
Über die Autoren

Prof. Dr. Wolfgang Broll leitet seit 2009 das Fachgebiet Virtuelle Welten und Digitale Spiele an der TU Ilmenau. Er studierte Informatik an der TU Darmstadt (Diplom 1993). Anschließend arbeitete er als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Angewandte Informationstechnik (FIT) der damaligen GMD – Forschungszentrum Informationstechnik GmbH, wo er dessen VR-Aktivitäten begründete. 1998 promovierte er an der Universität Tübingen zum Dr. rer. nat. Nach dem Zusammenschluss von GMD und Fraunhofer leitete er bis 2012 die Abteilung Collaborative Virtual and Augmented Environments (CVAE), später Mixed and Augmented Reality Solutions (MARS) am Fraunhofer FIT in St. Augustin. Im Rahmen dieser Tätigkeit leitete und koordinierte er zahlreiche nationale und internationale AR- und MR-Forschungsprojekte. Von 2000 bis 2009 war er darüber hinaus Lehrbeauftragter der RWTH Aachen im Bereich VR/AR. Seine Forschungsinteressen liegen in den Bereichen Augmented Reality, Mixed Reality User Interfaces und natürliche Benutzungsschnittstellen. Neben seinen akademischen Aktivitäten ist er Gründer und Geschäftsführer der fayteq GmbH. Prof. Broll hat an diesem Buch als Editor für Kap. 8 sowie als Zweiteditor für die Kap. 5 und 6 mitgewirkt. Als Autor trug er zu den Kap. 1, 4 und 8 bei.

Mathias Buhr studierte an der TU Bergakademie Freiberg Engineering & Computing und ist seit dem erfolgreichen Abschluss des Studiums als wissenschaftlicher Mitarbeiter am dortigen Institut für Informatik tätig. Neben seiner Lehrtätigkeit im Bereich Mensch-Maschine-Kommunikation, Multimedia und Parallelrechner beschäftigen ihn insbesondere Methoden für verteiltes & paralleles Rendering für virtuelle Umgebungen. Mathias Buhr ist Autor von Abschn. 7.2 und Co-Autor von Abschn. 7.3.

Prof. Dr. Carolina Cruz-Neira ist der William Hansen Hall and Mary Officer Hall/BORSF Endowed Super Chair in Telecommunications an der University of Louisiana at Lafayette. Von 2006 bis 2009 war sie der founding Executive Director des Louisiana Immersive Technologies Enterprise (LITE). Sie war Inhaber des Stanley Chair in Interdisciplinary Engineering an der Iowa State University in Ames, Iowa, und einer der Gründer des Virtual Reality Application Center (VRAC). Sie hat Systems Engineering an der Universidad Metropolitana at Caracas, Venezuela studiert (Abschluß 1987) und hält sowohl

einen Master (1991) als auch einen PhD (1995) in Electrical Engineering and Computer Science von der University of Illinois at Chicago. Dr. Cruz-Neira ist einer der Erfinder des CAVE-Konzeptes und Systems. Sie ist Mitglied zahlreicher Aufsichtsgremien und Inhaber mehrerer internationaler Preise wie dem IEEE VGTC Virtual Reality Technical Achievement Award. Ihre Forschungsinteressen liegen im Bereich der Softwaresysteme und – architekturen für Virtuelle Umgebungen, wo sie das VRJuggler System initiiert und geleitet hat, und im Bereich verschiedenster Anwendungen der Virtuellen Realität. Sie ist Co-Autor der Abschn. 5.2 und 7.3.

Prof. Dr. Ralf Dörner ist Professor für Graphische Datenverarbeitung und VR am Fachbereich Design, Informatik, Medien der Hochschule RheinMain in Wiesbaden seit 2004. Nach dem Informatik Diplom (TU Darmstadt, mit Auszeichnung), arbeitete er für die Fraunhofer Gesellschaft, zuerst als wiss. Mitarbeiter am Fraunhofer IGD in Darmstadt, zuletzt als Abteilungsleiter „Mixed Reality“ und stellv. Leiter am Fraunhofer AGC in Frankfurt. Nach seiner Promotion (Goethe-Uni Frankfurt, mit Auszeichnung) und einem DAAD Post-Doc Aufenthalt in den USA (NOAA/Uni New Hampshire), wurde er auf eine Professur an die Hochschule Harz berufen. Er ist u.a. Ehrenprofessor der Uni von Transsilvanien, Mitglied der ACM SIGGRAPH, deren Recognition of Service Award er erhielt, und Mitglied im Leitungsgremium der GI-Fachgruppe VR/AR. Seine Forschungsinteressen liegen im Bereich der Visualisierung (interaktive Informationsvisualisierung, Visual Data Analysis), der VR und MR (speziell im Bereich Autorensysteme) und in der Nutzung von Computergraphik für e-Learning und Entertainment. Hier hat er zahlreiche öffentlich-geförderte Drittmittelprojekte, aber auch industrielle Auftragsprojekte verantwortlich bearbeitet. Prof. Dr. Ralf Dörner hat an diesem Buch als Editor mitgewirkt, speziell als Editor von Kap. 1, 2, 6 und 10. Für die Kap. 3 und 4 fungierte er als Zweiteditor. Als Autor hat Prof. Dr. Dörner die Abschn. 1.1, 2.2.1, 2.2.2, 2.4.1, 2.4.2, 2.4.3, 2.4.4, 2.5.1, 6.7, 9.1 sowie Kap. 10 verfasst.

