

Swiss Mechatronics Day 30.06.2022

Mensch Roboter Kollaboration



Videoquelle: Cooperative application with KR810, Kassow Robots, <https://www.youtube.com/watch?v=91QYcauojUk>



Grasp the sidewall and move the component by hand

MENSCHORIENTIERTE WERTSCHÖPFUNG MIT MUTUAL HUMAN ROBOT COLLABORATION

Der Übergang zu einem neuen Paradigma in der Wertschöpfung



Swiss Mechatronics Day 30.06.2022

Prof. Dr.-Ing. Hans Wernher van de Venn

vhns@zhaw.ch, 2022

Beziehung Mensch-Roboter über der Zeit

Frühe
Montagelinien



Roboter
Menschen



Lights-out
Automation



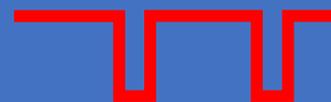
Roboter
Menschen



Roboter-
orientierte
Automatisierung



Roboter
Menschen



Good times coming...

Das Bild welches uns von den Herstellern kollaborativer Roboter gerne vermittelt wird:

**Glückliche Mitarbeiter
arbeiten mit
glücklichen Robotern
zusammen**

Yeah, touch
me baby!

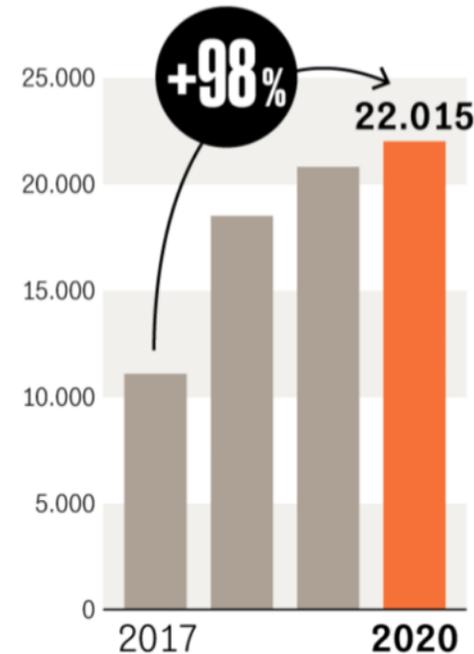


Cobots... (1)

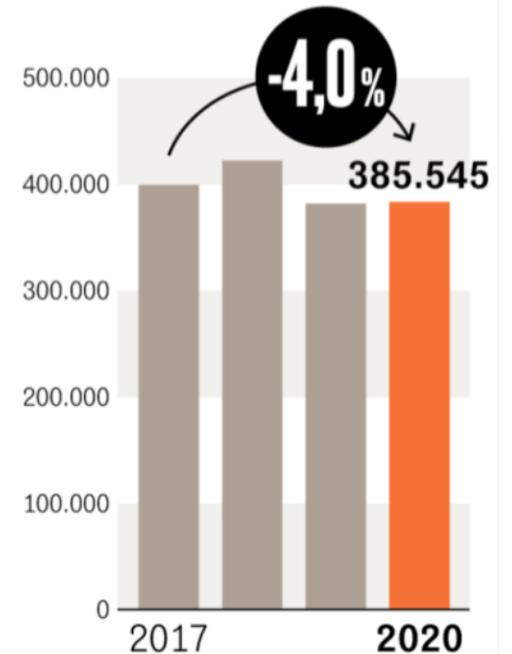
- Immer mehr Cobots kommen auf den Markt
- Der Einsatz wird kaum noch hinterfragt
- Dabei werden die meisten Cobots heute als "Industrieroboter, für die man keinen Zaun benötigt" angepriesen und eingesetzt (knapp Level 1)
- Collaborative = Simply Uncaged?
Obwohl kollaborativ für eine bestimmte Form der Zusammenarbeit steht, hat sich aber "in der Praxis" eine Vereinfachung eingeschlichen, ...
es ist halt alles kollaborativ...

Markt für Cobot-Industrie wächst

Absatz weltweit
Cobots



Industrieroboter gesamt



Cobots sind Roboter, die für die direkte Interaktion mit dem Menschen konzipiert wurden.

HANDELSBLATT

Quelle: Branchenverband IFR

Auszug aus dem Magazin FACTORY der WEKA
Medien vom 13.06.2022

Warum KMU in die Cobot-Falle tappen

Kann fehlgeleitetes Marketing zu Sicherheitsproblemen führen?

*Ein wesentlicher Kaufgrund für einen
Leichtbauroboter oder Cobot ist die Meinung,
dass dieser ohne Schutzzaun direkt mit dem
Menschen betrieben werden darf [...]*

<https://factorynet.at/menschen/warum-kmu-in-die-cobot-falle-tappen/>

Level 0
Keine Interaktion

Der Roboter ist durch
physische Barrieren,
wie Zäune oder Tore,
vom Menschen
getrennt. Typische
Konfiguration für
Industrieroboter in der
Automatisierung

Level 1
Start/Stop Interaktion

Der Roboter arbeitet
in der Nähe des
Menschen, bleibt
inaktiv, wenn ein
Mensch anwesend ist.
Der Mensch legt
Werkstücke auf oder
ab und startet oder
beendet das
Roboterprogramm

Michaelis, J.E., Siebert-Evenstone, A., Shaffer, D.W., & Mutlu, B. (2020). Collaborative or Simply Uncaged? Understanding Human-Cobot Interactions in Automation. Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems.

Von simply uncaged bis zur Kollaboration ist es weit...

- Wir befinden uns in einem deutlichen Wandel bei der Wertschöpfung (Digitalisierung -> Personalisierung).
- Während viele noch darüber nachdenken was Industrie 4.0 uns bringt, sind wir eigentlich schon bei Industry 5.0.
- ... und hier brauchen wir flexible Systeme. Cobots haben grundsätzlich das Potenzial, eine technologische Lösung für adaptive Arbeitsplätze bereitzustellen.
- Interaktive und kollaborative Systeme sind möglich auf Basis der ISO 10218 und 15066 (hier Level 2 und 3), aber leider mit zu vielen Einschränkungen was die menschenorientierte Arbeitsweise betrifft

Level 2 Interaktiv

Der Roboter arbeitet aktiv synchron mit Menschen. Der Bediener führt oder passt Roboterbewegungen als Teil der interaktiven Roboterprogrammierung an

