



Virtual Reality

Wie es geht • Was es gibt • Warum jetzt

Tests aller VR-Brillen

Oculus, HTC Vive, PlayStation VR

Samsung GearVR, Smartphone-Brillen

360°-Cams Test & Beratung



Die besten
Apps &
Spiele

GNADENLOS DURCHLEUCHTET

RADIKAL DIGITAL: DAS PAPIERLOSE c't-ABO

5x c't
DIGITAL

NUR 14,75 €*

ERLEBEN SIE c't IN DIGITALER QUALITÄT:

- **JETZT NEU:** als PDF auf dem Desktop
- **BEQUEM:** alle 14 Tage freitags in der c't-App* (als HTML/PDF)
- **VERFÜGBAR FÜR** iOS (iPad, iPhone) und Android (Smartphone, Tablet, Kindle Fire)
- **ZUSÄTZLICHE** Bilder und Videos



UNSER GESCHENK AN SIE:

Das **Monkey Island Badhandtuch** bringt das Point-and-Click-Grübeln zurück an die Strände und in Ihr Badezimmer! Solange Vorrat reicht!

JETZT BESTELLEN:
ct.de/5xdigital

*Preis in Dt. inkl. MwSt. Auslandspreise können abweichen.
**Verfügbar für Android (Tablet, Smartphone, Kindle Fire) und iOS (iPad, iPhone)



Editorial

Liebe Leser,

als Virtual-Reality-Fan hat man es echt ganz schön schwer: Man kann noch so viel schwärmen – aber Leute, die die Technik nicht selbst ausprobiert haben, überzeugt man nicht. „Das ist doch wie Nintendo Wii mit Bildschirm vorm Kopf“ hört man beispielsweise häufig von Skeptikern.

Deshalb freue ich mich auch sehr, dass diesem Heft eine waschechte VR-Brille beiliegt. Man muss lediglich ein halbwegs aktuelles Android- oder iOS-Smartphone einstecken. Natürlich bietet unsere Pappbrille nicht die gleiche Bildqualität wie Vive, Oculus und Co. – aber man bekommt zumindest ein Gefühl für das revolutionäre Potenzial der Virtual Reality.

Wir wollen mit diesem Heft aber nicht nur Lust auf VR machen, sondern das ganze Spektrum der Technik zeigen. Denn Virtual Reality kann viel mehr als nur Spiele: zum Beispiel Autos verkaufen, wie unser Report von Audis virtuellem Autohaus zeigt (Seite 24), oder alte Achterbahnen aufpolieren (Seite 20).

Außerdem erklären wir, wie man selbst VR-Inhalte herstellt – wussten Sie zum Beispiel, dass Sie zum Fotografieren beeindruckender 360-Grad-Motive lediglich ein Smartphone benötigen?

Egal, was Sie mit VR machen wollen: Wir sind uns ziemlich sicher, dass Sie viel Spaß dabei haben werden.

Und vielleicht sehen wir uns ja im Metaverse.

Ihr



Jan-Keno Janssen

Inhalt

EINSTIEG INS HEFT

Pappbrille vom Heft lösen und aufbauen, Smartphone einsetzen, Apps herunterladen – und schon erleben Sie die Faszination Virtual Reality.

- 6 So bauen Sie Ihre VR-Brille auf inklusive Spiele-Tipps
- 8 Die virtuelle Revolution

WORAUF ES LÄUFT - TESTS

Oculus Rift, HTC Vive, Playstation VR, Samsung GearVR, Smartphone-Halterungen und 360°-Kameras – wir haben die aktuelle VR-Hardware getestet.

- 36 Oculus Rift gegen HTC Vive und Playstation VR
- 44 Dritte Samsung GearVR-Version im Test
- 46 Mattel View-Master - VR-Antiquität
- 47 Hingucker - Knox Aluminium VR Viewer
- 47 Guckkasten - Freefly VR
- 48 Test: 360°-Kameras für den Rundum-Blick
- 58 Erster Test: Mixed-Reality-Brille Microsoft HoloLens

WAS ES GIBT - REPORTS

Alte Achterbahnen wieder flottmachen und virtuelle Autohäuser – wir haben uns angeschaut, wo man VR erleben kann und wie Sie in unser Leben eingreift.

