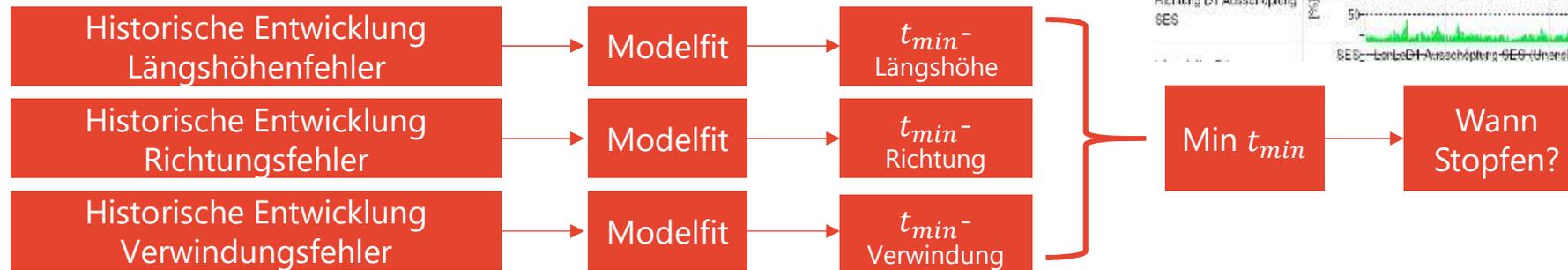
- Abgleich mit Befahrungen um Sperrungen zu erkennen
- Algorithmischer Abgleich mit DfA
- Maschineneinsatzpläne und -daten prüfen

Vereinfachungen: Ausschöpfung und t_{min}

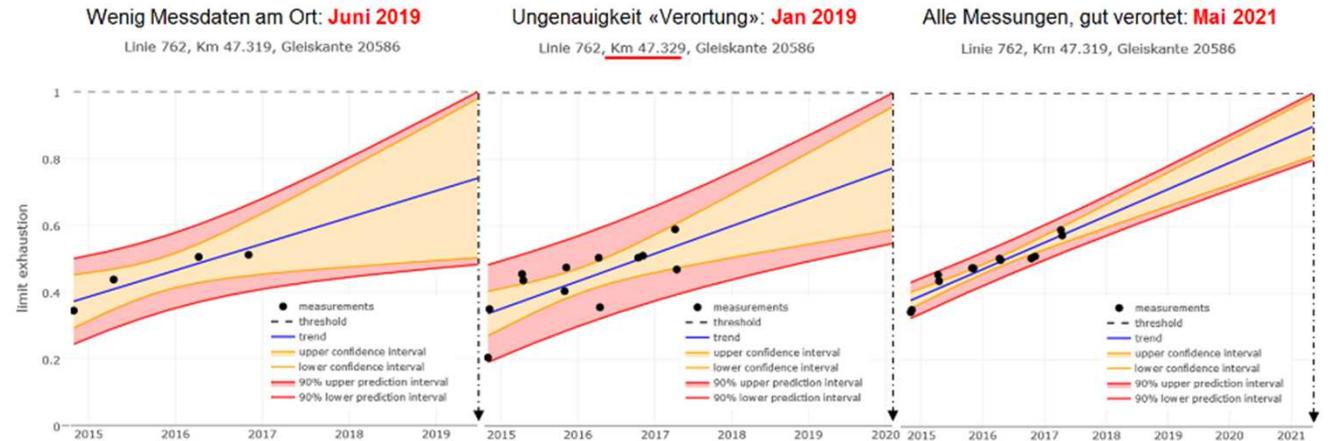
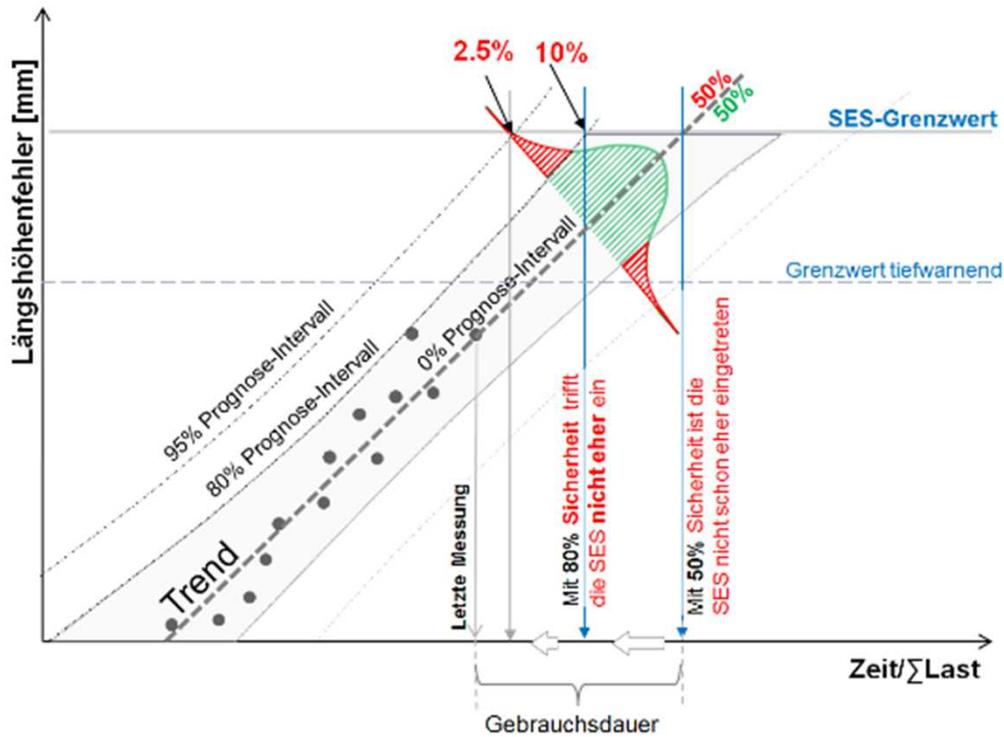
Statische Sicht



Dynamische Sicht - Prognose



Eine Frage des Risikos - Einflussfaktoren



➔ Investition in CTM und Datenqualität lohnt sich

Rollkontaktermüdung (RCF)



Was ist Rollkontaktermüdung?

- Rollt ein Rad über die Schiene, dann können die dabei auftretenden Spannungen nach der Hertz'schen Theorie abgeschätzt werden.
- Die Berührfläche ist annähernd elliptisch. Die Radlast erzeugt Normalspannungen, zusätzlich treten unter der Schienenoberfläche Schubspannungen auf.
- Die Schubspannungen erreichen in einer Tiefe von etwa 6 mm ihren Größtwert. Die Normalspannungen erreichen bei einer 22,5 t-Achse Werte von bis zu 1300 N/mm² [87].
- Diese Spannungen liegen über den üblichen Festigkeiten von Schienenstählen. Damit wird die Schiene unter jeder Überrollung an der Berührfläche plastisch verformt.

