

# Künstliche Intelligenz in der ZfP - Welchen Beitrag kann KI in der ZfP leisten?

Constanze TSCHÖPE<sup>1</sup>, Maximilian Mühle<sup>1</sup>, Yong Chul Ju<sup>1</sup>, Ivan Kraljevski<sup>1</sup>,  
Matthias WOLFF<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Fraunhofer IKTS, Dresden

<sup>2</sup> Brandenburgische Technische Universität, Cottbus-Senftenberg

Kontakt E-Mail: [constanze.tschoepe@ikts.fraunhofer.de](mailto:constanze.tschoepe@ikts.fraunhofer.de)

## Kurzfassung

Künstliche Intelligenz zieht derzeit in alle Bereiche der Gesellschaft und des Lebens ein. Aber welchen Stellenwert hat sie momentan auf dem Gebiet der zerstörungsfreien Prüfung? Was kann KI leisten? Welche Herausforderungen müssen erfolgreich bewältigt werden? Gibt es das eine KI-Verfahren, welches prinzipiell für ZfP geeignet ist?

Bei der Bauteil- und Materialprüfung während und unmittelbar nach der Herstellung, der Überwachung von Verschleißteilen in Maschinen und Anlagen oder der Schadensdetektion an Bauteilen und Komponenten liefern ZfP-Verfahren Daten, die bewertet werden müssen. Obwohl inzwischen sehr leistungsfähige Toolkits verfügbar sind, erfordert der optimale Einsatz der KI für ein ZfP-Verfahren oftmals mehr. Die meisten Kunden möchten nicht nur eine Lösung ihres Problems; sie wollen verstehen, warum die KI so und nicht anders entschieden hat, warum der Klassifikator das Bauteil einer bestimmten Klasse (z. B. gut/schlecht oder neuwertig/verschlissen/defekt) zugewiesen hat. Abhängig von der Klassifikationsaufgabe sowie der Art und der Anzahl der vorliegenden Daten kann ein geeignetes Verfahren bestimmt werden. Mit Methoden des maschinellen Lernens werden Modelle gebildet, welche die Basis für die KI-Verfahren zur Klassifikation bilden.

Der Beitrag liefert einen Überblick über KI-Verfahren und deren Anwendungen in der zerstörungsfreien Prüfung. Zahlreiche Beispiele und Ergebnisse werden vorgestellt, um die Mannigfaltigkeit des Einsatzes in der ZfP und der bestehenden Möglichkeiten zu demonstrieren.

---

# Künstliche Intelligenz in der ZfP – Welchen Beitrag kann KI in der ZfP leisten?

Constanze Tschöpe<sup>1</sup>, Maximilian Mühle<sup>1</sup>, Yong Chul Ju<sup>1</sup>, Ivan Kraljevski<sup>1</sup>, Matthias Wolff<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Fraunhofer IKTS, Dresden, <sup>2</sup> Brandenburgische Technische Universität, Cottbus-Senftenberg

---



© Fraunhofer

---

## KÜNSTLICHE INTELLIGENZ IN DER ZFP

---

### Gliederung

- Einsatz künstlicher Intelligenz
- KI-Verfahren
- Anwendungsbeispiele
- Herausforderungen

© Fraunhofer

# KÜNSTLICHE INTELLIGENZ IN DER ZFP

## Gliederung

- Einsatz künstlicher Intelligenz
  - KI-Verfahren
  - Anwendungsbeispiele
  - Herausforderungen

