



## Die digitale Abbildung eines Maschinen-Handwerks

30.11.2021 – Sebastian Kremer, Projektmanager im Forschungsprojekt SewGuide

# Agenda



|          |   |               |
|----------|---|---------------|
| <b>1</b> | <b>Motivation - Kurzvorstellung des Forschungsprojekts SewGuide</b> | 09:00 – 09:05 |
| <b>2</b> | <b>Aufschlüsselung der Fertigkeit im Handwerk</b>                   | 09:05 – 09:15 |
| <b>3</b> | <b>Definition und Untersuchung der Zielgröße: Qualitätsmerkmale</b> | 09:15 – 09:30 |
| <b>4</b> | <b>Technische Erfassung der Zielgrößen</b>                          | 09:30 – 09:45 |
| <b>5</b> | <b>Fragen und Diskussion</b>  | 09:45 – 10:00 |

# SewGuide – Der digitale Lernassistent in der Konfektionsindustrie



## Ausgangslage: Mangel an Experten

- Abwanderung der Bekleidungsindustrie nach Asien verschärft den Fachkräftemangel: Schwund von Expertenwissen
- Ohne Nachwuchskräfte stagnieren die Innovationen in den Spezialtextilproduktionen
- Digitale Unterstützungssysteme für die Bekleidungsindustrie erfordern hohe, finanzielle Aufwände und bedingen einen Eingriff in die bestehende Infrastruktur.

### Forschungsprojekt SewGuide

- Wissensmanagement des Nähhandwerks
- Entwicklung eines digitalen Lernassistentensystems zur Unterstützung des Ausbildungsprozesses
- Implementierung eines Retrofit-Kits zur Digitalisierung einer Nähmaschine

KMU-Innovativ Projekt, gefördert durch das Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 02K19K013



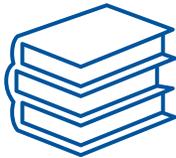
# Die Motivation zur digitalen Abbildung eines Handwerks beschränkt sich nicht auf akuten Expertenschwund. Dies sind einige Beispiel



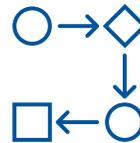
**UNTERSTÜTZUNG DER LEHRE**  
(PROJEKTFOKUS)



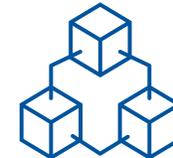
**QUALITÄTSSICHERUNG**



**WISSENSMANAGEMENT**



**UNTERSTÜTZUNG DER  
PRODUKTIONSPLANUNG**



**INDUSTRIE 4.0 USE CASES**

# Agenda



- |          |   |               |
|----------|---|---------------|
| <b>1</b> | <b>Motivation - Kurzvorstellung des Forschungsprojekts SewGuide</b> | 09:00 – 09:05 |
| <b>2</b> | <b>Aufschlüsselung der Fertigkeit im Handwerk</b>                   | 09:05 – 09:15 |
| <b>3</b> | <b>Definition und Untersuchung der Zielgröße: Qualitätsmerkmale</b> | 09:15 – 09:30 |
| <b>4</b> | <b>Technische Erfassung der Zielgrößen</b>                          | 09:30 – 09:45 |
| <b>5</b> | <b>Fragen und Diskussion</b>  | 09:45 – 10:00 |

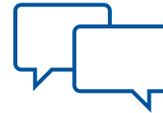
# Das Maschinen-Handwerk kann in drei Kategorien eingeteilt werden, die es bei der Bewertung des Werkenden-Wissensstandes zu beachten gilt



## MASCHINEN BETIENUNG

Wissen, über die Funktionen und Bedienelemente der Maschine

- Funktionen von Knöpfen, Hebeln, Schalter etc.
- Anwendungen, Richtlinien und Grenzwerte der Maschine
- Erhaltung der Lauffähigkeit (Pflege & Wartung)



## DOMÄNEN-SPEZIFISCHE SPRACHE

Wissen, über spezifische Bezeichnungen im Handwerk

- Im Handwerk verwendete Fachbegriffe
- In der individuellen Produktion verwendete Sprache
- Bezeichnung spezifischer Maschinen- / Prozessparameter



## FERTIGKEIT DES WERKENDEN

Wissen, über den korrekten Umgang mit der Maschine im Prozess

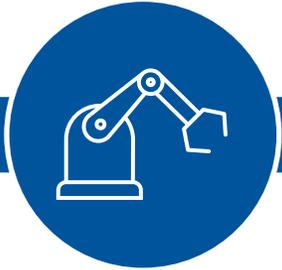
- Verwendung der Maschine mit geeigneten Parametern
- Prozesstreue bei der Ausübung des Handwerks
- Erstellung von Produkten mit gewünschter **Qualität**

Ermittlung des „Wissens“

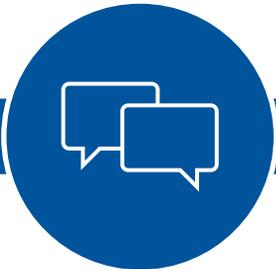
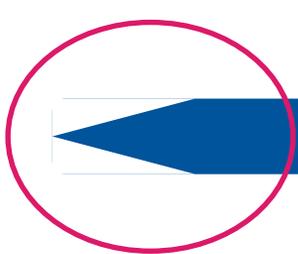
Wie wird der Wissensstand in den jeweiligen Kategorien des Maschinen-Handwerks erfasst?

# Die Erfassung der Werkenden-Fertigkeit lässt sich oftmals nicht unmittelbar bestimmen, weshalb hier die Produktqualität betrachtet werden sollte

Relevanz der Kategorien im beispielhaften Werdegang des Auszubildenden



Erklärung der Bedienelemente und Funktionen unmittelbar möglich  
→ Test durch Abfrage möglich und offensichtlich



Erklärung der Fachbegriffe unmittelbar möglich  
→ Test durch Abfrage möglich und offensichtlich



**Werkenden-Fertigkeit**

Ausbildung und Prüfung der individuellen Fertigkeit des Werkenden ist nicht trivial

- Die Fertigkeit wird stetig während des Prozesses erlernt und verbessert
- Keine allgemeingültige „Fertigkeit-Bemessungsgröße“

→ Die Überprüfung der Fertigkeit sollte primär anhand der Zielgröße erfolgen:

**Produkt-Qualität**

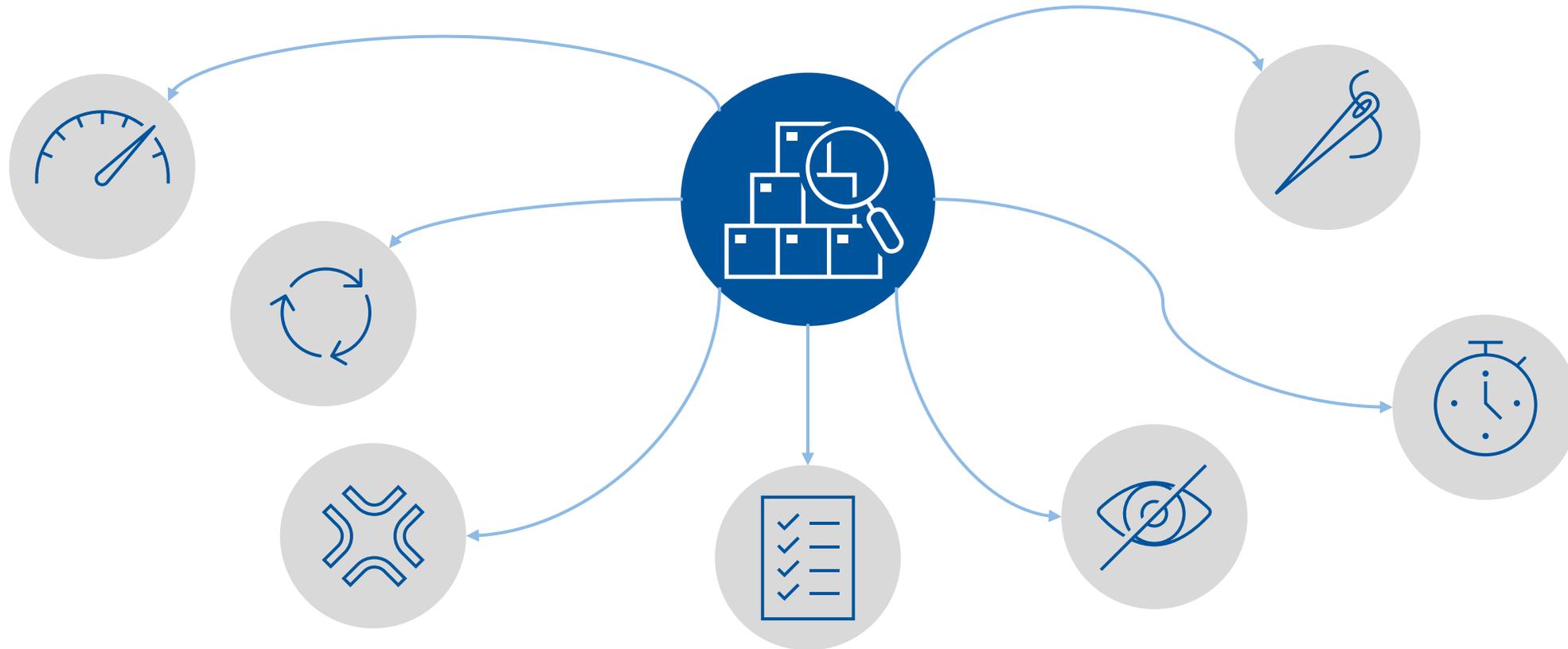


# Agenda



- |          |   |               |
|----------|---|---------------|
| <b>1</b> | <b>Motivation - Kurzvorstellung des Forschungsprojekts SewGuide</b> | 09:00 – 09:05 |
| <b>2</b> | <b>Aufschlüsselung der Fertigkeit im Handwerk</b>                   | 09:05 – 09:15 |
| <b>3</b> | <b>Definition und Untersuchung der Zielgröße: Qualitätsmerkmale</b> | 09:15 – 09:30 |
| <b>4</b> | <b>Technische Erfassung der Zielgrößen</b>                          | 09:30 – 09:45 |
| <b>5</b> | <b>Fragen und Diskussion</b>  | 09:45 – 10:00 |

Zur Ermittlung der Produktqualität müssen Qualitätsmerkmale bestimmt werden, die den Zielzustand ausreichend und objektiv umschreiben



Ableitung der  
Qualitätsmerkmale

Das Ziel der Qualitätsmerkmale ist eine **Umschreibung der Produktqualität** sowie von sekundären Zielgrößen, die **durch einen Laien** bzw. **ein technisches System** bewertbar sind  
→ Diese stellen die Zielgröße für die (technische) Erfassungen eines Handwerks dar

# Produktkritische Fragen unterstützen bei der Bestimmung der Qualitätsmerkmale → Qualitätsmerkmale am Beispiel des Forschungsprojekts SewGuide



SewGUIDE



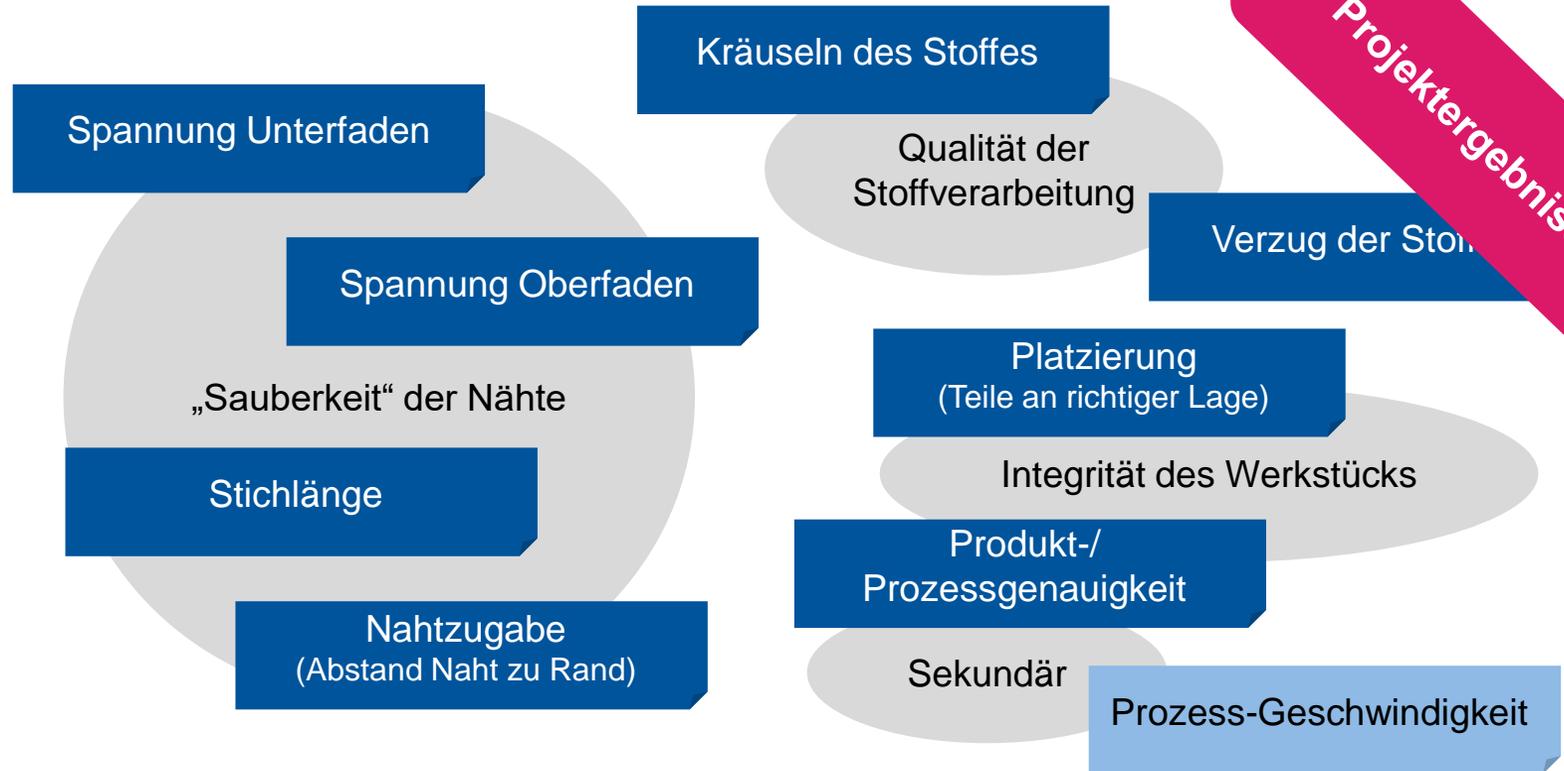
**Leitfragen zur Bestimmung der Qualitätsmerkmale**

