

Ralph Stelzer · Karl-Heinrich Grote · Klaus Brökel
Frank Rieg · Jörg Feldhusen (Hrsg.)

ENTWERFEN ENTWICKELN ERLEBEN

Methoden und Werkzeuge in der Produktentwicklung



**10. Gemeinsames Kolloquium Konstruktionstechnik
KT2012 | Residenzschloss Dresden | 14.–15. Juni 2012**

Stelzer · Grote · Brökel · Rieg · Feldhusen (Hrsg.)

ENTWERFEN ENTWICKELN ERLEBEN

Methoden und Werkzeuge in der Produktentwicklung

10. Gemeinsames Kolloquium Konstruktionstechnik KT2012

Ralph Stelzer · Karl-Heinrich Grote · Klaus Brökel
Frank Rieg · Jörg Feldhusen (Hrsg.)

ENTWERFEN ENTWICKELN ERLEBEN

Methoden und Werkzeuge in der Produktentwicklung

Entwickeln – Entwerfen – Erleben.
Methoden und Werkzeuge in der Produktentwicklung
10. Gemeinsames Kolloquium Konstruktionstechnik (KT2012)

Herausgeber:

Prof. Dr. Ralph Stelzer (Technische Universität Dresden)
Prof. Dr. Karl-Heinrich Grote (Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg)
Prof. Dr. Klaus Brökel (Universität Rostock)
Prof. Dr. Frank Rieg (Universität Bayreuth)
Prof. Dr. Jörg Feldhusen (RWTH Aachen)

Wir bedanken uns für die Unterstützung bei
ma design, Tedata, Continental, xPLM, B.I.M. Consulting und Reiss Büromöbel

ma design
//ENGINEERING

Continental 

B.I.M.
onsulting

TEDATA

xPLM
Solution

REISS

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der
Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind
im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Bibliographic information published by the Deutsche Nationalbibliothek
The Deutsche Nationalbibliothek lists this publication in the Deutsche
Nationalbibliografie; detailed bibliographic data are available in the
Internet at <http://dnb.d-nb.de>.

ISBN 987-3-942710-80-0

© 2012 TUDpress
Verlag der Wissenschaften GmbH
Bergstr. 70 | D-01069 Dresden
Tel.: 0351/47 96 97 20 | Fax: 0351/47 96 08 19
<http://www.tudpress.de>

Alle Rechte vorbehalten. All rights reserved.
Layout und Satz: Sandra Olbrich/Technische Universität Dresden.
Umschlaggestaltung: TU Dresden, Illustration Audi A6 Limousine © 2012 Audi AG

Andreas Seibold, Ralph Stelzer & Bernhard Saske

Virtual Reality bei Kärcher

Firma Alfred Kärcher GmbH & Co. KG

Die Firma Kärcher wurde 1935 von Alfred Kärcher in Stuttgart-Bad Cannstatt zur Entwicklung und Herstellung industrieller Produkte auf dem Gebiet der Heiztechnik gegründet. Der erste Heißwasser-Hochdruckreiniger Europas entstand 1950 am neuen Stammsitz in Winnenden und bedeutete für Kärcher den Durchbruch in der Reinigungstechnik. Ein weiterer Meilenstein in der Firmengeschichte war die Einführung des ersten tragbaren Hochdruckreinigers und die damit verbundene Erschließung des Consumer-Marktes 1984.

Mit dem Selbstverständnis »Spitzenleistungen für Sauberkeit und Werterhaltung« bietet das Familienunternehmen Kärcher heute eine breite Produktpalette für den Innen- und Außenbereich an, die von Hochdruckreinigern über Nass-/Trockensauger, Kehr- und Scheuersaugmaschinen, Kfz-Waschanlagen, Dampfreiniger, Reinigungsmittel und Trink- und Abwasseraufbereitungsanlagen bis zu Bewässerungs- und Entwässerungspumpen reicht. Seit 1980 wächst das Unternehmen in allen Bereichen kontinuierlich und konnte im Jahr 2011 bei einem Umsatz von 1,7 Mrd. Euro eine Beschäftigtenzahl von 8700 Mitarbeitern vorweisen (Abbildung 1).