(2010 Handbuch Gleis Lichtberger)

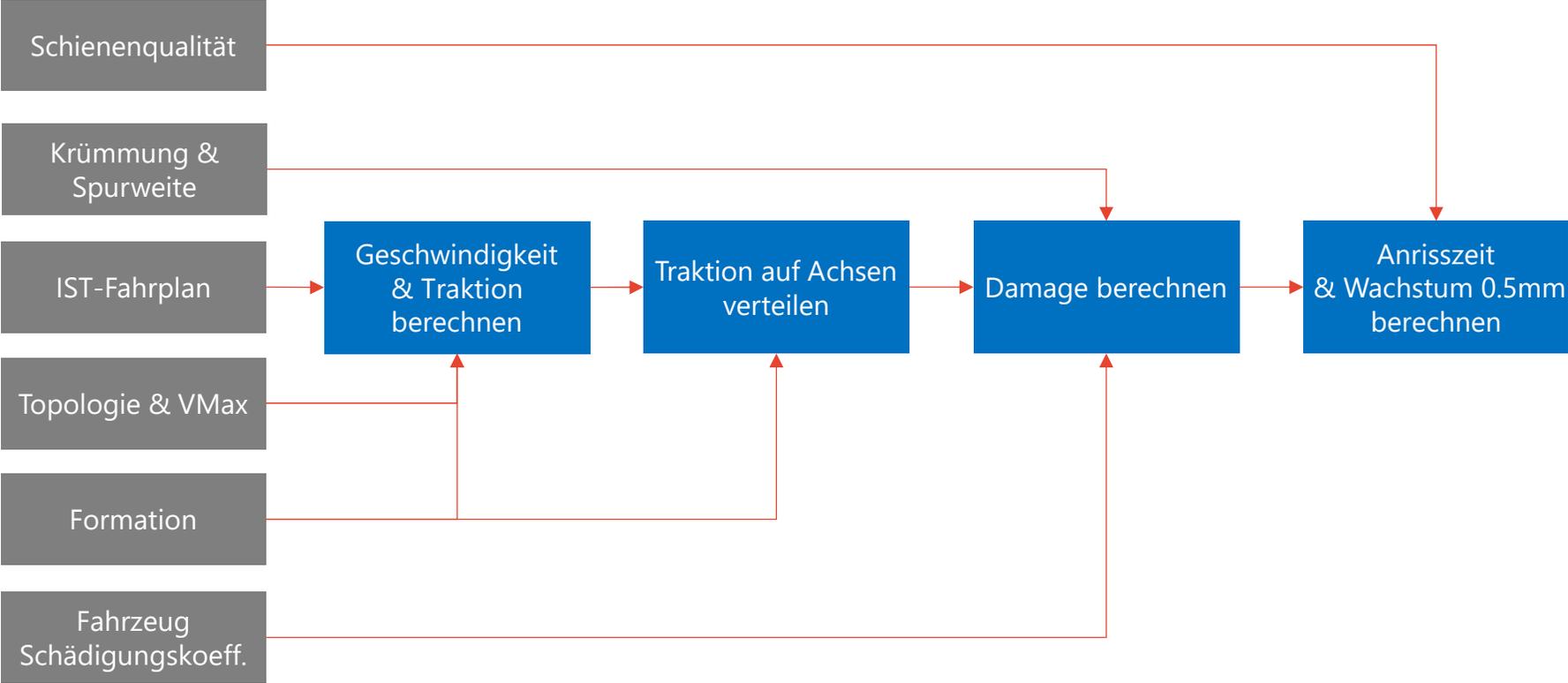
Squat & Head-Check

Können diese Rollkontaktermüdungen prognostiziert werden?

