

---

# Kognitive Assistenzsysteme im dynamischen Produktionsumfeld

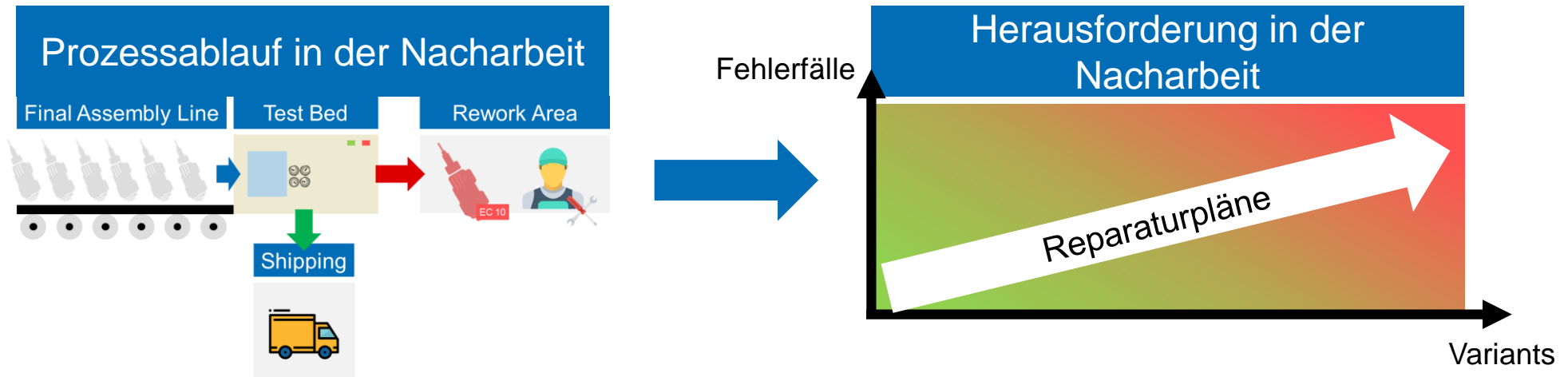
---

Attique Bashir

Saarbrücken, den 27.10.2020

# Hinführung zum Problem

- In der Montage werden Produkte nach Vorgabe zusammengebaut
- Zur Qualitätsicherung werden Montageprozesse automatisiert oder anderweitig abgesichert → Prozesssequenz meist bekannt
- Nicht alle Montageprozesse sind automatisierbar (technisch o. ökonomisch) → Manuelle Montageumfänge
- Variantenvielfalt, Kürzere Lebenszyklen, Kosten, Zeit, Qualität



In der Nacharbeit gibt es kaum automatisierte Prozesse und keine Dokumentation der Prozesse

# Vergleich zwischen statischen und dynamischen Produktionsbereichen am Beispiel der Serienmontage und der Nacharbeit

## ■ Hochgradig automatisierter & abgesicherter Arbeitsplatz in der Linienmontage

- Organisation nach dem Verrichtungsprinzip
- Zwischenprüfungen während der Montage
- Anbindung an Datenbanken:
  - Prüfung von Prozessdaten
  - Plausibilisierung von Bauteilen
  - Vollständigkeitsprüfungen
  - Rückverfolgbarkeit Prozessdaten & Bauteile



Automatisierter  
Arbeitsplatz

Keine  
Bildfreigabe

## ■ Werkbank-Arbeitsplatz für die Nacharbeit

- Organisation nach dem Objektprinzip
- Arbeitsplatz ohne Variantenbindung
- Keine durchgängige systemische Plausibilisierung
- Qualität im Prozess stark abhängig vom Mitarbeiter → hoher Schulungsaufwand

