

---

# 3D-SENSORPRINZIPIEN FÜR DIE 3D-AUFNAHME

Ein branchenübergreifende Studie im Kontext der Mensch-Maschine Interaktion



Peter Kühmstedt, Daniel Höhne,  
Gunther Notni

Mitgliederversammlung 3Dsensation

22.06.2016 Chemnitz

The logo for VIALUX, featuring the word "VIALUX" in a green, sans-serif font with a small red and yellow dot above the 'I'.The logo for SIEMENS, featuring the word "SIEMENS" in a blue, sans-serif font.

GEFÖRDERT VOM

Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

# Hintergrund

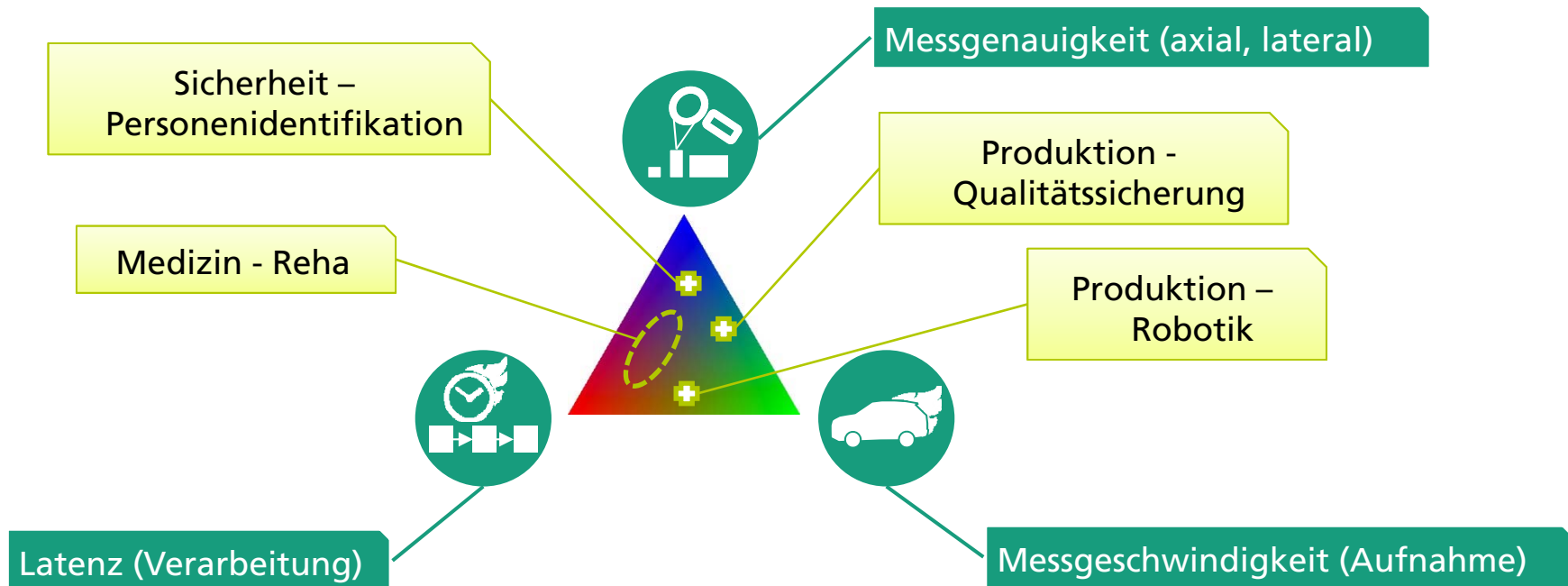
## Situation für Erfassung von 3D-Information:

- Analysen (Anwendungsfelder / Einsatzszenarien) ergaben unterschiedlichste Anforderungen an Qualität, Quantität, Robustheit, Geschwindigkeit
- Sehr großer Parameterraum
- Vielfältige Kompetenz zur 3D-Sensorik in der Allianz vorhanden (derzeit 15 3D-Sensorprinzipien / Messverfahren !)
- Erste Abfragen haben vielversprechende Synergiepotentiale ergeben, z.B.:
  - Schnelle, hochauflösende Aufnahme
  - Aufnahme von Mimik, Gestik, Personen
  - Sensorfusion



