



Whitepaper

Immersive Design

Status Quo – Werkzeuge – Anwendungen

Mit freundlicher Unterstützung der



**Wirtschaftsförderung
Region Stuttgart**

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

Inhalt

1. Design: Begriff und Funktionen

2. Anforderungen an immersives Design

3. Modellierungstechniken/-systeme

- Sketch-Software
- 3D-Direktmodellierung
- Sketch Pads
- Graphiktablets
- zSpace-System
- Geomagic Freeform
- immersive Modelliersysteme
- AR-basierte Modelliersysteme

4. Haptic Design und Acoustic Design

- 3D-Menschmodelle
- Motion Capturing
- Tangible User Interfaces
- Auralisation

5. Design-Visualisierungen

- HDR-Displays
- Multiprojektionswände
- Mixed Reality
- Augmented Reality, Projektions-AR

6. Hintergrundinformationen

- induktive Touchpads
- Flächendefinitionen
- anthropometrische Menschmodelle
- die menschliche Hand
- physikalische Simulation
- 3D-Konfiguratoren

7. Zusammenfassung

Der Design-Begriff

- Gestaltung von Gegenständen aller Art nach Kriterien von Funktionalität (z.B. Ergonomie) und Ästhetik [nach <http://www.designlexikon.net>]

Designklassen

[nach Peter Gorb: Designthinkers (Hrsg.): The design management interface. The Association of Registered Graphic Designers, Ontario Science Centre, Ontario October 19th, 2001, S. 1–13]

- Produkt
(z.B. Industriedesign, Verpackungsdesign, Service Design)
- Information
(z.B. Grafik-Design, Branding, Mediendesign, Webdesign)
- Umgebung
(z.B. Retail-Design, Ausstellungsdesign, Innenarchitektur)



Bild: Wurzel-Medien

Design-Visualisierung Uhr



Bild: Immersion

Bedienschnittstelle
im PKW



Bild: Lightshape

Design-Visualisierung
Armatur mit Wasser

Die Funktionen des Produktdesigns - I

- praktische Funktionen
Funktionalität, Ergonomie, Sicherheit, Gebrauchstauglichkeit (usability), Benutzerfreundlichkeit, Wartung und Pflege
- produktsprachliche Funktionen
formalästhetische, zeichenhafte, semantische, Anzeichen, symbolische
- ökologische Funktionen
Lebenszyklus, Entsorgung
- ökonomische Funktionen
Herstellungsaufwand, Komplexität, Herstellungstechniken, Anzahl Fertigungsschritte, Materialien, Materialvielfalt, -komplexität, Transport-, Lageraufwand



Bild: VDC

Fashion-Visualisierungen
von Dassault Systèmes
3DXCITE



Bild: Wurzel-Medien

Etiketten-Design

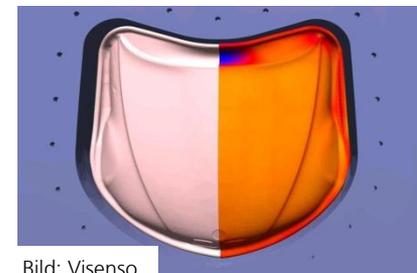


Bild: Visenso

Motorhaube in der
Tiefziehsimulation

Die Funktionen des Produktdesigns - II

Design-for-X

- funktionsgerecht
- ergonomiegerecht
- recyclinggerecht
- fertigungsgerecht
- beanspruchungsgerecht
- normgerecht
- kostengerecht
- montagegerecht
- werkstoffgerecht
- transportgerecht
- servicegerecht
- sicherheitsgerecht
- ...

- Themen stark konstruktionslastig
- Gegensatz Design-Konstruktion überkommen



Bild: ESI Group

Blick durch den
virtuellen Rückspiegel

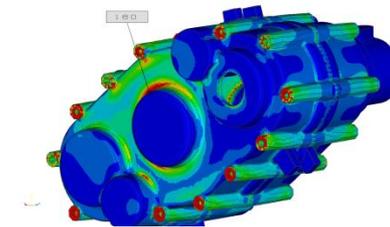


Bild: Lauer & Weiss

Belastungsrechnung
Verschraubung Getriebe



Bild: ESI Group

Virtuelle Überprüfung
Wartbarkeit

Anforderungen

an ein CAS(Computer-Aided-Styling-)System

[nach Spur, G.; Krause, F.-L.: Das virtuelle Produkt. Carl Hanser Verlag, München Wien, 1997, S. 413]

- Unterstützung skizzenhaftes Arbeiten
- Berücksichtigung visuelle Denk- und Arbeitsweise des Designers
- Ermöglichung freier, künstlerischer Entwurfsarbeit; so viel Ausdrucksfreiheit wie möglich
- Kontrolle des CAS-Systems durch den Benutzer, nicht umgekehrt
- keine Einschränkung der Gestaltungsfreiheit (z.B. durch automatisierte Abläufe)
- CAS-System darf keine Lösungen vorschreiben, auch nicht im Detail
- geeignete Funktionen und ergonomisch günstige Interaktionsformen, die sich an den traditionellen, gewohnten Arbeitsweisen des Designers orientieren



Bild: wacom

Skizzenhaftes
Arbeiten mit einem
wacom Sketchpad

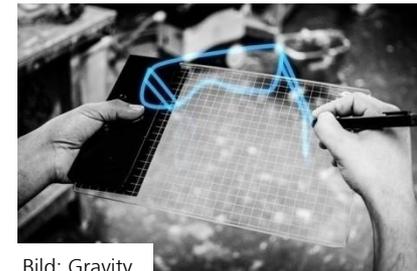


Bild: Gravity

Augmented-Reality-
basiertes Sketching mit
GravitySketch



Bild: Fraunhofer IPK

Freihändiges
3D-Zeichnen in CAVE

Anforderungen

an ein immersives Modellersystem

[nach Rothenburg, U.; Israel, J.H.: Immersive Modellertechniken – Tangible Interfaces für die Virtuelle Produktentstehung; 6. Fachkongress Designprozess – Wettbewerbsfaktor Design, Fellbach, 14.7.2011]

- klassische Zeichentechniken: zeichnen, radieren
- klassische Modellertechniken: abtragen, auftragen
- klassische CAD-Modellierung : geometrische Standardvolumen erstellen und ändern, skalieren, spiegeln, schneiden, kopieren
- neue 3D-Zeichentechniken: Abzeichnen realer Gegenstände, Rückgängig-Funktion [undo], Einsatz virtueller Schablonen
- neue 3D-Modellertechniken: kneten, stauchen, zerren, drücken, falten, dehnen
- Abstraktionstechniken: Modelle überlagern, Ungenauigkeiten einführen, Zwiebelschichten mit Transparenz, Nebenfiguren, Partikel auftrüffeln
- Dynamik: darstellen von Bewegungsspuren und Prozesswirkungen, Historie: Bewahren der Varianten einer Skizze
- Umgebungsbedingungen: Schritt- und Körpermaße, Kontext einbeziehen, kreative Umgebung, reale Proportionen



Bild: Fraunhofer IPK

beidhändiges Aufreißen
von Flächen in CAVE



Bild: Fraunhofer IPK

3D-Modellbearbeitung
in einer CAVE



Bild: Fraunhofer IPK

tangibles Interface
für die virtuelle
Modellierung am
Fraunhofer IPK

Anforderungen

an Design-Visualisierungen

[aus VDC-Adhoc-Umfrage bei 3 Unternehmen des Maschinenbaus]

Projektion / Bild HW

- Geometrie und Größe des Projektionssystems
 - Speichermöglichkeit für Bildformate (Projektoren)
 - Auflösung (z.B. FullHD, UHD, maximale Pixelgröße)
 - minimale Konvergenz
 - Farbtreue, Farbstabilität
 - korrekte Weißwiedergabe
 - hohe Helligkeit
 - hoher Kontrast / Verwendung dunkle Projektionsscheibe
 - Vermeidung Hot Spotting
 - Vermeidung Verzerrungen
 - Vermeidung Spiegel
- hoher Gainfaktor (z.B. 1,5)
 - hoher Betrachtungswinkel (z.B. 120°)
 - Reflexionsgrad (z.B. 13%)
 - Scheibenstärke / -material
 - Stereoskopie (kein Stereo, Verfahrenswahl)
 - Justage-Möglichkeit für Projektoren

Multimedia / Netzwerk

- verschiedene Quellen über Mediensteuerung aufrufbar
- Video Conferencing
- Netzwerk-Leistungsfähigkeit, Datendurchsatz



Bild: KÄRCHER

Designreview vor der Powerwall bei der Alfred Kärcher GmbH & Co. KG



Bild: Miele

Designreview vor der Powerwall bei der Miele & Cie. KG



Bild: Volvo

Designreview vor der Powerwall bei Volvo Nutzfahrzeuge

Anforderungen

an Design-Visualisierungen

[aus VDC-Adhoc-Umfrage bei 3 Unternehmen des Maschinenbaus]

Bildqualität SW

- Fotorealismus, realistische Ausleuchtung der Szenen
- Firmen-eigene Farbmeterik / Meßwerte
- interne Shader-Definition und Shader-Abnahme-Prozess
- 360°-Panorama
- Animation (Gerät in Bewegung)
- Sound
- Interaktion (mit Gerät: Bediensimulation)
- Gerätelogik (Verhaltenssteuerung)
- Schnitte
- Transparenzen
- Überlagerung / Integration Berechnungsergebnisse (FEM, CFD, ...)