Prof. Dr. Christian Geiger ist seit 2004 Professor für Mixed Reality und Visualisierung an der Fachhochschule Düsseldorf. Davor war er an der Hochschule Harz in Wernigerode Professor für 3D-Grafik und Animation. Er studierte Informatik an der Universität Paderborn und promovierte dort 1998 mit einer Arbeit über die Erstellung interaktiver 3D-Animationen. Von 1997 bis 2000 war er bei der Siemens AG in Paderborn verantwortlich für F&E-Projekte im Bereich 3D-Grafik, Multimedia und VR/AR. Seine Forschungsinteressen liegen in der Gestaltung und Umsetzung neuartiger Benutzungsschnittstellen, Mixed Reality Anwendungen und interaktiver Visualisierungstechniken. Als Autor hat er die Abschn. 6.1 und 6.4 verfasst.

Dr. Martin Göbel ist Gründer und Geschäftsführer der 3Daround GmbH, die sich mit Holographischer Lichttechnologie beschäftigt, und Consultant bei der Hochschule Bonn Rhein Sieg am Institut für Visual Computing. 1982–1986 war er wissenschaftlicher Mitarbeiter bei Herrn Encarnacao an der Technischen Hochschule in Darmstadt. Danach war

er Abteilungsleiter am Institut für Graphische Datenverarbeitung in Darmstadt und koordinierte das Fraunhofer Demonstration Zentrum VR. 1996–2004 war Dr. Göbel Direktor für Virtual Environments bei der GMD – Forschungszentrum Informationstechnik. Hier entstand erstmals die CAVE in Europa. 2004–2009 war er Geschäftsführer bei der fleXilitation GmbH, die sich mit flexibler Simulation von Schläuchen und Kabeln beschäftigte. Martin Göbel studierte Informatik an der Darmstädter Universität und erhielt seinen Doktor für Graphische Multiprozessorsysteme. Er ist Autor von über 100 Publikationen in Büchern, Journals und Konferenzen. Er installierte den Workshop on Virtual Environments (EGVE, 1993–2004) und war Programm Co-Chair bei der Eurographics 95 und 98, und der IEEE VR 2001, 2002 und 2004. Er war zudem General-Chair bei der IEEE VR 2005 in Bonn. Als Autor hat er Abschn. 1.3 verfasst.

Prof. Dr. Paul Grimm ist seit 2011 Professor für Computer Graphik an der Hochschule Fulda. Davor vertrat er seit 2004 an der Fachhochschule Erfurt die Professur für Graphische Datenverarbeitung. Er hat nach seinem Doppelstudium der Informatik und Physik an der TU Darmstadt als Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer Institut für Graphische Datenverarbeitung (Fraunhofer IGD) in Darmstadt und am Fraunhofer Anwendungszentrum für Graphische Datenverarbeitung (Fraunhofer AGC) in Frankfurt gearbeitet. Von 1997 bis 1998 war er als Gastwissenschaftler am National Center for Supercomputing Applications (NCSA) in Urbana-Champaign in den USA. Von 2009 bis 2010 war er im Rahmen eines Forschungssemesters bei Daimler Protics GmbH im Geschäftsfeld Virtual Engineering & Consulting. Die Forschungsinteressen von Prof. Dr. Paul Grimm liegen in der Vereinfachung der Erstellung von Virtuellen und Augmentierten Realitäten und er hat diese in unterschiedlichen nationalen und internationalen Projekten verfolgt. Er ist Mitglied der ACM und der Gesellschaft für Informatik (GI) und ist Sprecher der GI-Fachgruppe Animation und Simulation sowie Mitglied des Leitungsgremiums der GI-Fachgruppe VR und AR. Prof. Dr. Paul Grimm hat an diesem Buch als Editor mitgewirkt, speziell als Editor von Kap. 4, 5 und 9. Für die Kap. 7 und 8 fungierte er als Zweiteditor. Als Autor hat Paul Grimm die Abschn. 4.1, 4.2, 4.3, 4.6, 5.1, 5.4, 5.5 und 5.6 verfasst.

Prof. Dr. Rigo Herold leitet seit 2013 das Fachgebiet Digitale Systeme an der Westsächsischen Hochschule Zwickau (WHZ). Er studierte Computer- und Automatisierungstechnik an der HTW Dresden (Masterabschluss 2007). Anschließend arbeitete er als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer Institut für Photonische Mikrosysteme (IPMS) in Dresden, wo er dessen Aktivitäten zum Systemdesign von Head Mounted Displays (HMDs) begründete. 2011 promovierte er an der Universität Duisburg-Essen zum Dr.-Ing. Nachdem die Fraunhofer-Forschungseinrichtung für organische Materialien und elektronische Devices Dresden (COMEDD) aus dem Fraunhofer IPMS hervorging, fungierte er als Gruppenleiter für Systemdesign. Im Rahmen dieser Tätigkeit leitete und koordinierte er zahlreiche Forschungsprojekte zum Hardwaredesign von interaktiven HMDs. Seine Forschungsinteressen liegen in den Bereichen des Systemdesigns von HMDs, berührungslose Mensch-Maschine-Schnittstellen und der Hardwareintegration von AR-Fahrerinforma-

tionssystemen. Er betreut an der WHZ die Arbeitsgruppe „Hardware der Augmentierten Realität“, welche sich mit dem Hardwaredesign von AR-Systemen in Lehre und Forschung beschäftigt. Prof. Herold hat als Autor die Abschn. 4.5 und 5.3 verfasst.