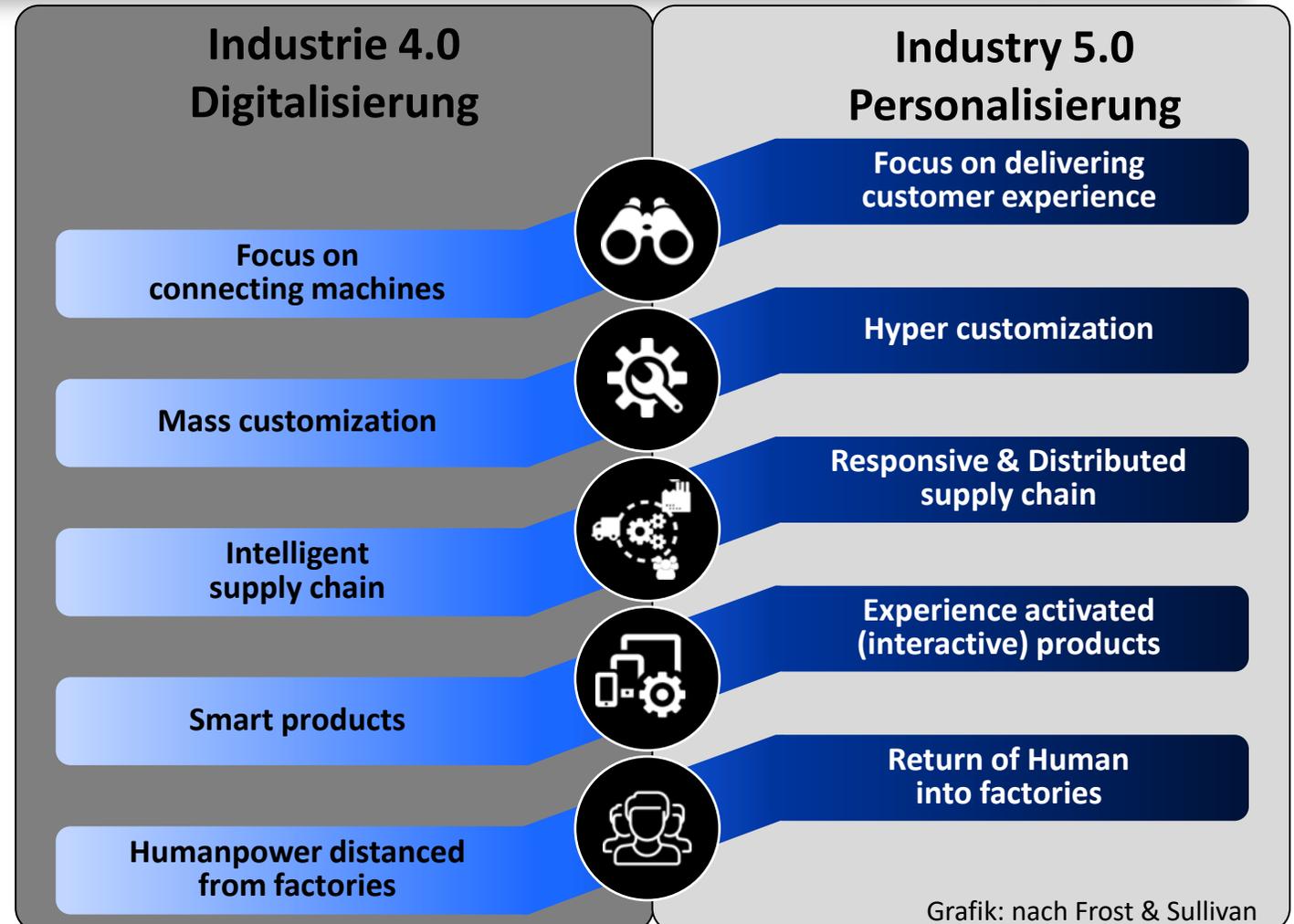
Level 3 Kollaborativ

Roboter arbeiten aktiv gemeinsam an Aufgaben mit Menschen. Der Roboter passt Bewegungen und Aktionen basierend auf dem Status von Mensch und Aufgabe dynamisch an

Michaelis, J.E., Siebert-Evenstone, A., Shaffer, D.W., & Mutlu, B. (2020). Collaborative or Simply Uncaged? Understanding Human-Cobot Interactions in Automation. Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems.

Digitalisierung vs. Personalisierung

- In Ergänzung zu Industrie 4.0 legt Industry 5.0 den Schwerpunkt auf die Personalisierung.
- Das betrifft einmal den Verbraucher (man sprach ja schon bei I4.0 von Prosumer): customer experience und Hyper customization.
- Die Supply Chains: responsive & distributed
- Die Produkte selbst: experience activated oder interaktiv.
- Aber besonders auch den Menschen: Die auf den Menschen ausgerichtete Vision von Industry 5.0 beinhaltet ein kritisches Umdenken darüber, wie Arbeiter und Maschinen zusammenarbeiten.



Demo experienced enhanced products



Vorderseite



Rückseite

- Scannen Sie bitte mal mit Ihrem Smartphone den QR Code (Kamera)
- Gehen Sie auf die Webseite
- Antworten Sie „Erlauben“ wenn Sie danach gefragt werden ob Sie diese Webseite aufrufen möchten
- Bleiben Sie mit der Kamera auf dem QR code
- Gehen Sie dann zur Rückseite mit der Kamera

Jetzt kommt Industry 5.0: Der Mensch zurück im Produktionsprozess

- Der wichtigste Unterschied von Industry 5.0 ist die Wiedereinführung des Menschen in den Produktionsprozess.
- Es wird die kollaborative Produktion ermöglicht die Mensch und Roboter gleichermaßen einbezieht
- Die Leistungsfähigkeit und Flexibilität des menschlichen Arbeiters wird gestärkt und erweitert durch die Fähigkeit, cyber-physische Systeme wie kollaborative Roboter (Cobots) zu nutzen.
- Die Kombination aus intelligenten Systemen, Cognitive Computing, Cloud Computing und versierten Menschen wird die „Hyper Customization“ und eine flexiblere Produktion ermöglichen.



European Commission, Directorate-General for Research and Innovation,
Industry 5.0 : human-centric, sustainable and resilient, Publications Office, 2021, <https://data.europa.eu/doi/10.2777/073781>

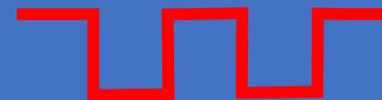
Kollaboration und was kommt dann?

- Das heisst, wir müssen auch einen weiteren Schritt in der Zusammenarbeit zwischen Mensch und Roboter machen
- Die jetzigen Beschränkungen erlauben kaum eine Steigerung der Leistungsfähigkeit und Flexibilität (ISO 10218 und 15066)
- Wie muss eine menschorientierte Wertschöpfung mit Cobots aussehen?

Mensch-
Roboter
Kollaboration



Roboter
Menschen

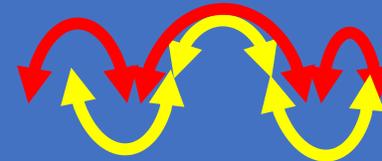


Kollaboration und was kommt dann?

Mensch-
orientierte
Kollaboration



Roboter
Menschen



- Die menschenorientierte Kollaboration konzentriert sich auf die Wissenschaft und die Systeme, die Roboter benötigen, um mit Menschen zu interagieren, sie zu unterstützen und zu kooperieren.



Menschorientierte Kollaboration

Mutual Human-Robot Collaboration: Neue Ansätze für die menschorientierte Kollaboration

Stellen Sie sich eine Montageaufgabe vor, die gemeinsam gelöst werden muss.