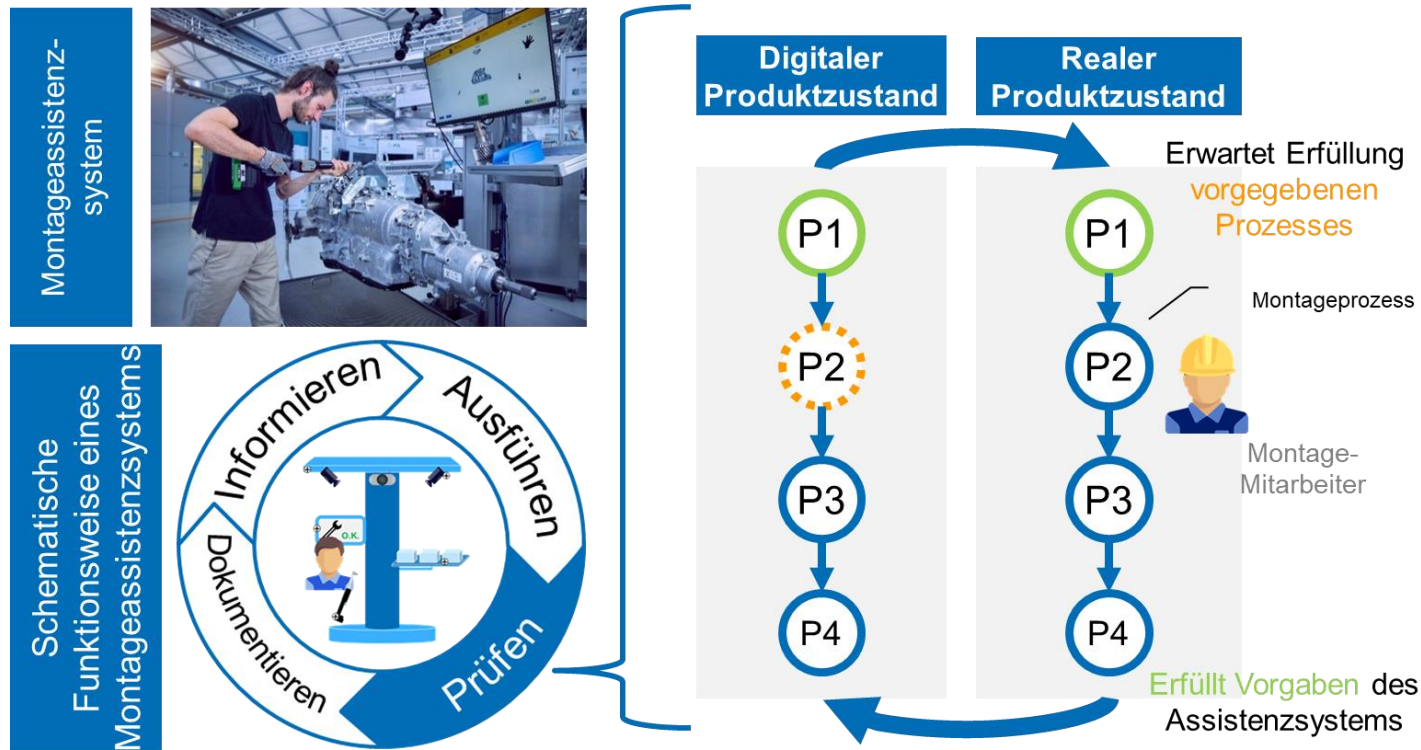


Manueller  
Nacharbeitsplatz

Keine  
Bildfreigabe





# Einsatz von Assistenzsysteme zur Absicherung manueller Prozesse

- Zu Absicherung manueller Prozesse werden Assistenzsysteme verwendet
- Assistenzsysteme unterstützen Mitarbeiter in der Montage
  - Physische Assistenzsysteme zur körperlichen Entlastung
  - Kognitive Assistenzsysteme zur Mentalen Entlastung



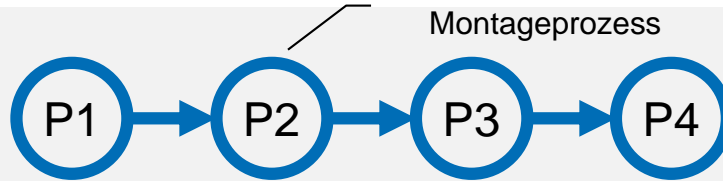
# Einsatz von Assistenzsysteme zur Absicherung manueller Prozesse