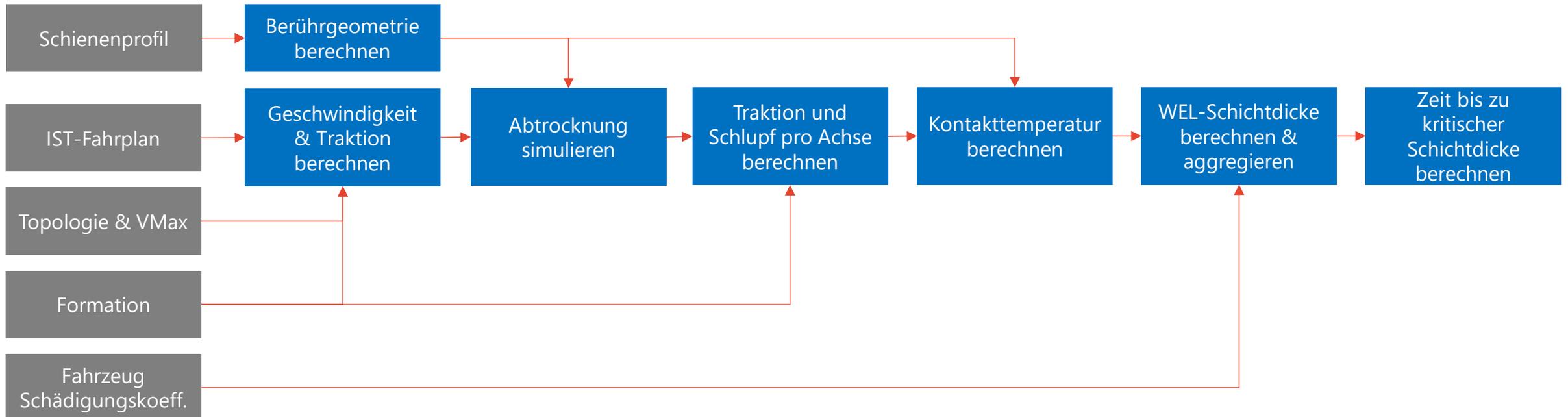


Trümmerbruch Hatfield/England, Okt. 2000,

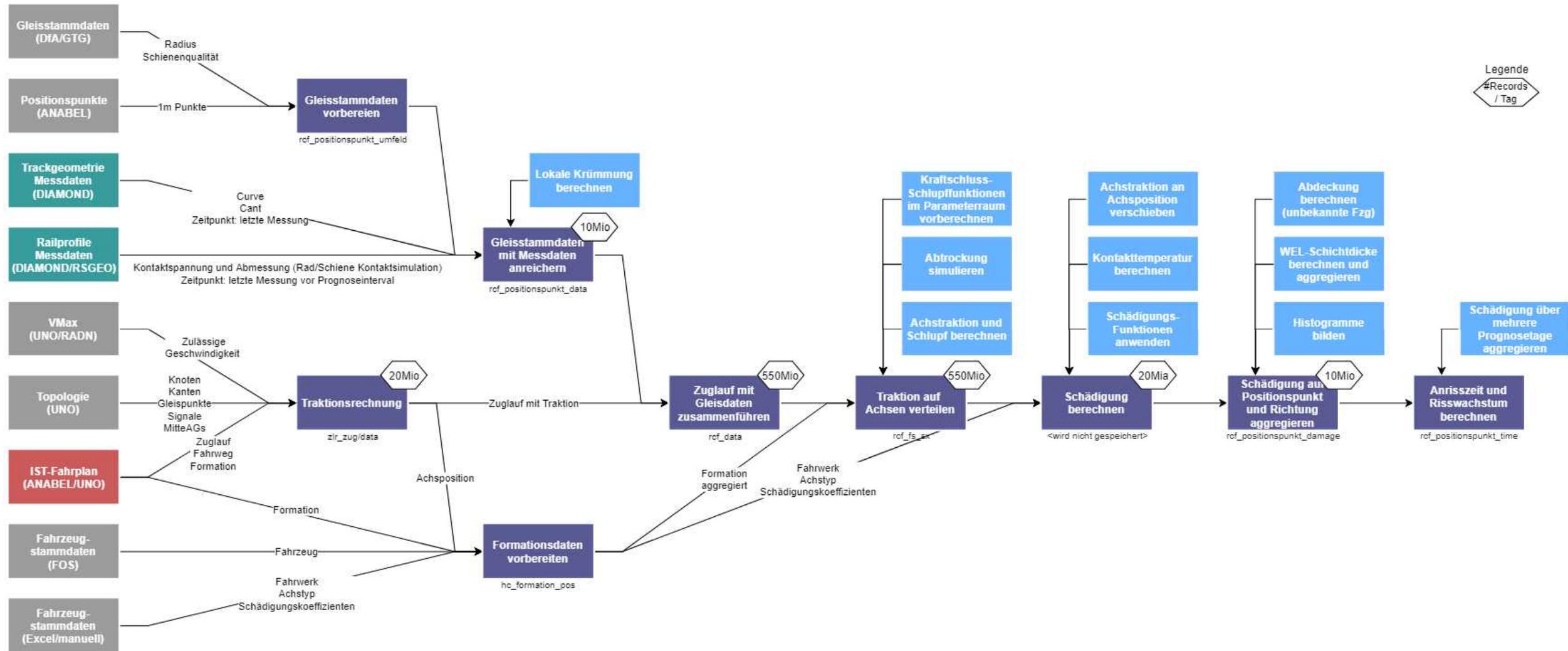
Berechnungslogik Head-Check



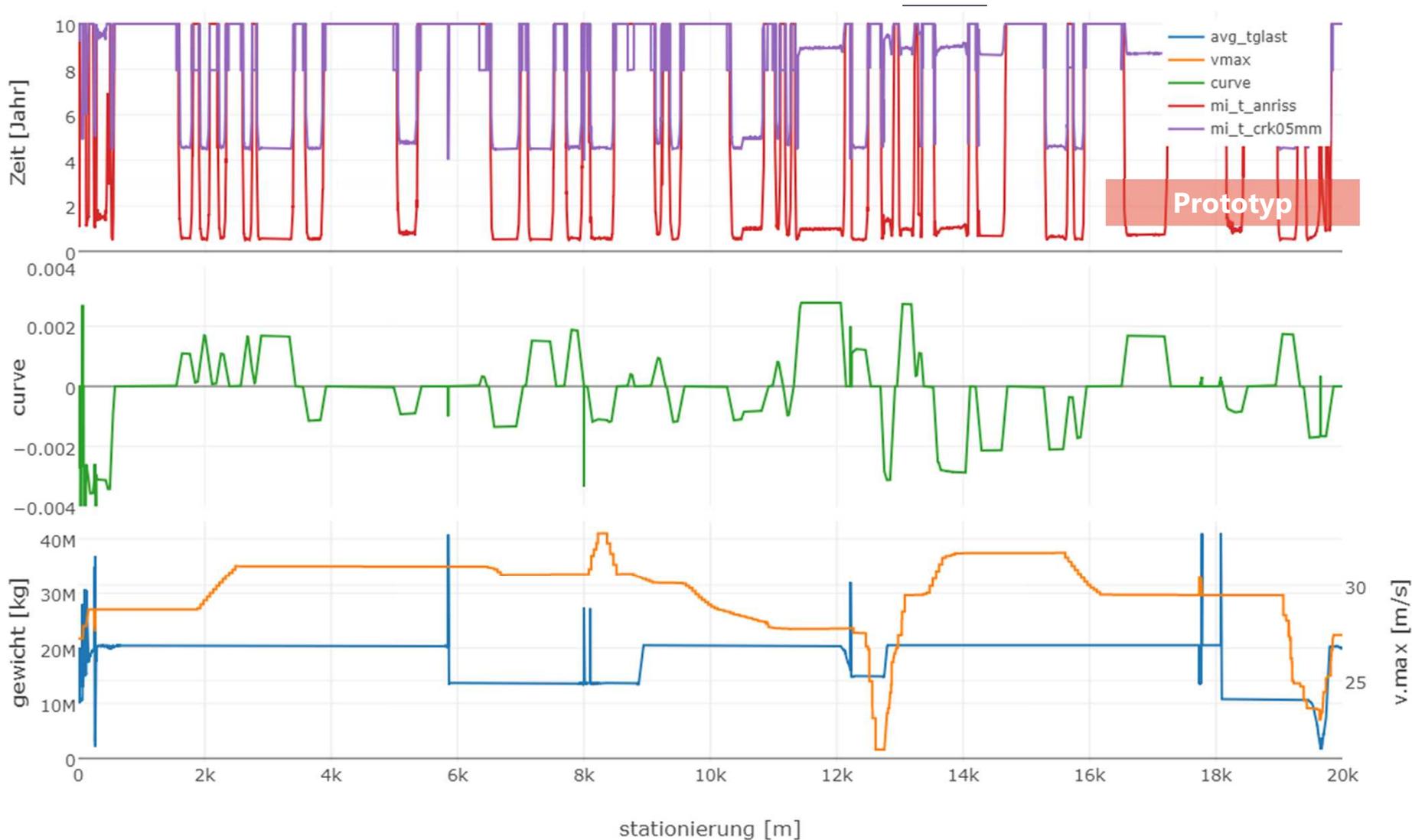
Berechnungslogik White Etching Layer



Datenfluss Prognose Rollkontaktermüdung: eine Datenschlacht

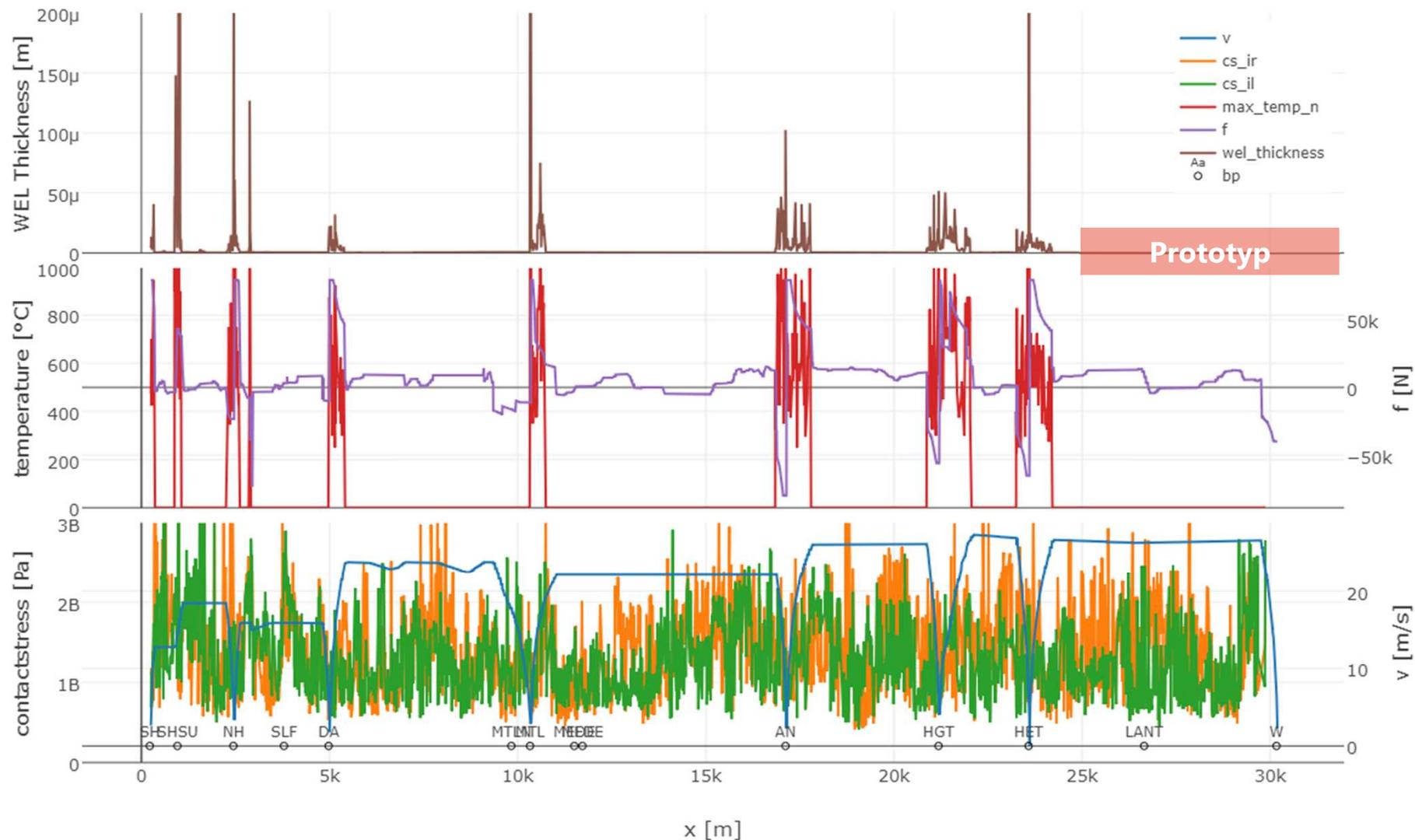


HC: Head-Check Zeit bis kritischer Risstiefe



Berechnete Anrisszeit und Zeit bis Risse 0.5mm tief sind, hochgerechnet aus einem IST-Fahrplan Tag.

WEL/Squats: White Etching Layer Kontakttemperatur und Schichtdicke



Berechnete WEL-Schichtdicke für einen Zug

Berechnete Temperatur aus Reibenergie und Kontaktfläche

Herausforderung Performance

Performance für Prognoserechnung mit einem Tag

- 20 Milliarden Records/Tag = 1.4TB Daten (pro Achse und Meter ein Schädigungspunkt)
- 200 Cores -> 15h Rechenzeit (skaliert horizontal)

Lessons Learned

- BigData Technologie bringt Faktor 1000x
