



C<sub>2</sub>RVE

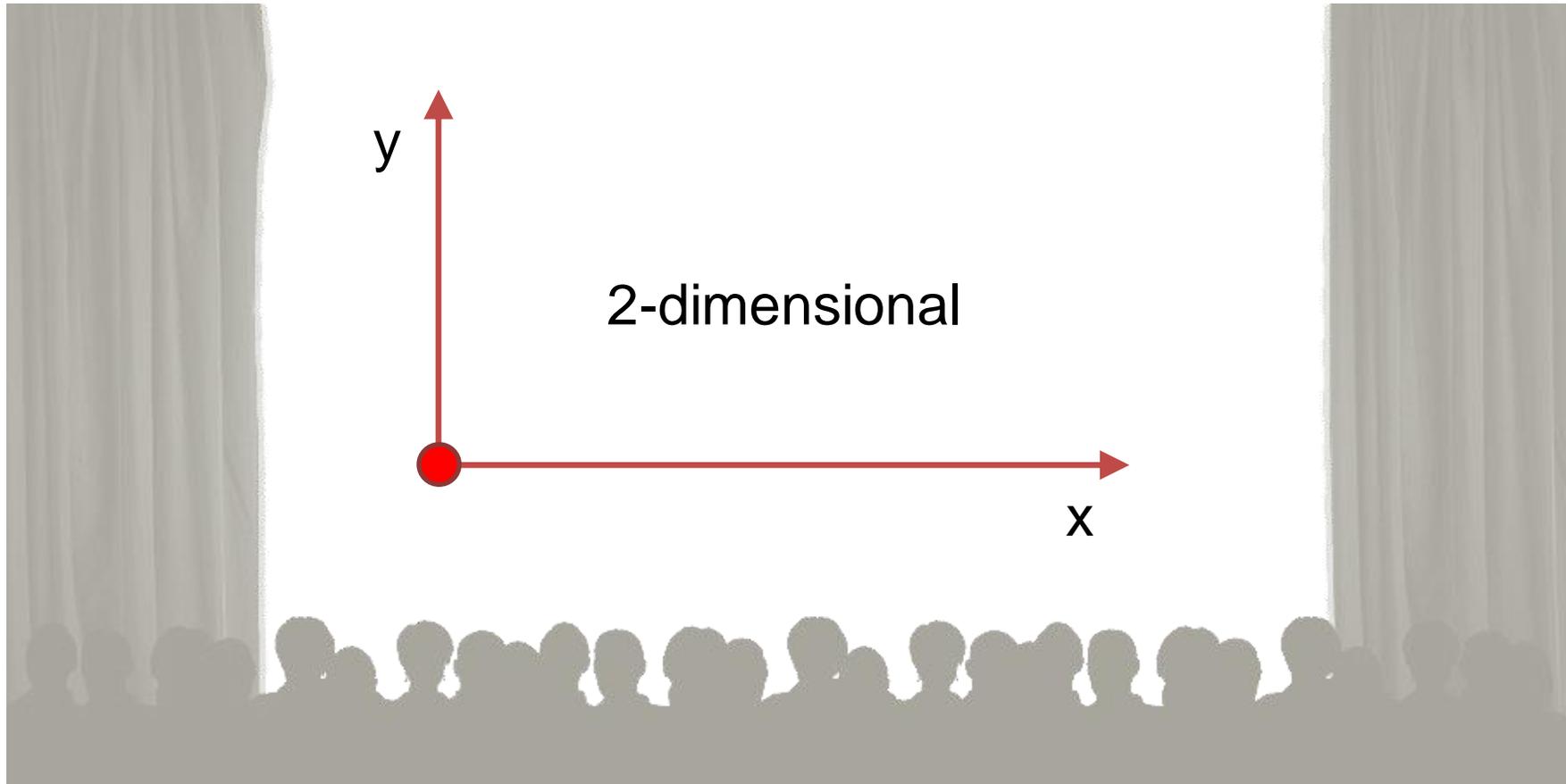


# Flächenland und Raumland

## Den Dimensionsbegriff mit Virtual Reality erfahrbar machen

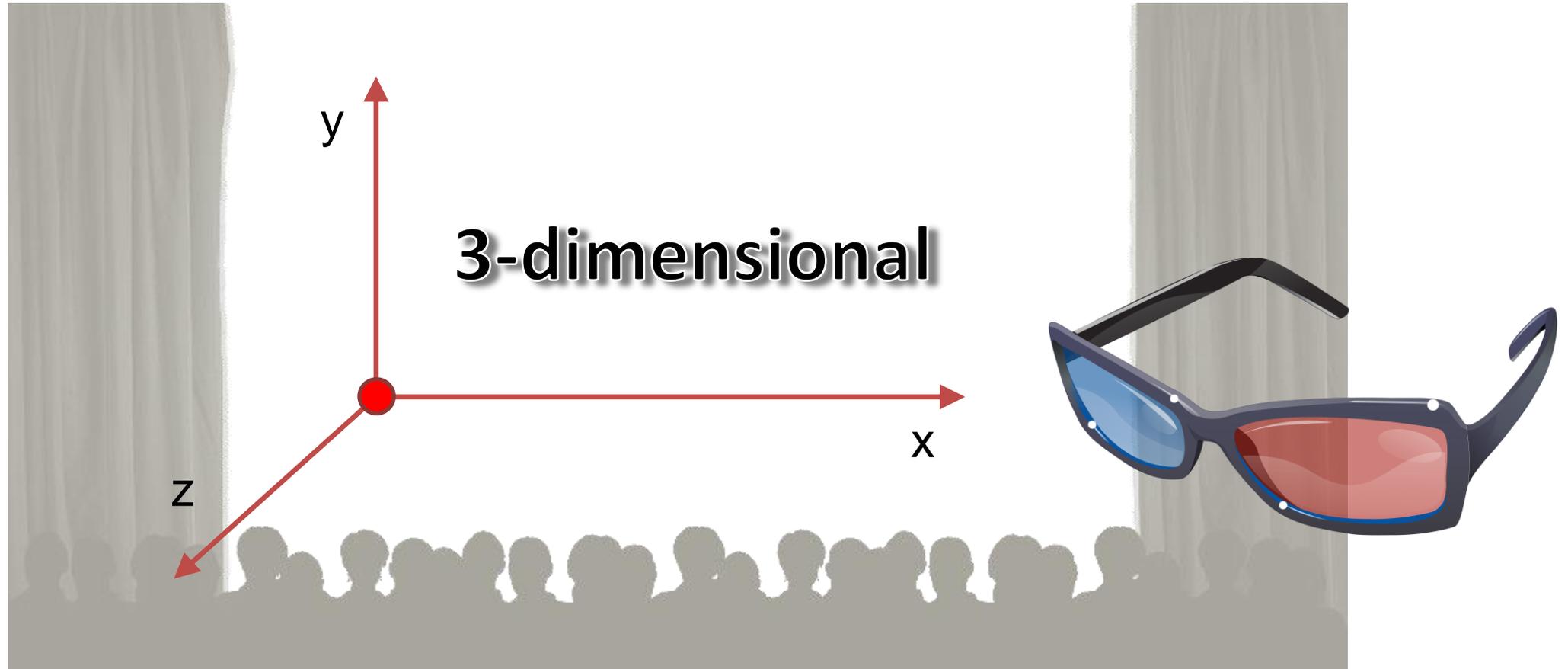
Sina Haselmann, Barbara Schmidt-Thieme  
Universität Hildesheim