© Fraunhofer

b.tu Brandenburgische  
Technische Universität  
Cottbus - Senftenberg

Fraunhofer  
IKTS

# EINSATZ KÜNSTLICHER INTELLIGENZ IN DER INDUSTRIE



Fotos: Adobe Stock,  
Pixabay

© Fraunhofer

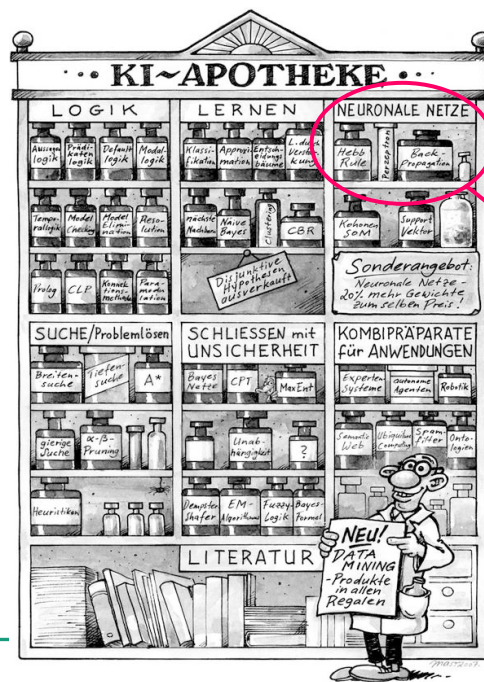
b.tu Brandenburgische  
Technische Universität  
Cottbus - Senftenberg

Fraunhofer  
IKTS

# KÜNSTLICHE INTELLIGENZ IN DER ZFP

## Gliederung

- Einsatz künstlicher Intelligenz
- **KI-Verfahren**
- Anwendungsbeispiele
- Herausforderungen



Neuronale Netze,  
Deep Learning

Quelle: Mast, 2007

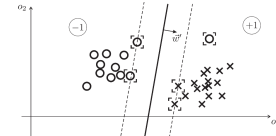
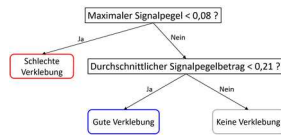
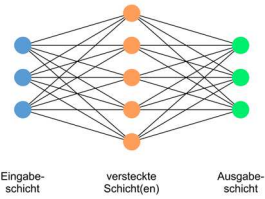
# KI-VERFAHREN