Primäre Qualitätsmerkmale

- Was unterscheidet ein gutes Produkt von einem schlechten Produkt?
- Welche Produkteigenschaften entsprechen nicht dem individuellen Qualitätsstandard?

Sekundäre Qualitätsmerkmale:

- Was macht ein Person mit fachlicher Expertise im Prozess **quantifizierbar** besser, als eine ungeübte Person?



**Qualitätsmerkmale** Die Qualitätsmerkmale definieren die primären (Produktqualität) und sekundären (Wirtschaftlichkeit, Geschwindigkeit, Nachhaltigkeit etc.) Größen, an denen die Fertigkeit eines Werkenden ausreichend bestimmt werden kann

# Zur Ermittlung der Qualitätsmerkmale können weitere Leitfragen auf Basis der handwerklichen Grundfertigkeiten und der Prozessschritte herbeigezogen werden

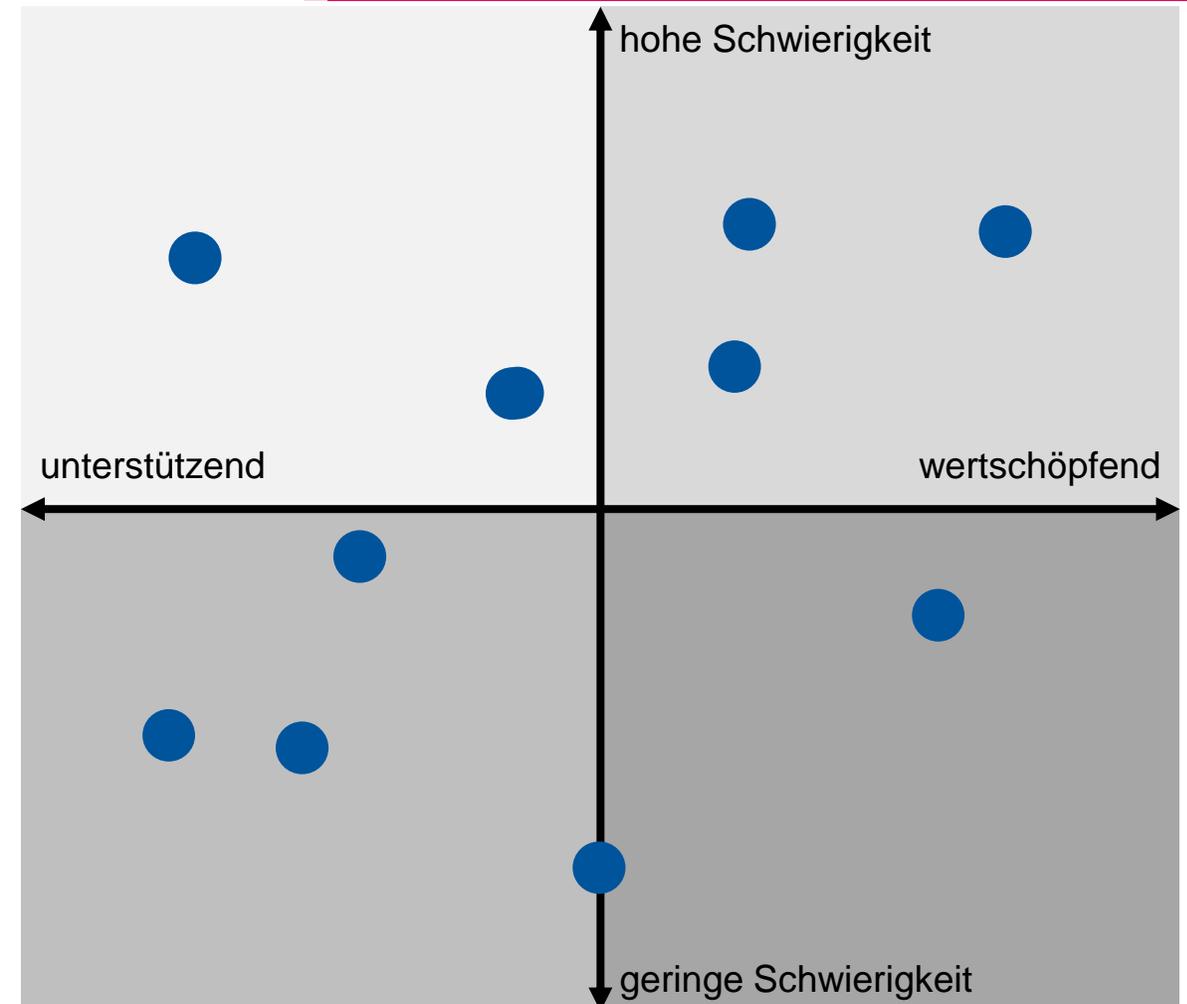


## Methodische Unterstützung zur Aufnahme von Qualitätsmerkmalen

- Erfassung von Prozessen sowie Definition von „klassischen“ handwerklichen Fertigkeiten
  - Welche Prozessschritte durchläuft ein Arbeitsgang?
  - Was müssen Expert:innen „können“?
- Kategorisierung der Schritte / Fertigkeiten nach Schwierigkeit und Wertschöpfungsrelevanz
- Evaluation der Kategorisierung, bzw. „Eröffnung der Diskussion“
  - Warum ist ein Prozessschritt / eine Fertigkeit schwierig?
  - Worauf muss der Arbeitende achten?
  - Wie äußert sich das in der Qualität?