# Dimension – was ist das überhaupt?



(Quelle: <https://www.pngall.com/theatre-png/download/45856>, heruntergeladen am 15. Mai 2023)

# Dimension – was ist das überhaupt?



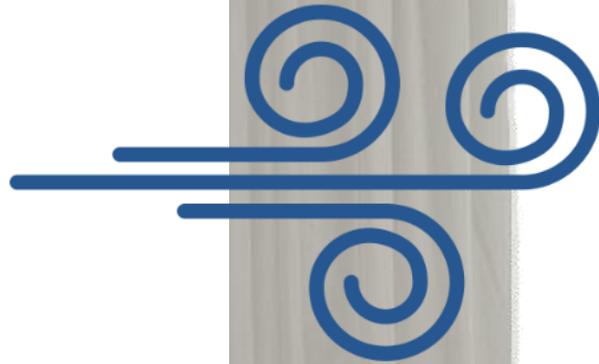
(Quelle: [https://pngimg.com/uploads/glasses/glasses\\_PNG51.png](https://pngimg.com/uploads/glasses/glasses_PNG51.png), heruntergeladen am 15. Mai 2023)

# Dimension – was ist das überhaupt?

C<sub>2</sub>RVE



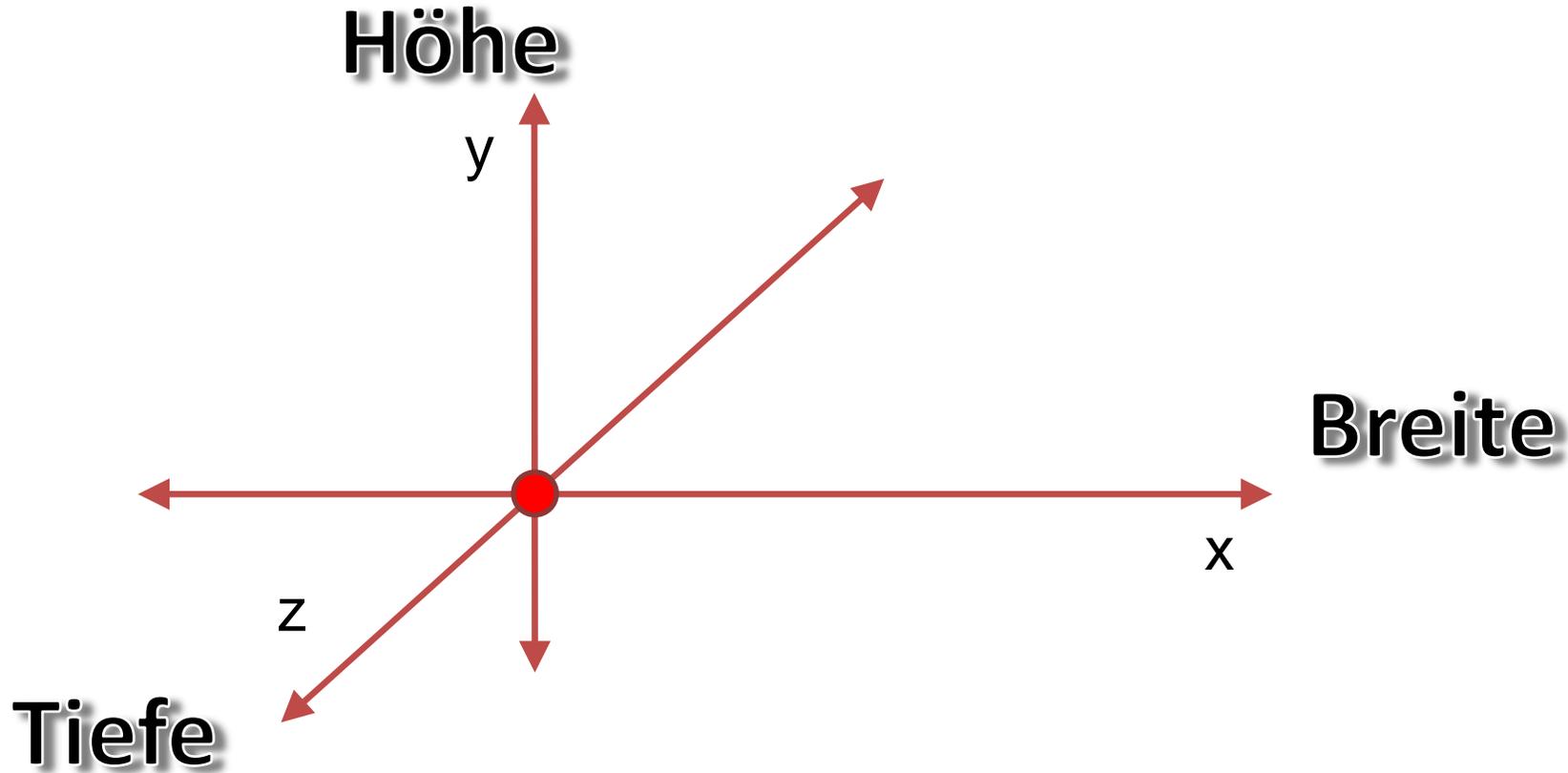
## 5-dimensional



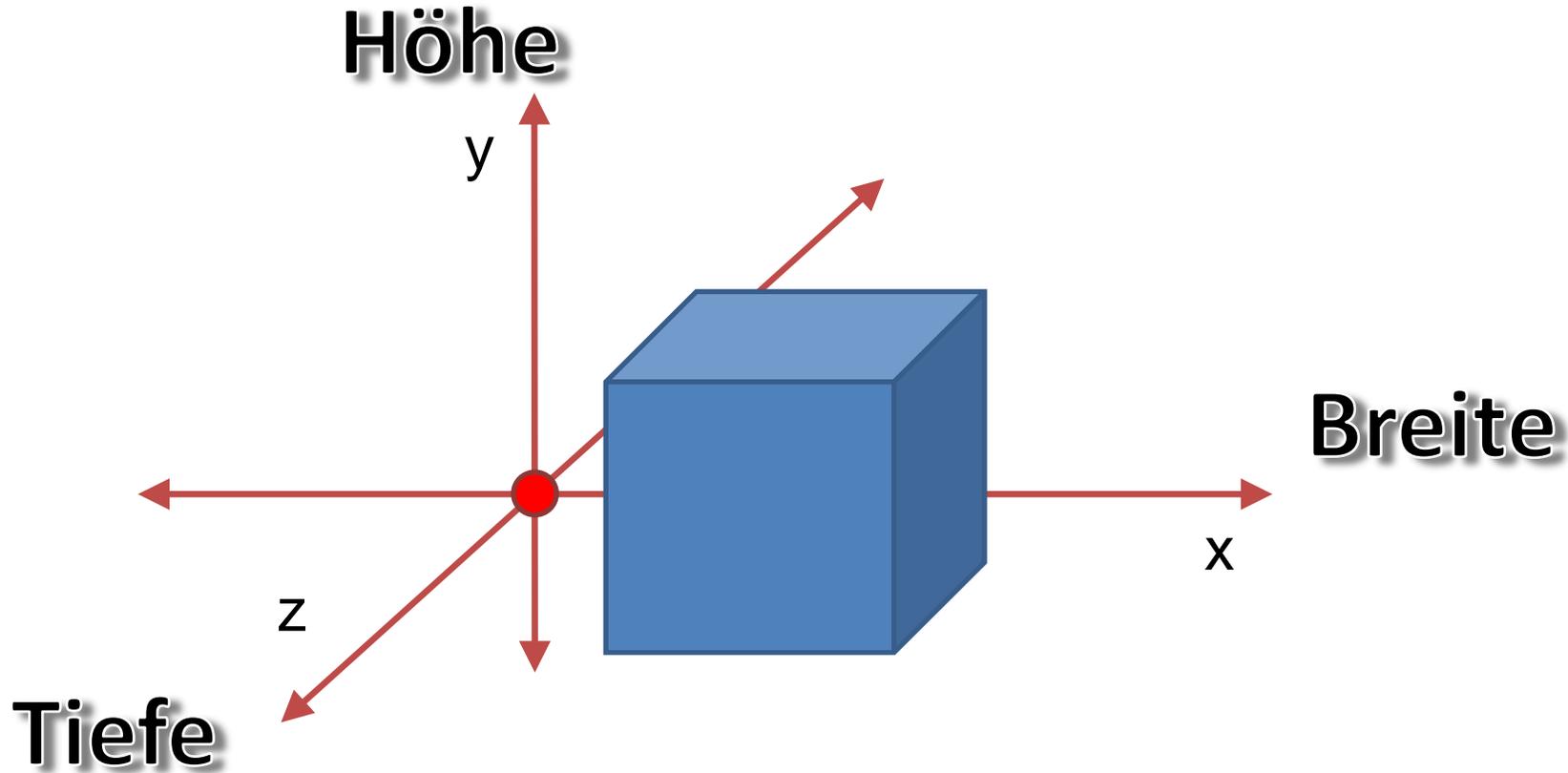
(Quelle: "Wind" von giovanni ataraska, [Noun Project](#) (CCBY3.0), "Rain" von Yosua Bungaran, [Noun Project](#) (CCBY3.0))