# I. Motivation - Warum eine Studie ?

- unterschiedliche Anforderungen an 3D-Sensoren, beispielsweise:



---

# I. Zielstellung des Basisvorhabens

---

## Zielstellung:

- Identifikation der vielversprechendsten Sensortechnologien (Innovationspotential)
- Synergien bezüglich der 3D-Sensoren identifizieren und validieren
- Bedarfsfeldübergreifende Entwicklungsbedarfe und Optimierungspotential erfassen
- Potential für kostengünstige industrielle/professionelle Lösungen

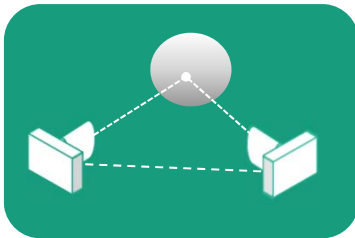
durch:

SWOT Analyse der Allianz auf Technologieebene

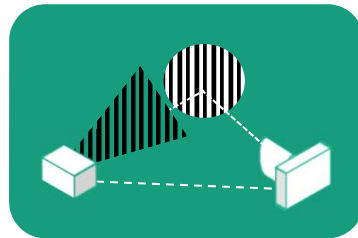
- Wissenschaftliche Bestandsaufnahme der Technologien im Konsortium
- Theoretischer Vergleich, experimentelle Evaluierung (Round-Robin Experiment)
- Abgleich mit Anforderungsanalysen
- Aufzeigen der „Flaschenhalse“ (z.B. Vorverarbeitungsgeschwindigkeit)
- Bestimmung des Fusionspotential von Sensorprinzipien

# I. Welche 3D-Sensorprinzipien gibt es?

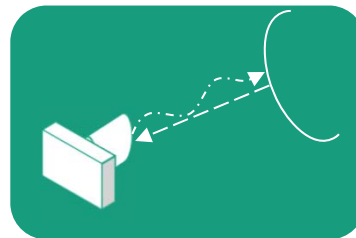
## ■ Auswahl unterschiedliche 3D-Sensorprinzipien



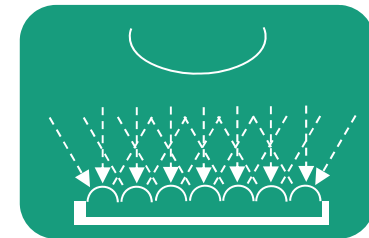
*passiv Stereo*



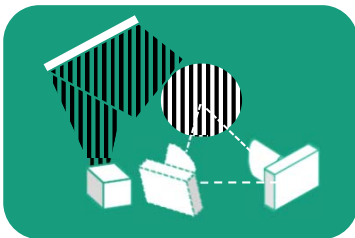
*aktiv Stereo*



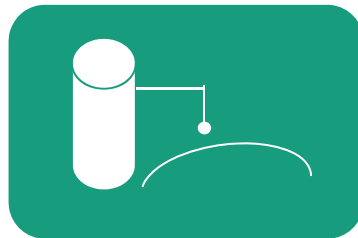
Time of Flight



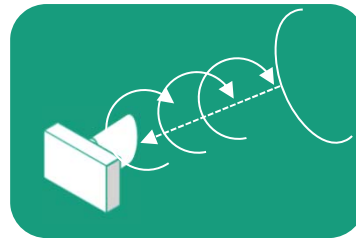
plenoptisch



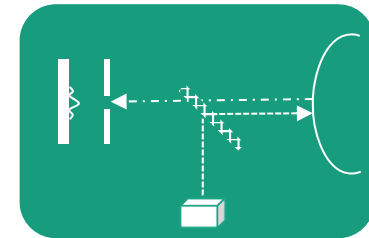
Deflektometrie



Koordinaten-  
messgeräte



Shape  
from Shading



Weißlicht  
Interferometrie

---

# I. Welche Sensoren sind verfügbar, welchen brauche ich?

---

- großer Markt an Sensoren
- Sensoren haben jeweils spezifische Vor- & Nachteile
- für Überblick fehlt bisher vergleichbare Darstellung

*bisher...*

- Richtlinie VDI 2634 Blatt 1/2/3
  - geeignet die „Messgenauigkeit“ eines 3D-Sensors zu bewerten
  - Kenngrößen sind:  
Antastabweichung, Längenmessabweichung,  
Ebenheitsmessabweichung

---

# I. Was wird darüber hinaus benötigt ?!

---

- weitere anwendernahe „weichere“ Kenngrößen sind notwendig...