→ Die Ergebnisse dienen in erster Linie dem prozessualen Wissensmanagement sowie der Lehre, vereinfachen aber die Bestimmung der Qualitätsmerkmale

### Vorschlag zur methodischen Unterstützung



# Beispielhafte Ermittlung der Fertigkeiten im Forschungsprojekt SewGuide

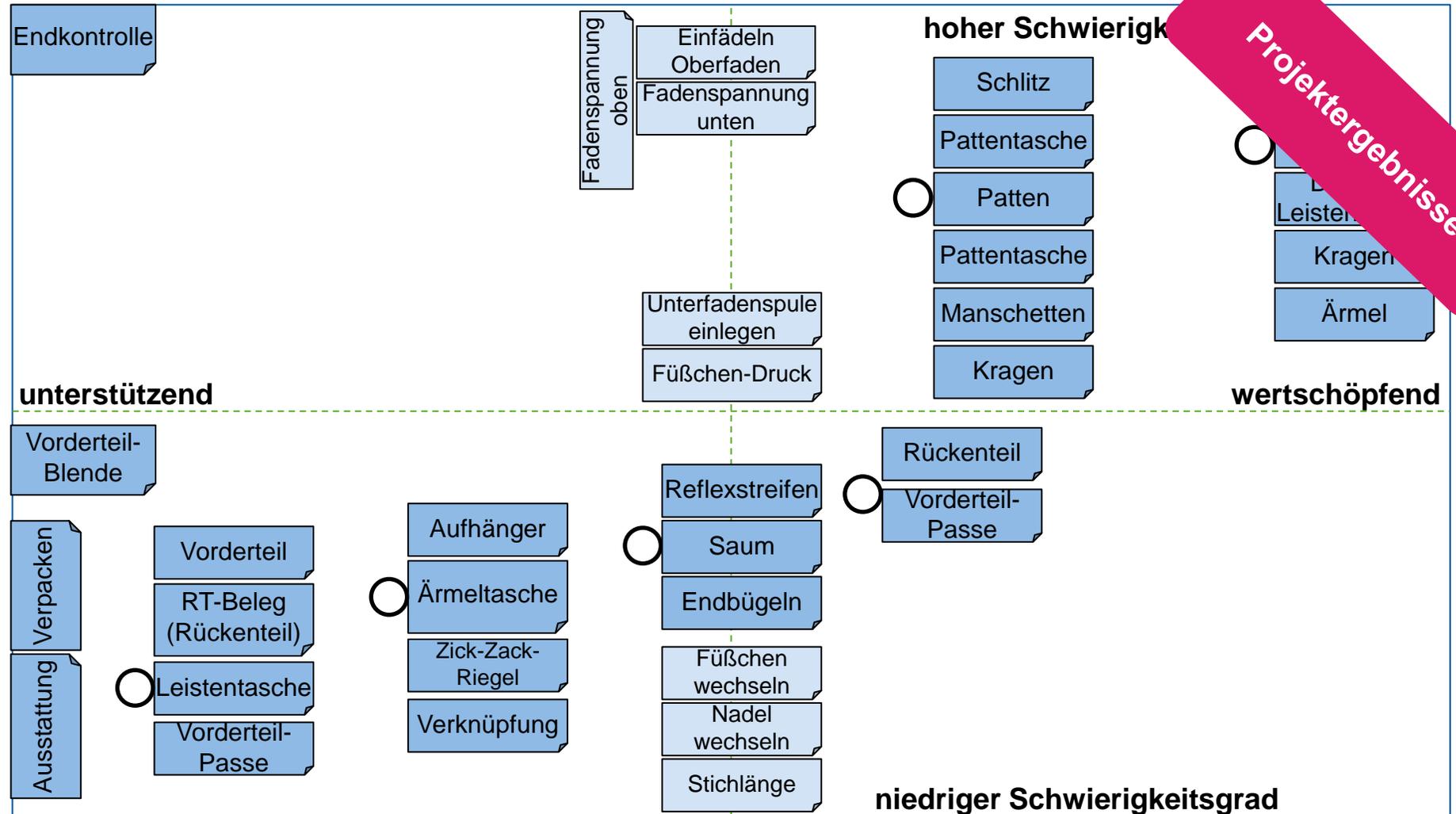


SewGUIDE

Workshop-Ergebnis:

Legende:

- Fertigkeiten
- Fertigkeiten für das Materialhandling
- Schwierigkeit der Fertigkeiten in Blöcken