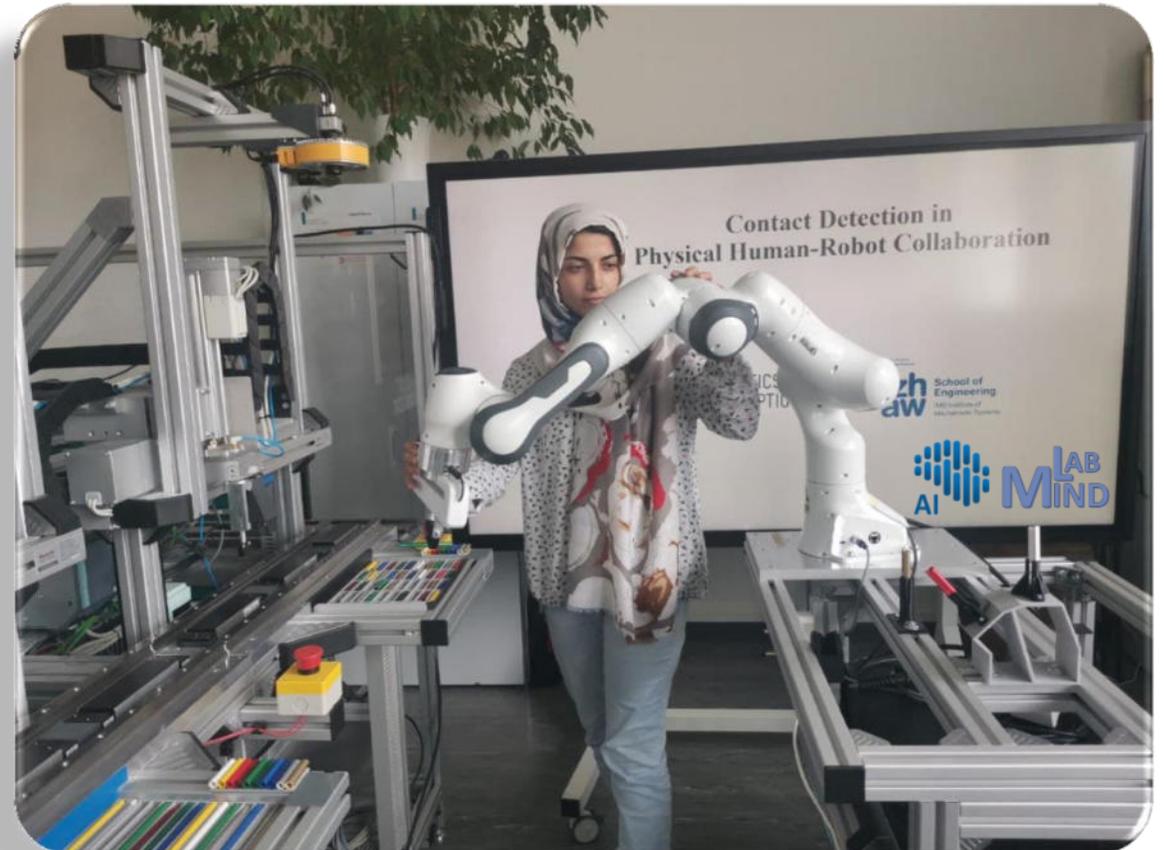
1. Um so etwas machen zu können, müssen die motorischen, sensorischen und kognitiven Fähigkeiten bei beiden Partnern **vorhanden** sein
2. Um so etwas machen zu können, müssen die motorischen, sensorischen und kognitiven Fähigkeiten bei beiden Partnern **ähnlich** sein

Warum versuchen wir denn heute Kollaboration mit blinden, gefühllosen und dummen Cobots zu machen?



