

# FRAUNHOFER AUSTRIA RESEARCH

## Mittels Machine Learning und innovativen IoT-Technologien zur Predictive Maintenance Prognose der Overall Equipment Effectiveness

Leoben, 10. Oktober 2018



**Dipl.-Ing. Tanja Nemeth**  
Wissenschaftliche Mitarbeiterin  
Produktionsoptimierung | Industrial Engineering

**Fraunhofer Austria Research GmbH**  
Theresianumgasse 7  
1040 Wien  
Tel: +43 676 888 616 19



Oktober 18  
© Fraunhofer Austria



## Agenda

Mittels Machine Learning und innovativen IoT-Technologien zur Predictive Maintenance



- **Fraunhofer Austria**  
Kurzvorstellung
- **Datenbasierte Instandhaltung im digitalen Zeitalter**  
Potentiale und Herausforderungen
- **Predictive Maintenance - Prognose der Overall Equipment Effectiveness**  
Best Practice Beispiel anhand eines KMU

Oktober 18  
© Fraunhofer Austria



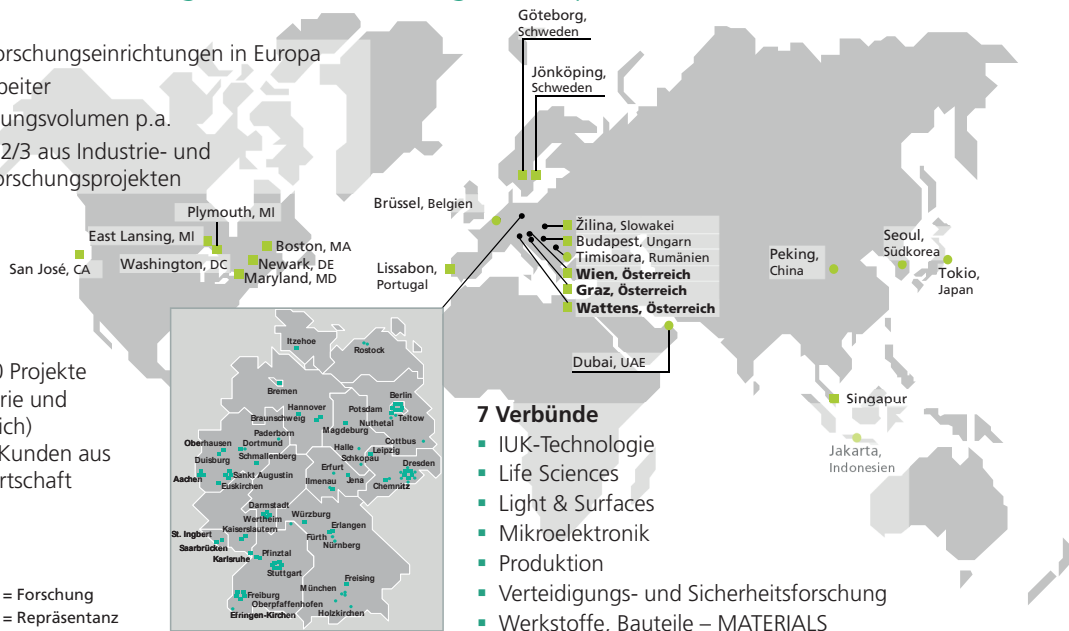
# Die Fraunhofer-Gesellschaft

Führende Organisation für angewandte Forschung in Europa

72 Institute, 80 Forschungseinrichtungen in Europa  
 Ca. 25.000 Mitarbeiter  
 2,3 Mrd. € Forschungsvolumen p.a.  
 Projektumsatz zu 2/3 aus Industrie- und  
 1/3 aus öffentl. Forschungsprojekten

12.000 Projekte  
 (Industrie und  
 öffentlich)  
 3.000 Kunden aus  
 der Wirtschaft

■ = Forschung  
 ● = Repräsentanz

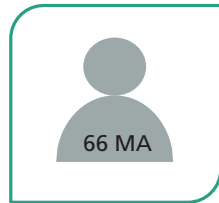


# Fraunhofer Austria Research GmbH

100% Tochter der Fraunhofer-Gesellschaft



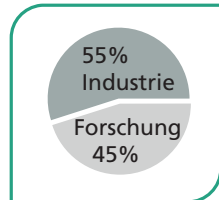
- Geschäftsbereich »Produktions- und Logistikmanagement«
  - Excellence in Operations Management
  - Industrie 4.0 Anwendungen
  - Wertschöpfungssysteme der Zukunft



- Geschäftsbereich »Visual Computing«
  - Digitale Gesellschaft
  - Virtuelles Engineering
  - Visuelle Entscheidungshilfen