# Dreidimensionaler euklidischer Raum

C<sub>2</sub>RVE

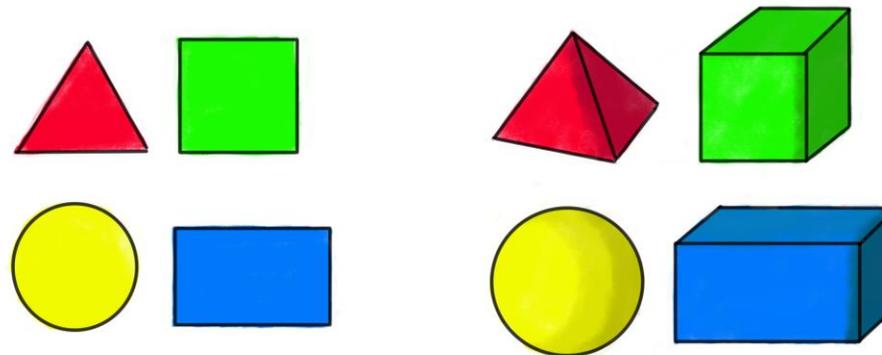


# Dreidimensionaler euklidischer Raum



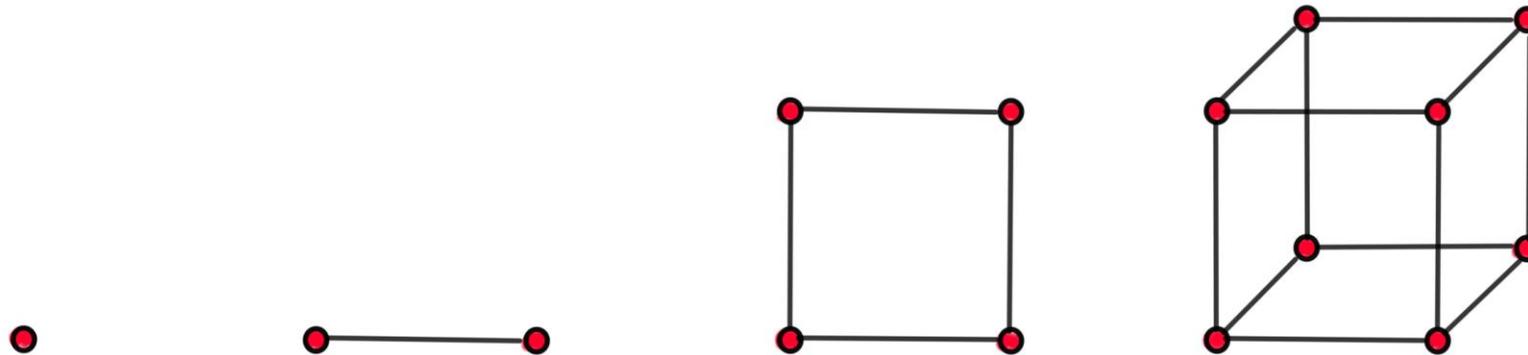
# Dimensionsbegriff in der Schule

- In der Primarstufe Mathematik im Bereich „Raum und Form“ (vgl. KMK, 2022a, S. 16f)
  - Mit „Objekten in Ebene und Raum“ umgehen und diese nach Eigenschaften klassifizieren
  - Räumliches Vorstellungsvermögen entwickeln (siehe auch Franke und Reinhold 2016, S. 2, S. 39; Maier 1999, S. 128f)
  - Arbeiten mit zwei- und dreidimensionalen Darstellungen
  - Sammeln von „Grunderfahrungen zu Eigenschaften von ebenen Figuren und Körpern“



