

# LOGISTIK 4.0

Virtual und Augmented  
Reality in der Logistik

Sommersemester 2018

Ruhr Universität Bochum

Institut für Unternehmensführung

Prof. Dr. Inga Pollmeier

26. Juni 2018

# Gliederung



# Trendanalyse zu Industrie 4.0

- **Deutschlandweites** Interesse am Thema Industrie 4.0 relativ zum höchsten Wert von 2012-2017



# Trendanalyse zu Industrie 4.0

- **Weltweites** Interesse am Thema Industrie 4.0 relativ zum höchsten Wert von 2012-2017

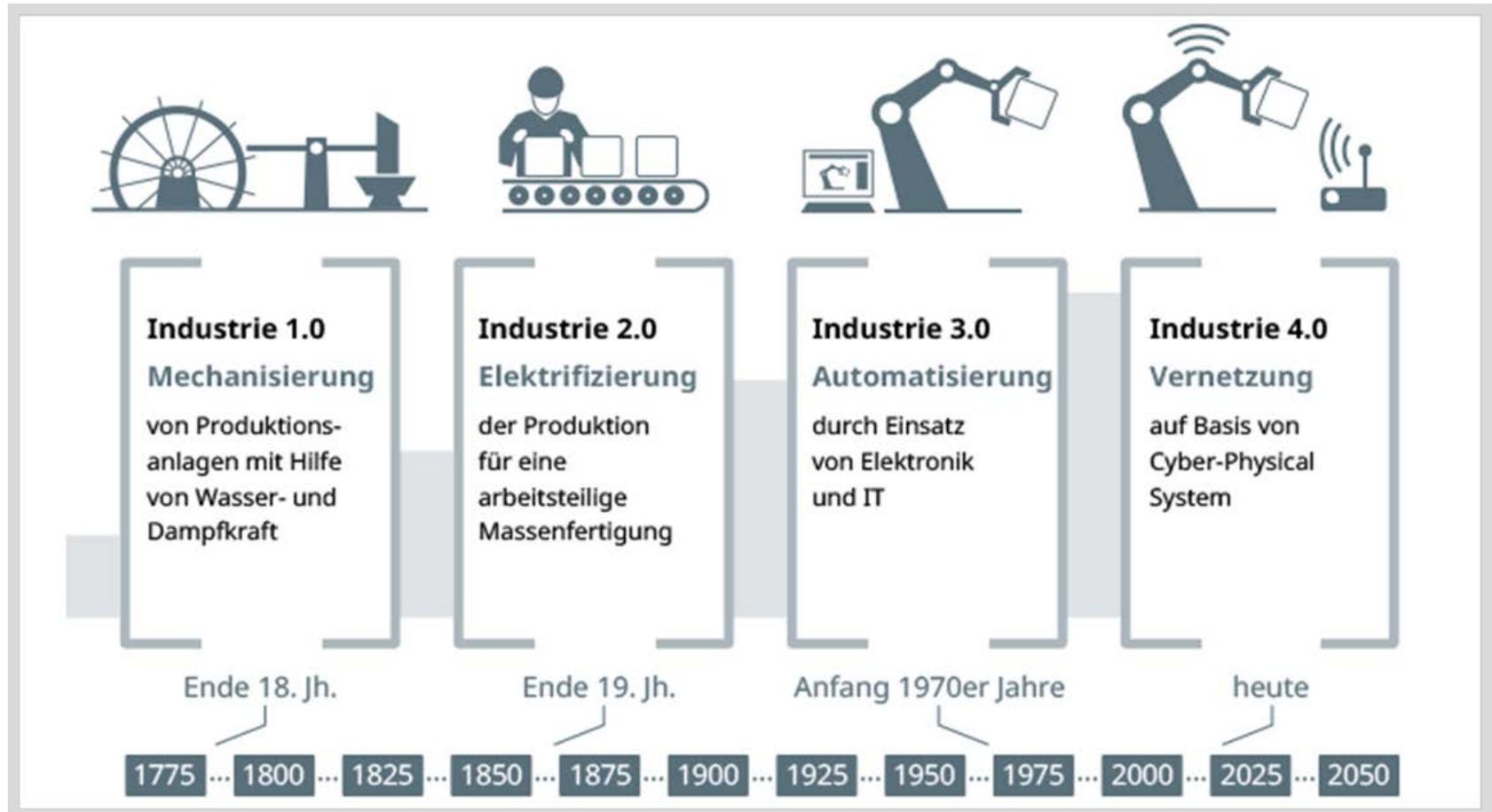




# Logistik trifft auf Industrie 4.0

- Aktuelle Entwicklungen, z.B. Postbot, Mehrwegpalette CHEP, Drohne, Efaflex, FTS, ...

# Entwicklung hin zu Industrie 4.0



Quelle: [www.yokogawa.com](http://www.yokogawa.com).

# Die erste industrielle Revolution

- **Technologischer Wandel**
  - Dampfmaschine
  - Webstuhl
  - Eisenverarbeitung
- **Konsequenzen des Wandels**
  - Starkes Bevölkerungswachstum
  - Wachsende Kluft zwischen Kapitalisten und Arbeiterschaft
  - Gewerkschaften entstehen



# Die zweite industrielle Revolution

- **Technologischer Wandel**
  - Verbrennungsmotor
  - Elektrizität
  - Kunststoffe
- **Konsequenzen des Wandels**
  - Öl und Kernkraft
  - Sinkende Produktionskosten
  - Steigende Einkommen
  - Massenproduktion
  - Demokratie und Sozialstaat



# Die dritte industrielle Revolution

- **Technologischer Wandel**
  - Mikroelektronik
  - Informations- und Kommunikationstechnik
  - Automatisierung
- **Konsequenzen des Wandels**
  - Erneuerbare Energien
  - Mobilfunk und Internet
  - Rationalisierung
  - Globalisierung



# Die vierte industrielle Revolution

- **Technologischer Wandel**
  - Vernetzung
  - Cyber-physische Systeme
  - Digitalisierung
- **Konsequenzen des Wandels**
  - Individualisierung der Kundenwünsche
  - Mensch-Maschine-Interaktion



# Ursachen für die fortschreitende Digitalisierung

**Global-  
wirtschaftliche  
Einflussfaktoren**

**Technologische  
Einflussfaktoren**

# Globalwirtschaftliche Einflussfaktoren

**Angebot von  
Serviceleistungen**

**Funktions-  
erweiterung  
bestehender  
Produkte**

**Zunehmende  
Produkt-  
individualisierung**

**Zusätzlicher  
Kundennutzen**

# Technologische Einflussfaktoren

**Globale Daten-  
verfügbarkeit**

**Sinkende  
Sensorikpreise**

**Elektronische  
statt mechanische  
Komponenten**

## Was genau ist Industrie 4.0?

Industrie 4.0 ist eine Sammelbezeichnung für Konzepte und Technologien zur Organisation von (unternehmensübergreifenden) Wertschöpfungsaktivitäten.

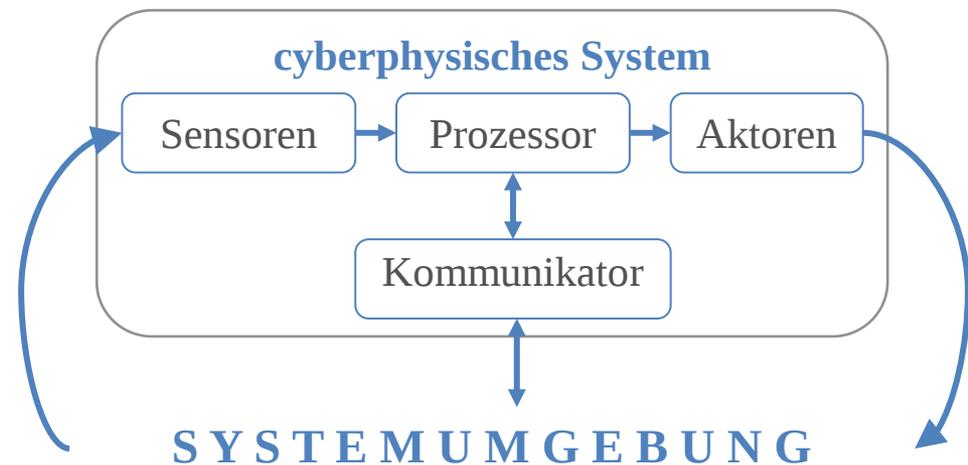
In modular aufgebauten **smarten Fabriken** werden **cyberphysische Systeme** eingesetzt, um eine **virtuelle Abbildung der realen Welt** zu erstellen und **dezentrale Entscheidungen** zu treffen.

Diese **kommunizieren und kooperieren** untereinander sowie mit menschlichen Akteuren **in Echtzeit** über das Internet der Dinge.

Über das Internet der Dienste werden sowohl interne als auch organisationsübergreifende Dienstleistungen von den an der Wertschöpfungskette Beteiligten angeboten und in Anspruch genommen.

# Cyberphysische Systeme

- Cyber-Physical Systems (CPS) sind gekennzeichnet durch eine **Verknüpfung** von **realen** (physischen) Objekten und Prozessen mit **informationsverarbeitenden** (virtuellen) **Objekten und Prozessen** über offene, teilweise globale und jederzeit miteinander verbundene **Informationsnetze**.



Quelle: Steven (2018).

