HERRENKNECHT
Tunnelling Systems

BUSINESS ANALYTICS DAY 2025

ZUSTANDSÜBERWACHUNG VON SLURRY-PUMPEN

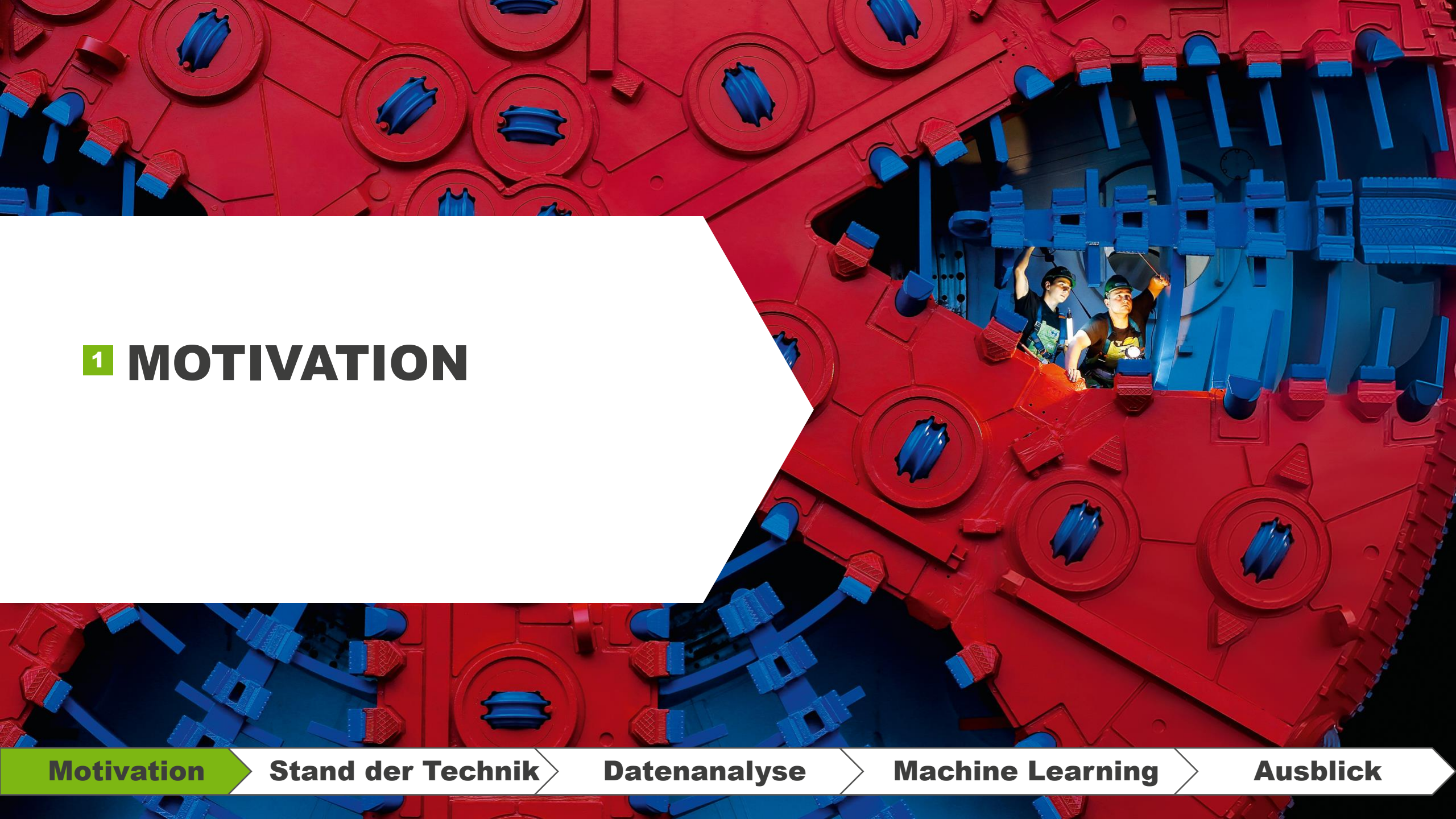
Karlsruhe, 21.05.2025, Maximilian Müllerleile

İSTANBUL BOĞAZI KARAYOLU TÜP GEÇİŞİ PROJESİ
ISTANBUL STRAIT ROAD TUBE CROSSING PROJECT
AYGM
Avrasya TÜNELİ
yapı merkezi
SK E&C
JOSEPH PARIS
140T

TECH

İSTANBUL BOĞAZI KARAYOLU TÜP GEÇİŞİ PROJESİ
ISTANBUL STRAIT ROAD TUBE CROSSING PROJECT
AYGM
Avrasya TÜNELİ
yapı merkezi
SK E&C
JOSEPH PARIS
140T

SLURRY PUMPEN



1 MOTIVATION

Projektbezogene Forschungsfrage

MOTIVATION

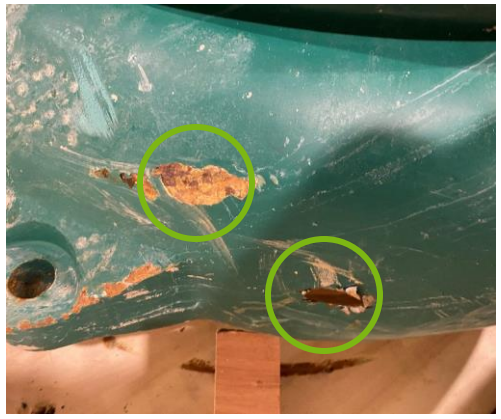
Ungewöhnlich hoher Verschleiß an verschiedenen Pumpen

- Ungeplante Stillstände
- Hohe Ausfallzeiten
- Unerwartet hohe Kosten

Gibt es in den Daten Hinweise auf den Verschleiß der Pumpen?