Johannes Hummel forscht seit 2010 als Doktorand beim Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Braunschweig im Bereich virtuelle Montagesimulationen im Orbit. Zuvor hat er von 2003 bis 2009 an der Technischen Universität München (TUM) Informatik mit Nebenfach Elektrotechnik studiert und mit dem Diplom abgeschlossen. Von 2005 bis 2010 war er als freiberuflicher Softwareentwickler für Projekte im Bereich Benutzerschnittstellen und Datenmanagement in der Automobil-Industrie verantwortlich. Seine Forschungsinteressen liegen im Bereich der Virtuellen Realität insbesondere bei multimodalen Interaktionstechniken für die virtuelle Montagesimulation im Weltraum. Johannes Hummel hat an diesem Buch als Autor das Kap. 4.4 verfasst.

Prof. Dr. Bernhard Jung ist seit 2005 Lehrstuhlinhaber der Professur Virtuelle Realität und Multimedia an der TU Bergakademie Freiberg. Er studierte Informatik an der Universität Stuttgart und an der University of Missouri, St. Louis. Danach forschte und lehrte er an der Universität Bielefeld, wo er 1996 in der Künstlichen Intelligenz promovierte und 2002 mit Arbeiten zu intelligenten virtuellen Umgebungen habilitierte. Von 2003 bis 2005 war er Professor für Medieninformatik an der International School of New Mediader Universität zu Lübeck. Seine aktuellen Forschungsinteressen liegen in den Gebieten der Virtuellen Realität, der Visualisierung großer wissenschaftlicher Datensätze sowie neuen Formen der Mensch-Maschine-Interaktion, insbesondere der Interaktion mit humanoiden Robotern. Bernhard Jung ist Mitglied des Leitungsgremiums der GI-Fachgruppe VR und AR. Bernhard Jung war Editor von Kap. 3 und 7 dieses Buches und Zweiteditor der Kap. 1, 2 und 10. Als Autor trug er die Abschn. 1.2, 3.1 und 3.6 bei.

Prof. Dipl.-Ing. Rolf Kruse lehrt und forscht seit 2012 im Fachgebiet Digitale Medien und Gestaltung an der Fachrichtung Angewandte Informatik der Fachhochschule Erfurt. Schon parallel zu seinem Diplomstudium der Architektur forschte er Anfang der 1990er am 1. Demonstrationszentrum für Virtuelle Realität des Fraunhofer Instituts für Graphische Datenverarbeitung Darmstadt (IGD). Fortgesetzt wurde diese Entwicklungsarbeit dann 1994 bei Art&Com in Berlin mit Schwerpunkt auf Stadtplanung und mit Fokus auf die Interaktion von Laien mit digitalen räumlichen Inhalten. Als Gründer des Labors für Mediale Architekturen (L.A.M.A.) entstanden ab 1997 interaktive Installationen für namhafte Unternehmen und öffentliche Auftraggeber. Von 2002 bis 2005 gründete und leitete er die Cybernarium GmbH, eine Ausgründung des IGD, die Anwendungen der Virtuellen und Erweiterten Realität für Bildungs- und Unterhaltungszwecke entwickelte und regelmäßig in Rahmen von Ausstellungen einer breiten Öffentlichkeit präsentierte. Aktuelle Forschungsschwerpunkte sind brillenbasierte immersive Umgebungen, natürliche Interaktionsformen und Lernspiele. Rolf Kruse unterstützte die Editoren und Autoren dieses Lehrbuchs aktiv bei der inhaltlichen Strukturierung und einheitlichen grafischen Aufbereitung.

Dr. Leif Oppermann leitet seit 2012 die Abteilung Mixed and Augmented Reality Solutions (MARS) am Fraunhofer FIT in St. Augustin. Nach dem Medieninformatik Diplom (FH, mit Auszeichnung) in 2003 arbeitete er als wiss. Mitarbeiter zunächst weiter an der Hochschule Harz für Christian Geiger und Ralf Dörner an AR Projekten. Von 2004 bis 2009 war er wissenschaftlicher Mitarbeiter und Doktorand am Mixed Reality Lab der University of Nottingham bei Steve Benford und Tom Rodden und promovierte dort über die kooperative Erstellung von ortsbasierten Anwendungen. Er war maßgeblich beteiligt an der Entwicklung prämierter Projekte wie Heartlands (2007, Nokia Ubimedia Mind-Trek Award, gewonnen), Rider Spoke (2008, nominiert für European Innovative Games Award), oder Zwergenwelten (2013, nominiert für eco Internet Award, Kategorie Mobile). Sein Forschungsinteresse gilt der Erstellung situativer Benutzerschnittstellen und neuer Prozesse im Bereich MR – oft in einem mobilen Kontext. Dr. Oppermann ist seit 2009 bei Fraunhofer FIT und dort mit der Planung und Durchführung von Forschungsprojekten betraut. Aktuell leitet er das erste Projekt des Korea Institute for Advancement of Technology (KIAT). Für dieses Buch trug er als Autor zu den Abschn. 6.1, 6.2 und 6.3 bei.

