

Analogue vs. digitale Welt, oder doch eher analoge & digitale Welt?

Möglichkeiten und Potenziale von Predictive Maintenance an
Wärmebehandlungsanlagen

Das Zeitalter der Digitalisierung

Innovationen verändern die Produktion



Das Zeitalter der Digitalisierung

Innovationen verändern die Produktion



Instandhaltung im digitalen Zeitalter

Rolle des Instandhalters

Die Rolle des Instandhalters hat sich verändert!

Mensch, Maschine und Prozesse stehen aufgrund der Digitalisierung im Wandel.



Steigende
Komplexität der
Maschinen/Anlagen



Fachkräftemangel

Informationsmangel

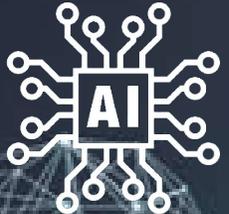


Steigende Vielfalt
an IH-Tätigkeiten



Umfassendes
Know-how





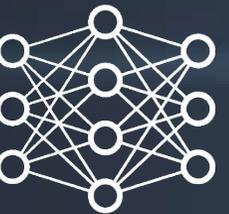
**KÜNSTLICHE
INTELLIGENZ**



**DIGITALE
ASSISTENZSYSTEME**



**PREDICTIVE
MAINTENANCE**



**MACHINE
LEARNING**



DIGITALISIERUNG



**Steigende
Komplexität der
Maschinen/Anlagen**



Informationsmangel



Fachkräftemangel

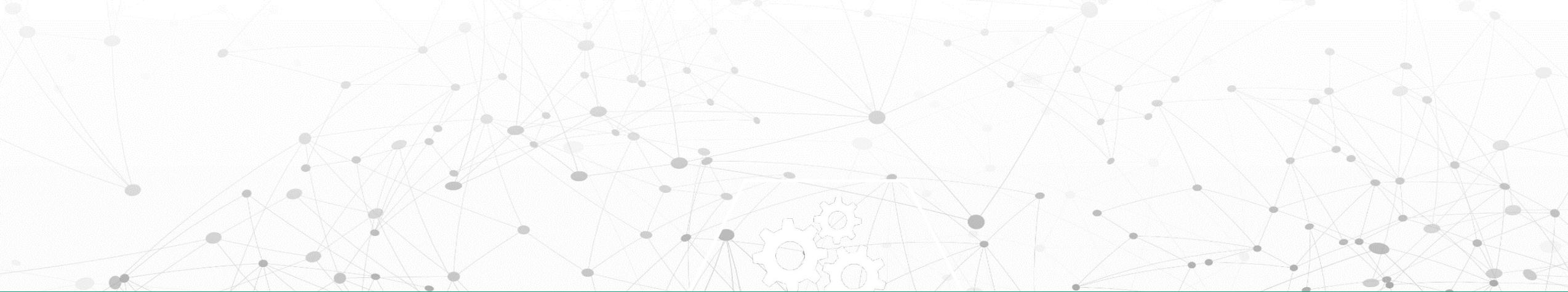


**Steigende Vielfalt
an IH-Tätigkeiten**



**Umfassendes
Know-how**





Was ist Künstliche Intelligenz?



Was ist Künstliche Intelligenz?

Vorstellung vs. Realität

Vorstellung



#MAGIC

Realität

```
from __future__ import absolute_import
from __future__ import division
from __future__ import print_function

# pylint: disable=g-bad-import-order
from tensorflow.python import pywrap_tensorflow # pylint: disable=unused-import

from tensorflow.python.util.lazy_loader import LazyLoader
contrib = LazyLoader('contrib', globals(), 'tensorflow.contrib')
del LazyLoader

from tensorflow.python.platform import flags # pylint: disable=g-import-not-at-top
from tensorflow.python.platform import app # pylint: disable=g-import-not-at-top
app.flags = flags

del absolute_import
del division
del print_function

# These symbols appear because we import the python package which
# in turn imports from tensorflow.core and tensorflow.python. They
# must come from this module. So python adds these symbols for the
# resolution to succeed.
# pylint: disable=undefined-variable
del python
+1 core
+int: enable=undefined-variable
```

vs.

#bad_data_quality

Künstliche Intelligenz ist kein Allheilmittel!
Die erfolgreiche Anwendung erfordert eine solide Datenbasis!

Was ist Künstliche Intelligenz?

Lernen aus (historischen) Daten



Frage: Wie viel Zeit (t) braucht ein fallendes Objekt, um von einer vorgegebenen Höhe (h) auf den Boden zu treffen?

Classical Simulation

1. Physikalische Gleichung

$$t = \sqrt{\frac{2h}{a}}$$

2. Gleichung wird für jede Höhe (h) neu berechnet.

Machine Learning

1. Historischer Datensatz

Time (t)	Height (h)
1.01s	5m
2.55s	32m
0.11s	0.06m
...	...

>mehrere hundert /
tausend relevante
Datenpunkte

2. Vorhersage mittels maschinellem Lernen.

Was ist Künstliche Intelligenz?

Lernen aus (historischen) Daten

ein "menschlicher" Experte sieht
100 Bilder pro Tag
500 Bilder pro Woche
25.000 Bilder pro Jahr
1.000.000 Bilder in 40 Jahren

ein menschlicher Experte wird
müde, abgelenkt, . . .

ein neuronales Netz benötigt
>10.000.000 Bilder zum Training

ein neuronales Netzwerk wird nie
müde, abgelenkt, . . .

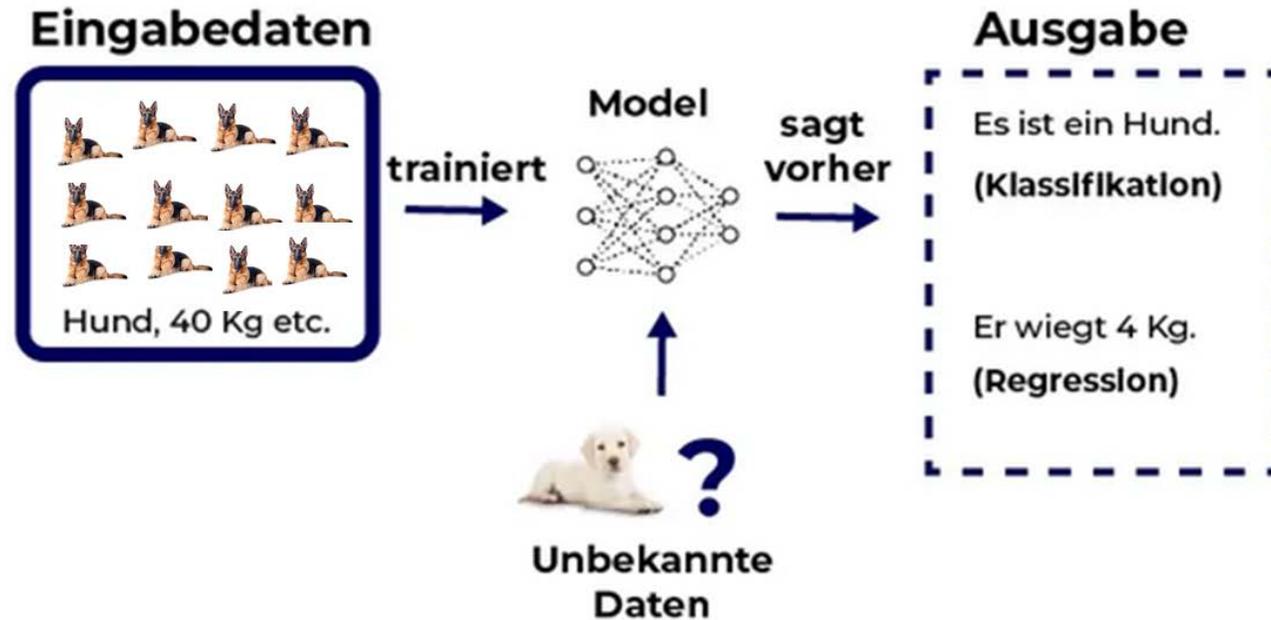
Was ist Künstliche Intelligenz?

Lernen aus (historischen) Daten



Frage: Um welches Tier handelt es sich und wie viel wiegt es?

>mehrere hundert /
tausend relevante
Datenpunkte



Machine Learning: die Verwendung von Algorithmen und Statistiken, die es einem Computer ermöglichen, eine bestimmte Aufgabe ohne ausdrückliche Anweisungen auszuführen.

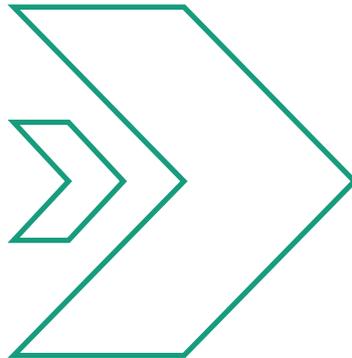


Was ist Predictive Maintenance?

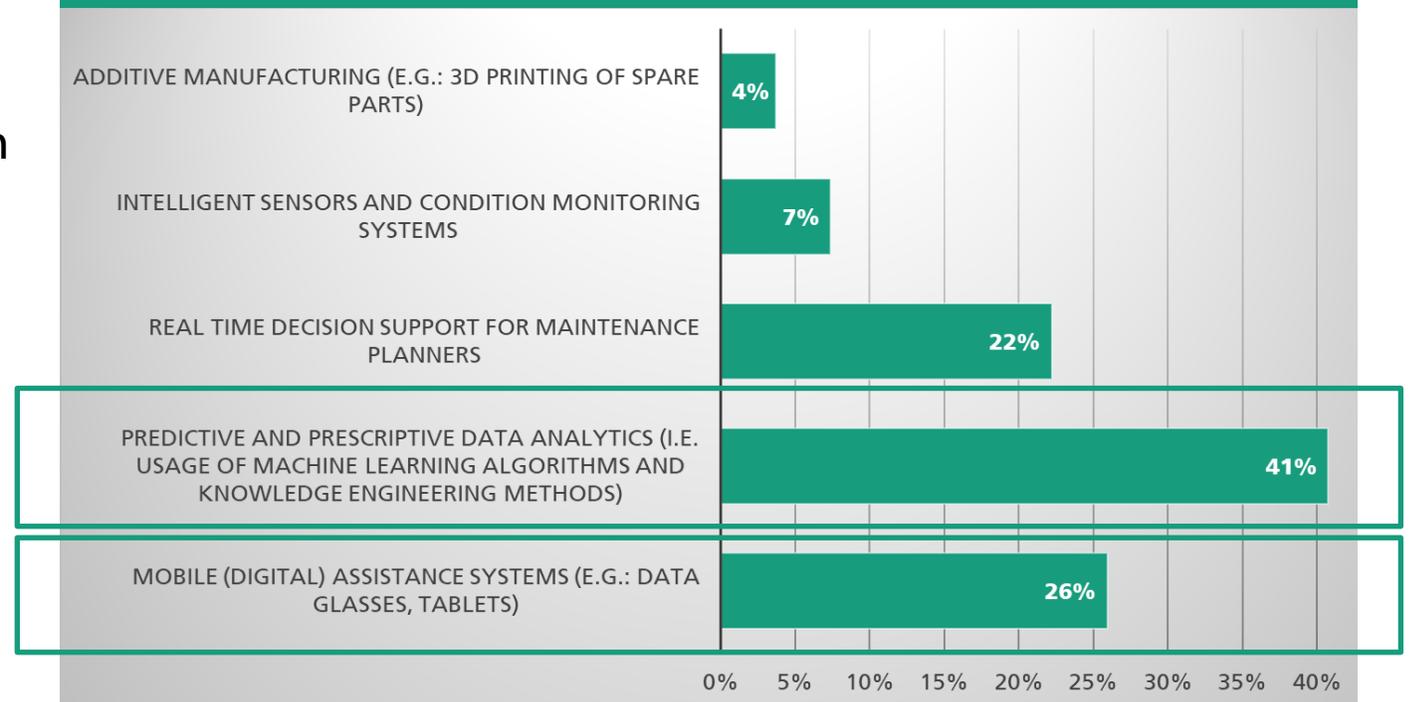
Instandhaltung im digitalen Zeitalter

Zukünftige Trends

Ziel ist die **Erhöhung** der **Anlagenverfügbarkeit, Flexibilität** und **Prozessstabilität** in der Produktion



Which of the following **methods or technologies** do you consider to be relevant to the field of maintenance?