Software-Funktionalitäten

- hohe Frameraten
- große Modelle / Baugruppen
- Darstellung kompletter Welten inkl. Umgebung
- Austauschbarkeit einzelner Komponenten in der 3D-Szene (z.B. Geräte)
- Variantendarstellung (Änderung Farben, Bauteile, Steuerungen auf Knopfdruck)



Bild: Miele

Visualisierung
Küche



Bild: ESI Group

Spiegelungen auf
der Außenhaut:
Fahrzeugvisualisierung
mit IDO:Reflect



Bild: Wurzel-Medien

Design-Visualisierung
für Normbau

Anforderungen

an Design-Visualisierungen

[aus VDC-Adhoc-Umfrage bei 3 Unternehmen des Maschinenbaus]

Nutzung für

- Designbeurteilung (Formfindung, Produktvarianten, Produktkombinationen / in-Kontext-Visualisierungen)
- Designkommunikation mit Entwicklung und auch Konzern-weit (interne Präsentation)
- Designpräsentation für GF und Produktmanagement
- Materialvorentscheidung
- Produktvisualisierung für das Marketing
- Verpackungsdesign
- Messe
- AR zur Untersuchung Anwenderverhalten, Schwachstellen bei der Nutzung finden, Verkaufsdisplays optimieren

Nutzung durch

- Anwender selbst
- Designer
- Konstrukteure
- Mitarbeiter aus dem Marketing
- einfache Bedienbarkeit / Benutzeroberfläche
- keine Schulung erforderlich, lediglich Einweisung



Bild: Lightshape

Innenraumvisualisierung für Mercedes-Benz



Bild: Miele

Virtual Walkthrough durch häusliche Umgebung

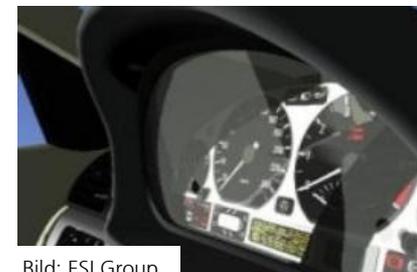


Bild: ESI Group

Störende Spiegelungen im Cockpit: Visualisierung mit IDO:Reflect

Anforderungen

an Design-Visualisierungen

[aus VDC-Adhoc-Umfrage bei 3 Unternehmen des Maschinenbaus]

Prozess

- Ersatz physischer Prototypen
- Rechtemanagement
- Schnittstellen, CAD-Anbindung, Datenbank-Anbindung
- Materialdatenverwaltung
- Renderbild auf Knopfdruck (Gerät wählen, Perspektive wählen, Rendern)
- definierter Datenbeschaffungs- und Aufbereitungsprozess (vollständig, rechtzeitig, richtig/aktuell): Aufwand Datenbeschaffung tw. 80% der Gesamtzeit
- Technik etabliert, ausgereift, wartungsarm, störunauffällig (z.B. Definition maximale Ausfallzeit)
- garantierte tägliche Betriebsdauer



Bild: Visenso

Übernahme
CAD-Daten



Bild: Audi

Audi City London:
Materialproben
ergänzen
3D-Visualisierung



Bild: ESI Group

Review Meeting
vor Powerwall

Anforderungen

an Designreviews: in Designreviews müssen folgende Teilegruppen und Ereignisse betrachtet werden:

[Krottmeier 1995]

- Sicherheitskritische Bauteile, Baugruppen und Produktfunktionen
- kritische Bauteile, Baugruppen und Produktfunktionen laut FMEA
- bedeutende Bauteile, Baugruppen und Produktfunktionen laut QFD
- Bauteile, Baugruppen und Produktfunktionen, die in der Vergangenheit Probleme bereitet haben

Freigabestufen [Krottmeier 1995]:

Softwarephase

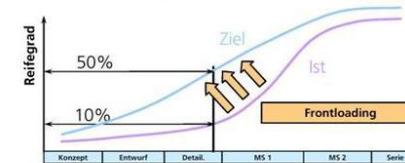
- Projektanstoß (PA)
- Lastenheft (LH)
- Konstruktionsfreigabe (K)
- Planungsfreigabe (P)

Hardwarephase

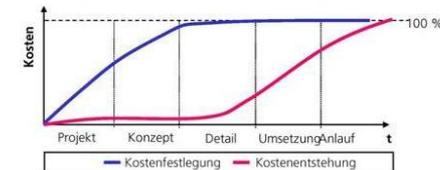
- Versuchsfreigabe (V)
- Beschaffungsfreigabe (B)
- Dispositionsfreigabe (D)
- Serienfreigabe (SF)

Frontloading: Begriff

- Erhöhung der Planungssicherheit und Kostenbeeinflussung durch Verlagerung von Planungstätigkeiten „nach vorne“



- Kostenfestlegung erfolgt früh, die Kostenentstehung spät



Anforderungen Prozess: divergente versus konvergente Phase

- divergente Phase:
 - offen, unsystematisch und spielerisch
 - Denkblockaden und kritische Einwände auszuschalten
 - Ziel: möglichst viele Alternativen
 - kreativere und innovativere Lösungen wahrscheinlicher
- konvergente Phase:
 - konventionelles Problemlösen, logisch, planmäßig, rational, effizient
 - Bündelung vieler einzelner Faktoren hin zu einer Lösung
 - hemmt Schaffung bahnbrechender Innovationen
- Vorgehen in Iterationsschleifen

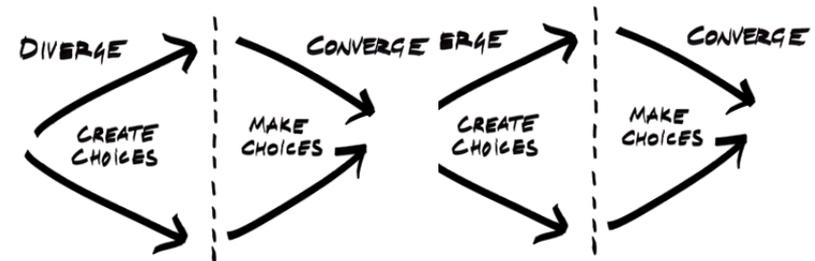


Bild: uxthink.wordpress.com

Sketching (Desktop)

- 2D-Zeichensoftware
- Produkte: z.B. DS CATIA Natural Sketch, AutoDesk SketchBook
- verschiedenste, auch selbst definierbare Stifte, Pinsel, Texturierungswerkzeuge
- Farb- und Materialpaletten
- Erstellung von Animationen
- Hilfswerkzeuge für das perspektivische Zeichnen
- Unterstützung von Sketch Pads

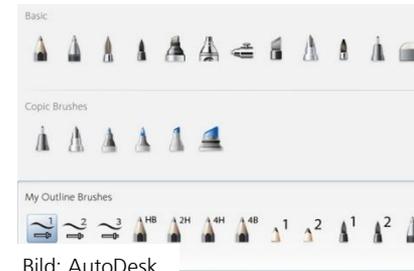


Bild: AutoDesk

Auswahl von Stiften und Pinseln in SketchBook



Bild: AutoDesk

Screenshot von SketchBook

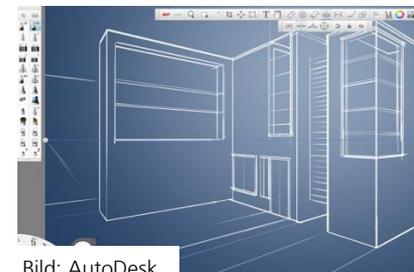


Bild: AutoDesk

Hilfswerkzeug für das perspektivische Zeichnen in SketchBook

3D-Direktmodellierung

- Modellierungsparadigma im Kontrast zum parametrischen Konstruieren
- skizzenorientierte Zeichenwerkzeuge
- 3D-Modelle aus (und auf) 2D-Zeichnungen
- Änderung Geometrie ohne komplexe Feature-Abhängigkeiten und Randbedingungen
- Modelländerungen durch Definition von Abhängigkeiten zwischen seinen Elementen (Kanten und Flächen)
- neue Abhängigkeiten: automatische Modelländerung

Vorteile:

- schnell und flexibel
- vergleichsweise geringe Wissens- und Ausbildungsschwelle
- alle Abhängigkeiten gleichzeitig berücksichtigt
- Verhalten des Objektmodells hängt nicht von der Erzeugungsreihenfolge der Abhängigkeiten ab.

Lösungen:

- Spaceclaim, Kompas-3D, Kubotek, Bricscad, Siemens Synchronous, Autodesk Fusion, PTC Creo, usw.

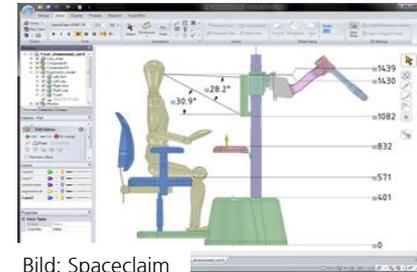


Bild: Spaceclaim

Ausgangspunkt:
die Skizze

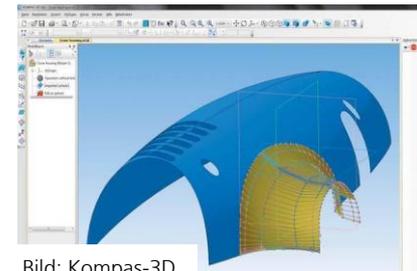


Bild: Kompas-3D

Spline-Funktion fasst
Flächenbereiche
zusammen

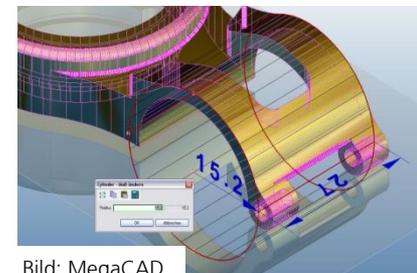


Bild: MegaCAD

Änderung
Zylindermaß

Sketch Pads

- Hardware-Interfaces für das skizzenhafte Zeichnen am PC
- Lösungen: Aiptek(Medion), Genius, Braun Tavla, Trust, Perixx, Wacom, usw.

