



# **Selbstorganisierende Sensorik**

VMT Technologie Workshop 2015

Mannheim



## Einleitung

# Vision-Sensorik nach Dejustage - Eine Fragen-Sammlung

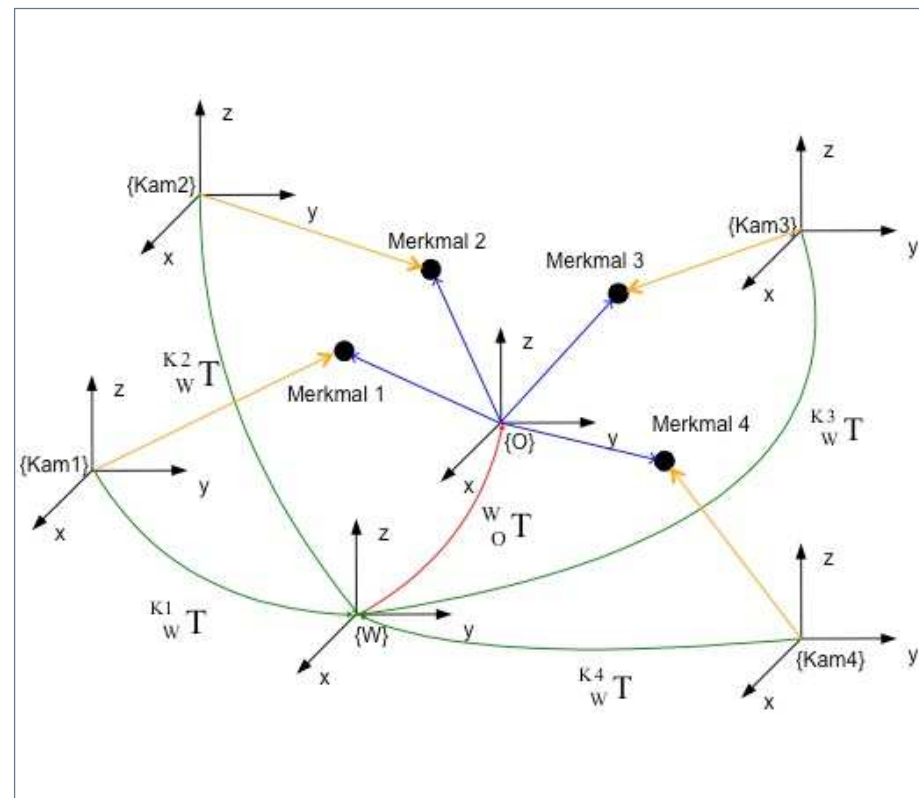
# Vision-Sensorik - Eine Fragensammlung

1. Welche Anforderungen werden an das System gestellt um einsatzbereit zu bleiben?
2. Was muss eingestellt werden, um wieder funktionsfähig zu werden?
3. Wie reagiert man auf verstellte Kameras?
4. Wie findet man automatisch den TCP eines Laser-Triangulations-Sensors?
5. Wie kann ein Werkzeug am Roboter automatisch vermessen werden?
6. Wohin gehen die Entwicklungen?

# Einleitung

## Sensor-Systeme im Arbeitspunkt

- Sensorsysteme basieren häufig auf konstanten Verhältnissen
- Einstellung der Systeme auf einen Arbeitspunkt / Konfiguration
- Abweichung von diesem Arbeitspunkt erzeugt eine Ungenauigkeit im System, oder sogar Mess-Unfähigkeit
- Im realen Einsatz: System leidet unter externer Beeinflussung. Dabei wird die exakte Position des Sensors verändert!