# Anwendungen von CPS in der Produktion



Quelle: Fraunhofer IGCV^A

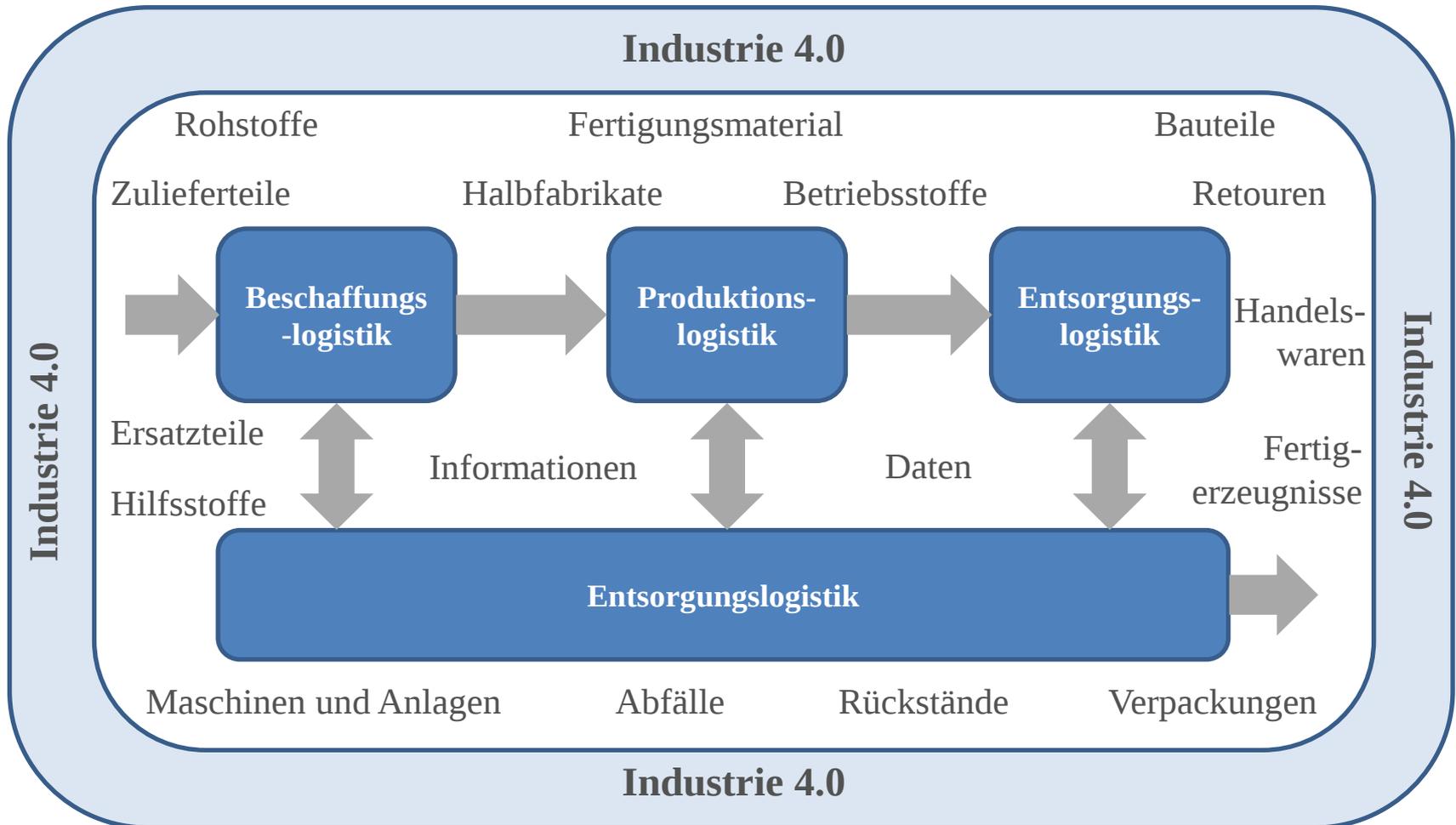
# Logistik und Logistik 4.0 (I)

**Logistik** ist der **Prozess** der Planung, Realisierung und Kontrolle des effizienten, kosteneffektiven **Fließens und Lagerns** von Rohstoffen, Halbfabrikaten und Fertigfabrikaten und den damit zusammenhängenden **Informationen** vom **Liefer- zum Empfangspunkt** entsprechend den Anforderungen des **Kunden**.

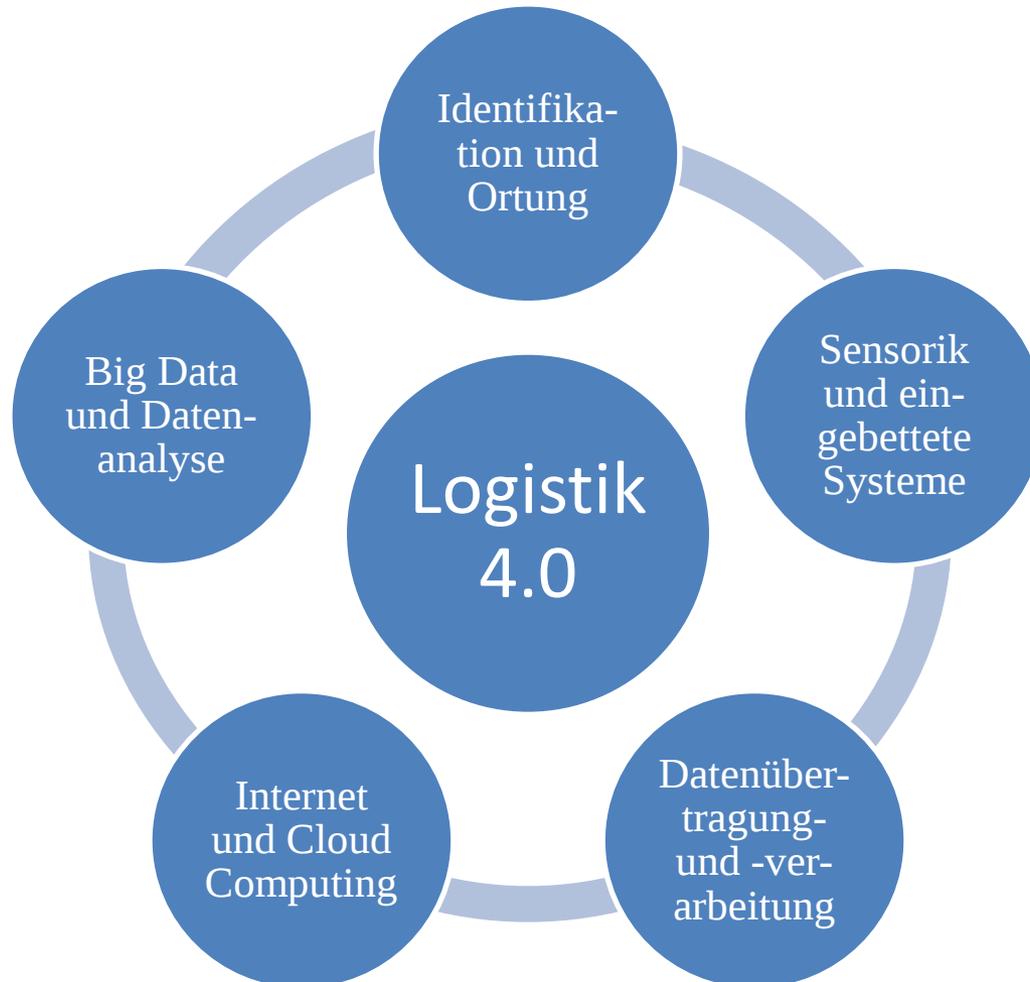
## Logistik und Logistik 4.0 (II)

**Logistik 4.0** bezeichnet den Einsatz der **neuen Technologien und Konzepte** der Industrie 4.0 in der Logistik. Dadurch können **logistische Prozesse, Objekte und Akteure** besser **vernetzt**, **intelligente, sich selbst steuernde und lernfähige** logistische Prozesse und Systeme erzeugt und durch **digital** verfügbare und ausgetauschte **Informationen** **Entscheidungsprozesse** beschleunigt und **optimiert** werden.

# Geltungsbereich der Logistik 4.0



# Technologische Voraussetzungen



# Identifikation und Ortung

- Eindeutige Kennzeichnung der logistischen Objekte erforderlich
- Unterschiedliche **Codierung gemäß GS1 Standard**
- Lesegerät variiert je nach Codierungsart

Beispiel: GTIN (01) 04012345777772 | Seriennummer (21) 123



# Sensorik und eingebettete Systeme

- **Autonome Zustandsbestimmung** des logistischen Objekts durch Sensoren (z.B. Temperatur, Druck, Füllstand, Energieverbrauch...)

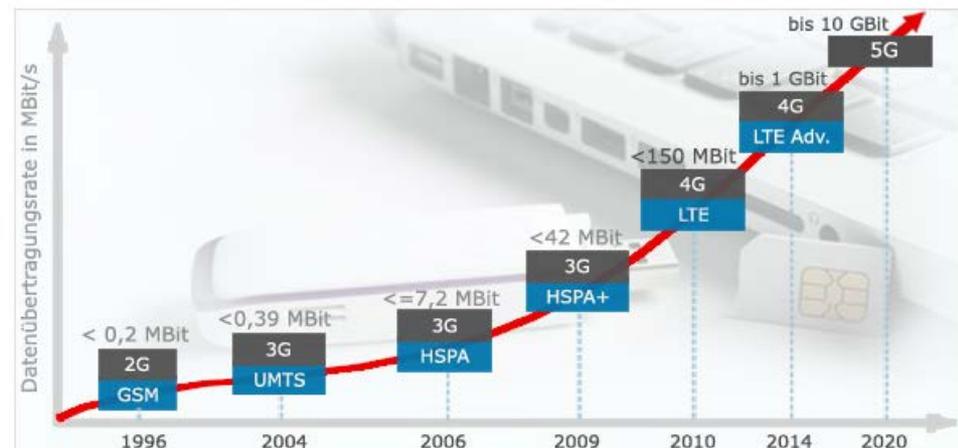
Quelle: www.cargobull.com.



Quelle: www.wuerth-industrie.com.