Das Bestreben von Kärcher, immer neue und verbesserte Produkte auf den Markt zu bringen, drückt sich nicht zuletzt in einer stetig steigenden Zahl gehaltener Patente und Gebrauchsmuster aus, die im Jahr 2011 bereits 1270 betrug (Abbildung 2).

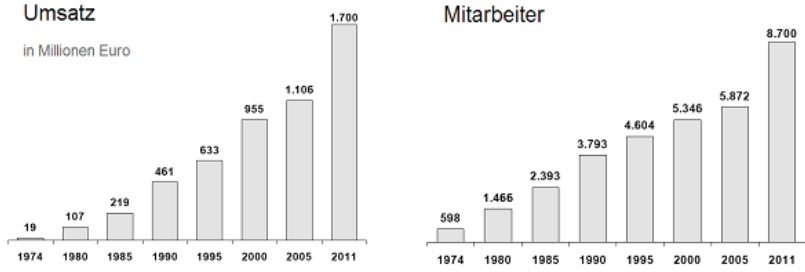


Abbildung 1: Entwicklung der Umsatz und Mitarbeiter bis 2010

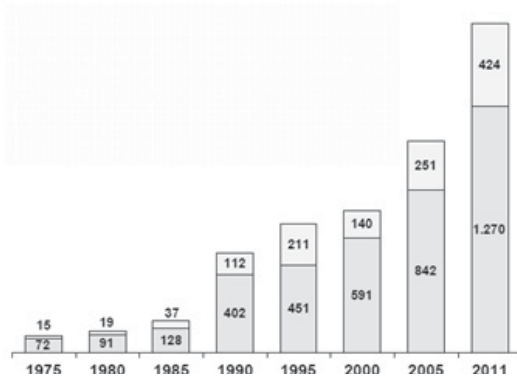


Abbildung 2: Anzahl Patente und Gebrauchsmuster bis 2011

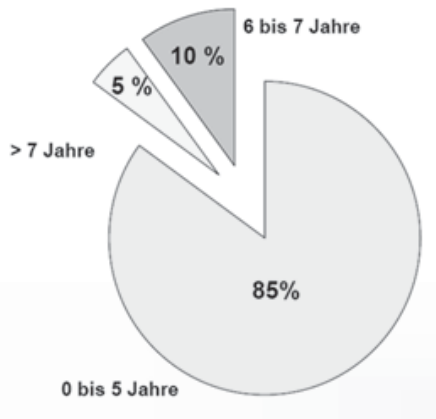


Abbildung 3: Durchschnittliches Alter von Kärcher-Produkten (Quelle Kärcher Vertriebs-GmbH)

Kärcher gelingt es, kontinuierlich Produktverbesserungen oder völlig neue Produkte am Markt zu platzieren, obwohl das Produktportfolio der Firma klar definiert ist. So liegt das Alter von 85% aller Kärcher-Produkte zwischen 0 und 5 Jahren, bei 10 % beträgt es zwischen 6 und 7 Jahren, und nur 5% aller Produkte sind mehr als 7 Jahre alt. Zur Realisierung dieser kurzen Produktzyklen setzt Kärcher moderne Simulationstools für Strömungs- und Strukturmechanik sowie Kunststoff-Spritzguss ein. Bereits 2006 begann die Einführung von Virtual Reality mit dem Ziel, neue Produkte sehr früh im Produktentstehungsprozess mit hoher Qualität zu visualisieren und ihr Verhalten zu simulieren.