Kalibriertes Sensor-System



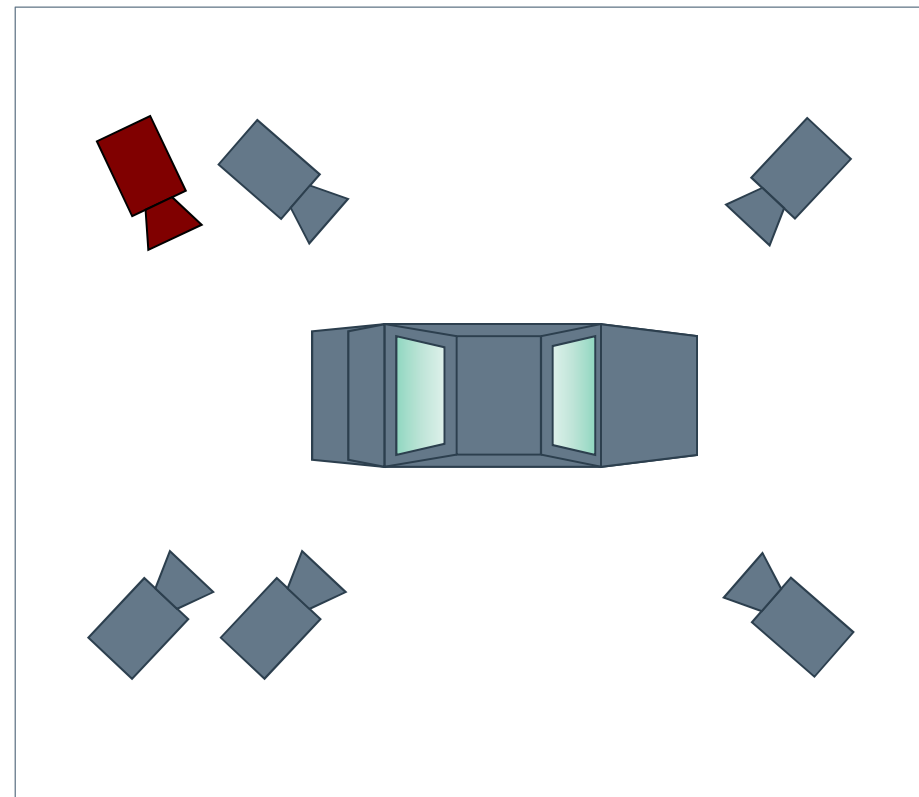
## Aufgabenstellung

Welche Anforderungen werden an das System gestellt, um einsatzbereit zu bleiben?

# Aufgabenstellung

Systemanforderung zur Einsatzfähigkeit nach Fremdeinfluß

- Bei Veränderungen des Systems muss der Arbeitszustand wiederhergestellt werden.
- Einfacher Ansatz: Neue Inbetriebnahme
  - manuelle Justage
  - Arbeitskraft, Fachwissen
  - Ausfalldauer des Systems
- Unsere Strategie:  
Das System stellt sich automatisch wieder in den Arbeitszustand
  - automatische Justage
  - System-Intelligenz
  - Zuverlässigkeit



*System durch Fremdeinfluß verändert*





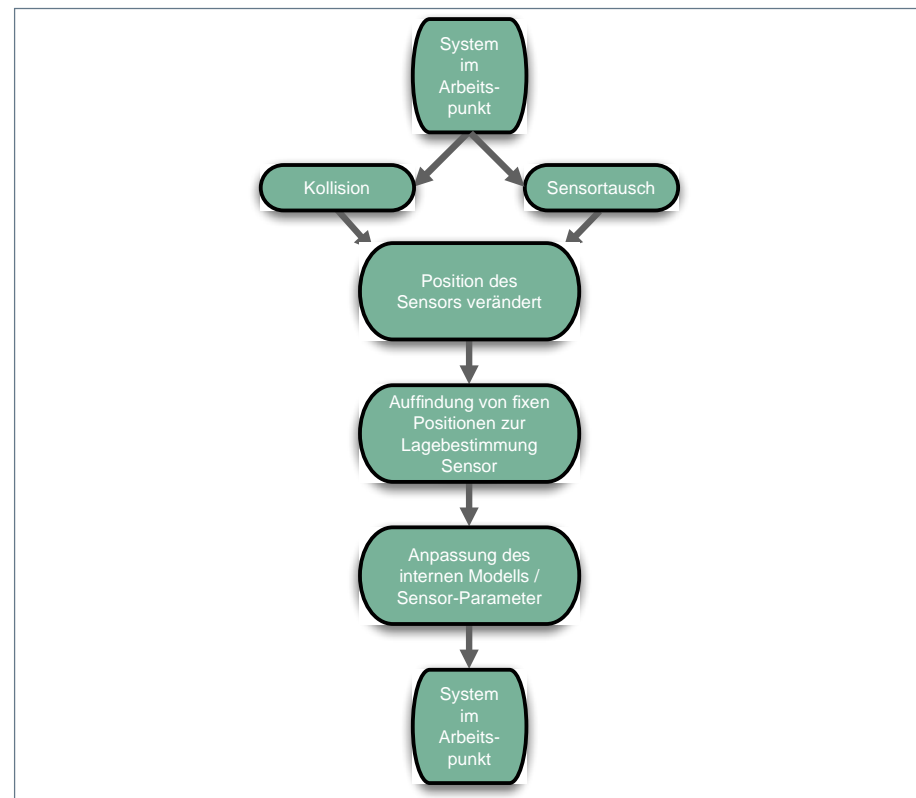
## **Aktions-Analyse**

**Was muß eingestellt werden, um wieder funktionsfähig zu sein?**

# Aktions-Analyse

Notwendiges um wieder zu funktionieren

- Positionen einzelner Elemente des Sensor-Systems sind verstellt
- Elemente wurden ersetzt
- Aufgabe: Sensor-System muss sich neu organisieren, um wieder in seinen Arbeitspunkt zu gelangen
- Aktion: Identifikation der geometrischen Parameter der einzelnen Objekte



*Aktions-Plan nach Sensortausch/-verstellung*





## Beispiel 1 : Kamera - Rekalibrierung

Wie reagiert man auf verstellte Kameras?