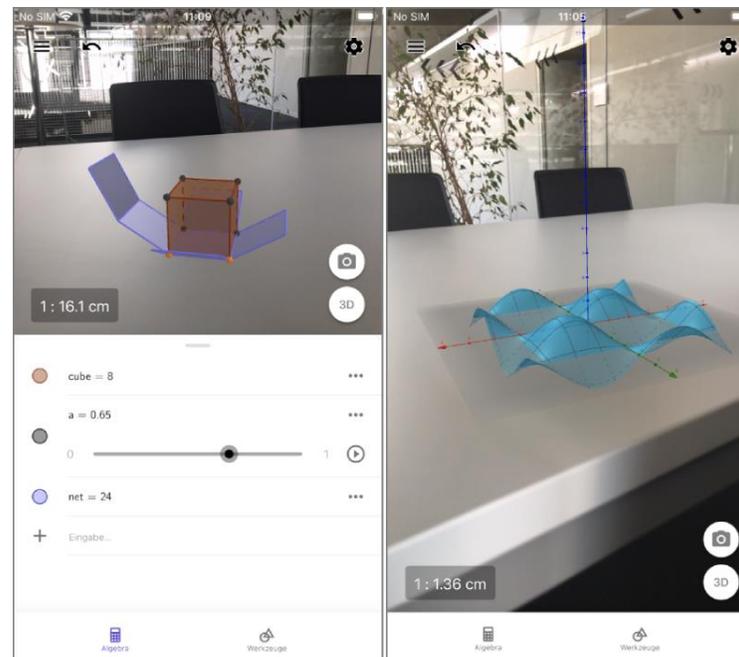
# Dimensionsbegriff in der Schule

- In der Primarstufe Mathematik im Bereich „Raum und Form“ (vgl. KMK, 2022a, S. 16f)
  - Mit „Objekten in Ebene und Raum“ umgehen und diese nach Eigenschaften klassifizieren
  - Räumliches Vorstellungsvermögen entwickeln (siehe auch Franke und Reinhold 2016, S. 2, S. 39; Maier 1999, S. 128f)
  - Arbeiten mit zwei- und dreidimensionalen Darstellungen
  - Sammeln von „Grunderfahrungen zu Eigenschaften von ebenen Figuren und Körpern“



# Softwaregestützte Darstellungen von Objekten

- Objekte sollen auch mit digitalen Mathematikwerkzeugen dargestellt werden können  
(vgl. KMK, 2022a, S. 16; KMK, 2022b, S. 20; Franke und Reinhold, 2016; Weigand, et al. 2011, S. 62, S. 76 ff)
- Dynamische Geometriesoftware (DGS), z.B. Geogebra (mit integriertem AR-Modus)  
(vgl. Schmidt-Thieme, B., & Weigand, H.-G., 2015; GeoGebra Team German, o. J.)



(Quelle: GeoGebra Team German, o. J., <https://www.geogebra.org/m/agpb7bq7>, heruntergeladen am 15. Mai 2023)

# Virtual Reality im Geometrieunterricht

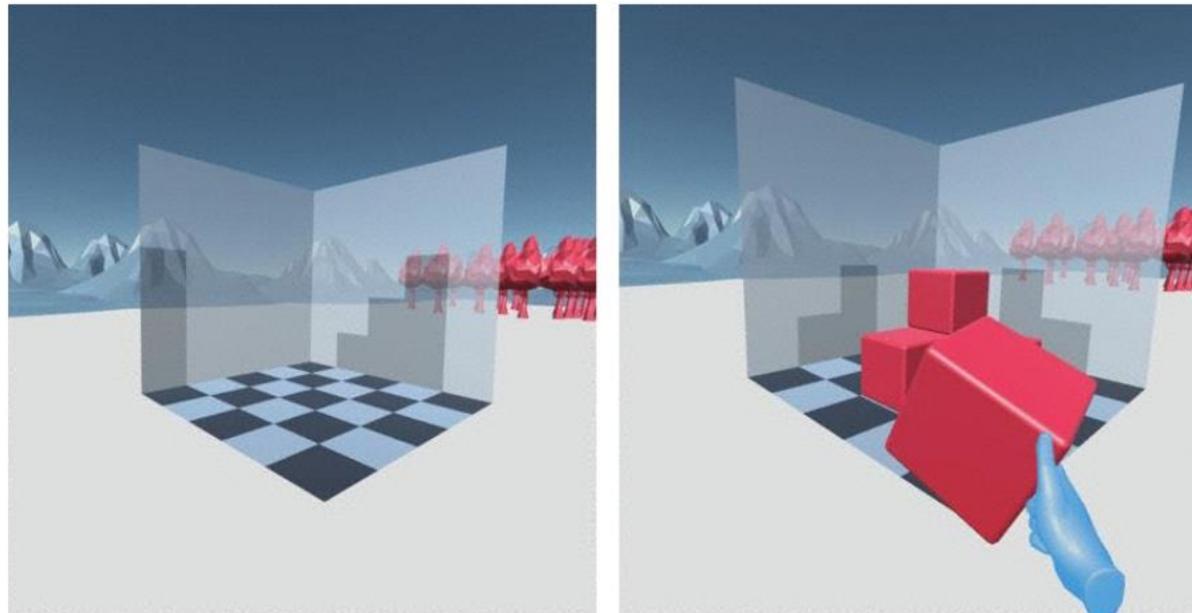
- Diverse Konzepte und Studien zum Einsatz von AR und VR im Geometrieunterricht, z.B.
  - Construct3D (vgl. Kaufmann et al., 2000)



(Quelle: Kaufmann et al., 2000)

# Virtual Reality im Geometrieunterricht

- Diverse Konzepte und Studien zum Einsatz von AR und VR im Geometrieunterricht, z.B.
  - Construct3D (vgl. Kaufmann et al., 2000)
  - CubelingVR (vgl. Florian & Etzold, 2021)



(Quelle: Florian, & Etzold, 2021)

# Virtual Reality im Geometrieunterricht

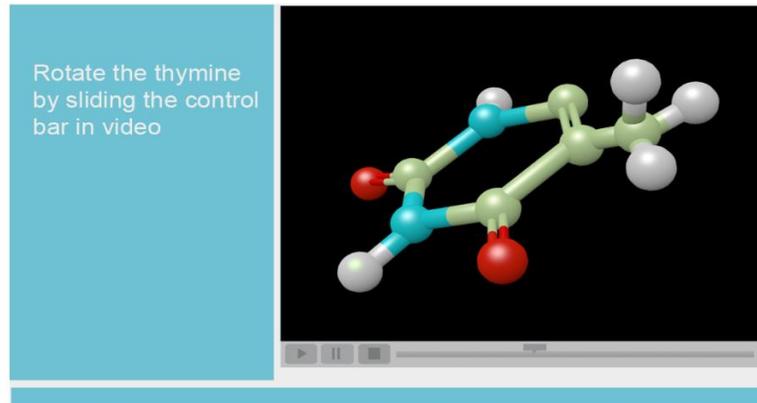
- Diverse Konzepte und Studien zum Einsatz von AR und VR im Geometrieunterricht, z.B.:
  - Construct3D (vgl. Kaufmann et al., 2000)
  - CubelingVR (vgl. Florian & Etzold, 2021)
- Im Vergleich zu nicht-immersiven (traditionellen und digitalen) Medien häufig bessere Lerneffekte bei Geometrieanwendungen (vgl. Tahiri, 2022)
- Frage nach Rolle bestehender Erfahrungen mit dreidimensionalen Objekten bei Interpretation zweidimensionaler Darstellungen von dreidimensionalen Objekten (vgl. Eichler & Eichler, 2019)