Einführung von Virtual Reality

2006 standen am Markt schon mehrere Software-Lösungen zur Verfügung, die in der Lage waren, 3D-CAD-Daten einzulesen und diese in Echtzeit als Stereo-Bildpaare zu rendern. Die Rechenzeiten waren dabei in einem Maße optimiert, dass schon mit einem Cluster aus drei Workstations – einem Frontend-Rechner und zwei Rendering-Rechnern für die beiden Ausgabekanäle – flüssige Bewegungsabläufe wiedergegeben werden konnten. Bei Kärcher sah man zunächst drei Hauptanwendungen von Virtual Reality:

- die Produktvisualisierung im Design-Prozess zur Einsparung teurer Schaummodelle,
- die interaktive Nutzung des virtuellen Prototypen zur Produktoptimierung und Verkürzung der Entwicklungszeiten in der Konstruktion und
- die Darstellung von Wasser- und Luftströmungen auf Basis von Strömungssimulationen zur Kommunikation von Forschungs- und Entwicklungsergebnissen.

Die Wahl fiel auf ein Ein-Wand Projektionssystem (Powerwall) mit integrierten Tracking-Komponenten. Zur Produktvisualisierung wurde die am Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (FhG IAO) in Stuttgart entwickelte Software »VRxm« beschafft (Abbildung 4). Zur Wiedergabe dynamischer Strömungsvorgänge wurde die ebenfalls im Technologiepark in Stuttgart-Vaihingen entwickelte Software »COVISE« der Firma Visenso GmbH ausgewählt. Beide



Abbildung 4: Produktvisualisierung mit der Software VRxm

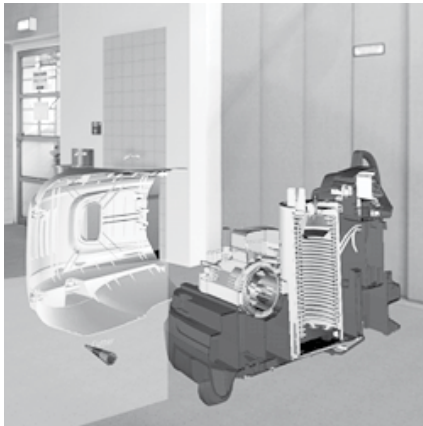


Abbildung 5: Interaktive Zerlegung und Schnitte durch Geräte mit der Software VRxm



Abbildung 6: Darstellung der Strömung in der Kärcher-Gartenpumpe GP 60 mittels Partikeln in COVISE

Software-Pakete liefen sehr zuverlässig unter Linux auf den exklusiv hierfür eingerichteten Virtual-Reality-Workstations und wurden regelmäßig auf dem neuesten Stand gehalten.

Mit der Stereo-Darstellung der Produkte auf der Powerwall in vollem Maßstab und in einer realistisch anmutenden Umgebung gewann man erstmals einen Eindruck von einem neuen Produkt, ohne hierfür einen Prototypen anfertigen zu müssen. Die Software VRxm bot unter Anderem die Möglichkeit, Geräte interaktiv zu bewegen, zu zerlegen und zu schneiden und sie mit Kamerafahrten von allen Seiten zu bewerten (Abbildung 5).

Mittels Partikelbewegung ließen sich komplexe Strömungsvorgänge mit der Software Covise eindrucksvoll visualisieren, was zu einem tieferen Verständnis der Mechanismen führte (Abbildung 6). Kärcher war mit dem neuen Virtual-Reality-System absoluter Vorreiter in der Branche der Reinigungsgeräte-Hersteller. Die Anlage wurde auch ausgewählten Besuchergruppen vorgeführt und leistet bis heute einen wertvollen Beitrag zur Demonstration der im Entwicklungsprozess eingesetzten High-Tech-Werkzeuge.