Künstliche Neuronale Netze

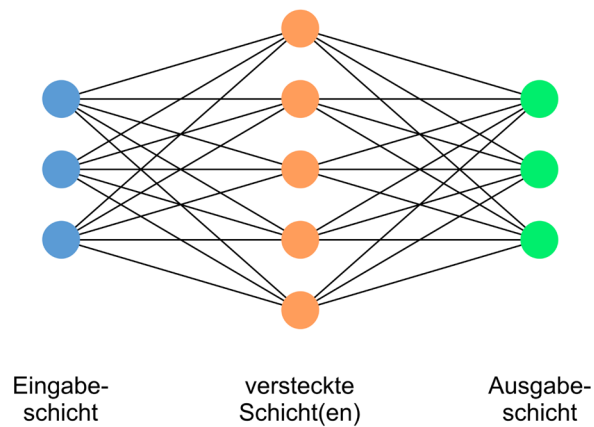
Entscheidungsbäume

Folgenmodelle

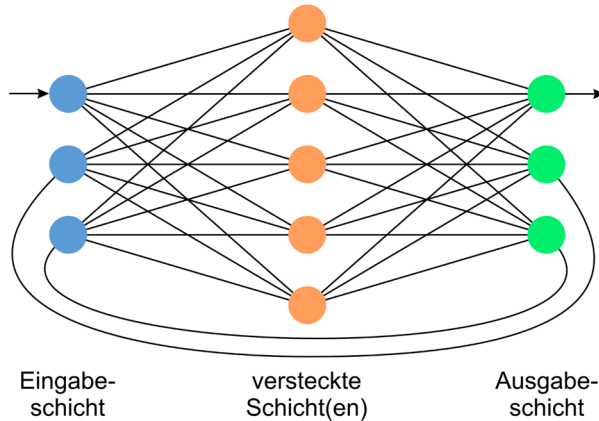
Supportvektormaschinen



# KÜNSTLICHE NEURONALE NETZE



# KÜNSTLICHE NEURONALE NETZE

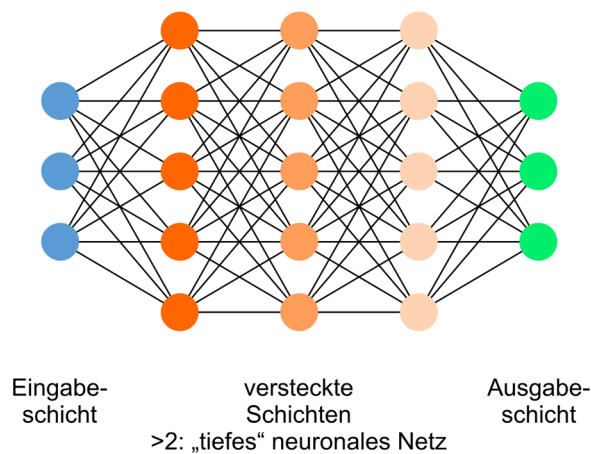


© Fraunhofer

b·tu Brandenburgische Technische Universität Cottbus - Senftenberg

Fraunhofer IKTS

# KÜNSTLICHE NEURONALE NETZE

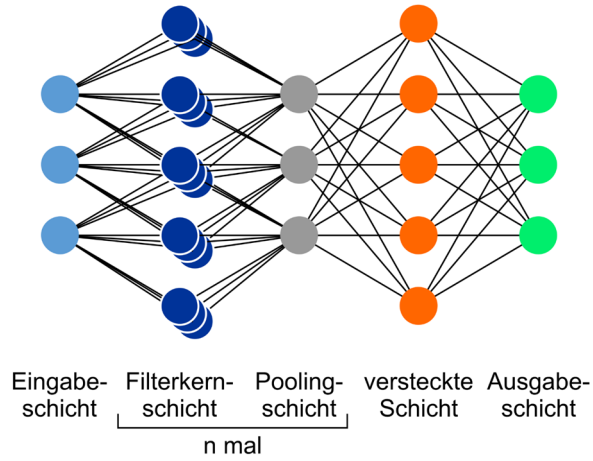


© Fraunhofer

b·tu Brandenburgische Technische Universität Cottbus - Senftenberg

Fraunhofer IKTS

# KÜNSTLICHE NEURONALE NETZE



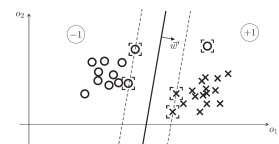
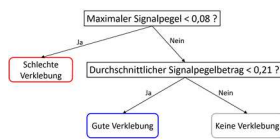
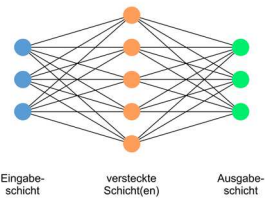
# KI-VERFAHREN

Künstliche Neuronale Netze

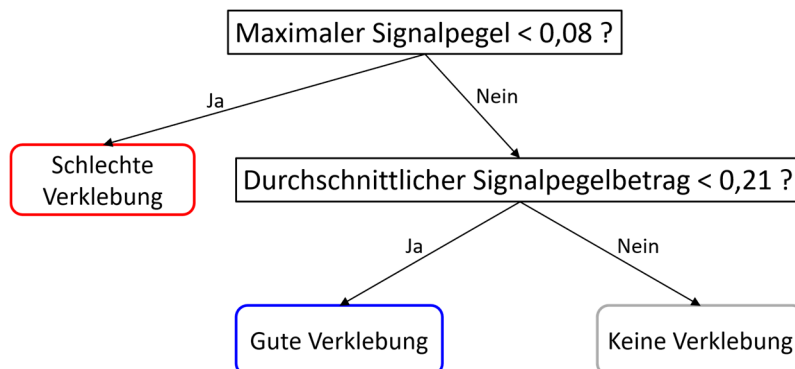
Entscheidungsbäume

Folgenmodelle

Supportvektormaschinen



# ENTSCHEIDUNGSBÄUME



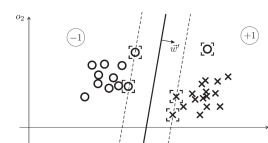
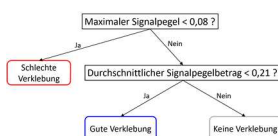
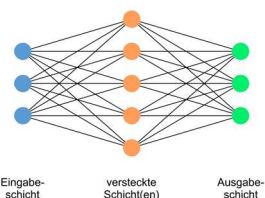
# KI-VERFAHREN