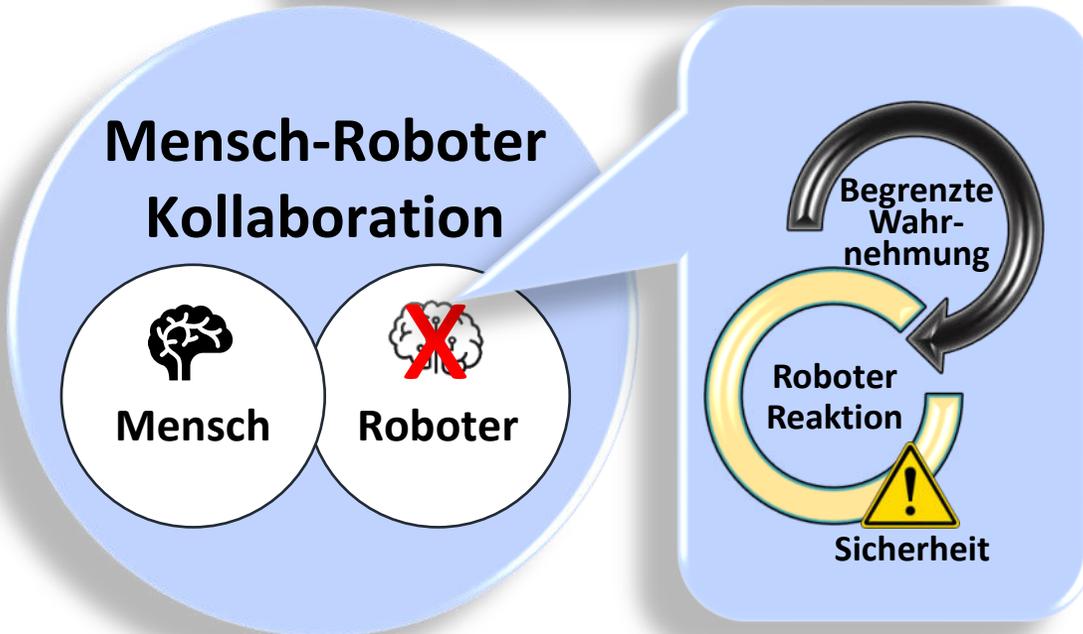
MIND Lab

Mutual Human-Robot INteraction Development

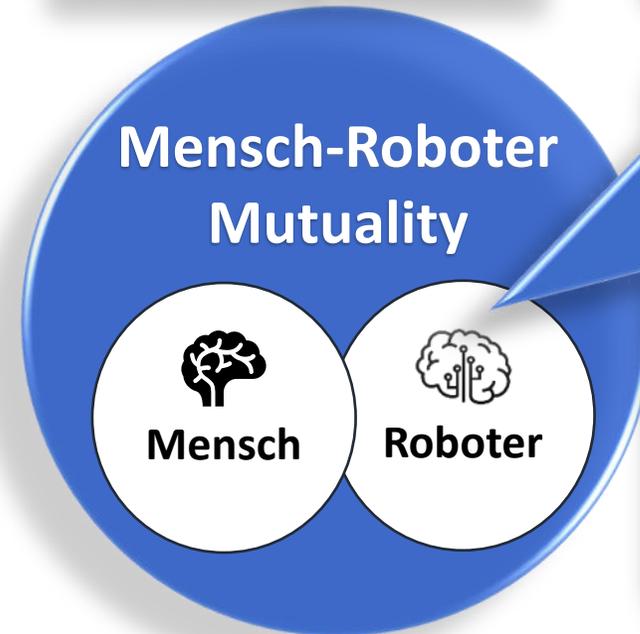


Übergang zu Mutual Human-Robot Collaboration

Stand der Cobot Technik



Mutuality Ansatz

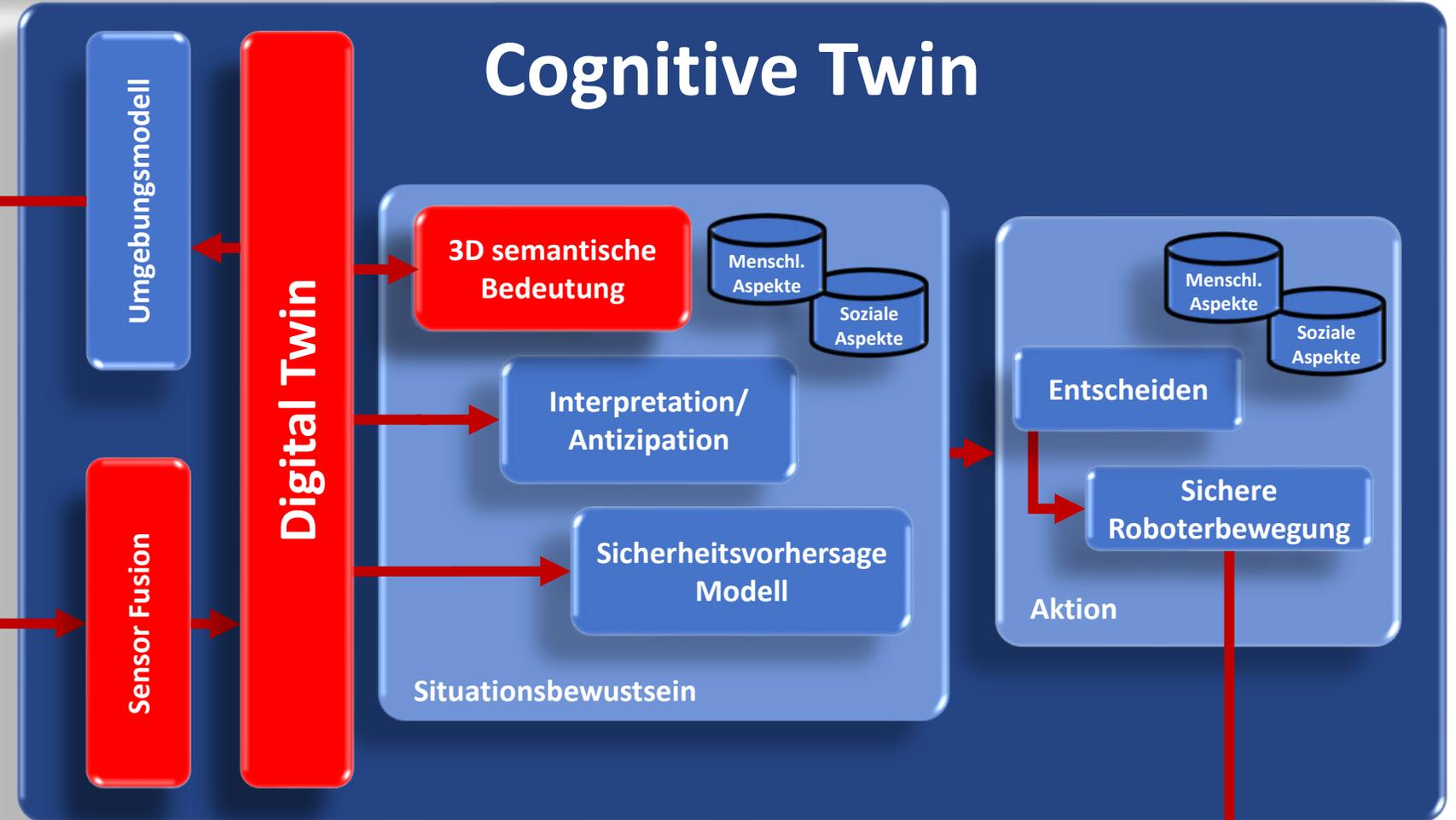
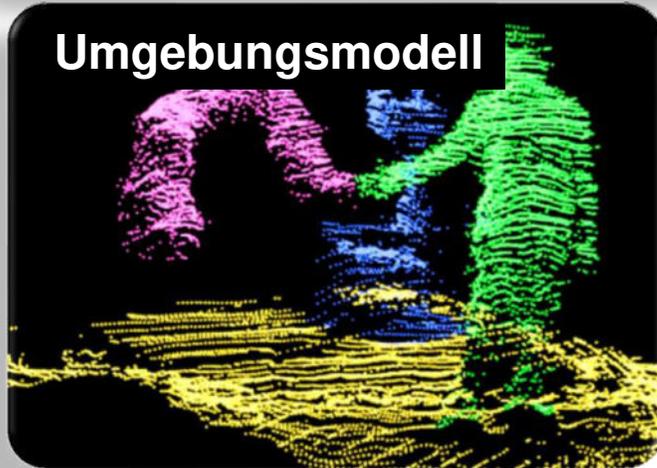