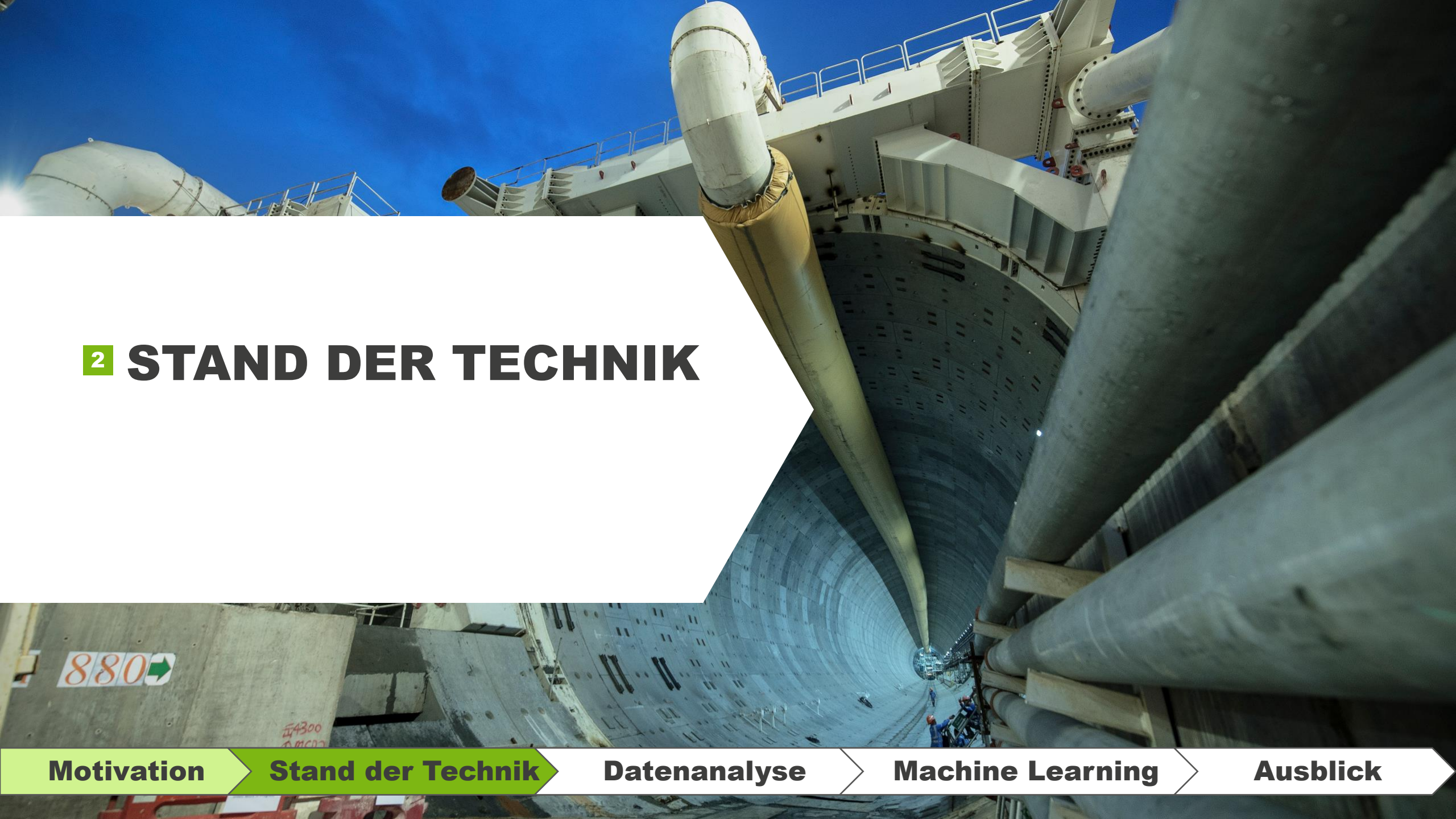
Kann man die Wartungsfenster optimieren und Stillstände reduzieren?

MOTIVATION



Innovation durch sensorgetriebene Lösungen

HERRENKNECHT CONNECTED



2 STAND DER TECHNIK

Überblick

STAND DER TECHNIK

Kategorie	Warman NEXT Platform	Krebs Smart Pumps SiteConnect	KSB Guard
Sensorik	› Sensor-Kits	› Bestehende Sensoren einbinden	› Sensor-Kits
Zugriff	› Web-Portal	› App	› Web-Portal
Inhalt	› Echtzeit Zustandsüberwachung, Performance, Empfehlungen	› Echtzeit Betriebsdaten	› Echtzeit Betriebsdaten
Zusatz	› Dokumentation, Verschleißerkennung	› Live Warnhinweise	› Live Warnhinweise
Beratung	› Optional: Unterstützung und Empfehlung durch Experten	› Interpretation von Fehlern	› Interpretation von Fehlern

intelligent

Zusammenfassung

STAND DER TECHNIK

Warman bietet die beste Lösung für Herrenknecht.