# Kamera - Rekalibrierung

System-Justage über Fixpunkte

- Szenario : Kamera wurde beim Reinigen der Roboterzelle verdreht
- Kontroll-Einheit :  
Kamera-Check = Bild der fix montierten Merkmale
- Aktion : Falls Kamera-Abweichung im möglichen Rahmen ist, Rekalibrierung:
  - Berechnung der aktuellen Lage des Fixpunktes im Raum
  - Umrechnung der identifizierten Kamera-Orientierung auf neuen Zustand

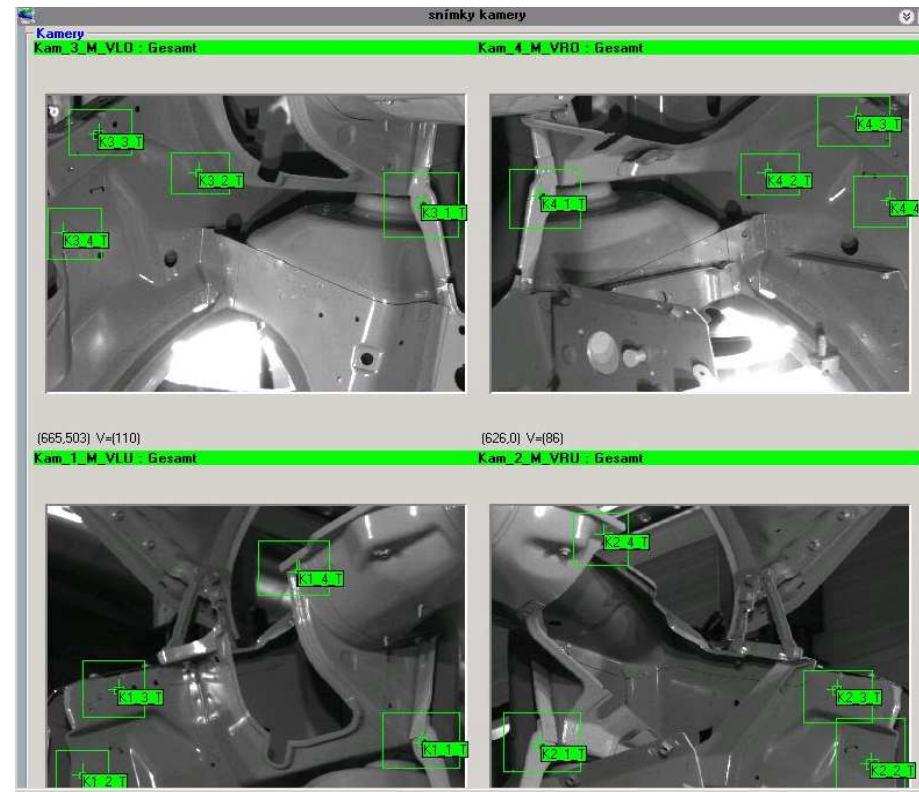


*Verdrehte Kamera fällt beim Kamera-Check auf*

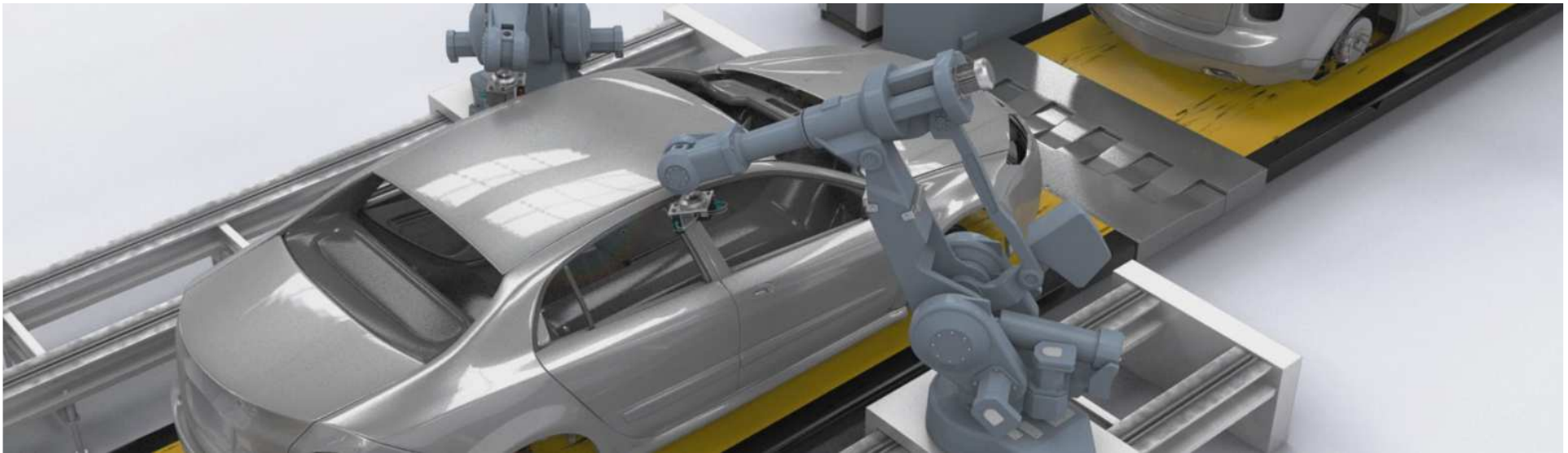
# Kamera-Rekalibrierung (2)