Künstliche Neuronale Netze

Entscheidungsbäume

Folgenmodelle

Supportvektormaschinen

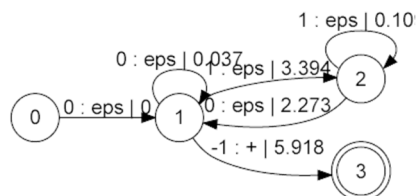




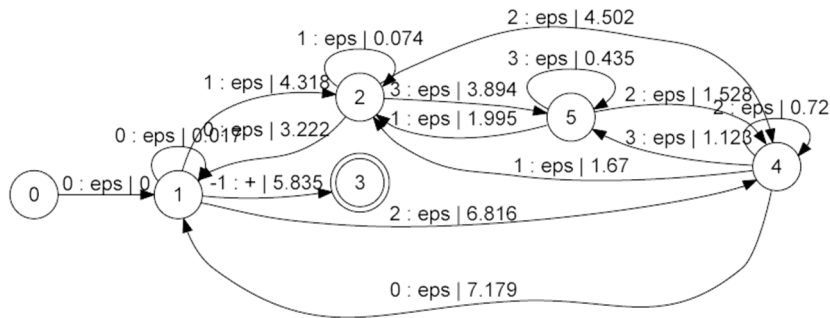
# FOLGENMODELLE



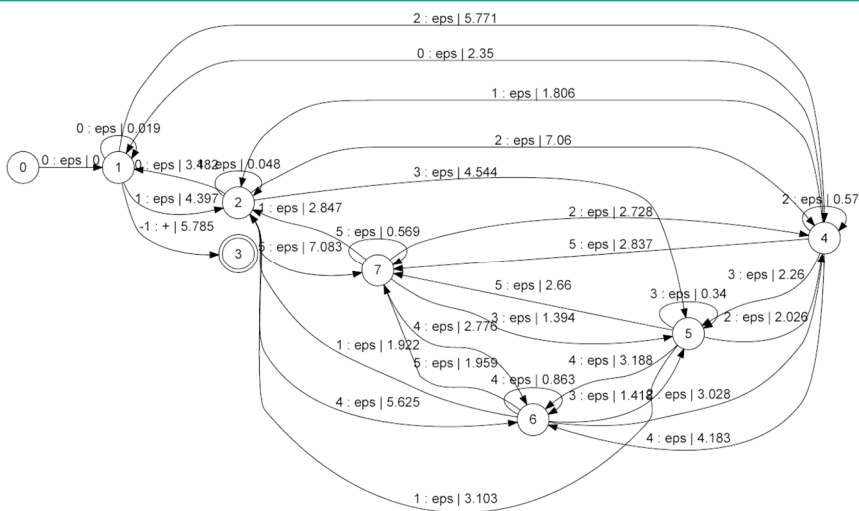
# FOLGENMODELLE



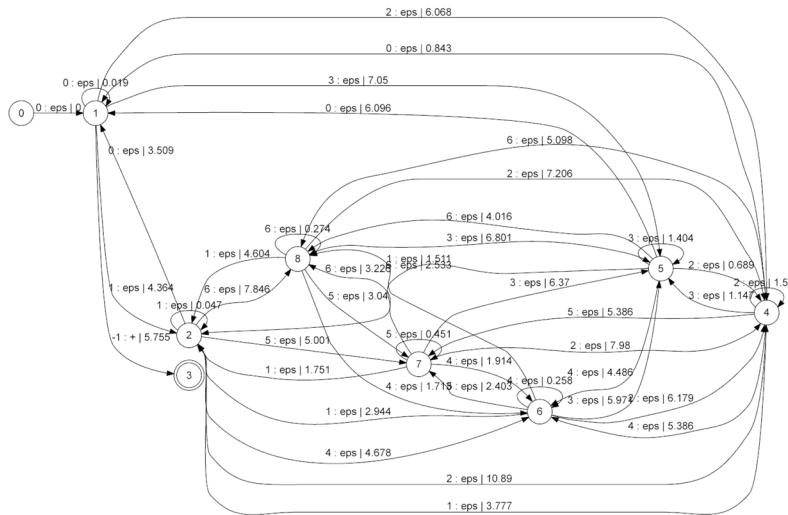
# FOLGENMODELLE



# FOLGENMODELLE



# FOLGENMODELLE

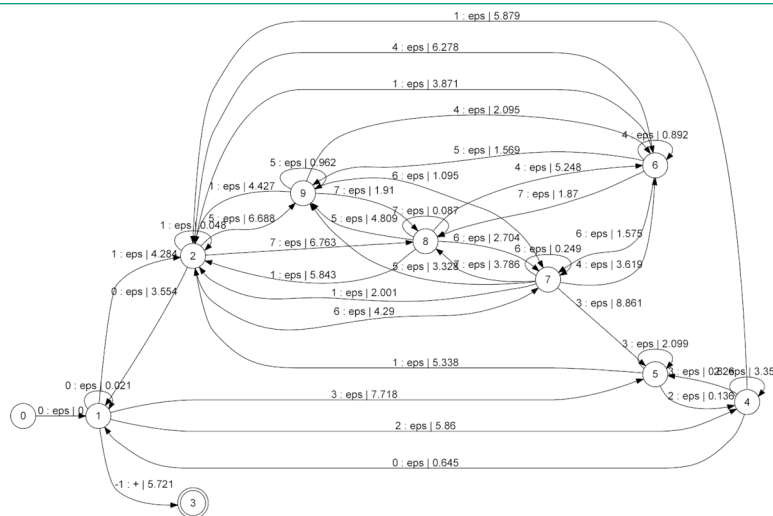


© Fraunhofer

b.tu Brandenburgische Technische Universität Cottbus - Senftenberg

