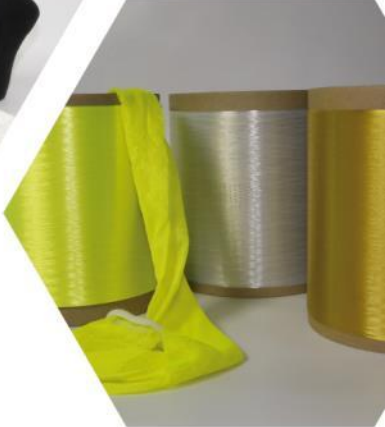


# Weiterentwicklung von textilen Sensorfasern mit Piezoeffekt im Einsatz zur Verschleißvorhersage von Werkzeugen

Marcel Ehrhardt  
13.10.2016



# Inhalt

- Motivation
- Aufbau und Fertigung von Funktionsfasern
- Physikalische Grundlagen
- **VERSUCH**
- Signalmerkmale identifizieren

# Motivation

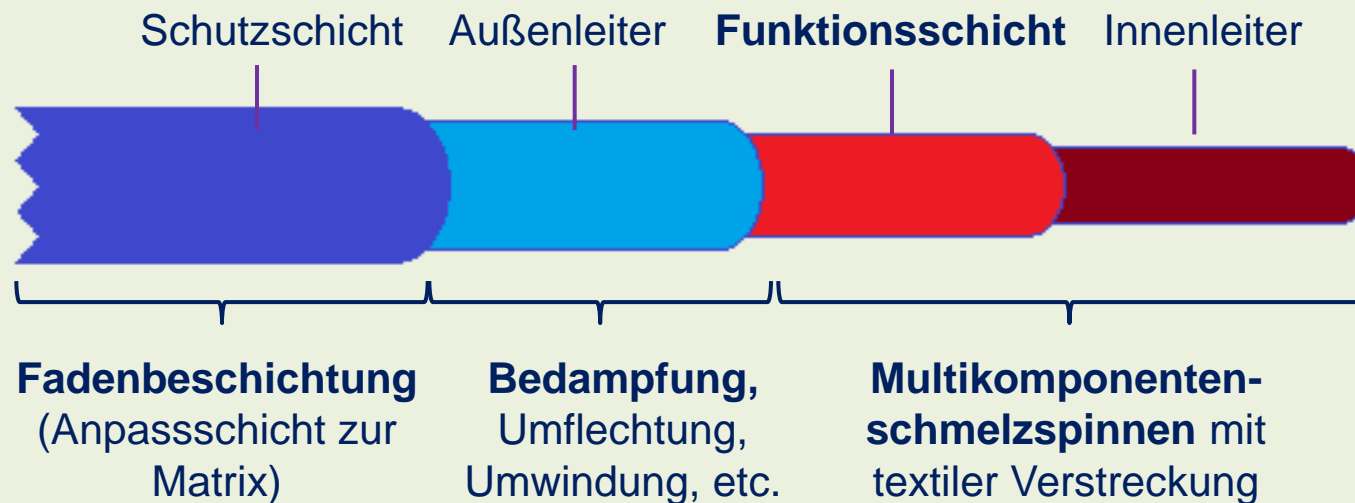
- Vorbeugende Instandhaltung für:
  - Verringerung Stillstandszeiten der Werkzeugmaschine (Kosten, Zeitaufwand)
  - Einhaltung der Maßtoleranzen gefertigter Bauteile (weniger Ausschuss)
  - Wartungsintervalle ereignisgesteuert durchführen
- Ausblick, ob es Signalmodelle gibt, die Verschleißvorhersage ermöglichen

# Aufbau und Fertigung von Funktionsfasern

# Aufbau und Fertigung von Funktionsfasern

## Aufbau und Fertigung

- Funktionsfaser = **Textile Faser** mit sensorischen oder aktorischen Funktionen (z. B. elektrische, optische, thermische)
- Aufbau und Fertigungsmethoden:



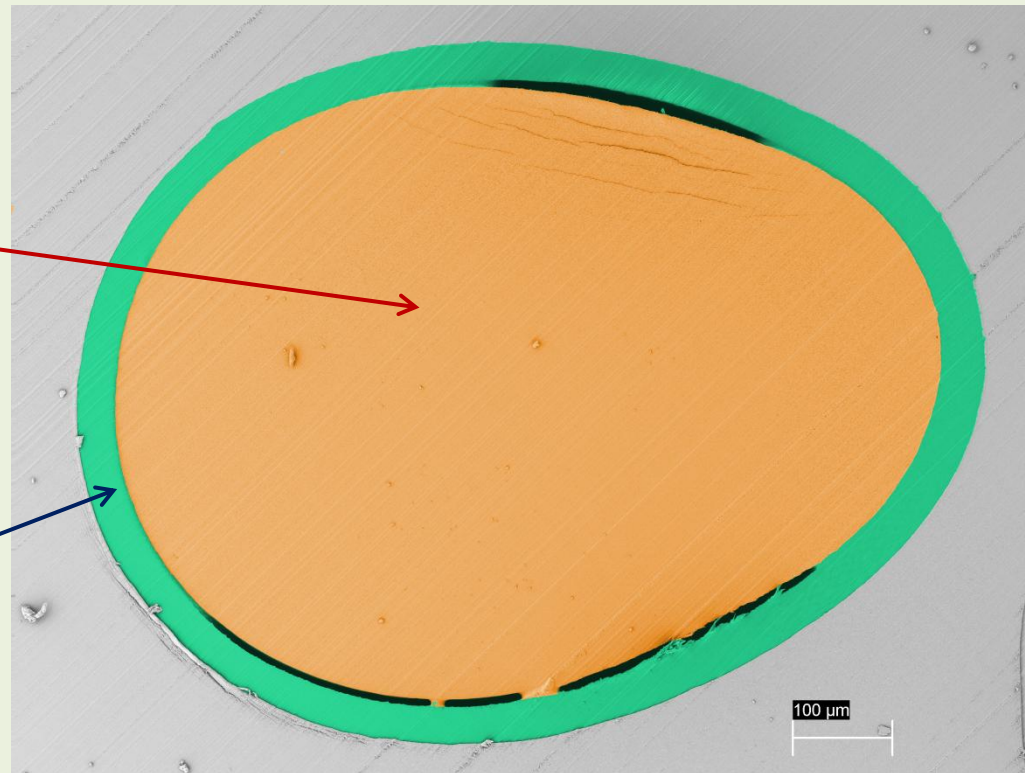
# Aufbau und Fertigung von Funktionsfasern

## Geometrie

- Durchmesser: 0.3 ... 1.0 mm, Biegeradius: < 1 mm, zugfest

Innenleiter  
(Seele)

Funktions-  
schicht  
(Mantel)



# Aufbau und Fertigung von Funktionsfasern

## Bisher verwendete Sensoren

Sensor 1	Sensor 2
<p>PVDF-Faser (polymer)</p> 	<p>PZT-Faser (keramisch, hier mehrere in ein Package integriert)</p> 