Automatische Neu-Berechnung der veränderten Orientierung

- Neu-Erstellung des geometrischen Modells im VMT-System
- Resultat :
  - Das System arbeitet mit dem aktualisierten Modell weiter
  - Keine Positions-Abweichungen der erkannten Bauteillage zwischen altem und neuen Modell
  - Falls Kamera nicht zu sehr verstellt wurde, keinerlei Interaktion notwendig, lediglich Ausführung des Kamera-Checks und der Kamera-Rekalibrierung



System bereit nach Re-Kalibrierung



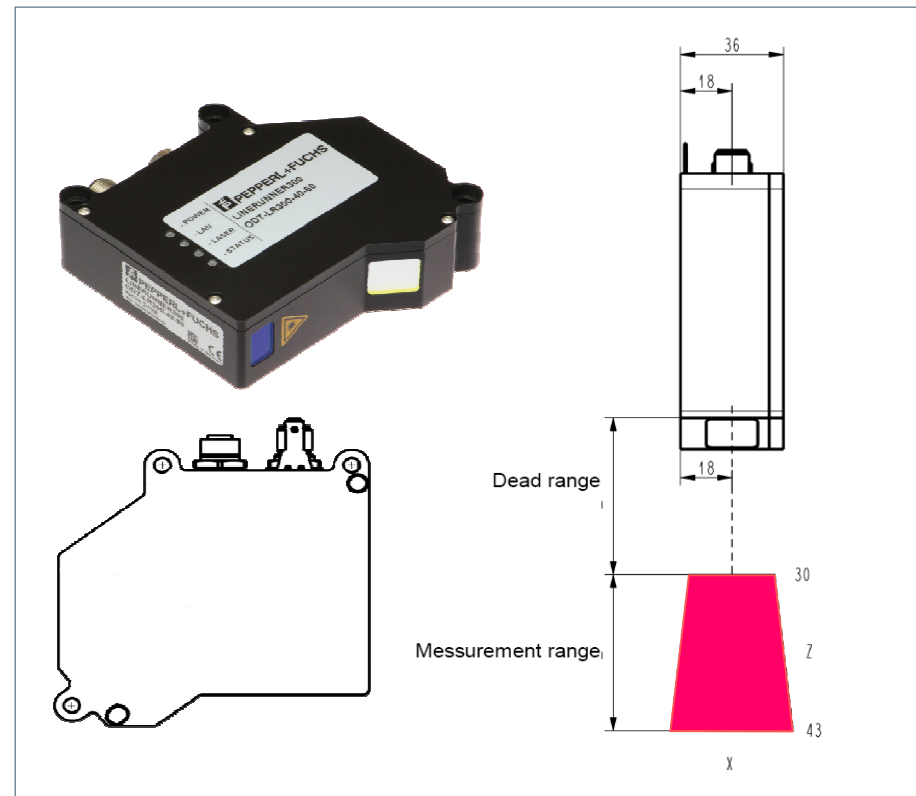
## **Beispiel 2 : TCP-Vermessung VMT BK**

**Wie findet man automatisch den TCP eines  
Laser-Triangulations-Sensors?**

# TCP – Vermessung VMT BK

Automatische Identifikation eines nicht-taktilen TCP

- Szenario : Ein am Roboter montierter Laser-Triangulationssensor wurde ersetzt
- Kontroll-Einheit : VMT TCP-check Routine auf Referenz-Körper
- Aktion :
  - Sensor besitzt Stiftlöcher, Anbringung relativ positionstreu
  - Restliche TCP-Abweichung wird durch TCP-check vom System automatisch erkannt
  - Ausführung einer TCP-Identifikation auf dem Referenzkörper zu Neu-Bestimmung des TCP