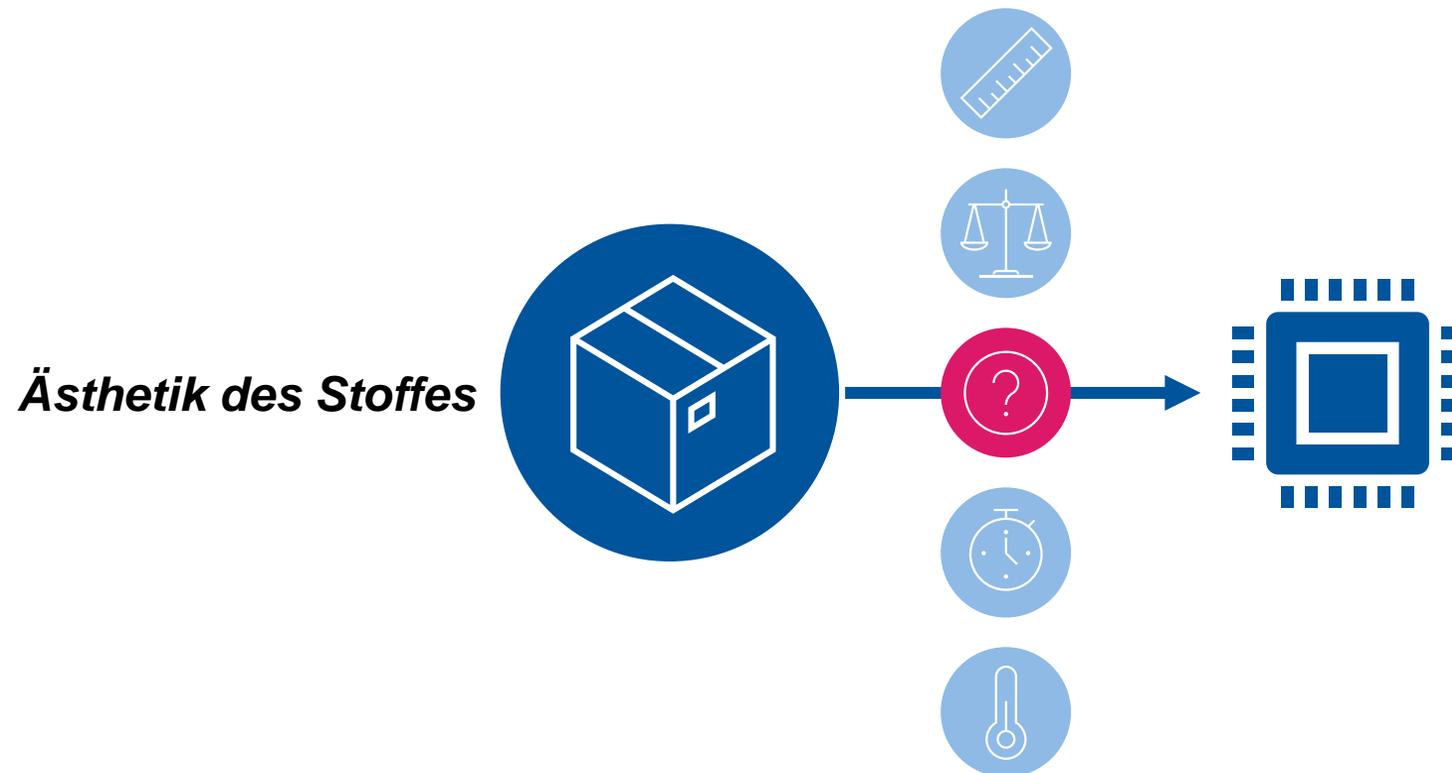
Projektergebnisse

# Agenda



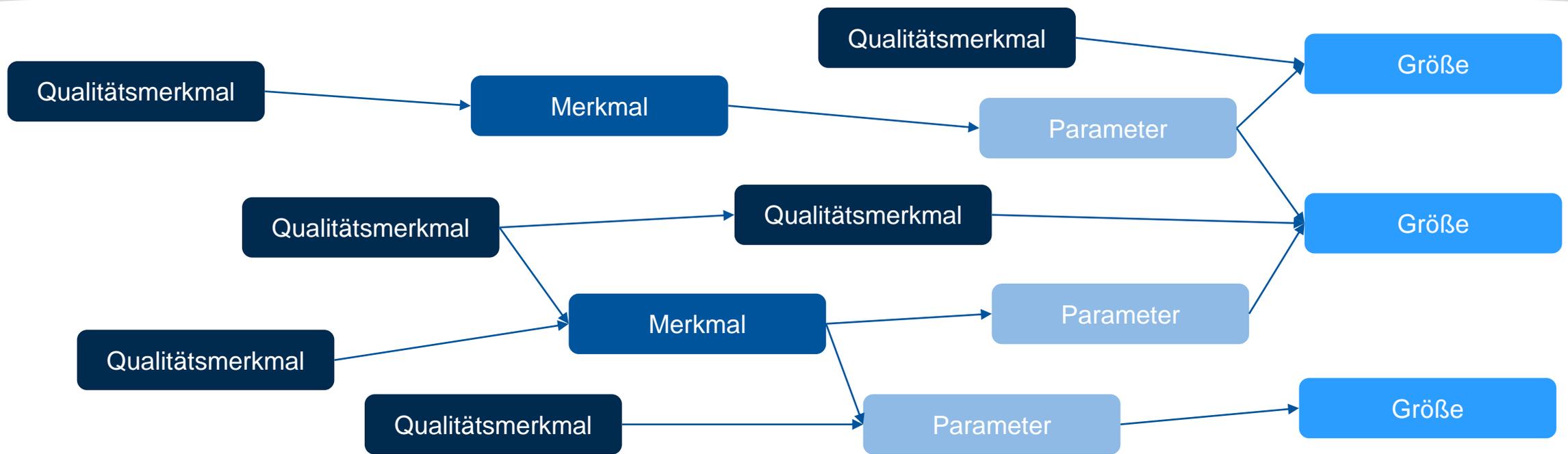
- |          |   |               |
|----------|---|---------------|
| <b>1</b> | <b>Motivation - Kurzvorstellung des Forschungsprojekts SewGuide</b> | 09:00 – 09:05 |
| <b>2</b> | <b>Aufschlüsselung der Fertigkeit im Handwerk</b>                   | 09:05 – 09:15 |
| <b>3</b> | <b>Definition und Untersuchung der Zielgröße: Qualitätsmerkmale</b> | 09:15 – 09:30 |
| <b>4</b> | <b>Technische Erfassung der Zielgrößen</b>                          | 09:30 – 09:45 |
| <b>5</b> | <b>Fragen und Diskussion</b>  | 09:45 – 10:00 |

# Wie sollen abstrakte Qualitätsmerkmale technisch erfasst werden?



# Die technische Erfassung bedarf der Bestimmung von technisch erfassbaren Einflussgrößen, die kausal mit dem Qualitätsmerkmale zusammenhängen

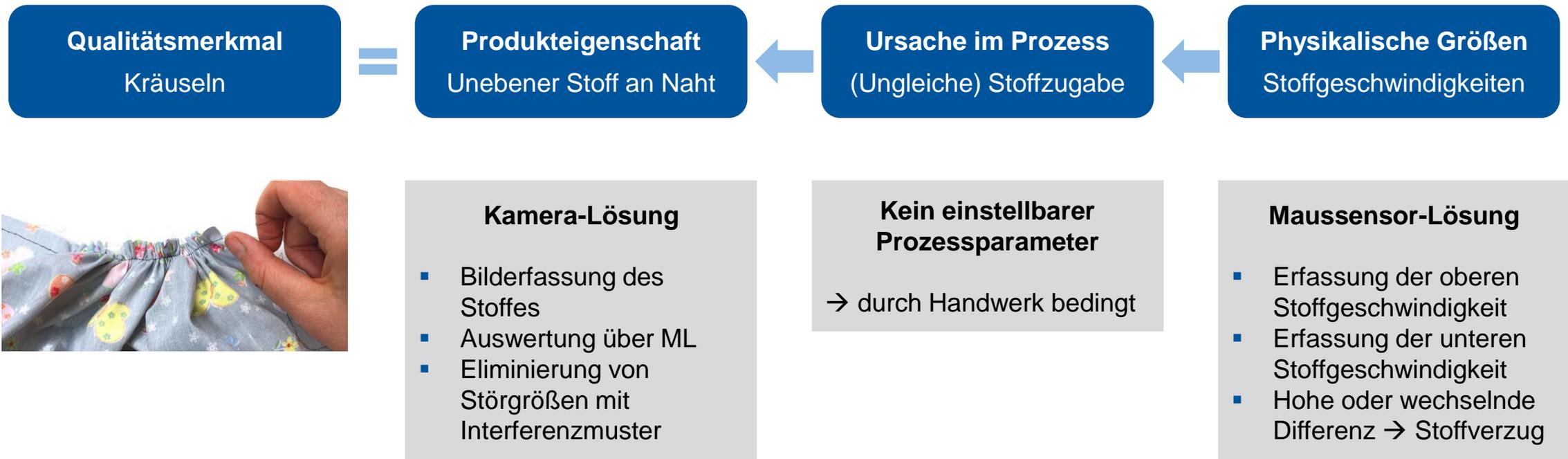
abstrakt → schwerer technisch erfassbar quantifizierbar → einfacher technisch erfassbar