Cognitive Twin



Übergang von
Kollaboration zu Gegenseitigkeit

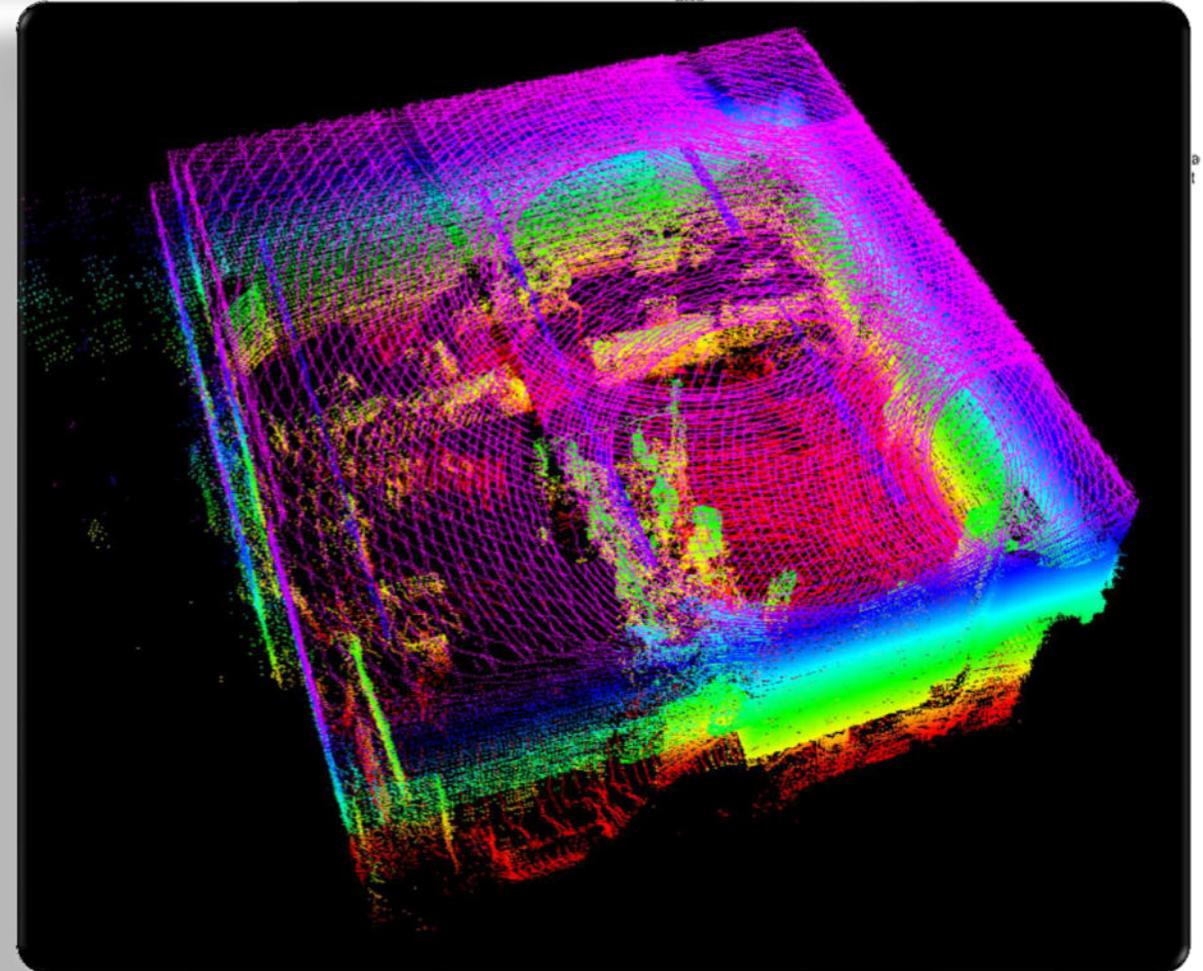
Mutuality Ansatz



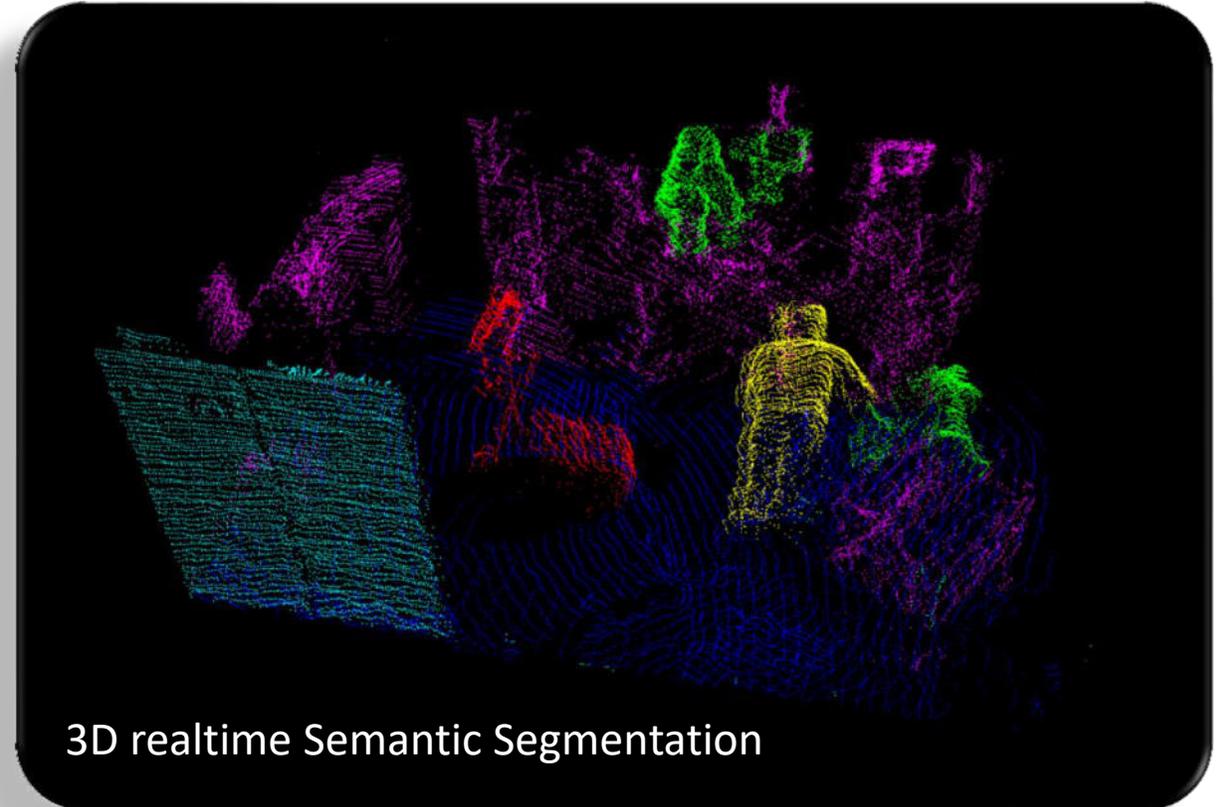
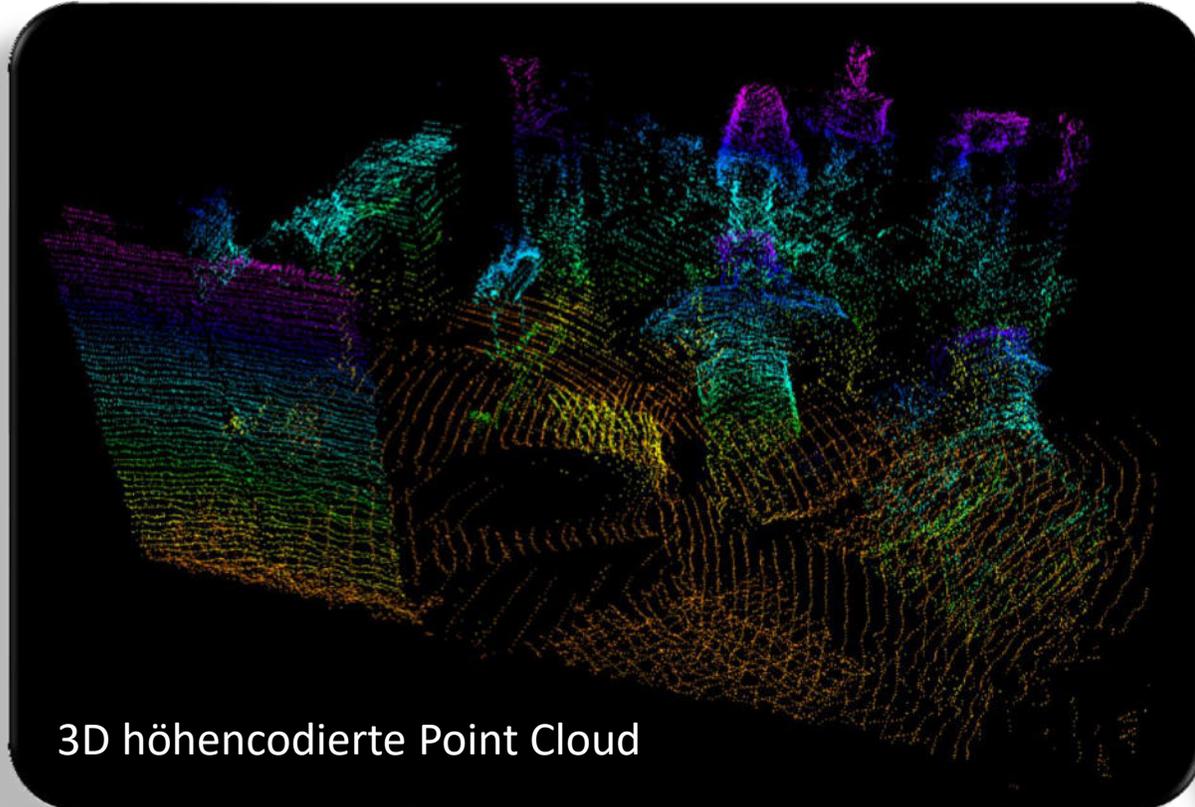
Wahrnehmung: Umgebungserkennung

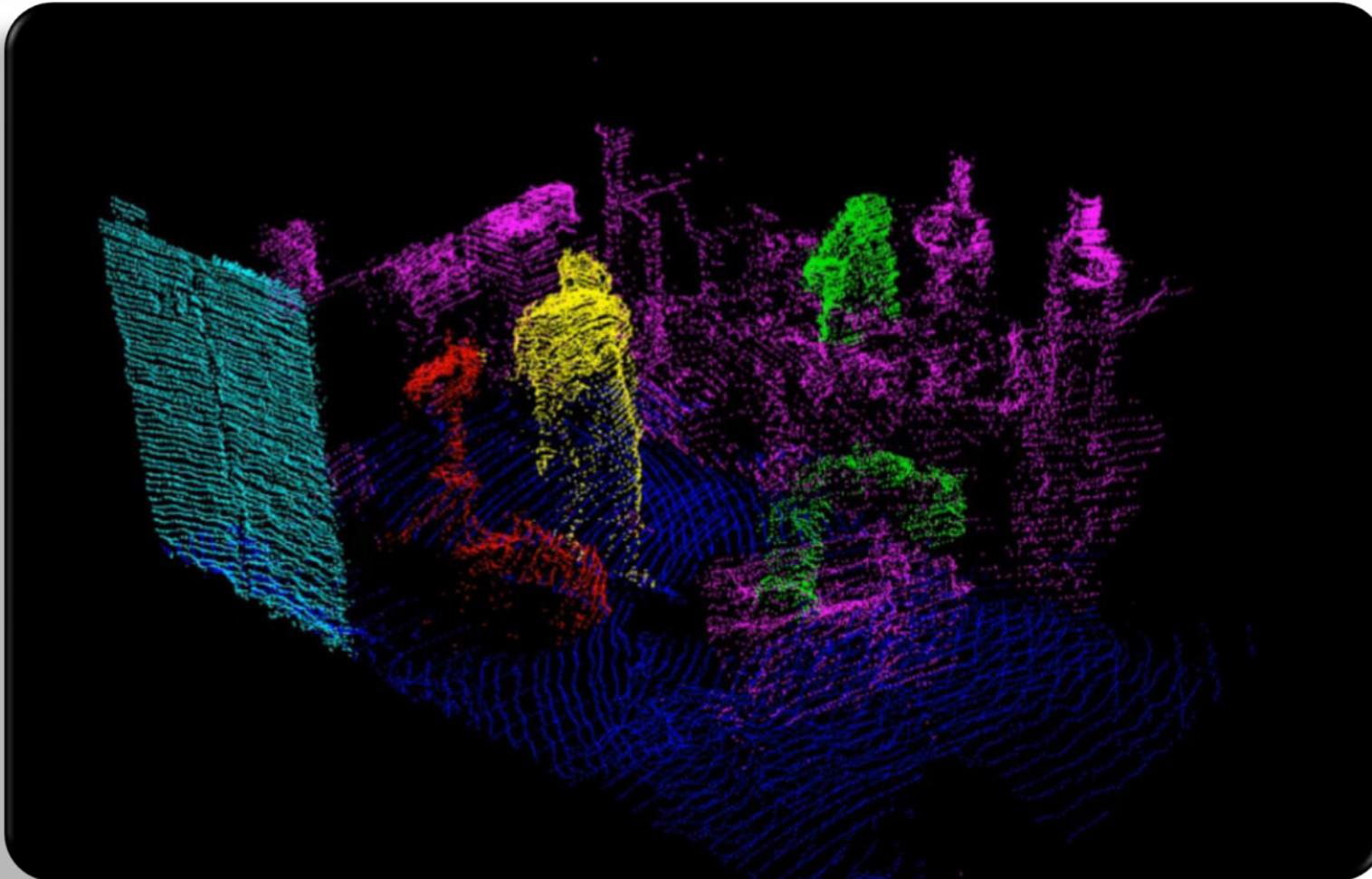
Zürcher Hochschule
für Angewandte Wissenschaften