Prof. Dr. Volker Paelke vertritt z.Zt. die Professur für Nutzergerechte Gestaltung von technischen Systemen an der Hochschule Ostwestfalen-Lippe in Lemgo. Er studierte Informatik an der Uni Paderborn und dem Royal Melbourne Institute of Technology (Diplom 1997). Von 1997 bis 2002 arbeitete er als wiss. Mitarbeiter der Gruppe Visual-Interactive-Systems am C-LAB (eine Kooperation von Uni Paderborn und Siemens AG). 2002 promovierte er an der Uni Paderborn zum Thema „Design of Interactive 3D Illustrations“. Von 2002 bis 2004 forschte er als Post-Doc im SFB 614 Selbstoptimierende Systeme zum Einsatz von VR in kollaborativen Engineering Anwendungen. 2004 wurde er auf die Juniorprofessur für 3D-Geovisualisierung und AR an die Uni Hannover berufen. Von 2010 bis 2012 war er als Instituts-Professor und Leiter der Gruppe 3D-Visualisierung und Modellierung am Geoinformatik-Institut in Barcelona tätig. Seine Forschungsinteressen liegen im Benutzerzentrierten Entwurf von visuell-interaktiven Anwendungen, mit Schwerpunkten in der 3D Visualisierung, AR/MR-Techniken und natürlichen User Interfaces. Anwendungsschwerpunkte liegen dabei in der Geo-Visualisierung und im Maschinen- und Anlagenbau. Prof. Paelke hat zu diesem Buch als Autor der Kap. 6.5 und 6.6 beigetragen.

Dr. Thies Pfeiffer forscht seit August 2013 am Exzellenzcluster Cognitive Interaction Technology (CITEC) in Bielefeld. Zuvor war er Akademischer Rat auf Zeit an der Universität Bielefeld in der Arbeitsgruppe Wissensbasierte Systeme (Künstliche Intelligenz) von Prof. Dr. Ipke Wachsmuth (2010–2013). Er studierte Naturwissenschaftliche Informatik an der Universität Bielefeld mit dem Schwerpunkt Neurobiologie und Kybernetik. Danach forschte er drei Jahre bei Prof. Gert Rickheit in der Psycholinguistik im Sonderforschungsbereich 360 am menschlichen Sprachverstehen unter Einsatz von Blickbewegungsmessungen. Seine Promotion im Jahr 2010 beschäftigte sich mit dem Verstehen von Deixis (Zeigen mit Händen und Blicken) in der Kommunikation zwischen Menschen und virtuellen Agenten. Seine aktuellen Forschungsinteressen liegen in den Gebieten der Virtuellen

und Erweiterten Realität und der Mensch-Maschine-Interaktion, dort insbesondere im Bereich der Sprach-Gestik-Schnittstellen und der blickbasierten Interaktion. Ein besonderer Schwerpunkt ist die Nutzung von Virtueller Realität als Experimentalmethodik. Als Autor trug er das Teilkapitel 7.1 bei.

Prof. Dr. Dirk Reiners ist seit 2006 Professor für Computergraphik, Virtuelle Realität und Visualisierung an der University of Louisiana at Lafayette. Davor arbeitete er ab 2003 im gleichen Gebiet an der Iowa State University in Ames, Iowa. Er studierte Informatik an der Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg und an der Technischen Hochschule Darmstadt, wo er in Kollaboration mit dem National Center für Supercomputing Applications (NCSA) in Champaign-Urbana, Illinois, 1994 sein Diplom machte. Von 1994 bis 2003 war er als Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer Institut für Graphische Datenverarbeitung (Fraunhofer IGD) in den Bereichen Virtuelle und Erweiterte (Augmented) Realität tätig. Seine Forschungsinteressen liegen in den Bereichen hochqualitative Displaysysteme, Anwendungen interaktiver 3D Graphik und Softwaresysteme zur Entwicklung von Anwendungen der Virtuellen Realität. Dirk Reiners ist Mitglied der IEEE, der ACM und Eurographics. Er ist Co-Autor der Abschn. 5.2 und 7.3.

Prof. Dr. Frank Steinicke ist Universitätsprofessor für Medieninformatik am Institut für Informatik der Julius-Maximilians-Universität Würzburg und leitet dort den Forschungsbereich Immersive Medien. Seine Forschungsinteressen liegen im Bereich der Benutzerschnittstellen zwischen Mensch und Computer mit besonderem Fokus auf der virtuellen Realität, der visuellen Wahrnehmung und Mensch-Computer-Interaktion. Frank Steinicke studierte Mathematik mit Nebenfach Informatik an der Westfälischen-Wilhelms-Universität Münster und schloss sein Studium im Jahr 2002 mit dem Diplom ab. In 2006 promovierte er in Computergrafik und Visualisierung am Institut für Informatik der Universität in Münster. Danach arbeitet er als Gastprofessor am Department of Computer Science an der University of Minnesota in Duluth (USA) in 2009. Im Jahr 2010 erhielt Frank Steinicke die Venia Legendi für das Fach Informatik von der Universität Münster. Als Autor trug er die Abschn. 2.1, 2.2, 2.3, 2.4.5, 2.4.6, 2.4.7 und 2.5.2 bei.