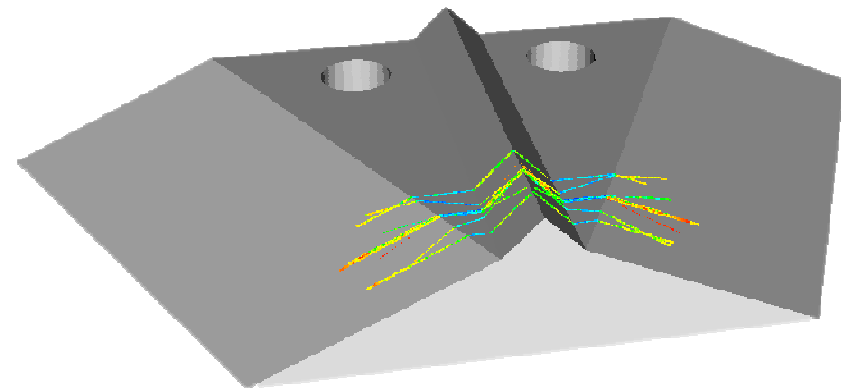


*P+F LineRunner LR300 Laser-Triangulations-Sensor*

# TCP – Vermessung VMT BK

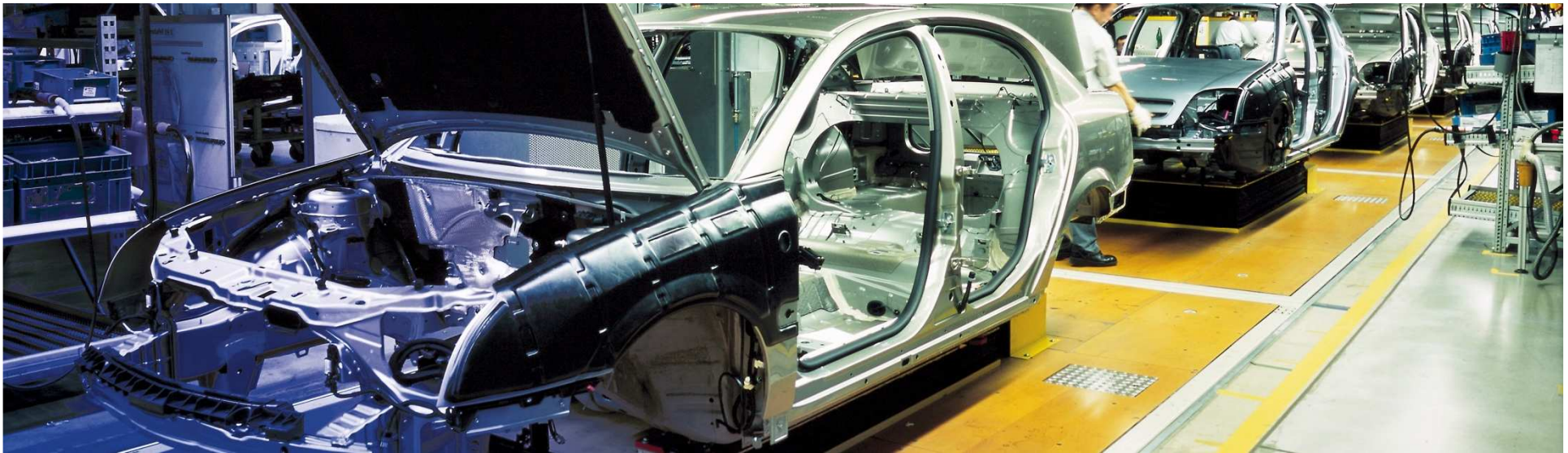
Die Kalbrierung im Überblick

- Bewegung des Sensors in 12 unterschiedlichen Positionen über dem Kalibrierkörper
- Automatischer, fest eingelernter Ablauf
- System berechnet aus Roboter-Position und Scan den neuen TCP
- Neuer TCP kann im Roboter übernommen werden
  
- => System ist wieder einsatzbereit!