Nach anfänglich sehr großem Interesse und häufigem Betrieb der VR-Anlage zeigten sich im täglichen Gebrauch einige gravierende Nachteile, die zu einem stetigen Rückgang der Nutzung des Systems führten:

- die sehr zeitaufwändige Aufbereitung von virtuellen Prototypen und VR-Szenen,
- die umständliche Handhabung der VR-Anlage sowie
- der ungenügende Mehrwert der VR-Funktionen gegenüber konventioneller Software.

Bei der Aufbereitung von 3D-CAD-Daten im Virtual-Reality-System traten durch die Datenkonversion in das Austauschformat VRML Informationsverluste und Strukturänderungen des Datensatzes auf, die häufig zu mehrstündiger manueller Nacharbeit führten. Die Bedienung der Virtual-Reality-Anlage als Insellösung unter Linux war Nutzern vorbehalten, die über ein gewisses »Expertenwissen« verfügten. Die Interaktion des Benutzers mit den dargestellten Produkten

erwies sich als kompliziert und führte ohne ausreichende Einübung zu unrealistischen Bewegungsabläufen. Die im 3D-CAD-System vorhandenen Schnitt- und Bemaßungsfunktionen waren denen des VR-Systems meist überlegen, wobei den Konstrukteuren ohnehin die Darstellung in 2D genügte, um sich ein Produkt räumlich vorstellen zu können. Der Zusatznutzen der VR-Anlage im Vergleich zu einem CAD-System war deshalb im Bereich Konstruktion gering. Für Design-Reviews waren die virtuellen Prototypen oft zur Darstellung feiner Details nicht ausreichend hoch aufgelöst, da die Tessellierung der Oberflächen nur eingeschränkt zu steuern war.

Im Ergebnis wurden die mit großem Aufwand erarbeiteten Modelle nicht nachhaltig genutzt, sodass neue konzeptionelle Überlegungen für Virtual Reality angestellt wurden.

Neubewertung des Einsatzes von Virtual Reality

Innerhalb des Unternehmens wurden verschiedene Zielgruppen zum möglichen Nutzen von Virtual Reality befragt. Neben dem Design hatten die Bereiche, Marketing, Vertrieb, Service/Dokumentation und Unternehmenskommunikation Bedarf an hochwertiger Visualisierung. Im Bereich Forschung und Entwicklung (F&E) bestand weiterhin Interesse an der interaktiven Darstellung von Simulationsergebnissen. Die möglichen Einsatzszenarien wurden innerhalb der Bereiche diskutiert und sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

In den gewünschten Anwendungen zeigte sich eine deutliche Präferenz fotorealistischer Computergrafiken, meist als CGI (computer generated imagery) bezeichnet, gegenüber eigentlicher Virtual Reality – also dem Eintauchen (Immersion) in eine stereoskopisch dargestellte 3D-Szene und der Interaktion mit Objekten in Echtzeit. Somit wurde die Beschaffung neuer Software erforderlich, die folgende Anforderungen zu erfüllen hatte:

- Fotorealistisches Rendering virtueller Szenen, dabei
- Möglichkeit zur Immersion und Interaktion in Echtzeit
- Lauffähigkeit auf den Workstations des Firmennetzwerks.

Zielgruppe	Einsatzszenario	Qualität der Darstellung
Marketing	Virtuelle Photo Shootings	Fotorealistische Darstellung
Vertrieb	Virtuelle Produkte auf Messen Produkt-Konfiguratoren Einbindung der Kunden in Produktgestaltung / -optimierung	Fotorealistische Darstellung
Service / Dokumentation	Visualisierung von Arbeitsabläufen	Hohe Rendering-Qualität
Unternehmenskommunikation	Innovation Technologieführerschaft	VR (immersiv in Echtzeit), wenn möglich fotorealistisch
F & E	Ergebnisse aus Simulationen	VR (immersiv in Echtzeit), wenn möglich fotorealistisch
Design	Visualisierung von Entwürfen Farb- / Materialauswahl	Fotorealistische Darstellung, wenn möglich immersiv in Echtzeit