# Datenübertragung- und -verarbeitung

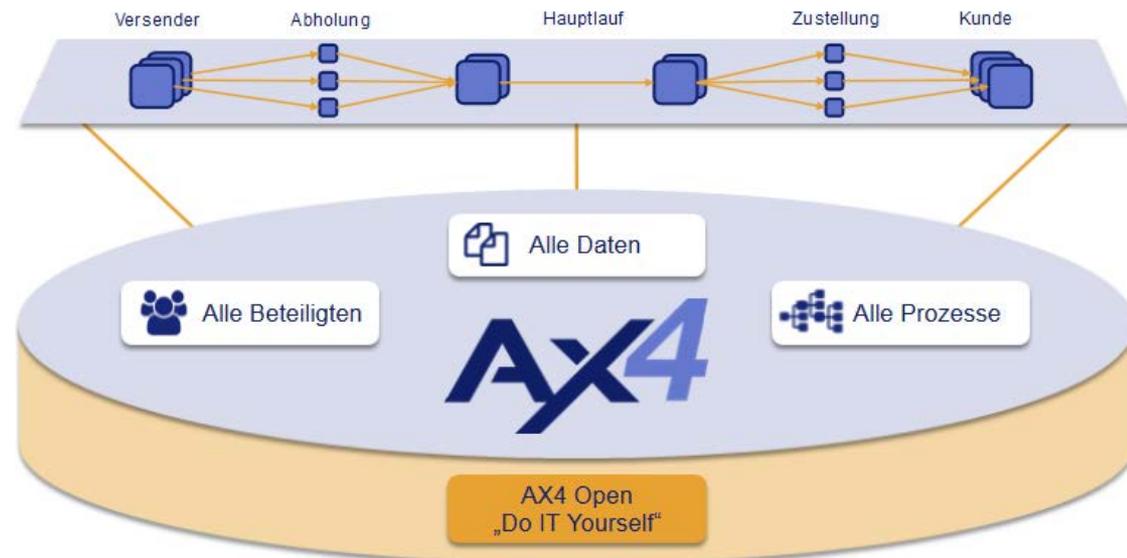
- durch Sensoren gewonnene Daten müssen verknüpft werden
- **leistungsfähige und kostengünstige Datenfunkverbindung** für mobile Daten erforderlich
- Leistungssteigerungen im Bereich der Computer-Hardware und Netzwerktechnologien als Enabler von zunehmendem Datenaustausch und -verarbeitung



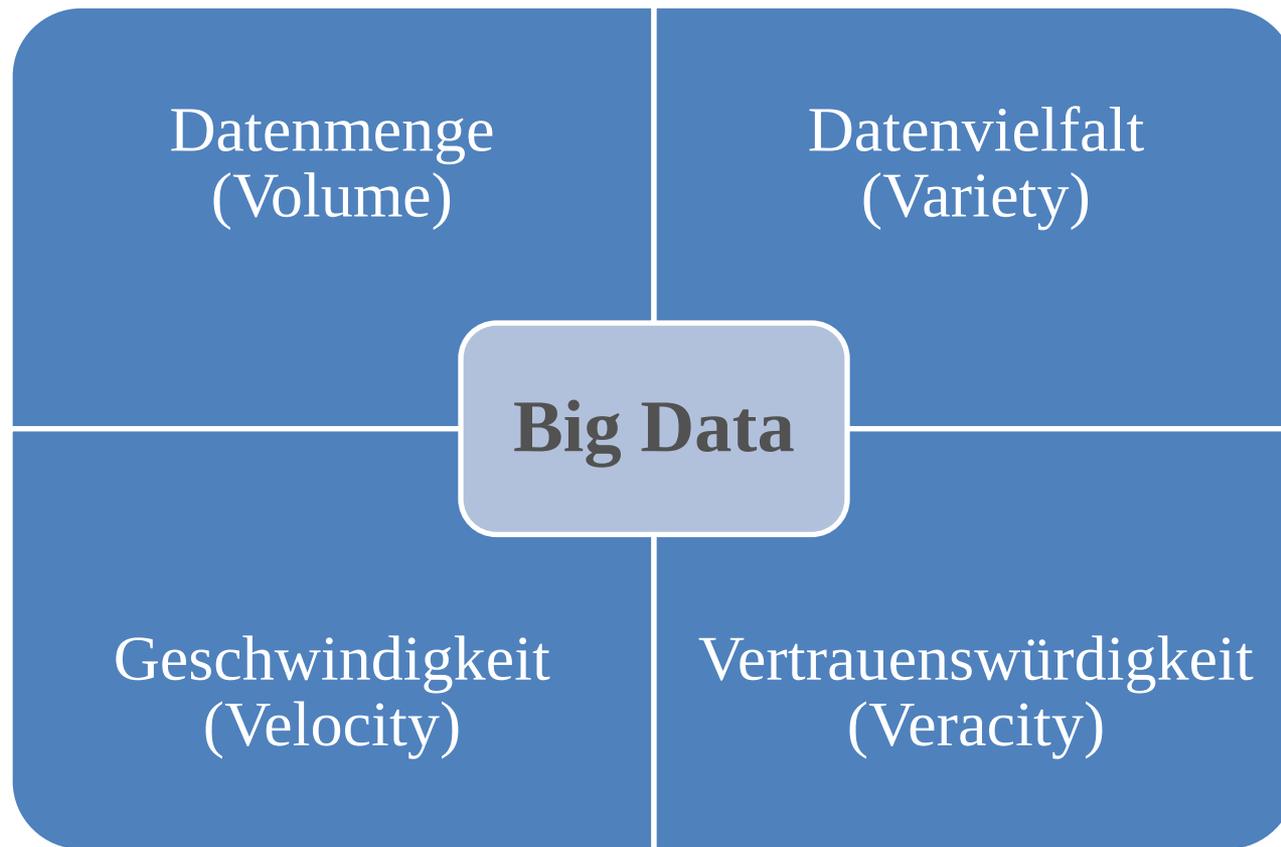
Quelle: [www.lte-anbieter.info](http://www.lte-anbieter.info).

# Internet und Cloud Computing

- Nutzung des Internets, um umfangreiche **IT-Dienstleistungen** im und über das Netz zu beziehen
- Software as a Service ermöglicht Nutzen vollwertiger Anwendungen über das Netz bei Verfügbarkeit von Internetanschluss und Browser



# Big Data und Datenanalyse



## Was ist Virtual Reality (VR)?

**Virtual Reality** is

a high-end **user interface** that involves **real-time simulation and interactions** through **multiple sensorial channels**.

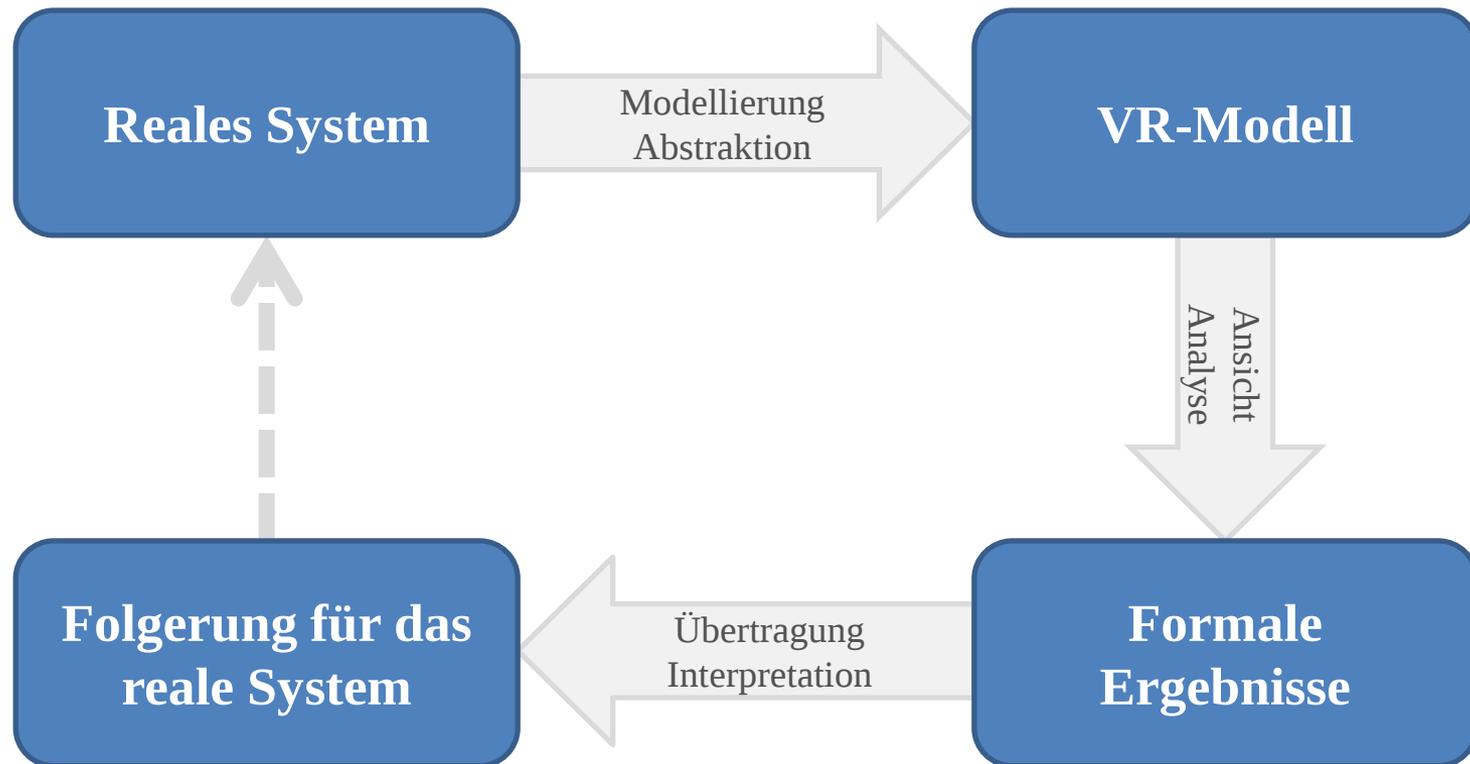
These sensorial modalities are visual, auditory, tactile, smell, taste, etc.