---

- Zu Absicherung manueller Prozesse werden Assistenzsysteme verwendet
- Assistenzsysteme unterstützen Mitarbeiter in der Montage
  - Physische Assistenzsysteme zur körperlichen Entlastung
  - Kognitive Assistenzsysteme zur Mentalen Entlastung
- Kognitive Assistenzsysteme
  -  ■ Information über durchzuführende Prozesse
    - Anweisungen zum Prozessverlauf
  -  ■ Parametrierung der Betriebsmittel
    - Automatisierte Einstellung von Betriebsmittel
    - Vorbeugende Prozessabsicherung
  -  ■ Absicherung kritischer Prozesse
    - Automatisiertes Ansteuern der Betriebsmittel zur Überprüfung des Prozesses
  -  ■ Dokumentation der Prozesse

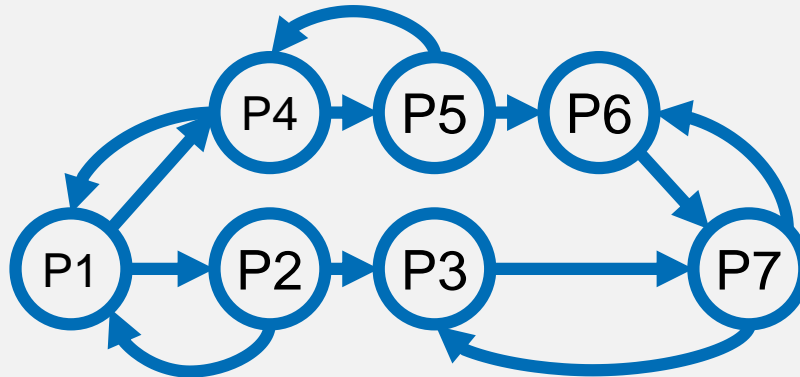
# Herausforderung beim Einsatz kognitiver Montageassistenzsysteme

**Serienmontage**



Prozess-sequenz bestimmt  
Prüfung zum weiterschalten

**Nacharbeit  
(innovativ)**

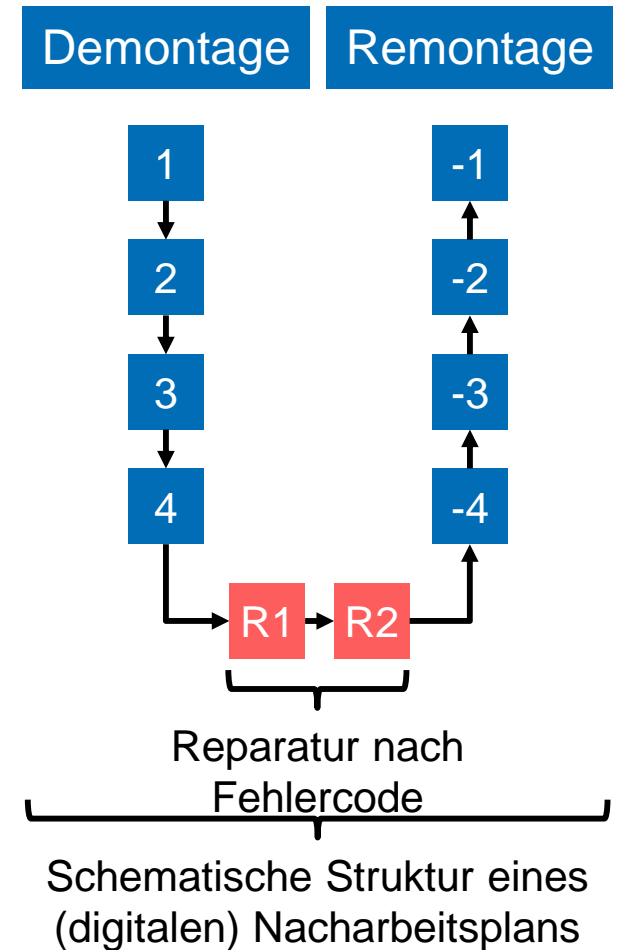


Produkt lässt alternative Wege  
zu.