Fraunhofer IKTS

# FOLGENMODELLE

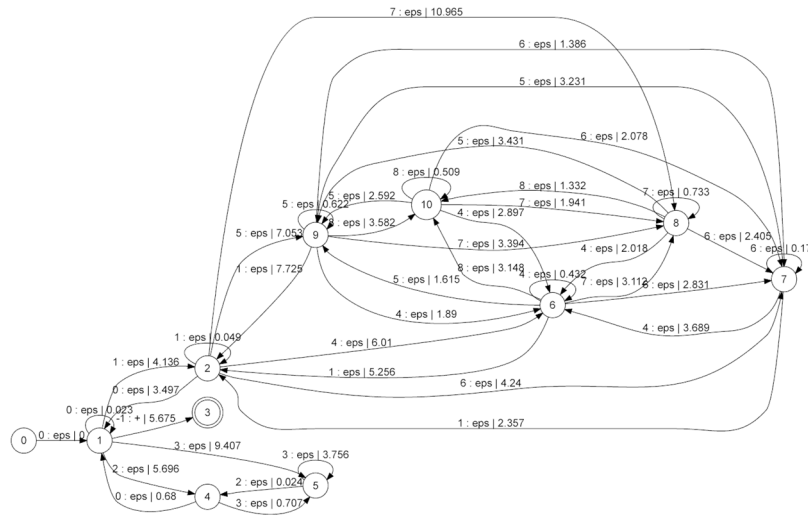


© Fraunhofer

b.tu Brandenburgische Technische Universität Cottbus - Senftenberg

Fraunhofer IKTS

# FOLGENMODELLE



© Fraunhofer

b.tu Brandenburgische Technische Universität Cottbus - Senftenberg

Fraunhofer IKTS

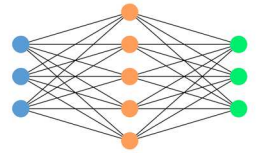
# KI-VERFAHREN

Künstliche Neuronale Netze

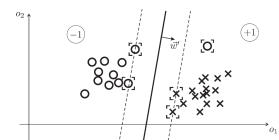
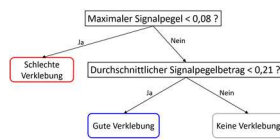
Entscheidungsbäume