zhaw School of
Engineering
IMS Institut für
Mechatronische Systeme



Verständnis: Semantic Segmentation in 3D

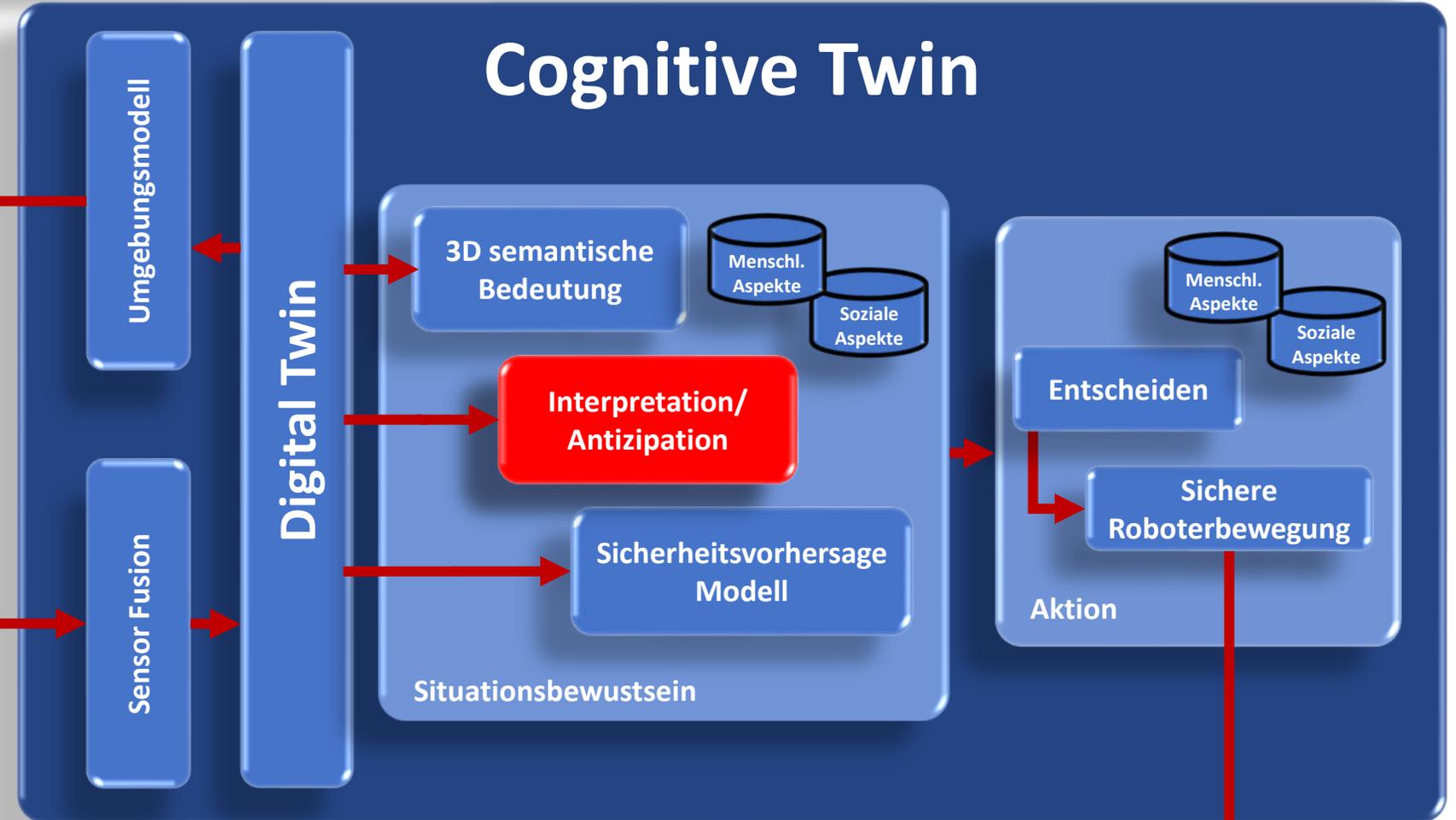
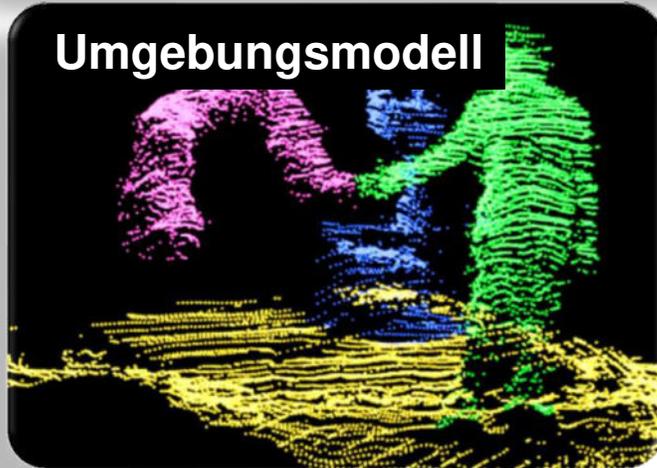