# Theoretischer Hintergrund: Aptitude-Treatment Interaction

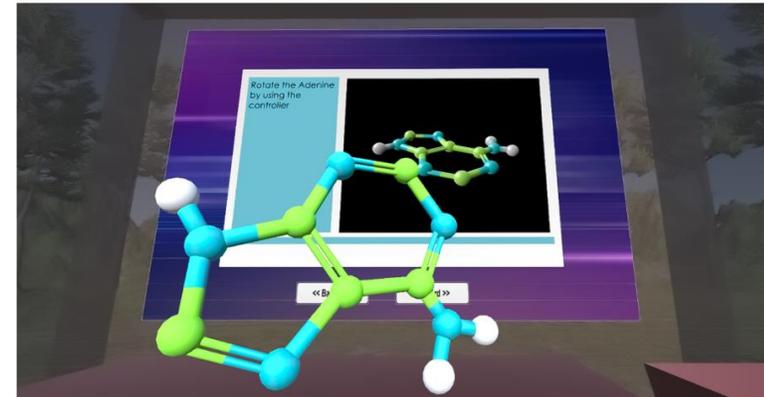
C<sub>2</sub>RVE

- Interaktion zwischen Displayeigenschaften (hohe vs. niedrige Immersion, stereoskopisch vs. monoskopisch) und räumlichem Vorstellungsvermögen  
(vgl. Safadel & White, 2020; Barrett und Hegarty, 2016)
- Lernende mit niedrigem räumlichem Vorstellungsvermögen profitieren von stereoskopischem Effekt

Desktop-PC (nicht stereoskopisch)



Virtual Reality (stereoskopisch)



(Quelle: Safadel & White, 2020)

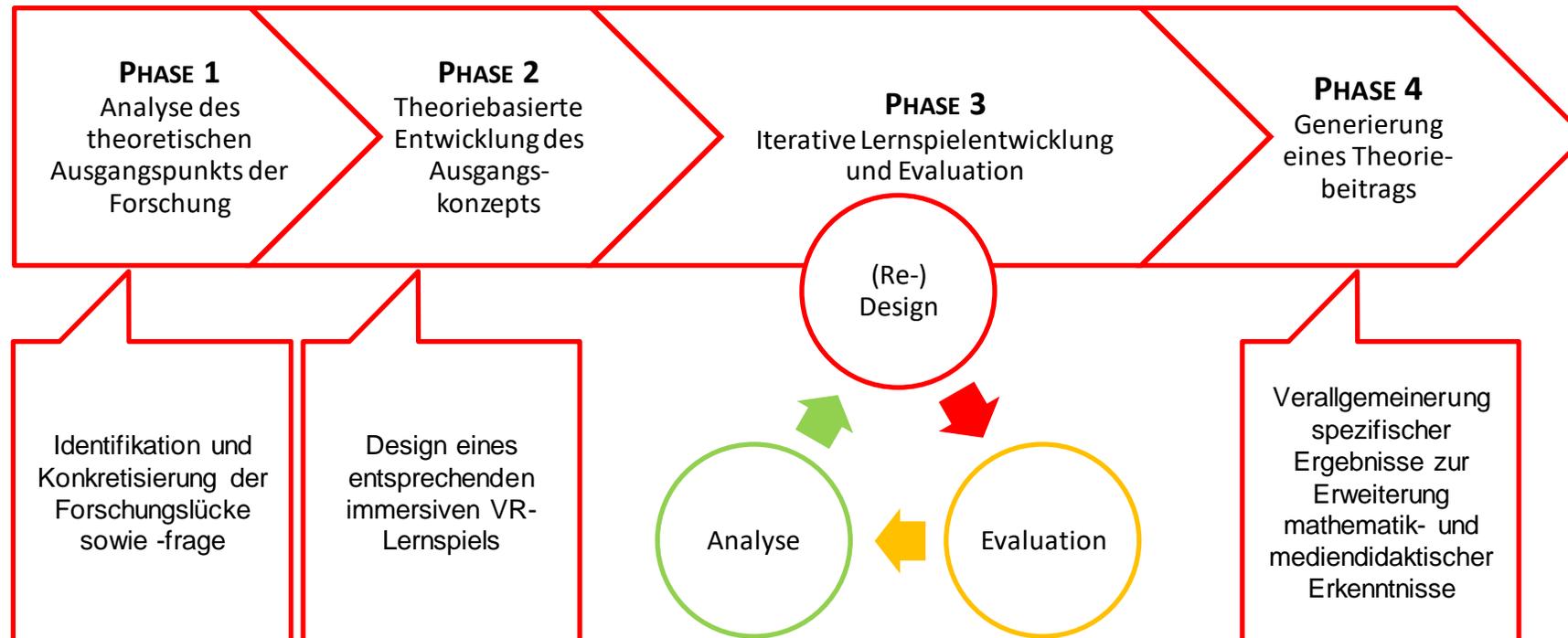
# Wichtigste Forschungsfragen

C<sub>2</sub>RVE



- I. Inwieweit ist die immersive virtuelle Realität geeignet um SuS am Übergang zur Sekundarstufe I Wissen zum Dimensionsbegriff zu vermitteln?
- II. Welche Interaktionseffekte treten hier bezüglich dem gemessenen räumlichen Vorstellungsvermögen der SuS auf?

# Methodik: Design Based Research

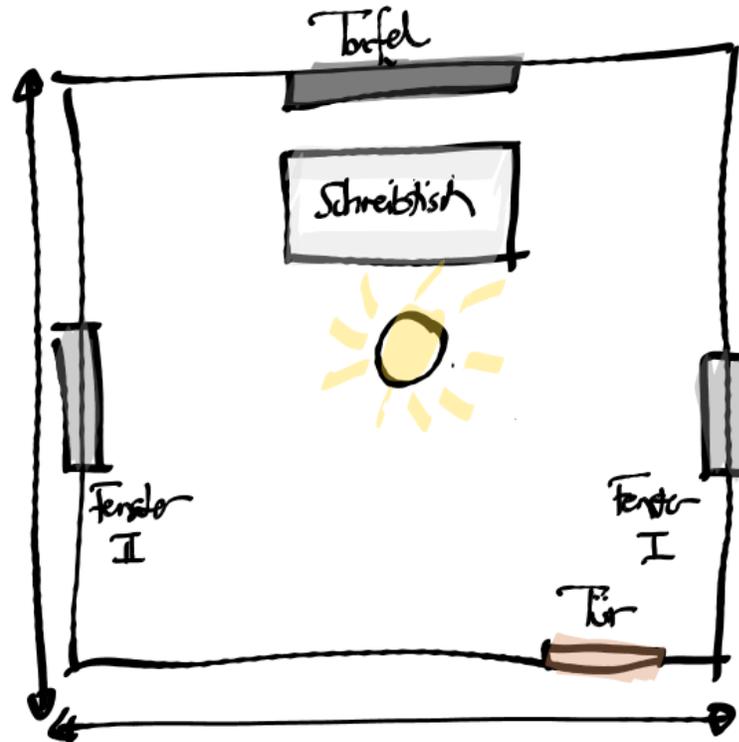


(Abbildung nach Wichers und Strunk, 2020)

