

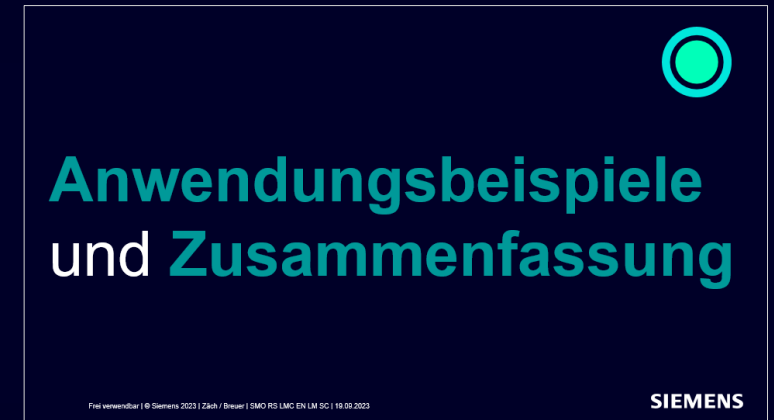
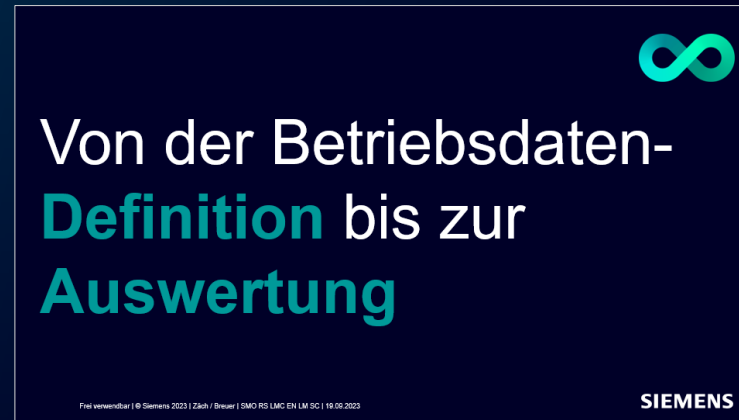
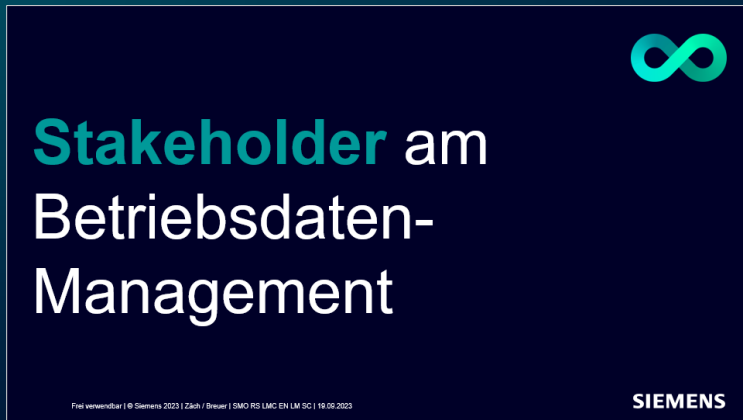
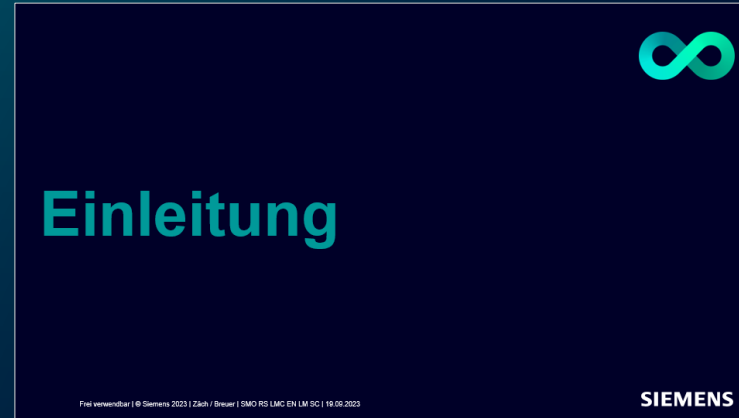
Betriebsdaten im Engineering Prozess – ein Erfahrungsbericht