Folgenmodelle

Supportvektormaschinen



Eingabeschicht    versteckte Schicht(en)    Ausgabeschicht

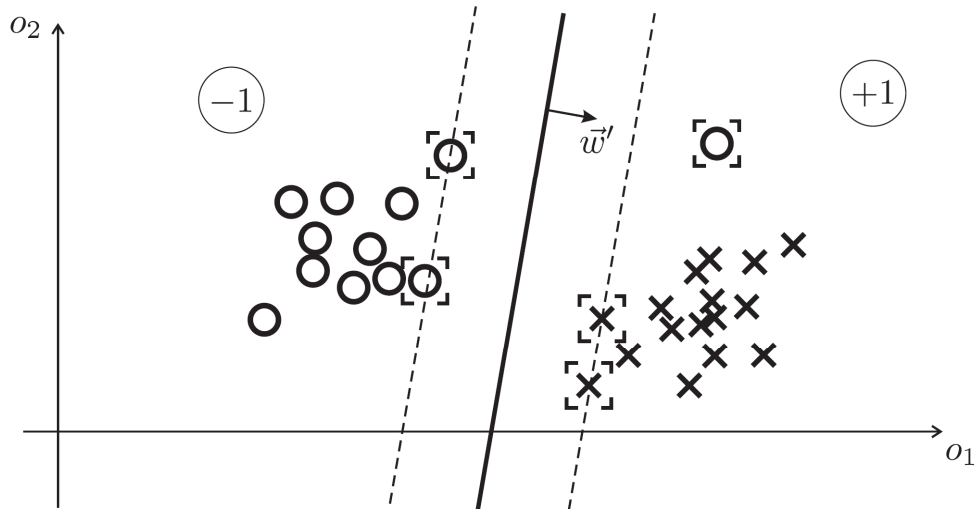


© Fraunhofer

b.tu Brandenburgische Technische Universität Cottbus - Senftenberg

Fraunhofer IKTS

## SUPPORTVEKTORMASCHINEN



Quelle: R. Hoffmann, M. Wolff: Intelligente Signalverarbeitung 2: Signalerkennung, 2. Auflage. Springer Vieweg, 2015. ISBN 978-3-662-46725-1.

© Fraunhofer

b.tu Brandenburgische Technische Universität Cottbus - Senftenberg

Fraunhofer IKTS

## KÜNSTLICHE INTELLIGENZ IN DER ZFP

### Gliederung

- Einsatz künstlicher Intelligenz
- KI-Verfahren
- **Anwendungsbeispiele**
- Herausforderungen

© Fraunhofer

b.tu Brandenburgische Technische Universität Cottbus - Senftenberg

Fraunhofer IKTS

## PROJEKTBEISPIELE I

Qualitätskontrolle von Zahnrädern für den Automobilbau	Restlebensdauer von Magnetventilen anhand der Schaltgeräusche	Riss- und Impakterkennung an Flugzeugmaterialien	Fehlerfrüherkennung an Walzen und Spinnmaschinen	Detektion von Schwachstellen in Textilnähten
				
Sprachsteuerung für Mess- und Prüfgeräte	Automatisierte Weichheitsprüfung von Papier an der Reißgeräusche	automatische Schädlingserkennung, z. B. in Getreidespeichern	Blutzuckererkennung aus der Stimme	Spracherkennung für medizinische Texte
				