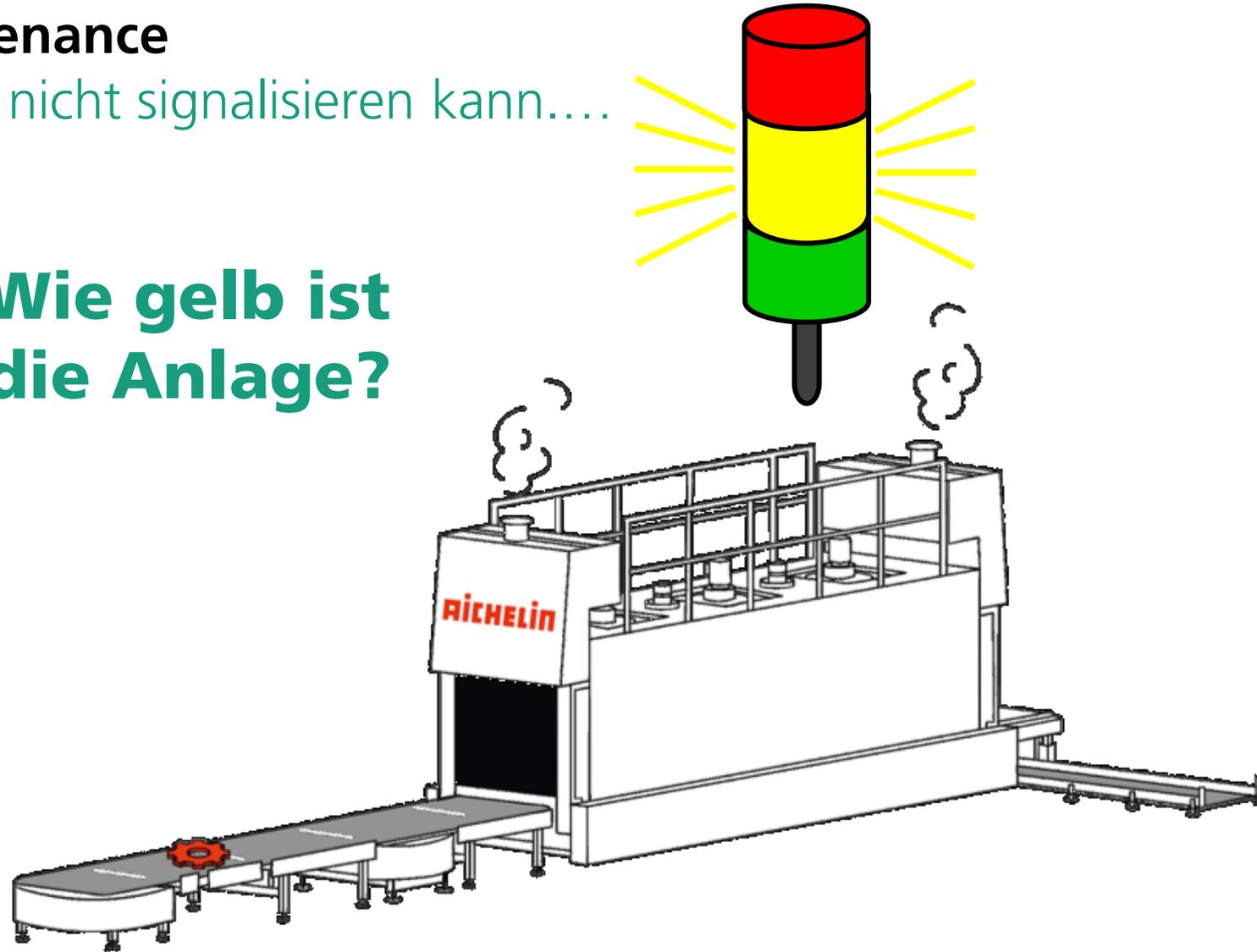


Quelle: Hannover Messe 2018, Umfrage Fraunhofer Austria

Predictive Maintenance

Was die Maschine nicht signalisieren kann....

**Wie gelb ist
die Anlage?**

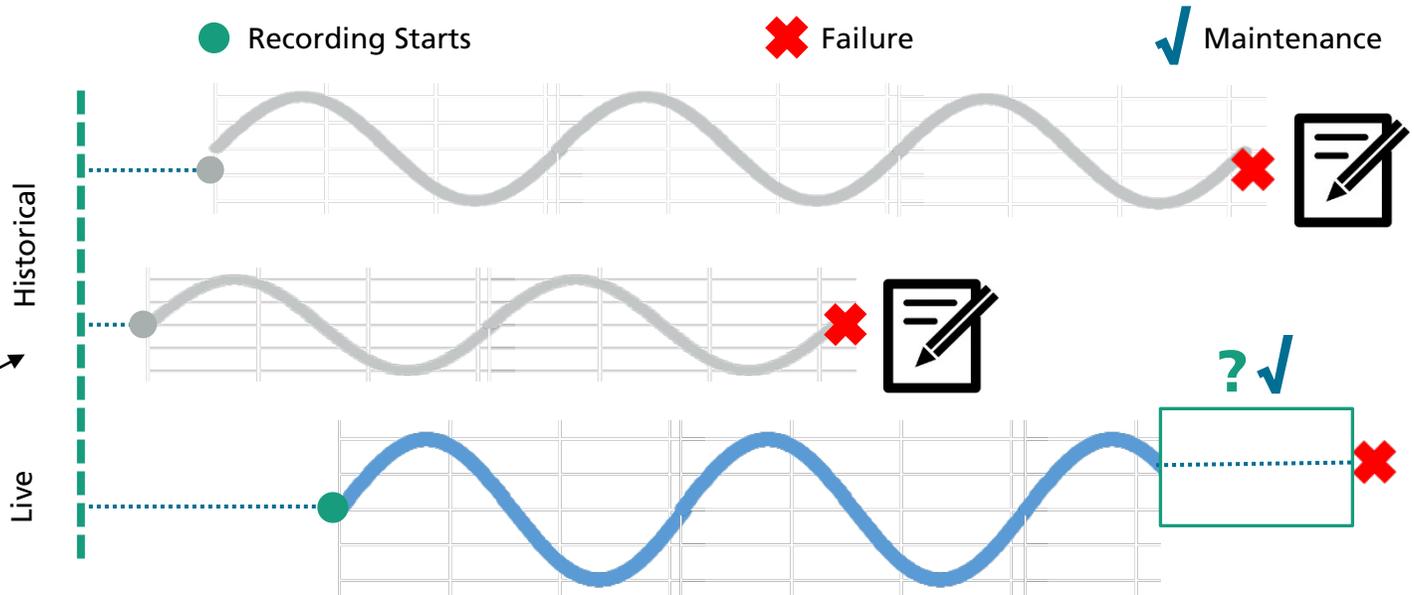
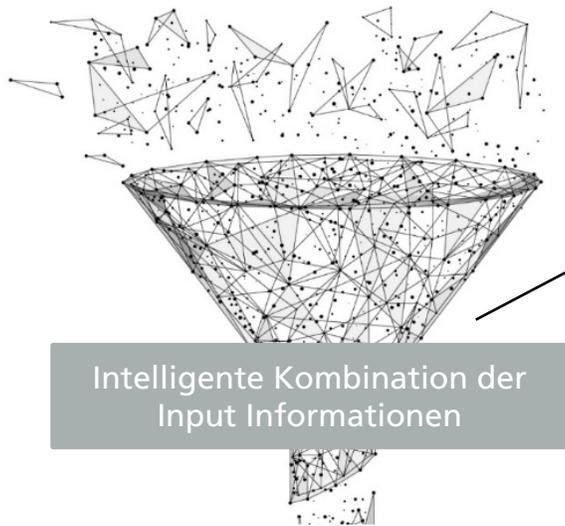


Predictive Maintenance

Datengetriebene Instandhaltung

Überwachung von Anlagen und Prognose von Ausfällen mittels:

- Historischer und Echtzeit Sensor-Daten
- Historischen Zustandsrückmeldungen
- Historischen Anlagenausfällen
- Integration von Expertenwissen