48. Grazer Schienenfahrzeugtagung
17.-19. September 2023



Inhaltsverzeichnis

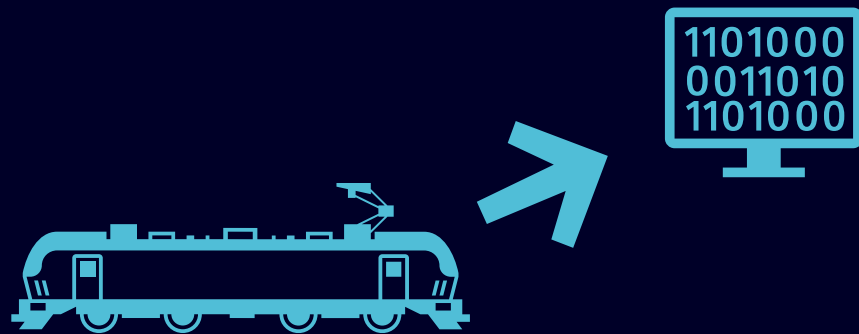
Zusammenfassungszoom





Einleitung

Definition des Begriffs Betriebsdaten im Kontext dieses Vortrags



Unter Betriebsdaten verstehen wir alle Daten, die von im Betrieb befindlichen Fahrzeugen erhoben werden

- Physikalische Größen
- Verbräuche
- Zählerstände
- Diagnosemeldungen

Betriebsdaten im Engineering Prozess

Übersicht

Bedeutung der Betriebsdaten von Schienenfahrzeugen

- Etabliert bei der Optimierung präventiver und korrektiver Instandhaltungs-Schritte
- Wichtiger Bestandteil der Kundenbetreuung und des zukünftigen (Smart-) Asset Management.

Verwendung von Betriebsdaten im Engineering Prozess

- Unterstützen des Betriebs der Fahrzeuge
- Ad-hoc Einsatz bei Störungen
- Generieren von Lastannahmen

Schwerpunkte der Tätigkeiten des Engineerings

- Liegen am Anfang und am Ende der Datenverarbeitungskette
- Engineering-Domainwissen ist wichtig, um den Informationsgehalt der Betriebsdaten korrekt zu interpretieren



Betriebsdaten- Management im **Internet of Things-Zeitalter**

Erhebung Betriebsdaten: Vor IoT-Welt

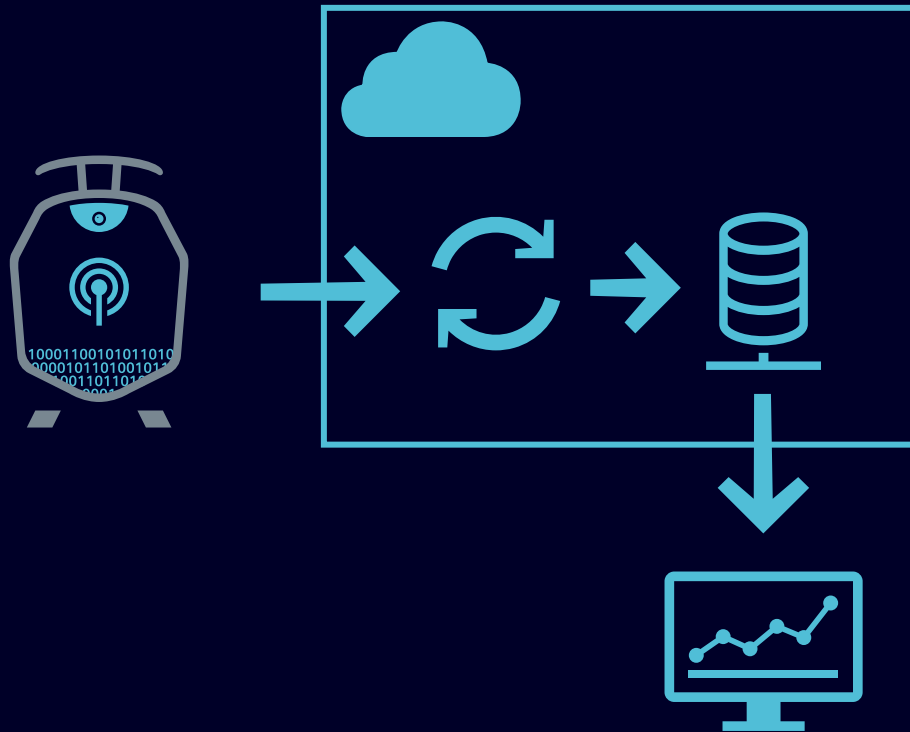
Erhebung nur bei Bedarf



- Mit spezieller Messtechnik instrumentierte Fahrzeuge
- Diagnose- und Betriebsdatenspeicher auf den Fahrzeugen
- Datentransfer durch Techniker auf dem Fahrzeug
- Datenspeicherung in der Hoheit der beteiligten Engineering-Abteilungen