# Konzept des VR-Lernspiels

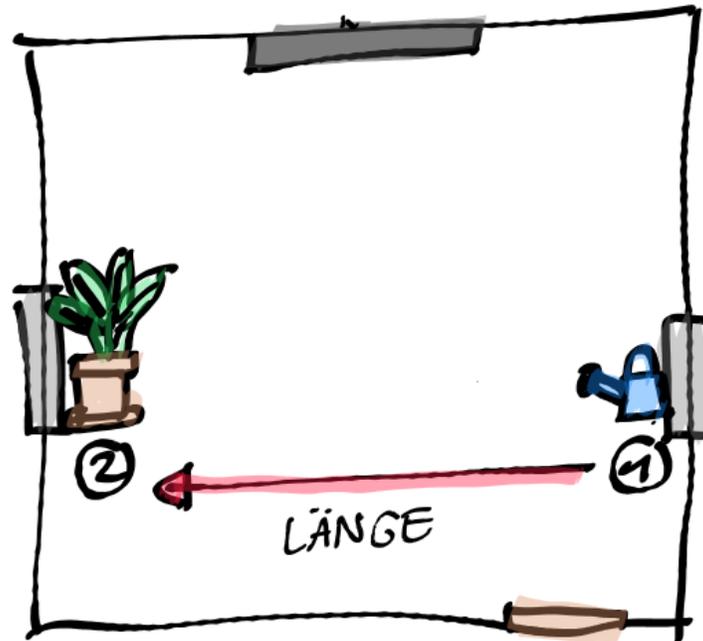
## Aufbau des virtuellen Raumes

ca. 3 x 3 m



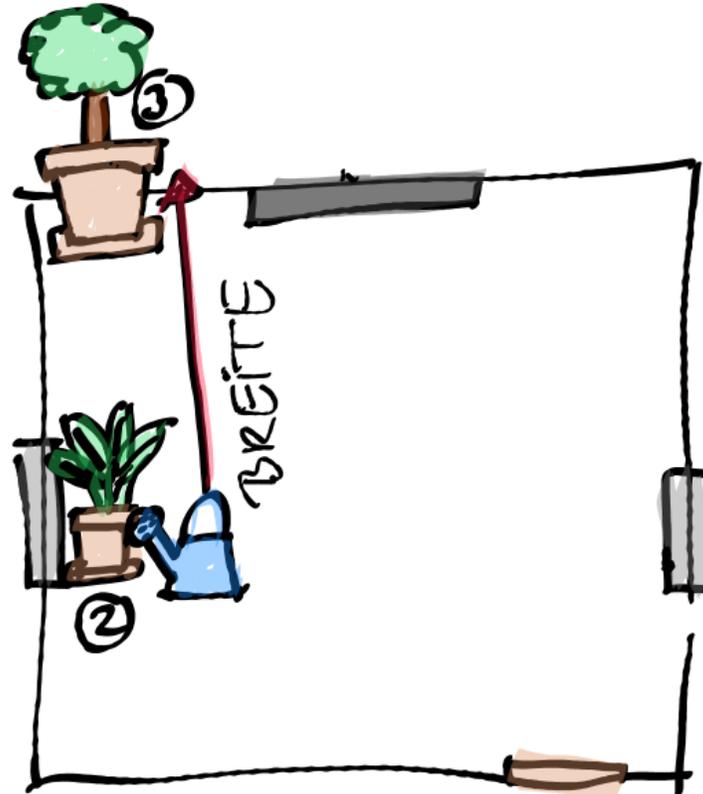
# Konzept des VR-Lernspiels

## Richtungen im dreidimensionalen Raum



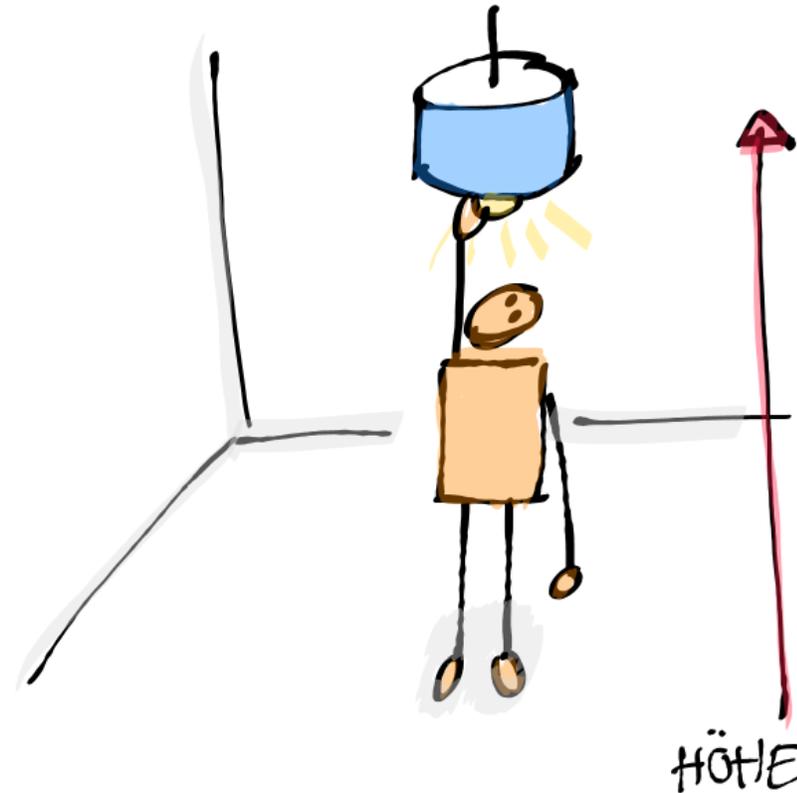
# Konzept des VR-Lernspiels

## Richtungen im dreidimensionalen Raum



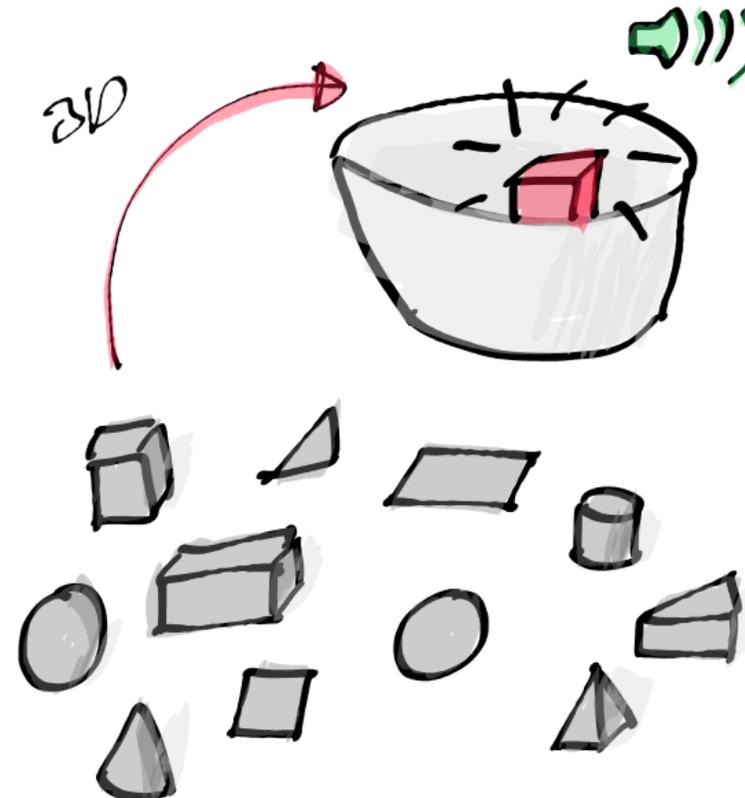