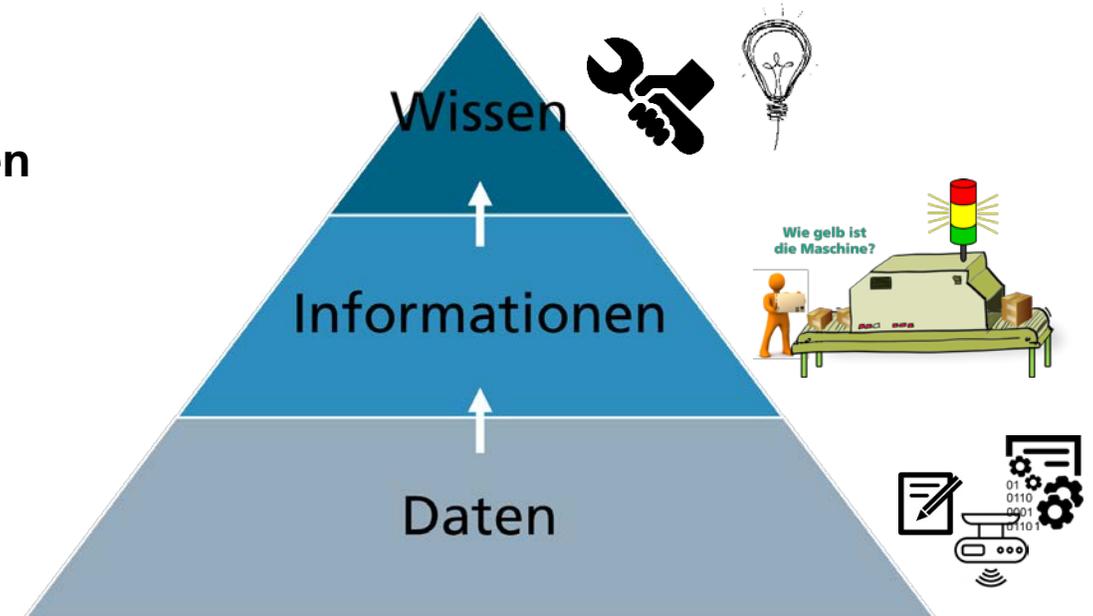
Predictive Maintenance

Definition

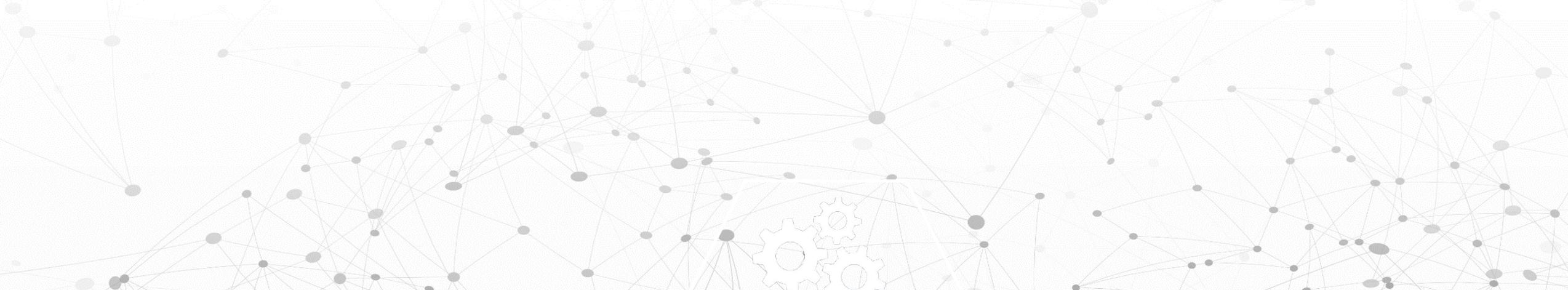
- Beantwortet die Frage:
Was passiert gerade und was wird wann passieren?

... um präventive Instandhaltungsmaßnahmen **zum richtigen Zeitpunkt** durchführen zu können und in weiterer Folge Ausfälle möglichst zu verhindern!

- Sie basiert auf Methoden des maschinellen Lernens, der Statistik und Stochastik und verwendet historische- und echtzeit-Daten sowie Domänen- und Expertenwissen



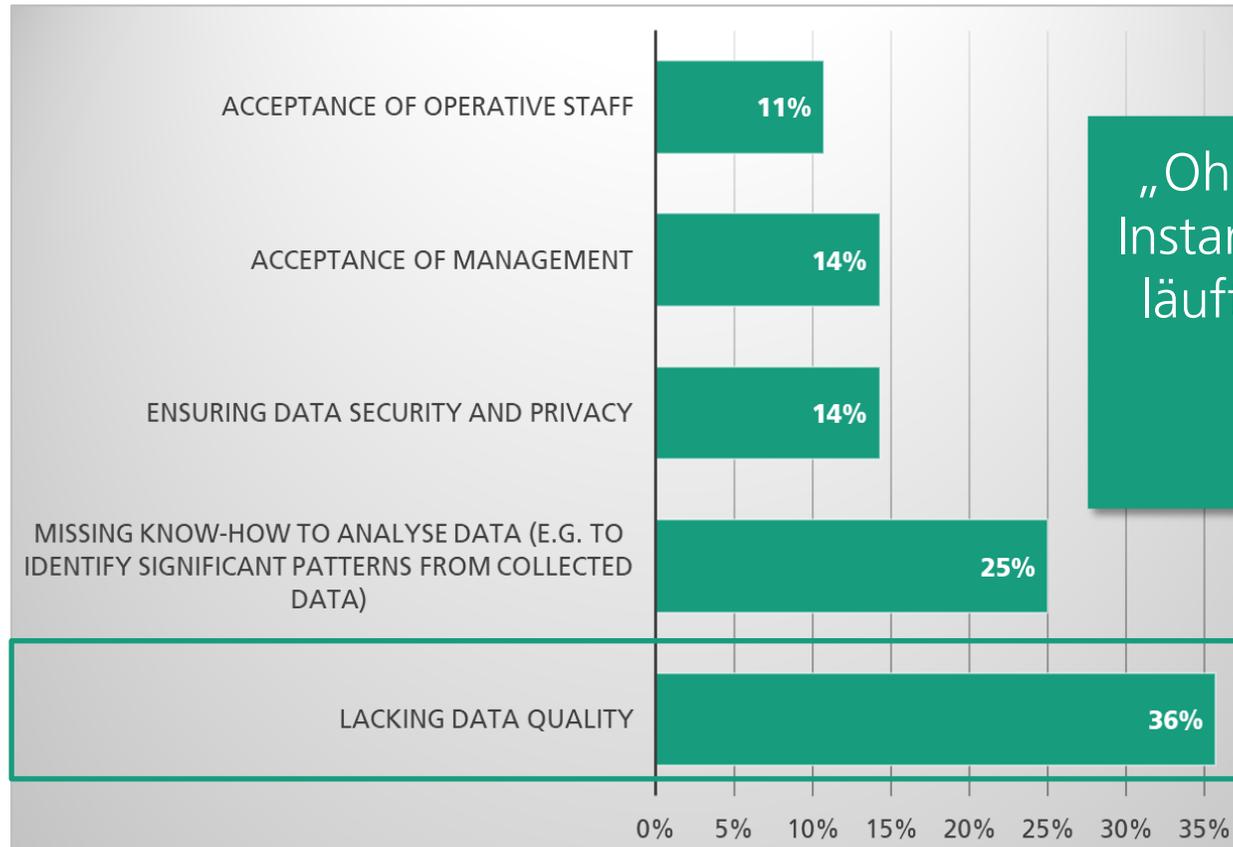
Auch „etablierte“ Methoden der Statistik können zu einem erheblichen Mehrwert führen.

The top portion of the slide features a light gray background with a complex network of thin lines connecting various sized dots. In the center of this network, three interlocking gears are depicted in a light gray color.

Warum ist der **Faktor Mensch** für die digitale Transformationen & Predictive Maintenance so **entscheidend**?

Umsetzung von Predictive Maintenance

Die größten Herausforderungen für Unternehmen



„Ohne eine Rückmeldung zu den durchgeführten Instandhaltungsmaßnahmen und Störungsgründen läuft eine datengetriebene Zustandserfassung ins Leere!“

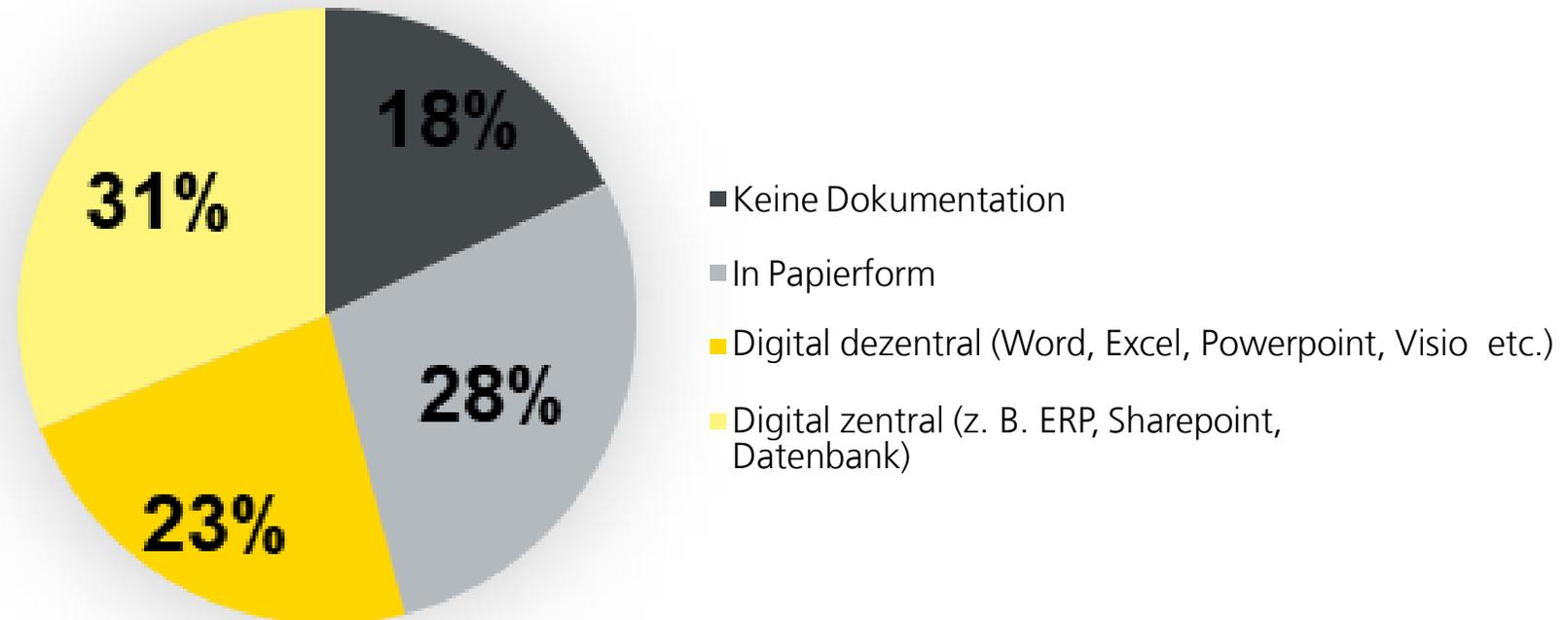
– Dr. Hartmut Steck-Winter



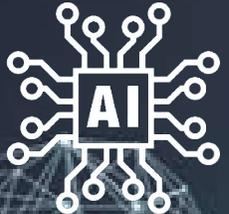
Umsetzung von Predictive Maintenance

Rückführung der Feedbackdaten

Wie werden Abläufe der Instandhaltung dokumentiert?