Beispiel Wacom Zeichentablett Intuos4-Serie

- hohe Auflösung Drucksensitivität: 2.048 Druckstufen (ab 1g)
- Abmessungen: ca. 472,0 x 320,0 x 12,0 mm, aktive Fläche: 325,1 x 203,2 mm
- Standard-, Filz-, Pinsel- und flexible Spitzen
- Stift: druckempfindlicher Radierer, zwei frei programmierbare Seitenschalter (etwa für Doppelklick, rechte Maustaste)
- Stift: Rotationsfunktion (für Pinseleffekte wie Kalligraphiestift)
- Tablett: Taste für Zoomen, Scrollen, dem Anpassen der Pinselgröße, der Bewegung der Leinwand sowie Auswahl verschiedener Ebenen
- digitale Weiterverarbeitung der Skizzen (Blender, Adobe Photoshop, Corel Painter, Gimp, MyPaint, Pixologic ZBrush, Skymatter Mudbox, AutoDesk Maya/SketchBook Pro/Softimage)



Bild: wacom

Zeichentablett
Intuos5 Touch M



Bild: Aiptek

Aiptek Media Tablet
10000U



Bild: wacom

Verschiedene Spitzen
und Griffe für Intuos

Grafiktablets

- Funktionalität ähnlich wie Sketch Pads, aber zusätzlich mit integriertem Bildschirm
- „Co-Location“ bei der Arbeit

Vorteile Sketch Pads und Grafiktablets

- bequeme Digitalisierung
- Arbeiten in gewohnter Art
- präzise Positionierung
- schneller Online-Austausch mit Mitarbeitern
- schneller Austausch von Werkzeugen
- direktes Weiterbearbeiten per Software
- für Linkshänder und Rechtshänder gleichermaßen geeignet

Nachteile Sketch Pads und Grafiktablets

- zusätzlicher Platzbedarf
- Steuerung von Programmen schlechter als mit der Maus

Qualitätsmerkmale:

- Auflösung x-y-Ebene
- Druckauflösung
- Neigung Stift
- kabelloser Stift
- auswechselbare Stifftypen



Bild: wacom

Graphiktablett
Cintiq



Bild: wacom

Halteeinrichtung,
belegbare Tasten,
Scrollrad am Cintiq



Bild: wacom

Paintbrush für
Intuos

Grafiktablets

zSpace-System

- Touchscreen für Desktop-Einsatz
- Bildschirm-Diagonale: 24"
- Stereoskopie-fähig
- 1.920 x 1.080 Full HD in 2D und 3D; passive Brillen (zirkular polarisierend)
- integriertes (Head-)Tracking
- Laser-Stylus mit 3 Tasten, Vibration, integrierter Infrarot-LED
- Gewicht: 8,5 kg
- Space Maya Plug-in (verfügbar für lizenzierte Autodesk-Maya-User)



Bild: zSpace

Gesamtsystem mit
Bildschirm, Brille, Stylus



Bild: zSpace

Benutzung des Systems



Bild: zSpace

Integriertes optisches
Head-Tracking

Desktop-Sketching mit Kraftrückkopplung

Geomagic Claytools und GeoMagic Freeform

- 3D-Sketch-Tool: 6DOF-Eingabe (räumlich) und 3DOF-Ausgabe (Kräfte)
- Bearbeitung Punktwolken, Polygone, Sweeps und NURBS
- Clay-Werkzeuge Messer, Schaber, Kratzer, Schlingen
- Clay antragen, abtragen, deformieren, ziehen, stauchen, furchen/riefen, prägen,...
- Kurven und Flächen zeichnen, reparieren (z. B. nach Digitalisierung) und gestalten, auch bool'sche Operationen
- Texturierung, Airbrushing



Bild: Geomagic

Arbeit mit dem Gesamtsystem



Bild: Geomagic

Eingabegerät

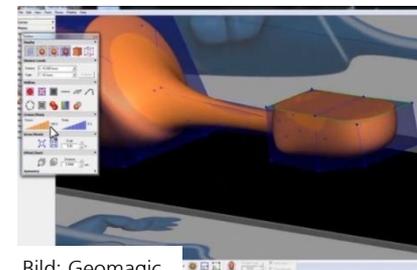


Bild: Geomagic

Screenshot Szene 3D-Bearbeitung

Immersive Modellersysteme

[nach Rothenburg, U.; Israel, J.H.: Immersive Modellertechniken – Tangible Interfaces für die Virtuelle Produktentstehung; 6. Fachkongress Designprozess – Wettbewerbsfaktor Design, Fellbach, 14.7.2011]

Immersive 3D-Modellersysteme: „Systeme, die die Bewegungen der Hand des Benutzers und/oder seiner Werkzeuge in Operationen auf digitale Geometrie umsetzen.“

[Schkolne, Steven: Making digital shapes by hand. SIGGRAPH '06: SIGGRAPH 2006 Courses, ACM]

2002:

- Spacedesign

[Fiorentino, M.; de Amicis, R.; Stork, A.; Monno, G.: Spacedesign: conceptual styling and design review in augmented reality. Eurographics Italia Conference, 11 -12 July 2002, pp. 86-94]

- fortgeschrittenes, CAD-artiges Modellierwerkzeug

- kaum Freihandnutzung

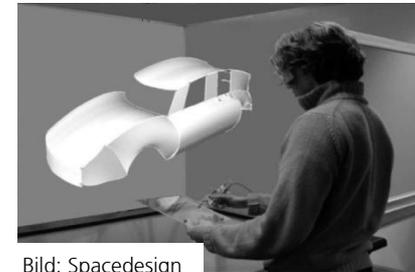


Bild: Spacedesign

Visualisierung in CAVE; Eingabe über Sketch-Pad-ähnliches Werkzeug



Bild: Spacedesign

Visualisierung Responsive Workbench; direkte Eingabe mit Lichtgriffel

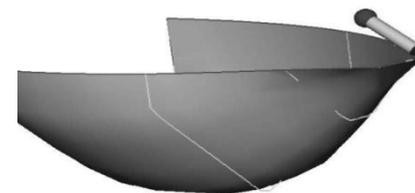


Bild: Spacedesign

Flächenerzeugung mit Spacedesign

Immersive Modellersysteme

[nach Rothenburg, U.; Israel, J.H.: Immersive Modellertechniken – Tangible Interfaces für die Virtuelle Produktentstehung; 6. Fachkongress Designprozess – Wettbewerbsfaktor Design, Fellbach, 14.7.2011]

2004:

■ Arbeiten der TU München

[Diehl, H.; Müller, F.; Lindemann, U.: Konzept zur Konkretisierung von 3D-Skizzen in einer Virtual-Reality-Umgebung. In: Gausemeier, J. (Hrsg.): Augmented & Virtual Reality in der Produktentstehung, 17.-18.06.2004, Heinz Nixdorf Institut, Paderborn, 2004, S. 73-82]

- Stift- und gestenbasiertes Skizzieren
- automatische Formerkennung
- beschränkte Immersion
- Fokuskonflikt bei haptischer Arbeit vor Projektionssystemen (Hand oder Schirm?)



Bild: TU München

Visualisierung am BARCO Baron (Workbench); Eingabe mit Datenhandschuh



Bild: TU München

Arbeit in Co-Location mit Haptiksystem PHANToM

Immersive Modellersysteme

[nach Rothenburg, U.; Israel, J.H.: Immersive Modellertechniken – Tangible Interfaces für die Virtuelle Produktentstehung; 6. Fachkongress Designprozess – Wettbewerbsfaktor Design, Fellbach, 14.7.2011]

2006:

■ Frontdesign

[TOKYO WONDER SITE, Cosmos Aoyama SOUTH 3F, 5-53-67 Jingumae, Shibuya-ku, Tokyo 150-0001. Dates 31-10-2006-05-11-2006 Opening Party 2 November 18.00-21.00; URL: http://www.frontdesign.se/newsupdate_JAPAN_TOKYO%20WONDER%20SITE_02.htm; abgerufen am 3.6.2014]

- schwedisches Designstudio stellte als erstes die Idee des immersiven Modellierens einer größeren Öffentlichkeit vor.