*Messungen auf dem Referenz-Kalibrierkörper*





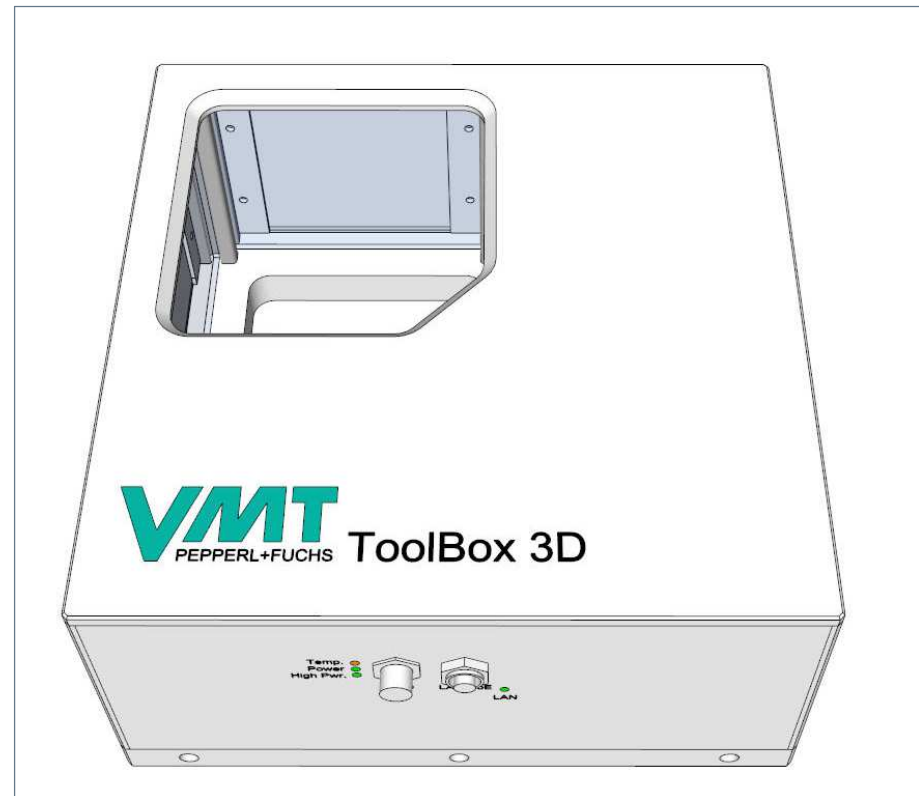
## Beispiel 3 : VMT Toolbox

Wie kann ein Werkzeug am Roboter automatisch vermessen werden?

# VMT Toolbox

Beispiel Düsenkorrektur bei Sealing-Applikationen

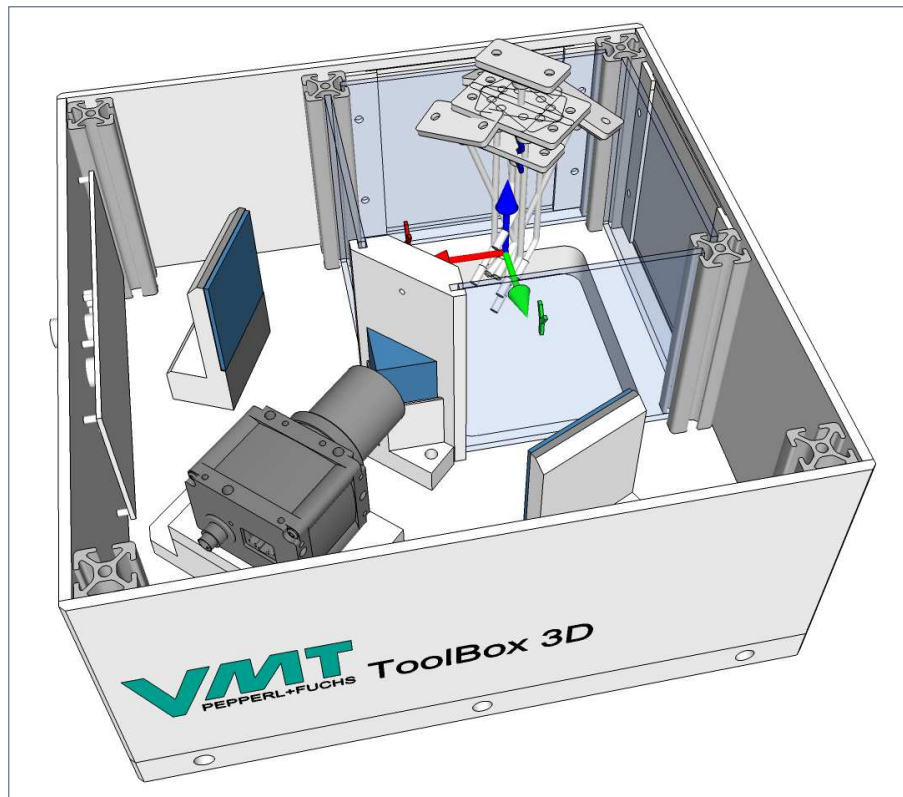
- Szenario :  
Applikationsdüse z.B. nach Düsentausch nicht mehr in der gleichen Geometrie wie getauschte Düse
  - Formtoleranz Düse
  - Oder : Verformung durch Kollision
- Kontroll-Einheit :  
VMT-Toolbox als Stereo-Vision-System liefert optische Kontrolle mit absoluter Vermessung der Werkzeugs (z.B. Düse)