## II. Branchenübergreifende 3D-Sensorstudie

**Technisches Ziel:  
Systematische und einheitliche Charakterisierung von Sensoren.**

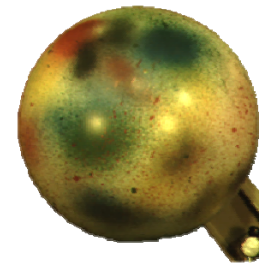
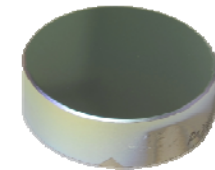
- Branchenübergreifende 3D-Sensorstudie
- Einheitliches Datenblatt mit Kenngrößen für ALLE Sensoren
- Studie als „Basisprojekt“ innerhalb der Allianz 3Dsensation
- Studienteilnehmer:

- |   |  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>INB Vision GmbH*</b></li><li>• <b>Siemens AG*</b></li><li>• <b>VIALUX GmbH*</b>      [*Projektmitglieder]</li><li>• <b>Fraunhofer IOF*</b></li><li>• <b>Fraunhofer IIS*</b></li><li>• <b>Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg*</b></li><li>• <i>CiS Forschungsinstitut für Mikrosensorik GmbH</i></li><li>• <i>Fraunhofer HHI</i></li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Friedrich-Schiller-Universität Jena</i></li><li>• <i>Gesellschaft für Bild- und Signalverarbeitung mbH</i></li><li>• <i>LSA GmbH, Otto Vision GmbH</i></li><li>• <i>Steinbeis Qualitätssicherung und Bildverarbeitung GmbH</i></li><li>• <i>Technische Universität Chemnitz</i></li><li>• <i>Technische Universität Ilmenau</i></li><li>• <i>Zentrum für Bild- und Signalverarbeitung e. V.</i></li></ul> |
|---|--|



## II. Methodik der Studie

- neues, einheitliches **Sensor-Datenblatt** der 50+ Kenngrößen
- ausführliche Beschreibung der Kenngrößen & Messpläne
- Angelegt als „Round-Robin Experiment“
  - viele Partner = viele Sensoren
  - eigene Sensoren und Sensoren von Dritten
- Anonymisierung der Ergebnisse erforderlich
- unterschiedlichste Referenzkörper



# II. Sensor-Datenblatt der Studie

## ■ Beispieldatenblatt für einen 3D-Sensor

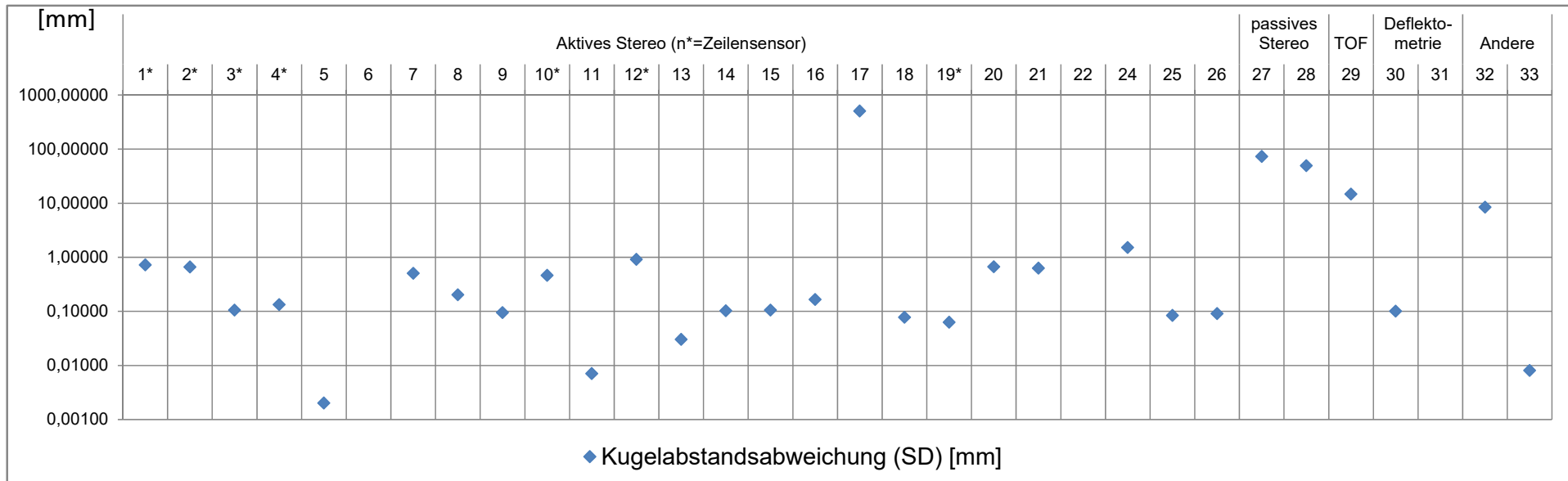
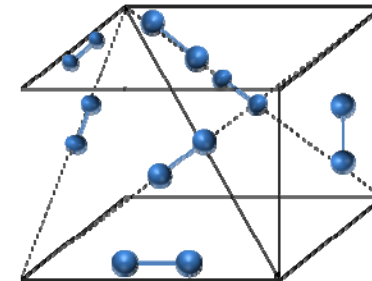
**Titel/Abb.**