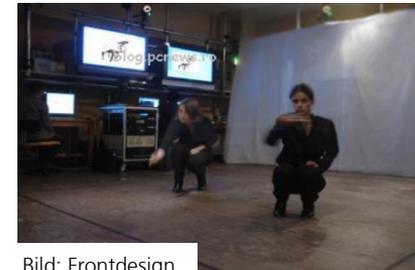


Bild: Frontdesign

Sicht auf Arbeitssituation



Bild: Frontdesign

Überlagerung mit Eingaben



Bild: Frontdesign

Gestalterisches Ergebnis

Immersive Modellersysteme

Fraunhofer IPK:

- Freiformflächen-Erzeugung und -Bearbeitung in immersiven VR-Systemen (etwa CAVE)
- Volumen generieren
- Geometrie-Primitive
- entscheidend: dem Arbeitszweck angepasste Interaktionsmetaphern
- antragen, abtragen, schneiden, verschneiden, addieren, subtrahieren, stauchen, zerren, ... (siehe Anforderungen durch Fraunhofer IPK, Seite 7)



Bild: Fraunhofer IPK

Freiformflächenenerzeugung in CAVE



Bild: Fraunhofer IPK

Kennzeichnung markanter Linien in CAVE



Bild: Fraunhofer IPK

Erzeugung Freiformfläche mittels zweier Tracker

Immersive Modellersysteme

VR Clay

- Freiformflächen-Erzeugung und -Bearbeitung in immersiver VR-Umgebung
- Anzeige:
Head Mounted Display (Oculus Rift)
- Interaktion:
beidhändig getrackte Joysticks (Razer Hydra)
- Werkzeuge zur Volumen-Generierung und -Manipulation



Bild: VR Clay

Freiformflächenerzeugung

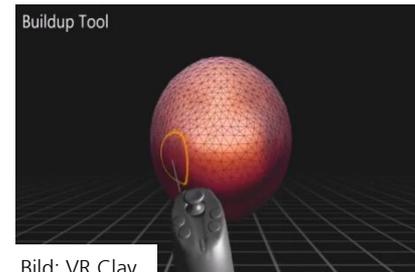


Bild: VR Clay

Ziehen des Volumens

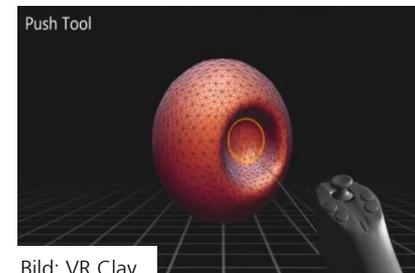


Bild: VR Clay

Eindrücken des Volumens

Immersive Modellersysteme

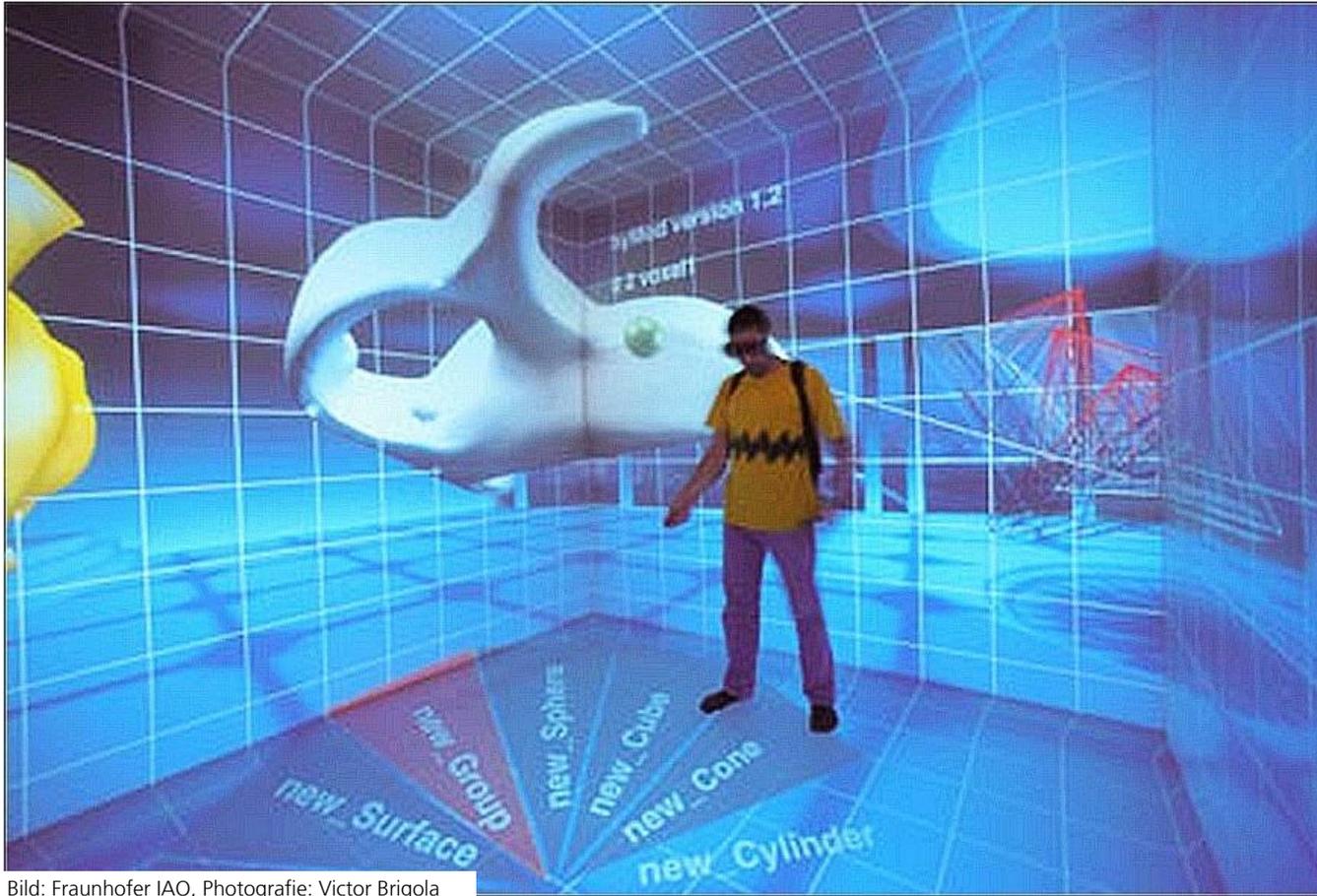


Bild: Fraunhofer IAO, Fotografie: Victor Brigola

Blick in die CAVE des Fraunhofer IAO mit immersivem Modellersystem:

Funktionen:
Volumenerzeugung mit virtuellem „Schaumprüher“,
Generierung Drahtgitter,
Formprimitive, bool'sche Operationen

Augmented-Reality-basierte Modellersysteme

Meta

- AR-Brille mit integrierter Kamera und Tiefenbildkamera
- Gestenerkennung

Einfaches Sketch Tool unterstützt das

- Aufreissen von Flächen
- Sweeping

mit den Fingerspitzen.



Bild: Meta

Blick auf Benutzer mit AR-Brille mit integrierter Tiefenbildkamera



Bild: Meta

Fingererkennung über Tiefenbildkamera



Bild: Meta

Hintergrund: Sicht des Nutzers (Stereoskopie, auf Bildschirm) in der AR-Brille: 2 Finger und gerade begonnene Fläche (oberhalb)

Augmented-Reality-basierte Modellersysteme

Gravity Sketch

- AR-Brille in Verbindung mit Tablet (ohne Display) und Eingabestift
- Tablet als AR-Marker, Visualisierung mittels AR-Brille
- Skizzieren mit Eingabestift auf Tablet
- Vorgabe von Beschränkungen / Randbedingungen
- Schieberegler am Tablet: z-Achse (Tiefe); Drehregler am Tablet: Rotation Objekt

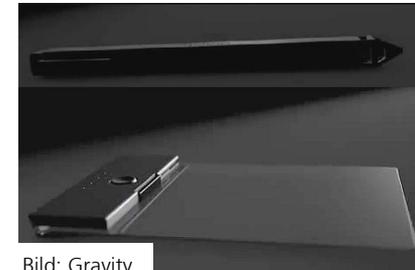


Bild: Gravity

Gravity Sketchpad und Eingabestift

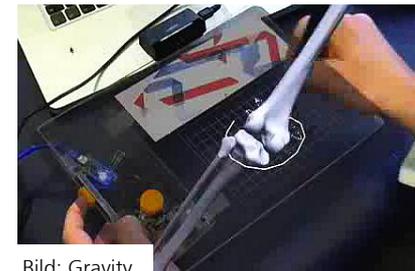


Bild: Gravity

Blick durch AR-Brille auf Tablett (hier noch Prototyp), welches als Tracking-Target dient



Bild: Gravity

Fotomontage Arbeitssituation mit Gravity Sketch

Haptic Design – 3D-Menschmodell

- Evaluation der haptischen Eigenschaften (Kinästhesie) des virtuellen Prototypens
- fertigungsgerechtes Gestalten haptischer Produkteigenschaften
- Einsatz eines extern gesteuerten, anthropometrischen 3D-Menschmodells
- Bewegungen, Gelenkpositionen
- Erreichbarkeit, Belastungen, Zugänglichkeit Hände, Werkzeug zu Befestigungselementen (Schrauben, Muttern, Klammern, ...) und Wartungsstellen (z.B. Schmierstellen)



Bild: ESI Group

Arbeit mit Icido/
IDO.Ergonomics
vor der Powerwall



Bild: ESI Group

Blick auf Belastungswerte
von Wirbelsäule
und Schulter bei
Erreichbarkeits-
untersuchungen

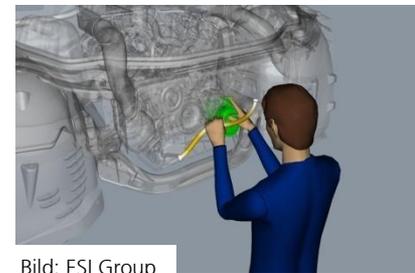


Bild: ESI Group

Montierbarkeits-
untersuchung mit
3D-Menschmodell

Haptic Design – Motion Capturing / Tracking

- Evaluation der haptischen Eigenschaften (Kinästhesie) des virtuellen Prototypens
- fertigungsgerechtes Gestalten haptischer Produkteigenschaften
- Einsatz einer Virtuellen Umgebung in Kombination mit Motion Capturing System und/oder getrackten Flysticks
- Erreichbarkeit
- Montage- und Demontage-Eignung
- subjektiver Eindruck
- Aussagen nicht objektiv, nur gültig für agierenden Probanden