*Toolbox als feste Einheit in der Roboterzelle*

# VMT Toolbox

Geräteaufbau



Aufbau Toolbox

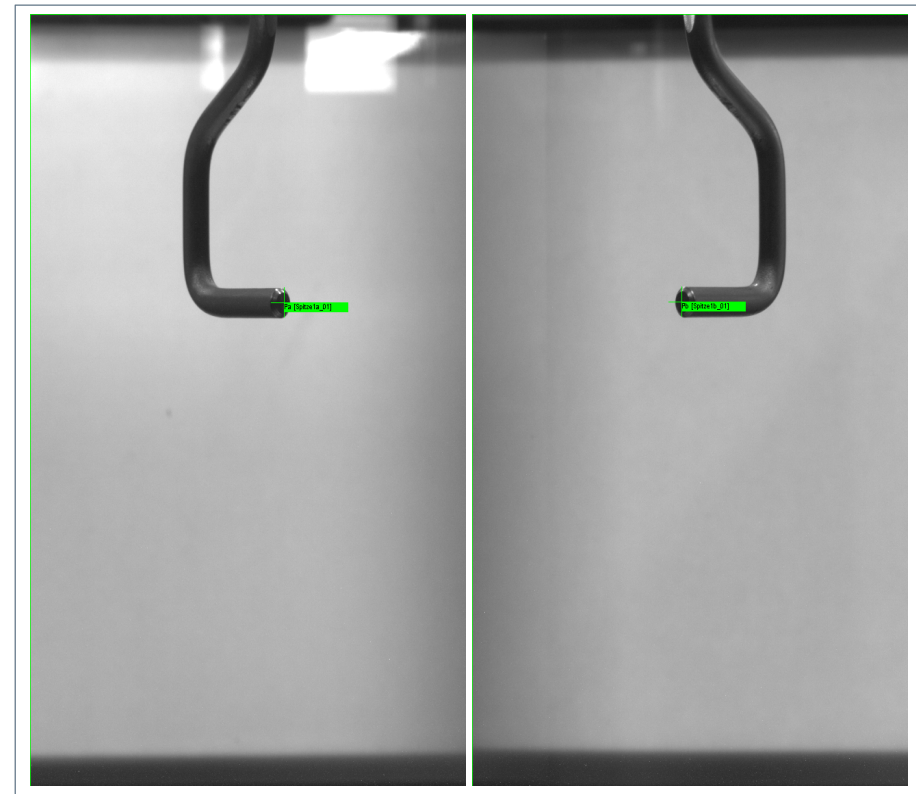
- Stereo-Vision mit 1 Kamera + 2 Spiegel
- Optimaler Blickwinkel von 90°
- Zwei Halbbilder sehr schnell nacheinander
- Selektive Beleuchtung im Durchlicht oder Auflichtbeleuchtung bei großen Werkzeugen
- Betrachtung des Werkzeuges aus zwei Orientierungen = 3D-Analyse von definierten Merkmalen am Objekt

=> Messung der 3D-Abweichung eines vorher festgelegten TCPs

# VMT Toolbox

## Überprüfung des Roboter-TCPs

- Roboter fährt Werkzeug in die Toolbox
- Eventuell abtropfendes Material fällt durch die Toolbox hindurch, keine Verschmutzung
- Aussage über Abweichung des gerade erfassten TCPs zum aktiven Roboter-TCP
- Falls Abweichung zu groß ist, wird eine Neu-Bestimmung des Werkzeugs notwendig



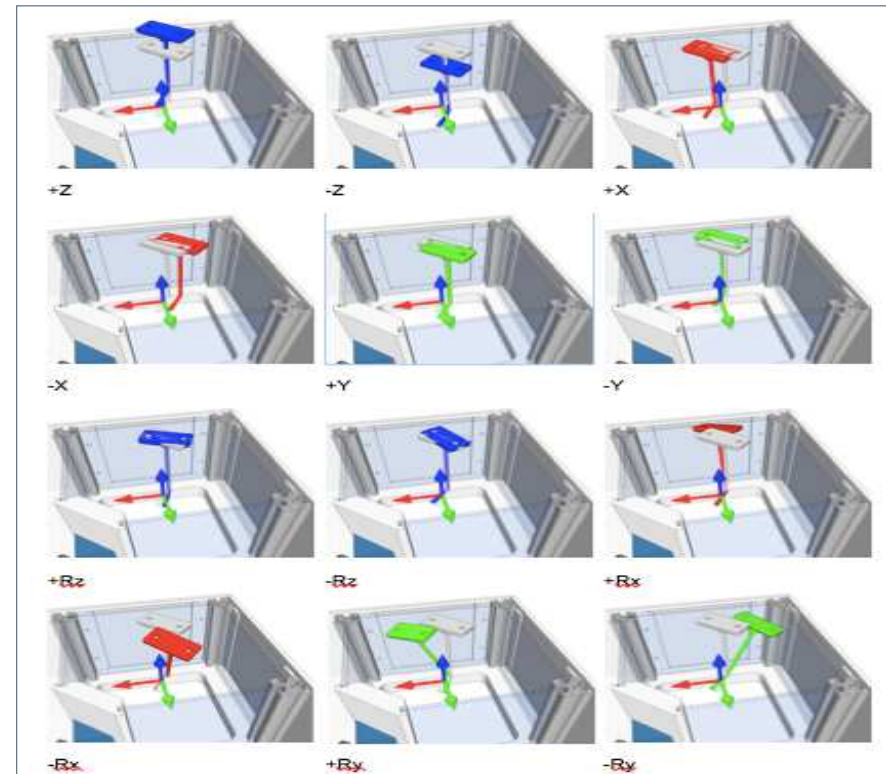
*Linkes und rechtes Bild des Werkzeuges in der Toolbox*



