

**OST**  
Ostschweizer  
Fachhochschule

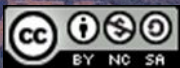
# 3D UX Design

## Überblick über 3D UX

Valmir Bekiri

7. September 2023

ITBO - Wissensnugget



# Lernziele

Nach diesem WN können Sie ...

- ... Faktoren, auf welche geachtet werden muss bei der Mensch-Maschine-Interaktionen in 3D Umgebungen *beschreiben und anwenden*.
- ... angemessene Interaktionen für jeweilige VR-Anwendungen *bestimmen*.

# Agenda

- Übersicht 3D UX
- 3D Designprinzipien und Interaktionen
- Beispiel(e) in der Raumplanung

# UX Design

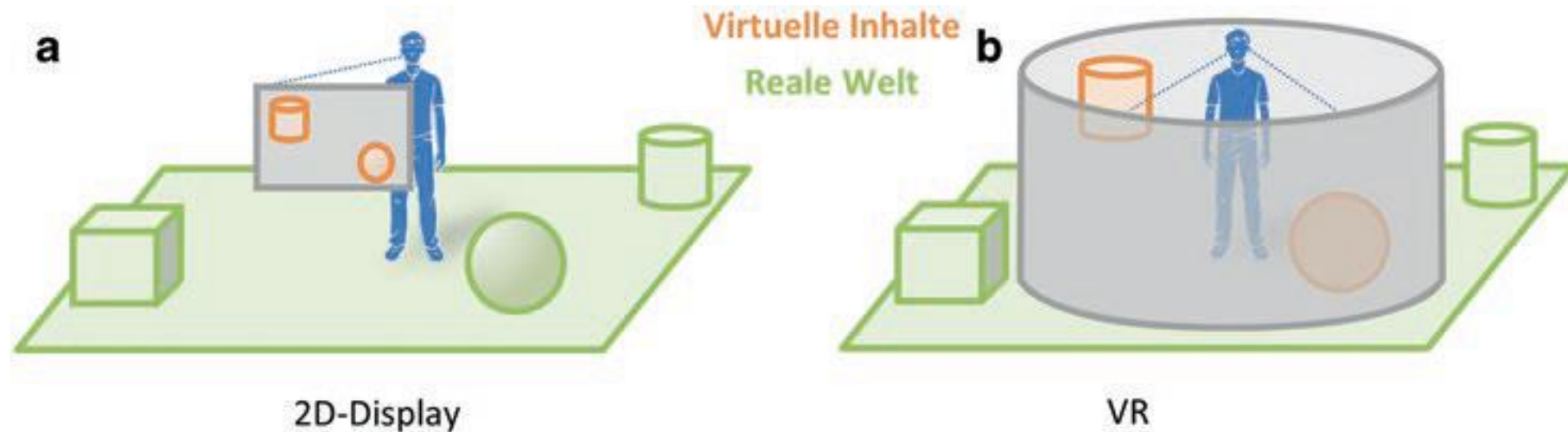
„*Usability* ist das Ausmaß, in dem ein Produkt durch bestimmte Nutzer in einem bestimmten Nutzungskontext genutzt werden kann, um bestimmte Ziele effektiv, effizient und zufriedenstellend zu erreichen“ (Quelle: DIN EN ISO 9241,11: Software Ergonomie)

- Usability beinhaltet unter anderem die Faktoren Nützlichkeit, Effizienz, Effektivität, Erlernbarkeit/Einarbeitungsaufwand sowie die subjektive Zufriedenheit.
- *Vergleiche WN 01.2 UX Design*

# 3D UX Design + VR

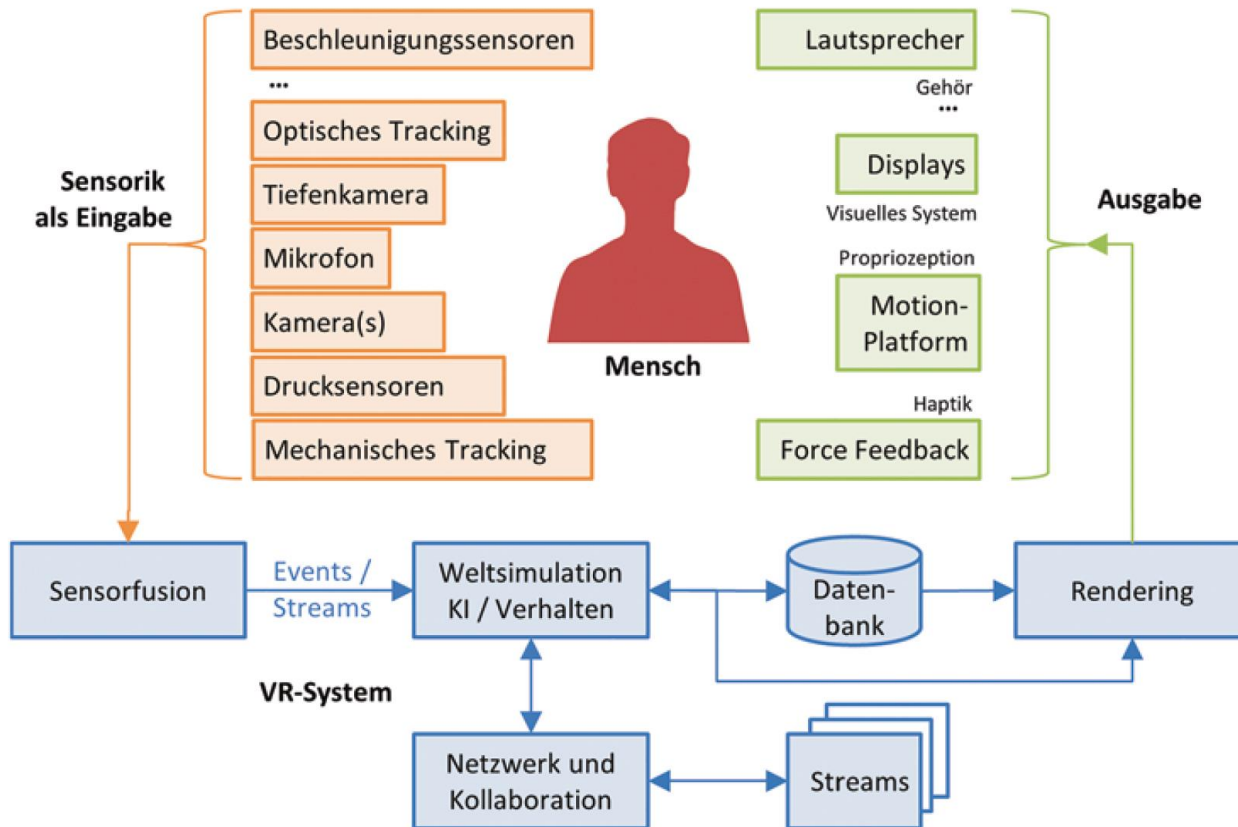
- Etablierte Vorgehensweisen und Richtlinien zur Entwicklung effektiver Mensch-Maschine-Interaktion existieren in der VR/AR aktuell noch nicht!
- Klassische 2D Interaktionsmöglichkeiten in User Interfaces wie das WIMP (Windows, Icons, Menüs, Pointing)-Paradigma können nicht ohne weiteres in 3D genutzt werden.
- So können wir mit einer klassischen Maus nur die 2D-Position eines Zeigers ändern.
- In VR ergibt sich dann zusätzlich noch das Problem, dass Objekte in der 3D Welt sich identisch zu deren realen Objekte verhalten sollten!
- Die Interaktion muss sich natürlich anfühlen!