- Wenn bei 500Mio Records ein Funktionsaufruf 300ms dauert, sind das 27'000h Berechnungszeit, das geht auch mit BigData nicht
- Old-School Performance Tuning ist nötig:
 - > Collection-Typ sorgfältig wählen
 - > Mehrfach verwendete Zwischenresultate vorberechnen
 - > Schritte im Datenfluss sorgfältig designen
 - > Profiling, Hardwarebeschleunigung, Bugs...

A photograph of a railway worker in a yellow safety suit and helmet, kneeling on a gravel track and working on a rail. In the background, two other workers in orange safety gear are visible. The scene is set in an industrial railway environment with overhead power lines and a signal post. The text is overlaid in white on a semi-transparent dark background.

Infrastruktur und Framework
**Daten effizient aufbereiten und
bereitstellen**

Data & Analytics Platform (SBB/Datenlabor Fahrweg)



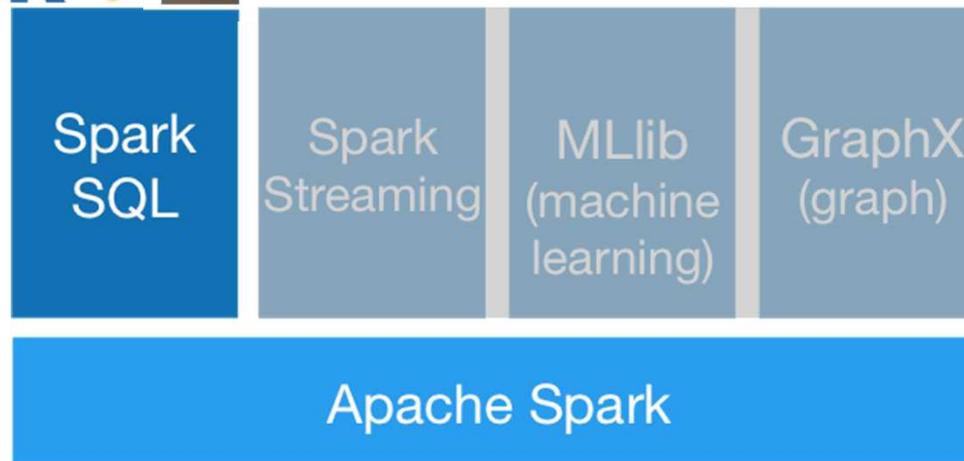
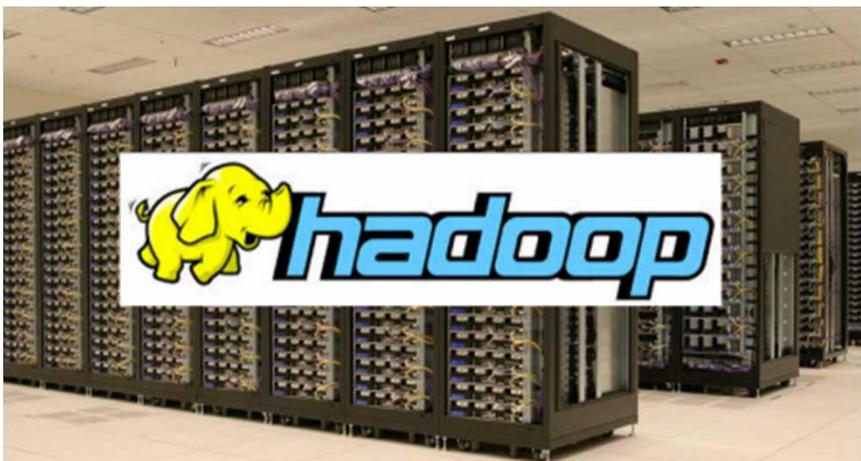
SPARK NOTEBOOK