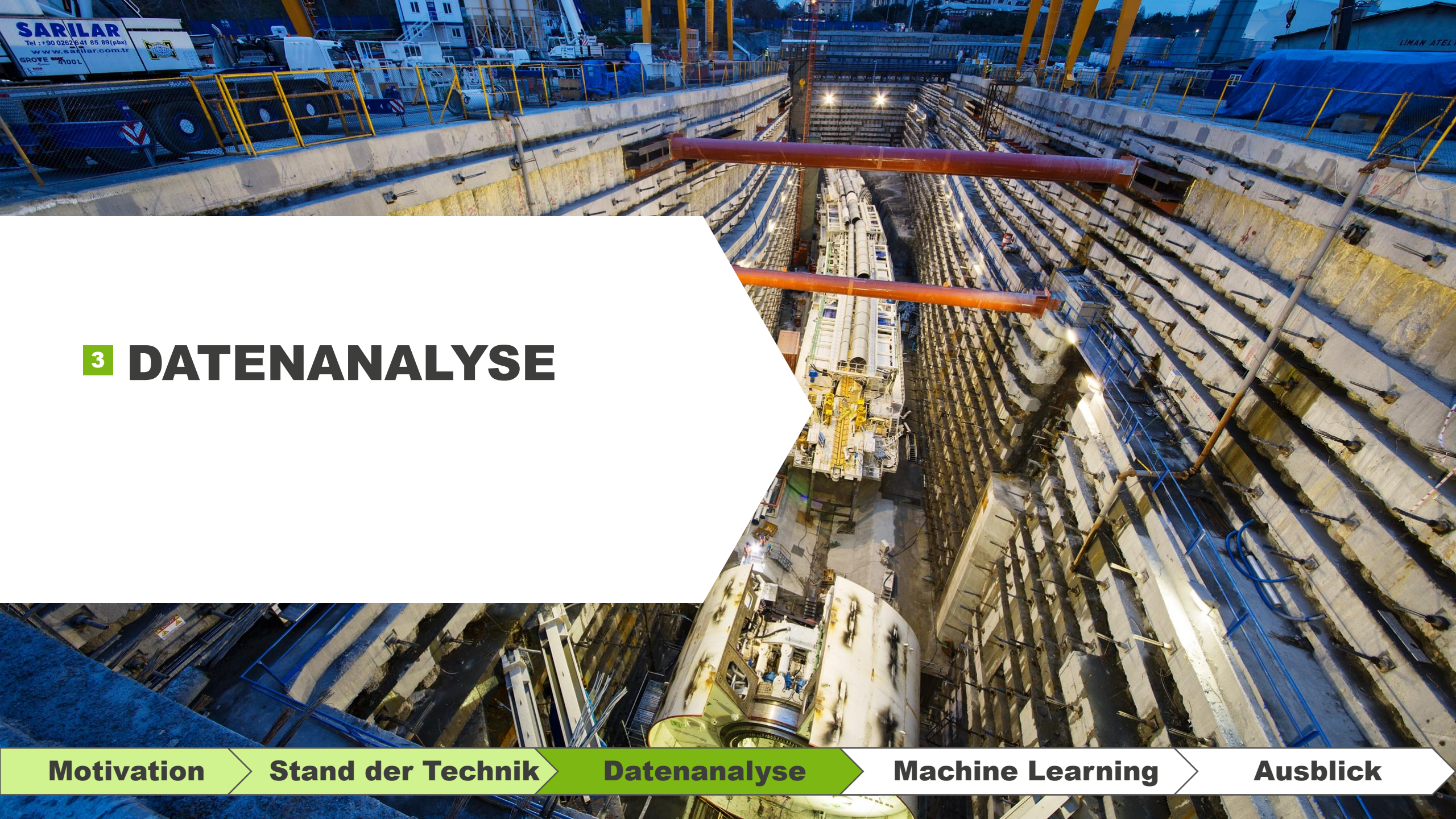
Man kann baldige Ausfälle erkennen.

Es müssen zusätzlich neue Sensoren gekauft werden.

Detektionsmöglichkeiten:

- Verschleiß an den Stopfbuchspackungen (Lagertemperatur)
- Unwucht der Welle (Vibrationen an der Antriebswelle)

Das Produkt von Warman erfüllt unsere Anforderungen nicht.