Wie kann ein Datenmodell eines Assistenzsystems für den Einsatz im dynamischen Produktionsumfeld aussehen?

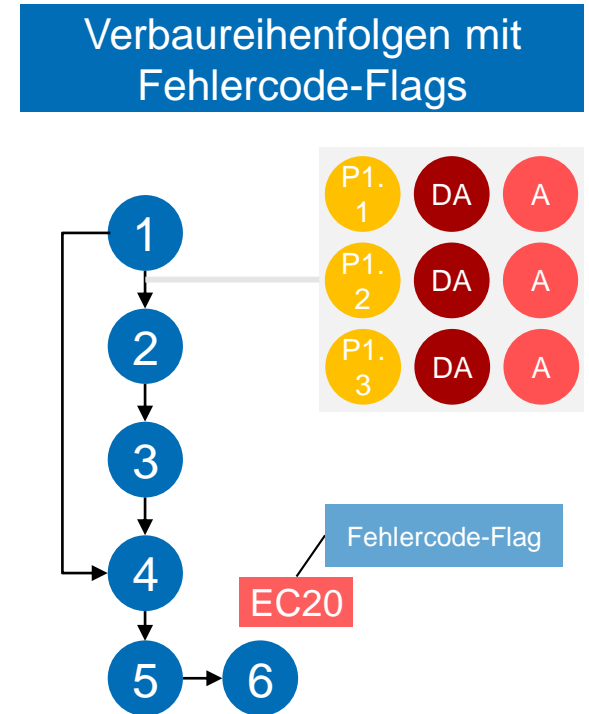
# (Grundsätzlicher) Aufbau eines Nacharbeitsplans unter Berücksichtigung von Fehlercode, Demontage, Reparatur und Montage

- Nacharbeitsplan umfasst alle notwendigen Prozesse (Demontage, Reparatur, Remontage) zur Herbeiführung des verkaufsfähigen Zustands
- Der Fehlercode gibt Nacharbeitsplan vor
- Nacharbeitsplan leitet Mitarbeiter durch die Prozesse
- Digitaler Nacharbeitsplan wird zur ereignisgesteuerten Parametrierung der Betriebsmittel verwendet
- Erlaubt automatisierte Prozessprüfung und Dokumentation