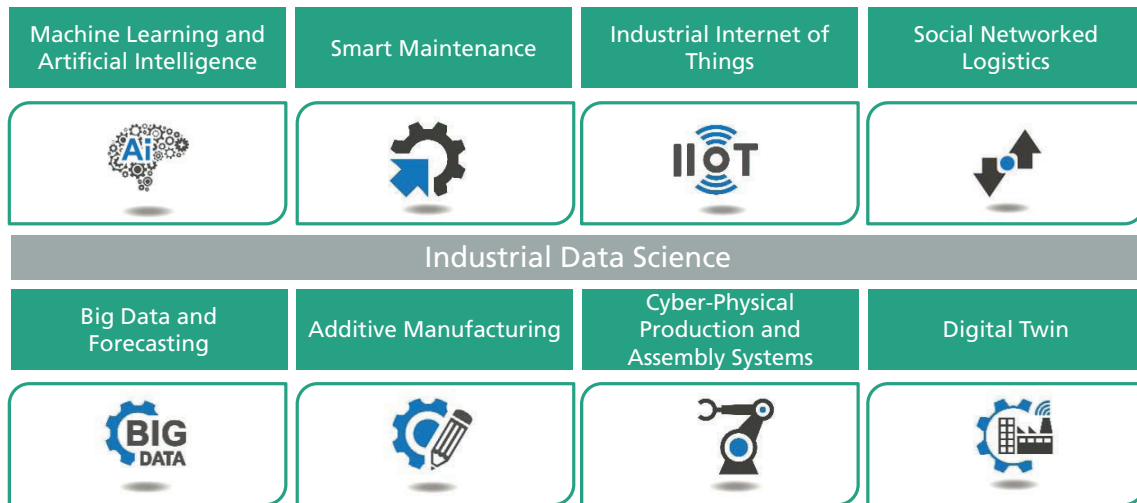


- Fraunhofer Innovationszentrum »Digitale Transformation der Industrie«
  - Digitalisierung der Industrie
  - Industrial Data Engineering
  - Smart Data Analytics



# Geschäftsbereich Produktions- und Logistikmanagement

## Forschungs- und Innovationsschwerpunkte



## Agenda

Mittels Machine Learning und innovativen IoT-Technologien zur Predictive Maintenance

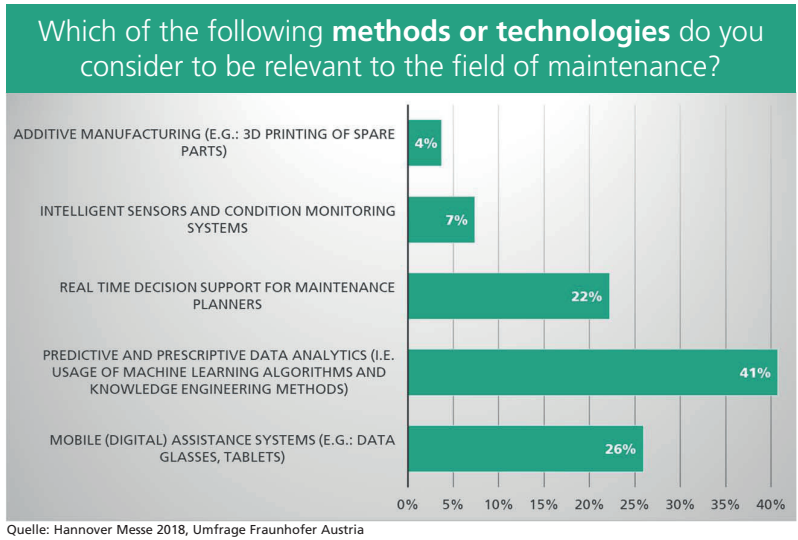


- **Fraunhofer Austria**  
Kurzvorstellung
- **Datenbasierte Instandhaltung im digitalen Zeitalter**  
Potentiale und Herausforderungen
- **Predictive Maintenance - Prognose der Overall Equipment Effectiveness**  
Best Practice Beispiel anhand eines KMU