Quelle: Micheal Henke, Thomas Heller, Volker Stich(2019):Smart Maintenance- Der Weg vom Status quo zur Zielvision



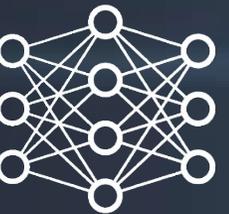
KÜNSTLICHE INTELLIGENZ



DIGITALE ASSISTENZSYSTEME



PREDICTIVE MAINTENANCE



MACHINE LEARNING



DIGITALISIERUNG



Steigende Komplexität der Maschinen/Anlagen



Informationsmangel



Fachkräftemangel



Steigende Vielfalt an IH-Tätigkeiten



Umfassendes Know-how



**Datenanalyse + Expertenwissen
+ Rückmeldungen**

=

**erfolgreiche Implementierung von
Predictive Maintenance**

Einsatz von Machine Learning zur Klassifizierung Wolf vs. Husky



Ribeiro et. al, arXiv, 2016

Einsatz von Machine Learning zur Klassifizierung

Wolf vs. Husky

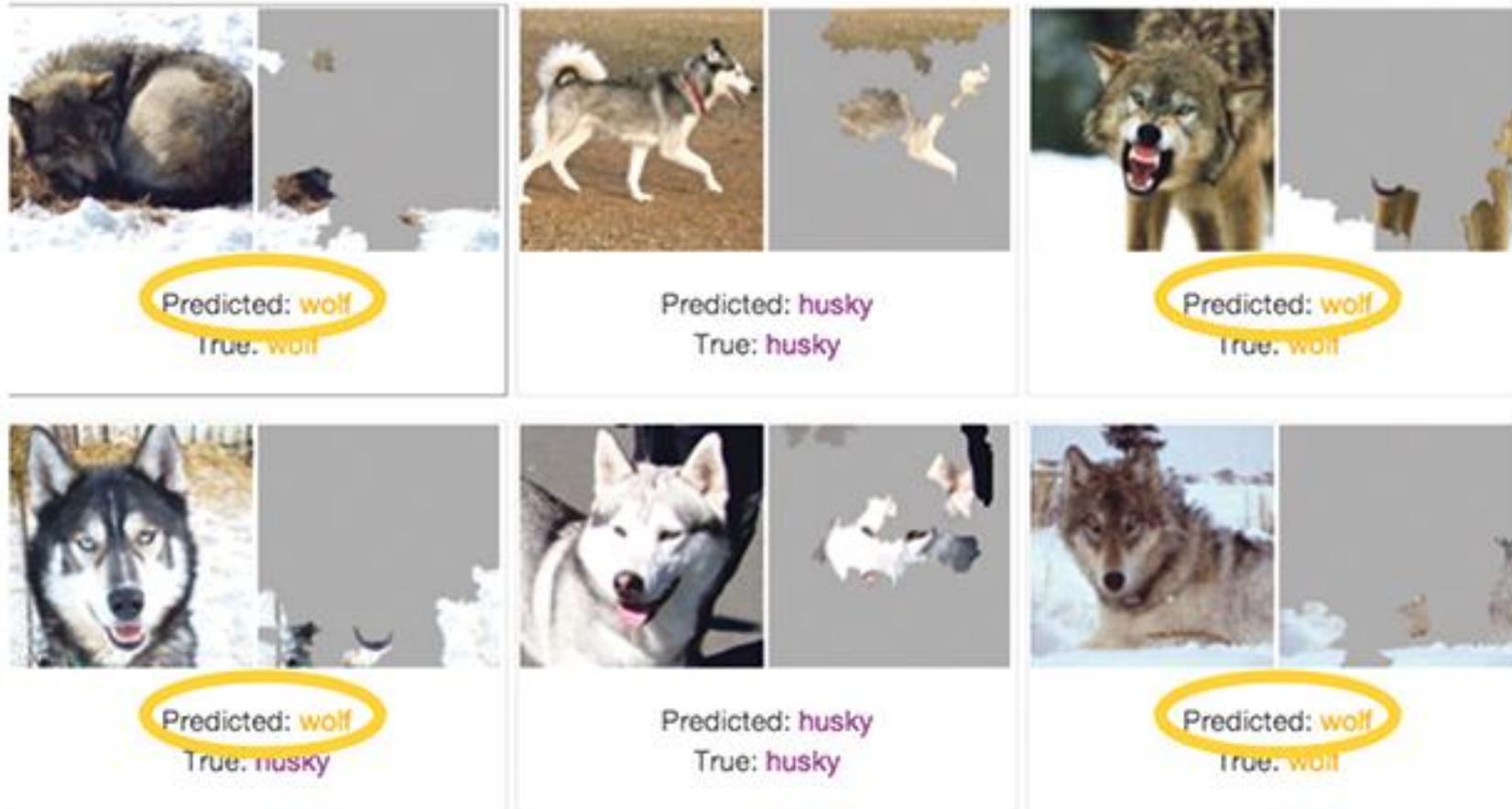


Husky oder
Wolf?

Ribeiro et. al, arXiv, 2016

Einsatz von Machine Learning zur Klassifizierung

KI-Ergebnisse nur so gut wie das Trainingsmaterial

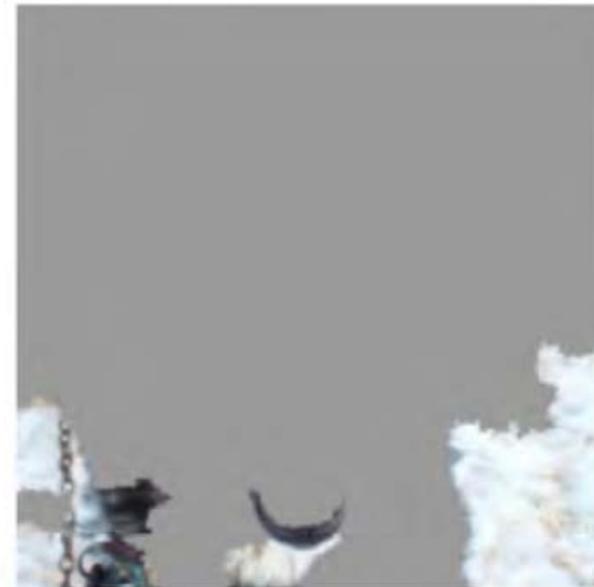
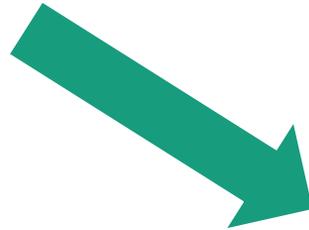


Einsatz von Machine Learning zur Klassifizierung

Wolf vs. Husky



Husky oder
Wolf?

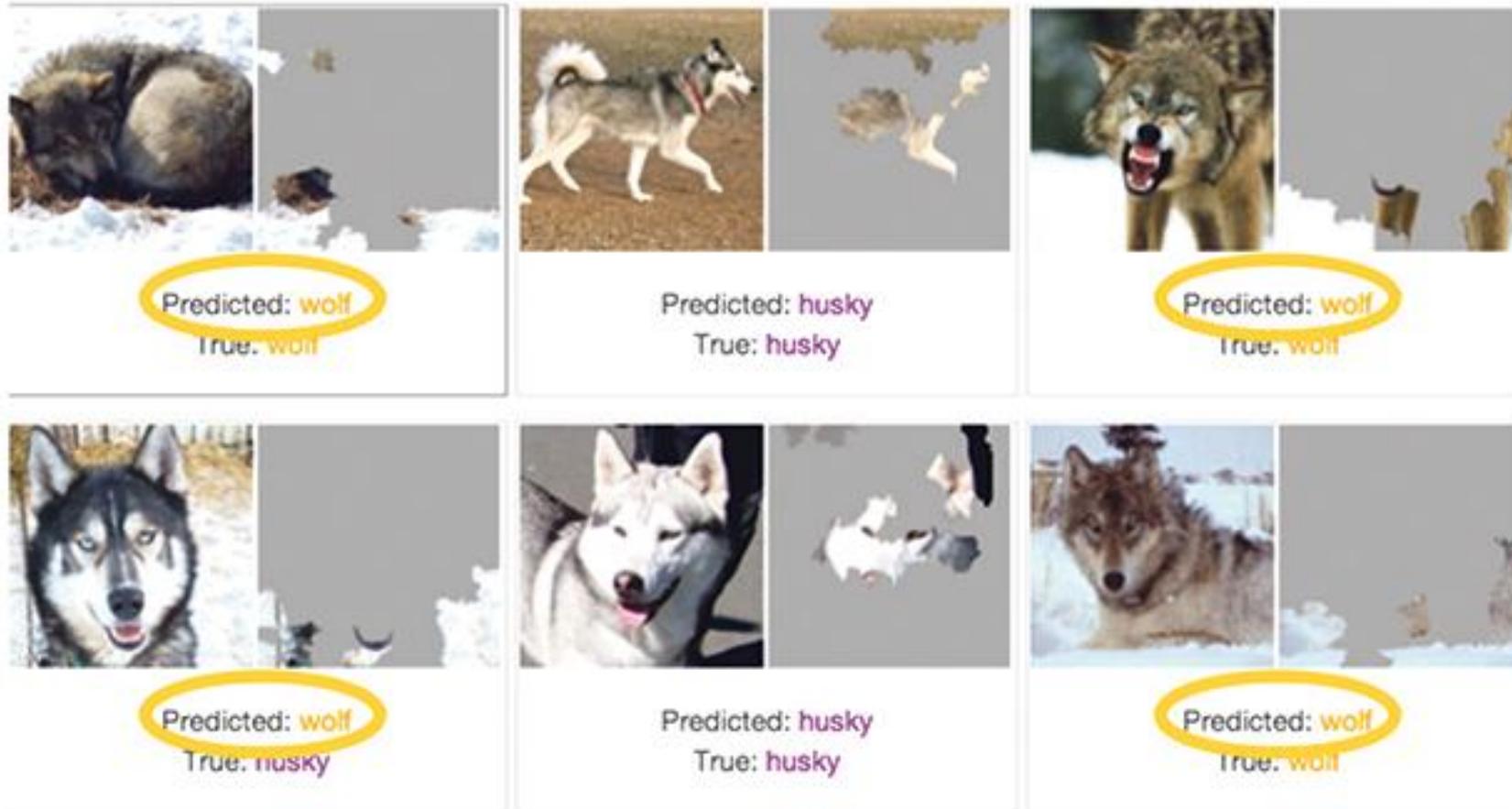


... der Grund!