- 16 Pixel zum Anfassen - Virtual-Reality-Center
- 20 Die erste Virtual-Reality-Achterbahn der Welt
- 24 Audis virtuelles Autohaus
- 28 Die Simulationskrankheit in der Virtual Reality
- 34 Google Day Dream greift GearVR an

WAS GEHT - SOFTWARE

Spielwiese: Wir stellen Spiele und Apps für die aktuellen Brillengenerationen vor – inklusive Übelkeitsskala.

- 62 Die besten VR-Apps u. a. Project Cars
- 66 Portal Stories VR
- 70 Google Cardboard
- 71 The Lab

WIE ES GEHT - PRAXIS

In unserem Praxisteil dreht sich alles um das Erstellen von VR-Inhalten – mit speziellen Kameras oder dem normalen Smartphone.

- 72 360°-Grad-Inhalte vs. echte VR
- 76 Erstes Virtual-Reality-Projekt mit Unity
- 82 Die Illusion der Präsenz in VR-Spielen
- 88 MS Flight Simulator X und Virtual-Reality-Brille
- 90 So produzieren Profis 360°-Grad-Videos

ZUM HEFT

- 3 Editorial
- 87 Impressum
- 87 Inserentenverzeichnis

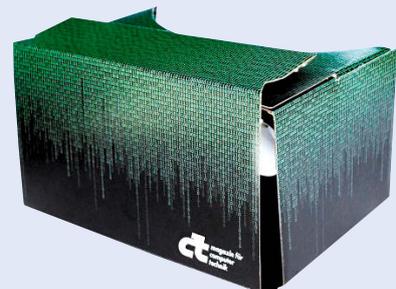


Folgende Pappbrille können Sie zum Sonderpreis von 4,95 Euro* statt für 7,95 Euro im heise shop bestellen:

shop.heise.de/ct-vr-brille

Rabatt-Code:

CTSH-VRCT-TGMS-VMOH



* zuzüglich Versandkosten

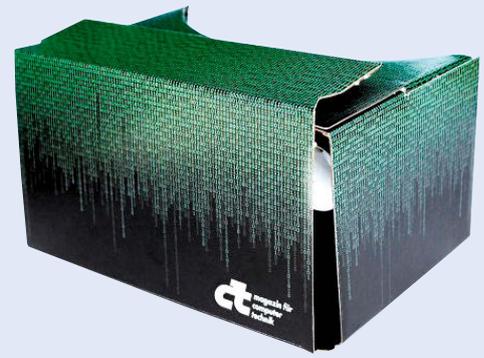
Für E-Book-Nutzer:

Statt der unten abgebildeten Pappbrille können Sie folgende Brille zum Sonderpreis von 4,95 Euro* statt 7,95 Euro im heise shop bestellen:

shop.heise.de/ct-vr-brille

Rabatt-Code:

CTSH-VRCT-TGMS-VMOH



* zuzüglich Versandkosten

So falten Sie Ihre VR-Brille

Mit dem Pappkarton auf dem Titel machen Sie Ihr Smartphone zur waschechten VR-Brille. Wie Sie die Halterung aufbauen und nutzen, lesen Sie hier. Dazu haben wir ein paar Spielertipps zum Sofort-Loslegen für Sie zusammengestellt.

Ein bisschen Pappe, zwei Linsen – fertig ist die Einsteiger-VR-Brille. Mit diesem Heft haben Sie auch direkt eine davon erworben. Mit den Brillen von Oculus, HTC, Sony oder Samsung, zu denen Sie Tests hier im Heft finden, kann sie freilich nicht mithalten. Das Mittendringefühl, das die virtuelle Realität ausmacht, vermag allerdings auch unsere Papp-Brille zu vermitteln. Alles, was Sie dazu noch brauchen, ist ein Smartphone. Am besten funktionieren Geräte mit Displaygrößen um die 5

Zoll. Größere und kleinere Smartphones funktionieren zwar auch, allerdings sitzen sie nicht so sicher in der Halterung.