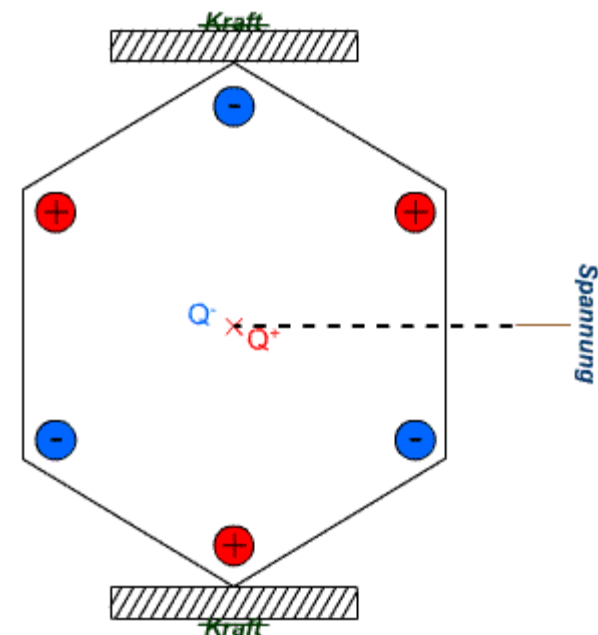
# Physikalische Grundlagen



# Physikalische Grundlagen

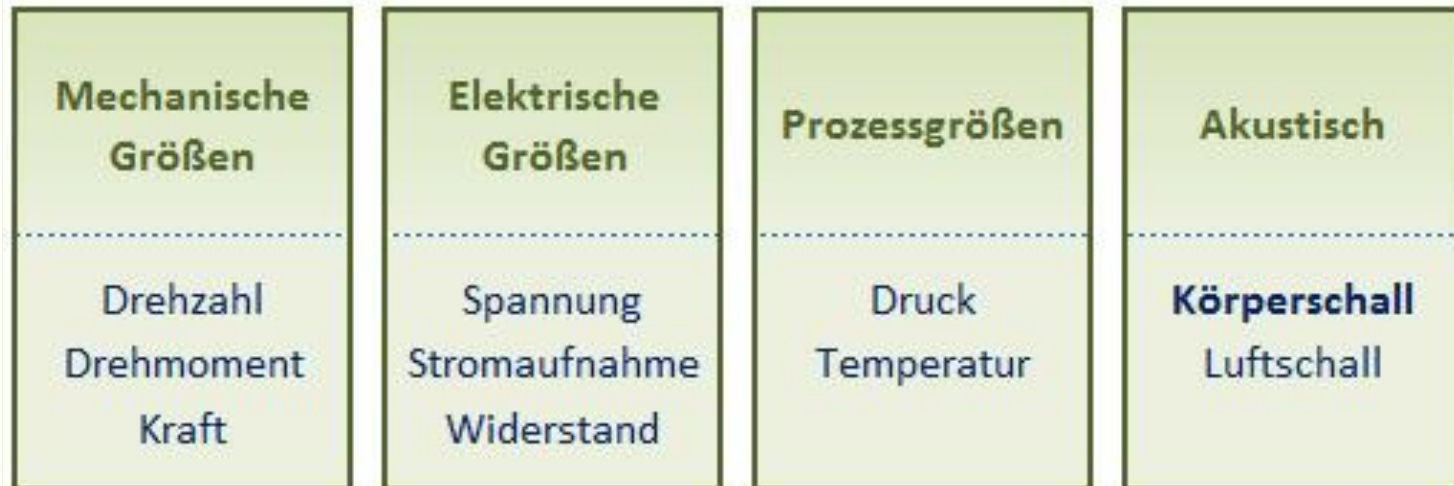
## Piezoelektrizität

- Piezoelektrischer Effekt:
  - $E_{\text{mechanisch}} \rightarrow E_{\text{elektrisch}}$
  - ( $E_{\text{elektrisch}} \rightarrow E_{\text{mechanisch}} = \text{invers}$ )
- Mechanische Kraft  $\rightarrow$  Verschiebung der Ladungsschwerpunkte  $\rightarrow$  Induzierung elektrische Spannung
- Beispiele: Quarz, Turmalin, PZT, ...



# Physikalische Grundlagen

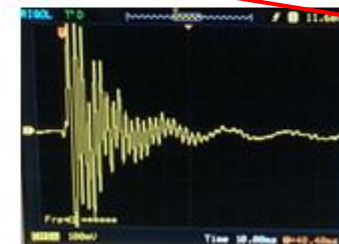
## Kraftpfad von der Spindel zum Körperschall



**Abbildung 1.** Möglichkeiten Körperschallmessung.

# Physikalische Grundlagen

## Kraftpfad von der Spindel zum Körperschall



**Abbildung 2.** Kraftpfad von der Spindelrotation bis zur Auskopplung des Körperschalls.

# Physikalische Grundlagen

## Methoden der Körperschallanalyse

Dämpfung, Resonanzen, Eigenformen, Nichtlinearitäten

### Systemanalyse:

- vollständiges Strukturmodell
- Simulation mittels genormter (künstlicher) Anregungen
- Auswertung Systemantwort
- Modellbildung nötig!

### Signalanalyse:

- Reduziertes Strukturmodell (Logische „Modellblöcke“)
- Auswertung Korrelationen zu Referenzantworten
- Anregung aus Betrieb in Umwelt