Tabelle 1: Virtual Reality – Zielgruppen und Einsatzszenarien

Die Forderung nach Echtzeitfähigkeit bei gleichzeitig sehr hoher Darstellungsqualität ließ sich mit Software-Produkten, die ausschließlich auf Offline-Rendering für Print-Medien und Kinofilme ausgerichtet sind – wie Maxwell, Cinema 4D, Maya oder auch 3D Max – nicht erfüllen. Stattdessen wurde mit der Software VRED (Virtual Reality Editor) eine Lösung gewählt, die für höchste Darstellungsqualität in der Automobilindustrie entwickelt wurde und gleichzeitig alle Virtual-Reality-Funktionen wie stereoskopische Darstellung und Nutzer-Tracking in Echtzeit unterstützt.

Visualisierung mit der Software VRED

VRED ist dabei voll skalierbar und lässt sich daher sowohl auf einer einzelnen Workstation als auch im Cluster-Modus in VR-Anlagen mit mehreren Projektionsflächen einsetzen. Innerhalb von VRED können umfangreiche Materialdatenbanken genutzt und für eine schnelle Wiederverwendung gespeichert werden. Durch die Bereitstellung verschiedener Programmierschnittstellen (C++, Python-Script) bietet die Software sehr gute Möglichkeiten, Import- oder Renderprozesse zu automatisieren, womit sich Renderergebnisse

Abbildung 7a



Abbildung 7b



Abbildung 8



Abbildung 9a



Abbildung 9b

leicht reproduzieren und ohne Expertenwissen nutzen lassen. Abbildung 7 zeigt den Vergleich zwischen einem realen Produktfoto, das in einem Retuscheprozess digital nachbearbeitet wurde, und einem Rendering aus VRED ohne weitere Bearbeitung.

Neben den überzeugenden Renderergebnissen bietet VRED die Möglichkeit Daten, die aus verschiedenen Erzeugersystemen stammen, gemeinsam zu visualisieren. In Abbildung 8 ist der mit dem Strömungslöser ANSYS CFX berechnete Luftstrom des Dachrockners einer Kärcher-Portalwaschanlage gemeinsam mit dem Produkt selbst visualisiert. Mit der zusätzlichen Information – hier dem geschlossenen Luftvorhang und seiner gleichmäßigen Verteilung – bekommt der Kunde einen Eindruck von der hohen Qualität des Produkts und den vorgenommenen Optimierungen.

Ein weiterer großer Vorteil fotorealistischer Renderings liegt in der Animation von Produkten. In einem frühen Entwicklungsstadium können dem Kunden auf diese Weise Funktionen und Merkmale neuer Produkte vorgeführt werden, ohne dass hierfür ein realer Prototyp aufgebaut werden müsste (Abbildung 9).

Geplante Prozessintegration mit der Software VRplm der TU Dresden

Die Akzeptanz der VR-Technologie im Unternehmen stieg mit der Einführung von VRED beträchtlich. Der nach wie vor nötige manuelle Aufwand für die Aufbereitung des virtuellen Prototypen und der VR-Szenen stellt jedoch auch weiterhin ein großes Hemmnis für den kontinuierlichen Einsatz von VRED im Produktentwicklungsprozess dar und hat seinen Grund in der noch fehlenden Ankopplung an das PDM-Backbone-System SAP (Abbildung 10). Die dezentrale Speicherung von Materialdatenbanken und Umgebungsszenen macht die Handhabung von VRED nach wie vor unhandlich.