**Technische Erfassbarkeit** Zur Erreichung einer technischen Erfassbarkeit müssen Qualitätsmerkmale auf kausale Wirkzusammenhänge mit Prozessparametern / Maschineneinstellungen und physikalische Größen untersucht werden  
 → Im Mittelpunkt steht die Ergründung, woraus die Abweichung von Qualitätsmerkmalen resultiert

# Die Aufstellung der kausalen Wirkzusammenhänge liefern oftmals bereits eine breite Auswahl an Möglichkeiten zur technischen Erfassung

Vereinfachte Darstellung – durchaus mehrere Abzweigungen möglich



## Aufstellung der Wirkzusammenhänge

Die iterative Ergründung von Qualitätsmerkmalen liefert Wirkzusammenhänge, deren Bestandteile Optionen zur technischen Erfassung liefern. Dabei können durchaus Baumstrukturen mit vielen Erfassungs-Optionen entstehen, deren Optionen je nach Abstraktionsgrad aufwendiger oder einfacher umsetzbar sind.

# Die Klassifizierung der Einflussgrößen von Qualitätsmerkmalen unterstützt das letztendlich verfolgte Ziel der digitalen Erfassung



## Maschinen-Einstellungen

- Vor Start des Prozesses messbar und korrigierbar
- Evaluation notwendig, ob Einstellungen im Sinne von Retrofitting umsetzbar sind
- Erfordert Abgleich mit Referenz-Werten des prototypischen Prozesses

→ Eignet sich bspw. zur Erfassung von Wartungsbedarfen (Messung einer kontinuierlichen Parameterabweichung)

## Echtzeit-Prozessparameter / Handwerk

- Während Durchführung des Prozesses messbar
- Ist oftmals aufwendiger umzusetzen
- Evaluation notwendig ob Korrektur bereits während des Prozesses möglich / notwendig ist
- Liefert oftmals bessere „Einsicht“

→ Eignet sich insbesondere für Lehrsysteme, die noch im Prozess agieren

## Produktqualität

- Am fertigen Werk, nach Beendigung des Prozesses, messbar
- Erfordert (generell) zerstörungsfreie Messung des Werkstücks
- Zu diesem Zeitpunkt ist keine Steuerung oder Regelung des Prozesses mehr möglich

→ Genügt oftmals für die automatisierte Qualitätssicherung

## Wahl der Messmethode

Die Wahl der Messmethode ist von dem verfolgten Ziel abhängig, je nachdem wann die Größen technisch erfasst werden kann und wann die Information im Verlauf des Prozesses verfügbar sein muss.

# Industrieprojekte des FIR: Methodische Unterstützung in der Technologieauswahl

## (1/3) Informationsbedarfsanalyse



SewGUIDE

Aus unserem Portfolio

### Vorgehen

- Aufnahme des Business Cases durch stillen Beisitz in Workshops  
*Zur Sicherstellung der Wertschöpfung des Prototypen und somit zum Anstoß einer langfristigen Transformation ist die detaillierte Aufnahme des Business Case unerlässlich*
- Analyse der Protokollierung im Kontext der notwendigen Informationen  
*Ergebnis dient als Input für das nächste Arbeitspaket, die Datenbedarfsanalyse*
- Tiefergehende, situative Expertengespräche  
*Sicherstellung der Berücksichtigung aller geschäftlichen Faktoren*

### Business Case Calculator

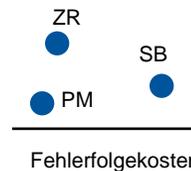
Technologie-Business Case Calculator

Start | Technologieszenario | Anforderungstechnologiefit | **Bewertung** | Entscheidungsvorlage | Standard | Ort: Deutschland

| Prozessschritt                                       | Abteilung | 0 | - | + | Potenzial / Treiber                         | Nutzen   |                |                   |                    |                |        |                         | Kosten  |  |  |  |  |
|--|-----------|---|---|---|---|----------|----------------|-------------------|--------------------|----------------|--------|-------------------------|---------|--|--|--|--|
|  |           |   |   |   |   | Personal | Kapitalbindung | Fehlerfolgekosten | Prozessperformance | Abschreibungen | Umsatz | Realisierung (einmalig) | Betrieb |  |  |  |  |
| 1 Container beladen                                  |           | 0 | - | + | Plagiaterkennung (Erkennung echtes Produkt) |          |                |                   |                    |                |        |                         |         |  |  |  |  |
| 2  |           | 0 | - | + | Automatische Inventarisierung               |          |                |                   |                    |                |        |                         |         |  |  |  |  |
| 3 Container transportieren                           |           | 0 | - | + | Höherer Informationsgrad                    |          |                |                   |                    |                |        |                         |         |  |  |  |  |
| 4 Waren einchecken                                   |           | 0 | - | + | Automatischer WE/ WA                        | ✓        |                | ✓                 |                    |                |        |                         |         |  |  |  |  |
| 5 Zustandsdaten während des Transport tracken        |           | 0 | - | + | Automatisierung der Dokumentation           | ✓        |                |                   |                    |                |        |                         |         |  |  |  |  |
| 6  |           | 0 | - | + | Objekthistorie                              |          |                |                   |                    |                |        |                         |         |  |  |  |  |
| 7 Zustandsdaten auf Dashboard anzeigen               |           | 0 | - | + | Fehler durch manuelle Eingabe vermeiden     |          |                |                   |                    |                |        |                         |         |  |  |  |  |
| 8 Beurteilung des Containerzustands durch Logistiker |           | 0 | - | + | Fehlerreduktion                             |          |                | ✓                 |                    |                |        |                         |         |  |  |  |  |