Aufbau

Die mitgelieferte Brille können Sie in wenigen Sekunden aufbauen. Dazu klappen Sie sie zunächst einmal komplett flach aus. Das Vorderteil mit den Linsen richten Sie anschließend auf. Danach klappen Sie die Seitenteile mit den

Aufbauanleitung



1. So kommt unsere VR-Brille zu Ihnen. Mit wenigen Handgriffen bauen Sie sie auf.



2. Falten Sie die Pappbrille auseinander und legen Sie sie flach aus.

Was Sie zuerst ausprobieren sollten

Sobald Sie sich ein wenig an das Smartphone-VR gewöhnt haben, können Sie sich auf einen richtigen Trip wagen – dafür eignet sich zum Beispiel das verstörende, aber toll gemachte **Bosch VR** (Android/iOS): Hier reisen Sie durch Bilder des niederländischen Malers Hieronymus Bosch. Teilweise ist das Spiel allerdings kostenpflichtig. Mittlerweile für etwa 1,60 Euro gibt es zudem für Android die App **Caaaaardboard**, die heftige Höhenangst auslösen kann: Während man in der echten Welt vermeiden sollte, von Hochhäusern zu springen, kann man das mit dieser App ausprobieren. Das Ziel des Spiels: beim Herunterfallen



nirgendwo gegenstoßen und möglichst viele Bonuspunkt-Schilder aufsammeln. Profitipp: Unbedingt im Stehen spielen. Eine ausführliche Spielestrecke mit Apps für Oculus, HTC Vive, Samsung Gear oder Playstation VR finden Sie im Artikel „Die besten VR-Apps“ in diesem Heft.

Ein echter Klassiker ist die schnell installierte Achterbahn **Dive City Rollercoaster** (Android/iOS). Nach dem ersten Wow-Effekt sollten Sie Googles offizielle Cardboard-App installieren (Android/iOS). Die bietet nämlich nicht nur schöne VR-Demos plus Foto- und Videoplayer, sondern auch eine kuratierte und aktualisierte Liste mit tollen Apps.



Klettunkten nach oben. Die Bügel der Seitenteile klappen Sie nach innen, sodass sie auf der Mitte der Vorderseite sowie in der Nasensparung einrasten können. Zum Schluss setzen Sie Ihr Smartphone in die Brille und klappen das Rückteil mit den Flauschpunkten nach oben.

Unsere Brille kommt außerdem mit einem schwarzen Gummiband zu Ihnen. Dieses können Sie benutzen, um das Smartphone in der Halterung zu fixieren. Außerdem finden Sie eine Aus-

sparung für den linken Daumen auf der Unterseite der Brille. So können Sie Ihr Smartphone im VR-Betrieb weiterhin steuern. Und jetzt viel Spaß beim Abtauchen in virtuelle Welten!

(ssi) **ct**

Alles zu den neuen Brillengenerationen und 360°-Videos im VR 360° Video Starter Guide unter www.ct.de/wdwq