# Instandhaltung im digitalen Zeitalter

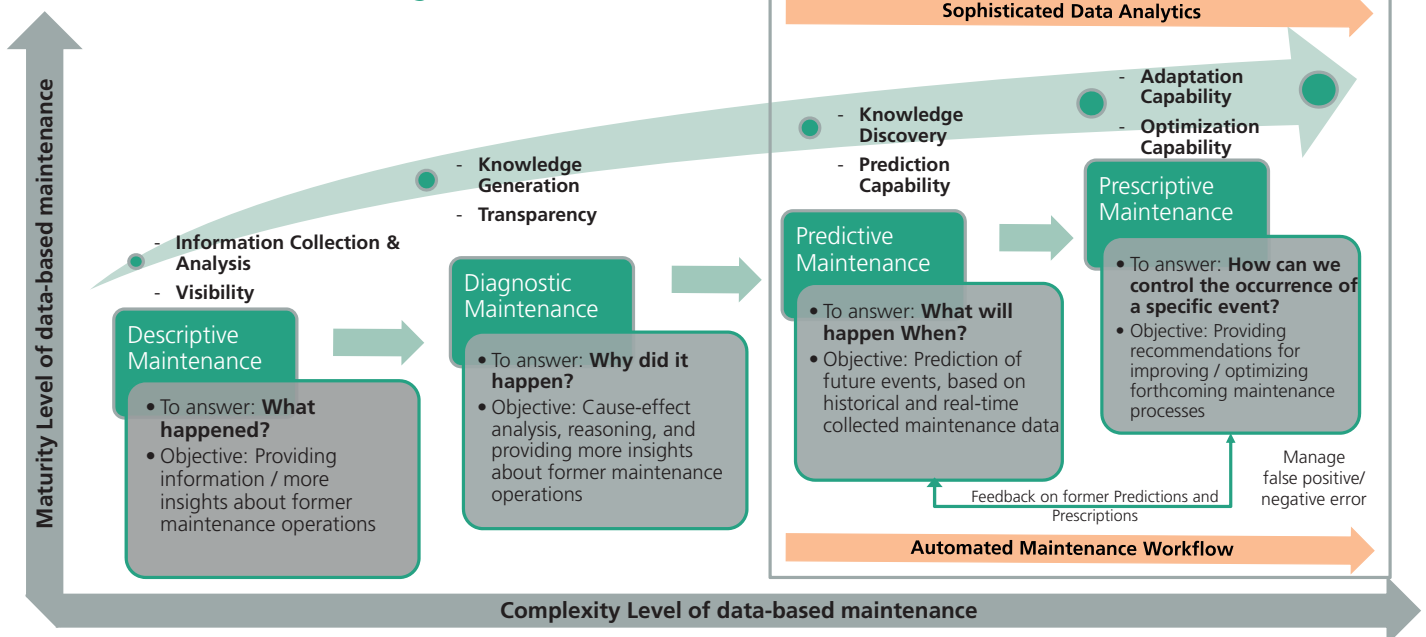
## Datenbasierte Instandhaltung

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



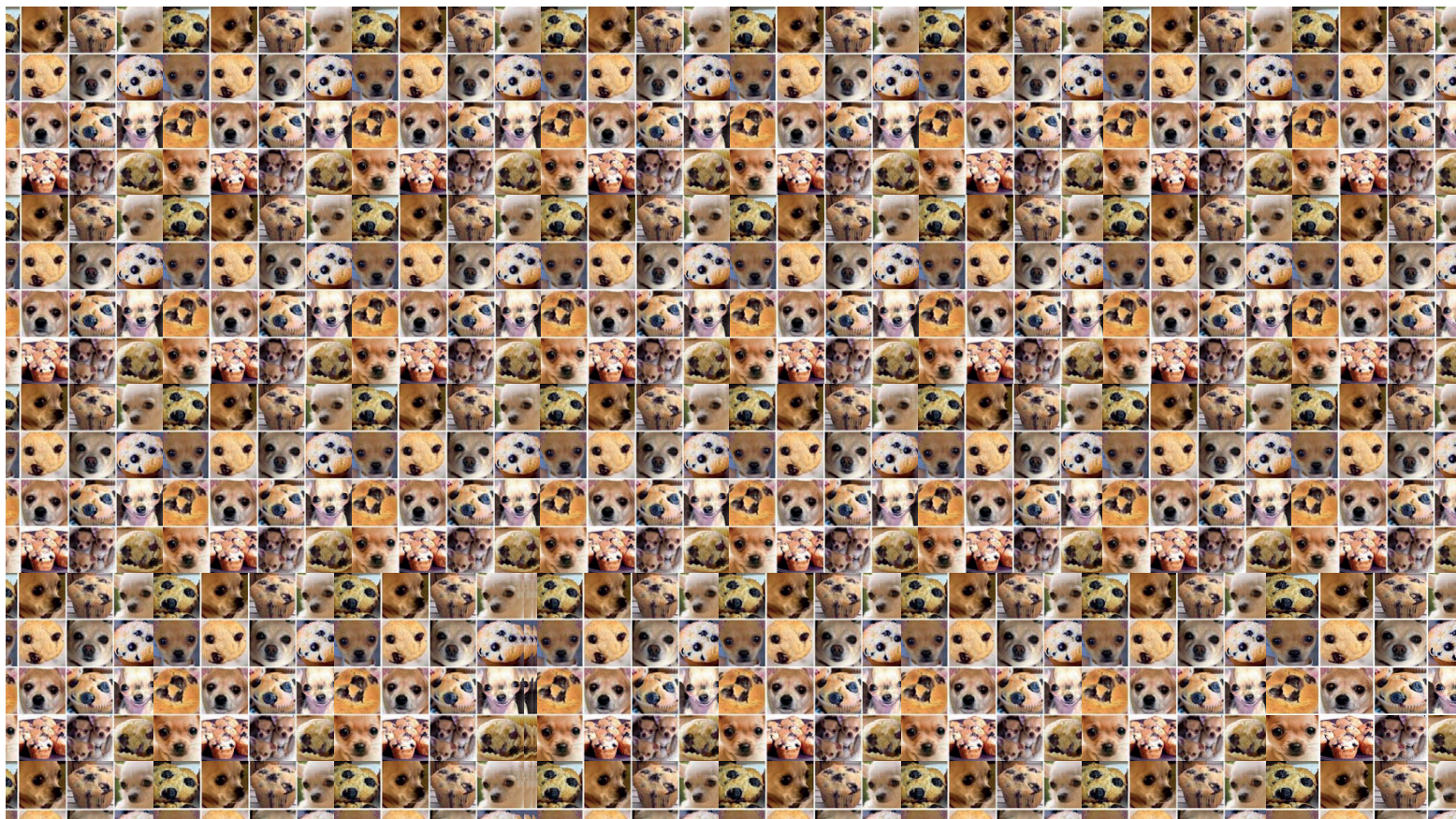
# Instandhaltung im digitalen Zeitalter

## Datenbasierte Instandhaltung



# Chihuahua oder Muffin?

Mustererkennung



# Instandhaltung im digitalen Zeitalter

## Die größten Herausforderungen für Unternehmen



### Daten

Fehlendes Datenmaterial und mangelnde Datenqualität.



### IT Infrastruktur

Heterogene Systemlandschaft und Datenstrukturen sowie fehlende Schnittstellen.