# 3D UX Design + VR



- Die Präsentation der Inhalte erfolgt multisensorisch in VR

# 3D UX Design + VR



- Aufbau eines VR-Systems ist komplex
- Es werden nicht nur über 3D-Eingabegeräte Inhalte gesteuert, sondern auch über Bewegungen im realen Raum.
- Ausgabe erfolgt üblicherweise durch Echtzeit-Computergrafik

# 3D Designprinzipien und Interaktionen

## • Tiefenhinweise

- Stereoskopisches Sehen → beide Augen sehen leicht versetzte Bilder (Disparität) – aus diesen Unterschieden können Rückschlüsse auf die Entfernung der Objekte geführt werden.
- Ungefähr 20% der Menschen sind stereoblind – diese haben Schwierigkeiten bei der Raumwahrnehmung.
- Es gibt monokulare Tiefenhinweise – in der ein 2D-Bild ausreicht – und binokulare Tiefenhinweise, welche 3D Bilder benötigen
- Wichtige Objekte müssen in Armreichweite sein.
- Alles das weiter weg wie 3m ist verliert über Disparität – welche vom Stereodisplay nicht ausgeglichen werden können.
- Auch die Schärfe von Objekten gibt Hinweise darauf wie nah bzw. entfernt das Objekt ist.

# Faktoren und Probleme

- **Betrachtungsparameter**

- Jede/r BetrachterIn hat einen anderen Pupillenabstand
- Das VR-System muss vor Nutzung auf den Betrachter/die Betrachterin eingerichtet werden
- Im Mittel beträgt der Pupillenabstand 64 mm

- **Doppelbilder**

- Unser Gehirn fügt aus zwei Bildern ein gesamtes zusammen – wenn jedoch der Unterschied beider Bilder zu gross wird – steigt indes die Disparität und führt deshalb zur Diplopie → Doppelbilder

# Selektionstechniken

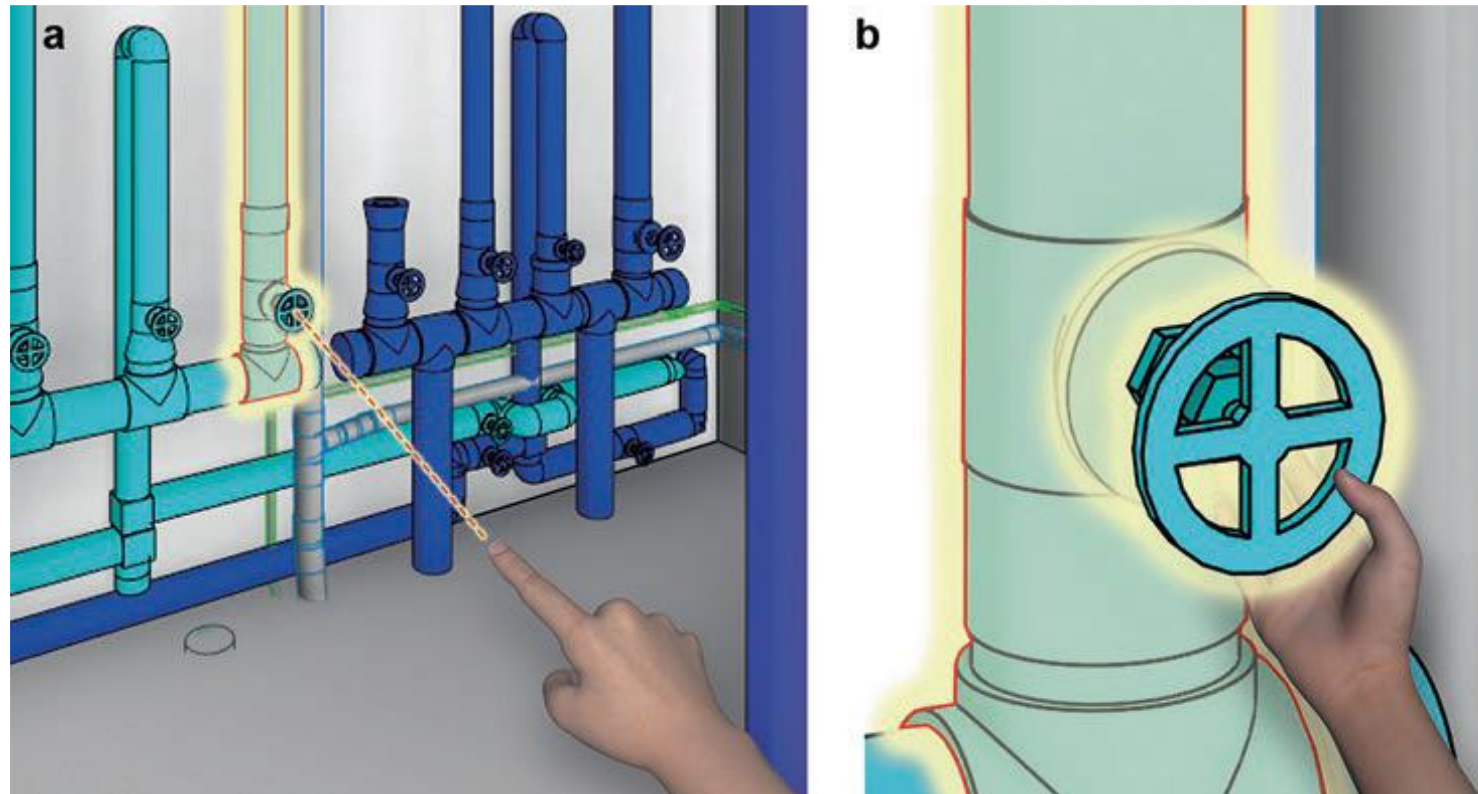
- **Ray-Casting** → Strahl der aus dem Blickpunkt, Zeigefinger oder Controller kommt
- **Go-Go-Technik** → Virtuelle Verlängerung des Armes um auch entfernte Objekte zu erreichen