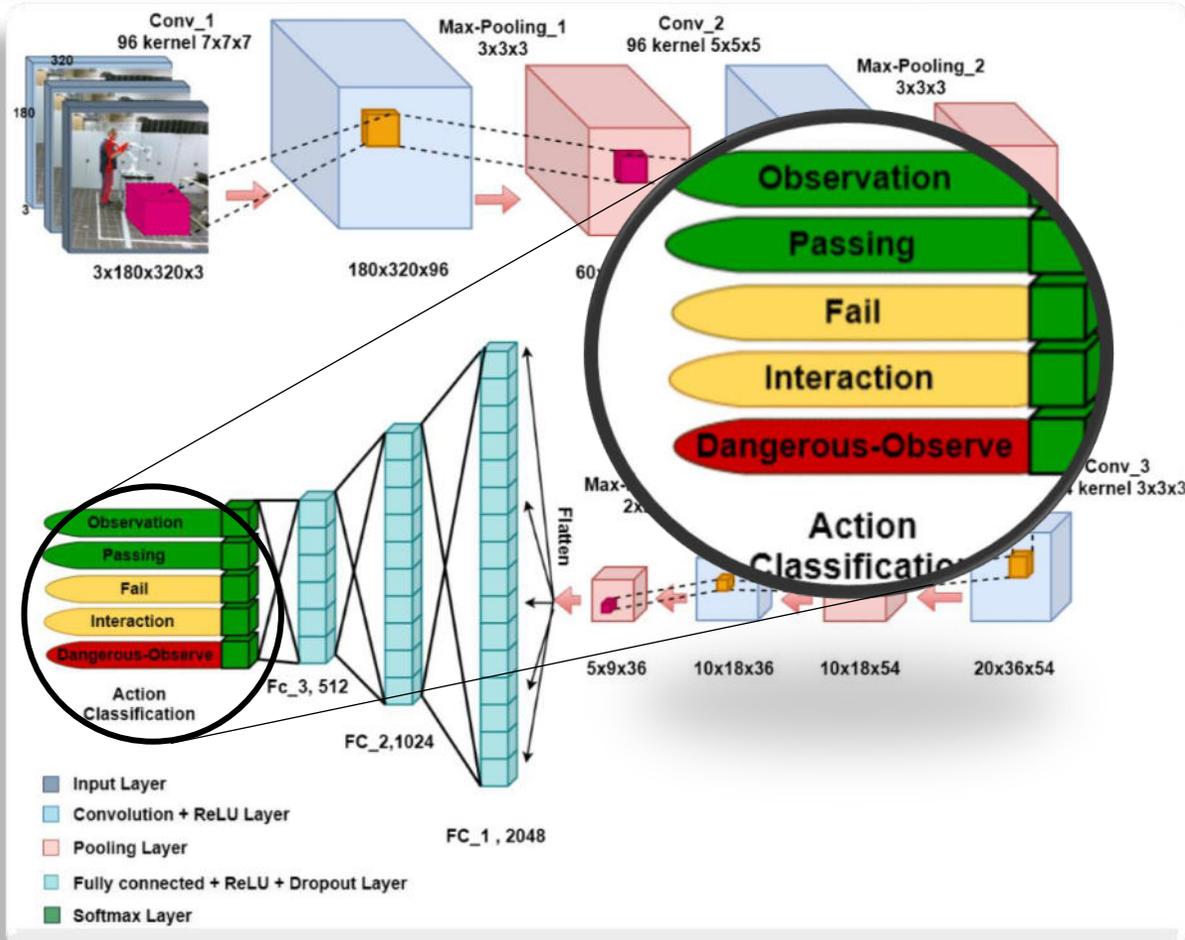
**COVERED-CollabOratiVE-Robot-
Environment-dataset-for-3D-
Semantic-segmentation**

[https://github.com/Fatemeh-
MA/COVERED-A-dataset-for-3D-
Semantic-segmentation](https://github.com/Fatemeh-MA/COVERED-A-dataset-for-3D-Semantic-segmentation)

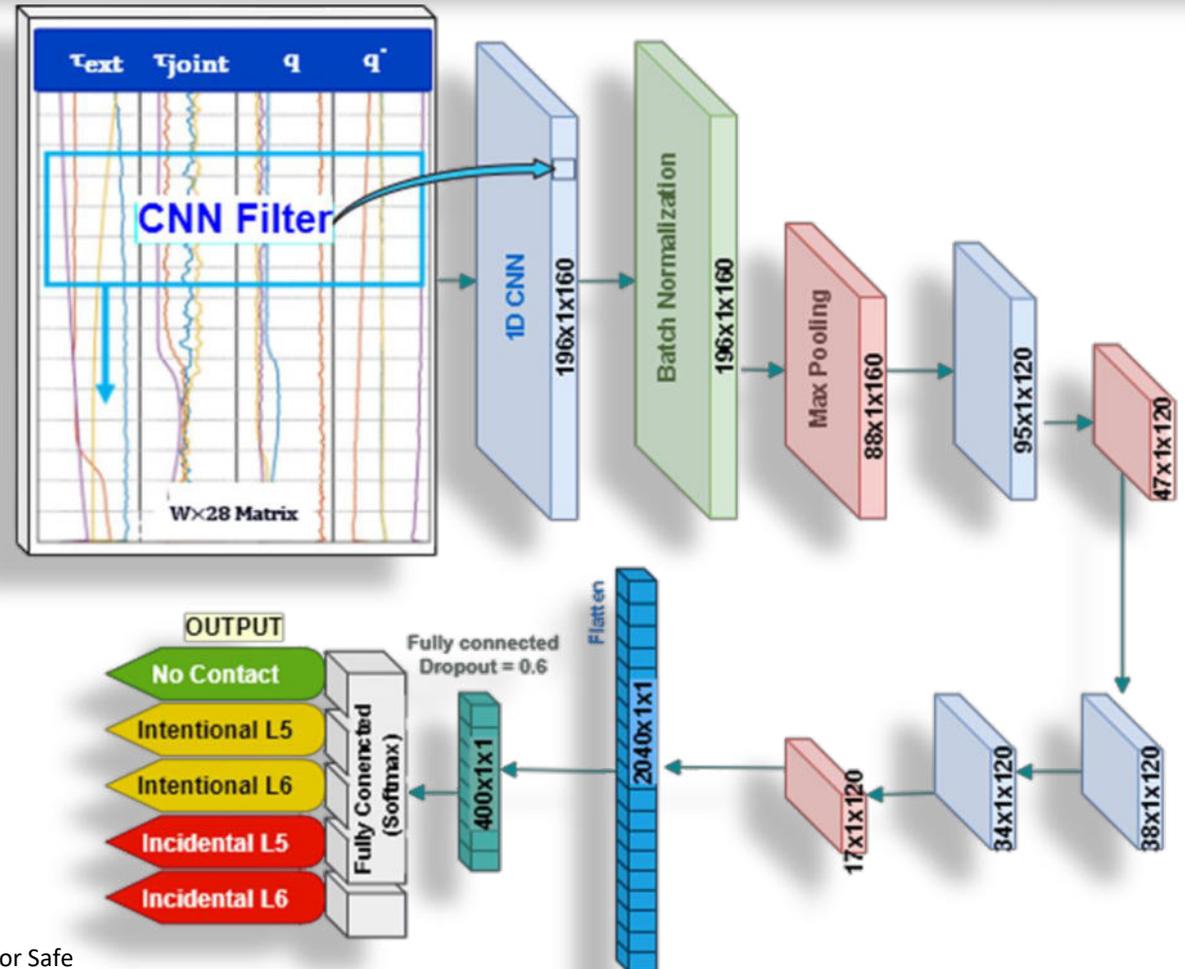
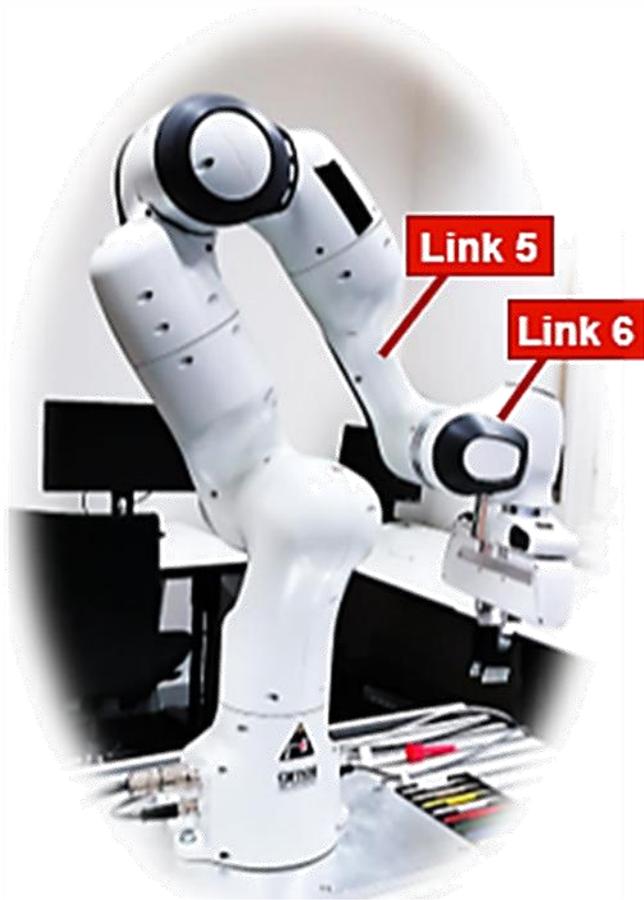
Mutuality Aspekt: Interpretation / Antizipation