Ribeiro et. al, arXiv, 2016

Einsatz von Machine Learning zur Klassifizierung

KI-Ergebnisse nur so gut wie das Trainingsmaterial



**Datenanalyse + Expertenwissen
+ Rückmeldungen**

=

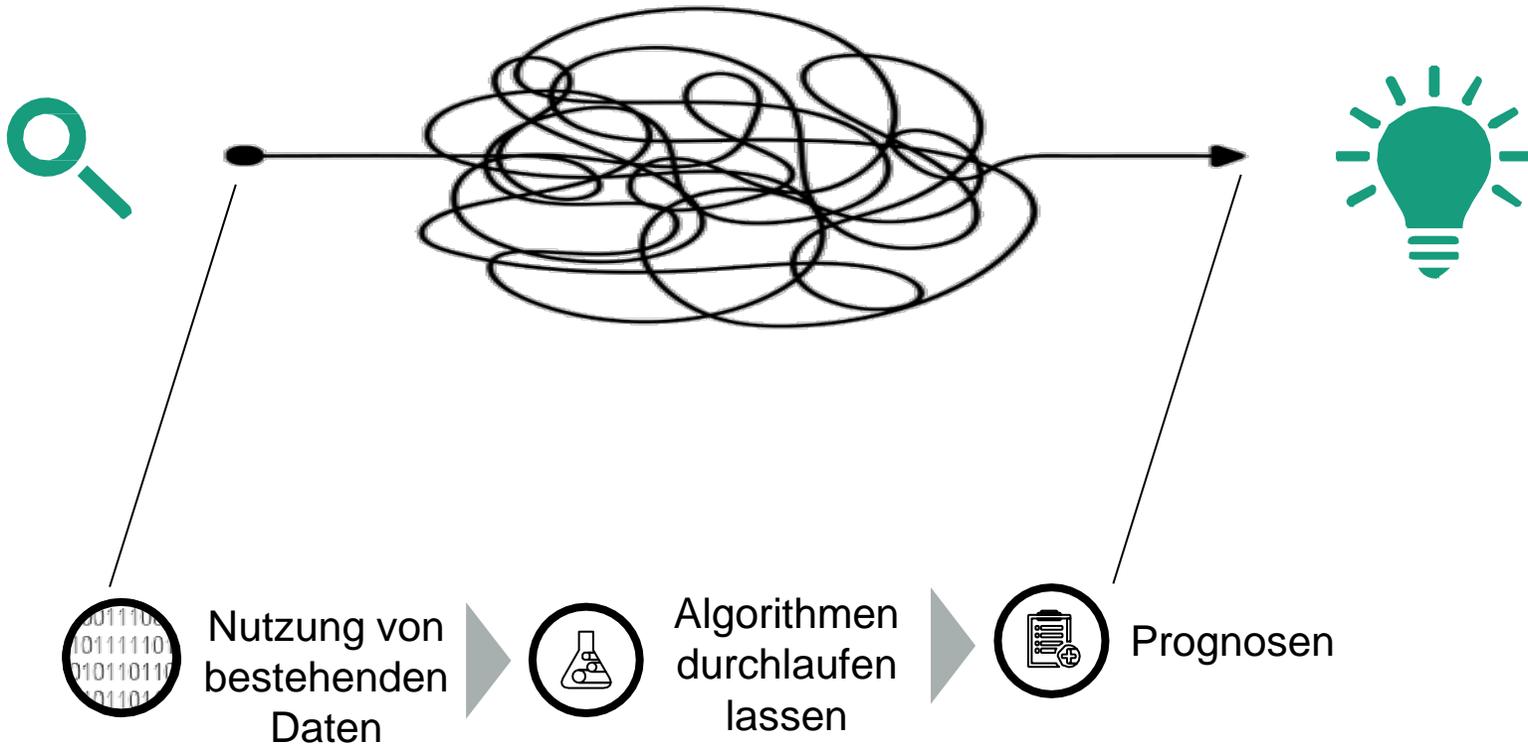
erfolgreiche Implementierung von
Predictive Maintenance

→ **Mehrwert!**



Predictive Maintenance

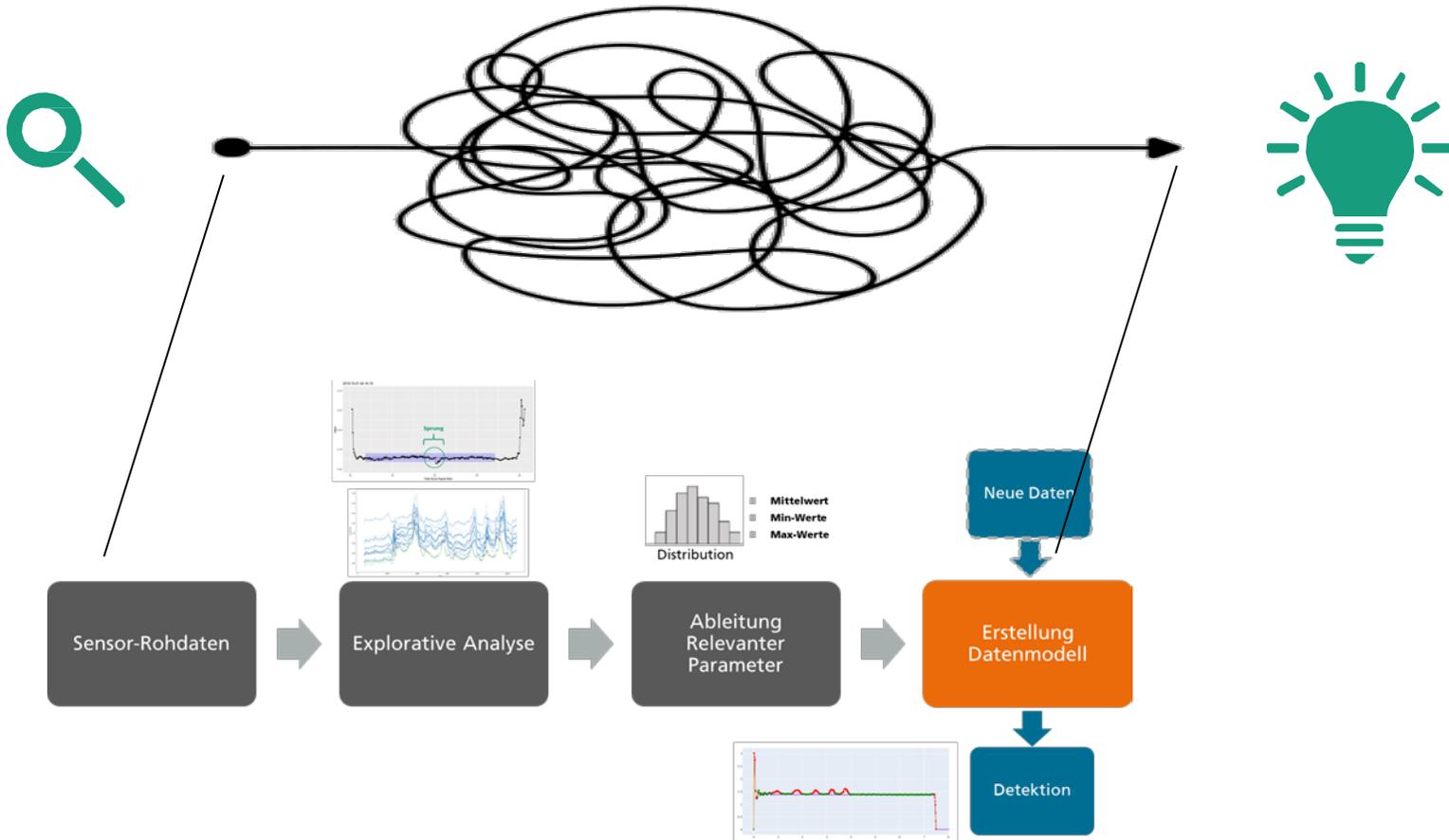
Wie funktioniert maschinelles Lernen?



1. Die **richtigen Informationen**
 2. zum **richtigen Zeitpunkt** zur Verfügung zu stellen,
- ... um die **Entscheidungsfindung** zu unterstützen!

Predictive Maintenance

Wie funktioniert maschinelles Lernen?



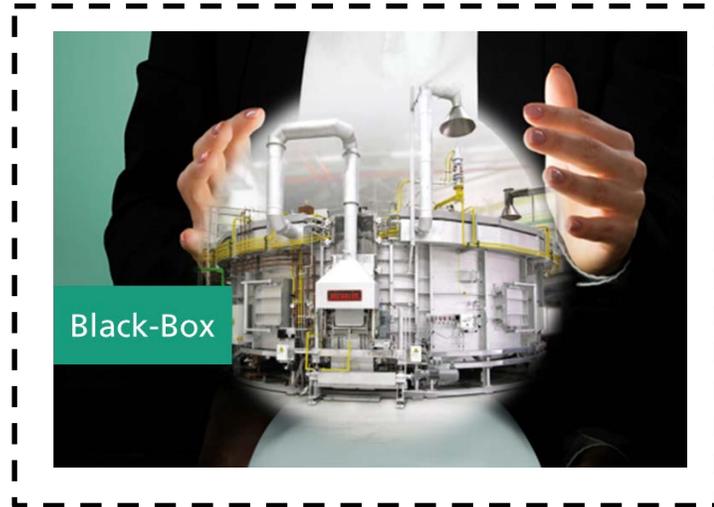
Die **richtigen Informationen** zum **richtigen Zeitpunkt** zur Verfügung zu stellen, um die **Entscheidungsfindung** zu unterstützen

The top portion of the slide features a light gray background with a complex network of thin lines connecting various sized dots. In the center of this network, three interlocking gears are depicted in a light gray color.

Möglichkeiten und Potenziale von Predictive Maintenance an Wärmebehandlungsanlagen

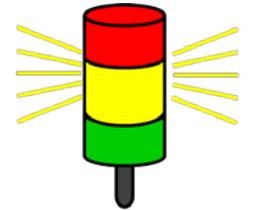
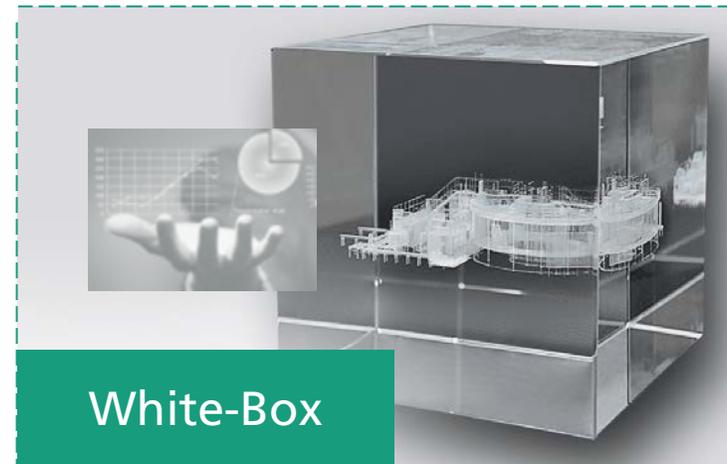
Zielsetzung