Erhebung Betriebsdaten: IoT-Welt

Erhebung in einem ständigen Datenfluss



- Basis ist eine Cloud basierte IoT-Plattform
- Datenerhebung ständig, nicht mehr im Bedarfsfall
- Fahrzeug überträgt die gesammelten Daten mit einem Remote Data Access in die IoT-Plattform
- Jeder Datensatz durchläuft einen Inbound-Prozess
- Ablage der Betriebsdaten in einem Data Lake
- Zugriff auf Betriebsdaten erfordert entsprechende Tools



Stakeholder am Betriebsdaten- Management

Stakeholder

Übersicht

Die Betriebsdaten im Data Lake der IoT-Plattform können von allen Stakeholdergruppen genutzt werden

- Flottenmanagement der Betreiber
- Instandhaltung
- Inbetriebnahme
- Engineering
- Vertrieb

Jede dieser Stakeholdergruppen hat eine spezifische Sicht auf die Betriebsdaten

Diese Sichten beeinflussen

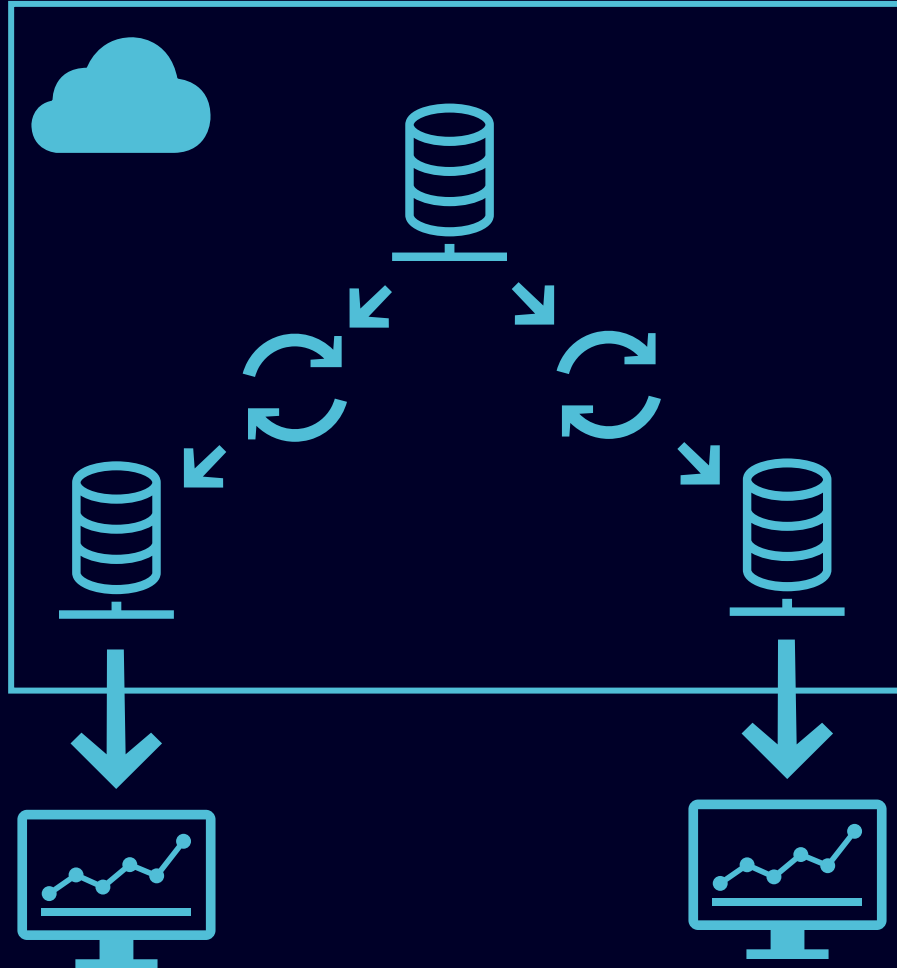
- Strategische Ausrichtung
- Technischen Anforderungen
- Operativen Betrieb

Die IoT-Plattform sollte die Anforderungen möglichst aller Stakeholder erfüllen

Aufgrund der Komplexität der IoT-Plattform ist der initiale Aufwand, eine solche Plattform zu erstellen, entsprechend hoch.

