

# Modellierungs- und Simulationsbedarfe der intelligenten Fabrik

## Expertise des Forschungsbeirats der Plattform Industrie 4.0 (Dezember 2021)



„Methoden der Modellierung und Simulation wurden zwar in den letzten Jahren rasant weiterentwickelt, gleichwohl hat gerade die Kombination von Modellierung und Simulation mit Verfahren der künstlichen Intelligenz neue Horizonte eröffnet.“

Die vorliegende Expertise macht dies besonders im Kontext der intelligenten Fabrik zukunftsweisend deutlich.“

**Prof. Reiner Anderl**  
TU Darmstadt und Mitglied des  
Forschungsbeirats der  
Plattform Industrie 4.0



Eines der **Ziele** von Industrie 4.0 (I4.0) ist die **intelligente Fabrik**, in der Maschinen, Bauteile, Werkstücke und Menschen Informationen direkt und in Echtzeit austauschen, um die Produktion optimal an sich verändernde Rahmenbedingungen anzupassen.

Zukünftige I4.0-Systemlösungen benötigen „intelligente“ **I4.0-Fähigkeiten**, von der Planung über die Erprobung und das Engineering bis hin zum Betrieb. Dabei sind Techniken der **Modellierung** und **Simulation** essenziell.



I4.0-Fähigkeiten und der mit Modellierung und Simulation verbundene Nutzen



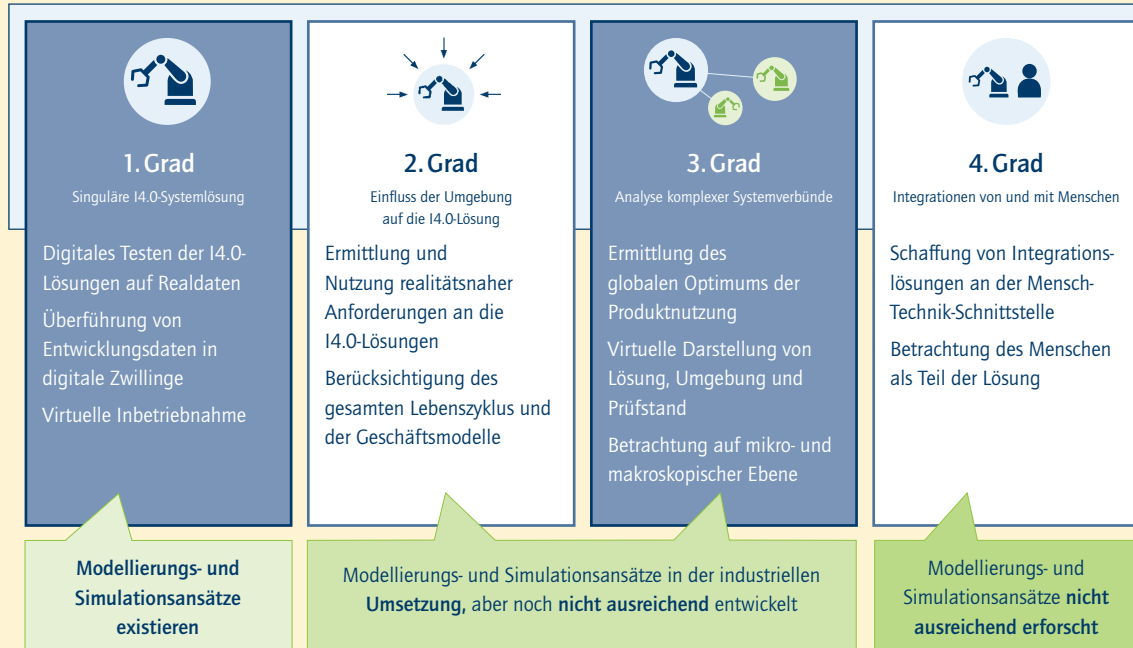
## Intelligente I4.0-Lösungen (I4.0-Intelligenzen)

- besitzen die Fähigkeiten, auch in **unvorhersehbaren Situationen, erweiterte Ziele zu erreichen**; bspw. Ausbalancieren von Effizienz, Resilienz und Nachhaltigkeit in heterogenen Umgebungen
- **„lernen“** aus im Kontext der Produktion **gesammelten Daten, Entscheidungen zu treffen**; bspw. über das Steuern und Überwachen von Industrie 4.0-Systemlösungen
- sind eine **Weiterentwicklung der Automatisierung**
- **erfordern I4.0-Fähigkeiten mit hohen Komplexitätsgraden**; bspw. sozio-technische Auslegung, Analyse und Simulation der Befähigung von Interaktionen zwischen technischen Systemen



Komplexitätsgrade von I4.0-Fähigkeiten mit Bezug zu Modellierungs- und Simulationsansätzen

## Komplexitätsgrade von Industrie 4.0-Fähigkeiten



Beispielhafte Verdeutlichung der Komplexitätsgrade von I4.0-Fähigkeiten



### Beispiel: Schweißroboter in der Matrixproduktion

Die Planung und Erprobung des Schweißroboters werden von Simulationen begleitet, die es ermöglichen einen „digitalen Zwilling“ zu erstellen. Dies ermöglicht eine **kontinuierliche Optimierung** des Roboters während des Betriebs (**1. Grad**). In der Produktion kann der Schweißroboter durch Echtzeitberechnungen **auf wechselnde äußere Randbedingungen reagieren** (bspw. unterschiedliche Platzierung der Bauteile) (**2. Grad**). Wenn mehrere Roboter im Produktionsprozess kooperieren, ergeben sich **Optimierungsbedarfe in der Prozessplanung** (bspw. Bahnplanung), die **durch Modelle und Simulationen gelöst** werden (**3. Grad**). Falls auch Produktionsschritte von Menschen ausgeführt werden, muss der Roboter eine **Mensch-Maschine-Schnittstelle** besitzen, den Menschen in seiner Planung berücksichtigen und die notwendigen Informationen für den Menschen nutzbar aufbereiten (**4. Grad**).

Ergebnisse der Expertise

## Forschungsbedarfe für Intelligente I4.0-Lösungen (I4.0-Intelligenzen)

Verbindung komplexer Systeme zur Analyse des Gesamtsystems

Semantische Verknüpfung von Real- und Modelldaten

Integration des Menschen in Industrie 4.0-Lösungen

Integration von Realdaten für adaptive Simulationen