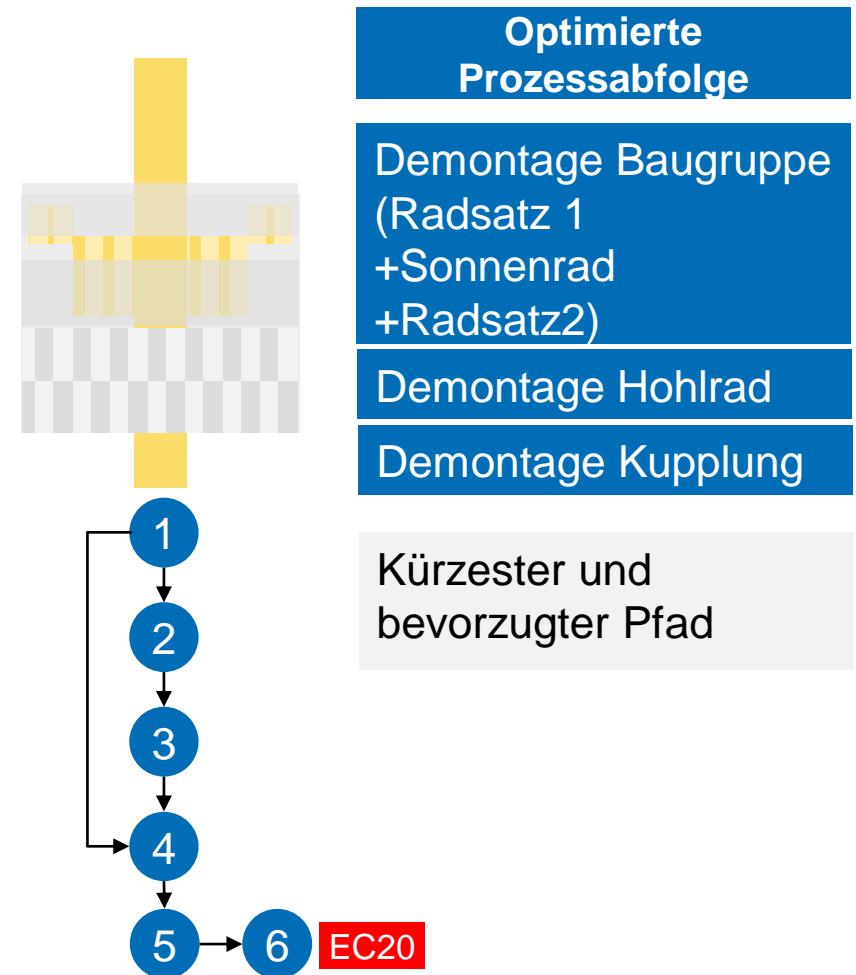
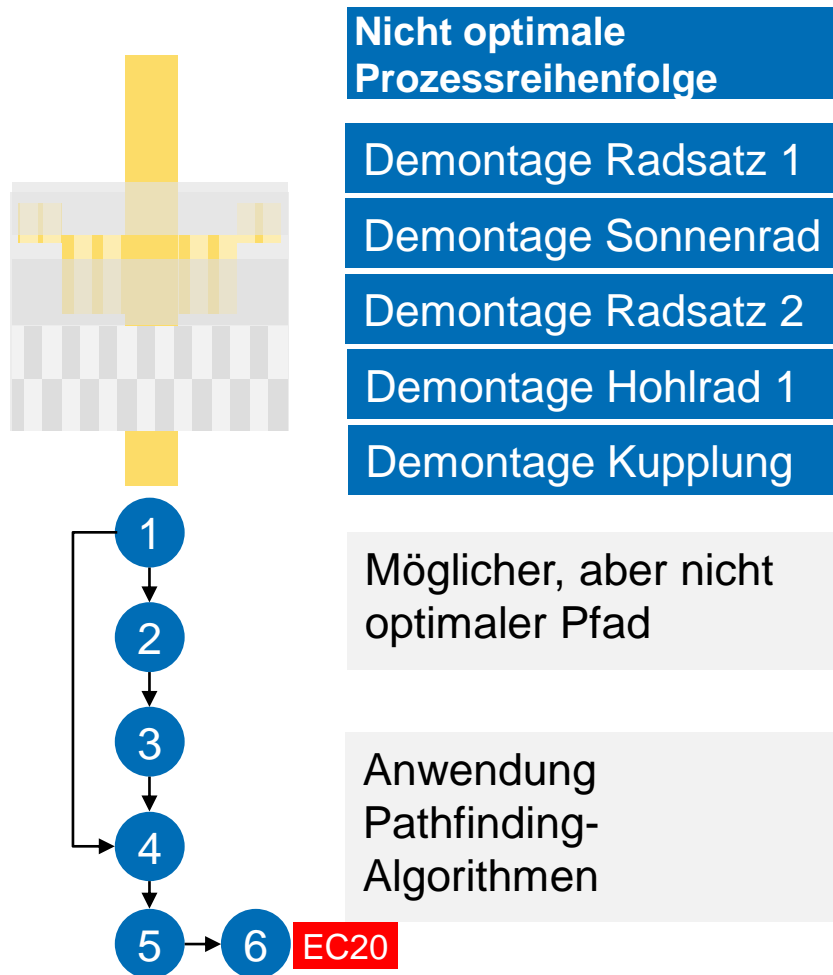
# Flexible Assistenz in der Nacharbeit