Bild: Daimler

Anlegen des Hand- und Fingertrackings (optisch per IR)



Bild: Daimler

Proband in physischer Sitzkiste in CAVE: Erreichbarkeitstests



Bild: ESI Group

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

Haptic Design – Tangible User Interfaces

Force-Feedback-Systeme

- kraftrückkoppelnde Gelenkarmsysteme zur Positionsvorhabe für z. B. zu montierende Elemente: Montage- und Demontage-Eignung

Fahrzeug-Heckklappen-Simulator:

- Programmierung Kraft-Wegverhalten, Plexiglas als Angreifpunkt
- Erhebung Belastungen und Qualitätsanmutung

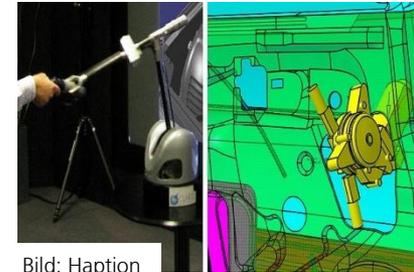


Bild: Haption

Haptische Untersuchung (mit Kraftrückkopplung) der Montierbarkeit; Positionsvorgabe über Griff



Bild: Fraunhofer IPK

Heckklappen-Simulator: Programmierung Kraft-Weg-Verhalten



Bild: Fraunhofer IPK

Angreifpunkt: Plexiglas

Haptic Design – Tangible User Interfaces

Dummy-Objekte

- fertigungsgerechtes Gestalten haptischer Produkteigenschaften
- Montage- und Demontage-Eignung mittels Geometrie-Prototyp (etwa aus 3D-Druck), der an 1 oder 2 haptische Endgeräte (Force Feedback) eingehängt ist
- bei 2 Endgeräten: 6DOF-Ausgabe (3 Kräfte, 3 Drehmomente)
- Berücksichtigung Greifart, Gewicht über Dummy-Objekt
- Präsentation physischer Materialproben (Leder, Textil, Lacke, ...) zur 3D-Visualisierung



Bild: Fraunhofer IPK

6DOF-Force-Feedback-
Werkzeugeinsatz



Bild: Fraunhofer IPK

6DOF-Force-Feedback-
Geometrie-Dummy



Bild: Dassault Systèmes 3DXCITE

Materialproben
ergänzen und
definieren (durch Scan)
3D-Visualisierung

Haptic Design – Tangible User Interfaces

Translatorische und rotatorische Simulatoren

Forschungsprojekt haptICS

[http://www.hfg-gmuend.de/haptICS_-_haptic_Interface_....html]

- Toolkit für das Design von Autocockpit-Bedienelementen oder von Hausgeräten
- Industriepartner: Daimler AG, Faurecia Interior Systems
- Simulation des haptischen Verhaltens solcher Schnittstellen
- Simulation einer zugrundeliegenden Schaltmechanik
- Drehknöpfe der Drehregler per Stecksystem auswechselbar
- Test des Einflusses von Knopf-Größe, -Gewicht, -Form und -Materialität auf das jeweilige Bedienverhalten



Bild: HS Schwäbisch Gmünd

Gesamtsystem: Wechsel-Magazin, Drehknopf, Visualisierung



Bild: HS Schwäbisch Gmünd

Greifschnittstellen



Bild: HS Schwäbisch Gmünd

Greifschnittstellen

Haptic Design – Tangible User Interfaces

Translatorische und rotatorische Simulatoren

Arbeiten der TU München

[Jörg Reisinger: Parametrisierung der Haptik von handbetätigten Stellteilen. Dissertation, TU München, 2009]

- Hintergrund: Trend zu zentralen Bedienelementen (z.B. Audi MMI, Daimler COMAND, Apple iPod, ...)
- Anforderung: „blinde“ Bedienung (-> Blickabwendung)
- zentral:
 - haptische Rückmeldung während Betätigung und
 - Gewinnung ergonomisch verwertbarer Daten zum Design von Betätigungshaptik
- „ausgehend von einer statischen Beschreibung des Schaltverhaltens in Form der Kraft-Weg-Darstellung, bzw. der Drehmoment-Drehwinkel-Darstellung kann gezeigt werden, dass diese Art der Beschreibung zur haptischen Interpretation ungeeignet ist und stattdessen das Integral des Drehmomentes über dem Drehwinkel das haptische Verhalten des Bedienelementes anschaulich beschreibt“



Bild: Reisinger, TU München

Translatorischer Simulator

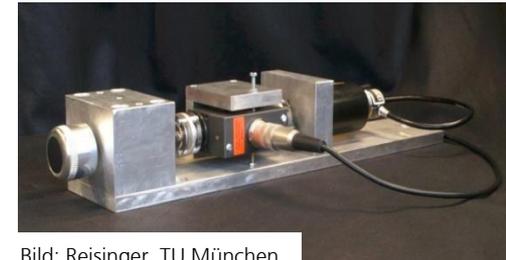
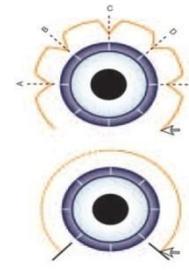
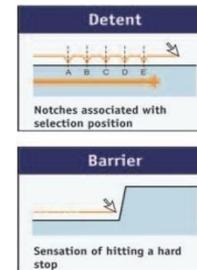


Bild: Reisinger, TU München

Rotatorischer Simulator



Bilder: Immersion



Programmierbarer Drehregler

Haptic Design



Bild: Fraunhofer IPK

Untersuchung mit Krafrückkopplung
vor Großprojektionssystem

Acoustic Design / Engineering

- Acoustic Design / Acoustic Engineering: Gestaltung, Analyse und Kontrolle von Klang
- Qualität suggerieren, hochwertig anhören
- emotionaler, charaktvoller Sound, „Markensound“
- gewisses Geräuschniveau nicht überschreiten
- 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

Design-Visualisierung – High Dynamic Range Displays

- gleichförmige Hintergrundbeleuchtung:
hellstes Weiß und dunkelstes Schwarz heller
- lediglich Verschiebung,
nicht Verbesserung der Dynamik
- HDR (High Dynamic Range):
Prototypen seit 2004
- HDR Displays erhöhen Helligkeitswerte über
Hintergrundbeleuchtung
- dabei wird das Display nicht flächen-deckend
mit gleicher Helligkeit von hinten beleuchtet,
sondern partiell heller und dunkler bestrahlt.
- Kontrastumfang von bis zu 200.000:1



Hintergrund mit
Farbunterstützung



sehr starker Effekt vor
allem bei monochromen
Bildern



HDR-Display
„HDR 47“

Design-Visualisierung – Projektionssysteme

- höchste Anforderungen an Bildqualität im Vordergrund (s. S. 8)
- Stereoskopie häufig sekundär
- hoher Kontrast nur durch dunkle Projektionsscheiben erreichbar (Verringerung Scheiben-interner Reflexionen)

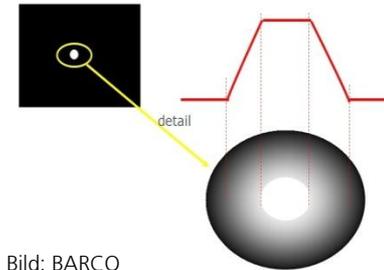


Bild: BARCO

Kontrastprofil

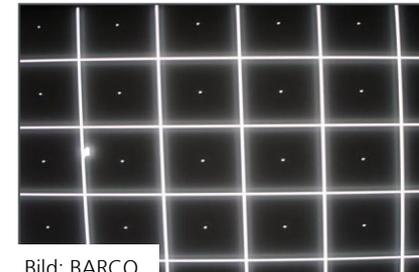


Bild: BARCO

Helle Scheibe

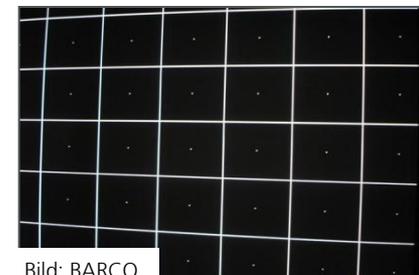


Bild: BARCO

Dunkle Scheibe

Design-Visualisierung – Projektionssysteme

- Multiprojektionswände vs. Einzelprojektorlösungen

Multiprojektionswand	Einzel-Projektor
<p><u>Pro</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Auflösung nicht limitiert ▪ Lichtleistung nicht limitiert ▪ sehr gute Lichtverteilung ▪ beste dunkle Projektionsscheiben einsetzbar ▪ geringere Bautiefe ohne Spiegel <p><u>Kontra</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Blending benötigt ▪ wg. Blending bessere Image-Prozessoren notwendig 	<p><u>Pro</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ technisch einfacher ▪ kein Blending notwendig <p><u>Kontra</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Auflösung limitiert ▪ Helligkeit abhängig vom Projektor ▪ Hot Spot ▪ Helligkeit nicht ausreichend für beste Projektionsscheiben

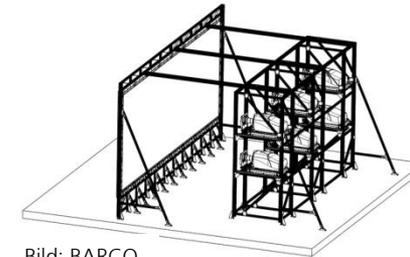


Bild: BARCO

BARCOs MegaCAD-Wall bei Daimler

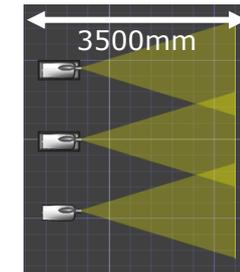


Bild: BARCO

Größenbetrachtung: notwendige Tiefe in Relation zur Bildbreite bei Mehrprojektorlösung