**World-In-Miniature-Technik** → Ein verkleinertes Modell der VR-Welt wird hergenommen um die Auswahl zu ermöglichen

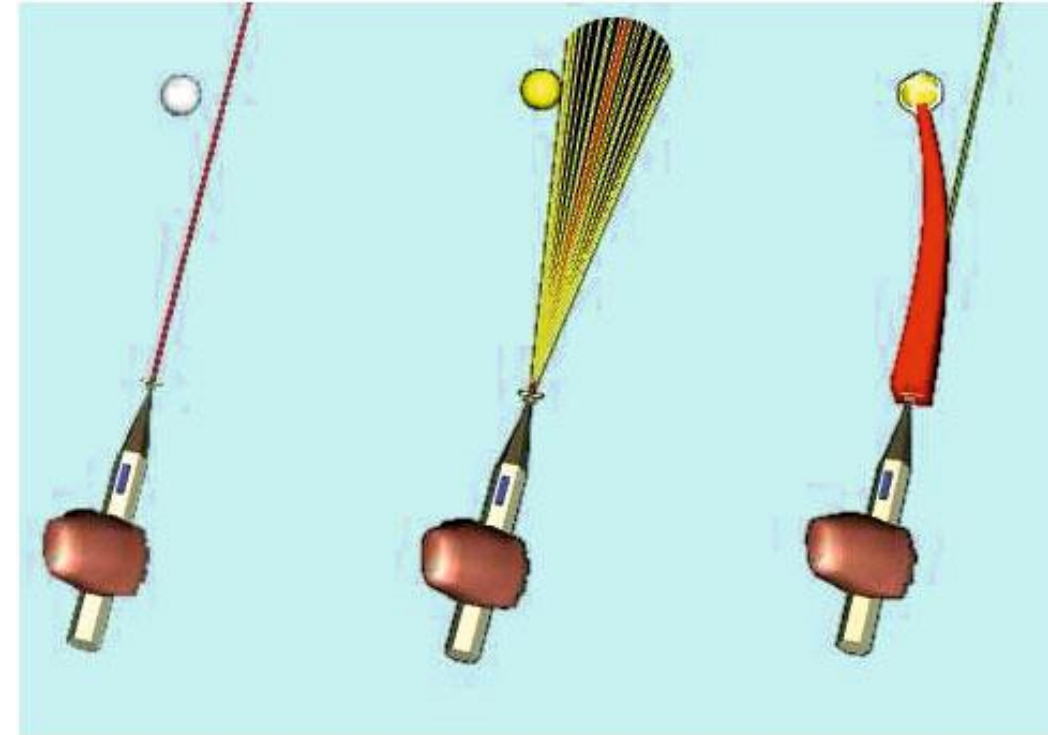
# Interaktionen in der virtuellen Welt

- **Ray-Casting** → ist die gängige Methode um in VR auf Objekte zu zeigen / zu selektieren – dies geschieht entweder durch den Blickpunkt, Handerkennung oder 3D-Controller. Wichtig ist hierbei das aktuell auszuwählende Objekt hervorzuheben!



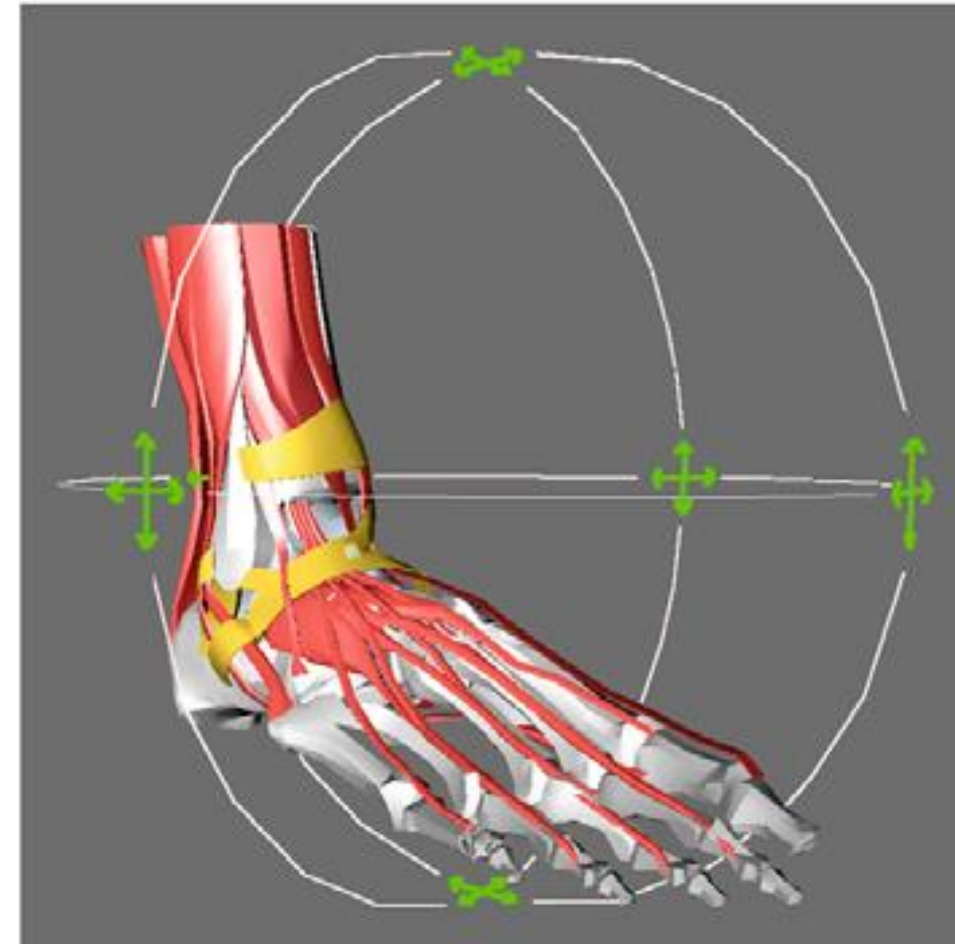
# Interaktionen in der virtuellen Welt

- **Ray-Casting** → es gibt verschiedene Varianten
  - Klassische Variante ist der Laser (im Bild links) – der Strahl ist oftmals nicht begrenzt und so können aus sehr weit entfernte Objekte selektiert werden.
  - Lichtkegel Variante (im Bild mittig) – hier wird in der Regel ein begrenzter Lichtkegel – vergleichbar mit einer Taschenlampe – ausgestrahlt. Je weiter weg umso mehr Objekte werden selektiert.
  - Sichtkegel Variante (im Bild rechts) – hier wird ebenfalls wie ein Laser ein Lichtstrahl ausgegeben, jedoch ist dieser begrenzt und beugt sich wie eine Angelschnur dem am nächsten selektierbaren Objekt.