Dr. Arnd Vitzthum ist seit 2011 Dozent für Grafische Datenverarbeitung und Virtuelle Realität an der Staatlichen Studienakademie Dresden. Nach seinem Studium der Informatik an der Technischen Universität Dresden war er von 2003 bis 2008 als wissenschaftlicher Mitarbeiter der Lehr- und Forschungseinheit Medieninformatik der Ludwig-Maximilians-Universität München tätig, wo er auch promovierte. Nach seiner Promotion unterstützte er das Team des von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderten Projekts „Virtual Workers“ unter Prof. Bernhard Jung an der TU Bergakademie Freiberg. Ab 2010 bis Anfang 2011 leitete er das auf seiner Dissertation aufbauende DFG-geförderte Projekt „Roundtrip3D“ an der TU Bergakademie Freiberg, dessen Ziel es ist, moderne software-technologische Ansätze mit der Entwicklung dreidimensionaler Applikationen zu verknüpfen. Dr. Arnd Vitzthum war als Autor an Kap. 3.2, 3.3, 3.4 und 3.5 dieses Buches beteiligt.

Sachverzeichnis

3D-Joystick, 105
3D-Modellierungswerkzeug, 67, 90, 92
3D-Mouse, 110
3D-Objekt, 71
3D-Position, 108
3D-Scan, 67
3D-Widget, 177

A

AABB, 209, 210, 211, 212
Abtastung, 102
Accretion, 42
Action at a Distance, 166
affiner Raum, 331
aixCAVE, 297
Akkommodation, 36, 40
aktive Brille, 131
Aktualisierungsfrequenz, 198
Akustische Ausgabegeräte, 154
Akustisches Tracking, 111
Ambisonic, 85
Anaglyphverfahren, 130
Analysis of Variances, 188
angereicherte Realität, 241
ANOVA, 188
Anwendungen von AR, 288
Applikation, 288
AR, 295, 321
Arcball, 167
ARToolkit, 256, 257
Assisted GPS (A-GPS), 254
atmosphärische Perspektive, 41
Audioquellen, 84
auditive Wahrnehmung, 4, 43
Auflösung, 135
Augmented Reality, 241, 316

Augmented Virtuality, 246
Augmentierte Realität, 241, 246, 310, 311, 318
Augmentierte Virtualität, 246
Ausgabegeräte, 128
Ausprägungen von AR, 250
äußere Rahmenbedingungen, 103
Automobilindustrie, 313, 316
Autostereoskopische Displays, 132
Avatare, 86
Axis-Aligned Bounding Box, 209

B

Backface Culling, 228
Benutzungsschnittstelle, 157
Beschleunigungsmesser, 112
Beschleunigungssensor, 112, 113, 255
Beschreibungssprache COLLADA, 304
Best Practices, 295
Between-Group Design, 184
Bewegungsabläufe des Auges, 117
Bewegungskontrolle, 169
Bewegungskrankheit, 56
Bewegungsparallaxe, 41
Bewegungsplattform, 113
Bias, 185
Bildebenen-Technik, 164
Bildfeldwölbung, 145
Bildkoordinaten, 260
Billboards, 79
binokularer Tiefenhinweis, 39
binokulares Display, 280
Blickfeld, 271, 272
blickgerichtete Steuerung, 170
Bonferroni-Korrektur, 188
Boundary Representations, 74
Bounding Spheres, 210

- Bounding Volume Hierarchies, 213
 Bounding Volume, 208
 „Brain in a Vat“ („Gehirn im Bottich“)-Experiment, 5
 Broad Phase, 218
 BSP-Tree, 215, 216, 217, 218
 Bump-Mapping, 76, 77
 BVH, 218
- C**
- Caching, 232
 „Camera-in-Hand“-Technik, 171
 Carmouflage-Objekt, 285
 CAVE, 109, 133, 313
 CIE Yxy Farbsystem, 146
 Coding, 185
 Cohen's Kappa, 185
 Computergraphik, 13
 Computerspiele, 291
 Constraints, 162
 Cursor, 161
 Curved-Screen-Projektion, 133
 Curved-Screens, 133
 Cybersickness, 56
 Cybersphere, 114
- D**
- DAG, 69, 70, 236
 Dashboard, 283
 Data Glove, 20, 116
 Dateiformate, 68
 Datenbrillen, 271, 279
 daVinci-Stereopsis, 38
 Debriefing, 184
 Deckenprojektion, 298
 Definitionen von AR, 245
 Depth Cues, 39
 Deskriptor, 261
 DGPS, 253
 Differential GPS, 253
 Digitale Fabrik, 316
 Dimension, 329
 Diplopie, 48
 direkte Manipulation, 159
 Direktsicht-HMDs, 148
 Discrete-Oriented Polytopes, 212
 Disparität, 37
 Displacement-Mapping, 76, 77
 Display, 129, 312, 319
- Distanzeinschätzungen, 322
 DOF, 99, 116
 Doppelbilder, 49
 Dopplereffekt, 85
 Drift, 102
- E**
- Ebene, 333
 Echtzeit, 6, 195
 Echtzeitaspekte von VR-Systemen, 195
 Echtzeitfähigkeit, 66, 195, 196, 206, 207, 218, 224, 236, 237
 Echtzeit-Rendering, 223
 Eckpunkte, 72, 78
 Eingabegerät, 97, 110
 elastisches Interface, 174
 Elektromagnetisches Tracking, 112
 Empfindlichkeit, 103
 Ende-zu-Ende-Latenz, 199, 205
 Entwurfsaktivitäten, 181
 Equalizer, 141
 Ereignis, 98
 erweiterte Realität, 241
 euklidischen Punktraum, 332
 Exit Pupil, 147
 Exploration, 170
 extrinsische Kameraparameter, 129, 261
 Eye Motion Box, 147, 149
 Eyetracker, 123
 Eye-Tracking, 117, 121, 153, 287
 Eye-Tracking-HMDs, 123
 Eye-Tracking-Kamera, 120
 Eye-Tracking-Verfahren, 117
- F**
- Fahrzeugmodell, 314
 Farbanaglyphverfahren, 130
 Farbuniformität, 141
 Features, 261
 Fehler bei der Datenaufnahme, 102
 Fertigungsplanung, 316
 Festkörpermodelle, 74
 Field of View, 47, 143
 Finger-Tracking, 114, 115
 Fitts' Gesetz, 162
 Flashlight-Technik, 164
 Flysticks, 105
 Fovea, 36
 Fragebögen, 185