Bild: www.Cine4Home.de

Hot Spot bei Einzelprojektor-Lösung

Design-Visualisierung – Einsatz

Besprechungsraum mit
Powerwall bei KÄRCHER

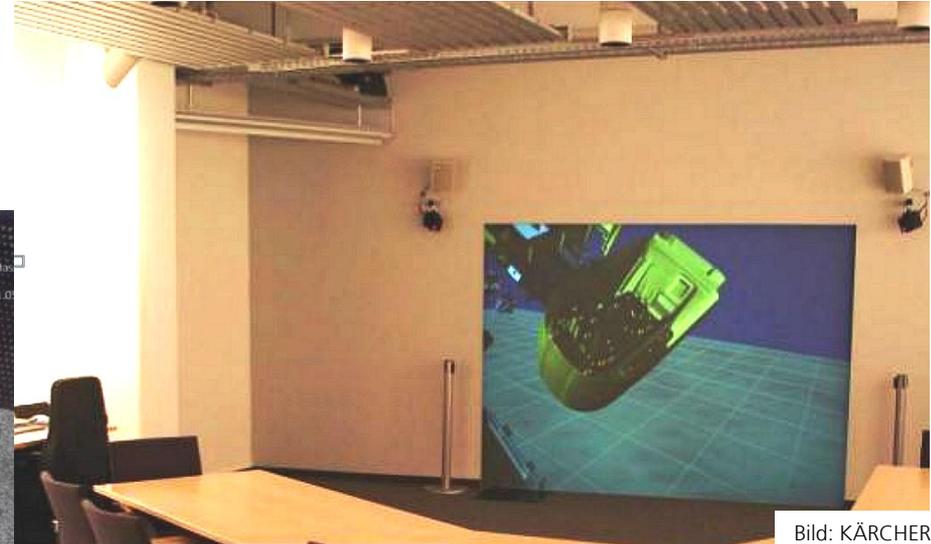


Bild: KÄRCHER

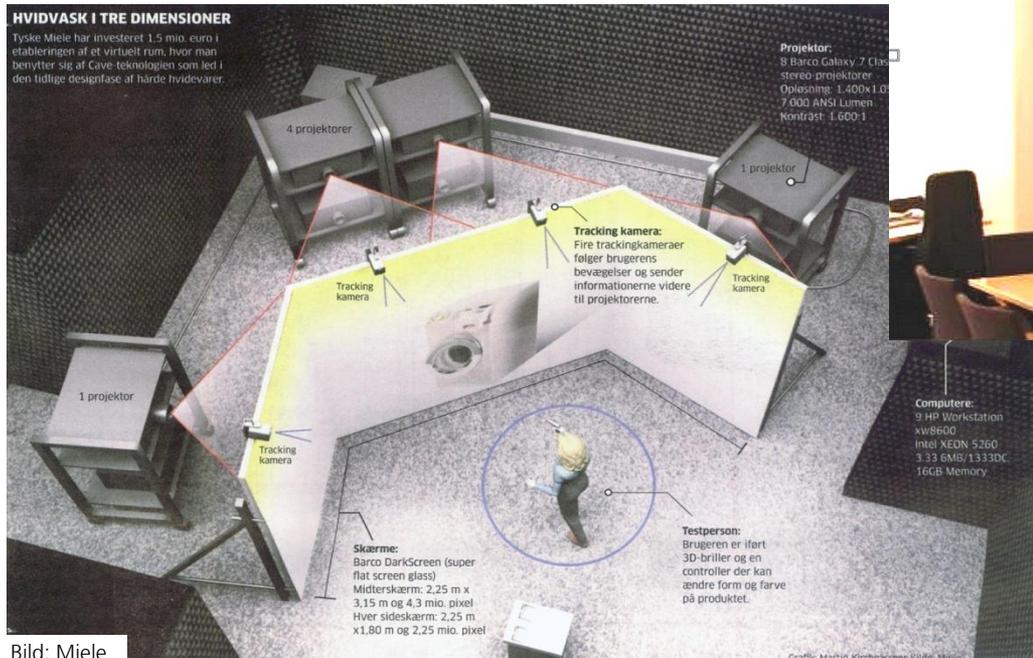


Bild: Miele

Schema des
Miele-Projektionssystems

Design-Visualisierung – Einsatz



Bild: Miele

Gewinkelte
Projektionswände
bei Miele:
Darstellung
Innenarchitektur
mit Produkten

Design-Visualisierung – Einsatz

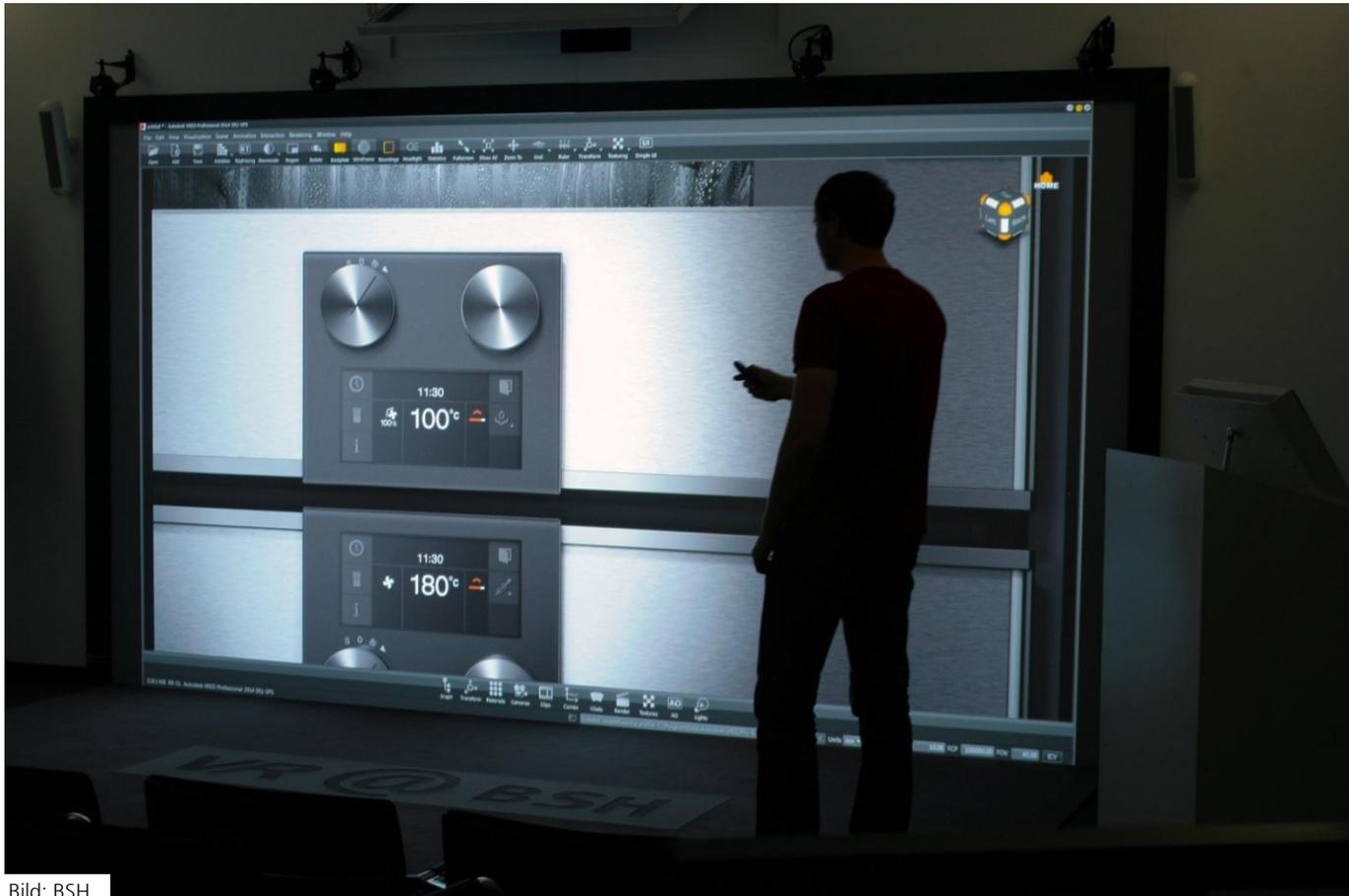


Bild: BSH

VR-Anlage im Design-Prozess bei BSH mit dem Fokus auf hohe Darstellungsqualität. Mit Hilfe von Produktvisualisierungen treffen Designer dort Material- und Formentscheidungen.