# Konzept des VR-Lernspiels

## Richtungen im dreidimensionalen Raum



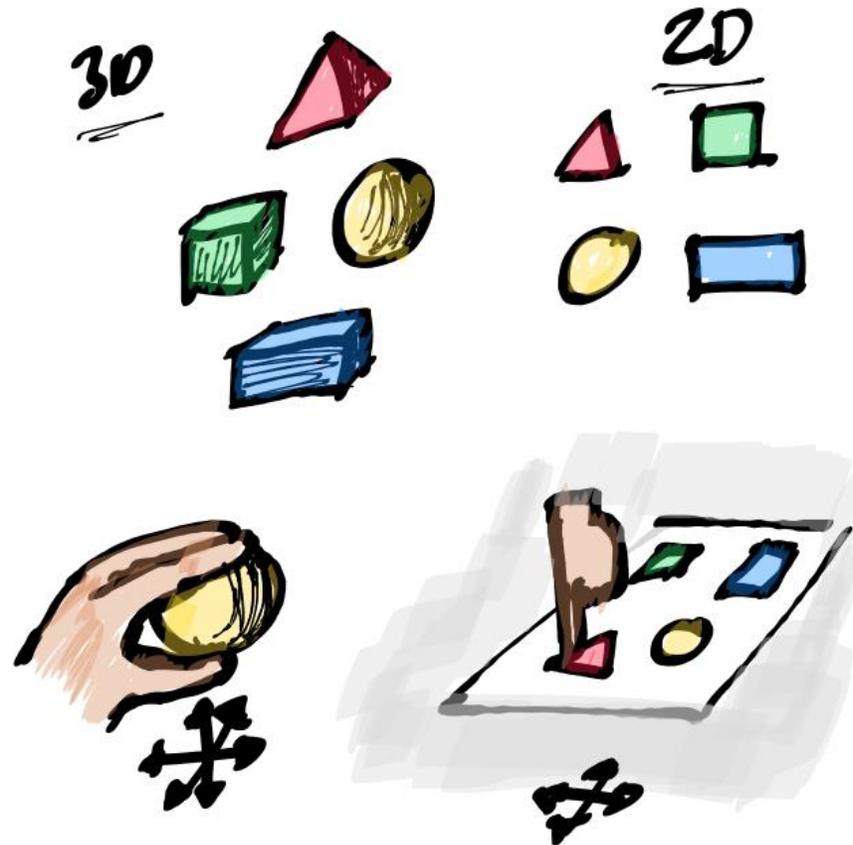
# Konzept des VR-Lernspiels

Zwischen 2- und 3-dimensionalen Objekten unterscheiden



# Konzept des VR-Lernspiels

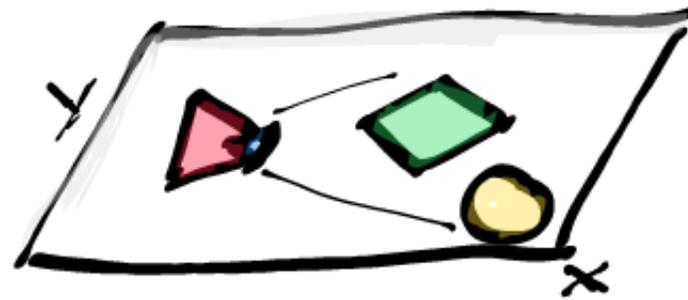
2-dimensionale und 3-dimensionale Objekte und Freiheitsgrade