Vermeidung eines (seltenen) Schadens mit hohen Ausfallkosten



„Blackbox“-Ofen

Daten sollen das Verhalten der Anlage widerspiegeln

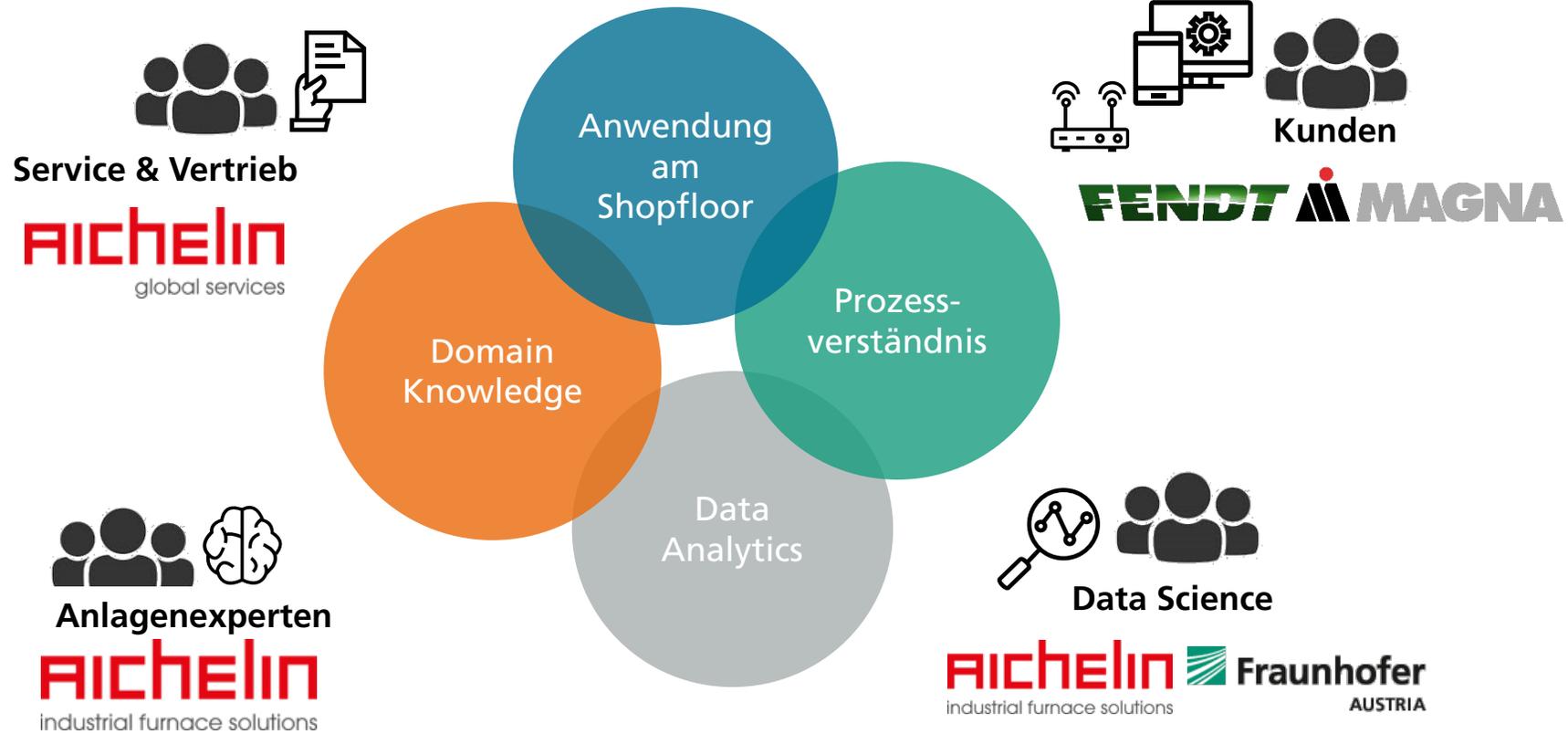


Wie gelb ist die Anlage?



Industrial Analytics: Der Einstieg in den Transformationsprozess

Kulturwandel für den Betrieb und Service



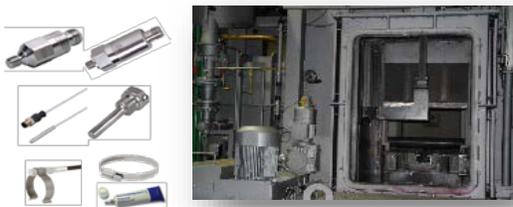
Alle Akteure und Stakeholder müssen in den Transformationsprozess einbezogen werden!

Von der Blackbox zur Whitebox

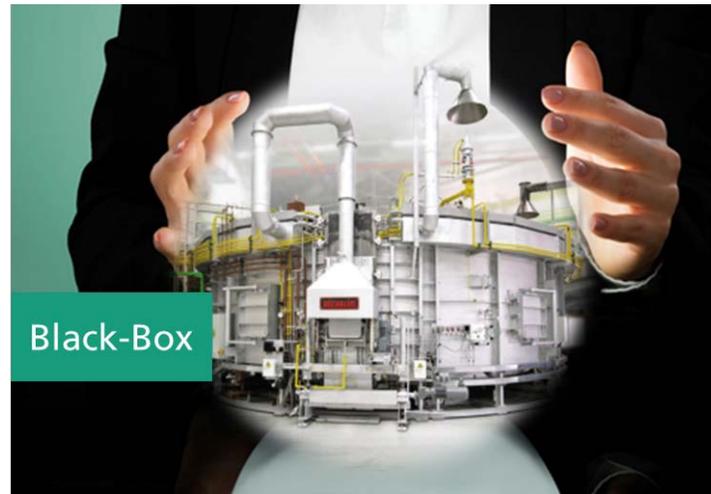
Vorgehensweise



Entwicklung und Einführung eines Rückmeldesystems

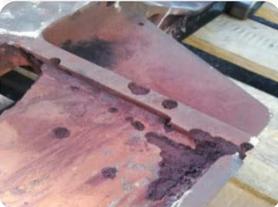


Retrofitting der Anlage

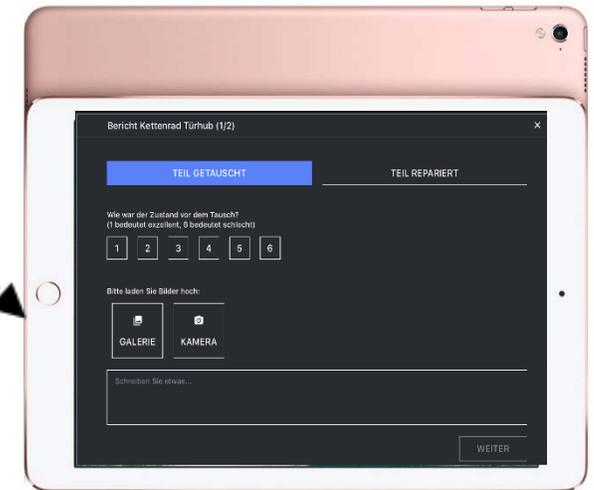


Rückmeldungen in der Instandhaltung

Einführung eines Heath-Indexes



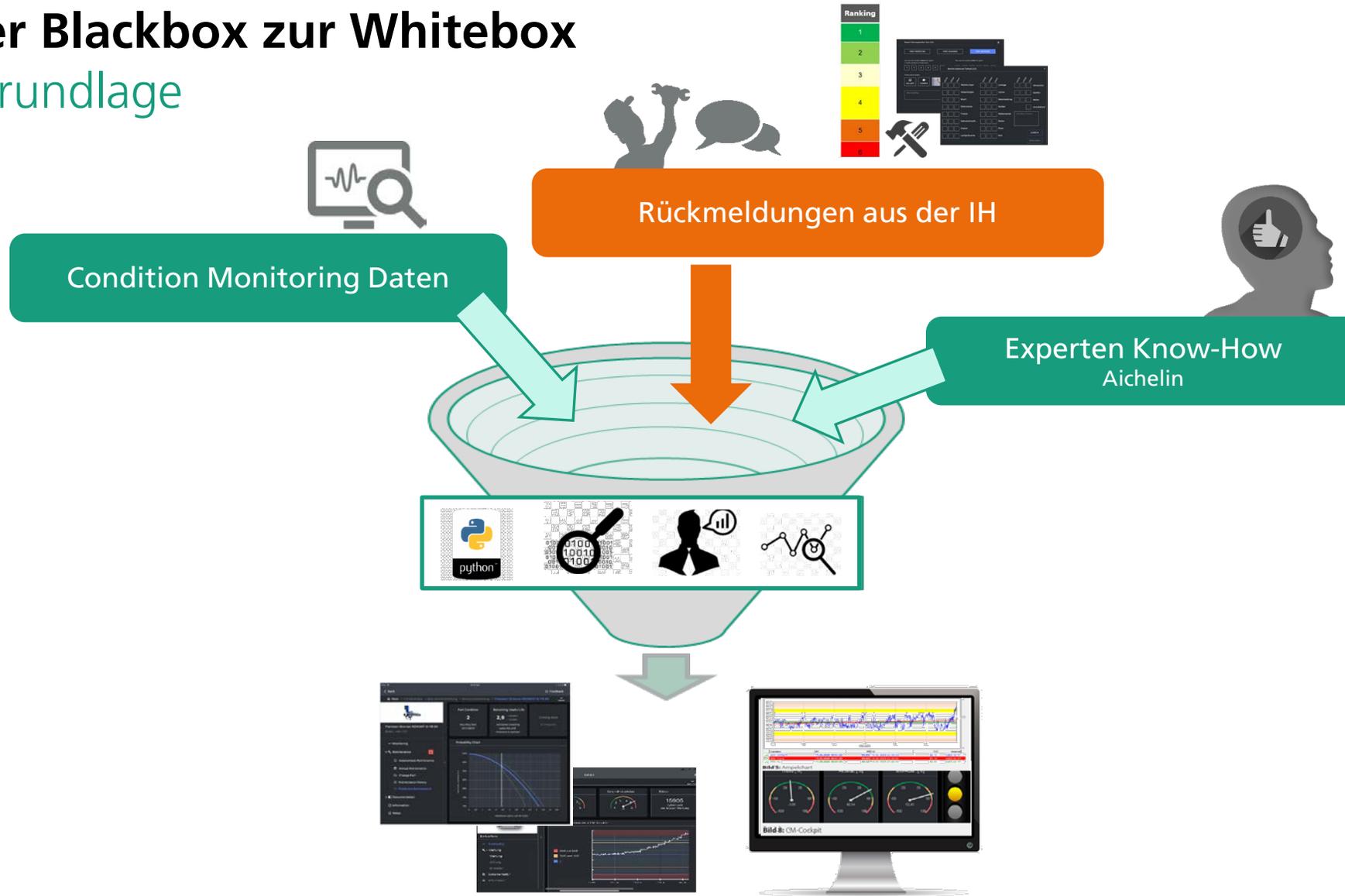
Ranking	Zustand	Beschreibung	Auswirkung
1	Sehr Gut	Neuwertig	Keine Maßnahmen notwendig
2	Gut	Gebraucht oder repariert, keine Abnutzung erkennbar	Keine Maßnahmen notwendig
3	Noch Gut (Befriedigend)	Geringe Abnutzung, kann noch länger weiter genutzt werden	Keine Maßnahmen notwendig
4	Ausreichend	Sichtbare Abnutzung, Austausch ggfs. bei nächster Basiswartung	Bauteiltausch präventiv einplanen; Ersatzteil bestellen und auf Vorrat lagern
5	Schlecht (Mangelhaft)	Abgenutzt, Austausch bei nächster Gelegenheit	Vermehrte Kontrolle sofern möglich, Reduzierte Belastung sofern möglich
6	Sehr schlecht (Ungenügend)	Unbrauchbar, Teil ist sofort auszutauschen	Bauteil muss ausgetauscht werden



Der Health-Index bietet eine konsistente Möglichkeit, den allgemeinen Anlagenzustand zu vergleichen und (datengesteuerte) Reparatur- und Ersatzentscheidungen zu treffen.