- Generierung der Verbaureihenfolgen aus der Strukturstückliste und Einsetzen von Fehlercode-Flags
- Kanten werden als Nacharbeitsprozess interpretiert
- Anreicherung der Prozesse mit maschinenlesbaren Daten
- Definition des komplettierten Produktes als Startpunkt
- Fehlercode gibt Zielpunkt vor
- Anwendung eines Pathfinding-Algorithmus
- Pfad beinhaltet alle notwendigen Nacharbeitsprozesse
- Pfad bildet den digitalen Nacharbeitsplan





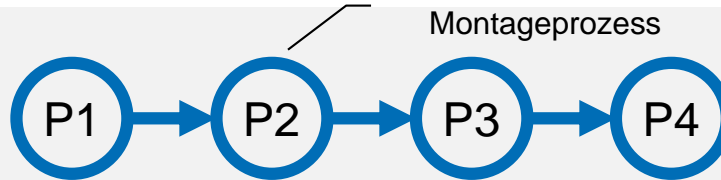
# Flexibilität Nacharbeitsplan: Unterschiedliche Vorzugsreihenfolge bei der Demontage (Remontage) von Getriebebaugruppen



\* Prozesse inspiriert von der Getriebemontage. Keine originalgetreue Zusammensetzung!

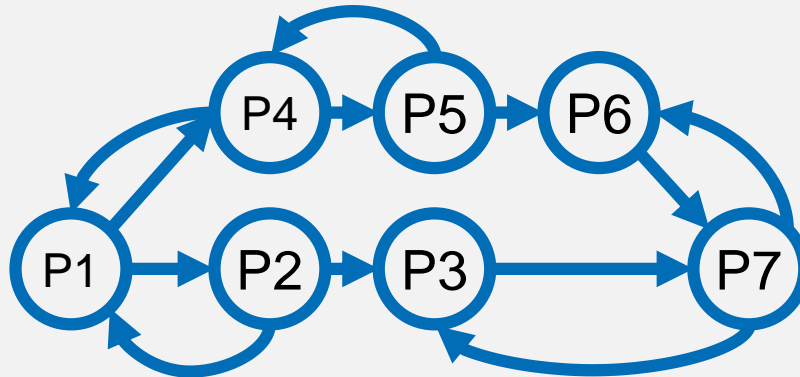
# Herausforderung beim Einsatz kognitiver Montageassistenzsysteme

## Serienmontage



Prozess-sequenz bestimmt Prüfung zum weiter-schalten

## Nacharbeit (innovativ)



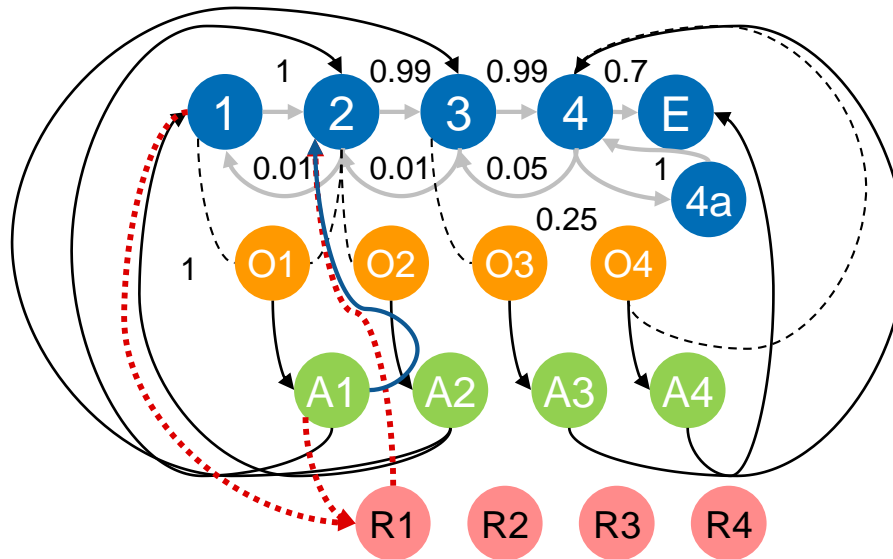
Produkt lässt Alternativen zu → mehrere Betriebsmittel müssen zeitgleich prüfen →