### Know-How

Fehlende Verknüpfung von bestehenden Produkt-, Prozess-, und Maschinendaten.



### Prozessverständnis

Fehlendes Wissen über Einflussfaktoren und Korrelationen.



### Support

Fehlender Unterstützung des Managements und der Belegschaft.



### Data Security

Fehlende Kooperation mit dem Anbieter / den Anlagenbetreibern.

## Agenda

Mittels Machine Learning und innovativen IoT-Technologien zur Predictive Maintenance



### Fraunhofer Austria

Kurzvorstellung

### Datenbasierte Instandhaltung im digitalen Zeitalter

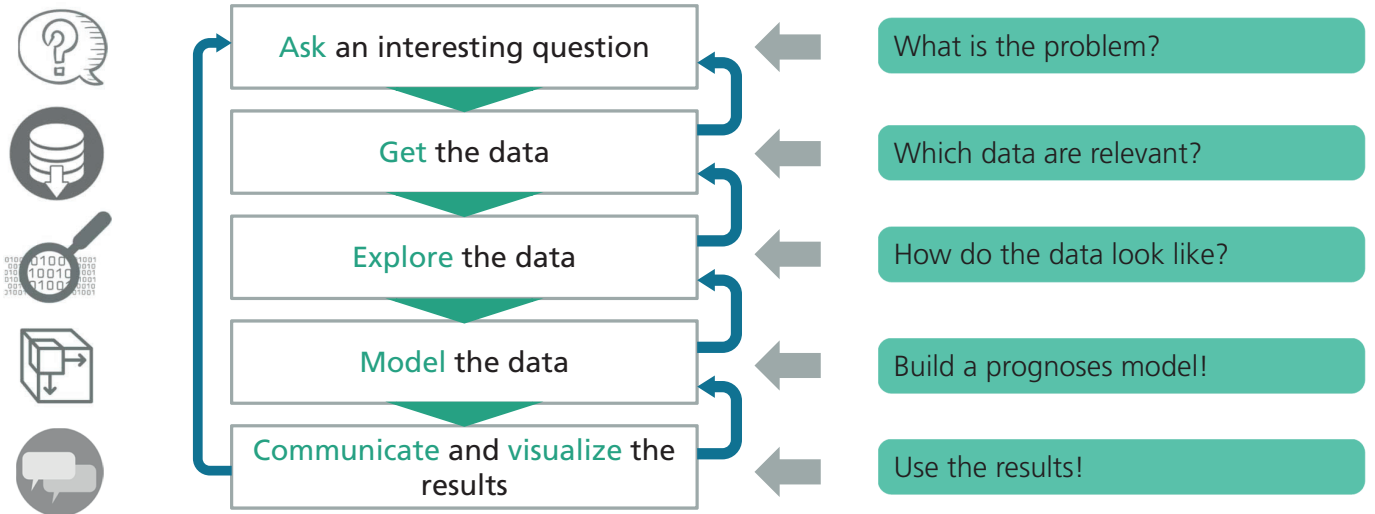
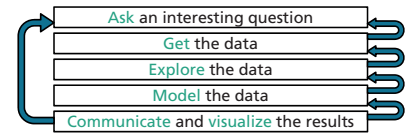
Potentiale und Herausforderungen