Frame Cancellation, 50
Freiheitsgrade, 99, 100
Frontleuchtdichte, 145
Frustum, 225, 226

G

Gain, 139
gekachelte HMDs, 137
gekreuzte Disparität, 38
Genauigkeit, 101, 113
Geometric Field of View, 54
Geometriebasiertes Tracking, 261
Geometrische Kalibration, 137
geometrische Registrierung, 243, 264, 282
Gerade, 333
gerichteter azyklischer Graph, 69, 93
Gesetz der Größenkonstanz, 53
Gesetz von Emmert, 53
Gesichtsfeld, 278
Gesten, 178
GJK-Algorithmus, 220
Go-Go-Technik, 164
GPS, 243, 253
Graphische Benutzungsschnittstellen, 15
Grounded Theory, 185
gustatorische Wahrnehmung, 4
Gyroskopen, 255

H

halbdurchlässiger Spiegel, 151
Half Gain Angle, 299
Haltezeit, 287
Handheld-Geräte, 271
Haptische Ausgabegeräte, 154
haptische Wahrnehmung, 4, 44
Hardware-Setup, 296
Hawthorne-Effekt, 185
Headlight, 84
Head-Mounted Displays, 13, 129, 142, 271
Head-Related Transfer Function, 43
Head-Up, 283
Helligkeitsuniformität, 138
Heuristische Evaluation, 184
HEyeWall, 135
Hintergrundhelligkeit, 145
HMDs, 143, 147, 271
Höhenfeld, 90
Höhlengleichnis, 5

holographischen optischen Elementen
(HOE), 276
HOMER-Technik, 164
homogene Koordinaten, 335
Homogenität, 146, 300
Horopter, 37
Hüllkörper, 81, 207, 208, 218, 226
Human-Computer Interaction, 158

I

Image Blur, 40
Immersion, 13, 46
Immersionsgrad, 297
immersive VR, 14
Inattentional Blindness, 57
IndexedFaceSet, 72
indizierte Flächenliste, 72
Inertialsensoren, 112, 255
Inertial-Tracker, 112
Inside-Out-Verfahren, 104, 109
Interaktion, 98
Interaktion durch Navigation, 286
Interaktionsobjekte, 306
Interaktivität, 66
intrinsische Kameraparameter, 129, 259
intuitive Benutzungsschnittstellen, 16
Involviertheit, 19
Iris, 119
Irrtumswahrscheinlichkeit, 188
Isometrische Interfaces, 174
Isotonische Interfaces, 174

J

Java3D, 71, 78
Joy of Use, 158

K

kabelgebundene Ausgabegeräte, 128
kabellose Ausgabegeräte, 128
Kachelung, 136
Kalibrierung, 103, 107, 112, 121
Kalibrierungsmatrix, 259
Kalman-Filter, 264
Kamerabasiertes Tracking, 256
Kamerakalibrierung, 259
Kamerakoordinatensystem, 252, 259
Kameraparameter, 259
kartesisches Koordinatensystem, 332
Kausalitäten, 189