Von der Blackbox zur Whitebox

Datengrundlage



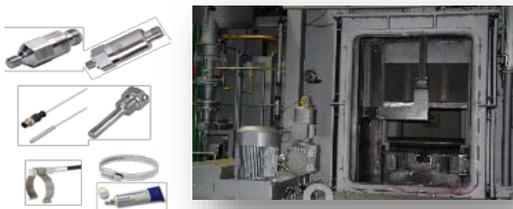
Von der Blackbox zur Whitebox Vorgehensweise



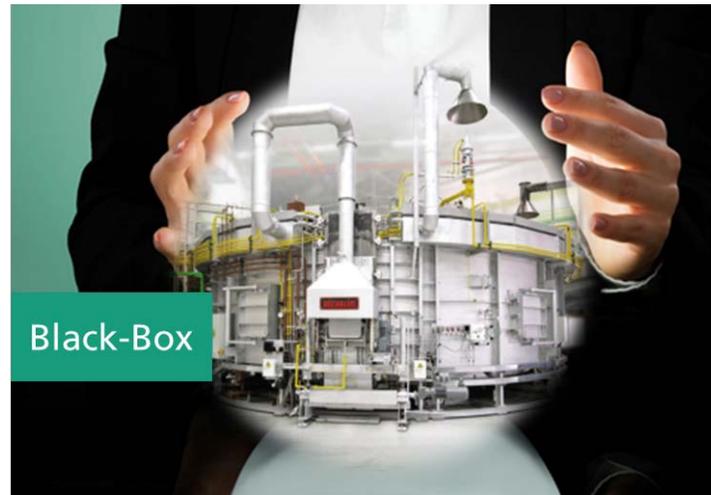
Entwicklung und Einführung
eines Rückmeldesystems



Aufbau eines
sensorbasierten CM - Tools
zur Überwachung der
Anlage

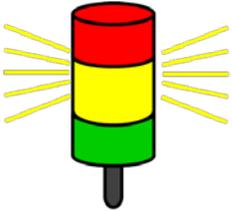


Retrofitting der Anlage

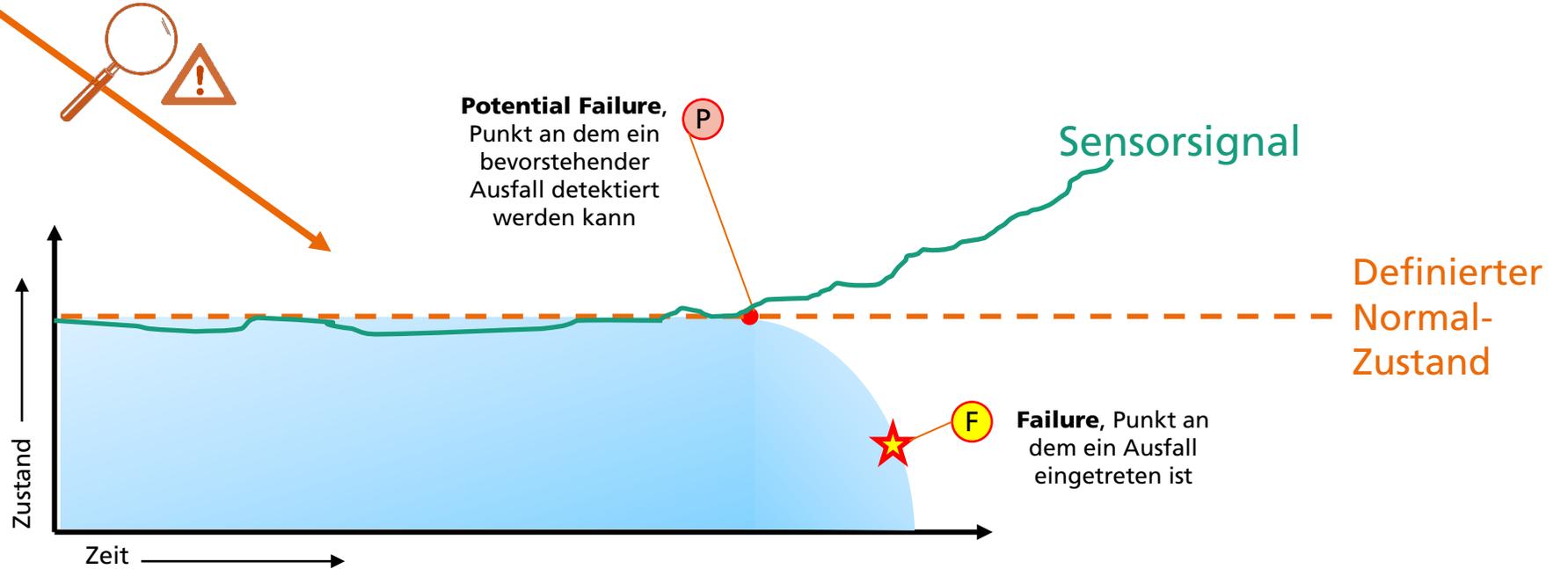


Condition Monitoring-Tool

Detektion von abnormalem Verhalten



Wie gelb ist die Anlage?



Von der Blackbox zur Whitebox

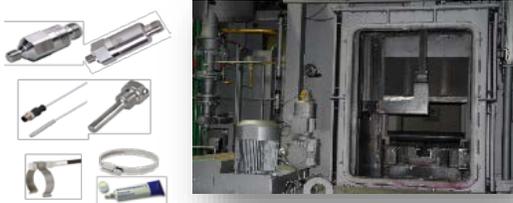
Vorgehensweise



Entwicklung und Einführung eines Rückmeldesystems



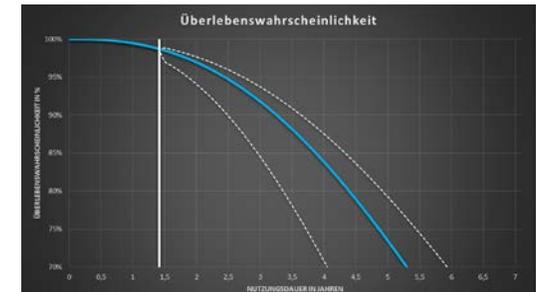
Aufbau eines sensorbasierten CM - Tools zur Überwachung der Anlage



Retrofitting der Anlage



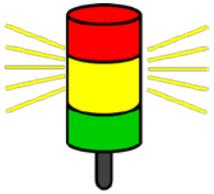
Black-Box



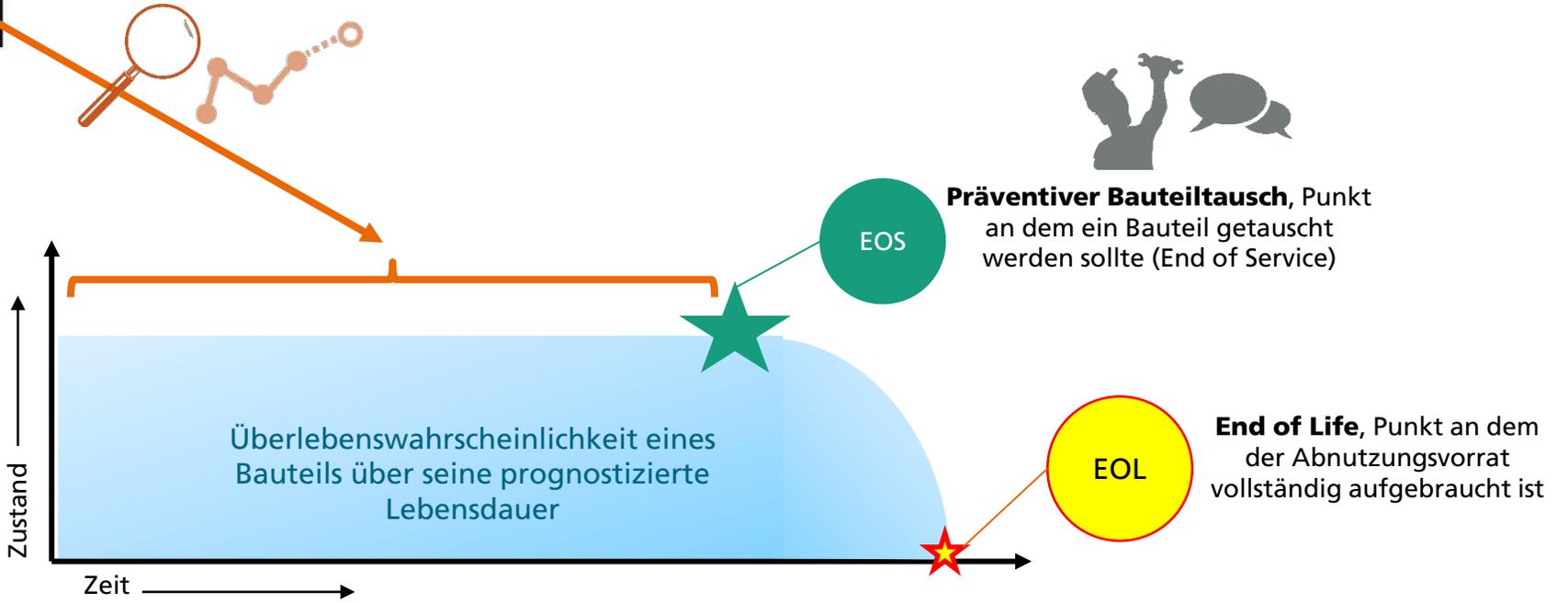
Aufbau eines RuL-Estimation Tools zur Planung präventiver IH-Maßnahmen

Weibull-basiertes PdM-Tool

Rechtzeitiger Tausch von Bauteilen



Wie gelb ist die Anlage?