Unterschiedliche Anforderungen der Stakeholder

Beispiel Datenmodelle



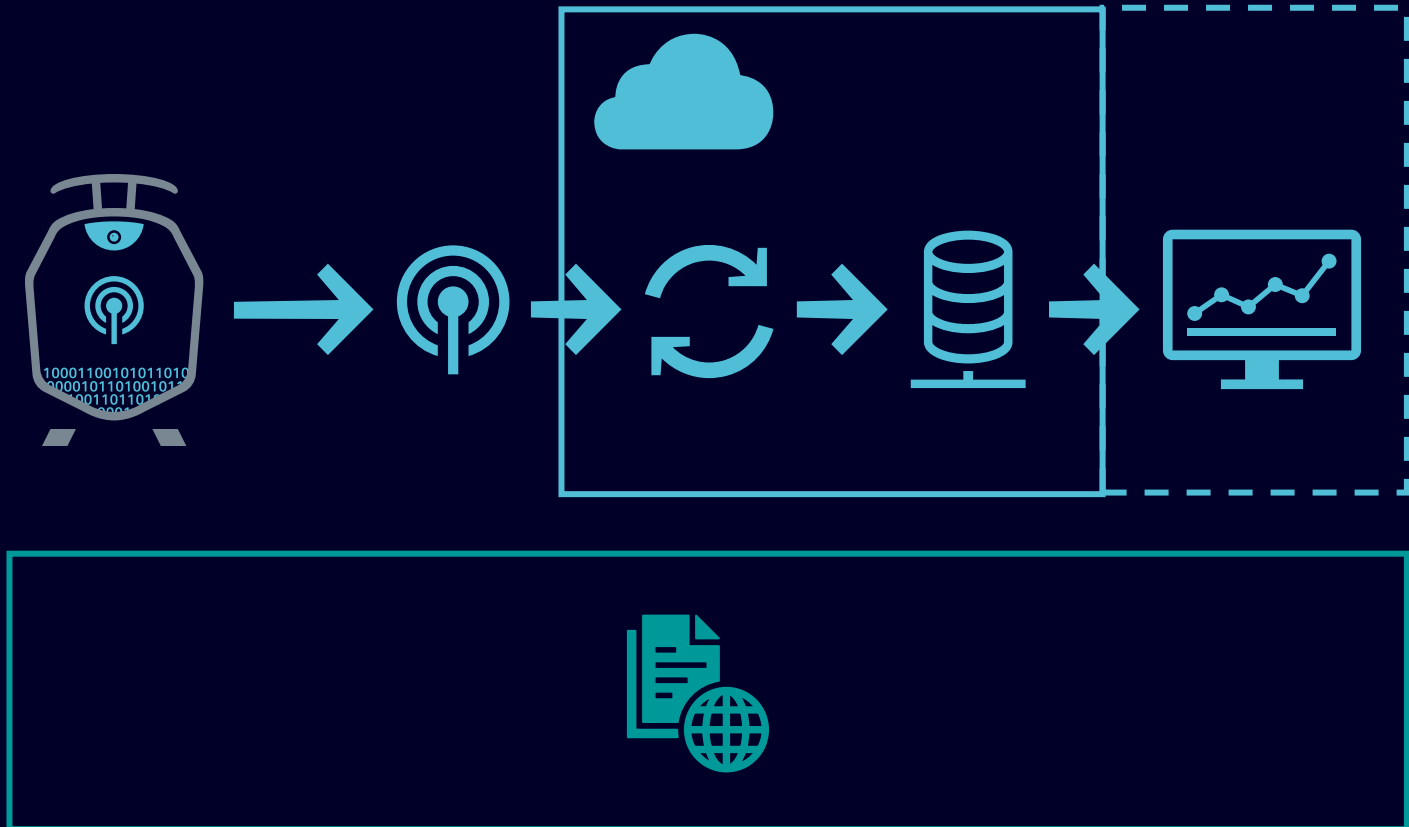
- Stakeholder aus dem Bereich der Instandhaltung haben tendenziell einen Analysebedarf über einen kurzen Zeitraum.
 - Hier eignet sich eine eventorientierte Datenstruktur.
- Stakeholder aus dem Bereich des Engineerings benötigen für ihre Analysen belastbare Ergebnisse meist einen Zeitraum von über einem Jahr.
 - Hierbei ist eine Zeitreihen-Datenarchitektur notwendig.

Der **Austausch** zwischen
den Stakeholdern und
ein **Verständnis** füreinander
ist essenziell.