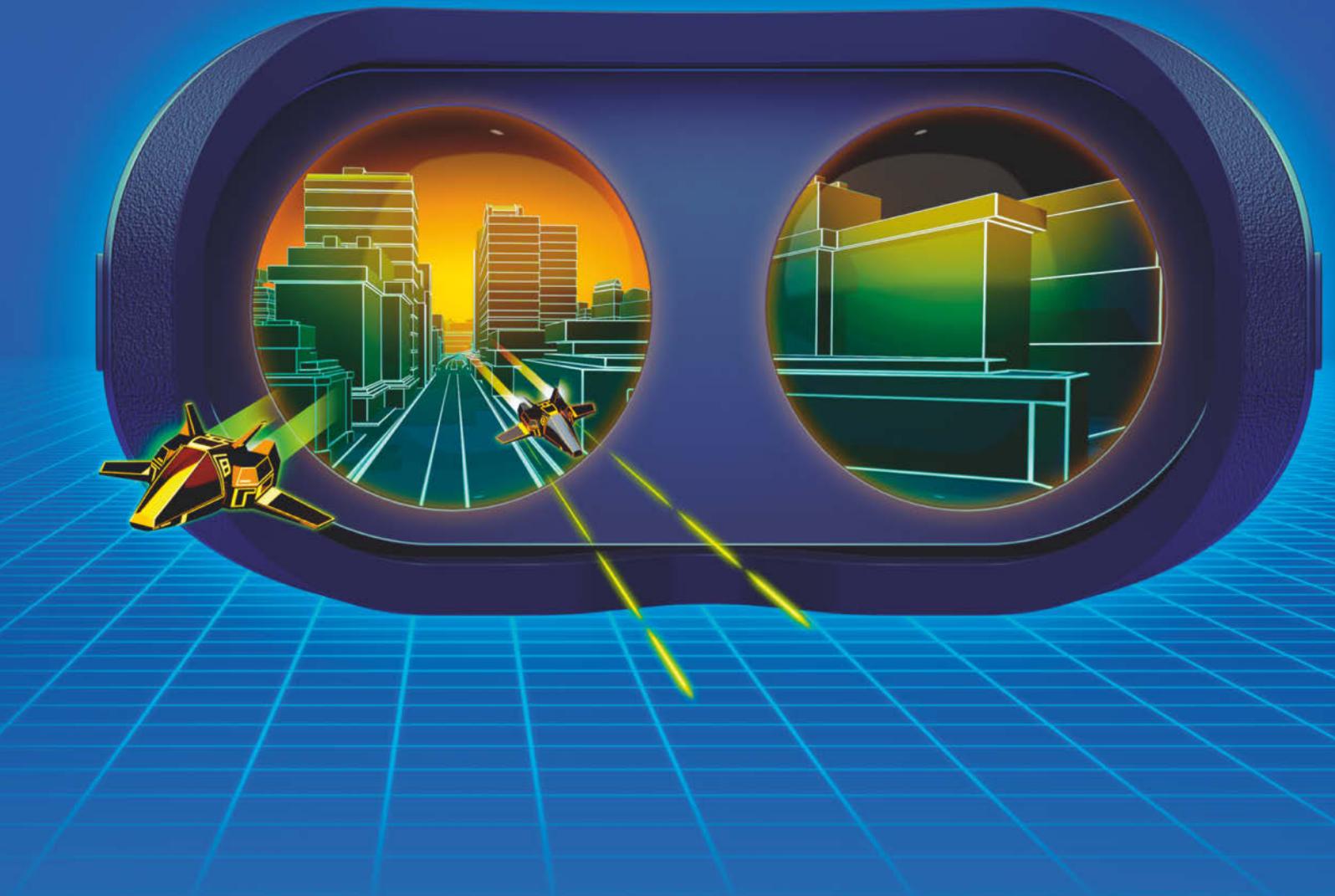
3. Vorderseite mit Linsen nach oben klappen, Seitenteile nach oben klappen und in den vorgesehenen Aussparungen einrasten lassen.



4. Smartphone einlegen und Rückseite nach oben klappen.



5. Smartphone mit dem Gummiband fixieren. Über die Aussparung auf der Unterseite kann es weiter mit dem Daumen bedient werden.



Die virtuelle Revolution

Drei Jahre lang haben Firmen wie Oculus den Hype um Virtual Reality angeheizt. Jetzt sind die VR-Brillen wirklich da und lassen einen endlich in virtuelle Welten eintauchen. Neben der Spiele- und Film-Industrie springen auch die Sport-Berichterstattung und Anbieter von Konstruktions-Software auf den VR-Zug auf. Er ist auf dem besten Weg, eine Technik-Revolution auszulösen.

Von Jan-Keno Janssen

Dem Publikum stand der Mund offen, als Spieleentwickler-Legende John Carmack 2012 den mit Gaffer-Tape zusammengeklebten Prototyp einer Virtual-Reality-Brille namens „Oculus Rift“ präsentierte. Damals glaubten nur wenige Technik-Freaks an den Erfolg, denn VR war zumindest im Unterhaltungsbe-

reich seit den 90er Jahren mausetot. Lediglich in der Industrie und beim Militär wurde weiter an der Technik gearbeitet. Allerdings waren deren Systeme für Privatanwender unerschwinglich. Mit den neuen Brillen von Oculus, HTC und Sony ändert sich das. Sie machen VR erstmals für die Massen bezahlbar und sorgen

für eine Aufregung in der Technikszenen wie lange nicht.

Blöd nur: Nachvollziehen kann man die Aufregung auf Papier oder Video nicht, man muss sich schon selbst so eine Brille aufsetzen. Das ist jetzt möglich: Wenn Sie dieses Heft in den Händen halten, hat Oculus bereits zehntausende seiner Rift-Brille verschickt. Das von HTC und Valve entwickelten Konkurrenzsystem Vive ist ebenfalls bereits erhältlich. Sonys Playstation VR soll im Oktober in den Handel kommen.

Brett vorm Kopf?