Quelle: Burdea (1994).

The primary defining characteristic of VR is **inclusion; being surrounded by an environment**. VR places the participant inside information.

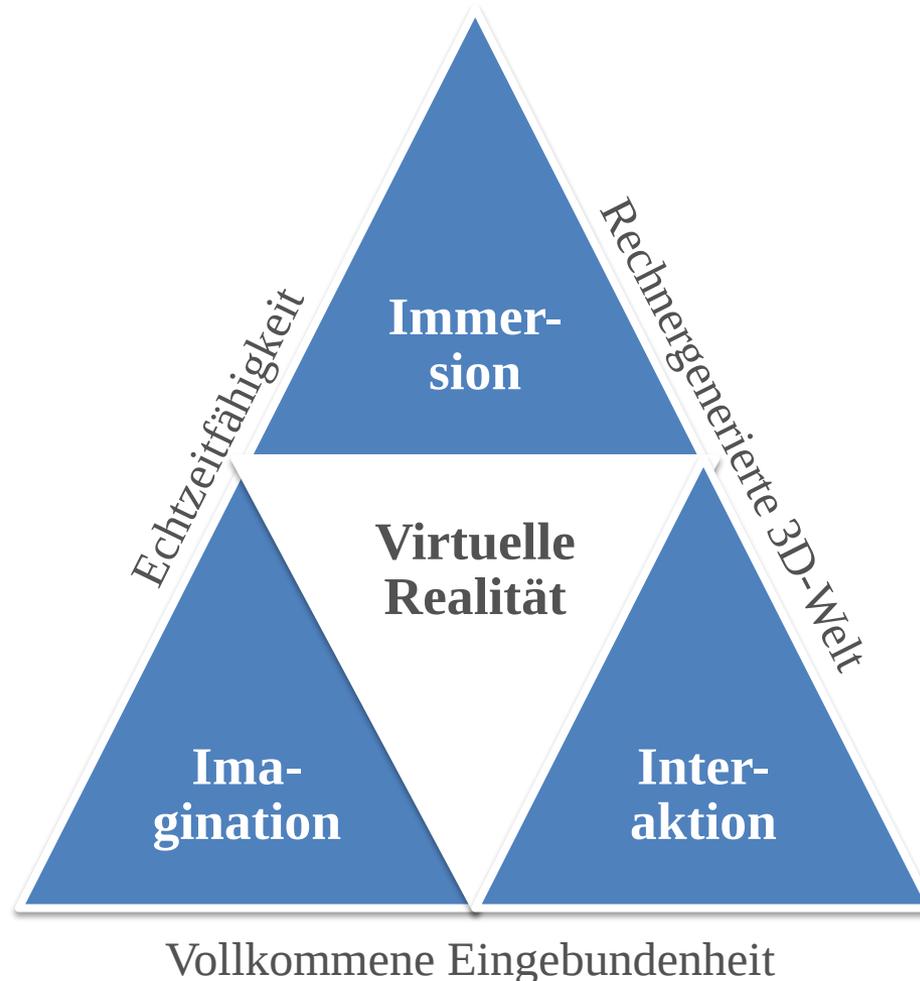
Quelle: Bricken (1990).

# Regelkreis der VR-Visualisierung



Quelle: Pflieger (2017), S. 2.

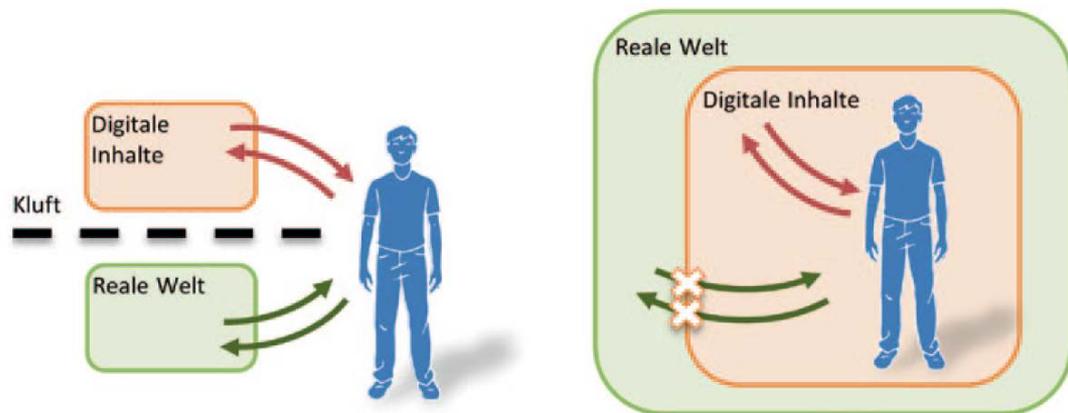
# Die 3 I's der Virtuellen Realität



Quelle: Walch, Wulz (2006).

# Computer- vs. VR-simulierte Welt

| Computergraphik                  | Virtuelle Realität                  |
|----------------------------------|-------------------------------------|
| rein visuelle Präsentation       | Multimodale Präsentation            |
| Nicht unbedingt zeitkritisch     | Echtzeitdarstellung                 |
| Exozentrische Perspektive        | Egozentrische Perspektive           |
| statisch/vorberechnete Animation | Echtzeitinteraktion und -simulation |
| 2D-Interaktion (Maus, Tastatur)  | 3D-Interaktion und Spracheingabe    |
| Nicht-immersive Präsentation     | Immersive Präsentation              |



Quelle: Dörner et al. (2013), S. 14ff.

# Komponenten eines VR-Systems

## Eingabe- bzw. Interaktionsgeräte

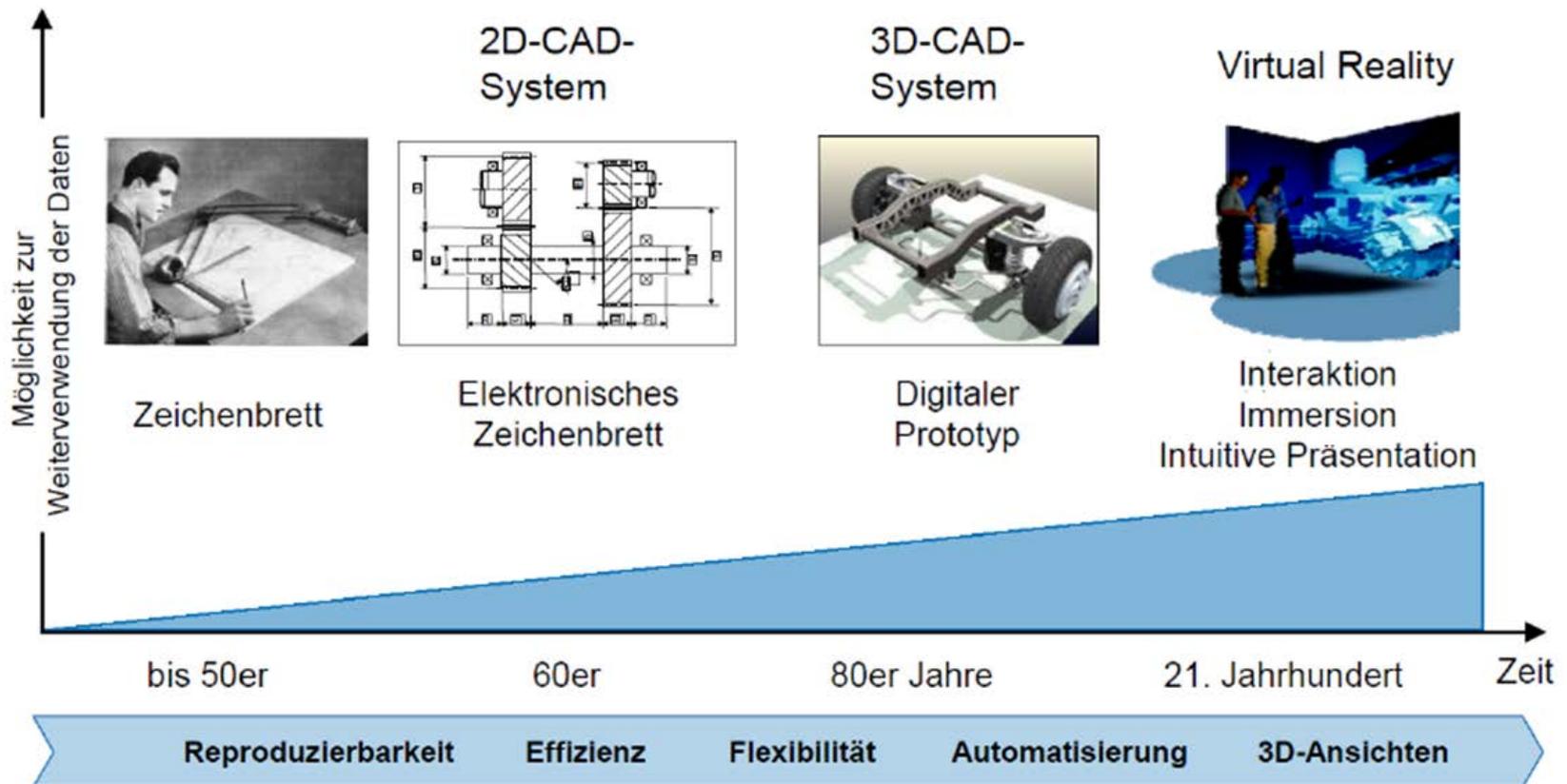
- Datenhandschuh
- Laufband
- Joystick
- ...