### Identifikation der Informationsbedarfe

| Fehler               | KFN | Kosten |
|----------------------|-----|--------|
| Zahnriemen stoppt    | 224 | 10k€   |
| Verschleiß Stahlband | 224 | 50k€   |
| Potentiometerausfall | 120 | 20k€   |
| ...                  | ... | ...    |



| Fehler |                    |
|--------|--------------------|
| 1      | Verschleiß Stahlb. |
| 2      | Potentiometer      |
| 3      | Zahnriemen         |
| ...    | ...                |

| Fehler               | Information | Mehrwert |
|----------------------|-------------|----------|
| Verschleiß Stahlb.   | Umdrehung   | 10k€     |
| Wassertank verstopft | Durchfluss  | 12k€     |
| ...                  | ...         | ...      |

|          | Spin. | Was.t. | Stahlb. | ... |
|----------|-------|--------|---------|-----|
| Spindel  | 0     | -      | +       |     |
| Wassert. | +     | 0      | -       |     |
| Stahlb.  | -     | +      | 0       |     |
| ...      | ...   | ...    | ...     | ... |

| Priorisierte Fehler |           |
|---------------------|-----------|
| 1                   | Wassert.  |
| 2                   | Stahlband |
| ...                 | ...       |

Anonymisierte Kundenbeispiele

# Industrieprojekte des FIR: Methodische Unterstützung in der Technologieauswahl (2/3) Datenbedarfsanalyse

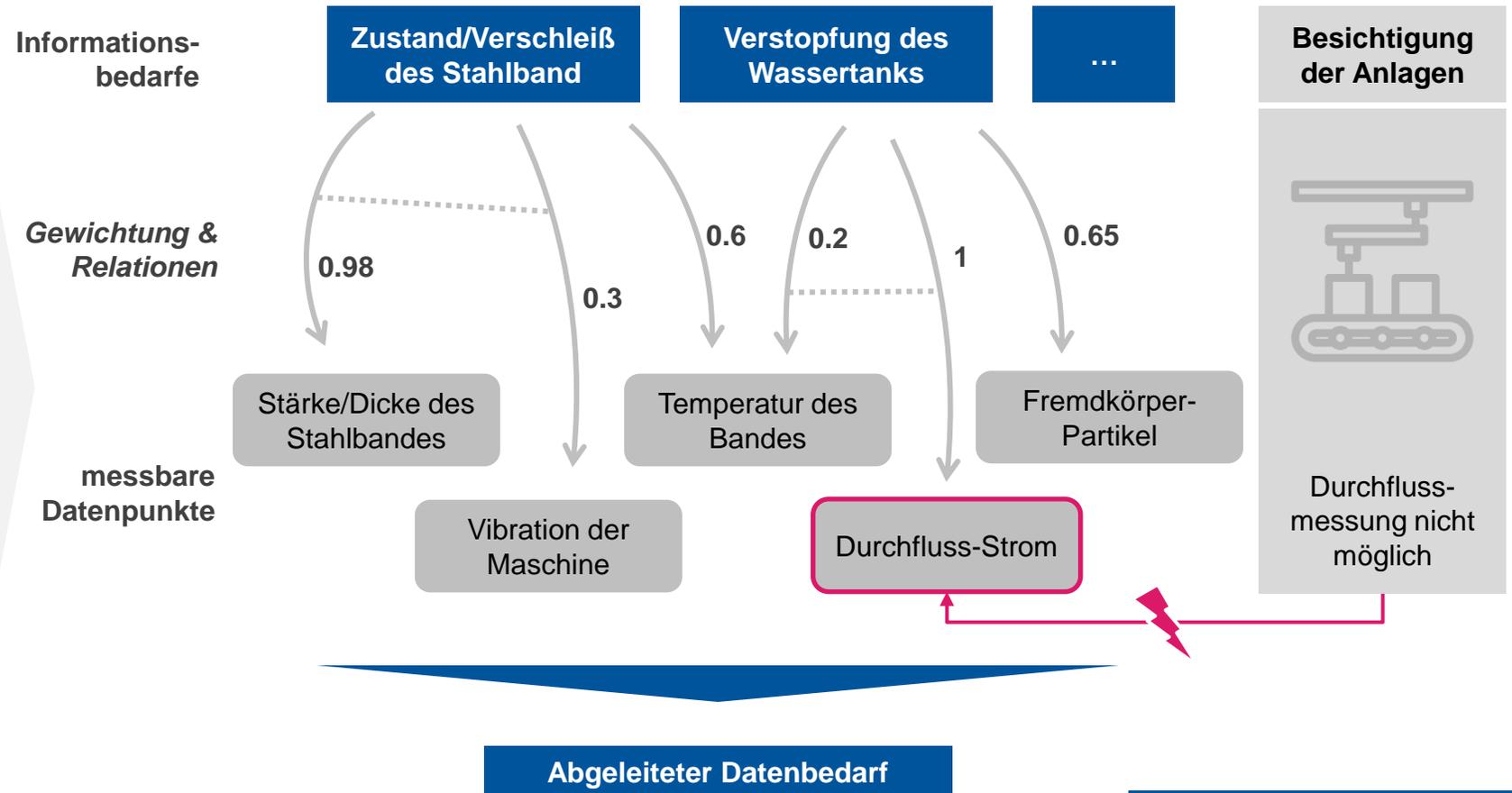


SewGUIDE

Aus unserem Portfolio

## Vorgehen

- Analyse der Business Logik hinter den Informationen des Business Cases zur Ableitung der relevanten Datensätze  
*Um den Leuchtturm-Charakter des Projektes aufrecht zu erhalten wird auf Grundlage der Informationsanalyse aus AP1 die hierfür notwendigen Datensätze abgeleitet*
- Analyse der Anlagen zur Identifikation der relevanten, physischen Messpunkte  
*Um die Kosten für den später folgenden Prototyp von Beginn an gering zu halten, ist es notwendig, die physischen Messpunkte bereits bei der Datenbedarfsanalyse zu identifizieren und hinsichtlich ihrer Eignung zu bewerten*