### Predictive Maintenance - Prognose der Overall Equipment Effectiveness

Best Practice Beispiel anhand eines KMU

# Industrial Data Science

## The generic Data Science Process



Source: cf. CS109 Data Science, Harvard

## Case-Study zur Prognose der OEE

### Projekt BEinCPPS | Rahmenbedingungen

# BE in CPPS



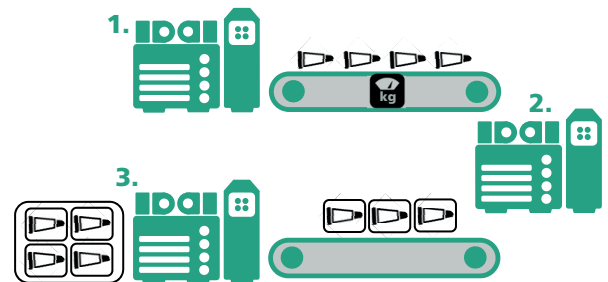
**Fokus:** KMUs

Anwendung der BEinCPPS IT-Referenzarchitektur zur Generierung von **Automatisierungs-, Digitalisierungs- und Vernetzungslösungen**

## DER USE-CASE

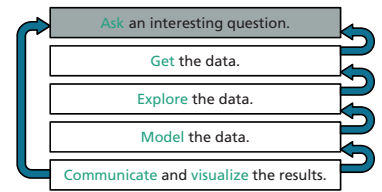
### Produktionslinie in der Kosmetikindustrie

- Hohe Anzahl an Kurzzeit-Stillständen
- Anlagenproduktivität variabel und produktabhängig
- **OEE = 60-80%** (Ausgangszustand)



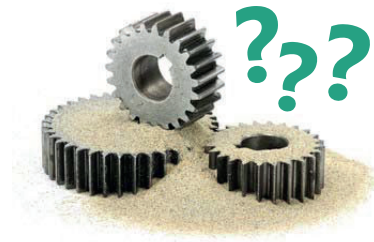
# Case-Study zur Prognose der OEE

Ask an interesting question



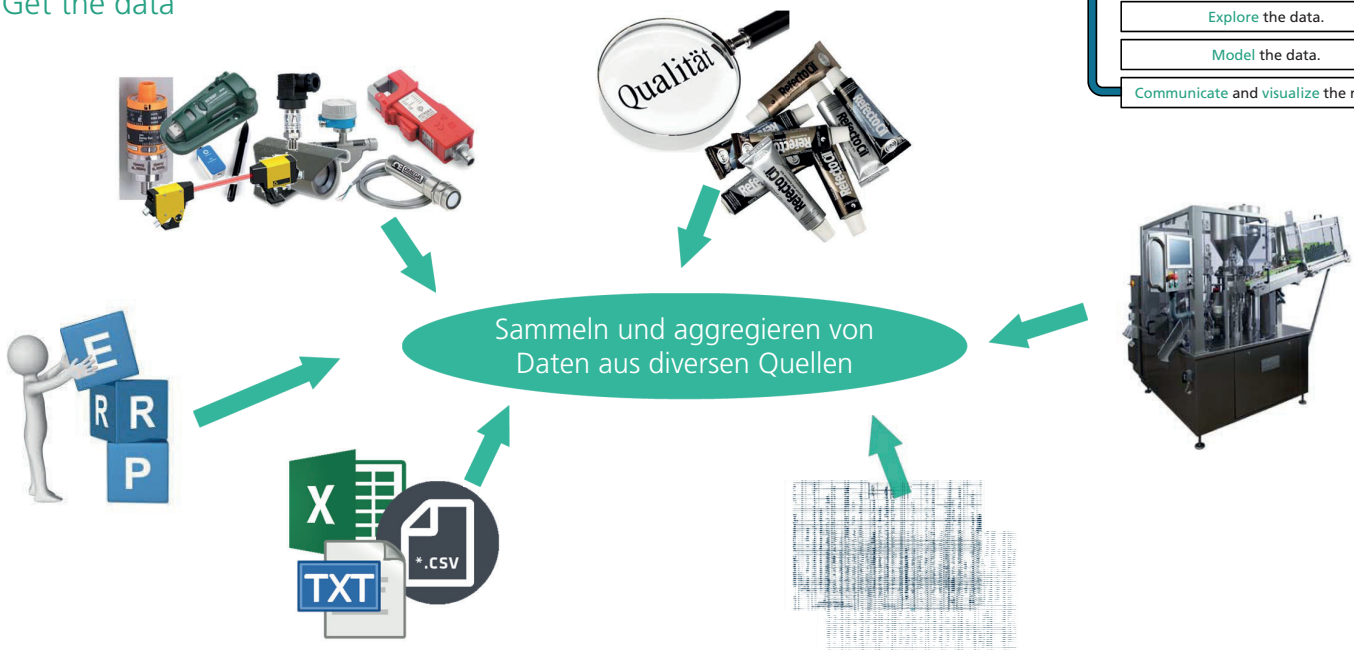
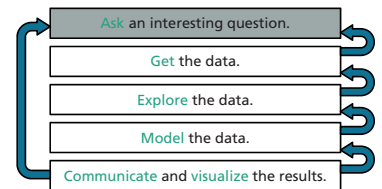
Von welchen **Einflussfaktoren** hängt die **OEE** im betrachteten Prozess ab?

Ist es möglich die **OEE** in ausreichender Genauigkeit zu **prognostizieren**?



# Case-Study zur Prognose der OEE

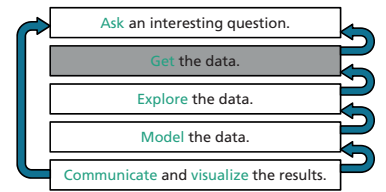
Get the data



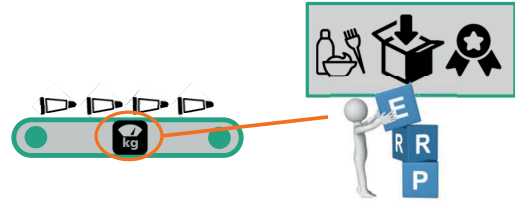
# Case-Study zur Prognose der OEE

## Get the data

Viele **verschiedene Datenquellen** in unterschiedlichen zeitlichen Aggregationen!



- **Produktdaten** sind notwendig (bspw. Verpackung, Farbe)
- Zuordenbarkeit der Daten zum **Produktionsprogramm**
- Adäquate **Datenqualität** und **-granularität**



**Input:** Unabhängige Parameter

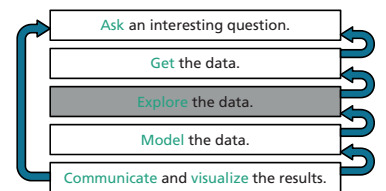
**Output:** Zielvariable

Zeitstempel	Messwert: Füllgewicht	....	Sensor Signal X	....	Produzierte Stück	....	OEE
19.10.2017	0.04		0.065		145		67%
20.10.2017	0.05		0.0775		152		88%
.....							

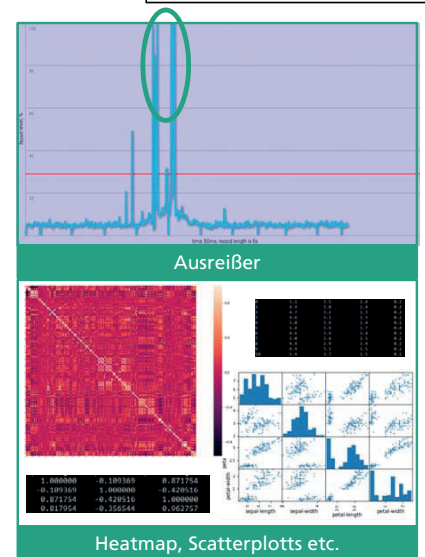
# Case-Study zur Prognose der OEE

## Explore the data

- **Bereinigung** fehlerhafter Inputdaten:
  - Messfehler („Sensorgeräusche“, ...)
  - Ausreißer
  - Fehlende Werte, #NV
- Welcher **Zeithorizont** (Tage, Stunden, Millisekunden) ist relevant?
- Harmonisierung der Sensordaten zu **Sampling Intervallen**
- Welche **Korrelationen** zwischen den Daten gibt es?
- **Akkumulieren von Werten** (bspw. Produktionsmengen)