1. Prüfung wird Ressourcen intensiv und verzögert Ablauf
2. Prüfungsergebnis kann unzuverlässig sein

Bei der assistierten Montage muss sichergestellt werden, dass der digitale Zwilling (digitaler Produktzustand) synchron zum tatsächlichen Produktzustand ist oder das System bleibt „stecken“

# POMDP- Partially Observable Markov Decision Process

- Modellierung des Assistenzsystems wird am durch das POMDP beschrieben:
  - Status entspricht dem Produktzustand
  - Status ist nicht immer direkt zu bestimmen
    - Bspw. mittels Positionserkennung → binäre Ausgabe → Keine eindeutigen Rückschlüsse möglich
    - Wahrscheinlichkeiten eines Status bei einer Beobachtung



$$b'(s') = \sum_{s \in S} b(s) T(s'|s, a) O(z|a, s') / p_z$$

mit

$$p_z = \sum_{s \in S} b(s) \sum_{s' \in S} T(s'|s, a) O(z|s', a)$$

- **Status/** Produktstatus
- **Beobachtung** durch Sensor
- **Aktion/** Prozess
- **Reward**

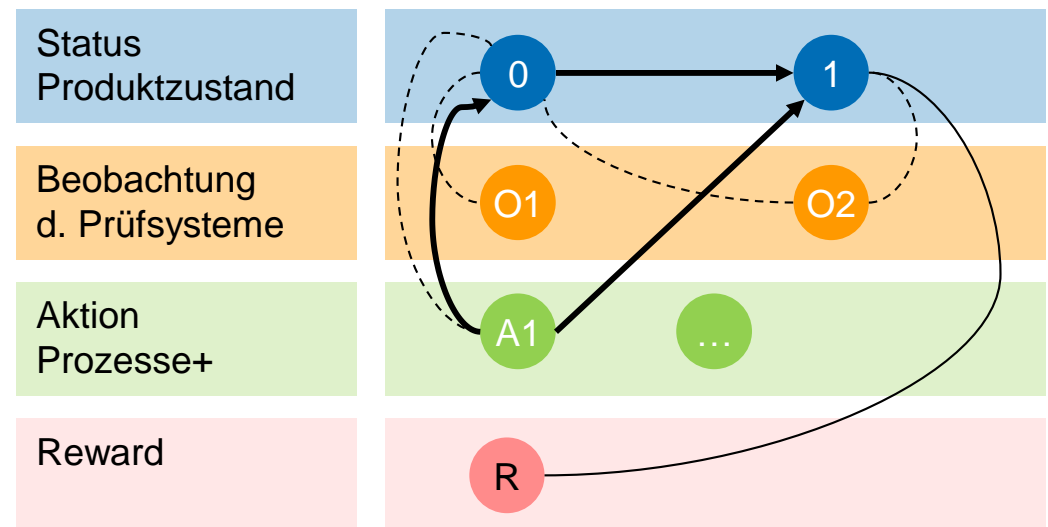
# Ansatz zur Modellierung des Assistenzsystems

- Der Status wird vom Produktzustand beschrieben
  - Zielzustand ist das komplettierte Produkt
  - Zielzustand hoher Reward
- Beobachtungen werden von Sensoren vorgenommen, wobei sich die Zuverlässigkeit unterscheidet
- Aktionen sind Prozesse, aber auch Aktionen seitens WAS
  - z.B. Abfrage mittels WFS (Reward negativ)
- Über Rewards lässt sich das System steuern