© Fraunhofer

Fotos: Adobe Stock, Pixabay

**b.tu** Brandenburgische Technische Universität Cottbus - Senftenberg

**Fraunhofer** IKTS

## PROJEKTBEISPIELE II

Miniaturisiertes System zur intelligenten Signalverarbeitung	Universal Cognitive User Interface	Automatische Überwachung von Kompressoren	Entwicklung von Lebenszyklustechnologien für Batterien	Klanganalyse für keramische Bauteile
				
NEU KI-Regelung von Biogasanlagen	NEU Entwicklung datenbasierter Services für Industrieprozesse	NEU Obersorbische Spracherkennung	NEU Risserkennung in Glasflaschen	NEU Dig. Zwillinge für Prozessoptimierung & voraus. Instandhaltung
				

© Fraunhofer

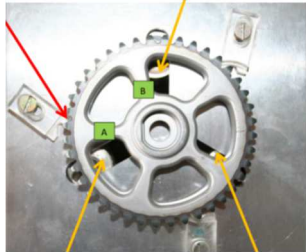
Fotos: Adobe Stock, Pixabay, Sorbisches National-Ensemble

**b.tu** Brandenburgische Technische Universität Cottbus - Senftenberg

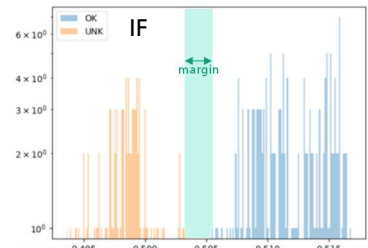
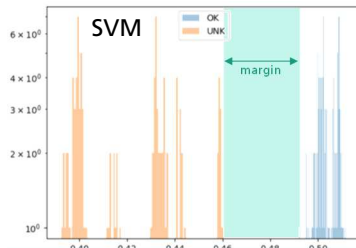
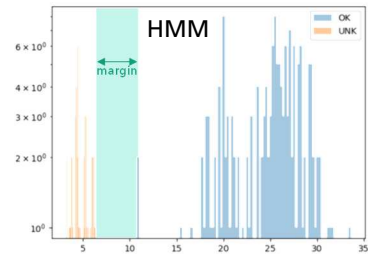
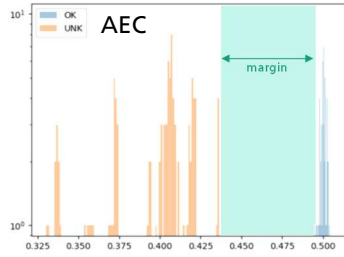
**Fraunhofer** IKTS

# ZAHNRADPRÜFUNG (ANOMALIEDETEKTION)

gesintertes Zahnrad



Y. C. Ju, I. Kraljevski, C. Tschöpe, F. Duckhorn, M. Wolff.  
Acoustic Resonance Testing of Gear Wheels. In Preparation.



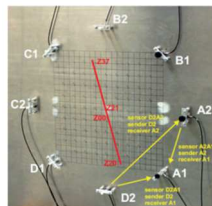
© Fraunhofer

b.tu Brandenburgische Technische Universität Cottbus - Senftenberg

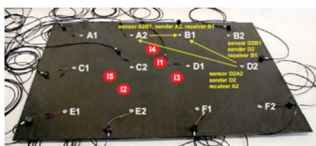
Fraunhofer IKTS

# ANOMALIEDETEKTION AN FLUGZEUGMATERIALIEN

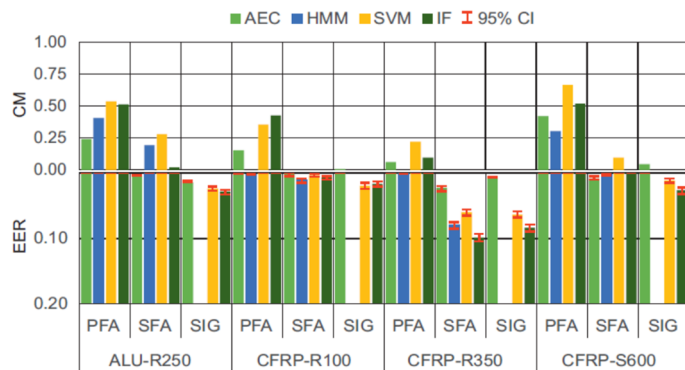
Aluminiumplatte



CFK-Platte



Klassifikatorvergleich



I. Kraljevski, F. Duckhorn, C. Tschöpe, M. Wolff. Machine Learning for Anomaly Assessment in Sensor Networks for NDT in Aerospace. In: IEEE Sens J, 21(9):11000-11008, 2021, doi: 10.1109/JSEN.2021.3062941.