## Rechner mit VR-Software

## Ausgabegeräte

- Head Mounted Display (HMD)
- Power Wall
- Cave Automatic Virtual Environment (CAVE)

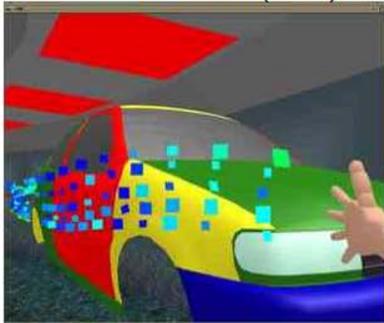
# Anwendungen in der digitalen Fabrik – Konstruktion (I)



Quelle: RWTH Aachen.

# Anwendungen in der digitalen Fabrik – Konstruktion (II)

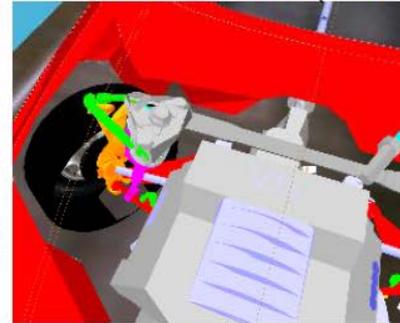
Virt. Windkanal (VW)



Schiffbau (BloVo)



Mechanische Sim. (AUDI) Architektur (Lufthansa)



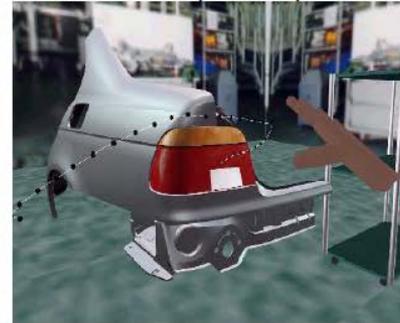
Design Review (VW)



Ergonomie (BMW)



Musterbau (BMW)



Cockpit Layout (CAVOK)



Quelle: Müller, Uni Koblenz.

## Was ist Augmented Reality (AR)?

**Augmentierte Realität** ist eine  
(**unmittelbare, interaktive und echtzeitfähige**)  
**Erweiterung** der **Wahrnehmung** der realen Umgebung um **virtuelle Inhalte** (für beliebige Sinne), welche sich in ihrer Ausprägung und Anmutung soweit wie möglich **an der Realität orientieren**, so dass im Extremfall (so das gewollt ist) eine **Unterscheidung** zwischen realen und virtuellen (Sinnes-) Eindrücken **nicht mehr möglich** ist.

Quelle: Dörner et al. (2013), S. 246.

# Grundlegende Ausprägungen von AR

Die Realität wird durch ein Kamerabild repräsentiert und dieses überlagert.

**Video See-Through-AR**

Durchsichtiges Display, der Betrachter nimmt die Realität direkt wahr. Die virtuellen Informationen werden zusätzlich eingeblendet.

**Optisches See-Through-AR**

Projektion der virtuellen Inhalte auf Gegenstände in der realen Umgebung.

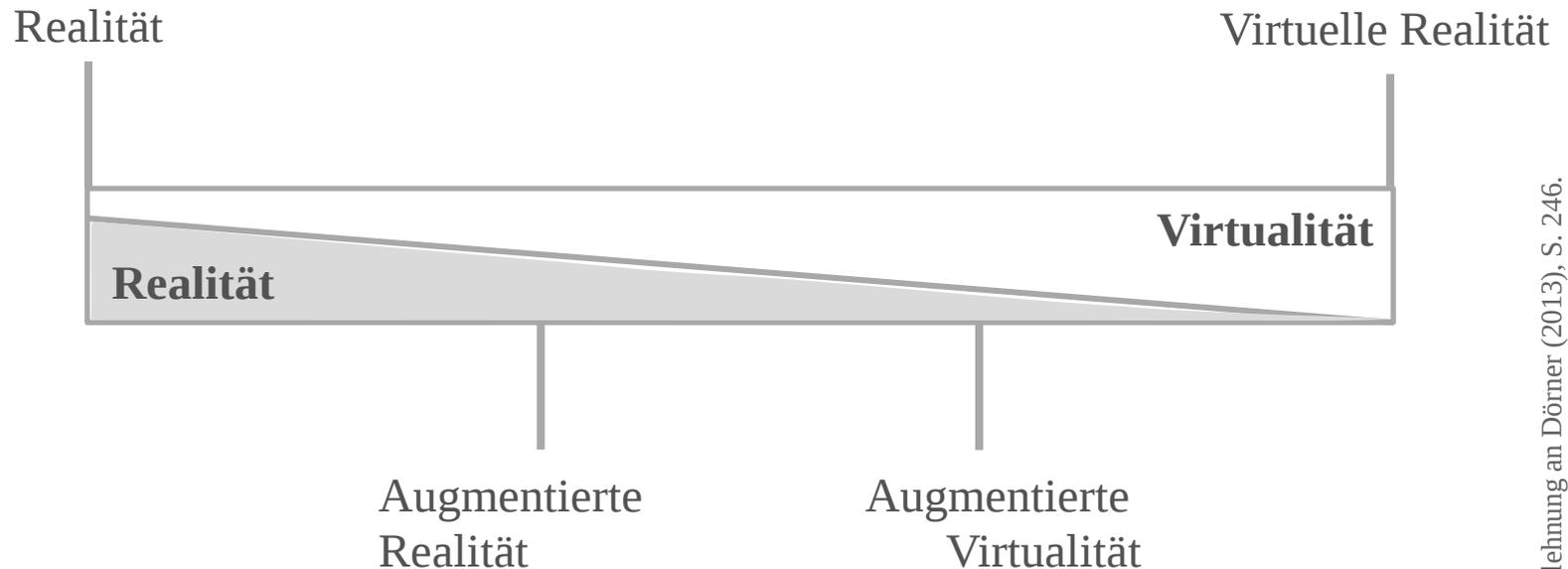
**Projektionsbasiertes AR**

# Virtual vs. Augmented Reality

|                                   | Virtual Reality  | Augmented Reality                                     |
|-----------------------------------|--|---|
| <b>System-plattform</b>           | stationäre Systeme mit 3D-Grafik-leistung und Performance (high-end)   | mobile Endgeräte (low-end)                            |
| <b>Visualisierung</b>             | komplexe 3D-Datensätze in Echtzeit                                     | multimediale Daten und Videoströme                    |
| <b>Daten-anbindung</b>            | Aufbereitung von 3D-CAD-Dateien und Zugriff auf Produktdatenmanagement | Anbindung an allgemeine Systeme                       |
| <b>Tracking</b>                   | eingeschränkter Interaktionsradius mit Genauigkeiten in Millimetern    | Größerer Aktionsbereich; Genauigkeiten in Pixelgrößen |
| <b>Interaktion</b>                | in 3D und möglichst intuitiv   | mit realen Objekten                                   |
| <b>Qualifikation der Benutzer</b> | relativ hoch   | gering  |
| <b>Preis je System</b>            | 25.000 € bis 1 Mio. €  | 1.000 € bis 10.000 €                                  |

Quelle: In Anlehnung an Müller, Uni Koblenz.

# Mixed Reality Taxonomie



Quelle: In Anlehnung an Dörner (2013), S. 246.

# Einsatzbereiche von VR und AR in der Logistik

**VR-unterstützte  
Planung von  
Logistikzentren**

**VR-unterstützte  
Schulung**

**AR-gestützte  
Kommis-  
sionierung**

**AR-optimierter  
Verpackungs-  
prozess**

# Einsatzbereiche von VR und AR in der Logistik

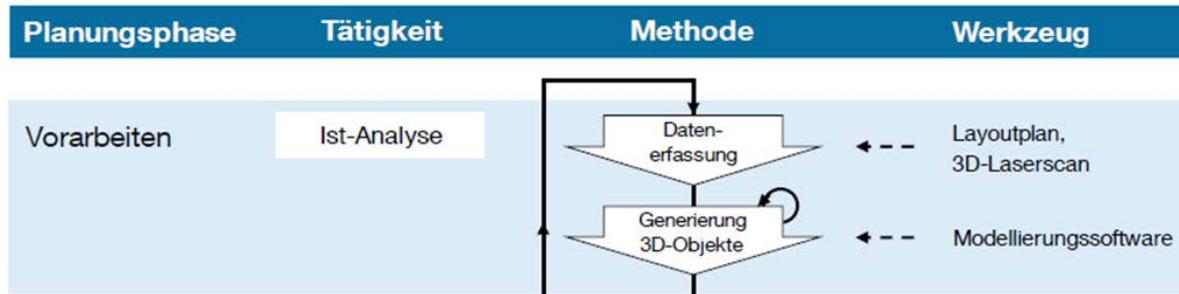
**VR-unterstützte  
Planung von  
Logistikzentren**