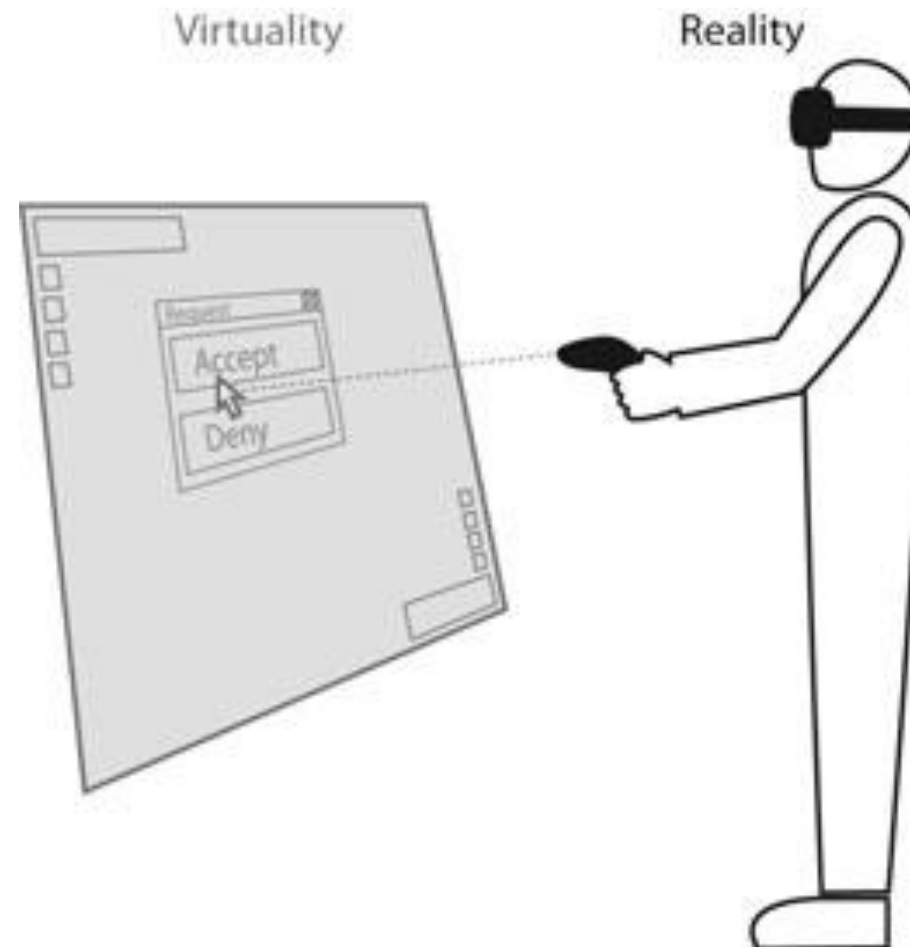
# Interaktionen in der virtuellen Welt

- **3D Widgets** → Translation sowie Rotation eines Objektes
- 3D Widgets sollten nach [Leiner et al., 1997]:
  - Klar erkennbar sein,
  - Sich durch Form und Farben von den virtuellen Objekten unterscheiden
  - Handles besitzen, die klare Auffordanz aufweisen
  - eine erkennbare Hervorhebung des aktuell selektierten Handles nutzen



# Interaktionen in der virtuellen Welt

- Interaktion mit einem **Floating Menü** – die Selektion erfolgt über einen Ray-Casting Pointer



# Interaktionen in der virtuellen Welt

- Grundsätzlich gelten die Regeln von Menüdesigns in 2D auch für 3D Menüs
- Beispiel in den drei Bildern – ein Kreismenü
- Die Selektion kann entweder durch einen Pointer, Armausrichtung oder durch Handrotation erfolgen



# Beispiele in der Raumplanung

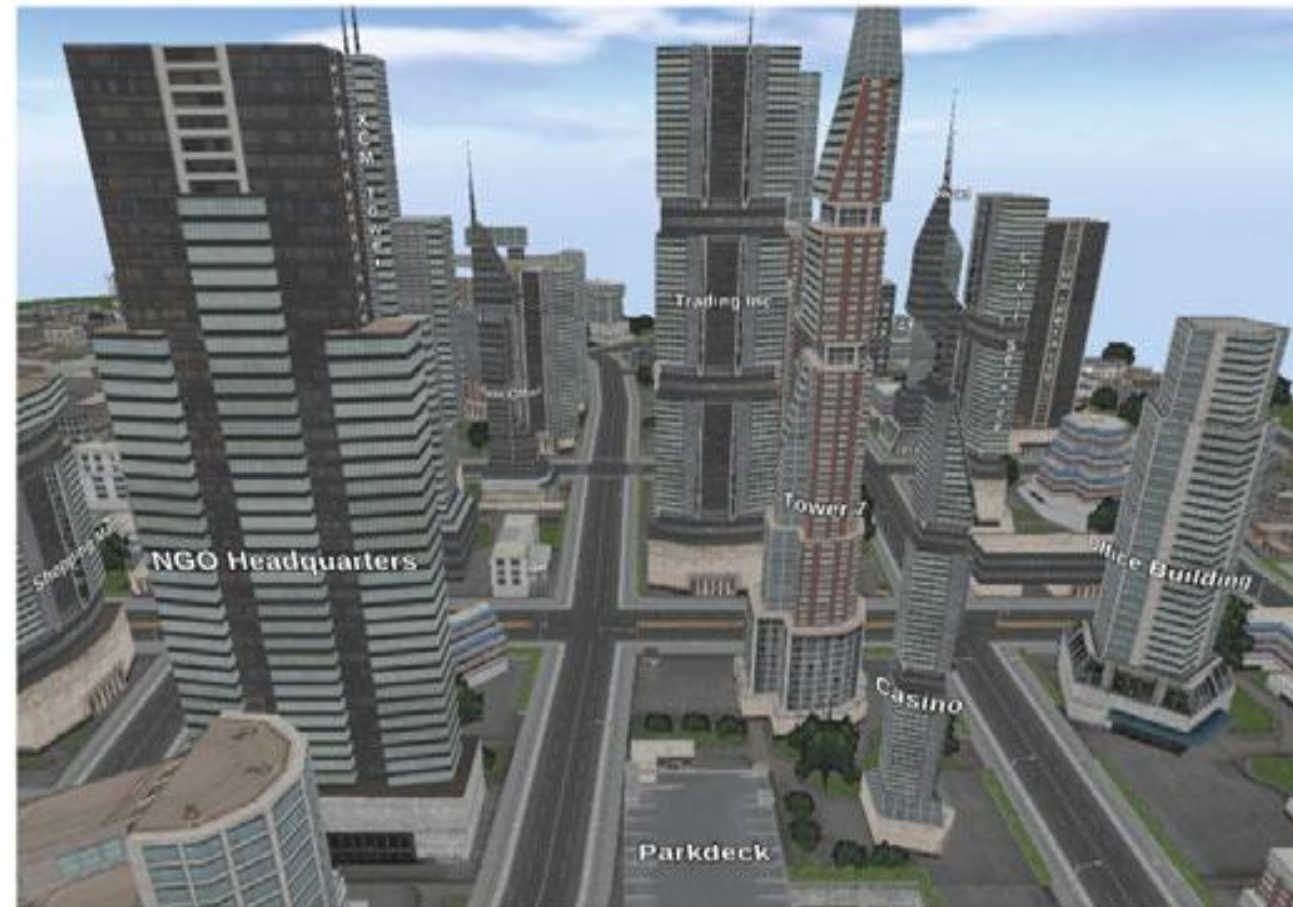
- Die Raumplanung stellt ein hervorragenden Use-Case für den Einsatz von VR-System dar.
- So werden immer öfters reale Bilder kombiniert mit komplexen Beleuchtungssimulationen.
- Ein weiteres Beispiel ist Auto AR vom Fraunhofer FIT:

<https://www.youtube.com/watch?v=nIE68BYw6pg>



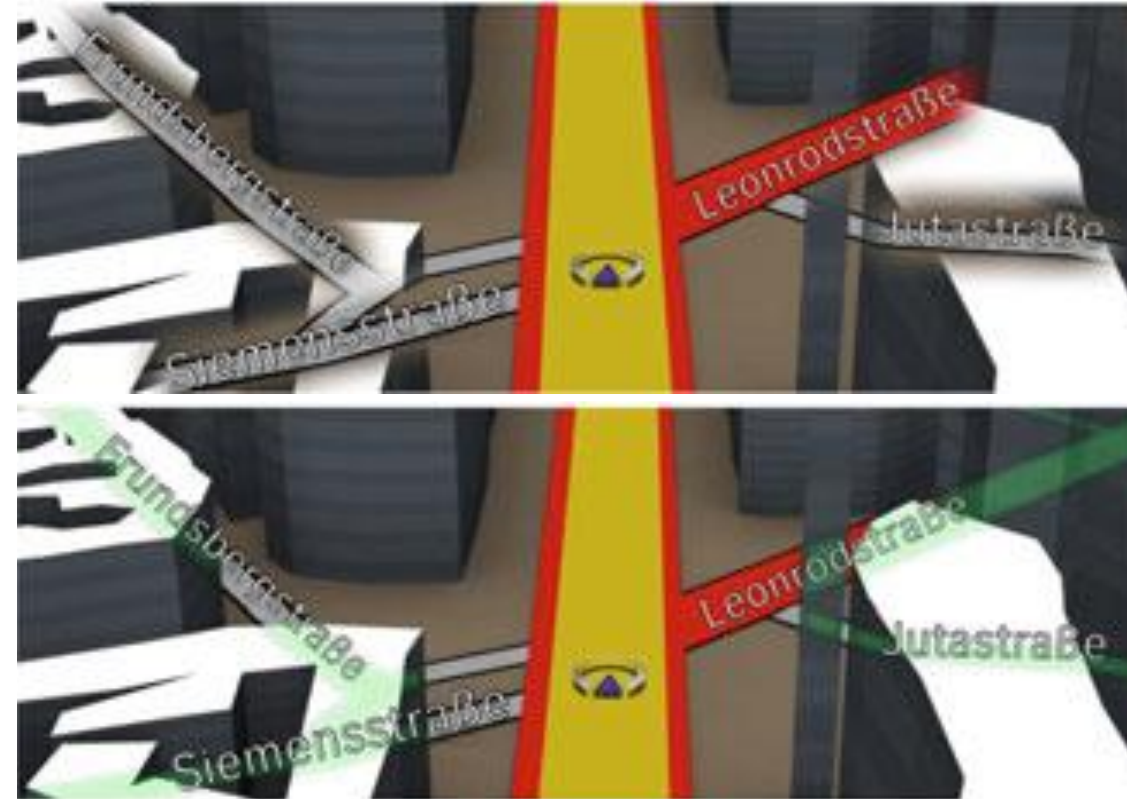
# Beispiele in der Raumplanung

- Die Beschriftungen an einem Stadtmodell können anhand von Hüllkörper durchgeführt werden. So gibt es zylinderförmige und quaderförmige Hüllkörper an denen sich die Beschriftung darstellen kann.



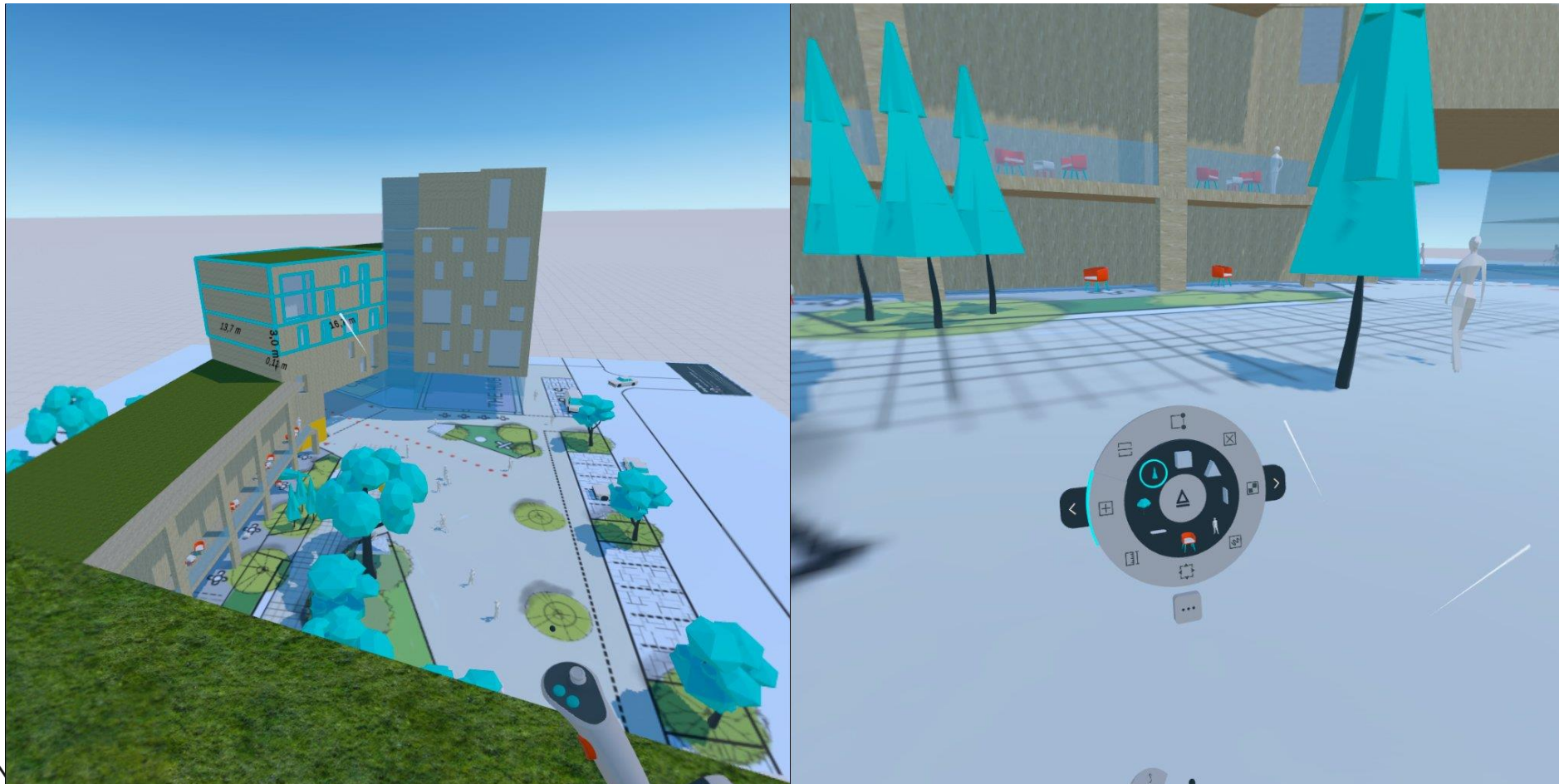
# Beispiele in der Raumplanung

- Die Beschriftungen von Strassen stellt eine weitere Herausforderung dar. So können Schatteneffekte oder zusätzliche Hintergründe verwendet werden um die Schrift lesbarer zu machen und über verdeckende Objekte zu erscheinen.