**System- / Prinzipbeschreibung**

**Kenngrößentabelle**

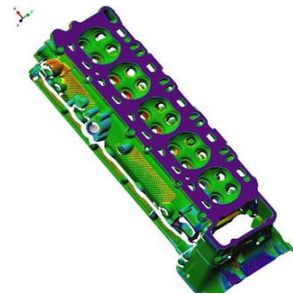
# III. Ausgewählte Resultate 1

- Messunsicherheit am Beispiel der Kenngröße *Kugelabstandsabweichung*:



# III. Anwendung – Beispiel (A) Qualitätssicherung

(A) Produktion – Qualitätssicherung



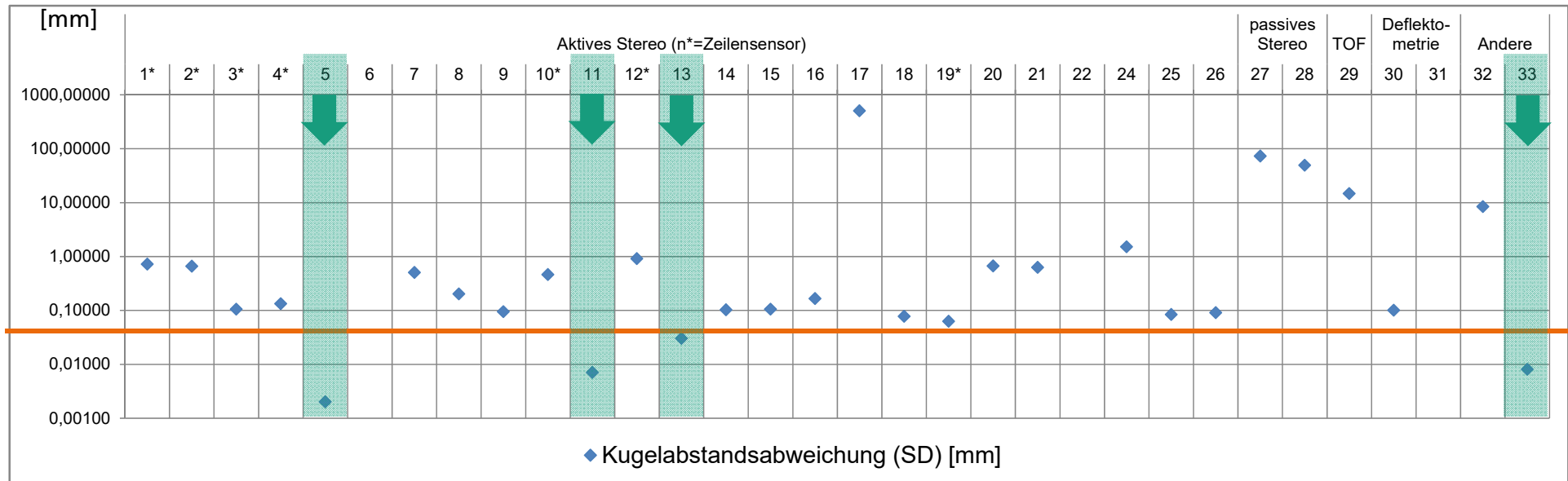
Hohe Messgeschwindigkeit



Hohe Messgenauigkeiten

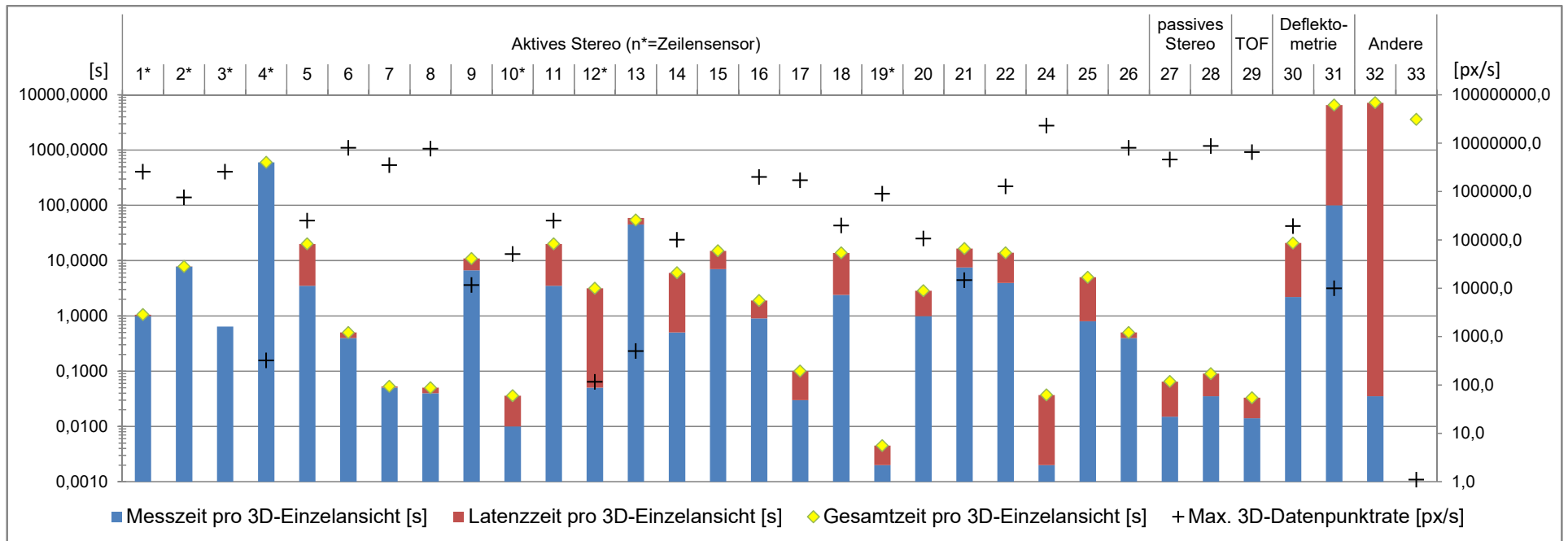
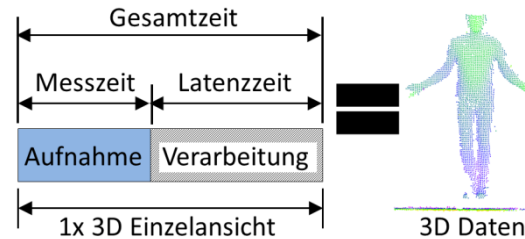