Design-Visualisierung – Mixed Reality

- Mixed Reality : reale Haptik plus digitale Visualisierung => realer Prototyp in Virtueller Umgebung
- Thema für Styling Außenhaut grundsätzlich schwierig wg. unechter Lichtreflexionen auf Prototyp (da Studio statt Umgebung)
- aber: Anwendungen in
 - haptisches Design der Bedienschnittstelle/ Interaktion/ Assistenzsysteme
 - Fahrsimulation
 - Montageuntersuchung mit 3D-Druck



Bild: Daimler

Realer Prototyp in Virtueller Umgebung:
Daimler-Fahrsimulator

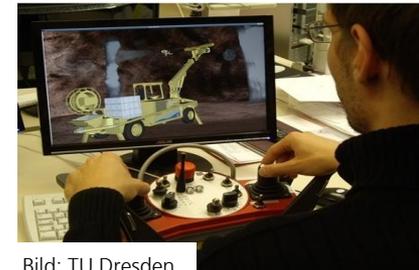


Bild: TU Dresden

Realer Prototyp einer Bedienschnittstelle in Visualisierungsumgebung:
Bediensimulator



Bild: Fraunhofer IPK

6DOF-Force-Feedback-Geometrie-Dummy

Design-Visualisierung – Augmented Reality

- virtueller Prototyp in realer Umgebung
- Ziel: Erzeugen eines Eindrucks eines virtuellen Prototyps in seiner späteren Umgebung (in-Kontext-Visualisierung)
- Korrekturschleifen fahren
- Architektur, Inneneinrichtung, Fashion, Automotive, ...



Bild: Z&M 3D-Welt

Städteplanung:
neugestaltete Straße (3D)
mit Bestandsbebauung



Bild: Palette CAD

Innenarchitektur:
neues Mobiliar in
Bestandswohnung

Automotive: „Audi Augmented Design Review“:
neue 3D-Felgenmodell auf existentem Fahrzeug
(Arvika-Projekt)



Bild: Huschka, Audi



Bild: Zugara.com

Fashion:
überlagertes
3D-Kleidmodell

Design-Visualisierung – Augmented Reality



Städtebau:
geplante Neugestaltung
des Kirchenvorplatzes als
graphische Überlagerung
vor der Ansicht des
realen Gebäudes

Bild: Z&M 3D-Welt

Design-Visualisierung – Augmented Reality



Städtebau:
Ausganglege
Kirchenvorplatz



Bild: Z&M 3D-Welt

Design-Visualisierung – Augmented Reality

Projektions-AR - I

- Verwendung weißes Clay-Modell (Schuh, Sitz, Karosserie, ...)
- Aufprojektion 3D-Modell
- Anzeige zusätzlicher Elemente (z. B. Seitenspiegel)
- Variantenvergleiche
- Facelift
- u.U. 1:1-Darstellung



Bild: augmented.org

Aufprojektion
Schuhdesign auf
weißes Geometriemodell



Bild: Dassault Systèmes 3DXCITE

Aufprojektion
Sitzdesign und Content
Entertainmentsystem
auf weißes
Geometriemodell



Reales Modell

Bild: Volkswagen



Bild: Volkswagen

Aufprojektion
Fahrzeugdesign
auf weißes
Geometriemodell

Design-Visualisierung – Augmented Reality

Projektions-AR - II

- Verwendung weißes Clay-Modell des Armaturenbretts
- Aufprojektion 3D-Modell Entertainment-System, Luftauslässe, ...
- Variantenvergleiche
- variable Positionierung von Anzeige- und Bedienelementen auf Armaturenbrett
- Erreichbarkeitsuntersuchungen

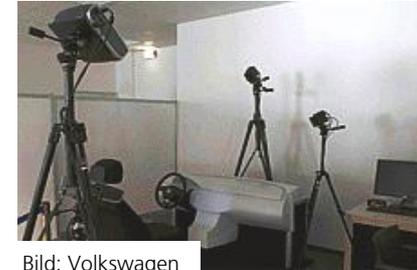


Bild: Volkswagen

Überblick:
Projektor, Tracking,
Armaturenbrett als
rein geometrisches
Modell



Bild: Volkswagen

Interaktion über
Tablet PC: Änderung
Konfiguration und
Positionierungen



Bild: Volkswagen

Aufprojektion
Bedienelemente:
auch geeignet für
Erreichbarkeits-
untersuchungen

Hintergrund – Vergleich von Produktivität und Qualität im Design

[nach: Tano, S.; et.al.: Godzilla: Seamless 2D and 3D Sketch Environment for Reflective and Creative Design Work.
 In: M. Rauterberg et al. (Eds.): Human-Computer Interaction - INTERACT'03, IOS Press, 2003, pp. 311-318]

Aufgabenstellung:

- Design eines neuen Autos
- 11 Designer
- 3 Methoden
- 60 Minuten/Methode
- Bewertung Spalte 2 u. 3 durch leitenden Designer

Ergebnis:

- Bei Skizzen Papier und Godzilla ähnlich komfortabel
- mehr brauchbare Ideen beim Sketchtool ggü. 3D-CAD



Bild: S. Tano

Entwurf mit
Papier und Stift

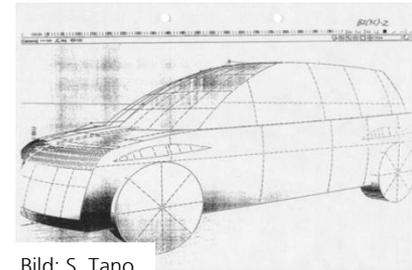


Bild: S. Tano

Entwurf mit
3D-CAD



Bild: S. Tano

Entwurf mit
3D-Sketching-Tool

Werkzeuge	# Entwürfe	# Ideen	Qualität (5: max)
Papier & Stift	6.7 (2 – 21)	4.2 (1 – 8)	4.0 (3 – 5)
3D – CAD	1.2 (1 – 2)	0.4 (0.3 – 0.5)	1.6 (1 – 2)
Godzilla (2D/3D Sketch Tool)	5.7 (1 – 12)	0.9 (0.5 – 1)	2.2 (1 – 3)

Legende: Durchschnitt
(Min – Max)

Hintergrund - Induktive Touchpads

Funktionsweise:

- Im Eingabegerät befindet sich eine Spule die dem induktiven Feld des Touchscreens ausgesetzt ist. So lässt sich die X/Y Position, die Entfernung und der Neigungswinkel des Eingabegerätes ermitteln.

Vorteile:

- empfindlich nur auf entsprechende Eingabegeräte
- Möglichkeit zur Erfassung der Neigung und Entfernung des Eingabegerätes
- funktioniert durch Papier hindurch, dadurch auch Abpausen möglich

Nachteil:

- spezielle Eingabegeräte nötig

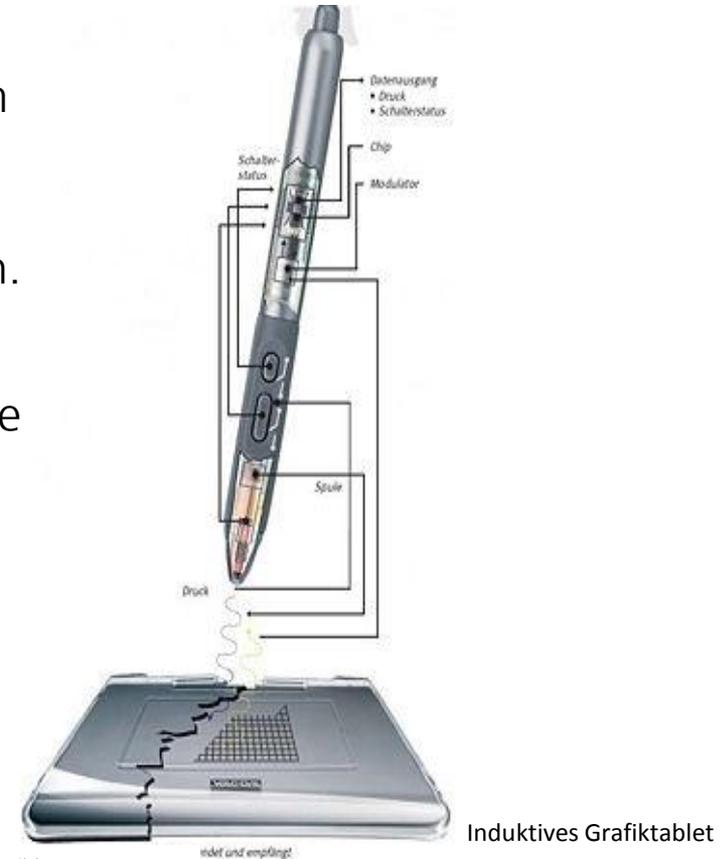
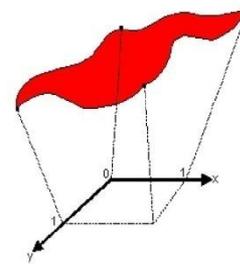


Bild: mybamboo.eu

Hintergrund – Flächendefinitionen

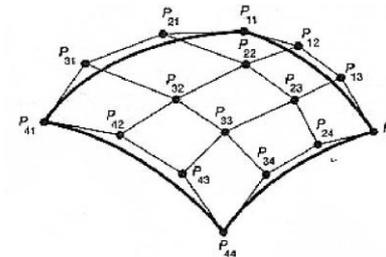
Parametrische kubische Flächen

- Stetigkeiten G^1 (geom.) und C^1 (param.)
- Beispiele
 - Gordon-Coons-Flächen: spezifiziert durch 4 Randkurven
 - Bézier-Flächen: Spezifiziert durch 16 Kontrollpunkte
 - Hermite-Flächen: spezifiziert durch 4 Kontrollpunkte, 8 Tangenten, 4 „Twist“-Werte



$F(0, y)$ für $y \in [0, 1]$
 (In der Abbildung die linke Kurve)
 $F(1, y)$ für $y \in [0, 1]$
 (In der Abbildung die rechte Kurve)
 $F(x, 0)$ für $x \in [0, 1]$
 (In der Abbildung die hintere Kurve)
 $F(x, 1)$ für $x \in [0, 1]$
 (In der Abbildung die vordere Kurve)