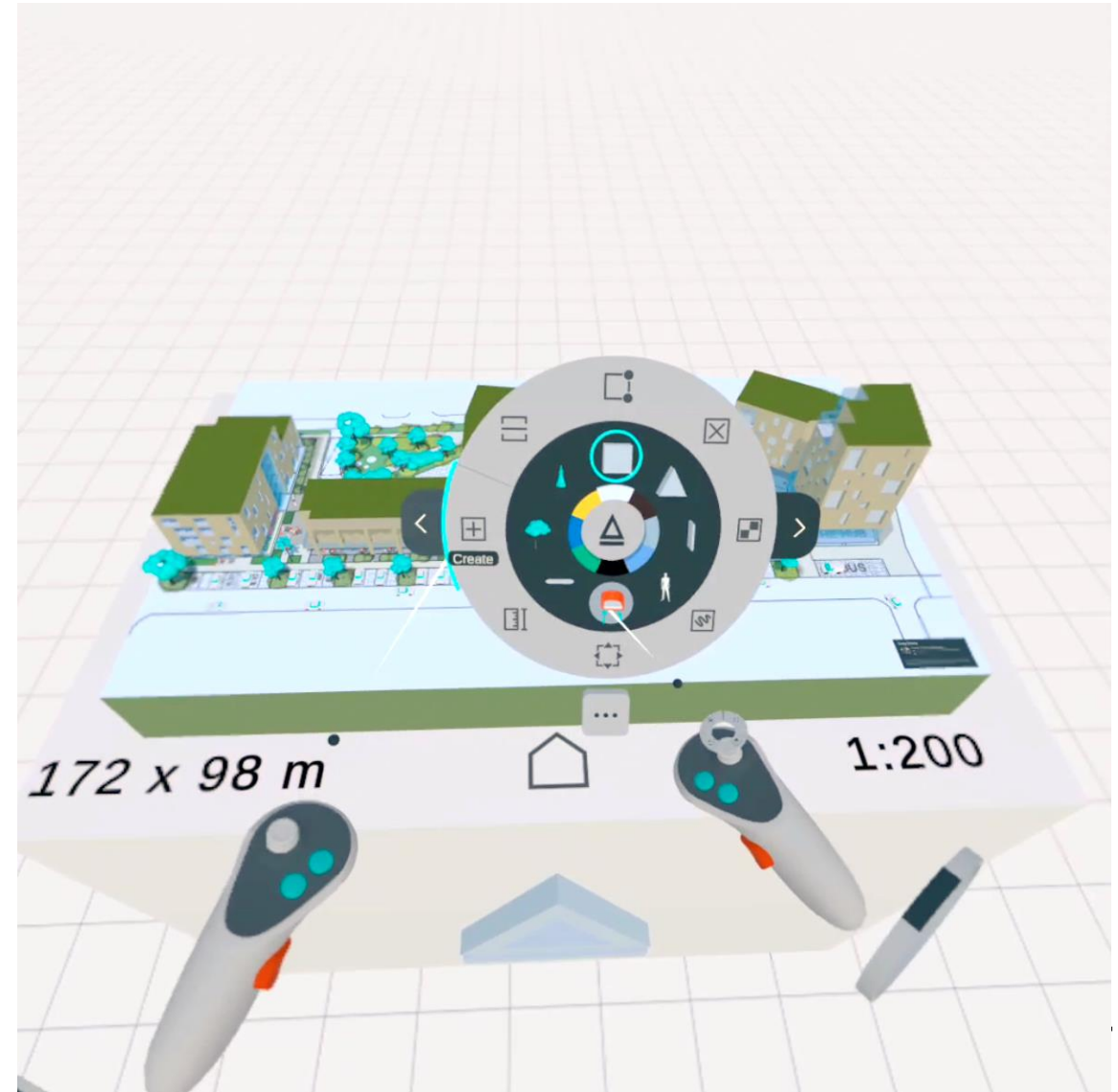
# Beispiele in der Raumplanung – VR App Arkio

- Mit der VR-App Arkio für Oculus Quest Systeme ist es möglich kollaborativ Gebiete bzw. Räume sowie auch die Innenarchitektur zu erarbeiten.



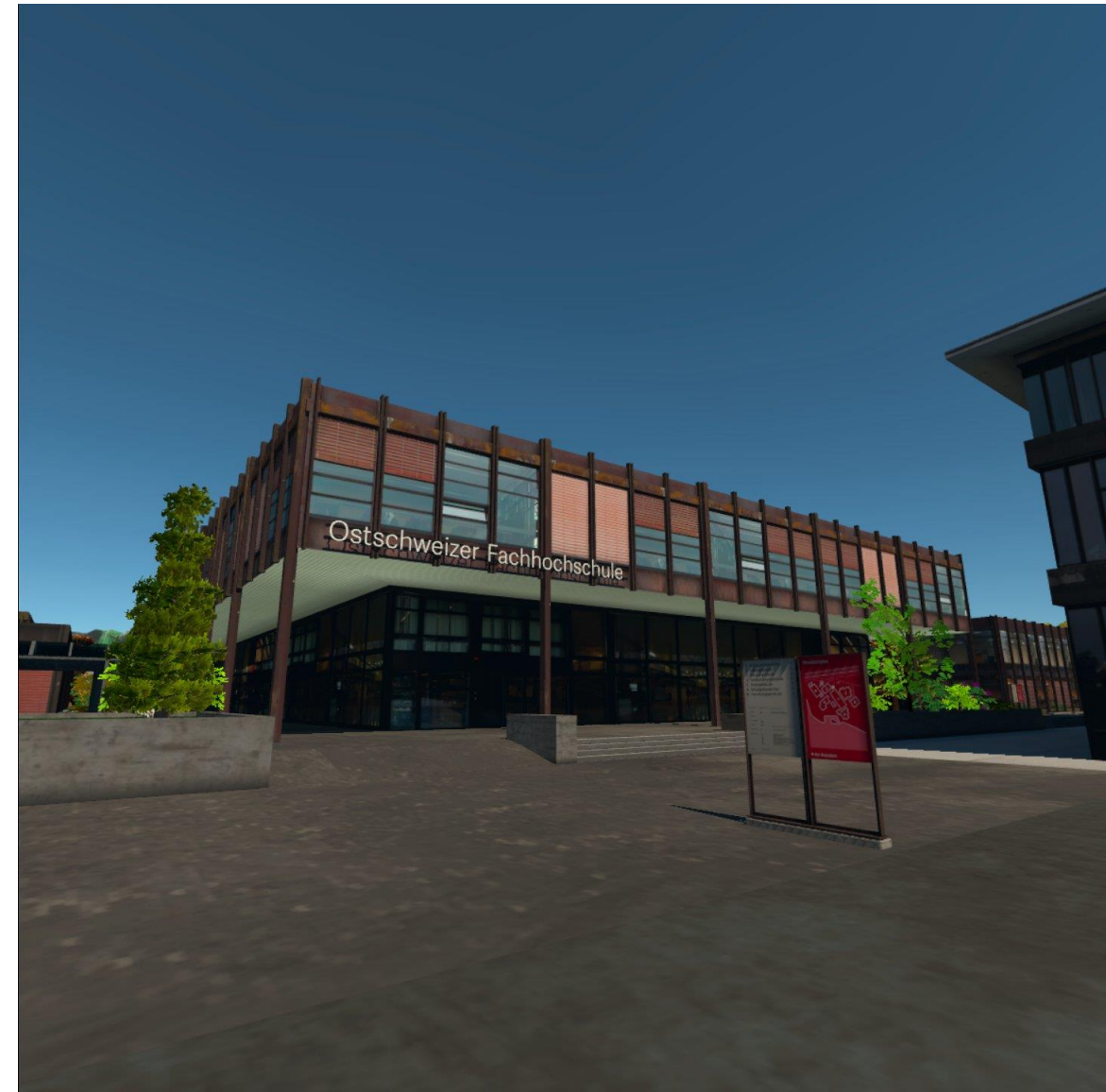
## Beispiele in der Raumplanung – VR App Arkio

- Zur Steuerung der Anwendung setzt man auf 3D-Widget wie das Kreismenü.
- Aber auch Menüs und Steuerelemente, welche sich an das Handgelenk setzen.