- k-DOP, 211, 212, 213
 k-d-Trees, 217
 Kinästhesie, 45
 kognitive Karte, 169
 kognitiver Prozessor, 34
 Kollisionserkennung, 206, 207, 304, 309
 Kolmogoroff-Smirnov-Test, 187
 Kontrastverhältnis, 129, 145
 kontrolliertes Experiment, 189
 Konvergenz, 37
 Koordinaten, 329
 Koordinatensystem, 331
 Korrelationen, 189
 Kosten, 128
 Kraftrückkopplung, 305
- L**
- Lagebestimmung, 112
 Lageschätzung, 243
 Lasertrackertechnologie, 318
 Latenz, 102, 111, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 266
 Latenzbestimmung, 200
 LCD, 274
 Leaning-Based Interfaces, 173
 Leichtgängigkeit, 111
 Leinwandeigenschaften, 299
 Leuchtdichte, 300
 Level of Detail, 78, 229
 Lichtquellen, 84
 Light Probes, 269
 Likert-Skala, 186
 Linearkombination, 329
 Linearperspektive, 40
 LOD, 230
 L-Shapes, 133
- M**
- Magic-Lens, 248
 Magic-Lens-Effekt, 271
 Magic-Lens-Metapher, 247
 Magnetometer, 255
 Manipulation, 165
 Mann-Whitney-U-Test, 188
 Manövrieren, 170
 Marken, 22, 256
 Markenbasierte Verfahren, 104
 Markenkoordinatensystem, 259
 Marken-Trackings, 256
- Matrix, 334
 Mehrkanalaudiosysteme, 154
 Mensch-Computer-Interaktion, 158
 Merkmale, 261
 Merkmalsbasierte Tracking-Verfahren, 261
 Merkmalsdetektoren, 262
 Merkmalsintegrationstheorie, 58
 Merkmalskarte, 262
 Metapher, 16, 158
 Midas Touch Problem, 163
 Milgram-Kontinuum, 11
 MIT LED Glove, 116
 Mixed Reality, 11, 246
 Mixed Reality Taxonomie, 246
 Möbelkatalog, 320
 Mock-Ups, 183
 Modusfehler, 163
 Monitore, 129
 monokulare Datenbrillen, 279
 monokularer Tiefenhinweis, 39
 Montagevorgänge, 304
 Motion Capture, 87
 Motion-Trackers, 147
 motorischer Prozessor, 34
 MR, 246
 Multisensorische Wahrnehmung, 43
- N**
- Narrow Phase, 218, 220
 Natural User Interfaces, 167
 Navigation, 168
 negative Parallaxe, 39
 Nimbus, 161
 Normalendarstellung, 333
 Normalenvektor, 332
 Normal-Mapping, 76, 77
 Nozizeption, 4
 Nullhypothese, 188
 nutzerorientierte Entwicklung, 179
 Nutzertest, 183
- O**
- OBB, 210, 211
 Oberflächenmodelle, 72
 Objektkoordinatensystem, 252
 Obtrusiveness, 104
 Occlusion Culling, 226, 227
 Octrees, 217
 offene Bauart, 279

- OLED-Display, 274
- olfaktorische Wahrnehmung, 4
- Öl- und Gasindustrie, 302
- OpenSceneGraph, 71
- OpenSG, 71, 141
- Optical Flow, 45
- Optimierungstechniken für 3D-Objekte, 77
- optischer Fluss, 45
- optische Trackingssysteme, 103
- optische See-Through-Technik, 252
- optische See-Through-Displays, 273
- optisches See-Through-AR, 248
- Optisches Tracking, 104
- Oriented Bounding Boxes, 210
- Orientierung, 98
- Orientierungstracker, 312
- Orientierungs-Tracking, 255
- orthogonal, 332
- orthonormal, 332
- Ortsillusion, 18
- Outdoor-AR-Anwendungen, 286
- Outside, 107
- Outside-In, 104

- P**
- Panumbereich, 38
- Parallaxbudget, 49
- Parallaxe, 38
- Parameterdarstellung, 333
- Partikelfilter, 264
- Partikelsysteme, 88
- Passiv-Stereo-Methoden, 131
- Percival's Zone of Comfort, 49
- perzeptueller Prozessor, 34
- Phantom Objects, 284
- Phantomobjekte, 283, 285
- photometrische Kalibrierung, 282
- photometrische Registrierung, 243, 252, 268
- Physikbasierte Animation, 80
- Physiksimulation, 81, 206, 222
- Picking, 161
- piktorialer Tiefenhinweis, 39
- Platzhalterobjekt, 287
- Plausibilitätsillusion, 18
- Polarisationsfilter, 131
- Polygonbasierte Repräsentationen, 72
- Polygonnetz, 72
- Polygon Soup, 231, 234

- Portal Culling, 228
- Position, 98
- Positionsschätzung, 243
- Positions-Tracking, 253
- positive Parallaxe, 39
- Post-WIMP-Interfaces, 16
- präattentive Wahrnehmung, 58
- Präsenz, 18, 46
- Prismenbasierte optische See-Through-Displays, 275
- Projektionsbasierte AR, 249
- Projektionsbasierte Augmentierte Realität, 281
- Projektionsfläche, 129
- Projektions-Maßstab, 145
- Projektionssysteme, 129
- Propriozeption, 4, 44
- Props, 178
- prozedurale Modellierung, 67, 90
- p-Value, 188

- Q**
- q%-Quantile, 186
- QR-Codes, 257
- Quadrees, 217

- R**
- RANSAC, 261
- Rapid-Prototyping, 183
- Räumliche Darstellung, 129
- Raumzerlegung, 214
- Rauschen, 102
- Ray-Casting, 164
- Rechtssystem, 332
- Redirected Walking, 172
- Registrierung, 243, 264
- Regressionsanalyse, 189
- Reichweite, 97
- Rendering, 23
- Retina, 35
- Retinale Datenbrillen, 275
- Retroreflexion, 105
- RGBD-Kamera, 107
- Rigid Body, 105
- Rotation, 99, 336
- Rot-Cyan-Brillen, 131
- Rotgrün-Brille, 130
- Routenwissen, 169
- Rückprojektionen, 129