Webbasiertes Data Science Tool
für Spark/Scala und Visualisierungen

SQL



cloudera



16 data-nodes, 420 computing cores
2TB RAM, 160TB Netto HDFS storage



Strukturierter Datalake
mit versionierten Daten der
relevanten Quellsysteme

Min. 80% des Aufwands ist Datenaufbereitung

March 2015

data preparation means:

- find data sources
- interpret, ingest, clean and harmonize data
- check data quality
- enhance data (sometimes with advanced algorithms)
- industrialize data feeds (keep data up-to-date)

March 2017

Mai 2017

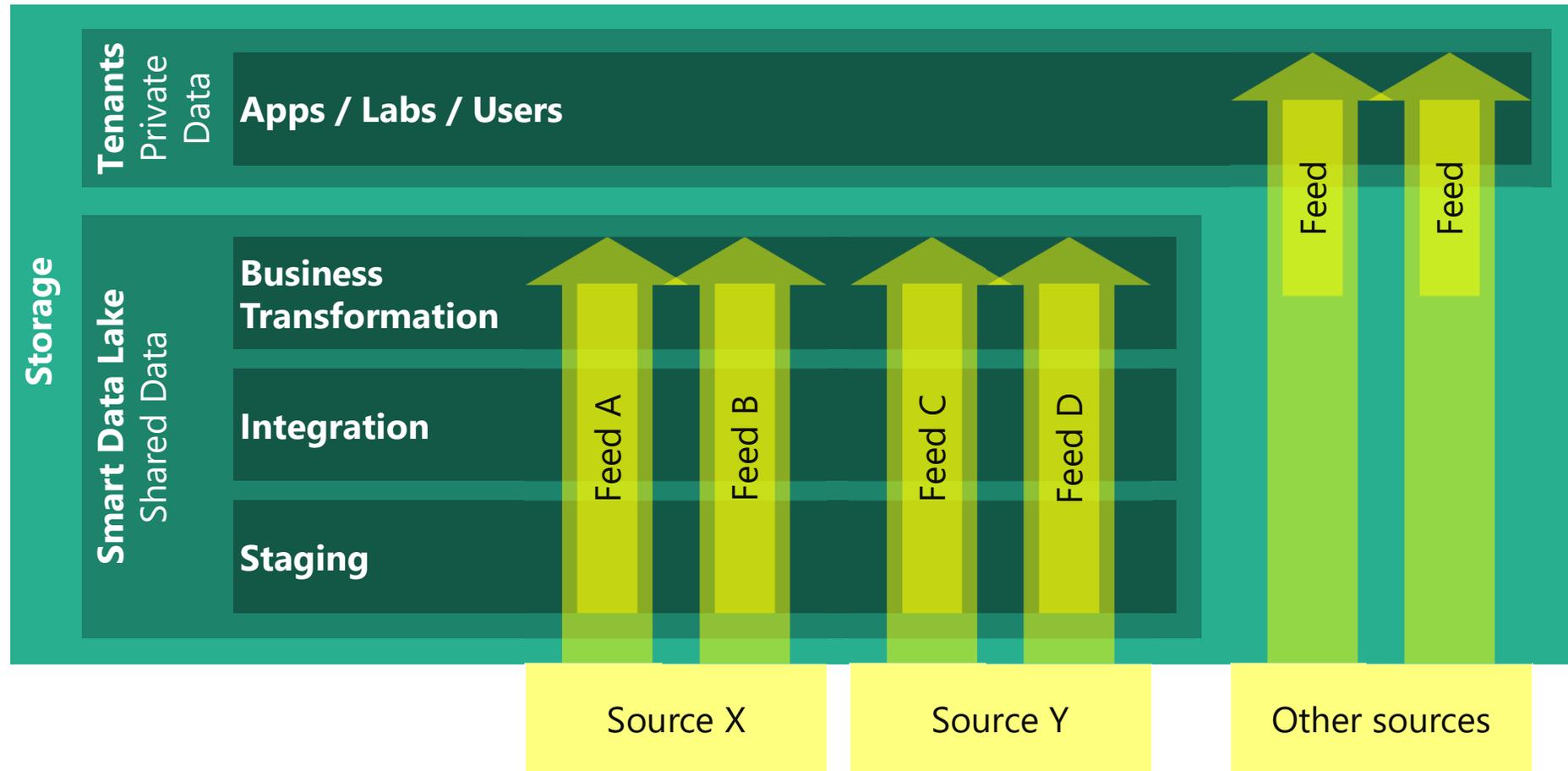
Data preparation

Data prepara

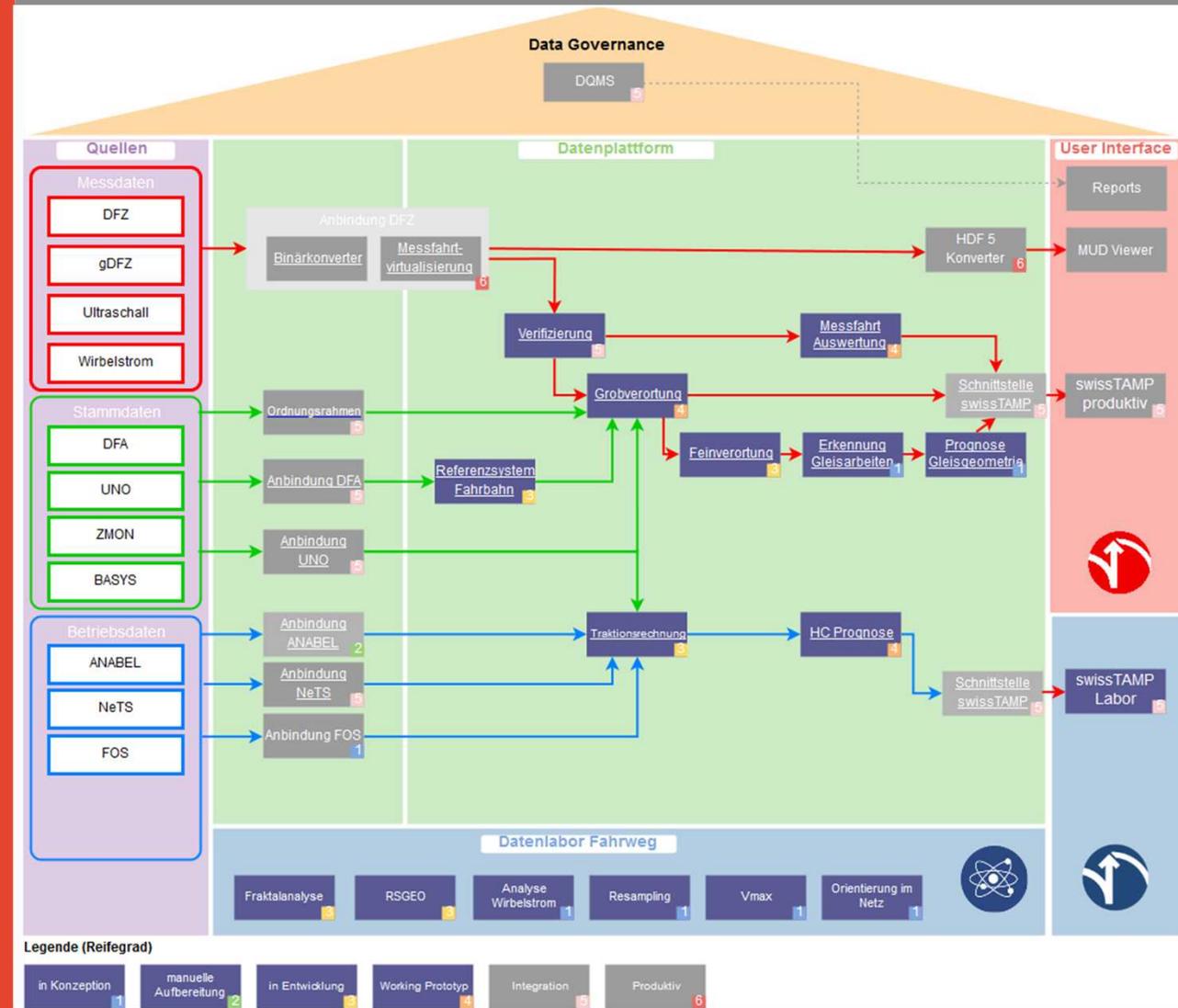
Data Science:

PoC for statistical prediction of defects done in 2 month.
Result where promising, but further data preparation is needed...

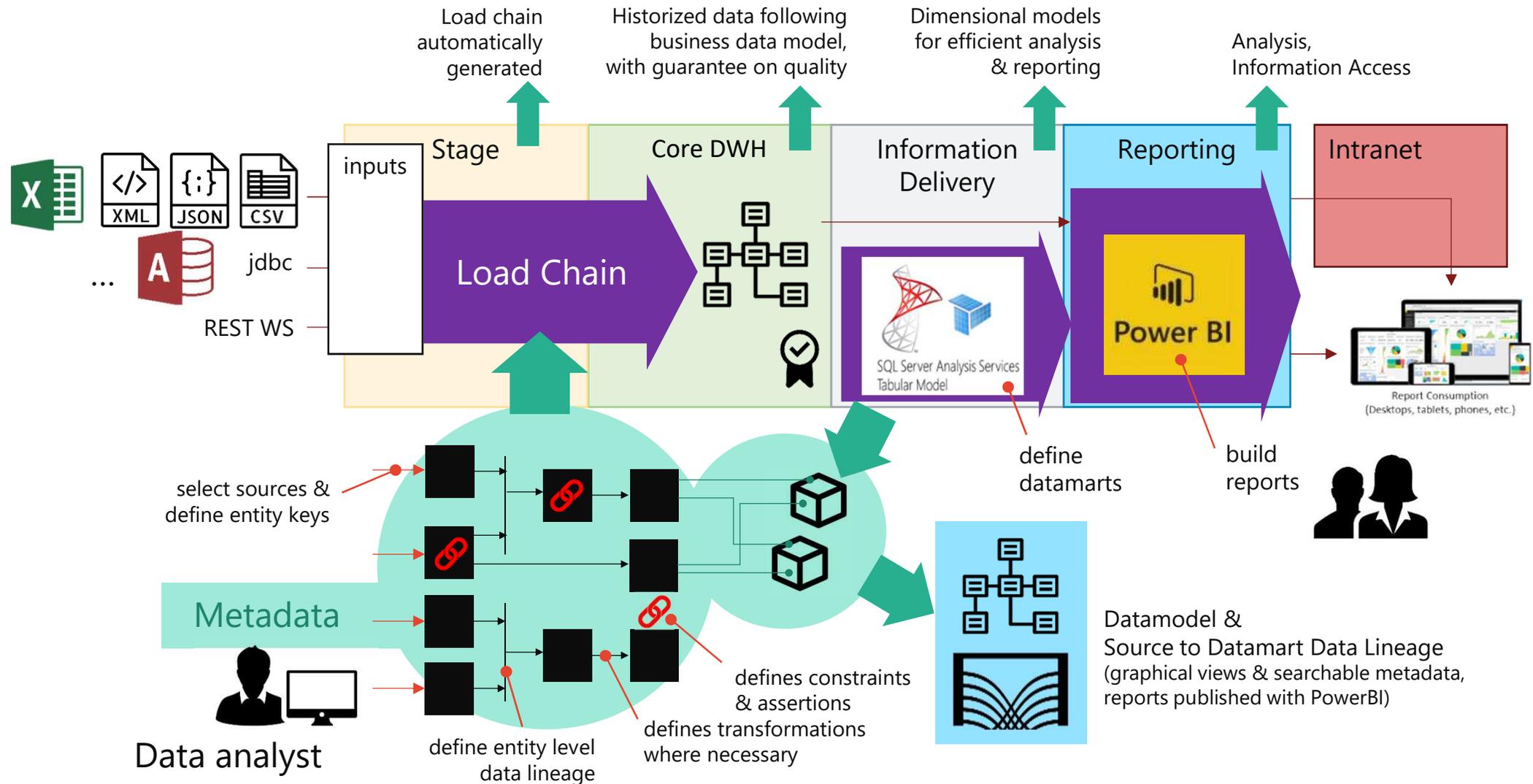
Aufbereitete Daten bereitstellen -> Smart Data Lake



Und wie können wir die Komplexität der Abhängigkeiten in den Griff bekommen?