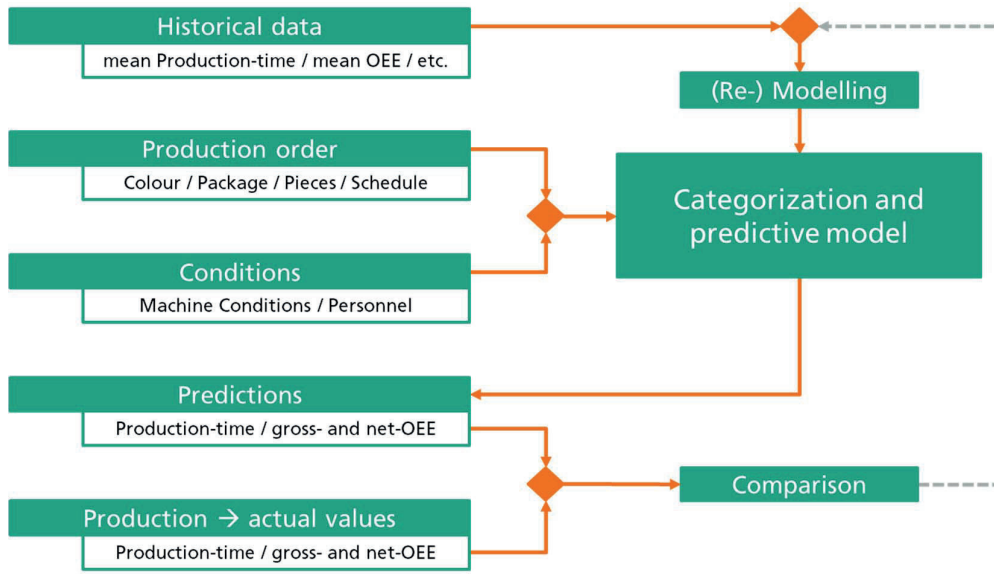
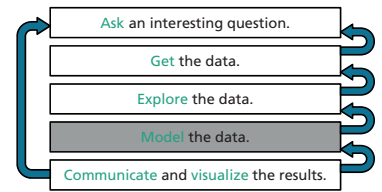
Sensor	Einheit	Rückgabewert				
Kühlung on/off	[0,1]	[boolean]	0	1	0	#NV
Temperatursensor	°C, K, F	[integer]	150	#NAME?	345	50
Drucksensor	Pa, Ba	[double]	58.5	40.6		90.5
Lichtsensor	Lux, Lumen/m²	[double]	4945	20957	4654	3956
...	...	...	...	...	...	...



Heatmap, Scatterplots etc.