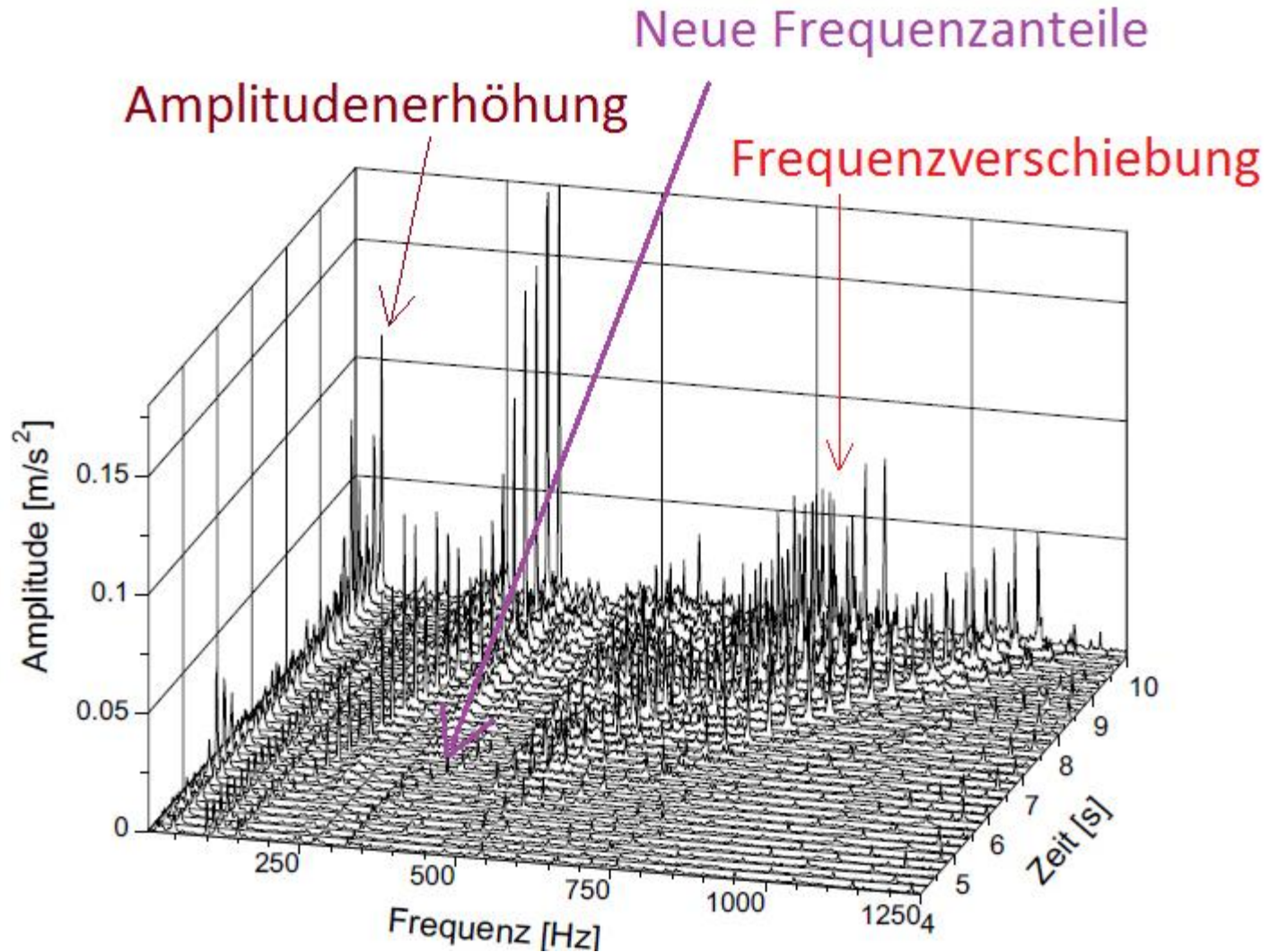
Machbarkeit?



Zusammenhänge?