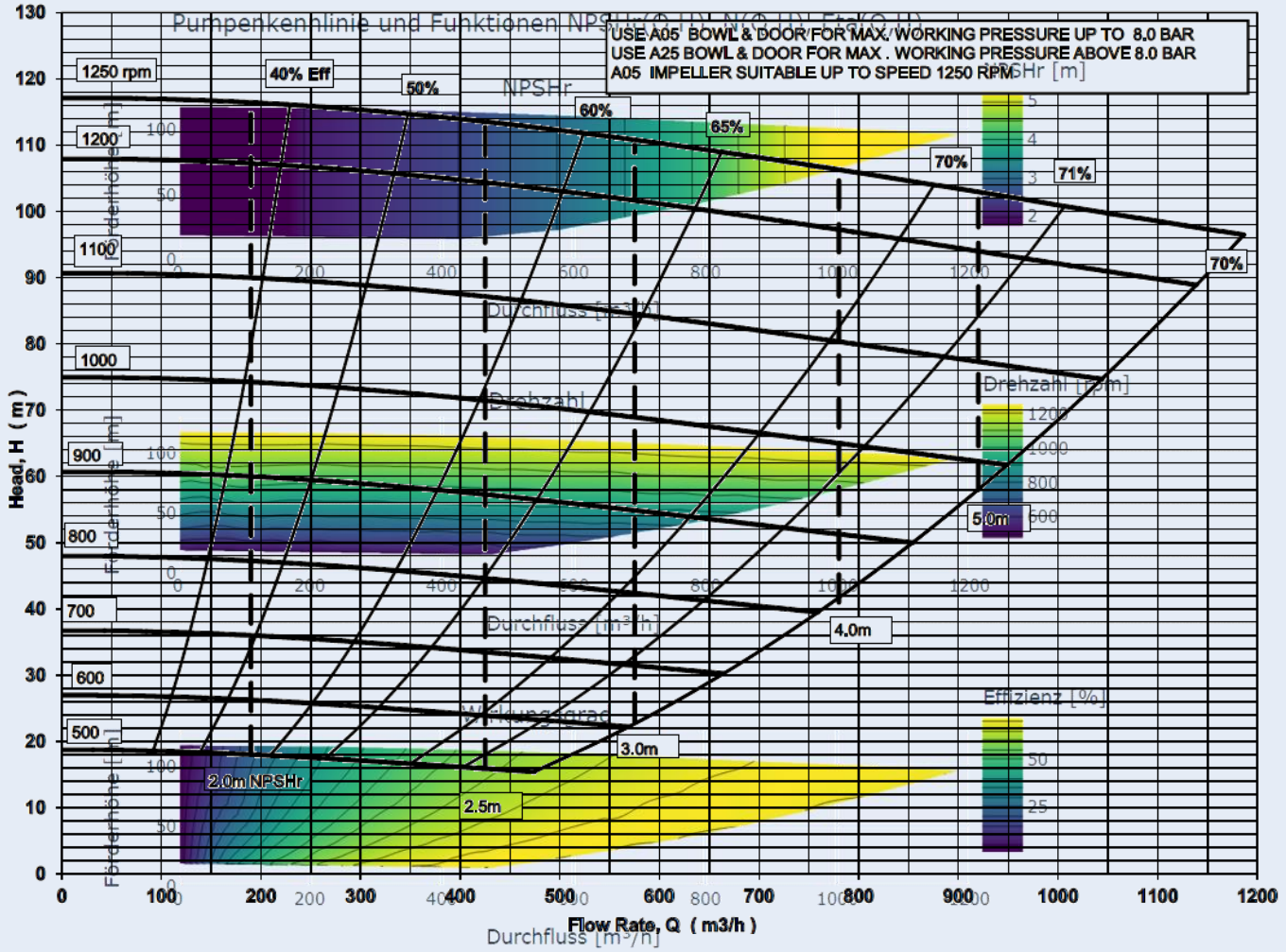


3 DATENANALYSE

HERRENKNECHT

Digitalisierung der Funktionszusammenhänge NPSHr(Q,H), N(Q,H), η(Q,H)