© Fraunhofer

b.tu Brandenburgische Technische Universität Cottbus - Senftenberg

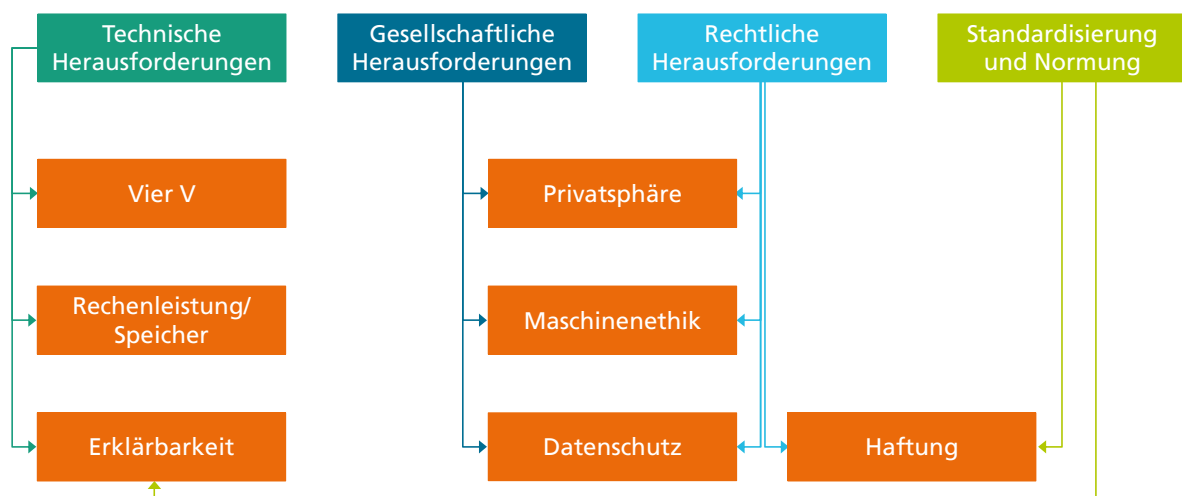
Fraunhofer IKTS

# KÜNSTLICHE INTELLIGENZ IN DER ZFP

## Gliederung

- Einsatz künstlicher Intelligenz
- KI-Verfahren
- Anwendungsbeispiele
- Herausforderungen

# HERAUSFORDERUNGEN





# VIELEN DANK FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT

## Kontakt:

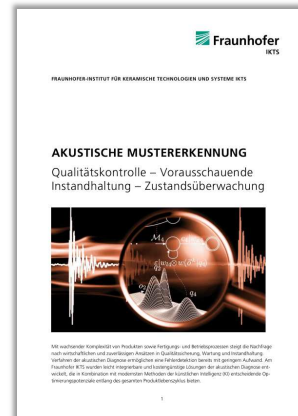
Constanze Tschöpe  
Fraunhofer IKTS  
Maria-Reiche-Straße 2  
01109 Dresden  
Tel. 0351 888 15 522

Fraunhofer-Projektgruppe  
„Kognitive Materialdiagnostik“  
an der BTU Cottbus-Senftenberg  
Siemens-Halske-Ring 14  
03046 Cottbus

[constanze.tschoepe@ikts.fraunhofer.de](mailto:constanze.tschoepe@ikts.fraunhofer.de)



➤ [Broschüre „Akustische Diagnose“](#)



➤ [Whitepaper „Akustische Mustererkennung“](#)