VR-unterstützte  
Schulung

AR-gestützte  
Kommis-  
sionierung

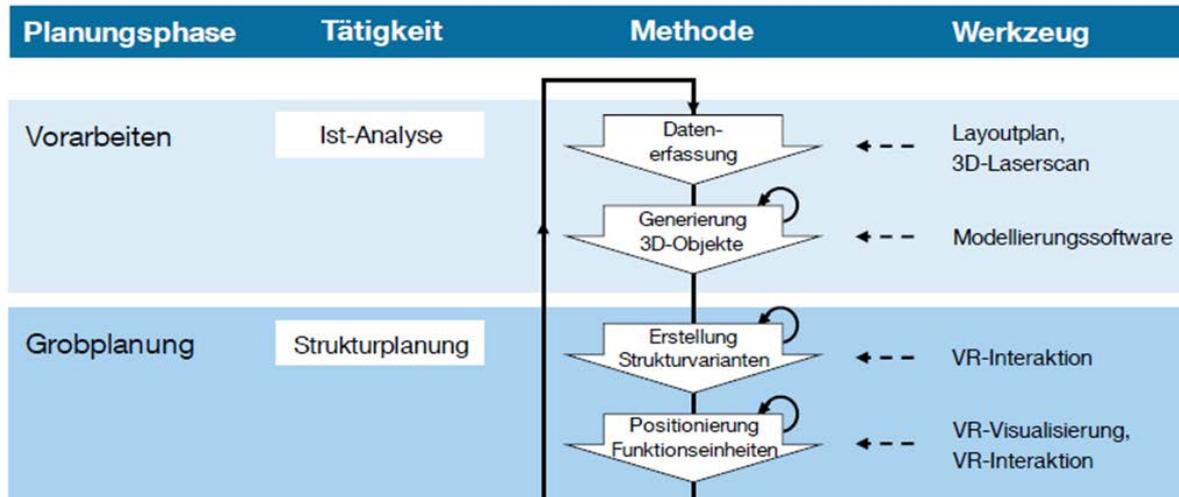
AR-optimierter  
Verpackungs-  
prozess

# VR-unterstützter Planungsprozess



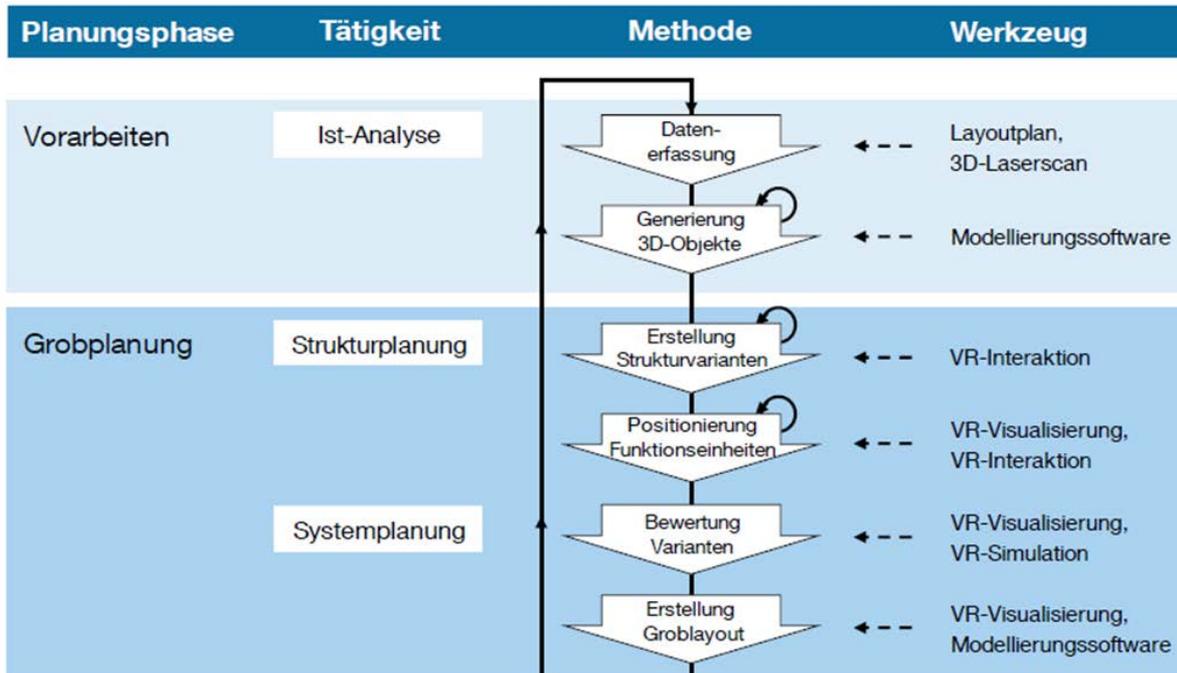
→ vollständiges  
digitales  
Datenmodell der  
Lagerhalle

# VR-unterstützter Planungsprozess



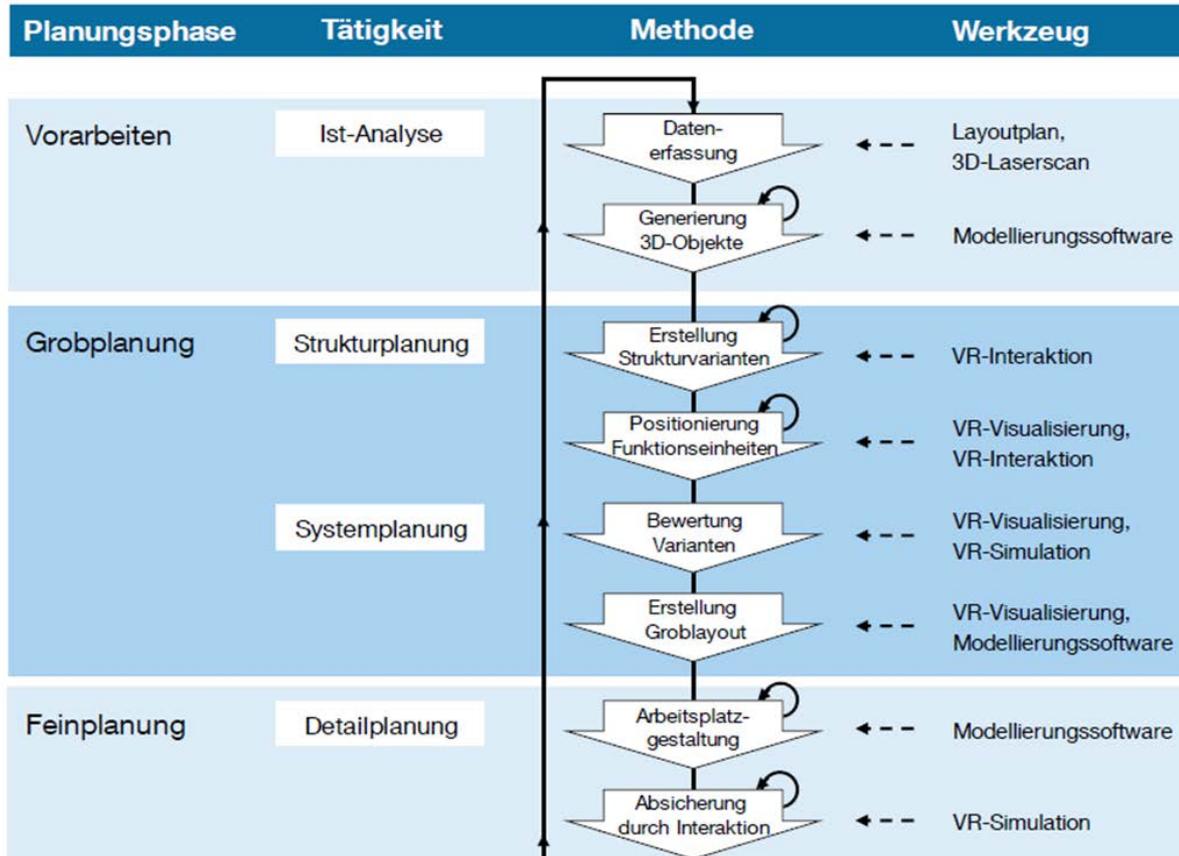
→ Visualisierung und Diskussion verschiedener Varianten

# VR-unterstützter Planungsprozess



→ Auswahl eines konkreten Groblayouts

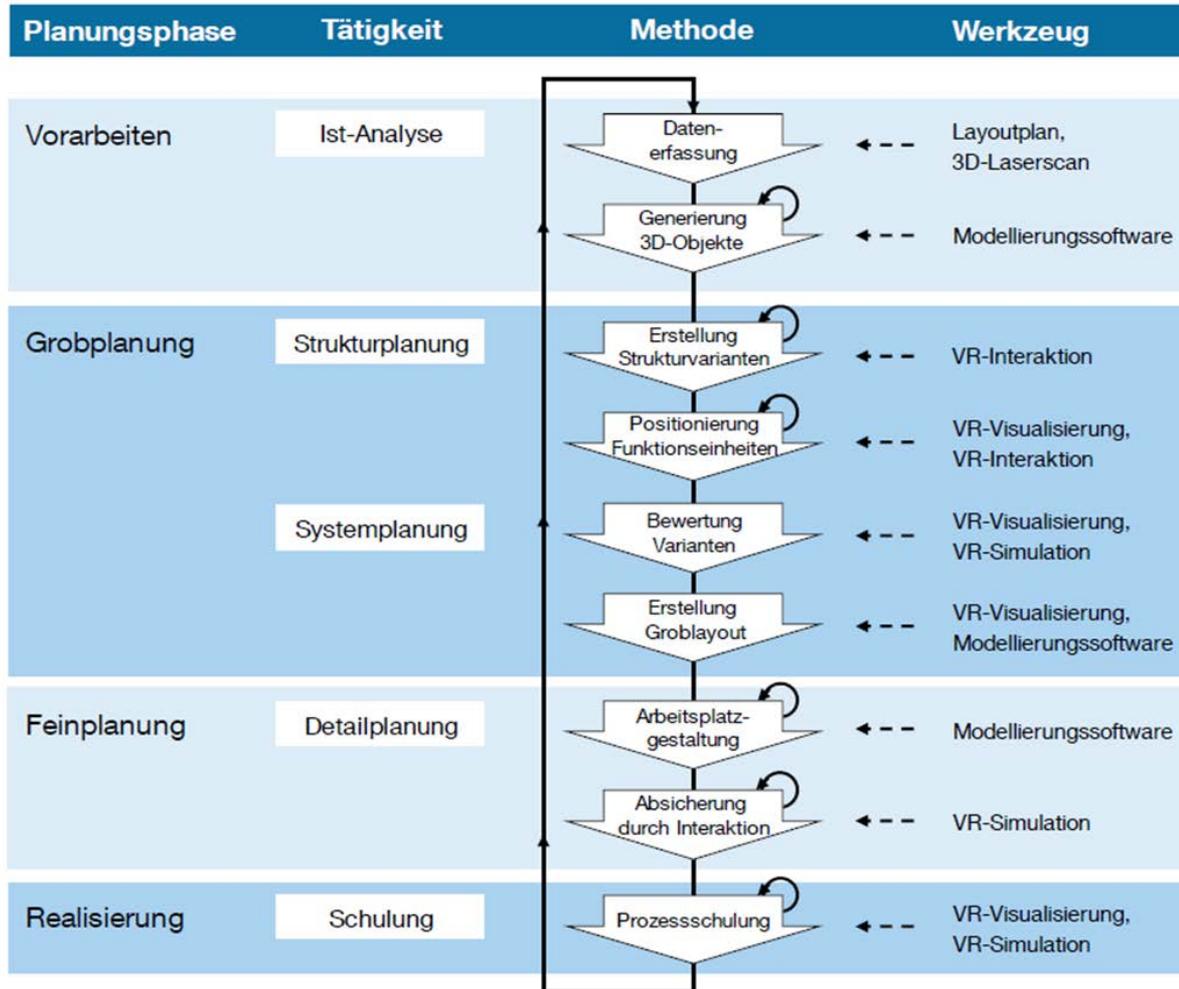
# VR-unterstützter Planungsprozess



→ vollständiges visuelles Modell

Quelle: Reinhart (2017), S. 470.