Interpretation: Human Intention Detection



Interpretation: Contact Detection



Mohammadi Amin, F.; Rezayati, M.; van de Venn, H.W.; Karimpour, H. A Mixed-Perception Approach for Safe Human–Robot Collaboration in Industrial Automation. *Sensors* **2020**, *20*, 6347. <https://doi.org/10.3390/s20216347>

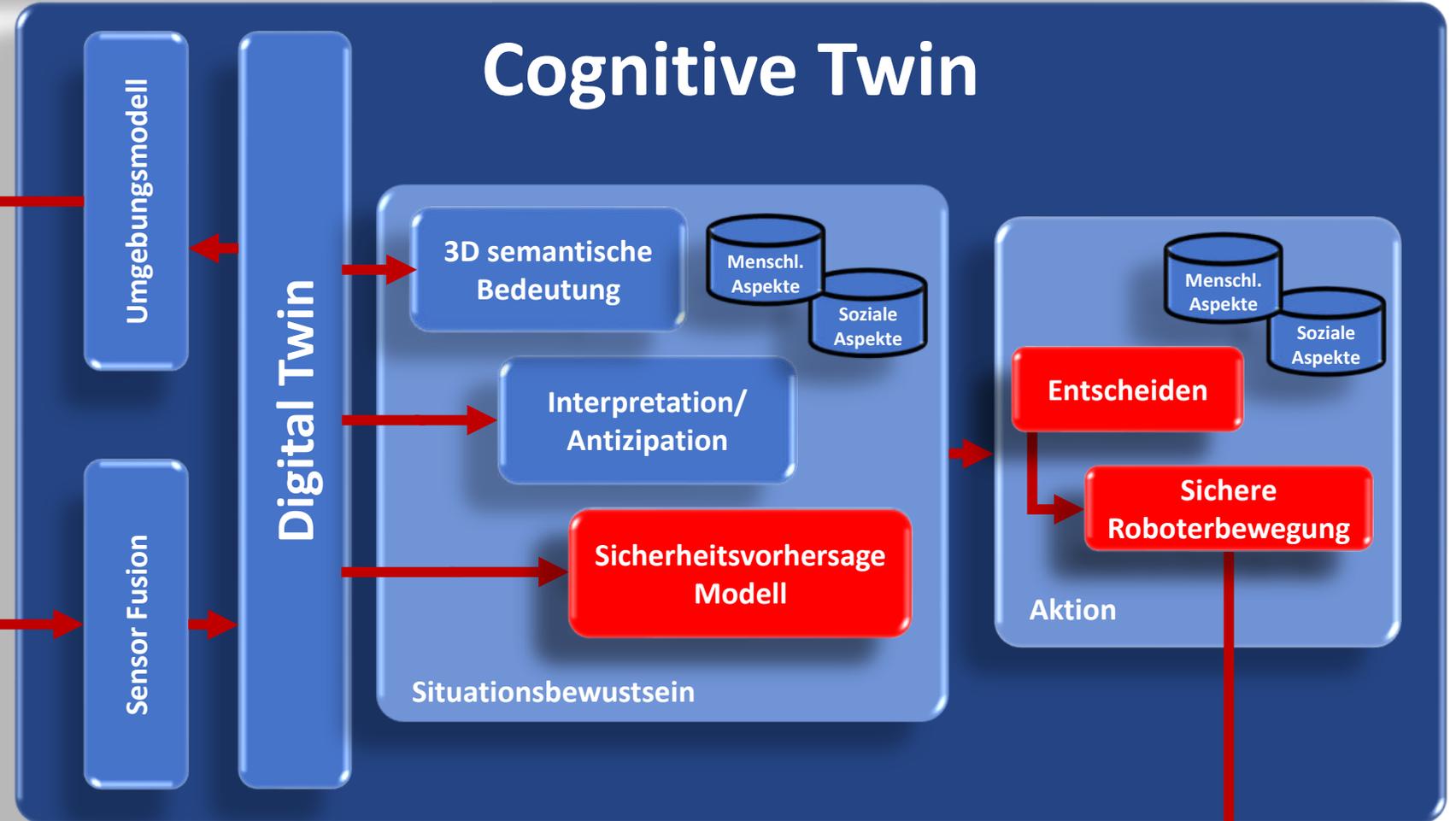
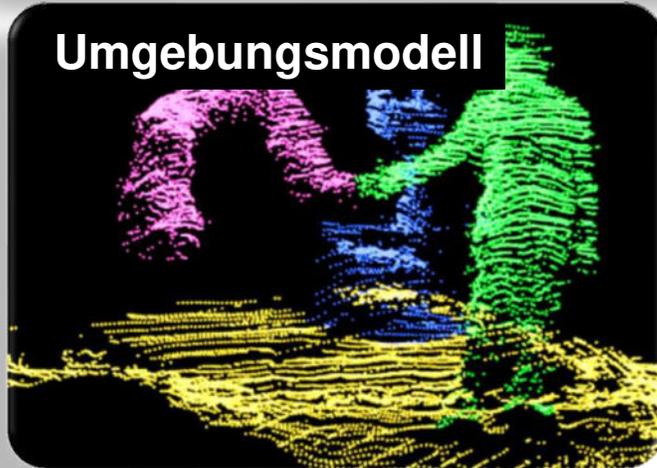
Fusion aus optischer und taktiler Wahrnehmung

Visual Perception

	Passing	Observation	Interaction	Dangerous Observation	Fail
Interpretation					
Tactile Perception					
No Contact	Safe	Safe	Safe	Danger	Caution
Intentional	Danger	Caution	 Safe	Danger	Caution
Incidental	Danger	Danger	Danger	Danger	Danger

- Es unmittelbar klar, dass man mit dieser Vorgehensweise menschliche Handlungen interpretieren kann und entsprechende Situationen antizipieren kann
- Nimmt man weitere Sensoren hinzu, dann werden die Ergebnisse noch feingranularer und man kann zusätzlich non-verbale Kommunikationsmöglichkeiten für die MRK nutzen.

Mutuality Ansatz



- Mit dem vorgestellten Mutuality-Konzept ist es also möglich, die sensorischen und kognitiven Fähigkeiten eines Cobots auf ein ähnliches Niveau wie die eines menschlichen Kollegen zu heben.
- Der Cobot verwandelt sich damit von einem reaktiven System zu einem proaktiven System.
- Damit lässt sich nicht nur viel sicherer, sondern auch viel natürlicher arbeiten

**Das verstehen wir unter
menschorientierter Kollaboration**



- Die heutige Anwendung von Mensch-Roboter Kollaboration ist leider in vielen Fällen die Mogelpackung «Industrieroboter ohne Zaun».
- Industry 5.0 bringt den Menschen und dessen Bedeutung für die Wertschöpfung der Zukunft wieder in den Mittelpunkt.
- Um die Sicherheit zu gewährleisten und geeignet mit dem Menschen zu interagieren, ihn zu unterstützen und kooperieren zu können, sind auf Seiten des Cobots erweiterte sensorische und kognitive Fähigkeiten nötig.
- KI ist in der Lage die Situation im Hinblick auf die menschenorientierte Wertschöpfung deutlich zu verbessern (Interpretation, proaktiv).
- Heutige Laborlösungen haben schon einen hohen Grad an Zuverlässigkeit erreicht. Erste Lösungen werden schon recht bald auch auf industriellem Level verfügbar sein.

Vielen Dank!

We apply Science
– talk to us –

We will work out exciting solutions

IMS is member of:

eu
Robotics

swiss
mechatronics

INTERNATIONALES FORUM
mechatronik

EFFRA
EUROPEAN FACTORIES OF THE FUTURE
RESEARCH ASSOCIATION

epl
european project leaders

<https://www.zhaw.ch/de/engineering/institute-zentren/ims/>