Latenzen i. Allg. unkritisch



# III. Ausgewählte Resultate 2

## ■ Zeitliche Kenngrößen:



# III. Anwendung – Beispiel (B) Roboterzelle

(B) Produktion – Interaktion in Roboterzelle



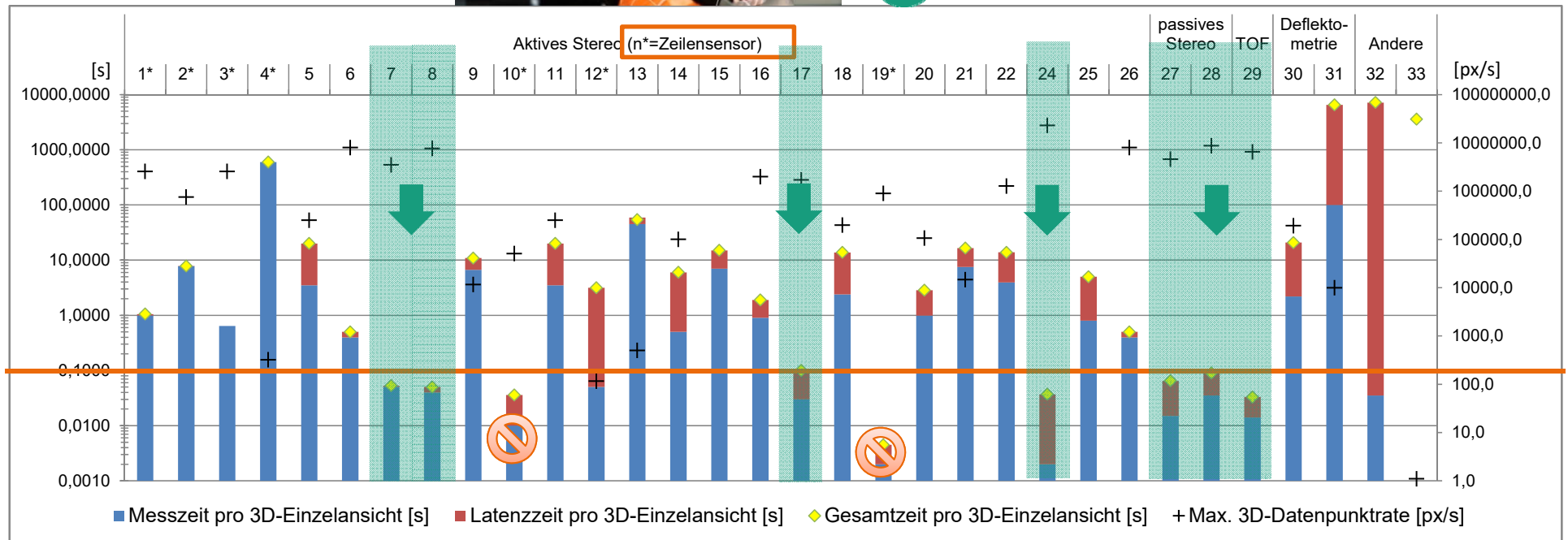
Hohe Messgeschwindigkeit



Mäßige Messgenauigkeiten

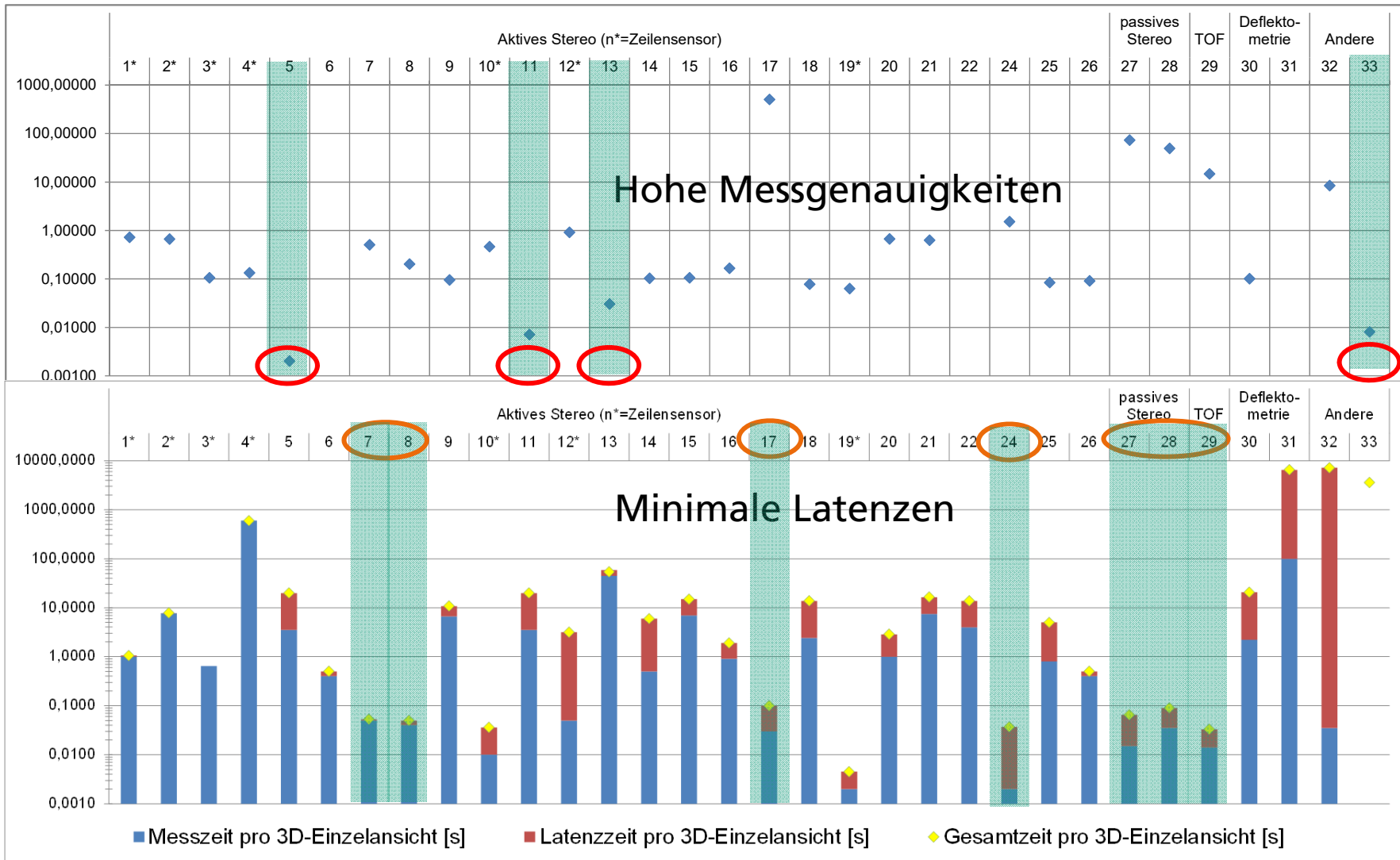


Minimale Latenzen





# III. Anwendung – Korrelationen



---

## III. Anwendung

---

- Neben den messtechnische Kenngrößen sind „weichere, anwendernahe Kenngrößen“ oft entscheidend !
- Für die Mensch-Maschine-Interaktion sind das u. a.
  - Irritationsfreiheit
  - Arbeitsschutzmaßnahmen (Brille etc.)
  - Versorgungsarten (Strom etc.)
  - Umwelteinflüsse (Wetter etc.)
  - Fremdlicht
  - Komponenten eines Datenpunktes
  - typische Einsatzfelder

Diese sind im Datenblatt erfasst ...



---

## IV. Zusammenfassung

- Studie gibt einen Überblick über Stand-der-Technik
  - Auswahl und Vergleich wird erleichtert
  - Weitere Studienergebnisse (ab Juli'16) unter:  
[http://www.3d-sensation.de/de/Projekte/Basisvorhaben\\_Sensor.html](http://www.3d-sensation.de/de/Projekte/Basisvorhaben_Sensor.html)
- *Mensch-Maschine –Interaktion* ist herausfordernd:
  - unterschiedliche Szenarien erfordern breites Spektrum der Kenngrößen
  - Versatilität → gutes Ausgangsmodell zur Übertragung auf andere Anwendungen
  - Korrelation von Parametern zur Identifikation von Forschungsbedarfen

Ausgewählte Schlussfolgerungen/Forschungsbedarf:

- Es fehlen derzeit latenzarme (<20ms) 3D-Sensoren für große Messfelder (>2m Diagonale), wie sie die kollaborative Mensch-Maschine-Interaktion benötigt
- Der Großteil der aktiven 3D-Sensoren arbeitet nicht irritationsfrei im visuellen Spektrum des Lichtes oder benötigt Arbeitsschutzmaßnahmen (Laser)
- Hohe Messgenauigkeit, Latenz und Messfeldgröße sind einander entgegenwirkende Ziele

**Vielen Dank.**

# Ihre Fragen ?

*Unser Dank für das Gelingen des Projektes gilt den beteiligten Projektpartnern und den Teilnehmern der Studie sowie der Allianz 3Dsensation.*

*Dieses Projekt wurde mit Mitteln des BMBF im Rahmen der Förderinitiative zwanzig20 gefördert.*