# VR-unterstützter Planungsprozess

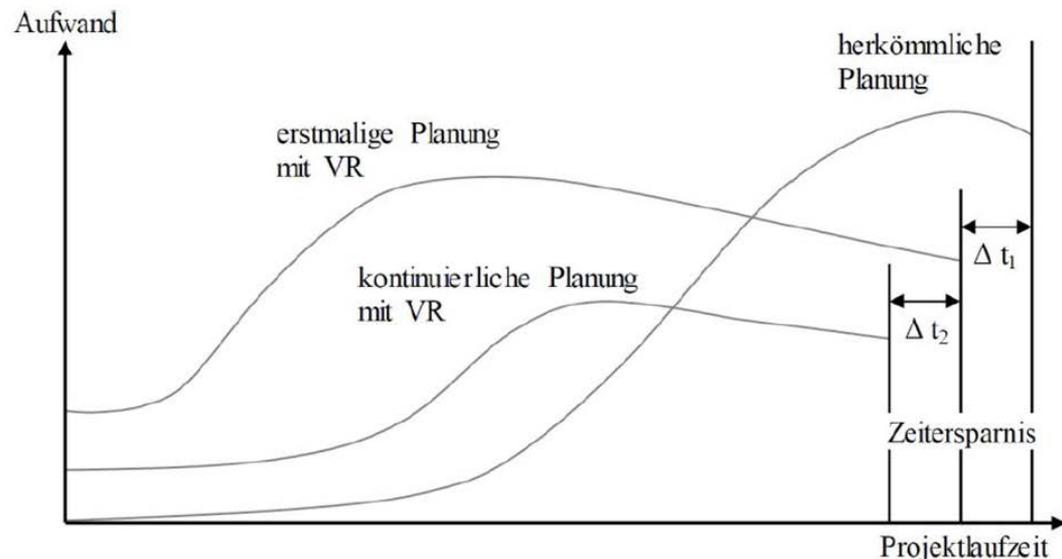


Quelle: Kammergruber (20134, S. 63f.

→ Umsetzung der Planungsergebnisse

# Vorteile der VR-gestützten Planung

- Reduktion von Planungsaufwand und -kosten
- Steigerung der Planungsqualität
- Verbesserung der Akzeptanz des Planungsergebnisses
- **Verbesserung der Planungsgeschwindigkeit** führt zu Zeiteinsparung in der Projektlaufzeit



Quelle: Pflieger (2017), S. 2.

# Einsatzbereiche von VR und AR in der Logistik

VR-unterstützte  
Planung von  
Logistikzentren

VR-unterstützte  
Schulung

AR-gestützte  
Kommis-  
sionierung

AR-optimierter  
Verpackungs-  
prozess

# VR als Schulungsmedium in der Logistik

Kennenlernen des Arbeitsplatzes und Einarbeiten ohne Konsequenzen aus Fehlern

Erlernen neuer Arbeitsprozesse und Abläufe zur laufenden Weiterqualifizierung der Mitarbeiter

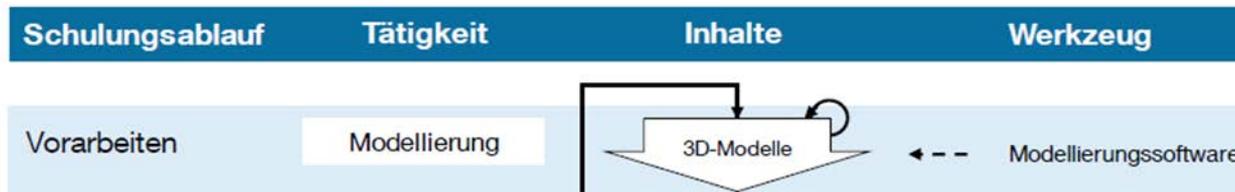
Trainieren sicherheitsrelevanter Verhaltensweisen und Reaktionen im virtuellen Raum