# Beispiele – VR App der OST – Campus Rapperswil

- Über diese App lässt sich der Campus Rapperswil mittels VR-System besuchen



# Beispiele – VR App der OST – Campus St. Gallen

- Es können auch 360° Bilder oder gerenderte Grafiken verwendet werden, um Räume für NutzerInnen in VR zu visualisieren.



# Nächste Schritte

- Nutzen Sie für Ihr nächstes VR Projekt die Checkliste – diese gibt Ihnen zusammengefasst wichtige Hinweise für die Umsetzung des Projektes um Probleme wie Cybersickness und die Benutzerfreundlichkeit zu erhöhen
- Nutzen Sie ausserdem den Prozess zur Entwicklung von 3D UX, um Ihr Projekt auch erfolgreich zu testen.

# Literatur

- Dieses Wissensnugget bezieht sich hauptsächlich auf diese zwei Bücher:
  - Dörner, R., Broll, W., Grimm, P. & Jung, B. (Hrsg.). (2019). Virtual und Augmented Reality (VR/AR): Grundlagen und Methoden der Virtuellen und Augmentierten Realität. Berlin, Heidelberg: Springer Vieweg.
    - <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-662-58861-1>
  - Preim, Bernhard; Dachzelt, Raimund (2015): Interaktive Systeme. Band 2: User Interface Engineering, 3D-Interaktion, Natural User Interfaces. 2. Aufl. 2015. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg (EXamen.press). Online verfügbar unter <http://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:31-epflicht-1592367>.
    - <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-3-642-45247-5.pdf>
  - Weitere Literatur in der Wissensnugget-Beschreibung
  - *Folgende Folien beschreiben weitere Faktoren und Probleme im 3D UX Design – diese werden oftmals von den 3D-Entwicklungsumgebungen standardmässig adressiert.*

# Tiefenhinweise

## a) Perspektivische Verzerrung

- Aufgrund der Verzerrung und der Nähe zur Horizontlinie scheint Quadrat C weiter hinten zu sein – nicht nur wegen der kleineren Größe.

## b) Atmosphärische Perspektive

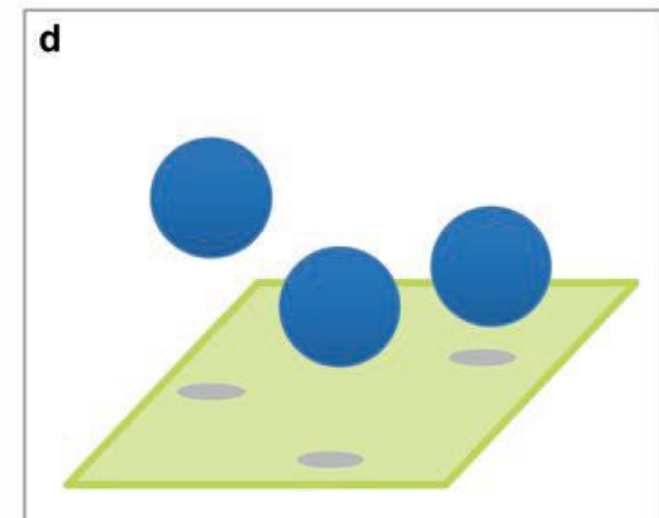
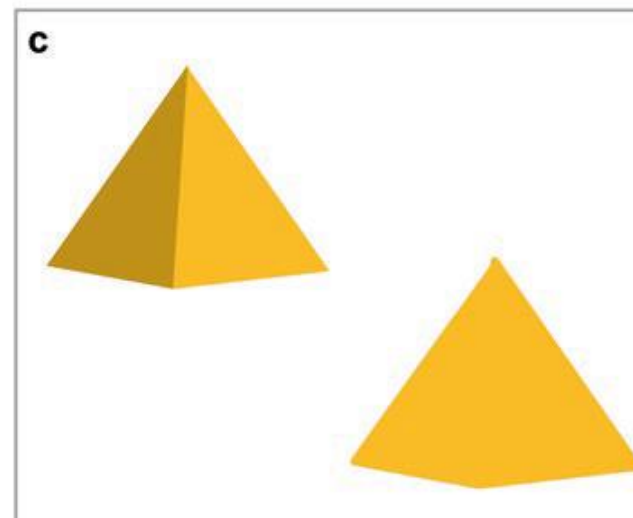
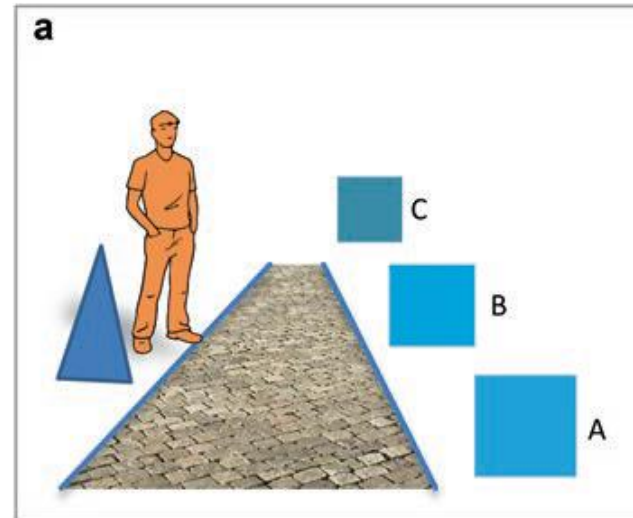
- Weiter entfernte Objekte sind nicht so kontrastreich und haben eine bläuliche Färbung

## c) Schattierung

- schattierte Objekte wirken räumlicher

## d) Schattenwurf

- Besonders der Schattenwurf auf eine Grundfläche unterstützt die Tiefenwahrnehmung.



# Tiefenhinweise

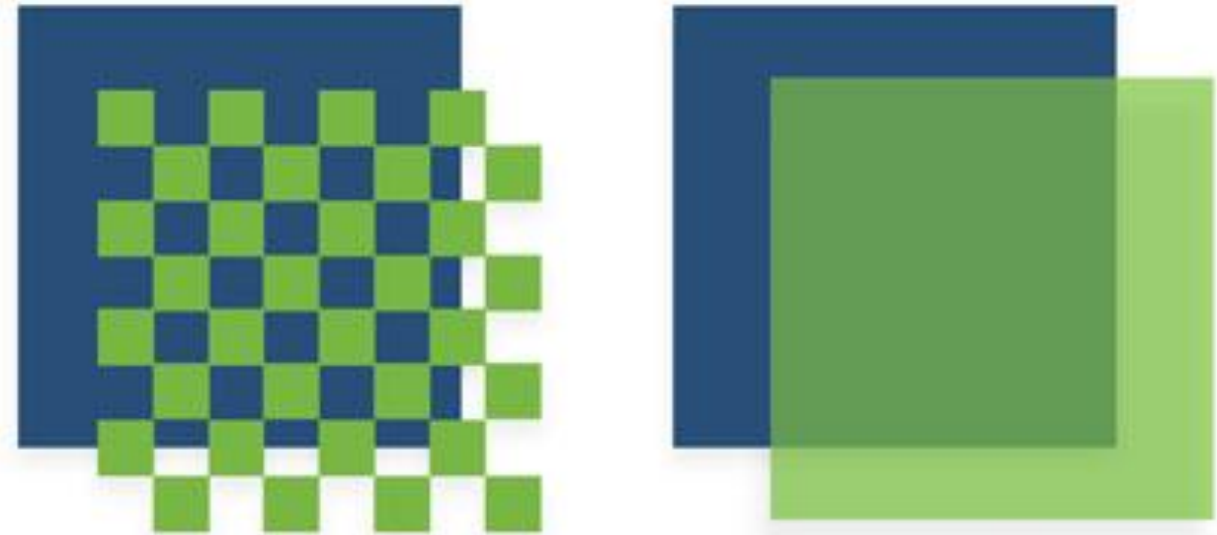
## Bewegungsparallaxe:

Objekte näher zu uns bewegen sich schneller als entfernte Objekte

Beispiel: Ampel an der Strasse reagiert stärker auf eigene Bewegungen als die Berge am Horizont.