Von DWH's lernen -> Automatisierung über Metadaten



Baustein Sourcing Framework: Automatisierung über Metadaten

Deklarativer meta-data getriebener ETL approach:
Beispiel Konfiguration vom SBB Sourcing Framework:
-> Hive Table lesen und nach JDBC schreiben.

```
feeds=[
  {
    name = test

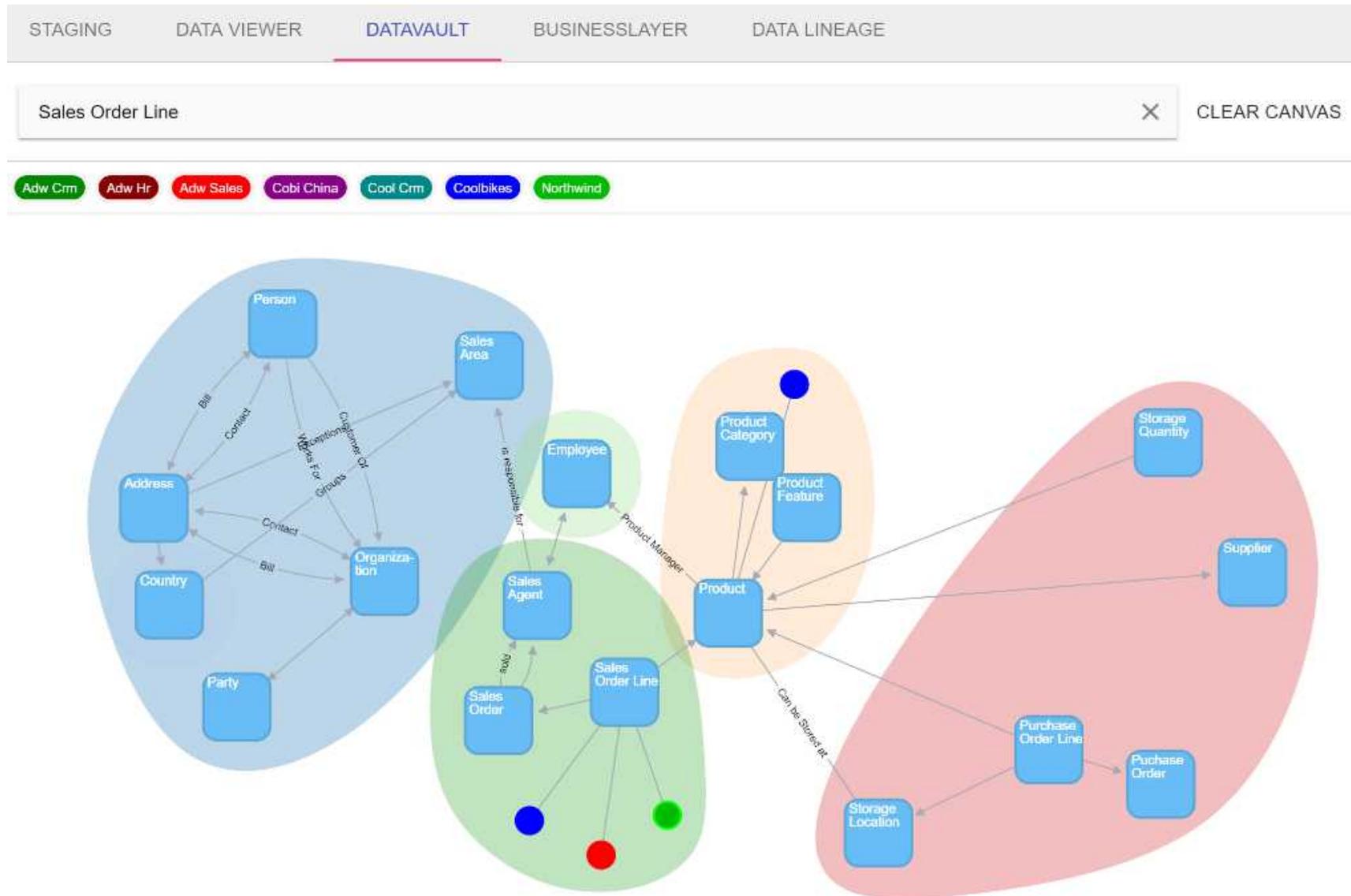
    input = [{
      type = hive
      db = app_datalake
      tables = [{name = btl_uno_h_gleiskante}]
    }]

    output = [{
      action {
        type = copy
        name = First
      }
      type = jdbc
      db = GSU_ANABEL
      tables = [{name = anabel_test}]
      jdbc-driver = oracle.jdbc.OracleDriver
      jdbc-url = "jdbc:oracle:thin:yyy/xxx@ (DESCRIPTION= (ADDRESS= (PROTOCOL=tc...)"
    }]
  }
]
```

SBB Sourcing Framework Features:

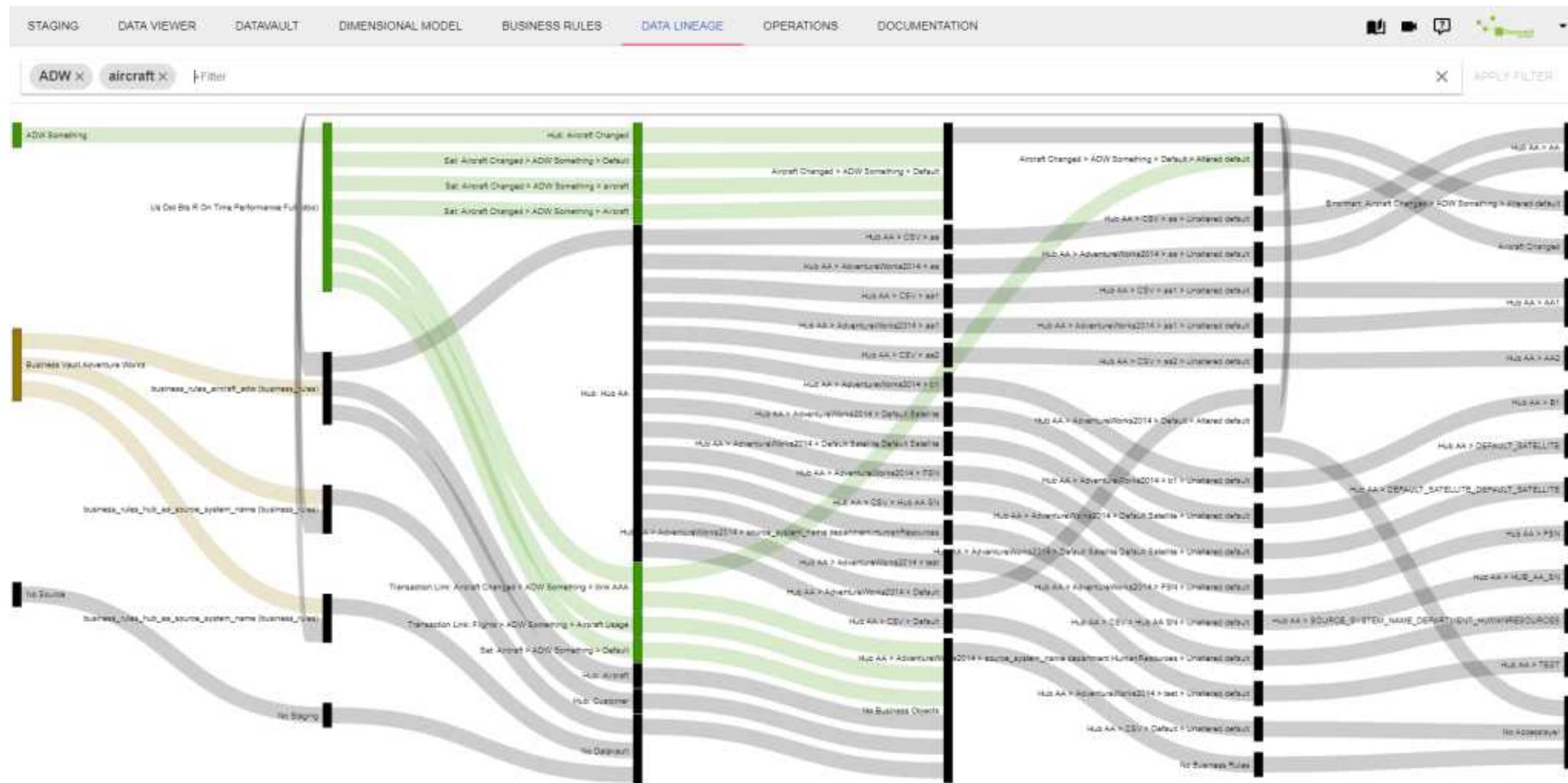
- Sources für JDBC, Webservice, MQ, CSV, Excel...
- Generic Actions für Historization, Deduplication
- Hooks für Custom Logic
- Schema Evolution
- Security (Kerberos, ACL's)

[Future] Baustein «Data Catalog» -> Self-service



Screenshot from Data Vault Builder

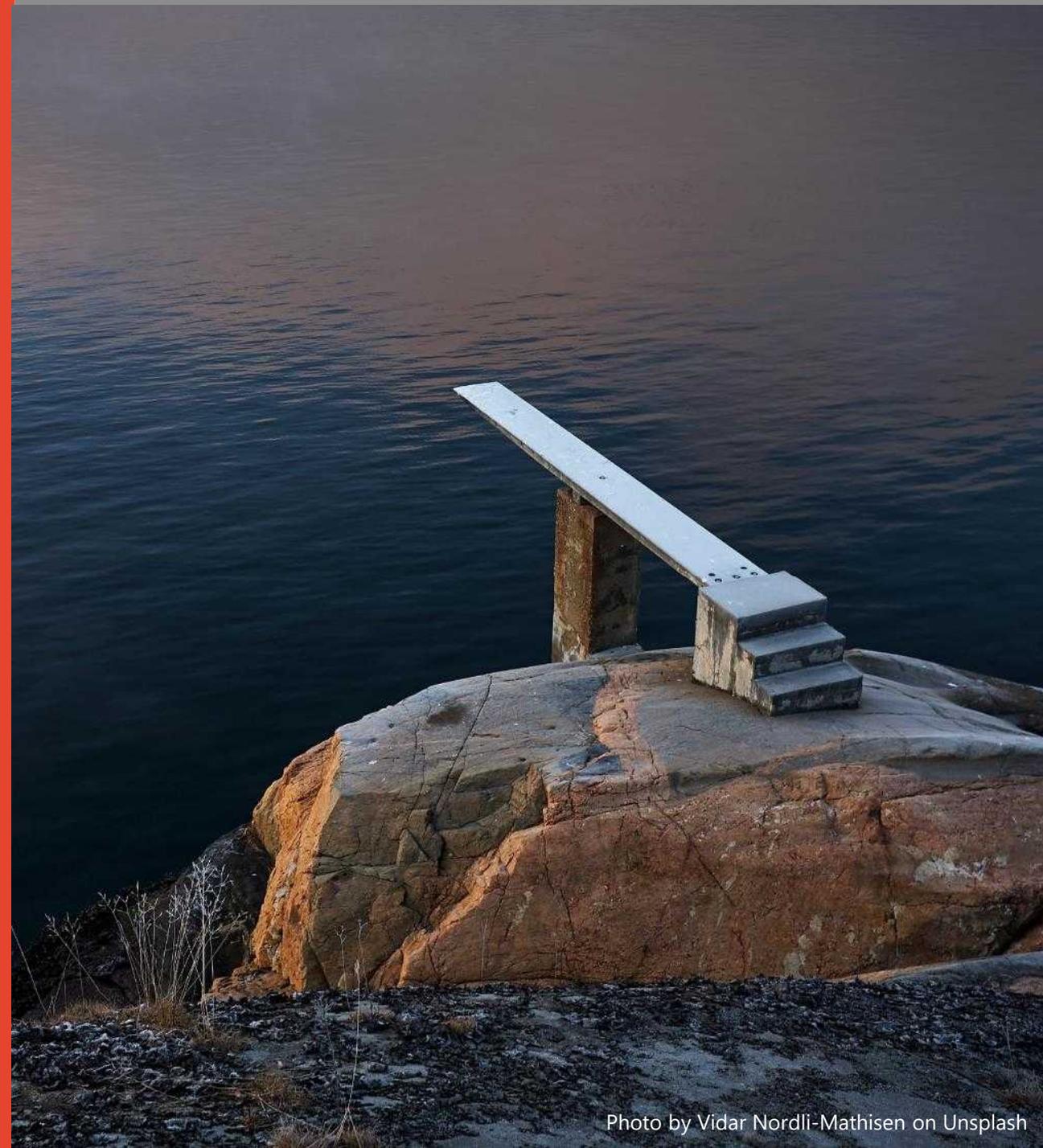
[Future] Baustein «Workflow, Lineage und Überwachung» -> effizienter Betrieb



Screenshot from Datavault Builder

Smart Data Lake Builder

ELCA & SBB-IT überlegen sich, das Smart Data Lake Framework als **Open Source** zu veröffentlichen und gemeinsam weiter zu entwickeln.





Fazit

Komplexität erkennen und managen

Abhängigkeit von Stammdaten und deren Qualität berücksichtigen – und investieren

Produktiv setzen herausfordernd – technologisch und organisatorisch

Leistungsfähige Plattform notwendig für Datenmenge und Berechnungen



Fragen?