Wenn Sie VR noch nicht ausprobiert haben, fragen Sie sich vielleicht gerade: Was soll so toll daran sein, sich einen Kasten mit einem Display vor die Augen zu schnallen? Die Antwort mag im ersten Moment etwas esoterisch klingen: Zumindest Teile Ihres Bewusstseins werden davon überzeugt sein, dass die künstliche Welt vor Ihren Augen echt ist.

Am stärksten merken Sie das, wenn Ihre Urängste ins Spiel kommen, zum Beispiel die Angst zu fallen. In der von Valve entwickelten „Aperture Robot Repair“-Demo für die HTC Vive öffnet sich an einer Stelle der Boden, ein tiefer Abgrund kommt zum Vorschein. Wenn man der VR-bebrillten Person nun sagt: „Geh doch mal einen Schritt nach vorne“, kann man beobachten, wie sie vor dem virtuellen Loch abrupt stehenbleibt. Es erfordert nämlich eine starke

Überwindung, seinem Gehirn mitzuteilen, dass das alles gar nicht echt ist. Obwohl man natürlich eigentlich weiß, dass man nur auf ein Display guckt.

Die Überzeugungskraft von VR fußt auf zwei Faktoren: dem großen wahrgenommenen Sichtfeld und der Übertragung der Kopfbewegungen in die virtuelle Welt. Das große Sichtfeld ist bei allen aktuellen VR-Brillen vergleichsweise simpel mit Lupenlinsen vor den Displays realisiert. Es gibt noch kein Headset, das die natürliche Wahrnehmung komplett originalgetreu nachahmt, ein wenig schwarzen Rand gibts immer. Der Eindruck ist vergleichbar mit dem Blick durch eine Taucher- oder Skibrille. Er reicht aber aus, um das Gehirn auszutricksen.

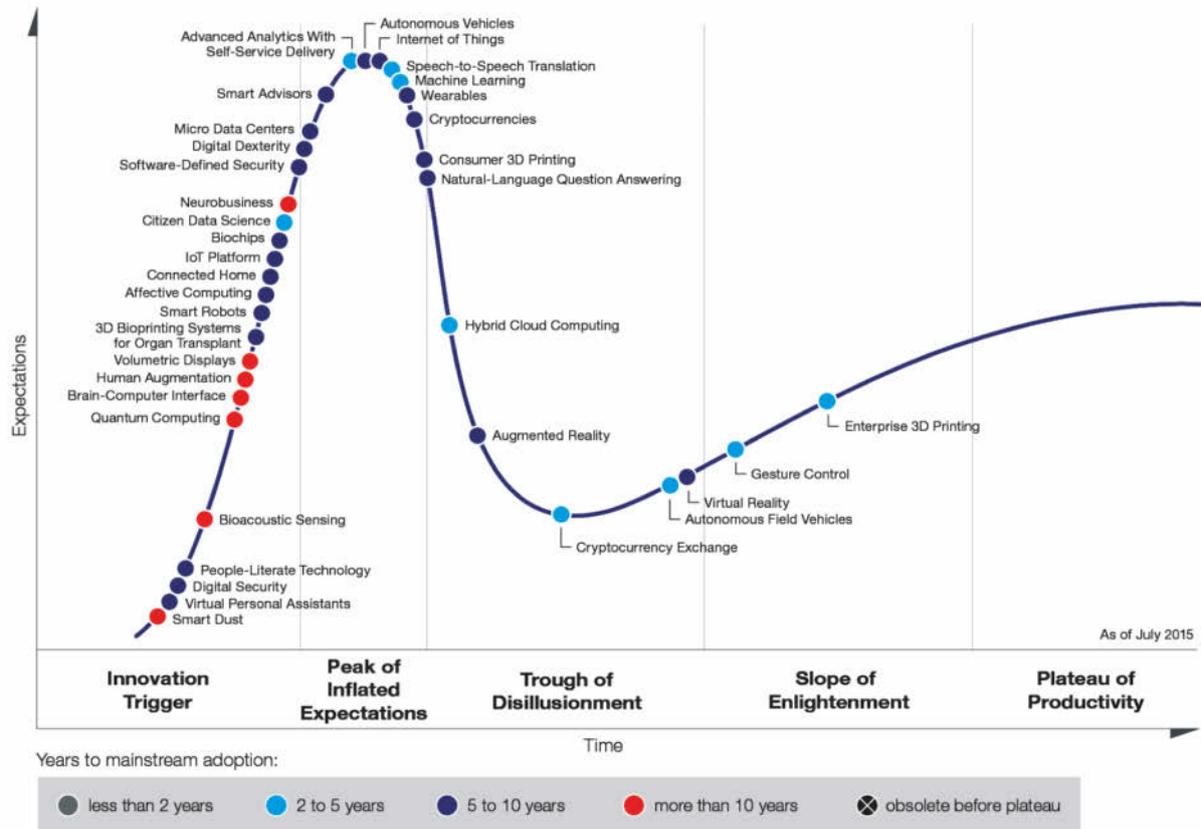
Technisch aufwendiger ist das Tracking, mit dem Kopf- und Körperbewegungen übertragen werden. Einfache Smartphone-VR-Halterungen à la Google Cardboard erkennen mit Gyroskop, Kompass und Beschleunigungssensoren lediglich die Neigung und Drehung des Kopfes – der restliche Körper bleibt außen vor. Da Menschen aber selten ausschließlich ihren Kopf bewegen, steigt mit dem externen Positionstracking der Echtheits-Eindruck. Ambitioniertere Headsets wie Rift, Vive oder Playstation VR erkennen mit Hilfe von Kameras (Rift, Playstation) oder einem Netz aus unsichtbaren Lasern (Vive) die Position der Brille im Raum.