## Verdeckung:

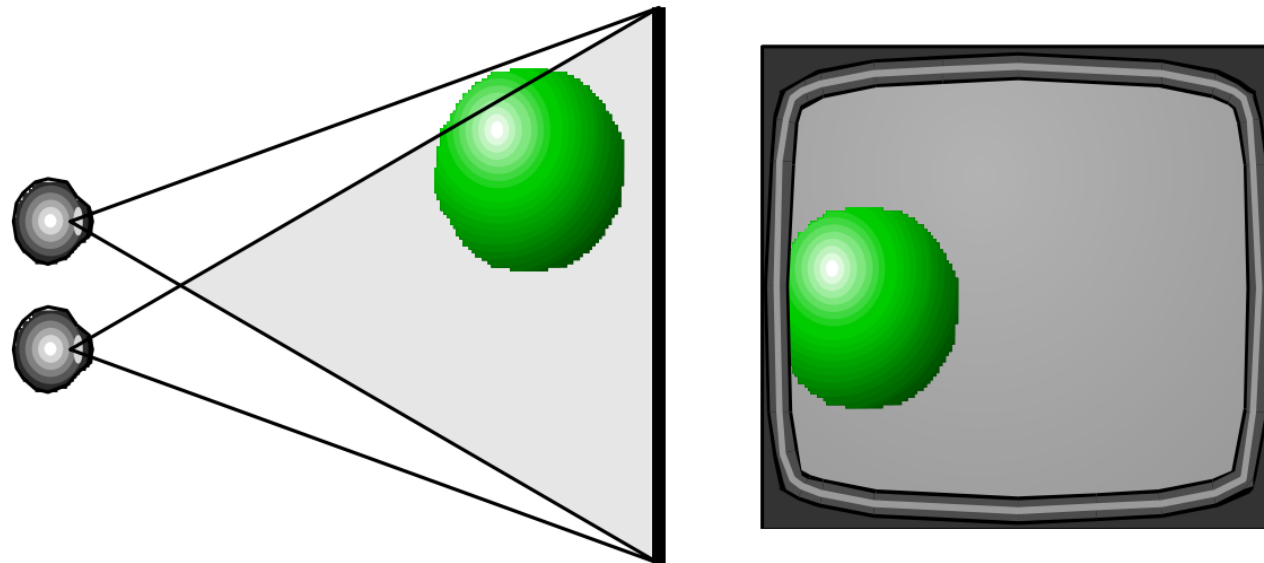
Wenn ein Objekte verdeckt ist von einem anderen muss dieses weiter hinten sein.



# Faktoren und Probleme

- **Frame Cancellation**

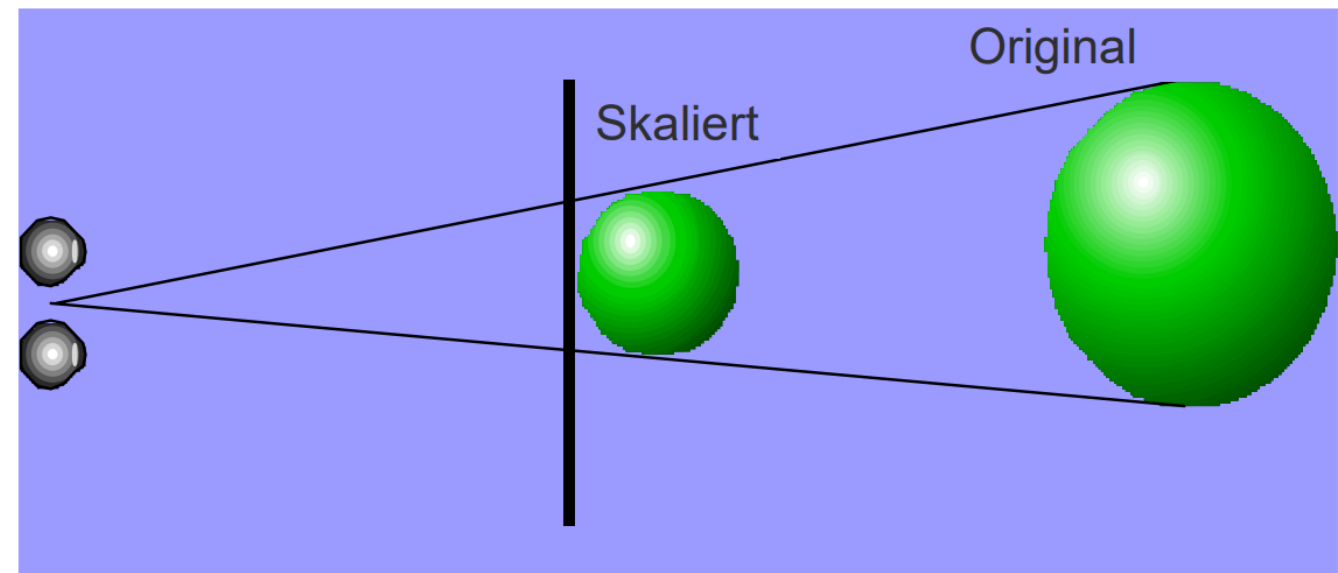
- Das Sichtfeld eines VR-Systems ist begrenzt – daher sind auch die Ränder des HMDs sichtbar. Wenn ein Objekt nun an dem Rand angrenzt, müsste es ja theoretisch vor dem HMD sein/erscheinen → Störung der Tiefenwahrnehmung



# Faktoren und Probleme

- **Vergence-Focus-Konflikt / Akkomodation-Konvergenz**

- Ganz egal ob HMD, Projektion oder klassische Displays – unsere Augen müssen sich immer auf die Displayfläche fokussieren und nicht auf den Inhalt → Display bleibt scharf.
- Wird plötzlich auf ein virtuelles Objekt fokussiert, welches bspw. weiter weg ist, wird das Bild infolge dessen verschwommen, weil nicht mehr auf die Displayfläche fokussiert wird.
- Folgen sind Verwirrtheit und Kopfschmerzen
- Eine Lösung wäre die **Zyklopische Skalierung** →



# Faktoren und Probleme

- **Diskrepanzen in der Raumwahrnehmung**
  - Nutzer tendieren Distanzen in VR bis zu 50% zu unterschätzen → beschränktes Sichtfeld, Fehleinschätzung von Grössen, schlechte Beleuchtung



Ursprünglicher Ausschnitt



Abbildung auf die gleiche Displayfläche



Vergrößern der Öffnungswinkel der Kamera