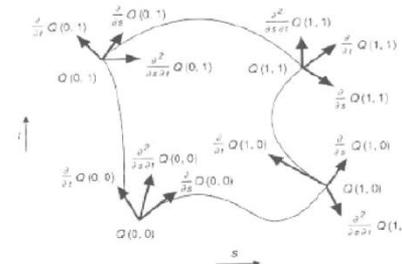
Gordon-Coons-Fläche



Bézier-Fläche

Nonuniform Rational Basis Splines (NURBS)

- Interaktive Veränderung einfach, da Kurvensegmente nur von wenigen Kontrollpunkten gehalten
- C^2 -Stetigkeit an Segmentübergängen
- invariant bzgl. Translation, Rotation, Skalierung und perspektivischen Transformationen



Hermite-Fläche

Hintergrund – anthropometrische Menschmodelle

- Einsatz digitaler Menschmodelle u.a. für digitalen Entwurf und Test von (technischen) Systemen für Benutzung durch Menschen (Beispiele: Bedienbarkeit, Erreichbarkeit, Sichtbarkeit, Komfort, Sicherheit, Schutz, Crash, Orthetik, Prothetik)
- Betrachtung vieler Altersklassen, Perzentile, Somatotypen: Absicherung Produktfunktionalität für großen Bevölkerungsteil
- Anthropometrie-Datenbank zur statistischen Körperformdimensionierung
- Skelett mit Knochen und Gelenken (Kinematiken), Winkelbeschränkungen, Kollisionsüberprüfungen
- objektive, wiederholbare Aussagen zu Komfort
- Entwurf Arbeitsplätze, Cockpit, Arbeitsabläufe, Werkzeuge, Sportgeräte, (Schutz-)Kleidung



Bild: ESI Group

Sichtanalysen im virtuellen Prototypen mit 3D-Menschmodell



Bild: Siemens Industrie Software

3D-Menschmodell Jack



Bilder: Wurzel-Medien



© Wurzel-Medien

Fashion-Visualisierungen

Hintergrund – die menschliche Hand

- riesige Anzahl an Kombinationsmöglichkeiten des Zusammenspiels von Fingern, Daumen, Handinnenfläche
- Anwendung je nach Anforderung bzgl. Präzision und Kraft
- Einige wichtige Greifarten:
 - Dreipunktgriff
 - Lumbricalgriff
 - Spitzgriff
 - Pinzettengriff
 - Hackengriff
 - Schlüsselgriff
 - Scherengriff
 - Zylindergriff / Faustschluss
 - Affengriff
- digitale Abbildung / Erfassung erfordert entsprechend detailliertes (Freiheitsgrade) Modell / Eingabesystem

Dreipunktgriff
z. B. Schreiben



Lumbricalgriff
z. B. kleines Gefäß aufdrehen



Spitzgriff
z. B. Stift aufheben



Pinzettengriff
z. B. Nadel, Tabletten aufheben



Hackengriff
z. B. Tragen der Tasche



Schlüsselgriff
z. B. Tür aufschließen



Faustschluss

Scherengriff
z. B. Zigarette halten



Hintergrund – physikalische Simulation

- Zusammenfahren der Informationen aus den gestalterischen und den technischen Disziplinen
- fotorealistische Darstellung zur Design-Evaluation
- Darstellung technischer Modellgrößen (Struktursimulation, Strömungssimulation, Lichtsimulation, ...) im gleichen Modell
- damit Änderungsauswirkungen auf Gestaltung und Physik gemeinsam beobachtbar



Bild: Visenso

Klimasimulation
in 3D-Gebäudemodell



Bild: OPTIS

Physikalisch korrekte
Lichtsimulation von
Scheinwerfermodell

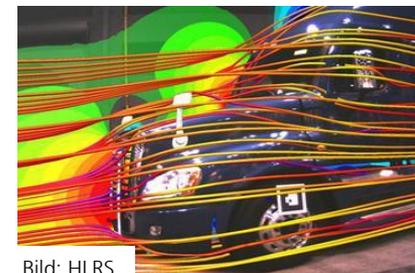


Bild: HLRS

Anzeige Stromlinien aus
Aerodynamik-Simulation
über reales Fahrzeug
oder Prototypen

Hintergrund – 3D-Konfiguratoren (Produktlogik)

- Auswahl vordefinierter Geometrien, Materialien, Ausstattungselemente
- riesige Kombinationsmöglichkeiten
- Kombinationsverbote
- Aufnahme Kundenwunsch, Steigerung Kundenbindung in frühen Phasen
- frühe Aussage zur Preis, Lieferbarkeit, Lieferzeitpunkt
- ausschließlich mögliche Produkte werden auch angeboten
- systematisches Variantenmanagement sehr wichtig: unsystematisches Variantenmanagement funktioniert oft anfänglich, lässt sich aber nicht skalieren



Bild: LumoGraphics

3D-Konfigurator
Aufzugssysteme

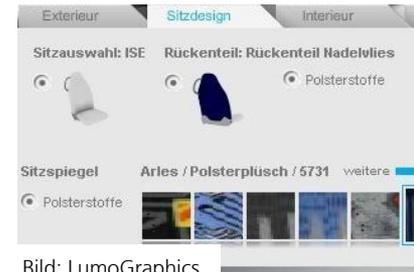


Bild: LumoGraphics

Konfigurationsmenü
Bus-Interieur



Bild: LumoGraphics

3D Konfigurator LKW

Einsatzfelder

- branchenübergreifend überall dort, wo Design-Klassen (s. Seite 3) greifen und wo Design-Funktionen (s. Seite 4-5) relevant sind:

Automotive



Bild: Lightshape

Bauwesen



Bild: Visenso

Fashion



Bild: Tridality

Innenarchitektur



Bild: PaletteCAD

Luft- & Raumfahrt



Bild: ESI Group

Maschinenbau



Bild: KÄRCHER

Verpackungen



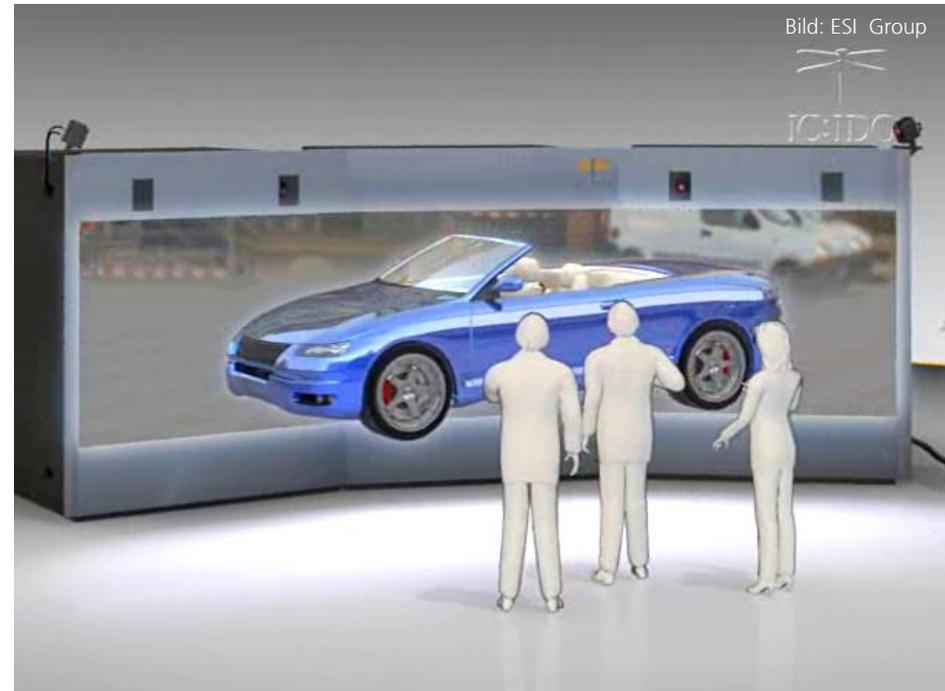
Bild: Wurzel-Medien

...und viele weitere mehr

.....

Nutzenpotenziale digitaler / immersiver Designtechniken

- schnelle Entwicklungszyklen als aktives Prozesselement
- frühes Ergebnisfeedback
- Betonung früher Entwicklungsphasen mit Reduktion Änderungskosten
- Entwicklung alternativer Produktkonzepte, Variantenvergleiche
- Unterstützung der Entscheidung über Produktspezifikation
- Reduktion Medienbrüche
- Verbesserung Kooperation, auch über Distanz
- Animation des Modells
- Interaktion mit Modell
- in-Kontext-Darstellungen



VDC-Mitglieder im Thema



Zusammenfassung

- potenzielle Einsatzbreite immersiver Designtechniken sehr hoch
- industrielle Reife und industrielle Durchdringung von VR- und Interaktionstechniken im Design aber sehr unterschiedlich
- im praktischen Einsatz:
 - Designvisualisierungen
(wichtiger Arbeitsschwerpunkt: Prozesskettenintegration)
 - Sketchpads, Graphiktablets, 3D-Sketching mit Force-Feedback
(Bereich mutmaßlich wachsend durch neue Tablet-Lösungen)
 - haptisches Design von Schaltern und Tastern
- Forschung/prototypisch:
 - immersive Modellierung
(Bereich forschungstechnisch ruhiger als vor einigen Jahren)
 - AR-Sketching



Das Thema interessiert Sie und Sie suchen nach Ansprechpartnern?
Bitte kontaktieren Sie uns: info@vdc-fellbach.de

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