Von der Betriebsdaten- **Definition** bis zur **Auswertung**

Kette des Betriebsdaten-Managements



Die Kette des Betriebsdaten-Managements umfasst folgende Elemente

- Datenbereitstellung
- Datenübertragung
- Datenverarbeitung
- Datenspeicherung
- Datenanalyse
- **Dokumentation**

Kernkomponenten für Betriebsdaten im Engineering Prozess

Datenbereitstellung, Datenanalyse und Dokumentation

Datenbereitstellung

- Datenquellen: virtuelle und physikalische Sensoren
- Datenvorverarbeitung / Edge-Computing
- Effektive Dateiformate für die Datenübertragung
- Konfigurierung der Datenübertragung
- Dokumentation basierend auf dem Domainwissen

Datenanalyse

- Einsatz des Domainwissen für eine effektive Datenanalyse
- Plausibilisieren der bereitgestellten Daten
- Monitoren der Informationsdichte der Betriebsdaten

Für den effektiv Einsatz der Betriebsdaten ist die Struktur der übertragenen Daten wichtig

- Abtastrate
- Auflösung
- Statistische Charakteristik: Momentan-, Mittel- oder Maximal-Werte, etc.

Essenzielle NebenkompONENTEN für Betriebsdaten im Engineering Prozess

Datenübertragung, Datenverarbeitung und Datenspeicherung

Datenübertragung

- Definition der Latenzzeit bis Daten vorliegen müssen
- Effektive Dateiformate, um das Datenvolumen in der Datenübertragung zu reduzieren

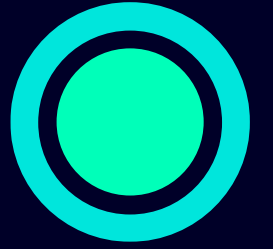
Datenverarbeitung

- Einsatz des Domainwissen für ein effektives Plausibilisieren
- Unterstützung bei der Aggregation von Daten
- Monitoren der Informationsdichte der Betriebsdaten

Datenspeicherung

- Datenmenge pro Auswertung
- Zugriffszeit
- Zugriffshäufigkeit

Für den effektiv Einsatz der Betriebsdaten ist ein passendes Datenmodell essenziell



Anwendungsbeispiele und Zusammenfassung

Unterstützen des Betriebs der Fahrzeuge, sowie Over-Engineering und Schäden zu verhindern, beziehungsweise zu beheben.

Over-Engineering und Betriebsfestigkeitsschäden

Entscheidend ist die Verwendung sicherer Lastannahmen.

Dabei reicht die Spanne der Komplexität von der Ermittlung von Schaltspielen bis hin zur Bestimmung schädigungsäquivalenter Lasten.

Etablierte Verfahren für die Ermittlung der Lastannahmen (z.B. Betriebsmessungen)

- Geringe Stichprobengröße
- Hohe Datenqualität
- Repräsentativen Betrieb auszuwählen ist eine Herausforderung