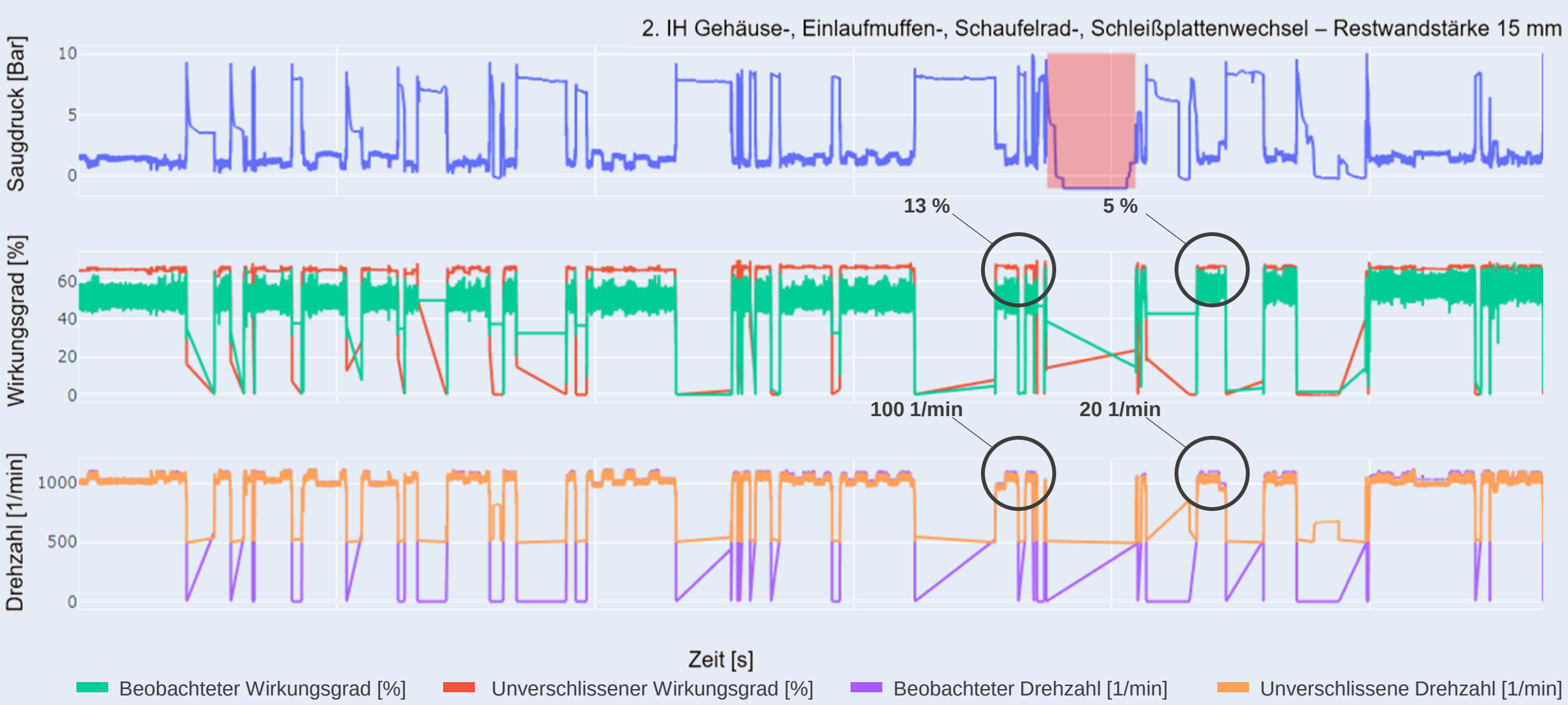
PUMPENKENNLINIEN



Digitalisierte Funktionszusammenhänge am BOP für die Kavitation, „unverschlissene Drehzahl“ und den „unverschlissenen Wirkungsgrad“.

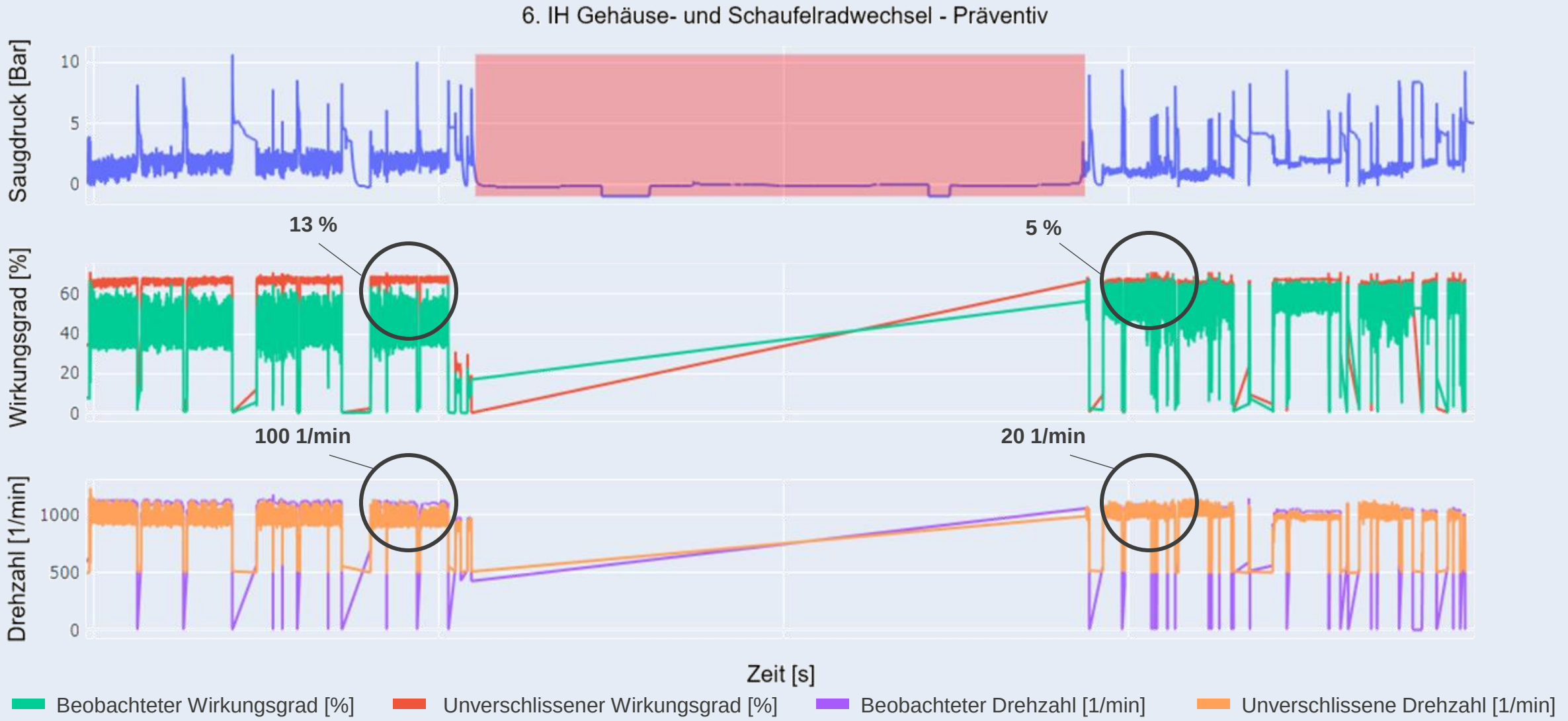
Ergebnis Datenanalyse

BEISPIELZEITREIHE NR. 1



Ergebnis Datenanalyse

BEISPIELZEITREIHE NR. 2



Zusammenfassung

DATENANALYSE

Die Wirkungsgrade und Drehzahlen der Pumpe geben Aufschluss über den Zustand der Pumpe (gut/schlecht).

Fällt zusammen mit den Instandhaltungsfenstern.