Das Mittendrinnen-Gefühl steigert sich nochmals, wenn man mit der virtuellen Welt intuitiv

Das Loch im Boden ist zwar nur virtuell – dennoch können die meisten Menschen mit aufgesetzter VR-Brille nur mit ganz viel Überwindung drüberlaufen.



Emerging Technology Hype Cycle



mit den Händen interagieren kann. Das geht bislang nur mit Vive; Oculus will die Hand-Controller für die Rift erst in der zweiten Jahreshälfte ausliefern. Ohne Hände fühlt man sich in VR häufig wie ein Patient mit Locked-in-Syndrom, weil man mit der Welt wenn überhaupt nur umständlich interagieren kann. Mit Hand-Controllern erfüllt sich dagegen ein alter Nerd-Traum: Zwischen Software und Mensch steht kein abstraktes Interface mehr; die Welt im Computer lässt sich nun genauso bedienen wie die echte.

Woher kommen die Inhalte?

Echte Virtual-Reality-Inhalte sind keine vorgeordneten Filme, sondern sie werden wie Computerspiele in Echtzeit berechnet. Dazu nutzen Entwickler Game-Engines wie Unity, die Unreal Engine oder auch die CryEngine der deutschen Firma Crytek. Unity und Crytek entwickeln derzeit sogar VR-Editoren, mit denen Entwickler ihre Level direkt mit einer VR-Brille bauen können. Wenn sie direkt in ihrer Welt stehen, können sie Proportionen und Lichtverhältnisse wesentlich besser einschätzen als am Bildschirm. Die Engines Stingray von Autodesk und Lum-

beryard von Amazon unterstützen die Ausgabe für VR-Headsets ebenfalls - in vielen Fällen klappt das sogar ohne Plug-ins mit Bordmitteln. Doch die Entwicklung solcher Programme ist aufwendig und zeitintensiv. Man muss also Geduld haben, bis sich aus den ersten Technik-Demos komplexe Spiele entwickeln, deren Faszination über den ersten Wow-Effekt hinausgeht, den jeder bei seinen ersten Schritten in die VR-Welt hat.

Im Unterschied zu den Spielen und anderen VR-Simulationen sind 360-Grad-Filme nichts weiter als auf eine virtuelle Kugel geklebte Videos, in denen man per Kopfbewegung den Bildausschnitt bestimmt. Der Eindruck ist vergleichbar mit den alten IMAX-Kinosälen in Kugelform. Man kann sich weder nach vorne oder zur Seite beugen, um etwas aus der Nähe oder aus einem anderen Blickwinkel zu betrachten, noch mit den Objekten oder Personen interagieren.

Mangels bezahlbarer 3D-Rundum-Kameras sind die meisten 360-Grad-Filme zurzeit nicht einmal stereoskopisch. Ein weiteres Problem ist die geringe Auflösung. Auch wenn das abgespielte Video in der „Rohform“ mit 4K auflöst, sieht es mit aufgesetzter Brille pixelig aus.

Im „Hype Cycle“ der Gartner-Marktforscher befindet sich Virtual Reality bereits kurz vor dem „Produktivitäts-Plateau“.