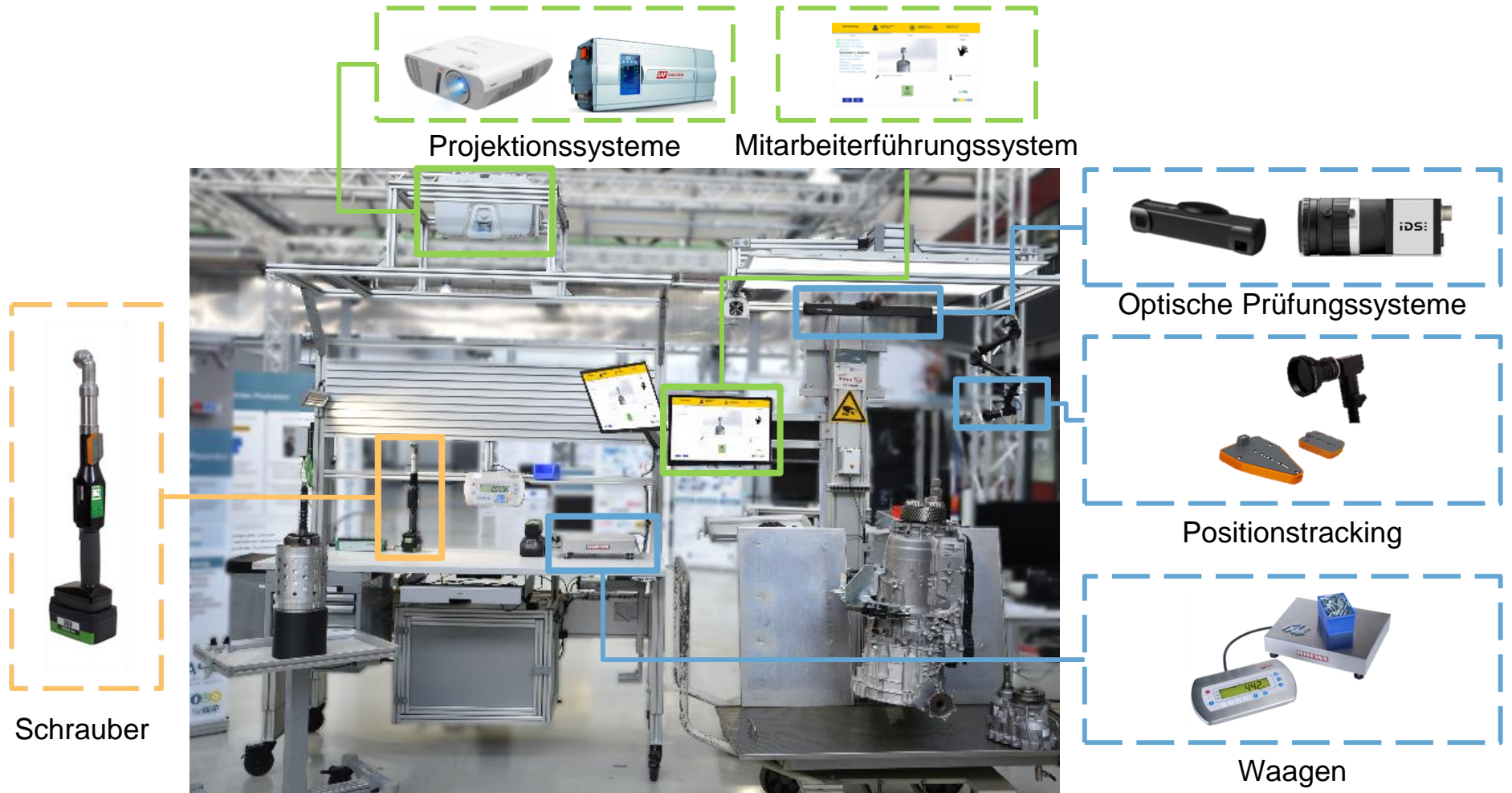
$$r_a = \sum_{s \in S} \sum_{s' \in S} b(s) R(s, a, s')$$

$$Q_1(b, a) = \sum_{s \in S} b(s) \sum_{s' \in S} R(s, a, s')$$

$$V_1(b) = \max_{a \in A} (Q_1(b, a))$$



# Assistierter Arbeitsplatz für dynamische Produktionsumgebungen



---

Vielen Dank