Kann man mithilfe dieser Merkmale den Zustand und die Ausfallwahrscheinlichkeit der Pumpen vorhersagen?

4 MACHINE LEARNING

Inputs X

NEURONALES NETZ – ENTWURF

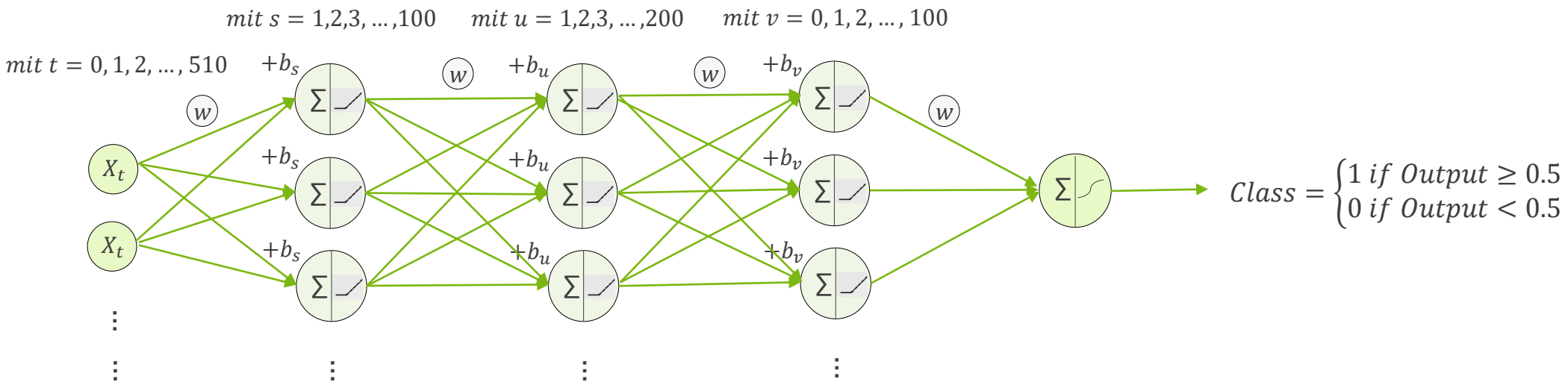
13 Sensoren/Parameter:

Beobachtete Drehzahl [1/min]
Beobachteter Wirkungsgrad [%]
Unverschlissene Drehzahl [1/min]
Unverschlissener Wirkungsgrad [%]
Differenz aus beobachtetem und unverschlissenem Wirkungsgrad [%]
Zeitänderung der aktiven Pumpe [s/dm]

Kumulierte Zeitintervalle [h]
Betriebslaufzeit Schaufelrad [h]
Betriebslaufzeit Schleißplatte [h]
Betriebslaufzeit Einlaufmuffe [h]
Betriebslaufzeit Pumpengehäuse [h]
Geförderte Massenänderung [t/dm]
Kumulierte geförderte Masse [t]

