



# Technologiegrundlagen und Einsatzmöglichkeiten von Augmented Reality

Dr.-Ing. Dipl.-Kfm. Christoph Runde  
Geschäftsführer

Virtual Dimension Center (VDC)  
Auberlenstr. 13  
70736 Fellbach



## Themen des Vortrags

Grundlegendes zu Augmented Reality (AR)

Prinzipielle Vorteile von AR

Technologiegrundlagen

- Optical- vs. Video-See-Through
- Tracking
- Clipping

(Hardware-)Systemansätze

AR-Anwendungsgebiete

Agenda:

- Grundlegendes
- Nutzen
- Technologiegrundlagen
- Systemansätze
- Anwendungsgebiete
- Marktforschung



## Grundgedanke

- Überlagerung natürlicher Sicht mit Computer-generierten Informationen
- Kontext-Sensitivität
- Alpha-numerischer oder 3D-Content

## Historische Herkunft:

- Helme der Jetpiloten

## Alltagseinsatz:

- Unterhaltung, Tourismus
- Fahrerinformationssysteme in Frontscheiben von PKW: Navigation, Nachtsicht

Datenbrille



Bild: Fraunhofer IPMS

AR-Navigationshilfe



Bild: BMW

überblendete  
Sichthilfe

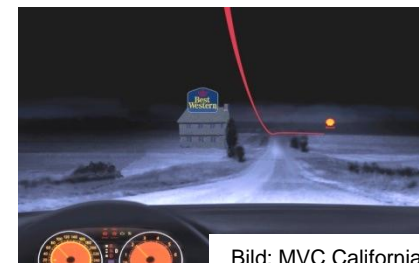


Bild: MVC California

- Agenda:
- Grundlegendes Nutzen
  - Technologiegrundlagen
  - Systemansätze
  - Anwendungsgebiete
  - Marktforschung



## Prinzipielle Vorteile der Technologie AR

Kontextsensitive Darstellung Computer-generierter Informationen unter Nutzung der realen Perspektive

- Abgleich Realität vs. Modell einfach
- Digitalisierung nicht immer / so umfangreich erforderlich
- Hohe Verständlichkeit durch Andocken der Computergrafik an reales Objekt
- Einsatz in Fällen, bei denen Handbuch schwierig

## Funktionen

- Konsistenz-Checks digitales Modell – phys. Welt
- Anleitung, Anweisung, Verdeutlichung, Unterstützung im Arbeitsprozess
- Marketing, Unterhaltung
- Visualisierung Zeitversatz

CAD-Modell über physischem Prototyp

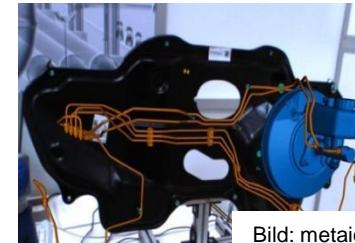


Bild: metaio

Wartungshinweise

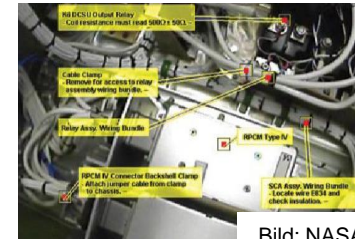


Bild: NASA

Einplanen Ausrüstung in Fabrik



Bild: Kuka

Anzeige von unter Putz verlegten Leitungen



Bild: Fraunhofer IGD

Agenda:  
Grundlegendes  
Nutzen  
Technologiegrundlagen  
Systemansätze  
Anwendungsgebiete  
Marktforschung



## Technologiegrundlagen: Optical- vs. Video-See-Through

### Optical-See-Through:

- Halb-durchlässiges Display oder Retinal-Display
- Vorteil:
  - reale Sicht unverzögert, natürliche Auflösung,
  - großer Sichtwinkel -> Benutzer sicher
- Nachteil:
  - Referenzierung Auge-Brille-Umwelt sehr schwierig (Exaktheit und Latenz)



Bild: Trivisio

### Video See-Through:

- undurchsichtiges Display
- Vorteil:
  - Augmentierung einfach & konsistent
- Nachteil:
  - Einschränkung der Sicht
  - mäßige Auflösung



Bild: Vuzix

#### Agenda:

Grundlegendes  
Nutzen

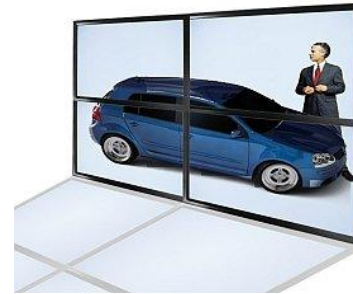
- Technologiegrundlagen
- Systemansätze
- Anwendungsgebiete
- Marktforschung



## Technologiegrundlagen: Tracking

Relation Computergraphik zu Umgebungsbild muss bestimmt werden. 3 Möglichkeiten:

- markerbasiertes Tracking: Kamera „sieht“ auf physisches Muster (Marker), und überblendet diesen mit Graphik
  - Vorteil: relativ schnell, zuverlässig
  - Nachteil: Marker anzubringen
- markerloses optisches Tracking: Umgebungsbild wird mit 3D-Umgebungsmodell im Rechner verglichen, Position der Kamera daraus errechnet
  - Vorteil: keine Marker anzubringen
  - Nachteil: Umgebungsmodell muss bekannt sein, sehr rechenaufwändig, langsam
- Nicht-optisches Tracking der Kamera, z.B. mechanisch, elektromagnetisch
  - Vorteil: je nach System schnell und präzise
  - Nachteil: zusätzliches System, kleiner Arbeitsraum, evtl. Störeinflüsse



Marker in Umgebung



Bild: metaio



Bild: Fraunhofer IGD

Mustererkennung

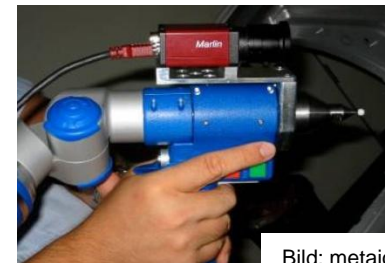


Bild: metaio

Kamera auf Messarm

Agenda:  
Grundlegendes  
Nutzen  
Technologiegrundlagen  
Systemansätze  
Anwendungsgebiete  
Marktforschung



## Technologiegrundlagen: Schneiden verdeckter Bereiche (Clipping)

### Problemstellung:

Die anzuzeigende 3D-Graphik muß u.U. vom realen Objekt verdeckt sein, d.h.: dieser Bereich darf erst gar nicht angezeigt werden.

### Möglichkeiten

- 3D-Modell der Realität vorhanden
  - damit wird errechnet, was verdeckt ist und nicht gezeichnet werden darf
  - Nachteil: 3D-Modell zu erstellen
- Kein Wegschneiden, sondern nur Betrachtungen nur entlang von Störkanten
  - kein 3D-Modell der Realität notwendig
  - Betrachter muss Inkonsistenzen/Kollisionen selbst erkennen

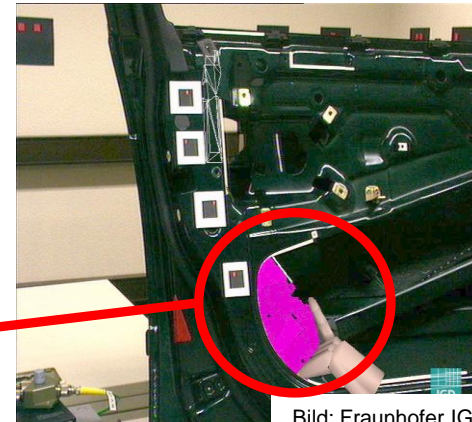


Bild: Fraunhofer IGD  
verdeckter Bereich des violetten Bauteils (links) wird nicht gezeichnet



Bild: Volkswagen  
Kollisionsanalyse: Sicht entlang der Störkante

### Agenda:

Grundlegendes  
Nutzen

- Technologiegrundlagen
- Systemansätze
- Anwendungsgebiete
- Marktforschung



## Systemansätze

### Head mounted display (HMD), video-see-through

- Relation Auge – Anzeige - Kamera (mechanisch) determiniert
- Marker-basiertes Tracking
- Vorteile: sehr einfache Verwendung, konsistentes Bild
- Nachteile: eingeschränkte Sicht, geringe Auflösung, Tragekomfort, Unsicherheit



Bild: Vuzix



Bild: HLRS

HMD mit integrierten Kameras, Blick durch HMD

### Head Mounted Display (HMD), optical see through

- transparentes Display oder Laserprojektion in das Auge
- Vorteile: natürliches Sichtfeld, unverzögerte Wahrnehmung, Sicherheit
- Nachteile: Referenzierung Auge – Anzeige – Umwelt sehr schwierig (kleinste Versätze am Kopf bereits problematisch)



Bild: NASA

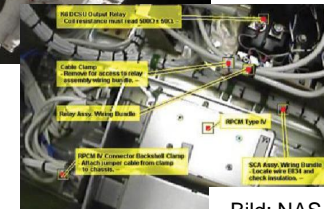


Bild: NASA  
transparentes HMD, Einsatz bei der NASA

Agenda:  
Grundlegendes Nutzen  
Technologiegrundlagen  
Systemansätze  
Anwendungsgebiete  
Marktforschung





## Systemansätze

### Projektions-AR

- Benutzer sieht auf projizierte Fläche oder durch projizierte Fläche hindurch (optical see through)
- Im Gegensatz zu HMD jedoch Benutzer beweglich vor Projektionsfläche
- Benutzer muss in bei 3D-Content getrackt werden
- bei bewegter Projektionsfläche muss diese ebenfalls getrackt werden
- Vorteile: komfortabel, natürliche Sicht
- Nachteile: Projektionsfläche muss vorhanden sein, Konsistenz Auge – Projektionsfläche – Umwelt schwierig (bes. bei optical-see-through)



Bild: BMW

Weginformationen,  
in die Frontscheibe projiziert

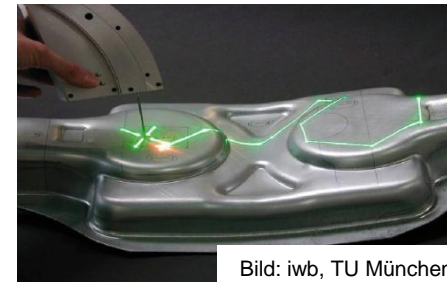


Bild: iwv, TU München

Editieren und Anzeigen einer  
Roboterbahn auf dem Produkt



Raumnutzung,  
auf eine davor liegende Wand projiziert

#### Agenda:

- Grundlegendes
- Nutzen
- Technologiegrundlagen
- Systemansätze
- Anwendungsgebiete
- Marktforschung



## Systemansätze

### Handheld-Geräte mit integrierter Kamera, mobil

- Marker-basiertes Tracking, markerloses Tracking über Bilderkennung
- Hybrides Tracking mit Trägheitssensor
- Vorteile: sehr einfach, mobil
- Nachteile: kleines Display, geringe Auflösung, Content nicht in der natürlichen Sicht

### Handheld-Geräte, fixiert

- Mechanisches Tracking
- meist Kamera als Objektiv, Display als Okular
- Vorteile: sehr schnelles Tracking, robust, einfach in der Bedienung, diebstahlsicher

Bild: Heinz-Nixdorf-Institut



Bild: Heinz-Nixdorf-Institut

Mobiltelefon oder MDA mit integrierter Kamera und augmentierter Sicht



Bild: Fraunhofer IGD



Bild: Fakespace

AR-Fernrohr, AR-Fernglas, mechanisch getrackt



Bild: Fraunhofer IGD

AR-Bildschirm, durch den CT-/MRT-Daten angezeigt werden, mechanisch getrackt

Agenda:  
Grundlegendes Nutzen  
Technologiegrundlagen  
Systemansätze  
Anwendungsgebiete  
Marktforschung



## Systemansätze

### Offline-AR

- Kamera und Anzeige getrennt
- Bildaufnahme, Augmentierung und Anzeige u.U. nicht zeitsynchron
- auch Arbeit mit Standbildern (Digitalfotographie)
- Vorteile: hochauflösende Digitalfotographie einsetzbar (Präzision), komfortabel, Akzeptanz, Umsetzbarkeit
- Nachteile: Aufnahme und Auswertung nicht mehr gemeinsam, Perspektive der Kamera muss nicht mehr eigene Perspektive sein



Bild: iT5

Marker drucken, auslegen, Szene augmentieren, bewerten

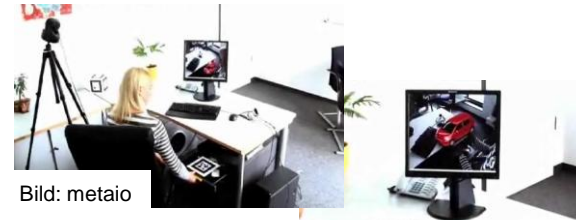


Bild: metaio



Bild: metaio

Kamera, Bildschirm und Benutzer an verschiedenen Positionen



Bild: metaio



Bild: Faro

nur Kamera an mechanischem Messarm befestigt, Bildschirm stationär

Agenda:  
Grundlegendes  
Nutzen  
Technologiegrundlagen  
Systemansätze  
Anwendungsgebiete  
Marktforschung



## AR-Anwendungsgebiete

### Konsistenz-Checks Modell - Umwelt

- Überprüfung Modell
  - Simulation korrekt?
  - Konstruktion korrekt?



Bild: Projekt Arvika

Überlagerung digitales Crashmodell über Versuch: wie gut ist das Modell?



Bild: HLRS

Überlagerung digitales Strömungsmodell über Versuch: wie gut ist das Modell?

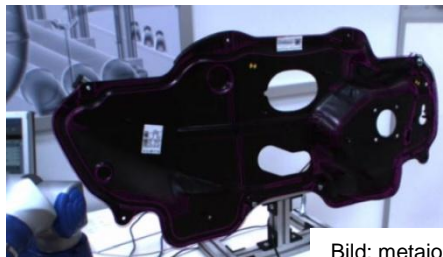


Bild: metaio

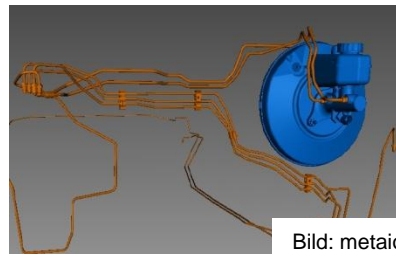


Bild: metaio

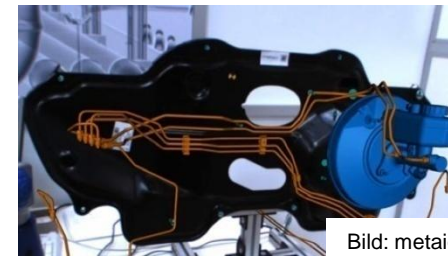


Bild: metaio

Überlagerung Leitungskonstruktion über physisches Bauteil: gut konstruiert? (metaio)

Agenda:  
Grundlegendes  
Nutzen  
Technologiegrundlagen  
Systemansätze  
Anwendungsgebiete  
Marktforschung



## AR-Anwendungsgebiete

### Konsistenz-Checks Modell – Umwelt

- Überprüfung Umwelt
  - umgesetzt wie geplant?
  - Qualitätssicherung
- Prototyping

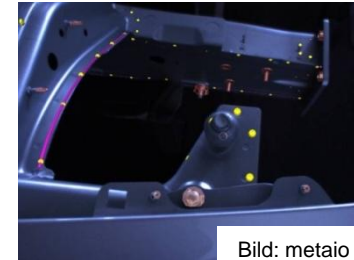


Bild: metaio

Überprüfung der gesetzten Schweißbolzen: realisiert wie geplant?

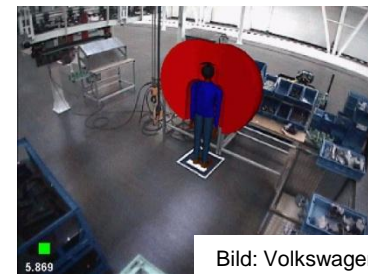


Bild: Volkswagen

Überprüfung eines Industriearbeitsplatzes: alles im Greifraum?

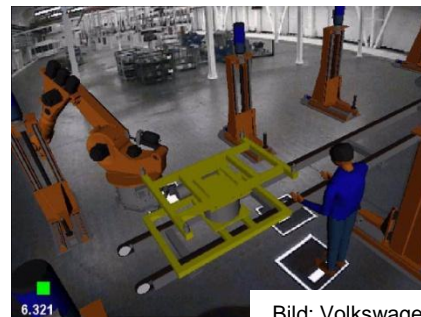


Bild: Volkswagen

Überprüfung von Anordnung und Fördertechnik: kollisionsfrei für neue Einbringungen?



Bild: Volkswagen

#### Agenda:

Grundlegendes

Nutzen

Technologiegrundlagen

Systemansätze

→ Anwendungsgebiete

Marktforschung



## AR-Anwendungsgebiete

- Anleitung, Anweisung, Verdeutlichung, Unterstützung im Arbeitsprozess



Bild: Boeing  
Kabelkonfektionierung



Bild: BMW  
Wartungsunterstützung



Bild: NASA

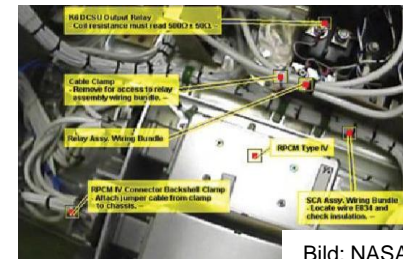


Bild: NASA  
Reparaturanleitung

- Agenda:
- Grundlegendes Nutzen
  - Technologiegrundlagen
  - Systemansätze
  - Anwendungsgebiete
  - Marktforschung



## AR-Anwendungsgebiete

- Anleitung, Anweisung, Verdeutlichung, Unterstützung im Arbeitsprozess



Bild: wzl, RWTH Aachen

Anzeige von Sensordaten Anweisungen auf Maschine



Bild: VDC

Anzeige von Nicht-Sichtbarem: Infrastruktur unter Putz

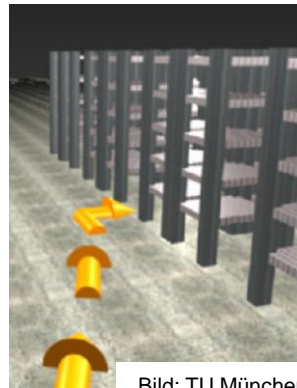


Bild: TU München



Bild: TU München



Bild: TU München

Zuweisung logistischer Informationen im Warenlager mit RFID

- Agenda:
- Grundlegendes Nutzen
  - Technologiegrundlagen
  - Systemansätze
  - Anwendungsgebiete
  - Marktforschung



## AR-Anwendungsgebiete

- Anleitung, Anweisung, Verdeutlichung, Unterstützung im Arbeitsprozess

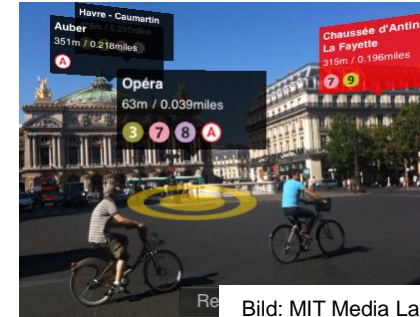


Bild: MIT Media Lab

Navigation: der nächste U-Bahn-Schacht in Paris

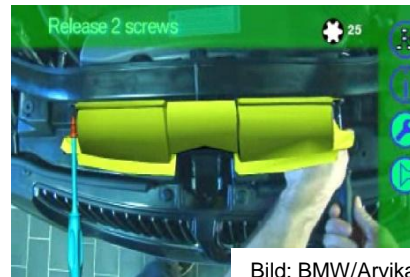


Bild: BMW/Arvika



Bild: BMW/Arvika

Reparatur-Unterstützung am PKW



Bild: Fraunhofer IGD



Bild: Fraunhofer IGD

OP-Unterstützung durch Überlagerung von CT-/MRT-Daten

### Agenda:

- Grundlegendes Nutzen
- Technologiegrundlagen
- Systemansätze
- Anwendungsgebiete
- Marktforschung





## AR-Anwendungsgebiete

- Marketing, Unterhaltung



Bild: metaio

Präsentation Messe: Show



Bild: metaio

Präsentation Messe: Erläuterungen Technik / Verborgenes



Bild: metaio



Bild: metaio

Crossmedia Print, online & live: Interaktiver Print-Katalog

Agenda:  
Grundlegendes  
Nutzen  
Technologiegrundlagen  
Systemansätze  
→ Anwendungsgebiete  
Marktforschung



## AR-Anwendungsgebiete

- Marketing, Unterhaltung



Bild: metaio

Point of Sales: Augmentierte Verpackung bei LEGO

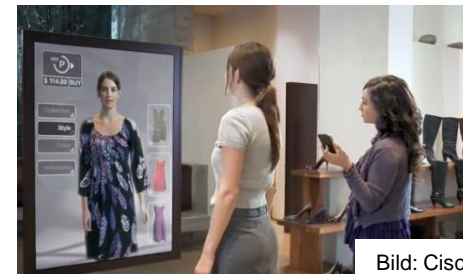


Bild: Cisco

Point of Sales: Virtuelle Anprobe mit AR



Bild: fashionista-Tobi

Webanwendung: Kleidungs-Konfigurator

Agenda:  
Grundlegendes  
Nutzen  
Technologiegrundlagen  
Systemansätze  
Anwendungsgebiete  
Marktforschung



## AR-Anwendungsgebiete

- Marketing, Unterhaltung



Bild: Invizimals

Augmentierte Spiele-Figuren



Bild: National Geographic



Bild: National Geographic

Definition eines gemeinsamen Spielraums durch einen Marker, Interaktion



Bild: National Geographic



Bild: National Geographic

Geo-Gaming mit AR

- Agenda:  
Grundlegendes  
Nutzen  
Technologiegrundlagen  
Systemansätze  
Anwendungsgebiete  
Marktforschung



## AR-Anwendungsgebiete

### Visualisierung Zeitversatz

- Blick in die Zukunft oder Vergangenheit



Bild : Fraunhofer IGD



Bild : Fraunhofer IGD

### Zukunftsprojektion eines Bauvorhabens an Baustelle



Bild : Layar



Bild : Euromachs Blog

### Virtuelle Archäologie an Fundstelle

- Agenda:  
Grundlegendes  
Nutzen  
Technologiegrundlagen  
Systemansätze  
Anwendungsgebiete  
Marktforschung



**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.**

Das Thema interessiert Sie und Sie suchen  
Umsetzungspartner?  
Wir unterstützen Sie:

Virtual Dimension Center (VDC)  
Auberlenstr. 13  
70736 Fellbach