Ermittlung von Lastannahmen mit Betriebsdaten

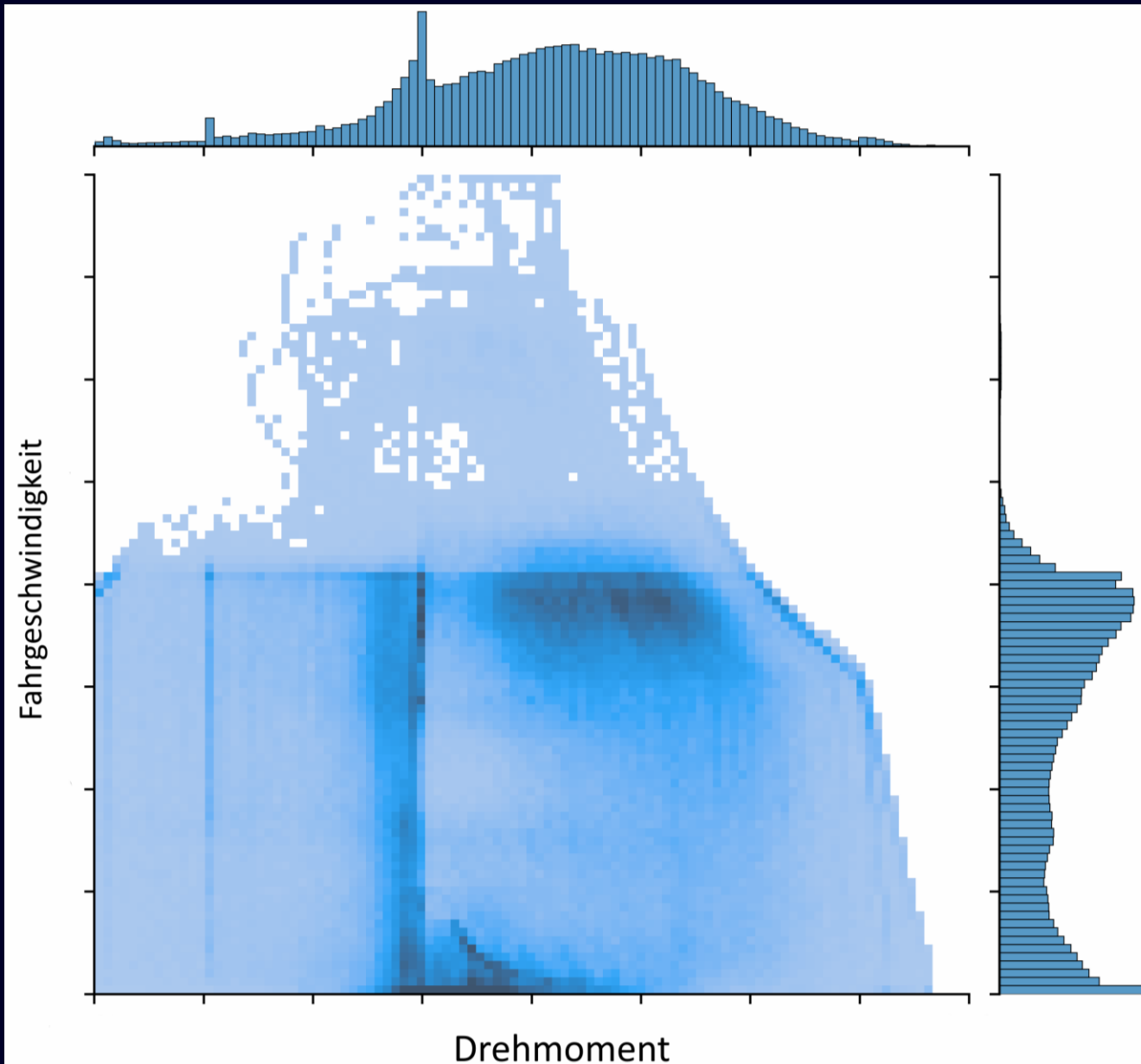
- Immens gesteigerter statistischer Aussagekraft
- Daten-Bereinigung und Plausibilisierung sind eine Herausforderung

Erfolgreicher Einsatz von Betriebsdaten zur Ermittlung von Lastannahmen

- Schaltspiele von elektrischen Schützen
- Analyse der Trafoöltemperatur
- Geschwindigkeitsverteilung
- Verteilung von Antriebsdrehmomenten
- Leistungsbedarf und Energiebedarf für die Transformation vom Dieselmotor hin zu Zero Emission Lösungen.

Häufigkeitsmuster der Korrelationen einzelner Größen oder der Kombinationen von Betriebszuständen über eine ganze Fahrzeugflotte

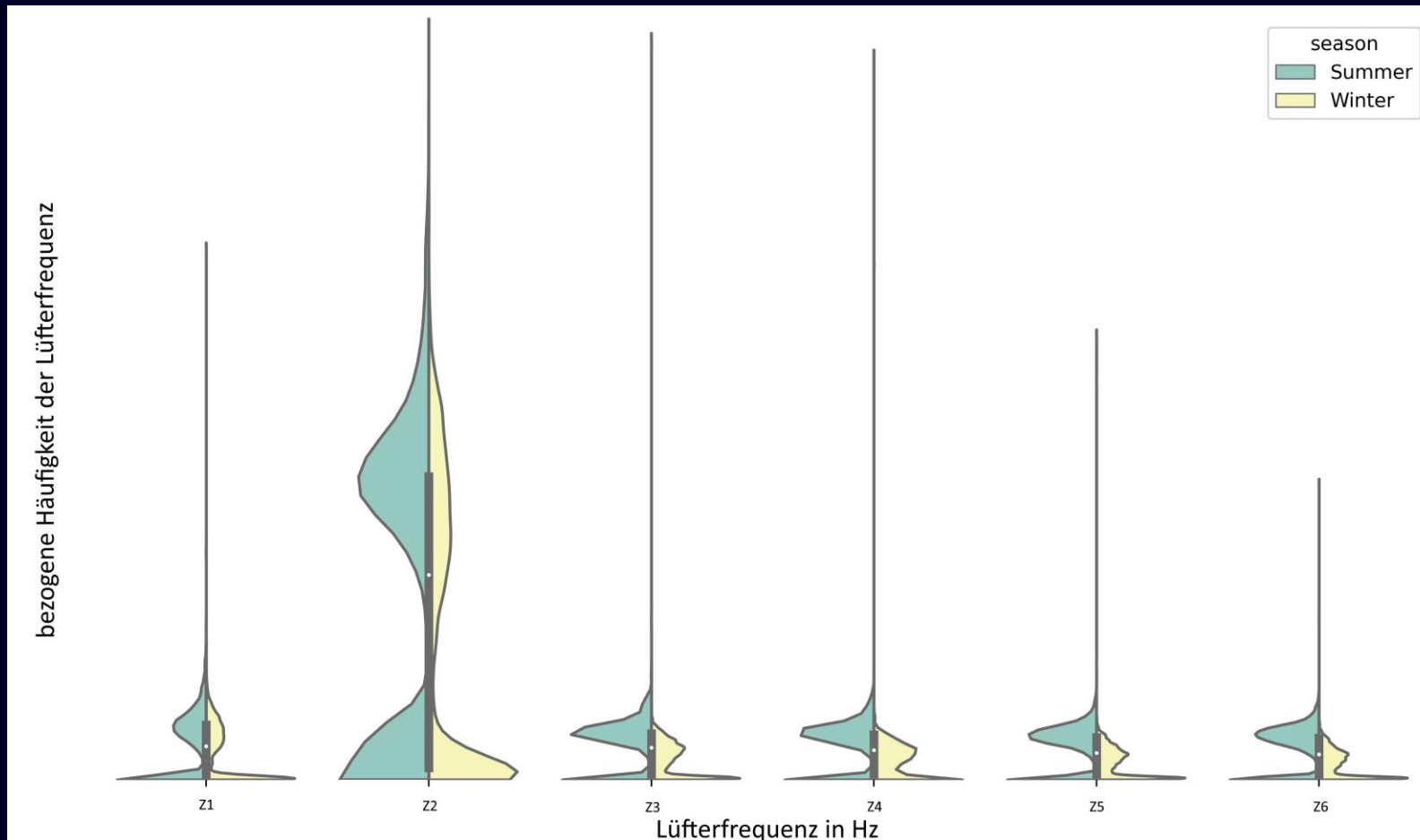
- Z.B. die Temperatur einer Komponente A in Abhängigkeit des Zustands der Komponente B
- Kombinationen von Betriebszuständen in statistisch relevanter Anzahl



Korrelation des Fahrmotor-Drehmoments mit der Fahrgeschwindigkeit

U.a. relevant für die Lagerbeanspruchung im Antriebsstrang

Zeitraum von 2 Jahren

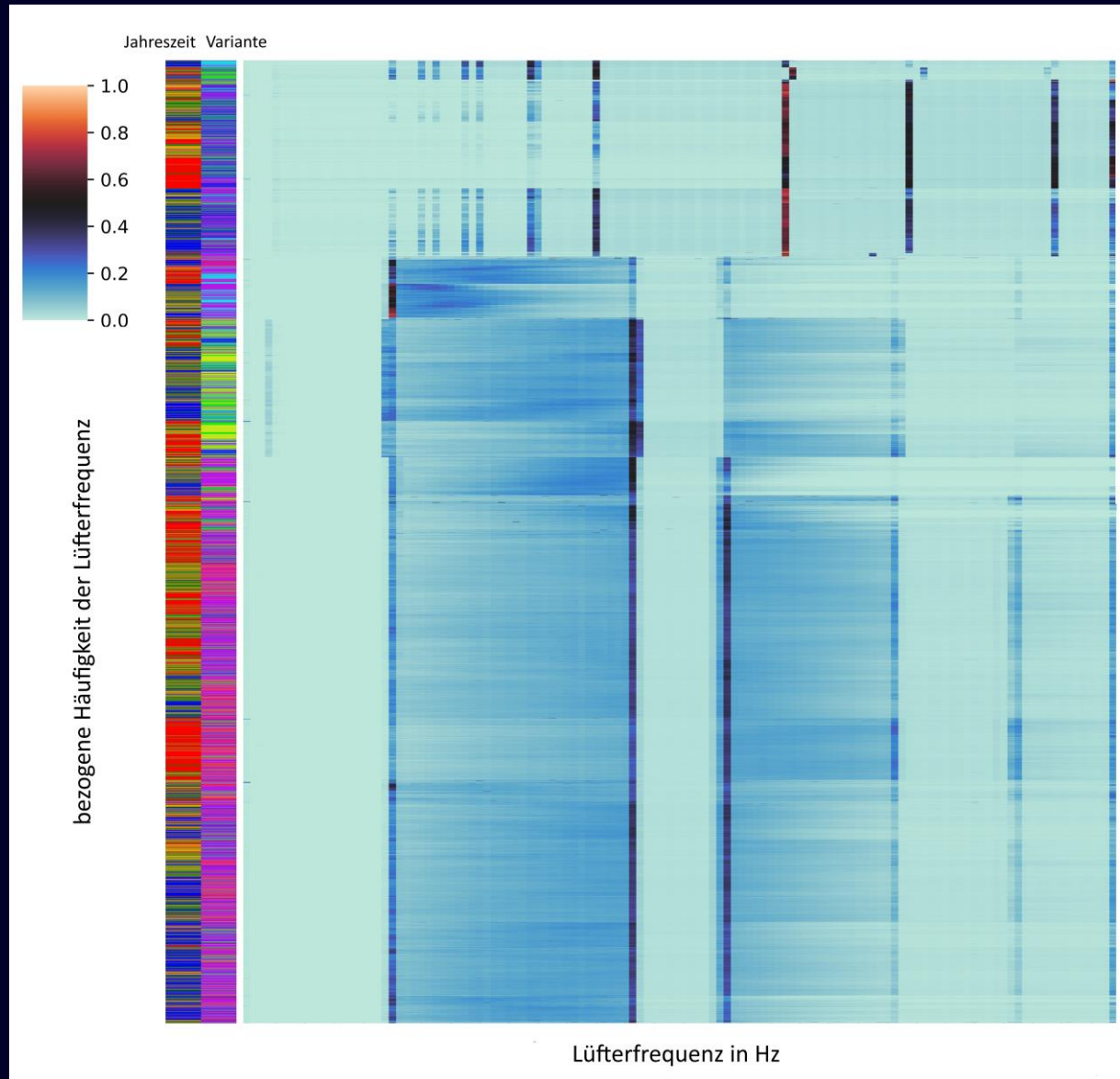


Frequenzvariabel betriebener Lüfter

Bezogene Betriebszeit der Lüfterfrequenzen in Abhängigkeit der Jahreszeit

Violine-Plots:

Kombination von Boxplot und Kernel Density Estimation



Frequenzvariabel betriebener Lüfter

Bezogene Betriebszeit der Lüfterfrequenzen in Abhängigkeit der Jahreszeit und der Variante des Fahrzeugs

Cluster-Map:
sortierte Heat-Map mit zusätzlichen Spalten für die kategorischen Variablen, "Jahreszeit" und "Variante"



Without data, you're just another person with an opinion.

W. Edwards Deming

Without an opinion, you're just another person with data.

Forbes, 15.03.2016

Zusammenfassung

High Level Ziel

Unterstützen des Betriebs der Fahrzeuge, sowie Over-Engineering und Schäden zu verhindern, beziehungsweise zu beheben.

Notwendige Randbedingung

Um Betriebsdaten im EN-Prozess sinnvoll zu nutzen, muss man sich als Engineering in die gesamte Kette des Betriebsdaten-Managements einbringen.

Möglichkeiten der IoT Welt

- Der Einfluss von Randbedingungen wie Jahreszeit, Strecke, Fahrzeugvariante kann durch statistische Analysen bewertet werden.
- In der Kombination von Komponenten Daten und kategorischen Variablen lassen sich Muster erkennen.
- Daten annähernd in Echtzeit verfügbar
→ Diagnose zeitnah möglich

Kontakt

Herausgeber: Siemens Mobility GmbH

Martin Zäch

System Engineer
SMO RS LMC EN LM SC
Krauss-Maffei-Str. 2
80997 Muenchen
Deutschland

Telefon +49 (172) 1575198

E-Mail martin.zach@siemens.com

Werner Breuer

Senior Principal Key Expert
SMO RS LMC EN LM SC
Krauss-Maffei-Str. 2
80997 Muenchen
Deutschland

Telefon +49 (172) 8147128

E-Mail werner.breuer@siemens.com