Multi Layer Perceptron

NEURONALES NETZ – ENTWURF



Input Layer | HL 1 | HL 2 | HL 3 | Output Layer | Klassifizierung

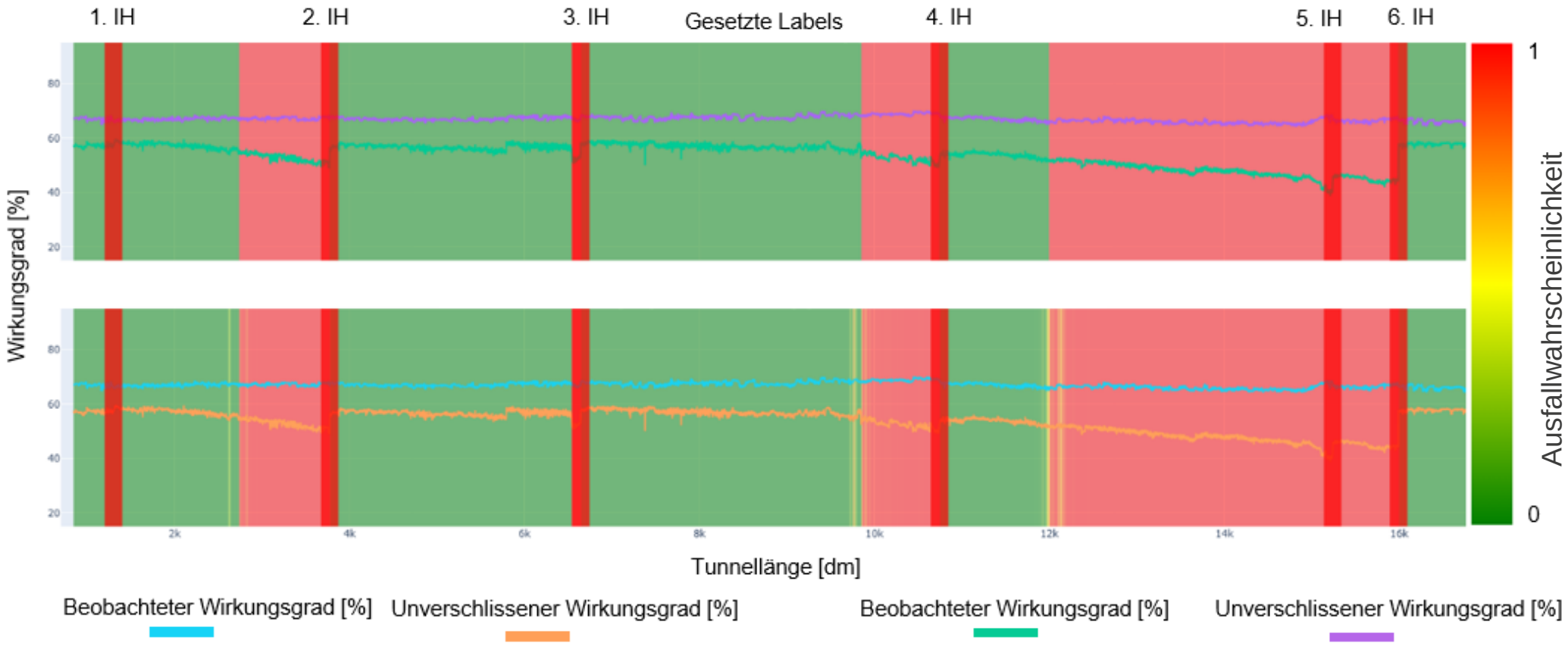
Multi Layer Perceptron

MODELLTRAINING

Training anhand der Daten der Pumpe 1
Hinzunahme des Pumpenprotokolls

„schlechte Pumpe“
„gute Pumpe“

99,55 %

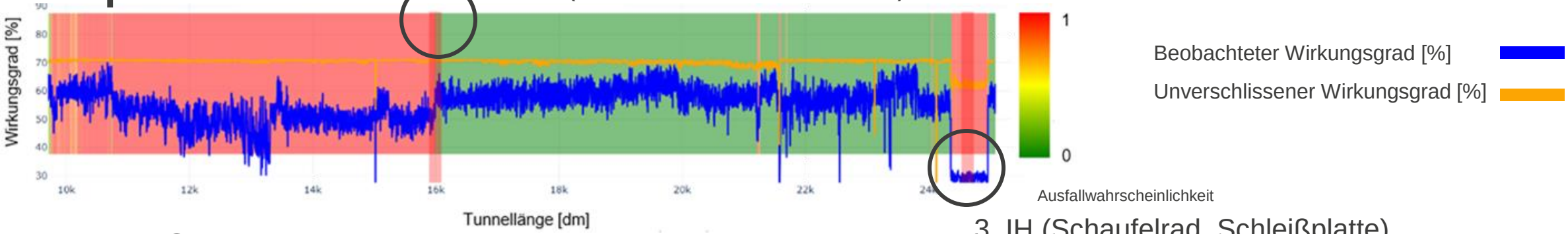


Multi Layer Perceptron – Prognose der Ausfallwahrscheinlichkeiten

ERGEBNIS

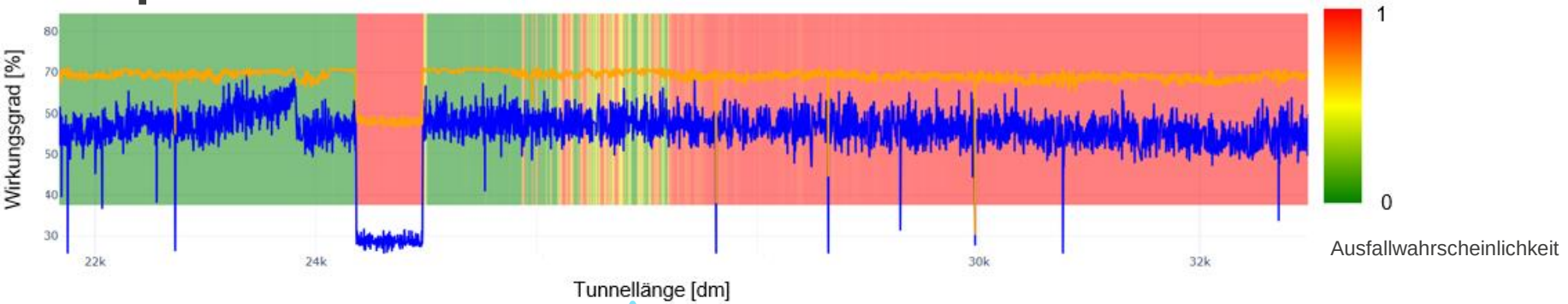
Pumpe 2

2. IH (Schaufelrad, Einlaufmuffe)



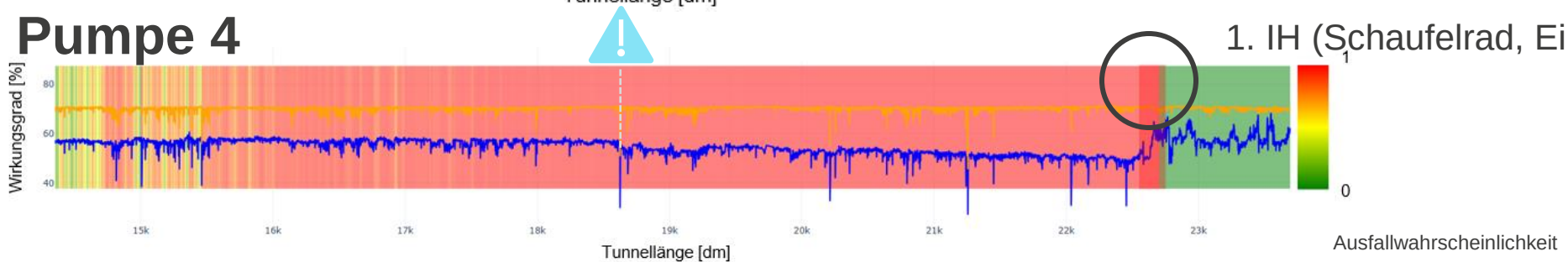
Pumpe 3

3. IH (Schaufelrad, Schleißplatte)



Pumpe 4

1. IH (Schaufelrad, Einlaufmuffe, Schleißplatte)



ERGEBNIS

Übertragbarer Algorithmus zur Prognose der Ausfallwahrscheinlichkeit der Pumpen gleichen Typs.
(Training anhand Pumpe 1, Übertragbarkeit getestet anhand Pumpe 2, Pumpe 3, Pumpe 4)