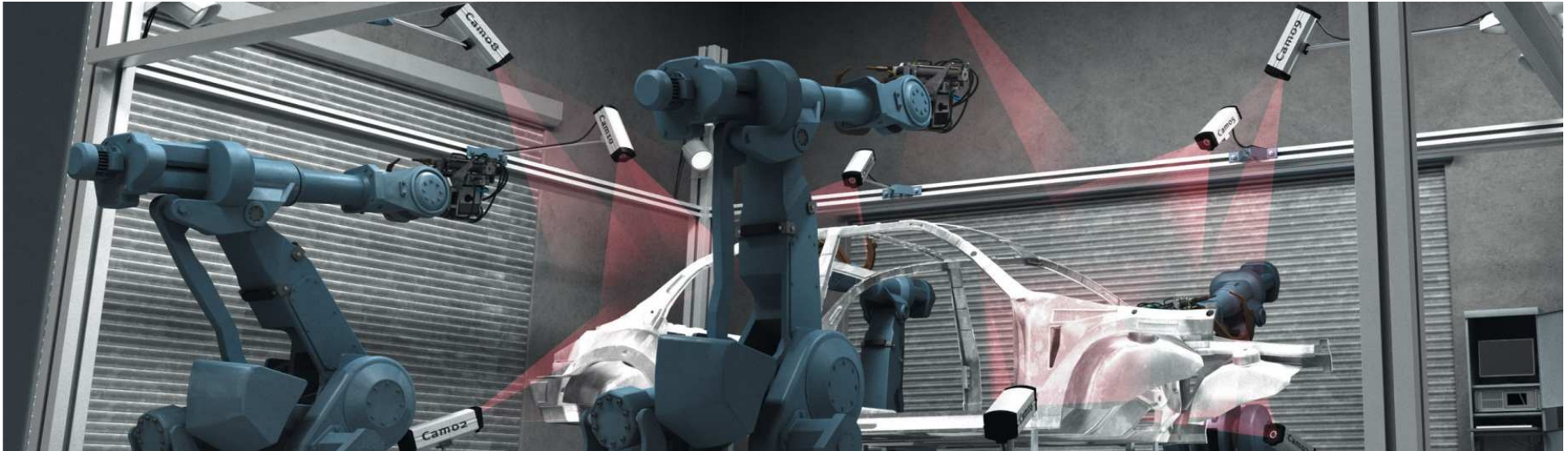
# VMT ToolBox

Von Abweichung zur Neu-Bestimmung – Die Grundlage

- Erweiterung : Bestimmung der 6D-Daten des Werkzeuges
- Grundlage : Werkzeug wird in mehreren Positionen/Lagen in der Toolbox gemessen
- Generelle Vorteile ToolBox:
  - Schnelle Identifikation des TCPs mit integrierter Bestimmung der Toolbox-Position zum Roboter
  - Aufspaltung der Fehlereinflüsse Roboter / Düse möglich, damit Analyse von Abweichungen des Roboters machbar



*Verschiedene Positionen/Orientierungen des Werkzeuges werden von der ToolBox aufgenommen*



## Fazit

# Wohin gehen die Entwicklungen?



# Fazit

State of the art vs. Ausblick in die Zukunft

- Zunehmende Notwendigkeit von automatisierten Lösungen im Bereich von Komponententausch / Kollisionsbehebung
  - Höhere System-Intelligenz vermeidet Fehl-Justagen und Verschlechterung der System-Performance
  - Sinkende Benutzer-Interaktion vermeidet gebundene Arbeitskraft und benötigtes Fachwissen
- => VMT arbeitet kontinuierlich an System-Erweiterungen hinsichtlich einfacherer und automatisierter Inbetriebnahme / Instandhaltung!

# Vielen Dank!

**Nächster Vortrag:**

**“Offline-Programmierung von VMT-Anlagen /  
Virtuelle Inbetriebnahme”**

**Referent : Dr. Krzizok (Firma Espace6D GmbH)**