**Anlernen neuer Mitarbeiter**

**Prozessschulung**

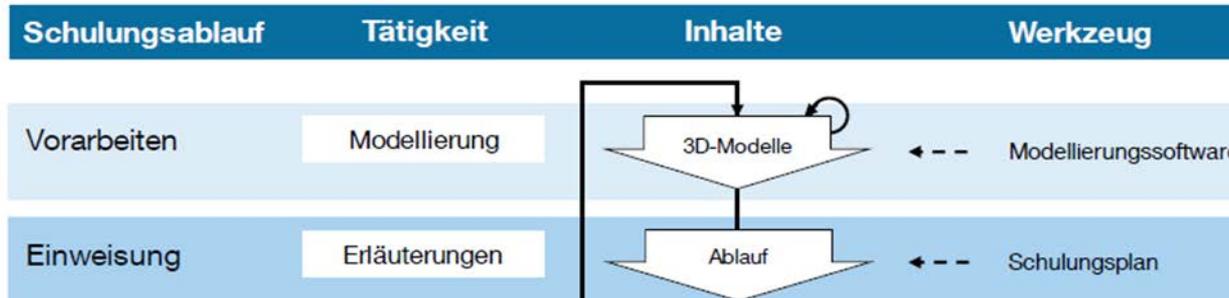
**Sicherheitstraining**

# VR-unterstützter Schulungsprozess



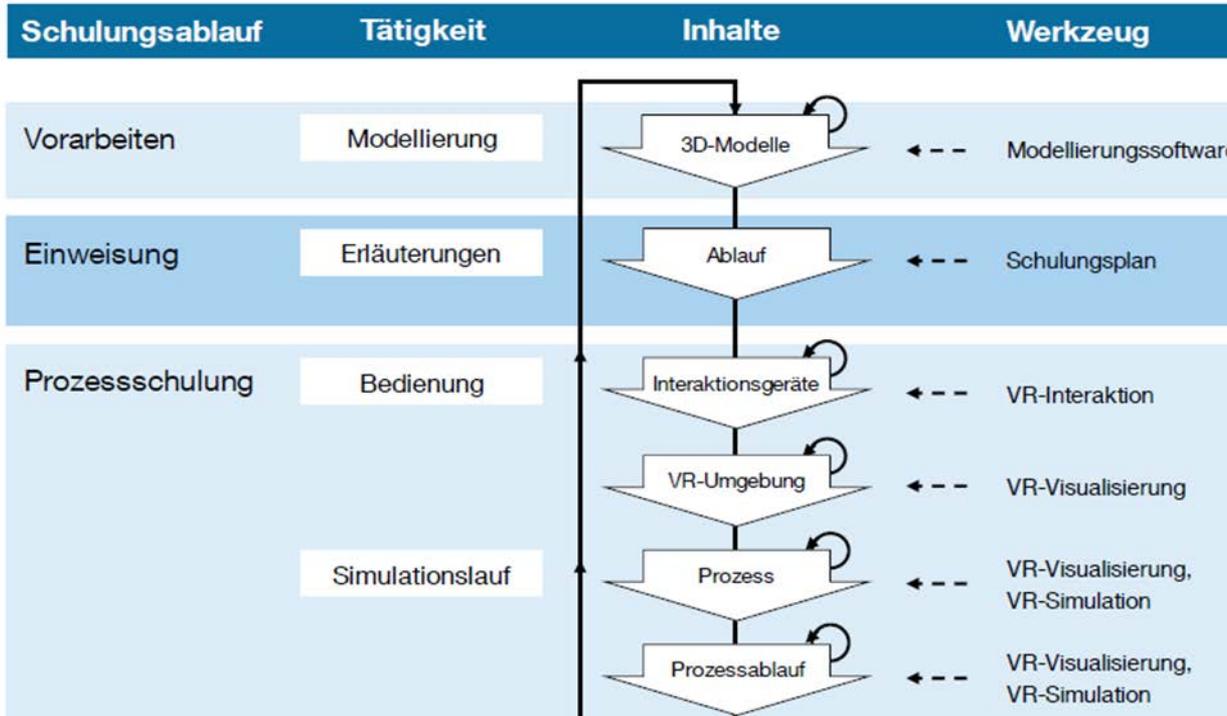
→ digitales Modell erstellen

## VR-unterstützter Schulungsprozess



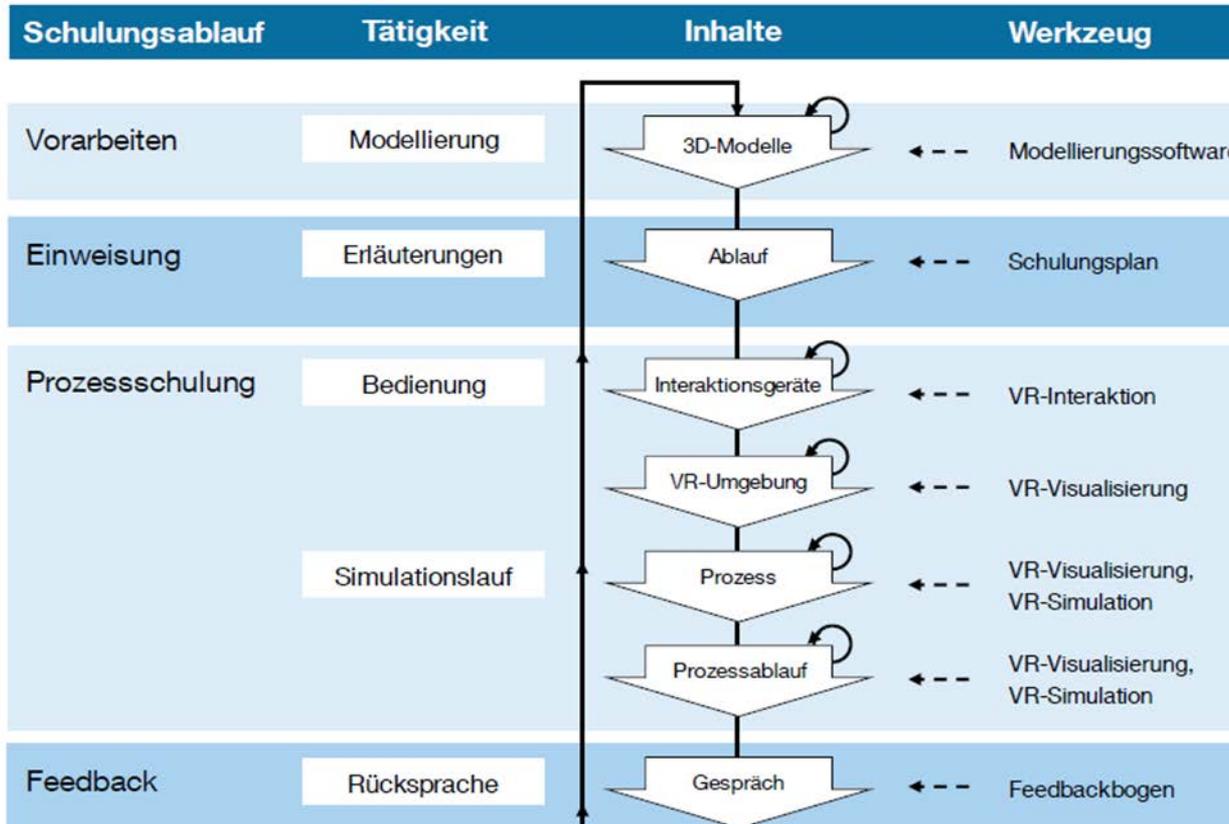
→ Bedienung des VR-Systems vermitteln

# VR-unterstützter Schulungsprozess



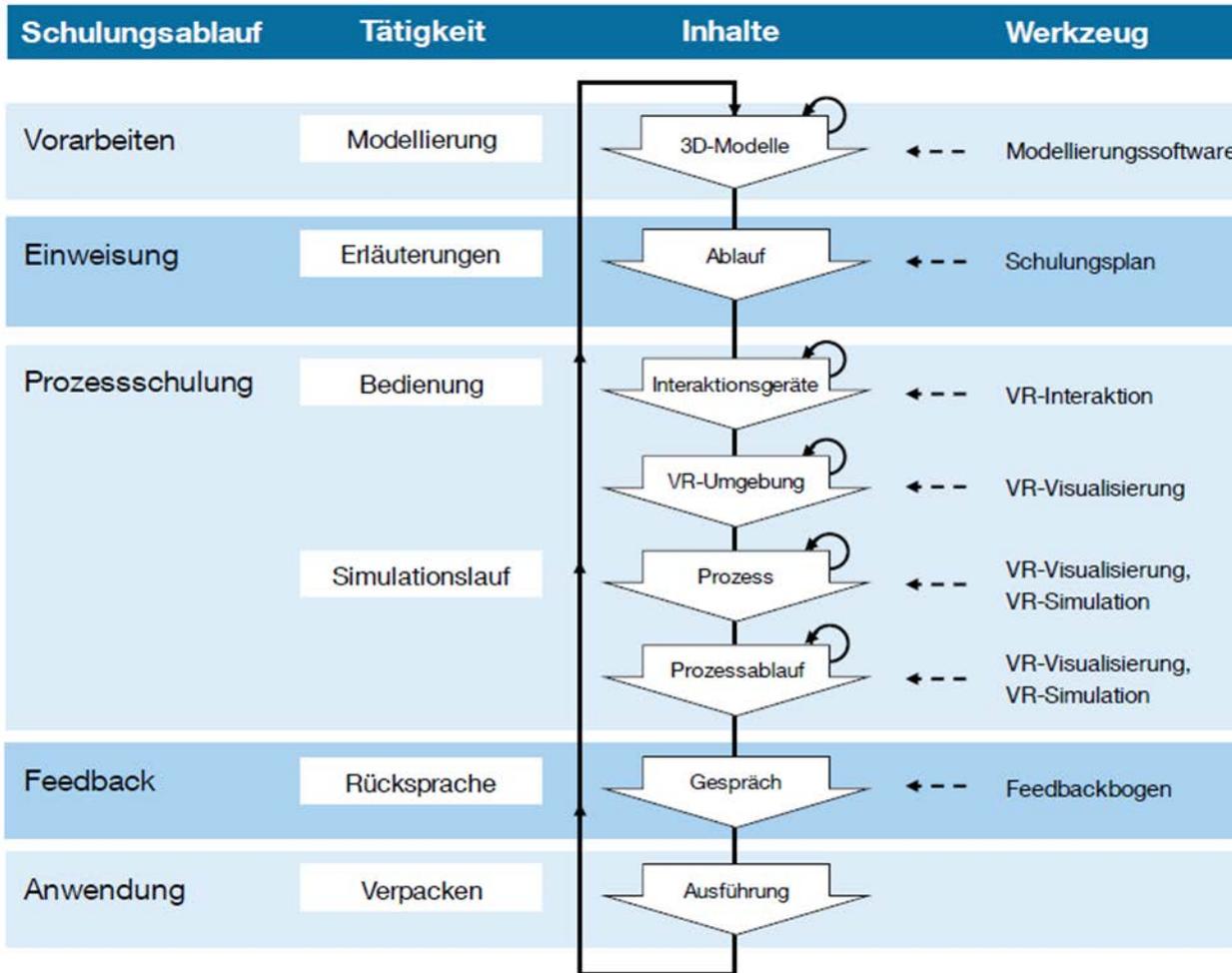
→ Üben der Prozessschritte im virtuellen Raum mit Anleitung/Feedback vom Schulungsleiter

# VR-unterstützter Schulungsprozess



→ konstruktive Rückmeldung zum Schulungsinhalt

# VR-unterstützter Schulungsprozess



Quelle: Kammergruber (20134, S. 68f.

→ Arbeiten im erlernten Prozess

# Einsatzbereiche von VR und AR in der Logistik

VR-unterstützte  
Planung von  
Logistikzentren

VR-unterstützte  
Schulung

AR-gestützte  
Kommis-  
sionierung

AR-optimierter  
Verpackungs-  
prozess

# Visuelle Informationsbereitstellung in der Kommissionierung

- Kommissionierung bezeichnet das Zusammenstellen von Teilmengen aus einer Gesamtmenge auf der Grundlage eines Kundenauftrags
- Steigerung der Effizienz durch visuelle Informationsbereitstellung
- **Mensch-Maschine-Interaktion** ermöglicht kontextbezogene Bereitstellung digitaler **Informationen in das Sichtfeld des Kommissionierers**

| Datenbrille                                  | Head-up Display                                      | Projection Mapping                         | Emissive Projection Display                       |
|--|--|--|---|
| Richtungsunabhängige Informationsdarstellung | Richtungsabhängige Erzeugung eines virtuellen Bildes | Projektion der Information auf Oberflächen | Anregung fluoreszierender Partikel in einer Folie |



# Kommissionierung mittels Datenbrille (Pick by Vision)

# Einsatzbereiche von VR und AR in der Logistik

VR-unterstützte  
Planung von  
Logistikzentren

VR-unterstützte  
Schulung

AR-gestützte  
Kommis-  
sionierung

AR-optimierter  
Verpackungs-  
prozess



# Datenbrillen zur Optimierung des Verpackungsprozesses

- Zeit, Qualität und Kosten als wesentliche Determinanten des Verpackungsprozesses
- Nutzung digitaler Informationen über Verpackungen und Packmaße der Produkte zur **Optimierung von Paketgröße und Positionierung** der Packstücke
- Arbeitsanweisungen zum Verpackungsprozess mittels AR über Datenbrillen übermitteln



# Beurteilung des Potenzials von VR und AR in der Logistik

- Nutzung der Konzepte und Technologien der Industrie 4.0 zur Steigerung der Effizienz und Effektivität der Logistik
- **VR**-Technologien zur **Layoutplanung und Mitarbeiterschulung** einsetzbar, aber technisch aufwändig und kostspielig
- **AR**-Technologien mitarbeiterbezogen zur **Optimierung der operativen Logistikprozesse** in der Kommissionierung und Verpackung kostengünstig einsetzbar, aber technische Weiterentwicklung erforderlich
- **Technik kann den Menschen** aufgrund einzigartiger kognitiver und körperlicher Fähigkeiten **nicht ersetzen!**

---

**VIELEN DANK FÜR  
IHRE AUFMERKSAMKEIT!**