Theoretische Einsparung von Stillstandskosten durch Zusammenlegung der Instandhaltungen bei ausreichend Personenkapazität von **(103 h Stillstandszeit)**.

5 AUSBLICK

Die reaktive Instandhaltung mit der prädiktiven Instandhaltung ersetzen

AUSBLICK

01

Übertragbarkeit unterschiedlicher Pumpentypen

- Größen
- Einsatzgebiete
- Hersteller

02

Weitere Optimierungen

- Geologie
- Long Short Term Memory

03

CBM als Cloud-Lösung im HERRENKNECHT CONNECTED

- Wirkungsgrade
- Warnhinweise
- Wartungsprotokolle

04

CBM als Ampelsystem auf der Maschine

ALYSJ
DS002
HERRENKNECHT
NOCH FRAGEN?
VIELEN DANK FÜR DIE AUFMERKSAMKEIT!
ALYSJ
RAIL الريل
Accomplishing a Vision

MAXIMILIAN MÜLLERLEILE

Entwicklungsingenieur T&I Digital

Telefon: +49 176 192626219

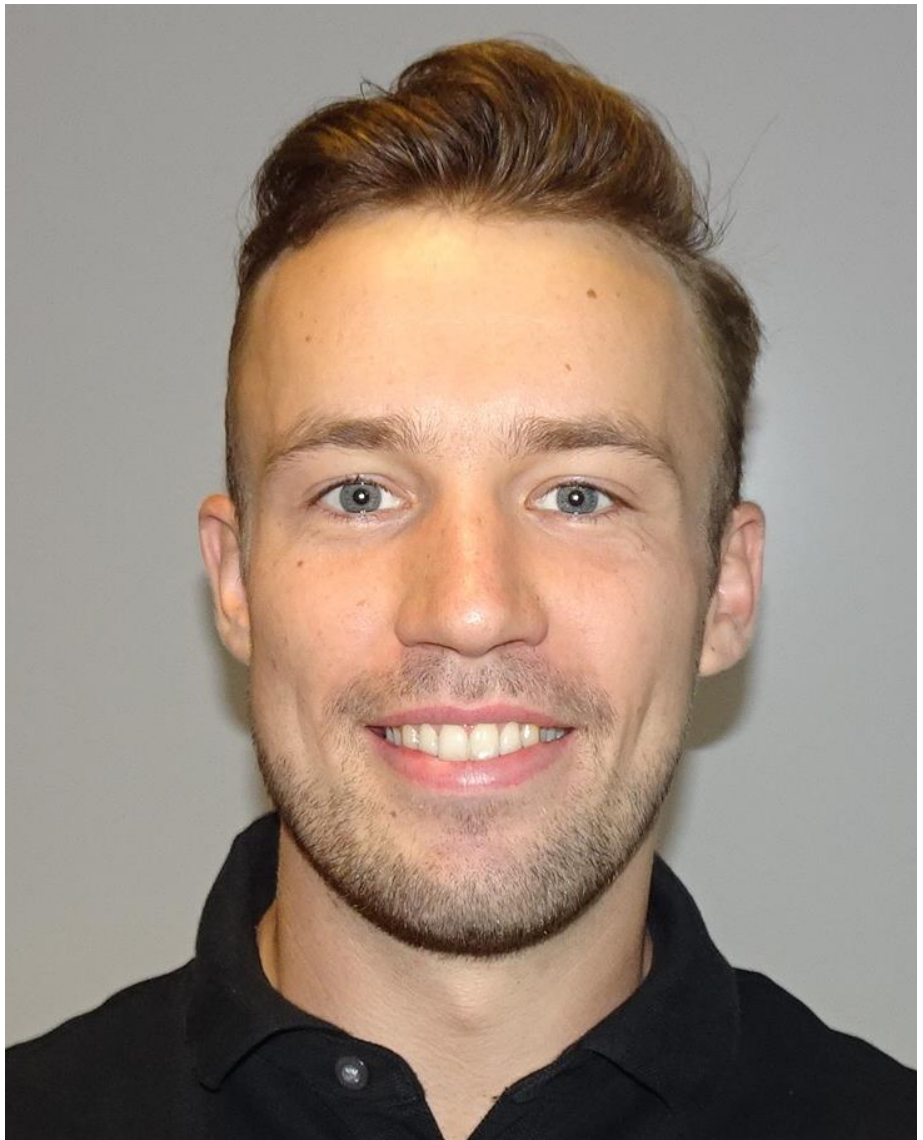
Mail: Muellerleile.Maximilian@herrenknecht.de

Herrenknecht AG

Schlehenweg 2

77963 Schwanau

Deutschland



HERRENKNECHT
Tunnelling Systems