S

Sakkaden, 36
 Saliency Map, 59
 Salienz, 58
 Satellite Based Augmentation System (SBAS), 253
 Scenario-Based Design, 182
 Schärfentiefe, 52
 Schwarzweißmarken, 104
 Schwellwertfilter, 104
 See-Through-Eye-Tracking-HMDs, 151
 See-Through-HMD, 145, 150
 Segmentierung, 258
 Selektion, 160
 Semantic Differential Scale, 186
 semi-transparenter Spiegel, 274
 Separating Axis Theorem, 211
 Shader, 72, 77
 Shadow-Maps, 308
 Shape from Shading, 41
 Shutterbrillen, 131
 Sichtfeld, 278
 Sichtvolumen, 129
 SIFT, 262
 Signifikanzniveau, 188
 Simulatorkrankheit, 56
 Simultaneous Localization and Mapping, 263
 Skalare, 328
 Skalierung, 336
 skelettbasierte Animation, 86
 Sky Box, 86
 Sky Sphere, 86
 SLAM, 263
 Small Feature Culling, 228
 Smartphones, 271
 Smart Projector, 282
 Software Ergonomie, 184
 Sort & Sweep, 218
 Spaltenmatrix, 335
 Spatial AR (SAR), 249
 Spatial Augmented Reality, 313
 Spatial Hashing, 214, 215, 218
 Sprachkommandos, 178
 Starrer Körper, 99
 Stereo, 131
 Stereobildpaare, 130
 Stereoblindheit, 39
 Stereodarstellung, 131
 Stereodisplay, 39
 Stereopsis, 36

Stereoscopic Window Violation, 50
 Stereosehen, 36
 stereoskopische Darstellung, 308
 stereoskopische Wahrnehmung, 281
 Stichprobe, 188
 Strahlteiler, 150
 Stripping, 232, 233, 234
 strukturiertes Licht, 282
 Suchaufgaben, 170
 SURE, 262
 Suspension of Disbelief, 7
 Sweep & Prune, 218, 219
 Systemsteuerung, 176
 Szene, 68
 Szenengraphen, 68, 236

T

Tablet-Computer, 271
 taktile Wahrnehmung, 4
 Tangibles, 178
 Tangible User Interfaces (TUI), 287
 Target, 105
 Task Maps, 58
 Telemaintenance, 321
 temporale Kohärenz, 219
 Testplan, 184
 Textur, 75, 76
 Texture Baking, 78
 Texturgradient, 40
 Thermozeption, 4
 Thinking Aloud Test, 185
 Tiefenberechnung, 130
 Tiefeneinschätzung, 308
 Tiefenhinweise, 39
 Tiefenkameras, 107, 117, 270
 Tiled Displays, 129, 134
 Time of Flight, 111, 270
 Toe-In-Methode, 130
 TOF, 270
 Tracking, 13, 98, 242, 252
 Tracking-Kameras, 106
 Tracking-Latenz, 267
 Tracking-Rate, 266, 267
 Tracking-System, 116, 201, 203, 204
 Tracking-Volumen, 108
 Trägheitssensoren, 112
 Transformationsmatrix, 259
 Transformationsmatrizen, 337
 Translation, 99, 336
 transparente Objekte, 76

Treadmill, 113
Triangle Strips, 73, 74
Tukey Box-Plot, 186

U

überwachtes Volumen, 100
Ultimate Display, 19
Umgebungslicht, 274
ungekreuzte Disparität, 38
Update Rate, 101
Urban Canyons, 253, 254
Usability, 103, 158
Use Cases, 182
User Experience, 158
User Interface, 157

V

Varianzanalyse, 188
Vektorraum, 327
Verdeckungen, 283
Vereinfachung von Polygonnetzen, 78
Verfolgung, 98
Vergence-Focus-Konflikt, 51
Verhalten, 69, 82, 83
Verstärkungsfaktor, 139
vestibuläre Wahrnehmung, 4
vestibulookulärer Reflex, 198
Video-HMDs, 149
Video-See-Through-AR, 248, 266, 267, 269
Video-See-Through-Displays, 271
Video-See-Through-Technik, 252
View Frustum, 129
View Volume, 207
View Volume Culling, 207, 224, 225, 229
Vignettierung, 139
Virtual Eye Separation, 48
Virtual Prototyping, 296, 306
virtuelle Hand, 167
virtuelle Löcher, 285
virtuelle Menschen, 86
virtuelle Hand, 161
virtueller Schatten, 270
Virtuelle Umgebung, 7
Virtuelle Realität, 1, 11, 300

Virtuelle Welten, 7, 65, 66
Virtuis Omni, 114
visuelle Ausgabe, 129
visueller Realismus, 66
visuelle Wahrnehmung, 4
visuelles System, 2
Volumen, 100
Voodoo-Dolls, 168
VR, 295
VR-Displays, 134
VRJuggler, 141
VR-Metapher, 16
VRML, 68
VR-System, 7, 98, 127, 301, 308

W

Wahrnehmung, 322
„Walking in Place“, 171
Wechsel von Koordinatensystemen, 338
Wegfindung, 168
Wellenfeldsynthese, 85, 154
Wellenlängen-Multiplex-Verfahren, 131
Weltraumsimulationsumgebung, 304
Weltsimulation, 6
Wiederholrate, 101, 198
Wilcoxon Test, 188
Willful, 177
WIMP-Paradigma, 15
Winkelbeschleunigung, 255
Within-Group Design, 184
WLAN-Ortung, 254
World-In-Miniature, 165

X

X3D, 68, 71, 78
X3DOM, 71

Z

Zeigegerät, 160
Zeigegesten, 167
Zwangsbedingungen, 99
Zweiarmserviceroboter, 305
zyklopische Skalierung, 50