Anonymisierte Kundenbeispiele

# Industrieprojekte des FIR: Methodische Unterstützung in der Technologieauswahl (3/3) Technologieauswahl



SewGUIDE

Aus unserem Portfolio

## Vorgehen

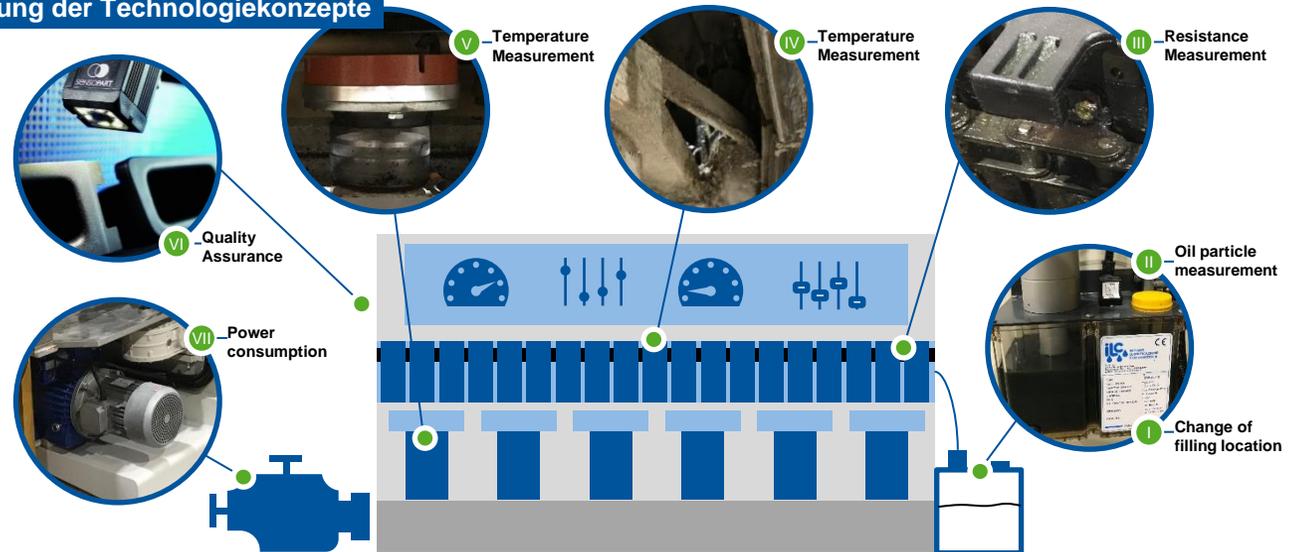
- Identifikation möglicher Sensorik zur Aufnahme der erforderlichen Daten unter Berücksichtigung von Kosten, Lebensdauer sowie Messgenauigkeit

*Im Kontext des Aufbaus eines Prototyp sind die Kosten einer der zentralen Faktoren. Um dies zu Berücksichtigung ist eine detaillierte Analyse der Anforderungen an die Messmittel im Kontext des Business Cases und der Datenbedarfsanalyse durchzuführen*

- Erstellung einer Entscheidungsvorlage

*Auf Grundlage der vorangegangenen Analyse können die verschiedenen Technologiekonzepte als Entscheidungsvorlage aufbereitet werden. Die Beschaffung liegt bei der Kuntze Instruments*

## Generierung der Technologiekonzepte



## Bewertung der Technologiekonzepte

Technologie-Business Case Calculator

Start | **Technologieszenario** | Anforderungstechnologiefit | Bewertung | Entscheidungsvorlage | Standard

| Technologieszenario                    |            |       | Soll-Prozess   |           |         | Anforderungstechnologiefit |               |      |                         |                |                     |
|--|------------|-------|--|-----------|---------|----------------------------|---------------|------|-------------------------|----------------|---------------------|
| Technologie                            | Komponente | Menge | Prozessschritt                                       | Abteilung | Barcode | IoT Implementierung        | Mobile Device | RFID | Träger / Ordnungssystem | Zustandssystem | Zustandssensoren TF |
| Barcode                                |            |       | 1 Container beladen                                  |           | ✓       | ✓                          |               |      |                         |                |                     |
| IoT Implementierung                    |            |       | 2 Container transportieren                           |           |         | ✓                          |               |      |                         |                |                     |
| Mobile Device                          |            |       | 3 Waren einchecken                                   |           |         |                            | ✓             |      |                         |                |                     |
| RFID                                   |            |       | 4 Zustandsdaten während des Transport tracken        |           |         |                            |               | ✓    |                         |                |                     |
| Träger / Ordnungssystem für Kleinteile |            |       | 5 Zustandsdaten auf Dashboard anzeigen               |           |         |                            |               |      | ✓                       |                |                     |
| Zustandssensoren TF                    |            |       | 6 Beurteilung des Containerzustands durch Logistiker |           |         |                            |               |      |                         | ✓              |                     |

Anonymisierte Kundenbeispiele

# Agenda



|          |   |               |
|----------|---|---------------|
| <b>1</b> | <b>Motivation - Kurzvorstellung des Forschungsprojekts SewGuide</b> | 09:00 – 09:05 |
| <b>2</b> | <b>Aufschlüsselung der Fertigkeit im Handwerk</b>                   | 09:05 – 09:15 |
| <b>3</b> | <b>Definition und Untersuchung der Zielgröße: Qualitätsmerkmale</b> | 09:15 – 09:30 |
| <b>4</b> | <b>Technische Erfassung der Zielgrößen</b>                          | 09:30 – 09:45 |
| <b>5</b> | <b>Fragen und Diskussion</b>  | 09:45 – 10:00 |

Die Inhalte des Projektes SewGuide werden kommende Woche fortgesetzt.  
Erkundigen Sie sich gerne auch zu unseren weiteren Online-Seminaren



## Ausblick auf Teil 2 der Seminarreihe

07.12.21 – 10:00 Uhr

*Entwicklung eines echtzeitdatengestützten digitalen Anlernassistenten*

Teil 2: Realisierung eines digitalen Lehrassistenten

(2-teilige Seminarreihe im Rahmen des Projekts „SewGuide“)

→ Weitere Information unter  
<https://www.fir.rwth-aachen.de/veranstaltungen/online-seminare/>



Kontaktieren Sie mich gerne bei weiteren Rückfragen oder zur Auskunft von Projektinhalten sowie aktuellen Themen am FIR



SEBASTIAN KREMER



*Projektleitender Projektmanager  
Informationsmanagement*

[www.fir.rwth-aachen.de](http://www.fir.rwth-aachen.de)

**fir** an der  
**RWTH Aachen**  
FIR e. V. an der RWTH Aachen  
Campus-Boulevard 55 · 52074 Aachen · Germany

**Sebastian Kremer**  
M.Sc.  
Fachbereich Informationstechnologiemanagement

Telefon: +49 241 47705-515  
Mobil: +49 177 5790 410  
E-Mail: Sebastian.Kremer@fir.rwth-aachen.de