Ein zukunftsweisendes Konzept zur Integration verschiedener VR-Anwendungen in den Engineering Prozess bietet hier die VRplm-Plattform des Lehrstuhls Konstruktionstechnik/CAD der TU-Dresden. Mit einer Server-Client-Architektur der VRplm-Plattform lassen sich

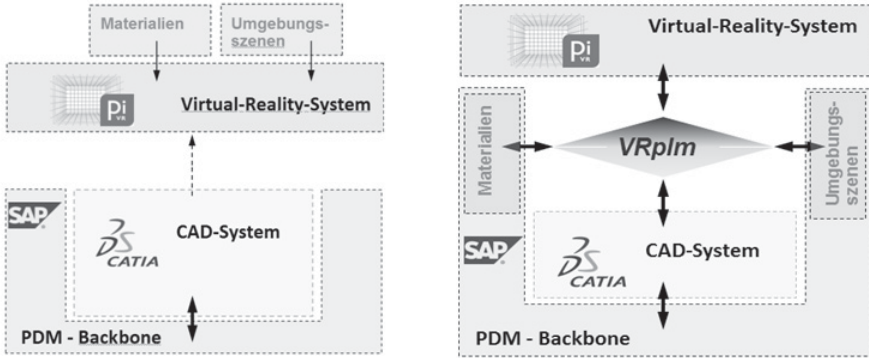


Abbildung 10 (links): Virtual-Reality-System als Insellösung

Abbildung 11 (rechts): Integration von Virtual Reality in den Produktentwicklungsprozess mittels VRplm

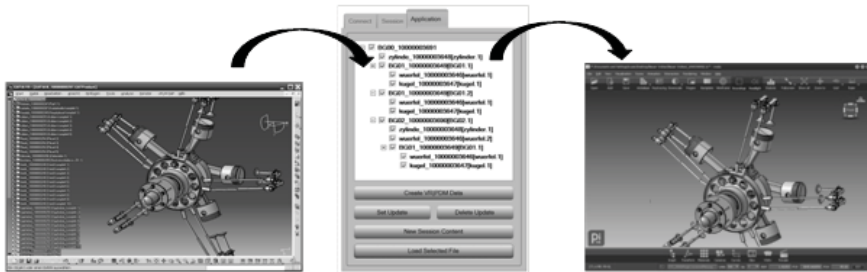


Abbildung 12: Grafische Benutzeroberfläche von VRplm

CAD- und VR-Systeme beliebig verknüpfen. Die Daten werden dabei in der PLM-Umgebung in Echtzeit synchronisiert. Neben den klassischen Produktdaten lassen sich auch Materialdatenbanken und Umgebungsszenen für VRED verwalten und zentral in SAP ablegen. Die VRplm-Plattform der TU Dresden zeigt sich in Abbildung 11 als zentrale Brücke zwischen CATIA, dem Virtual-Reality-System VRED und SAP.

Die Zuweisung von Materialien kann mit diesem Konzept mit geringem Mehraufwand per »drag'n'drop« durch die Konstrukteure selbst vorgenommen werden. Der virtuelle Prototyp ist durch diese zentrale Bearbeitung immer auf dem aktuellen Stand. Die

virtuelle Szene wird in VRED durch Ansteuerung über die VRplm-Plattform automatisch aufgebaut. Der Konstrukteur muss sich in VRED nicht einarbeiten und kann sämtliche Materialzuweisungen in seiner gewohnten CAD-Umgebung vornehmen. Einen Eindruck der grafischen Oberfläche von VRplm vermittelt Abbildung 12. Die VRplm-Plattform wird derzeit bei Kärcher den unternehmensspezifischen Anforderungen angepasst. Nach erfolgreichem Abschluss einer Evaluierungsphase ist der produktive Einsatz der VRplm-Plattform in der Produktentwicklung geplant.

Kontakt

Dr. Andreas Seibold
Alfred Kärcher GmbH & Co.KG
Postfach 160
71349 Winnenden
andreas.seibold@de.kaercher.com

Prof. Dr.-Ing. habil. Ralph Stelzer
Dr. Bernhard Saske
Technische Universität Dresden
Fakultät Maschinenwesen
Professur für Konstruktionstechnik/CAD
01062 Dresden
bernhard.saske@tu-dresden.de