Weibull-basiertes PdM-Tool

Überlebenswahrscheinlichkeit eines Bauteils

■ **Prognose:**

Überlebenswahrscheinlichkeit eines Bauteils über seine prognostizierte Lebensdauer

■ **Verwendete Daten:**

- *Keine Ausfalldaten*, lediglich Schätzungen statistische Kenngrößen durch Expertenwissen (Servicetechniker, Konstruktion & Elektrotechnik)



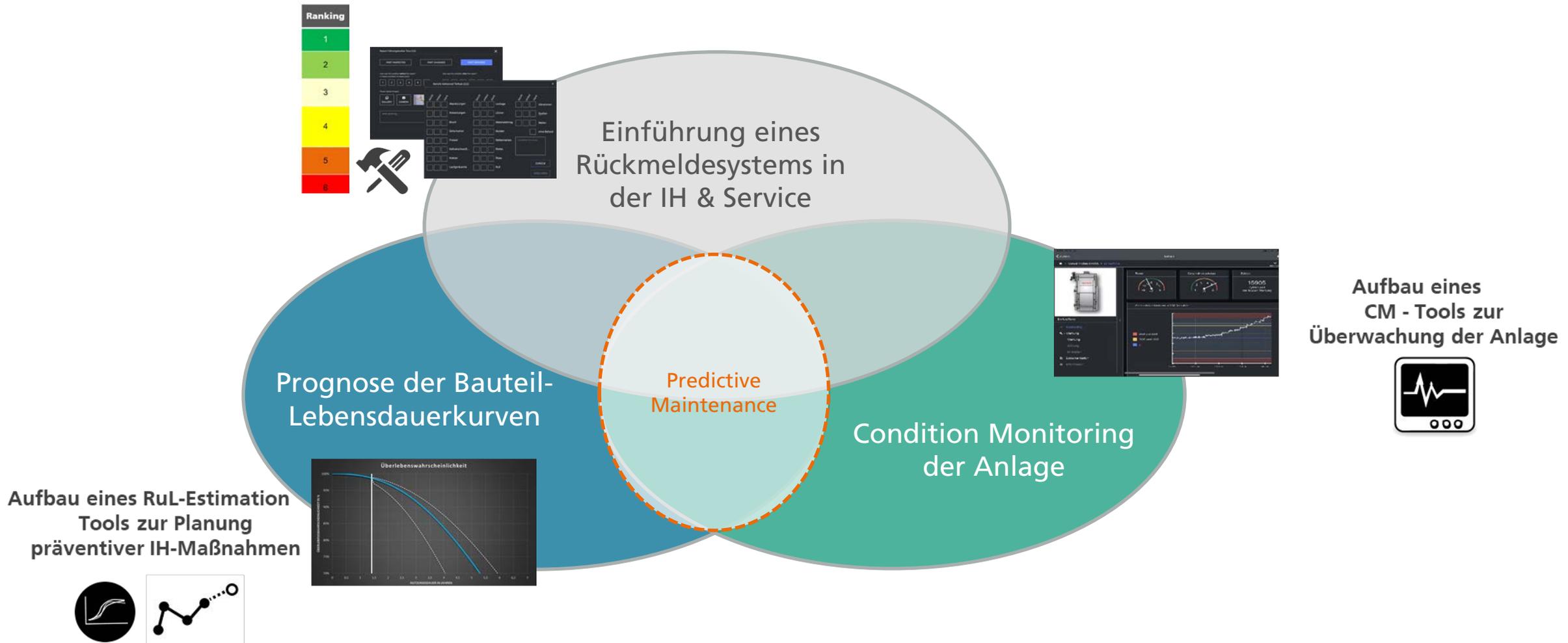
Erzielter Nutzen:

- ✓ zusätzliche Informationsquelle und Entscheidungsunterstützung zur Beurteilung des Ist-Zustandes
- ✓ Langfristige Planung der Ersatzteilversorgung und Wartungsplanung



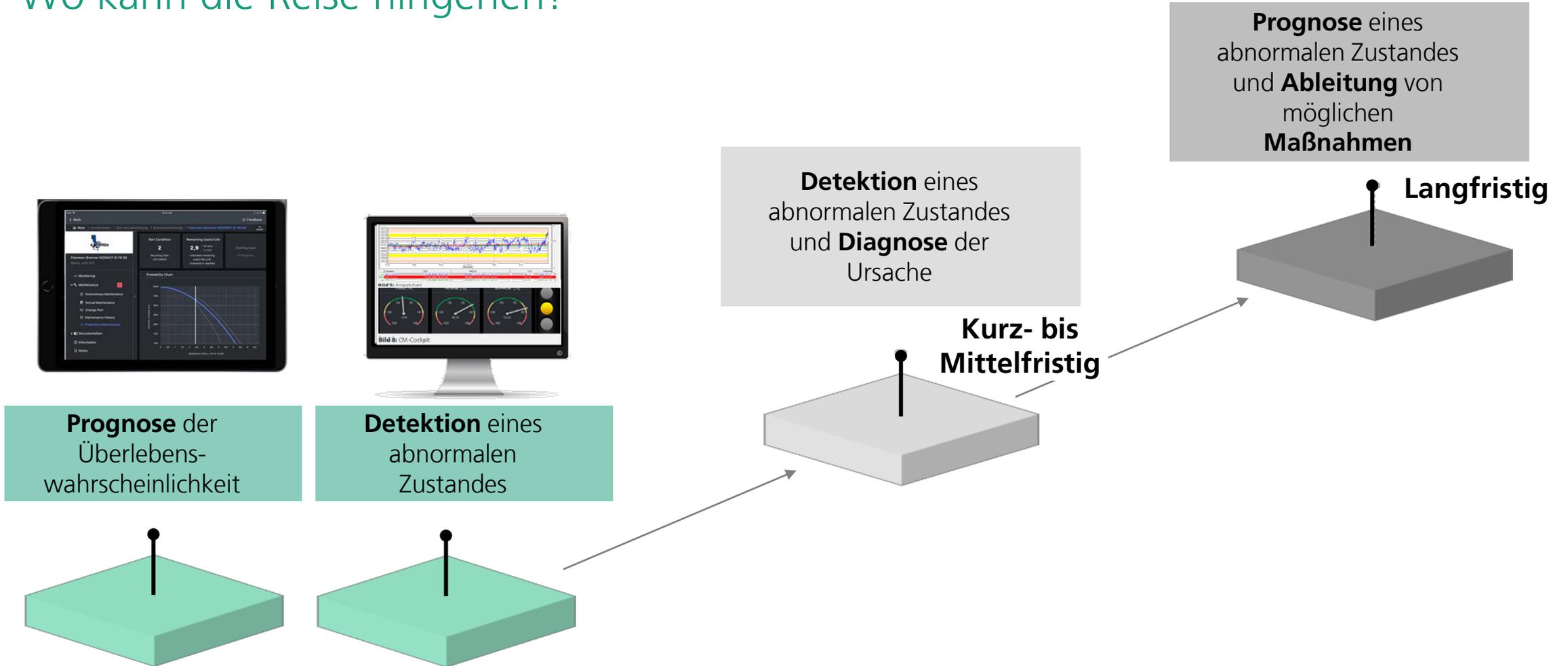
Predictive Maintenance

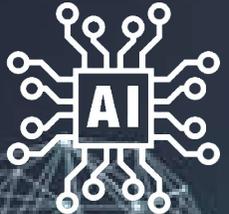
Vermeidung eines (seltenen) Schadens mit hohen Ausfallkosten



Potentiale von Predictive Maintenance

Wo kann die Reise hingehen?





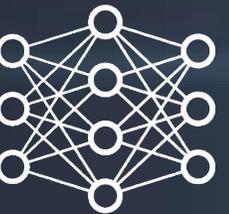
KÜNSTLICHE INTELLIGENZ



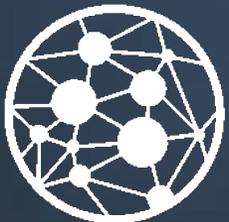
DIGITALE ASSISTENZSYSTEME



PREDICTIVE MAINTENANCE



MACHINE LEARNING



DIGITALISIERUNG



Steigende Komplexität der Maschinen/Anlagen



Fachkräftemangel

Informationsmangel



Steigende Vielfalt an IH-Tätigkeiten



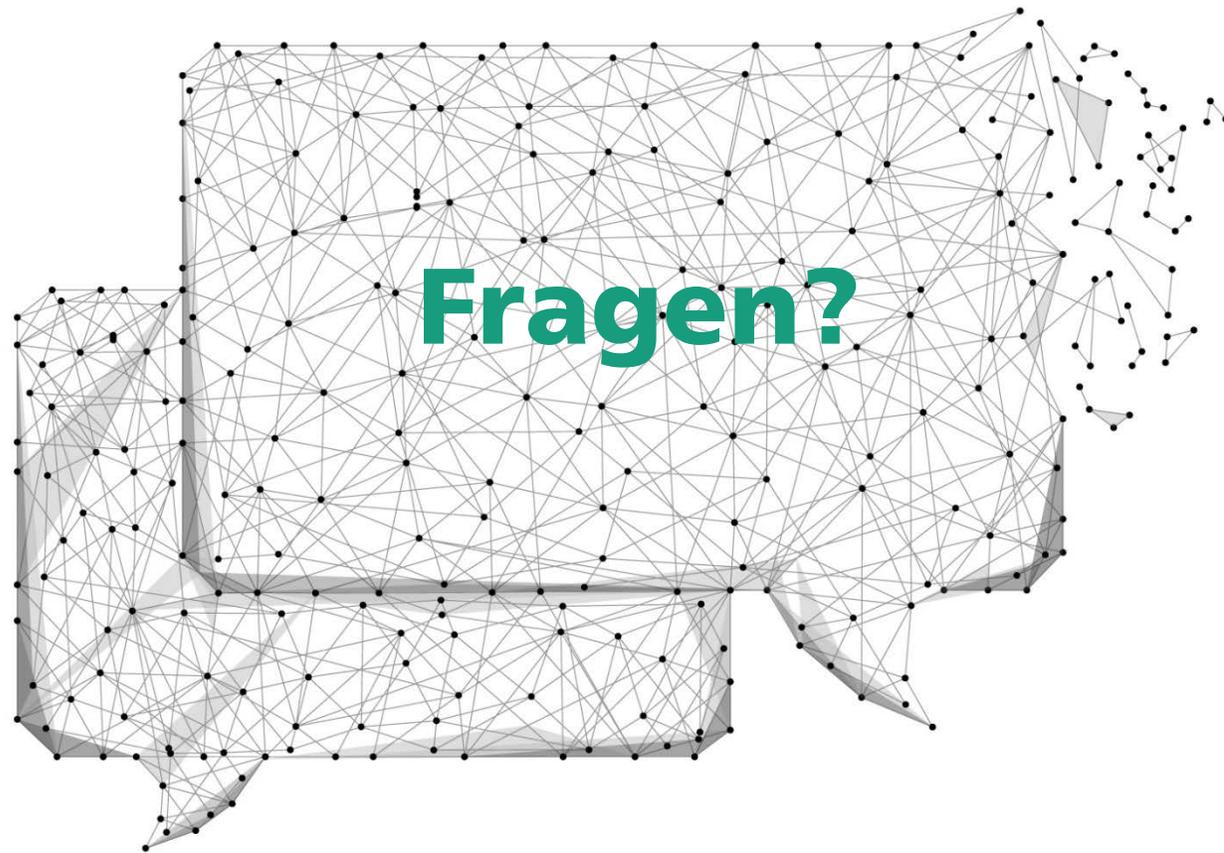
Umfassendes Know-how





**„Wenn der Wind der Veränderung weht,
bauen die einen Schutzmauern und die anderen
Windmühlen.“**

- Chinesisches Sprichwort





Fraunhofer
AUSTRIA



Dipl.-Ing. Klaudia Kovacs

Wissenschaftliche Mitarbeiterin

+43 676 888 616 42

klaudia.kovacs@fraunhofer.at

Fraunhofer Austria Research GmbH
Geschäftsbereich Produktions- und Logistikmanagement

Theresianumgasse 7 | 1040 Wien
Tel.: +43 1 504 69 06
Fax: +43 1 504 69 10 90

office@fraunhofer.at
www.fraunhofer.at

Follow us on:

