

Whitepaper Virtuelle Techniken im Automobilbau

Technologien – Einsatzfelder – Trends

cars.region-stuttgart.de

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

VIRTUAL DIMENSION CENTER



CARS 2.0
Cluster Automotive
Region Stuttgart

Transformationsnetzwerk für den
Fahrzeug- und Maschinenbau

Umfeld

- stark angestiegene Variantenzahl
- reduzierte Entwicklungszeit
- stark ausdifferenzierbares Produkt, Trend zu Stückzahl 1
- Bedienung der Weltmärkte: Sprach- und Kulturbarrieren, damit Erfüllung weltweit variierender Auflagen
- steigende Komplexität der Fahrzeuge [in Entwicklung, Produktion, Bedienung, Service], damit steigender Abstimmungsbedarf
- damit auch steigende Anforderung an das Package
- Auslagerung der Entwicklung kompletter Baugruppen und Aggregate an Zulieferer, damit starker Abstimmungsbedarf zwischen Unternehmen
- erhöhter Bedarf zur verteilten Kooperation

Virtuelle Techniken im Automobilbau

Virtual Prototyping Fahrzeug

- Absicherung Design
 - Formfindung, Gestaltung
 - Haptik
 - Akustik
- Funktionale Absicherung
 - Funktionstauglichkeit Produkt
 - Strukturmechanik, Ermüdung, Crash
 - Strömungsmechanik
 - ...
 - Fahrsimulation
 - Ergonomie, Usability, MMI Design
 - Assistenzsysteme
 - Abnahme:
 - Virtueller TÜV
 - Service:
 - Dokumentation
 - Reparierbarkeit, Wartbarkeit
 - Herstellbarkeit
 - Fertigbarkeit
 - Montierbarkeit
 - Baubarkeit
 - Prozess-Ergonomie

Virtual Prototyping Fertigung

- Fabrikplanung: Zielfestlegung
 - -
- Grundlagenermittlung
 - Bestandsaufnahme
- Fabrik-Konzeptplanung
 - Architektur, Mediensysteme
 - Generalbebauung
 - Layoutplanung
 - Materialfluss, Logistik
- Fabrik-Detailplanung
 - Arbeitsschutz, Arbeitssicherheit
 - Automatisierungstechnik
 - DMU Integration
 - Fertigungsverfahren
 - Fördertechnik
 - Montageplanung
- Realisierungsvorbereitung
 - -
- Realisierungsüberwachung
 - Überwachung, Überprüfung
- Hochlaufbetreuung
 - Inbetriebnahme Hochlauf
 - Inbetriebnahme Training
- Projektabschluss
 - Wissensmanagement

Training

- Training Produktion
- Training Benutzung
- Training Wartung und Reparatur

Produktion

- Assistenzsysteme
- Qualitätssicherung und Dokumentation

Marketing

- Marktforschung und Umweltanalyse
 - Wettbewerbsanalyse
 - Kundenanalyse
- Zielformulierung
 - Unterstützung verschiedener Zielindikatoren durch Virtuelle Techniken
- Strategiefestlegung
 - Virtuelle Techniken in der Produktentwicklung
 - Kundenintegration mit Virtuellen Techniken
- Marketing-Mix
 - Variantenentwicklung
 - Virtuelle Techniken für Print, Web, Point-of-Sales, Digital Signage in der Kommunikation
 - Virtual Sell-In, Virtual training und Virtual Store in der Distribution
- Marketing-Kontrolle
 - Virtual Store/Test/Training zur Überprüfung der Zielerreichung



Virtual Prototyping Fahrzeug: Absicherung Design

- Formfindung, Gestaltung
- Design: Gestaltung von Gegenständen aller Art nach Kriterien von Funktionalität (z.B. Ergonomie) und Ästhetik [nach <http://www.designlexikon.net>]
- Designklassen [nach P. Gorb]:
 - Produkt (z.B. Industriedesign, Verpackungsdesign, Service Design)
 - Information (z.B. Grafik-Design, Branding, Mediendesign, Webdesign)
 - Umgebung (z.B. Retail-Design, Ausstellungsdesign, Innenarchitektur)



Bild: Meyle & Müller

Designvisualisierung für Audi



Bild: Fh-IPK

Freiformflächengestaltung in CAVE



Bild: OPTIS

Physikalisch korrekte Lichtsimulation von Scheinwerfermodell



Virtual Prototyping Fahrzeug: Absicherung Design

- Haptik
- Qualitätsanmutung durch Haptik
- weiterer Hintergrund: Trend zu zentralen Bedienelementen (z.B. Audi MMI, Daimler COMAND, ...)
- Anforderung: „blinde“ Bedienung (-> Blickabwendung)
- zentral:
 - haptische Rückmeldung während Betätigung und
 - Gewinnung ergonomisch verwertbarer Daten zum Design von Betätigungshaptik
- haptisch freie programmierbare Schnittstellen erhältlich
- dort Drehknöpfe per Stecksystem auswechselbar
- Test des Einflusses von Knopf-Größe, -Gewicht, -Form und -Materialität auf das jeweilige Bedienverhalten



Bild: Fh-IPK

Heckklappen-Simulator:
Programmierung Kraft-
Weg-Verhalten

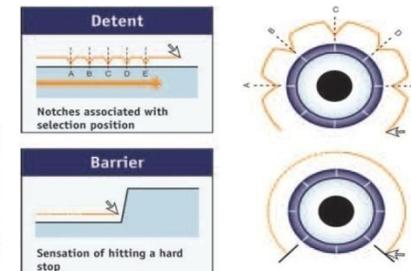


Bild: Immersion

Bedienschnittstelle
im PKW



Bilder: Immersion



Programmierbarer
Drehregler



Virtual Prototyping Fahrzeug: Absicherung Design

- Acoustic Design / Engineering
- Gestaltung, Analyse und Kontrolle von Klang
- Qualität suggerieren, hochwertig anhören
- emotionaler, charaktvoller Sound, „Markensound“
- gewisses Geräuschniveau nicht überschreiten
- Motor, Türen, Seitenscheibe, Schiebedach, Sitzverstellung, ...
- Fahrfreude, Kundenakzeptanz
- integrierbar in immersive Großprojektionssysteme



Bild: SWR

Aufnahme Türschließgeräusch bei Daimler



Bild: SWR

Hörlabor bei Daimler



Bild: TU Ilmenau

Großprojektionsanlage mit Soundsimulation

Virtual Prototyping Fahrzeug: funktionale Absicherung

- Virtual Mock-Up
- digitales Gesamtmodell des Fahrzeugs
- Berücksichtigung aller Planungsgewerke
Karosserie, Antriebsstrang, Elektrik, Hydraulik, ...
- Kollisionsuntersuchungen
- Doppelbelegung von Bauraum
- interaktive Untersuchung flexibler Bauteile
(Kabel, Schläuche) möglich
- Mindestabstände
- Grundlage für Baubarkeitsuntersuchungen
(Ein-Ausbau-Untersuchungen)



Bild: ESI

Virtual Mock-Up-Modell
in VR

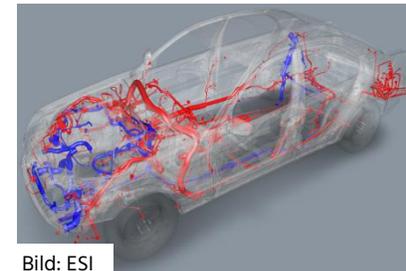


Bild: ESI

Selektive Sicht auf
Kabelbäume und
Schläuche im DMU

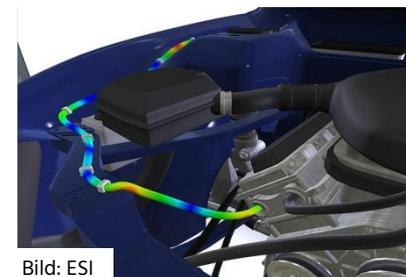


Bild: ESI

Interaktive Untersuchung
flexibler Bauteile (Kabel,
Schläuche)

Virtual Prototyping Fahrzeug: funktionale Absicherung

- Funktionstauglichkeit – Strukturmechanik
- VR-Anwendungen: häufig Weiterverarbeitung (Post Processing) von Daten aus der physikalischen Simulation, etwa Computational Fluid Dynamics (CFD) oder Finite-Elemente-Analyse (FEM)
 - Steifigkeit
 - Stoßbelastungen
 - Schwingungen
 - Crash
 - Airbag
 - ...
- starker Einsatz von Interaktionsmetaphern
- Unterstützung lokales oder verteiltes kooperatives Arbeiten mit VR
- Augmented Reality (AR) für Vergleiche
Modell – Versuch

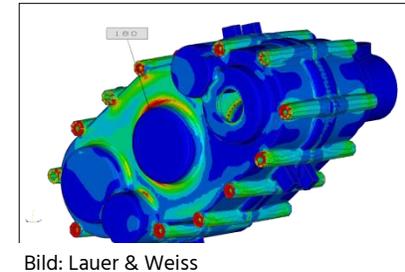


Bild: Lauer & Weiss

Belastungsrechnung
Verschraubung Getriebe



Bild: Visenso

Visualisierung
Strukturanalyse
Rohbau

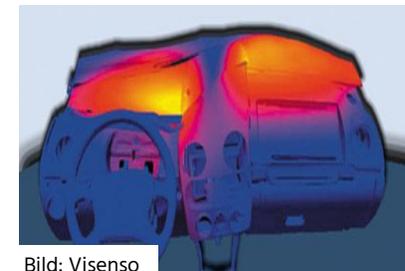


Bild: Visenso

Schwingungsanalyse
Armaturenbrett

Virtual Prototyping Fahrzeug: funktionale Absicherung

- Funktionstauglichkeit – Strömungsmechanik:
- Post Processing von Simulationsdaten aus der Strömungsmechanik:
 - Außenumströmung, Aerodynamik, Auftrieb und Widerstand
 - Wärmetauscher, Simulation des Kühlmoduls
 - Elektromagnetische Felder, Hydraulik, Emissionsausbreitung
 - Klima, Klimageräte und Luftführungen Fahrzeug-Innenraum
 - Thermisches Design, Thermoanalyse, Defrost



Bild: 3DExcite

Aerodynamik- und Stylingdaten in einem Modell

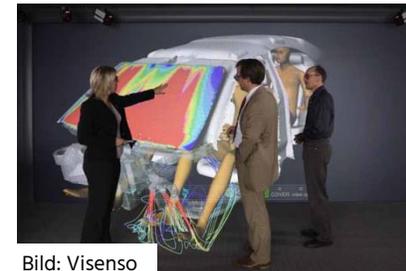


Bild: Visenso

Klimasimulation Fahrzeuginnenraum

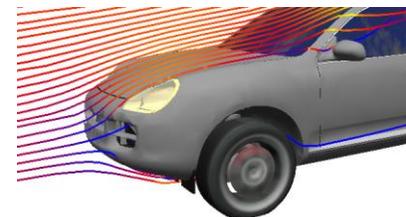


Bild: Visenso

Virtuelle Untersuchung der Umströmung der Bremsen

Virtual Prototyping Fahrzeug: funktionale Absicherung

- Funktionstauglichkeit – Fahrsimulation:
- Fahrverhalten
- Verhaltensforschung
- Ausbildung, Training
- Head-up-Display-Entwicklung
- Design Reviews
- Fahrdynamikregelung / Fahrwerksauslegung
- Infotainmentsysteme
- Car-to-Car / Car-to-X Kommunikation
- Lichtsimulation (z.B. Scheinwerfersysteme, Innenraumbeleuchtung)
- Fahrzeugakustik / NVH



Bild: Barco

Blick in
Daimler-Fahrsimulator



Bild: Barco

HUD-Tests im
Fahrsimulator



Bild: Barco

Blick auf den Toyota-
Fahrsimulator mit
Hexapod und
Linearantrieben



Virtual Prototyping Fahrzeug: funktionale Absicherung

- Funktionstauglichkeit – Ergonomie & Usability
- Frühe Überprüfung der Erreich- und Sichtbarkeit von Bedienelementen
- Absicherung Sichtbarkeit sicherheitsrelevanter Bedien- und Display-Elemente, Arbeitsschutz / Arbeitssicherheit (etwa für Nutzfahrzeuge)
- Virtuelle Prüfung des Komforts
- Betrachtung der ergonomischen Aspekte für Altersklassen, Perzentile, Somatotypen (Absicherung Produktfunktionalität für großen Bevölkerungsteil)
- Betrachtung des Menschen als physische Einflussgröße



Bild:
Ford/ESI

Ablesbarkeit Instrumente bei Sonneneinstrahlung im Innenraum: Visualisierung mit IDO:Illuminate



Bild: Daimler

Proband in physischer Sitzkiste in CAVE: Erreichbarkeitstests

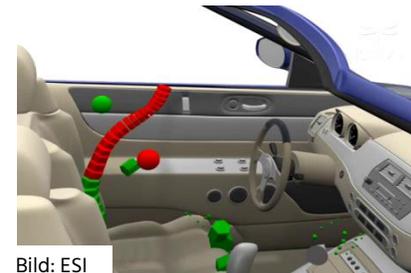


Bild: ESI

Ergonomie- und Usability-Untersuchung mit digitalem Menschmodell: überschrittene zulässige Wirbelbelastungen (rot)

Virtual Prototyping Fahrzeug: funktionale Absicherung

- Funktionstauglichkeit – Assistenzsysteme:
- gefahrlose Offline-Erprobung neuer Assistenzsysteme (etwa Bremsassistent)
- Test neuartiger Mensch-Maschine-Schnittstellen
- Design Informationsschnittstelle
- mitwachsender virtueller Prototyp



Bild: Daimler

Simulation
Bremsassistent



Bild: Wurzel-Medien

Visualisierung digitaler
MMI-Protoyp



Bild: n-tv.de/Tina Döring

Touchscreen Lenkrad
Prototyp



Virtual Prototyping Fahrzeug: funktionale Absicherung

- Virtuelle Zertifizierung / Virtueller TÜV
- Ziel: Abnahme des Fahrzeugs ohne physischen Prototyp
- PKW mindestens realisiert:
 - Außenkante nach ECE-R26 (Economic Commission for Europe):
Außenkante nach ECE-R26:
Prüfung Außenbereich von Radien und Kanten.
 - Radabdeckungen nach EG 78/549: Prüfung der Überdeckung von den Randkanten.
 - Kennzeichen nach 70/222 EWG: Prüfung vom Abstand zwischen Kennzeichenschild und Fahrbahn sowie der Neigung.
 - Einsatz von Hilfsgeometrien, z.B.:
100mm Kugel, 30°-Kegel



Bild: Daimler

Prüfobjekt zur virtuellen
Zertifizierung bei Daimler



Bild: Daimler

Zertifizierung bei Daimler
an Powerwall zu u.a.
Aspekten

Virtual Prototyping Fahrzeug: funktionale Absicherung

- Dokumentation
- Dokumentation im 3D-Modell
- AR-Annotationen für mobile Endgeräte
- Aufnahme (Digitalisierung) neuen Wissens über mobile Endgeräte (Kameraaufnahmen, Sensordatenerfassung etc.); Ablage zwecks Dokumentation und Teilen mit anderen (etwa über Wissensmanagementsysteme und Soziale Medien)
[Wissensarten in Virtuellen Umgebungen: Positions-, Struktur-, Verhaltens- und Prozedurwissen]

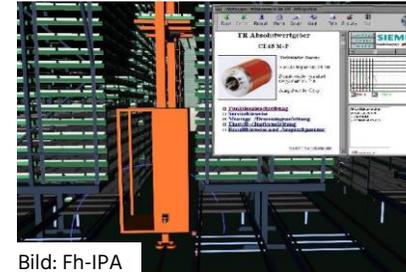


Bild: Fh-IPA

Demonstrator
„Service Tools“:
Dokumentation im
interaktiven 3D-Modell



Bild: Volkswagen

AR-basiertes, mobiles
Werkstattinformations-
system Databrowser



Bild: ProGlove

Datenhandschuh für den
industriellen Kontext mit
CPU, Display, Scanner,
Sensoren (u.a. Spannung,
Temperatur) Erfassung
manueller Tätigkeiten,
und Funkverbindung



Virtual Prototyping Fahrzeug: funktionale Absicherung

- Service – Wartbarkeit, Reparierbarkeit:
- Service Engineering: Überprüfung Zugänglichkeit visuell und manuell
- Überprüfung Zugänglichkeit Baugruppen, Verbindungselemente, Schmierstellen, etc.
 - visuell,
 - mit Händen und
 - Werkzeug
- alle Varianten untersuchbar
- alle Perspektiven und Positionen berücksichtigbar

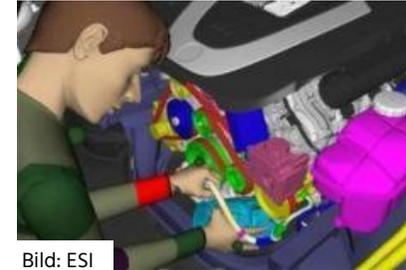


Bild: ESI

Virtuelle Überprüfung
Wartbarkeit mit
Menschmodell



Bild: Jaguar-Landrover

Zugänglichkeits-
Untersuchung in CAVE



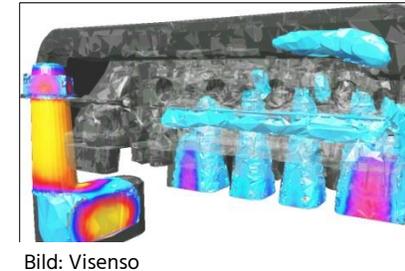
Bild: ESI

Check Serviceability
vor Powerwall

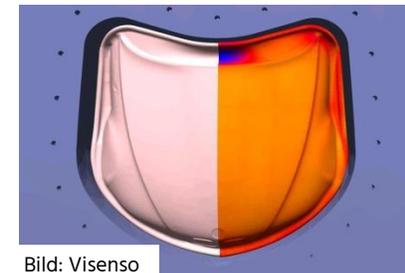


Virtual Prototyping Fahrzeug: funktionale Absicherung

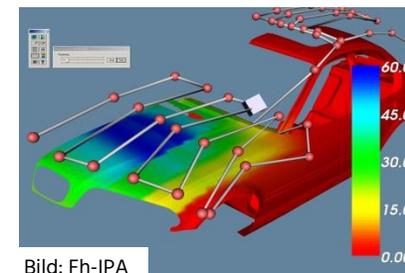
- Herstellbarkeit - Fertigbarkeit:
- Auslegung von Fertigungsverfahren: vielfach eine komplexe räumliche Aufgabenstellung
- VR-Anwendungen: Post Processing von Daten aus der CFD oder FEM
- simulative Auslegung von Fertigungsverfahren
- Analyse alternativer Fertigungsverfahren-Konfigurationen



Gießsimulation:
Abkühlphase



Tiefziehsimulation:
Motorhaube



Lackiersimulation:
Robotertrajektorie

Virtual Prototyping Fahrzeug: funktionale Absicherung

- Herstellbarkeit - Baubarkeit und Montierbarkeit:
- Virtuelle Umgebungen mit Kollisionserkennung und Abgleitsimulation finden Einsatz bei der Untersuchung von Montage und Demontage
- dazu wird die Position und Orientierung eines ein-/auszubauenden Bauteils mit einem räumlichen Eingabesystem vorgegeben
- Überprüfung Montagehilfen
- auch Einsatz von Geometrie-Prototyp (etwa aus 3D-Druck), der an 1 oder 2 haptische Endgeräte (Force Feedback) eingehängt ist
- Kollisionsausgabe akustisch, graphisch oder haptisch



Bild: ESI

Baubarkeitsuntersuchung in VR



Bild: Fh-IPK

Montageuntersuchung mit 3D-Druck und Force-Feedback-System

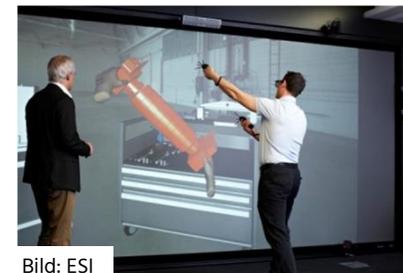


Bild: ESI

Montage-Prüfung mit 2-Hand-Interaktion in VR

Virtual Prototyping Fahrzeug: funktionale Absicherung

- Herstellbarkeit - Baubarkeit und Montierbarkeit:
- Absicherung elastisches Bauteilverhalten (Montage / Design): statisch und dynamisch
- Definition von 1D-Bauteilen (Kabel, Schläuche)
- Montagefähigkeit und Überprüfung von Materialabhängigkeiten von vorhandenen elastischen 1D-Bauteilen
- Bauraumanalyse
 - Längenverhalten
 - Bewegungsverhalten
- Physikalische Echtzeit-Simulation
- Desktop + Powerwall Einsatz

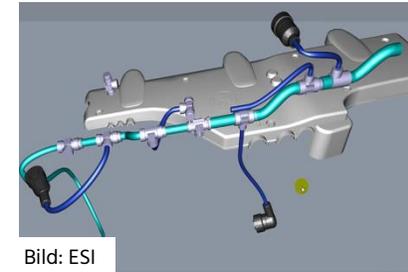


Bild: ESI

Definition und
Untersuchung von
Kabelbäumen



Bild: Audi

Kabel /
Schlauchverhalten
während der Montage

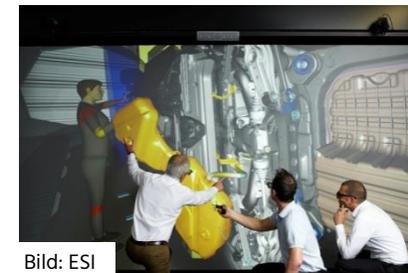


Bild: ESI

Virtuelle Montage-
Prüfung Tank vor der
Powerwall



Virtual Prototyping Fahrzeug: funktionale Absicherung

- Herstellbarkeit - Prozess-Ergonomie
- (Produkt-immanent):
- Komfort- und Erreichbarkeitsanalysen
- Sichtbarkeitsanalysen
- Kollisionsüberprüfungen
- Realitätsnahe Bewegungssimulation
- Menschmodelle aus Anthropometrie-Datenbank zur statistischen Körperformdimensionierung
- Powerwall mit Flysticks [aber: Akkommodationskonflikt]
- Einsatz von Head Mounted Displays

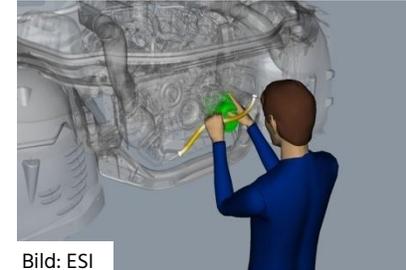


Bild: ESI

Montierbarkeits-
untersuchung mit
3D-Menschmodell



Bild: ESI

Beidhändige
Ein-/Ausbauuntersuchung
vor der Powerwall mit
2 Flysticks ohne
Kraftrückkopplung



Bild: Audi

Virtuelle Absicherung
der Montagereihenfolge
mit ESI IC.IDO



Virtual Prototyping Fertigung: Übersicht

- Fabrikplanung:
- Projektarten:
 - Neuplanung einer Fabrik
 - Erweiterung
 - Reorganisation einer bereits existierenden Fabrik
- Phase 1 – Zielfestlegung
- Phase 2 – Grundlagenermittlung
 - Bestandaufnahme
- Phase 3 – Konzeptplanung
 - Architektur/Mediensysteme
 - Generalbebauung
 - Layoutplanung
 - Materialfluss/Logistik
- Phase 4 – Detailplanung
 - Arbeitsschutz / Arbeitssicherheit
 - Automatisierungstechnik
 - DMU-Integration
 - Fertigungsverfahren
 - Fördertechnik
 - Montageplanung
- Phase 5 – Realisierungsvorbereitung
- Phase 6 – Realisierungsüberwachung
- Phase 7 – Hochlaufbetreuung
 - Inbetriebnahme: Hochlauf
 - Inbetriebnahme: Training
- Phase 8 – Projektabschluss
 - Wissensmanagement



Virtual Prototyping Fertigung: Grundlagenermittlung

- Bestandsaufnahme: Informationsbeschaffung und -auswertung als Grundlage für folgende Planungen
- Erstellung Mengengerüst für spätere Ablaufsimulation
- bei Umplanung (Brown-Field-Projekte): Dokumentation und Validierung aktueller Realisierungsstand (CAD-Pläne, 3D-Dokumentationen usw.) und Soll-Ist Abgleich zur Validierung
- simulative Machbarkeitsstudien für geeignete Fertigungsverfahren

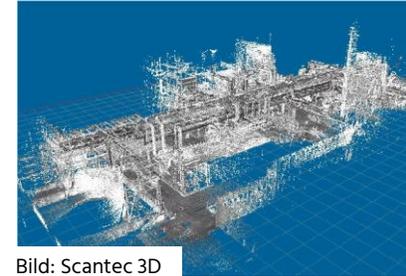


Bild: Scantec 3D

Laserscan-Punktwolke einer kompletten Fabrik

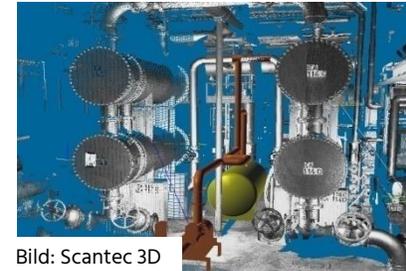


Bild: Scantec 3D

Mischdatenverarbeitung Laserscan (grau) und CAD (farbig) zur Vermeidung doppelter Bauraumbelegung

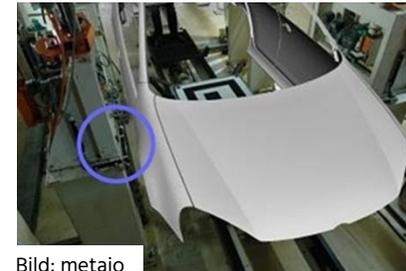


Bild: metaio

Kollisionsüberprüfung mit AR: neues Fahrzeug (digital überblendet) in bestehender Infrastruktur (realer Hintergrund)

Virtual Prototyping Fertigung: Konzeptplanung

- Generalbebauung: 3D-Variantenvisualisierung von Generalbebauung und Fabrikgebäude
- Planung Gebäudeinfrastruktur
- Layoutplanung: Dimensionierung und Strukturierung von Flächen und Lagern (Groblayout) in 2D/3D mit interaktivem Planungstisch: 2D-Layout auf Tischoberfläche, 3D an der Wand, interaktive Klötzchen zum Platzieren von Objekten (Maschinen, etc.) auf Tisch
- Absicherung durch Materialfluss- und Logistiksimulation
- Virtual Walkthrough durch Fabrik



Bild: Fh-PA

Visualisierung
Generalbebauung
Daimler Rastatt



Bild: VDC

Sitzung zur
Layoutplanung am
Fabrikplanungstisch

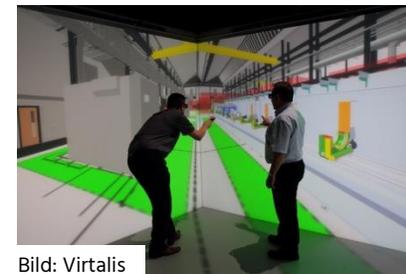


Bild: Virtalis

Virtual Factory
Walkthrough

Virtual Prototyping Fertigung: Detailplanung

- Planung Förder-, Montage-, Automatisierungstechnik im Hinblick auf Effizienz, Sicherheit und Ergonomie
- virtuelle Inbetriebnahme geometrisch-logischer Modelle
- Verfahrensabsicherung durch Fertigungssimulation
- Arbeitsschutz und Arbeitssicherheit: Absicherung mit interaktivem 3D-Modell
- Integration in Fabrik-DMUs
 - geometrische Integration
 - funktionale Integration
 - produktionstechnische Integration



Bild: Fh-IPA

Fördertechnik in der Rohbaumontage



Bild: PlaVis

Virtuelle Arbeitsplatzplanung mit: visTABLE®

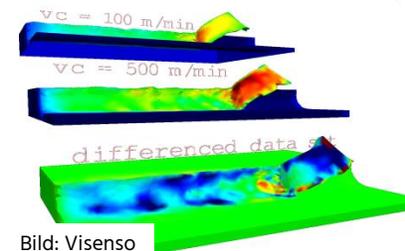


Bild: Visenso

Spanende Fertigungsverfahren: Vergleich von Prozessvarianten



Virtual Prototyping Fertigung: Detailplanung: Montage

- Virtuelle Absicherung von Montage-Sequenzen bereits in der frühen Entwicklungsphase mittels einer interaktiven 3D Umgebung
- Planung / Absicherung von Montagesequenzen im Hinblick auf Machbarkeit, Effizienz, Ergonomie
- manuelle Montagetätigkeiten abbildbar über
 - 3D-Menschmodelle oder Ego-Perspektive (Motion Capturing)
 - physikalische Echtzeit-Simulation
- Integration im Planungsumfeld und Fabrik-DMUs (Gesamtkontext: 3D-Menschmodelle, Hallendaten, Geometrie der Montagelinie)
 - geometrische Absicherung inkl. Produktvarianz
 - funktionale Absicherung im Gesamtkontext

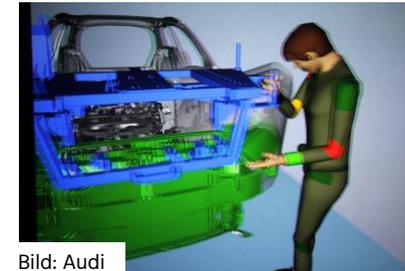


Bild: Audi

Absicherung von „Human Factors“ während der Montage



Bild: ESI

Betrachtung der Montageabläufe im Gesamtkontext

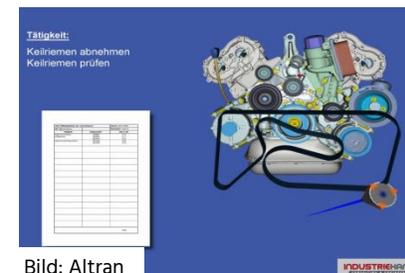


Bild: Altran

Ermittlung Vorgabezeiten durch Bearbeitung einer VR-Szene (Montage Motor); Einträge erscheinen automatisch in der linken Tabelle)



Virtual Prototyping Fertigung: Realisierungsüberwachung

- Koordination, Überwachung und Dokumentation der Realisierung
- VR für Soll-Ist-Abgleich des umgesetzten Stands mit Mischdatenverarbeitung (Laser-Scans vs. 3D-Konstruktion)
- AR –Überblendung Soll-Planung über aktuellen Stand
- Ziele:
 - Qualitätskontrolle
 - Projekt-Controlling (z.B. Abrechnung geleisteter Arbeiten)

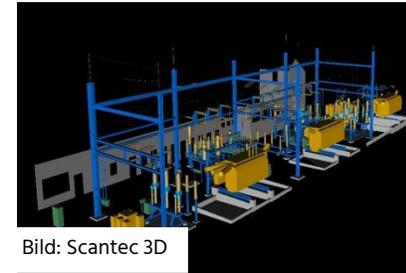


Bild: Scantec 3D

aus einem Laserscan rückgeführtes 3D-Modell



Bild: RE'FLEKT

AR-gestützte Einplanung neuer Objekte in Bestand

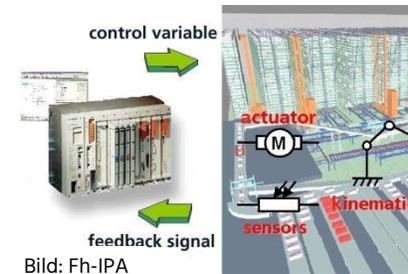


Bild: TU München

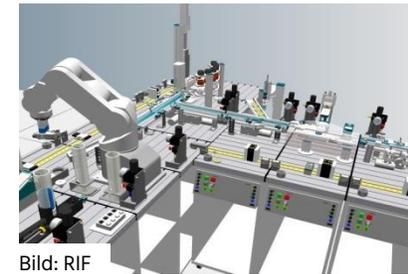
AR-Einplanung in Bestand: Fördertechnik

Virtual Prototyping Fertigung: Hochlaufbetreuung

- Inbetriebnahme: Virtual Ramp-Up
- virtuelle Auslegung Sensorik, Aktorik
- Vermeidung Kollisionen, Deadlocks
- Hardware-in-the-Loop-Simulationen
- Übertragung von Steuerungscode (Offline-Programmierung) auf physische Anlagen
- Verkürzung Hochlaufzeit durch Simulations-gestützte Vorab-Tests bei gleichzeitig verbessertem Reifegrad der Planung von Robotik und Automatisierungssystemen
- Inbetriebnahme: Training
- [später: Folie „*Training Produktion*“]



Hardware-in-the-Loop:
physische Steuerung
gegen virtuelles Modell



3D-Modell einer
automatisierten
Montagelinie



Bediensicherheit und
Handhabung lassen sich
frühzeitig am digitalen
Modell untersuchen.



Virtual Prototyping Fertigung: Projektabschluss

- Bewertung des zurückliegenden Projekts und Sicherung des erzielten Wissens
- Sicherung 3D-Geometriedaten aus Phase 2 (Grundlagenermittlung) und Phase 6 (Realisierungsüberwachung)
- Sicherung Fabrik-DMU-Modell und aller Simulationsmodelle aus Phase 4 (Detailplanung)
- Sicherung 3D-Wissensmanagementsystem aus Phase 7 (Hochlaufbetreuung)
- 4 Wissensarten in Virtuellen Umgebungen: Positions-, Struktur-, Verhaltens-, Prozedurwissen
- 4 Lernmöglichkeiten in Virtuellen Umgebungen: räumliches, konzeptuelles, motorisches, prozedurales Lernen



Bild: VRMMP

Örtlichkeit und Aussage einer Anzeige

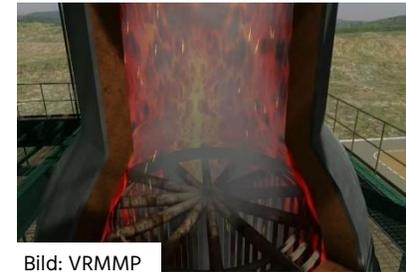


Bild: VRMMP

Funktionsweise eines Prozesses



Bild: Fh-IPA

Integrales 3D-Gesamtmodell aus Layout, Fördertechnik und Robotik



Training – Herstellung/Produktion

- Training von Arbeitssequenzen für Werker bzw. Servicepersonal
- hohe Realitätsabbildung in Echtzeit und Nutzung der Immersion
- kritische Verbausituationen
- Sichtbehinderungen / Einschränkungen
- auch im Vorfeld
- generell bei Nicht-Verfügbarkeit von Produkt, Variante, Ressource
- gefahrlos (für Mensch und Maschine)
- ggf. kostengünstiger

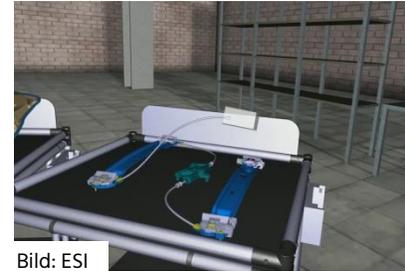


Bild: ESI

Virtual Assembly Training

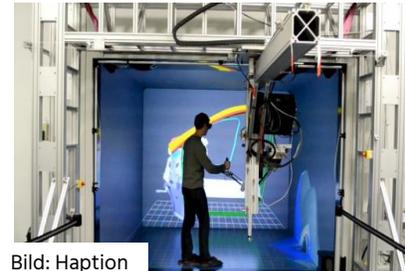


Bild: Haption

Montagetaining in der CAVE von PSA Peugeot Citroën



Bild: Inria

Prototyp zum Training der Aufbringung von Klebstoff für die Scheibenmontage



Training – Wartung, Reparatur, Instandhaltung

- Abläufe, Prozesswissen, Beschädigungsgefahren
- Lernkonzepte: Vorführen – Begleiten – Prüfen
- Ressourcen-/Werkzeugeinsatz
- alle Varianten
- alle Perspektiven
- [animierte] AR-Aufprojektion (verdeckte Einbauten auf reales Fahrzeug)



Bild: Daimler

Virtual Service Review
am Daimler-VRSC, Brühl



Bild: Altran

Anleitung in interaktiver
Umgebung

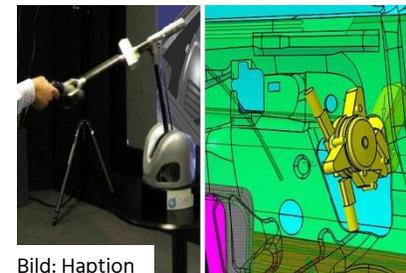


Bild: Haption

haptisch unterstütztes
Ausbautraining



Produktion: Assistenzsysteme

- ortsrichtige Annotationen zum Prozess mittels Augmented Reality
 - Smart Glasses, Tablet-PCs
- Anzeige von Arbeitsfolgen, Werkzeugen, Quittierung richtiger Handlungen
 - Smart Glasses, Smart Watches
- LASER-Aufprojektionen
 - Ortsangaben für Montage und Fertigung
 - ggf. Prozessinformationen



Bild: BMW/Arvika

AR-Blick auf Demontage-Szenario: Baugruppen und Werkzeug



Bild: BMW Group

Eine Smartwatch in der BMW-Montgearbeit

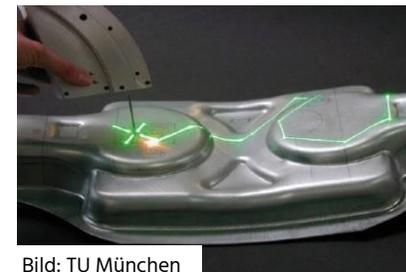


Bild: TU München

Editieren und Anzeigen einer Roboterbahn der LASER auf Bauteil



Produktion: Qualitätssicherung und Dokumentation

- Vergleich Soll-Ist, ggf. Korrektur oder Anpassung Folgeprozess
- Erfassung und Dokumentation des tatsächlichen umgesetzten Stands (Digitalisierung, Reverse Engineering)
- Beispiel Koordinaten-Messarm:
 - kleine bis mittelgroße Teile 3D-erfassen
 - präzise, zuverlässig, transportabel, einfach zu verwenden (manuell), 7-Achs-Mess-System
- für größere Bauteile:
 - optische Scanner

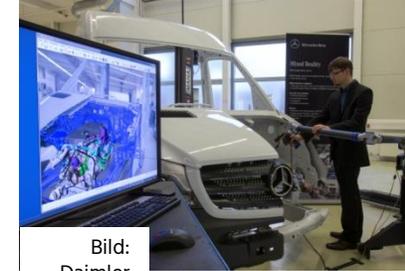


Bild: Daimler

AR-Überlagerung digitales Bauteil über reales Fahrzeug; getrackte Kamera an Messarm, Ausgabe auf Bildschirm



Bild: CDM Tech

AR Qualitätskontrolle durch Überlagerung und Soll-Ist-Abgleich mit Konstruktionsdaten

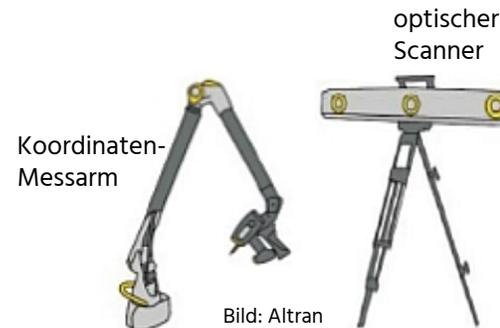


Bild: Altran

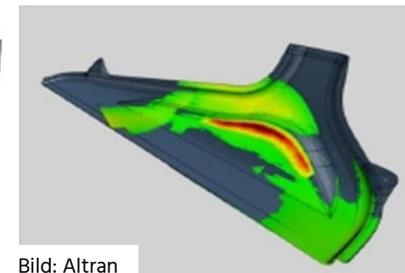


Bild: Altran

digitalisiertes Bauteil und digitaler Abgleich mit Soll-Geometrie



Marketing: Virtuelle Techniken im Marketingprozess: 5 Schritte

1. Marktforschung und Umweltanalyse

- Wettbewerbsanalyse: Benchmarks
- Kundenanalyse
 - Virtual Store
 - Tests & Präsentation
 - Kundendialog

2. Zielformulierung

- Auftragsabsicherung und Mass Customization
- Kreativitätsunterstützung
- Kundenintegration mit VR
- Überwindung der Digitalen Kluft
- High-Tech-Image

3. Strategiefestlegung

- Virtual Engineering in der Produktentwicklung
- Kundenintegration mit VR

4. Marketing-Mix

- Variantenentwicklung
- 3D und VR für Print, Web, Point-of-Sales, Digital Signage in der Kommunikation
- Virtual Sell-In, Virtual Training und Virtual Store in der Distribution

5. Marketing-Kontrolle

- Virtual Store/Test/Training zur Überprüfung der Zielerreichung



Marketing: Marktforschung und Umweltanalyse

- Variantenvergleiche in Vorfeld der Erstellung physischer, haptischer Prototypen (Ausdünnung Varianten)
- virtuelle Benchmarks: Vergleich eigener (noch virtueller) Entwürfe mit Wettbewerbsprodukten
- Produkttests und Akzeptanztests auf der Basis virtueller Prototypen: Blickanalysen, Dialog, Aufnahme Kritik und Anregungen
- geheime Tests neuer Produkte, verborgen vor Wettbewerbern, gescheiterte Ansätze bleiben vertraulich
- virtueller Kundendialog über 3D-Webplattformen oder Virtuelle Welten
- statistische Auswertung zu Präferenzen bei 3D-Konfiguratoren



Bild: Wurzel-Medien

Fotorealistische Visualisierung einer Interieur-Variante

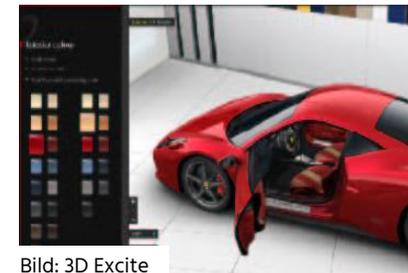


Bild: 3D Excite

Moderne 3D-Konfiguratoren greifen auf Varianten-Managementsysteme zurück, die Produktvielfalten mit einer riesigen Kombinatorik verwalten können.



Bild: SensoMotoric Instruments

Blickanalysen: Stereo-3D-Brille mit integriertem Eye-Tracking



Marketing: Zielformulierung

- die Zielerreichung im Marketing wird anhand sog. Zielindikatoren gemessen
 - Indikator Kundenzufriedenheit
 - Indikator Innovationsfähigkeit
 - Indikator Kundenorientierung
 - Indikator Engagement / Zufriedenheit Mitarbeiter
 - Indikator Image
- Fragestellung: welche Beiträge können Virtuelle Techniken zur Erreichung dieser Zielindikatoren leisten?



Bild: ESI

Steigerung Kundenorientierung und Kundenzufriedenheit: Virtuelle Komfortuntersuchungen für die Passagiere: entspricht das Produkt den Anforderungen des Marktes?

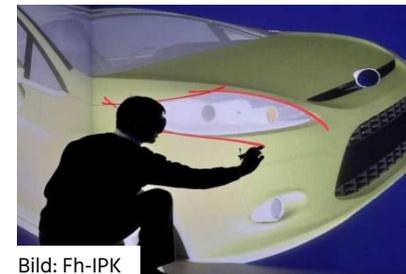


Bild: Fh-IPK

Innovationsfähigkeit: kreative Arbeitsumgebung in Form eines Virtual-Reality-basierten Sketchings



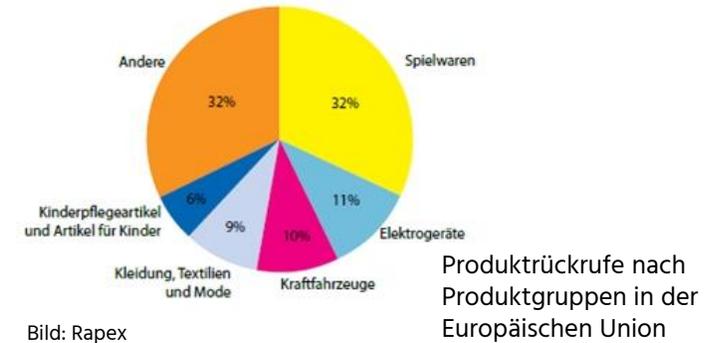
Bild: ESI

Erhöhung Mitarbeiter-Engagement: Integration von Mitarbeitern in Entwicklungsprozesse