# Physikalische Grundlagen (Wasserfalldarstellung)



# Versuch

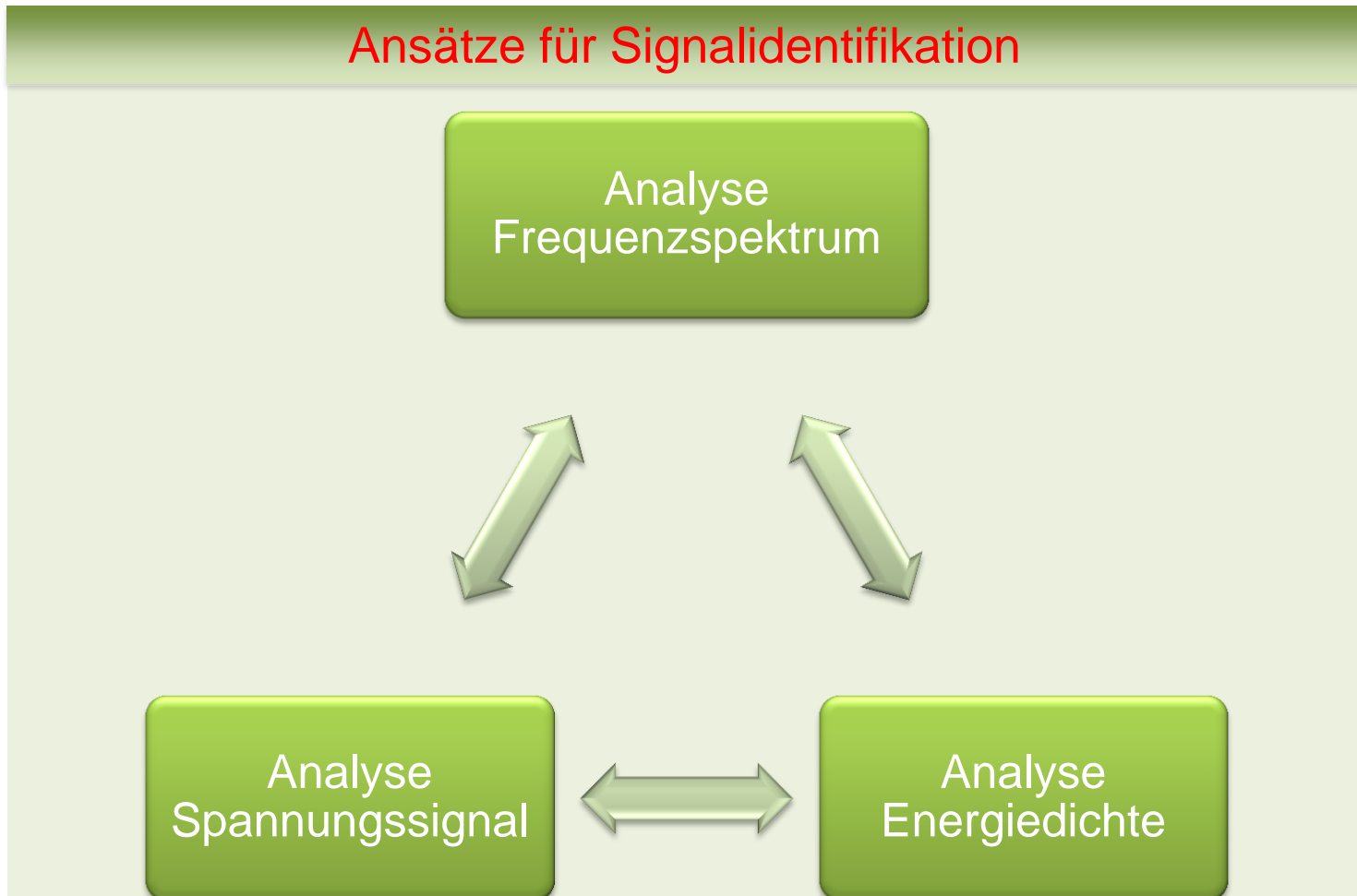
- Aufnehmen eines Spannungssignals
- Transferieren der .csv-Datei auf den Messcomputer
- Erstellung einer FFT mittels Excel



# Signalmerkmale identifizieren

# Signalmerkmale identifizieren

## Ansätze für Signalidentifikation





# Signalmerkmale identifizieren

## Signalmerkmale

Ansatz **Energiedichte** und **Frequenzbereich**:

No	Beobachtungen	Pot. Signalmerkmal
1	Verschiebung Leistungsdichte Richtung höherer Frequenzen	Anteilige Signalleistung über 500 Hz
2	Trend Leistungsdichte ändert sich	Trend Signalleistung
3	Zunahme an Frequenzspitzen in niederfrequenten Bereich	Anzahl Frequenzspitzen im Bereich 0 ... 500 Hz
4	Zunahme Signalamplituden	Signalamplitude im niederfrequenten Bereich
5	Frequenzamplituden im höherfrequenten Bereich	Spitzen im Bereich 2 MHz

# Signalmerkmale identifizieren

## Signalmerkmale

Ansatz **Spannungssignal:**

No	Beobachtungen	Pot. Signalmerkmal
6	Zunahme Spannungssignal	Erhöhung der gemessenen Spannung bei zunehmenden Verschleiß
7	Überlagerung von Spannungssignalen	Filterung auf zusätzliche Anteile im Zeitsignal
8		Messung Flankensteilheiten

**Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit!**