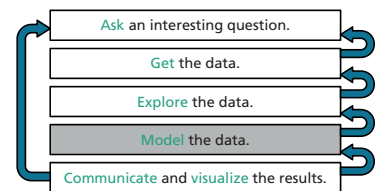
# Case-Study zur Prognose der OEE

Model the data

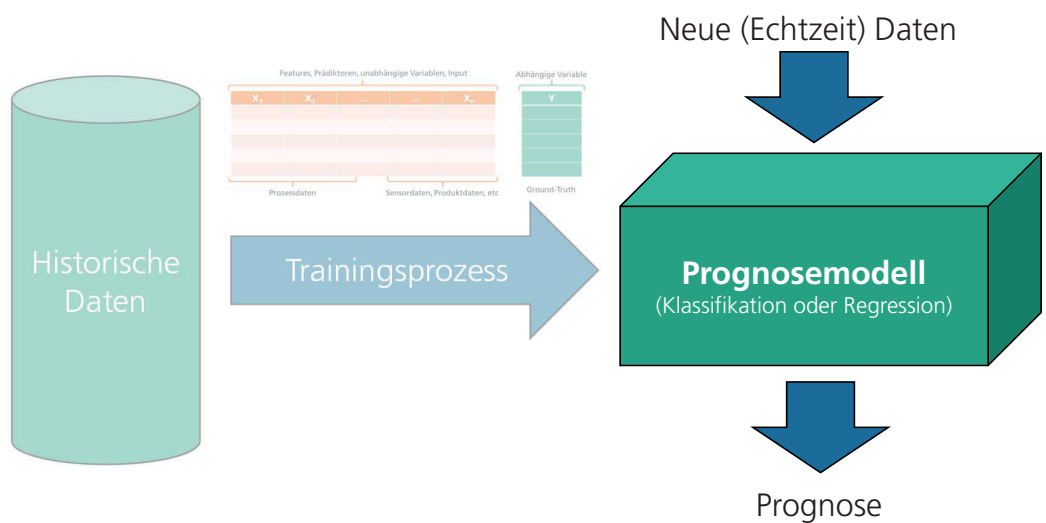


# Case-Study zur Prognose der OEE

Model the data

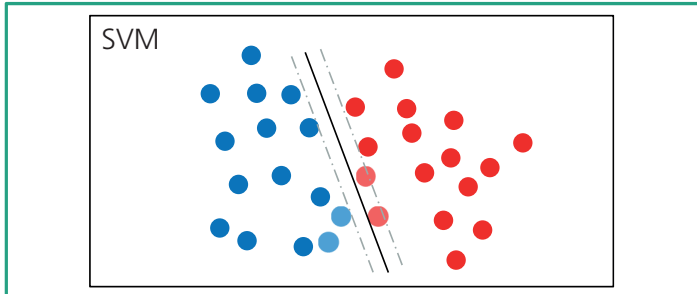
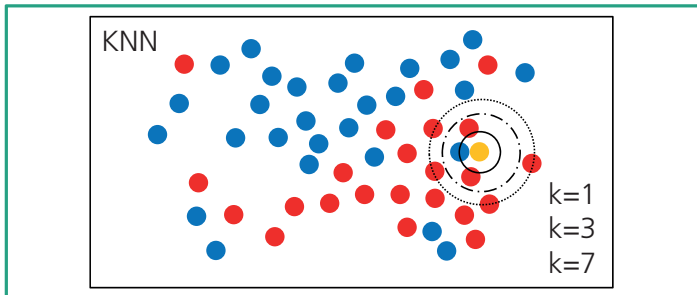
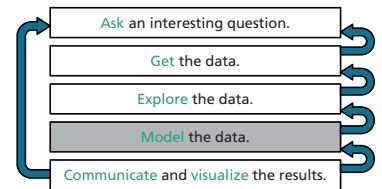


All models are wrong but some are useful  
George E.P. Box, 1978



# Case-Study zur Prognose der OEE

## Model the data

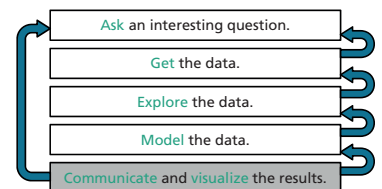


## Prozess- und Datenverständnis

ist zur Auswahl des richtigen Algorithmus erforderlich.

# Case-Study zur Prognose der OEE

## Communicate and visualize the results



Von welchen **Einflussfaktoren** hängt die **OEE** im betrachteten Prozess ab?

- ➔ Produzierte **Stückzahl**
- ➔ **Verpackungsmaterial** (Sprachkreis)
- ➔ **Farbe** (Produkt)

Ist es möglich die **OEE** in ausreichender Genauigkeit zu **prognostizieren**?

- ➔ Ja, die **OEE ist prognostizierbar!**
- ➔ Random Forest Regression (RFR) liefert die beste **Prognosegenauigkeit: 83,84%** (nRMSE: 16,16%)



# Case-Study zur Prognose der OEE

## Generierter Nutzen

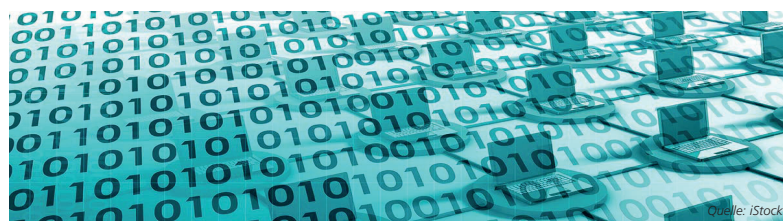
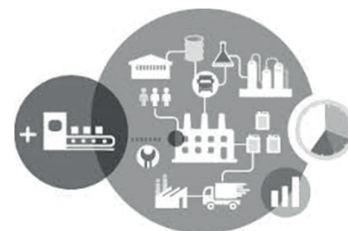
Antizipation  
bevorstehender  
Maschinenstörungen



Positiver Einfluss auf  
strategisch relevante  
Kennzahlen



Steigerung der  
Planungssicherheit und  
-stabilität



Wir begleiten Sie gerne in innovativen  
Projekten...

 **Fraunhofer**  
AUSTRIA

„INNOVATIVE LÖSUNGEN FÜR DAS HEUTE VON MORGEN“



**Dipl.-Ing. Tanja Nemeth**  
Projektmitarbeiterin  
Fraunhofer Austria Research GmbH  
Produktionsoptimierung & Industrial Engineering

Tel.: 0043 (0) 676 888 616 - 19  
Email: [tanja.nemeth@fraunhofer.at](mailto:tanja.nemeth@fraunhofer.at)