Marketing: Strategiefestlegung

- Strategie „überlegene, attraktive Produkte“
- Angebot tadelloser Produkte, die für ihren kompletten Lebenszyklus entwickelt wurden: massives Frontloading
- Wunsch-Produkte des Kunden
- Minimierung von Produktrückrufen
- Strategie „überlegene, effiziente Prozesse“
- VR/AR-basierte schnelle, sichere Produktentwicklung, die alle relevanten Aspekte berücksichtigt
- Strategie „überlegene Kundenbeziehungen“
- Erstellung des Angebots gemeinsam mit dem Kunden
- Aufnahme aller Wünsche
- Unmittelbare Aussagen zu Machbarkeit, Preis, Lieferzeitpunkt, ...
- Integrierte Lösungen: Erstkonfiguration daheim, Detaillierung vor Ort



Baubarkeitsuntersuchung schon am virtuellen Prototypen



Kundengespräch am 3D-Konfigurator



Marketing: Marketing-Mix

- Produktpolitik:
- Verfolgung Zielsetzungen Virtual Engineering
- längere Verfolgung erfolgversprechender Produktvarianten in der Entwicklung
- Kommunikation:
- Versorgung von Print, Web, PoS, Digital Signage, Messepräsenz mit 3D-Daten für:
- (interaktive, animierte, kundenspezifische, multimodale) Präsentation
- Reduktion Time-to-Campaign
- Reduktion Kosten für Cross Media Content
- Distribution:
- Verkaufsunterstützung mit Virtuellen Techniken (z. B. Konfiguration, Immersion)



Bild: metaio

AR-Bühnenshow:
Erläuterung Fahrwerks-
komponenten mittels AR



Bild: 3DExcite

plattformunabhängiger
3D-Konfigurator bei Ford



Bild: room

virtueller Showroom



Marketing-Kontrolle: Zielerreichung der Marketing-Instrumente

- Virtual Store:
virtuelle Tests Verpackungen,
Verkaufsunterstützung, Laden-Design
- Virtual Test:
Produkt-Akzeptanztests auf Basis
virtueller Prototypen
- Virtual Training:
zur Erfolgskontrolle handelnder Personen
Trainings-/Testumgebungen



Bild: Visenso

Entwurf Autohaus –
Innenansicht



Bild: HLRS

hybrider Fahrsimulator
(mit virtuellem
Armaturenbrett)



Bild: Zone2Connect

3D-Trainingsumgebung
für Verkaufspersonal



Trends: Digitaler Zwilling / Simulation

- Umgebungssimulation: Virtuelle Umgebung für die Simulation von Fahrerassistenzsystemen (Training mit synthetischen Sensordaten)
- Testen und validieren intelligenter Fahrfunktionen
- Simulationsplattformen für Fabriken: Digital-First-Ansatz
- Planung und Gestaltung von Fertigungs- und Montageanlagen
- Anwendungen für Design, Zusammenarbeit, Planung und Betrieb von Fertigungs- und Montageanlagen



Bild: Porsche

Simulation einer virtuellen
Autobahnfahrt



Bild: NVIDIA/Mercedes-Benz



Trends: Einsatz von Game Engines

- Game Engine basierte Simulation
- realitätsgetreue Physiksimulationen für Virtual Prototyping, Trainingssimulatoren und digitale Zwillinge
- Sourcecode frei verfügbar über Unity Asset Store
- Anwendungsfelder in den Bereichen
 - Vertriebsvisualisierung
 - Konzeptvisualisierung
 - Virtuelle Inbetriebnahme
 - Materialflusssimulation
 - Produktkonfiguration



Bild: Porsche/Mackevision
Virtual Reality Car
Configurator



Bild: CMC ViewR

komplexe Kollisions-
untersuchungen mit Algoryx
Erweiterung (z.B. Ein- und
Ausbau-untersuchungen)

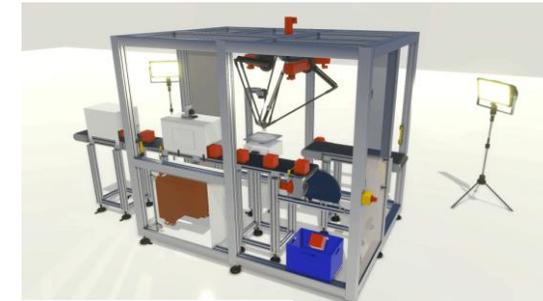


Bild: realvirtual.io

Offenes Framework für digitale
Zwillinge auf Basis der Game
Engine Unity, im
Automationsumfeld



Weitere Trends

- 3D-Daten Streaming
- Model Tracking zur Erkennung von Bauteilen aus Konstruktionsdaten und Überprüfung von Abweichungen
- Head-up Displays oder Smart Glasses (Motorrad) für die Navigation im Fahrzeug
- Kollaborationsplattformen zur Zusammenarbeit über mehrere Standorte mit der Visualisierung komplexer 3D-Daten
- Generative KI bei der Erstellung virtueller Coporate Spaces & Showrooms
- immersive und interaktive 3D-Lern- und Arbeitswelten
- Entertainment: Elastic Content für VR zur Unterhaltung während der Fahrt



Bild: Tricat

Virtuelles Porsche Zentrum für bereichsübergreifende Coachings, Meetings, Konferenzen, Workshops, Live-Trainings und kollaborativen Veranstaltungen



Bild: Visometry

Einsatz von Model Tracking zur Erkennung eines Bauteils



Bild: Harman

Head-up Display für die Navigation während der Fahrt



VDC-Mitglieder im Thema



Vielen Dank für Ihr Interesse.

Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Kfm. Christoph Runde
Virtual Dimension Center (VDC) Fellbach
Auberlenstr. 13
70736 Fellbach
www.vdc-fellbach.de

Cluster Automotive Region Stuttgart 2.0 –
Transformationsnetzwerk für den Fahrzeug- und Maschinenbau
cars.region-stuttgart.de

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

6. Juni 2024

Seite 42

VIRTUAL DIMENSION CENTER



CARS 2.0
Cluster Automotive
Region Stuttgart

Transformationsnetzwerk für den
Fahrzeug- und Maschinenbau