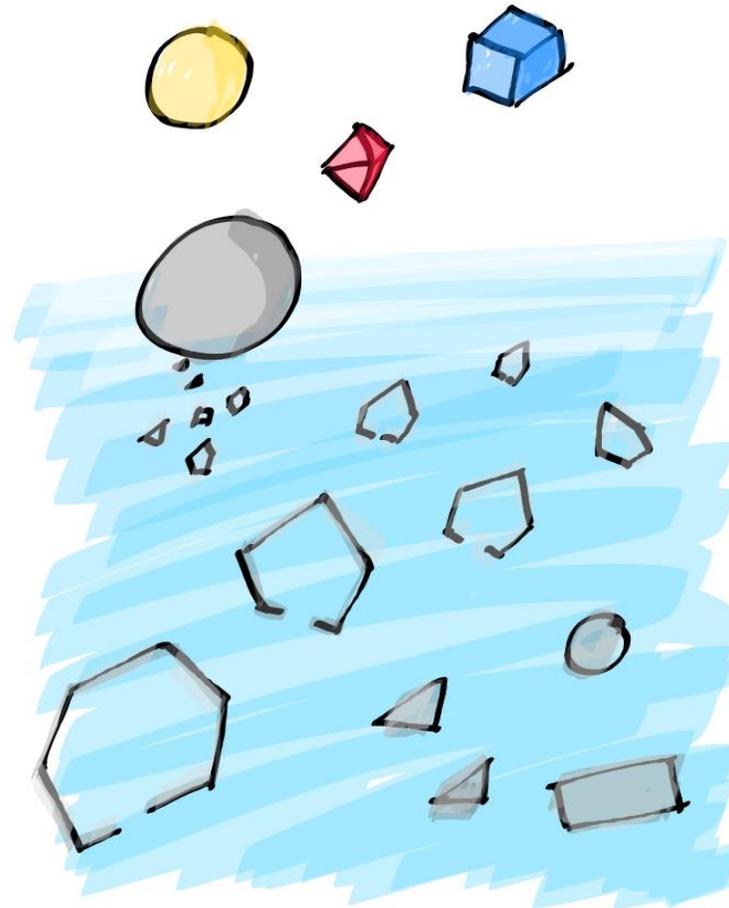
# Konzept des VR-Lernspiels

## Wahrnehmung im Flächenland



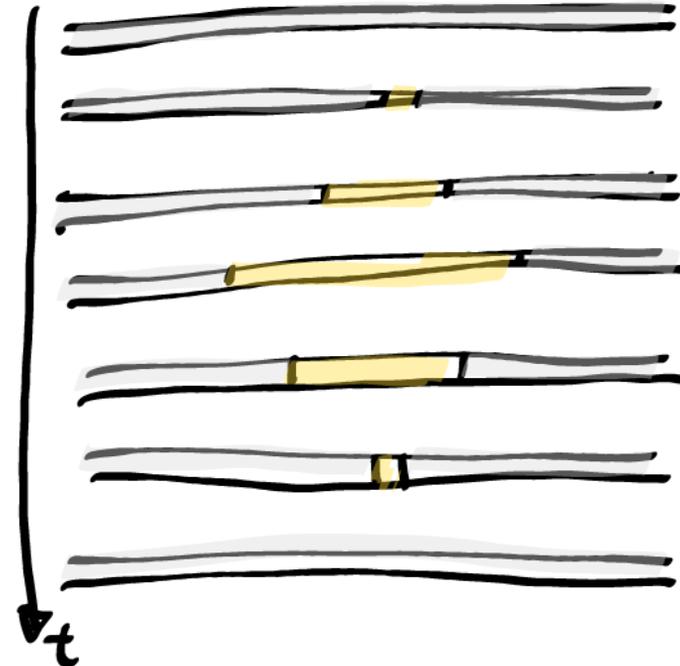
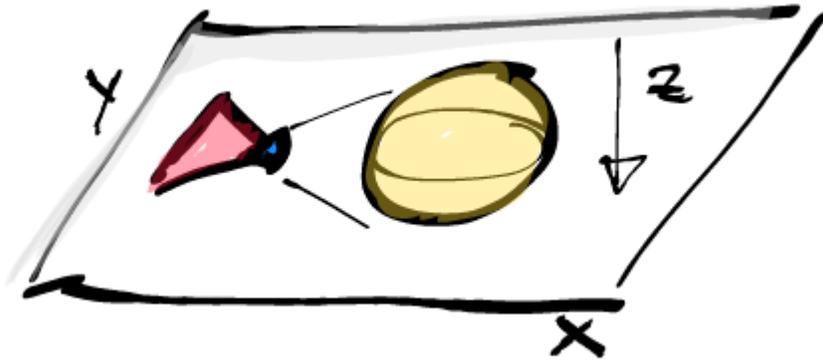
# Konzept des VR-Lernspiels

Lernende „besuchen“ das Flächenland



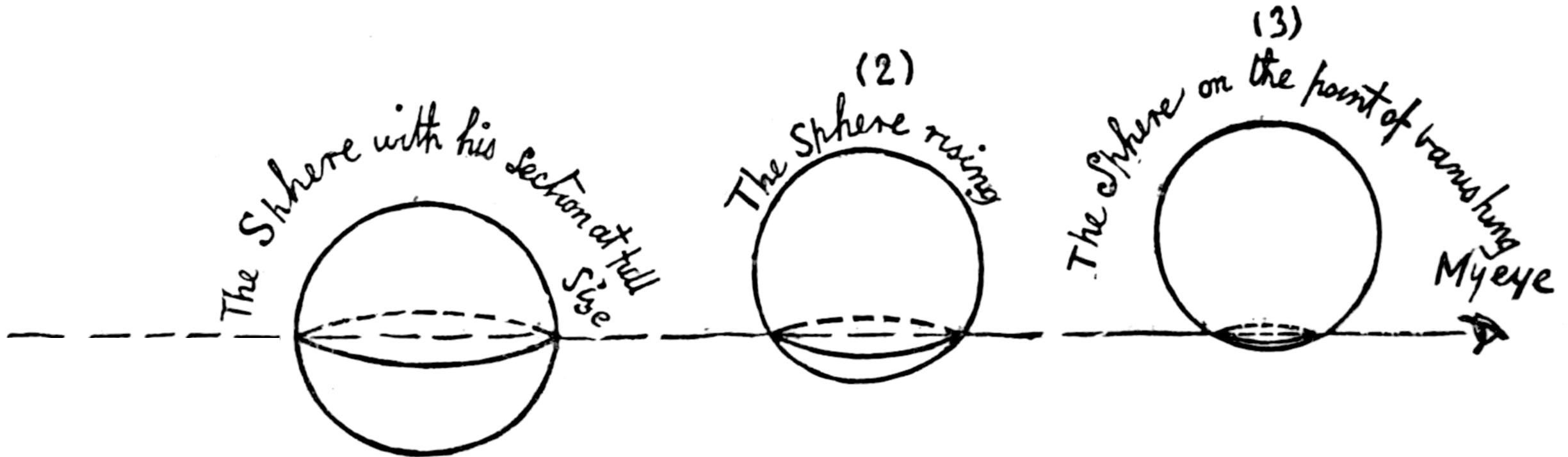
# Konzept des VR-Lernspiels

3-dimensionale Kugel „besucht“ das Flächenland



# Konzept des VR-Lernspiels

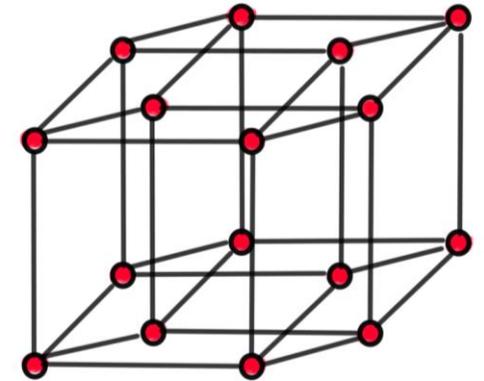
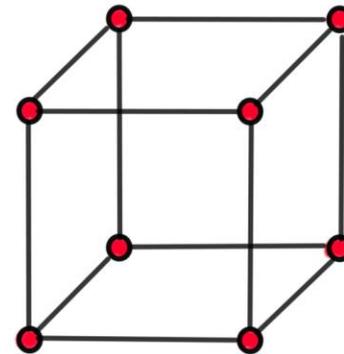
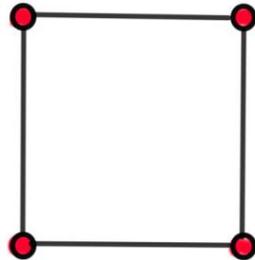
3-dimensionale Kugel „besucht“ das Flächenland



(Quelle: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/71/Flatland\\_%28first\\_edition%29\\_page\\_71.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/71/Flatland_%28first_edition%29_page_71.png), heruntergeladen am 17.05.2023)

# Konzept des VR-Lernspiels

## Vor- und Darstellung 4-dimensionaler Körper



# Konzept des VR-Lernspiels

Vor- und Darstellung 4-dimensionaler Körper im Roman „Flatland“:

4-dimensionale Kugel wandert durch Raumland



# Erste Pilotierung des Lernspiels

Ziel: Konzept testen, Usability-Probleme aufdecken und beheben

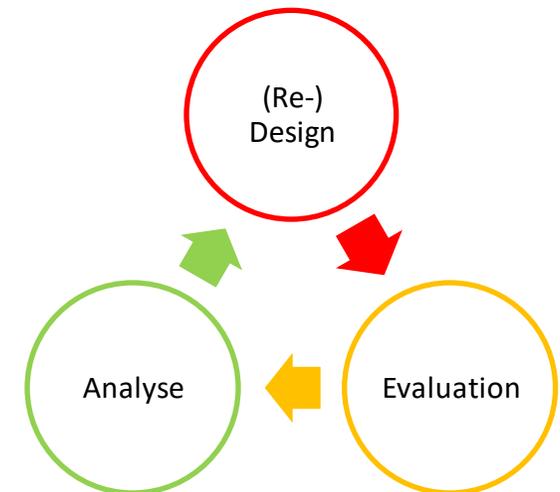
## **Girls' Day am 27.04.2023 an der Universität Hildesheim**

n = 8 (weiblich, 10-12 Jahre)

5 min: Test zu stereoskopischem Sehen

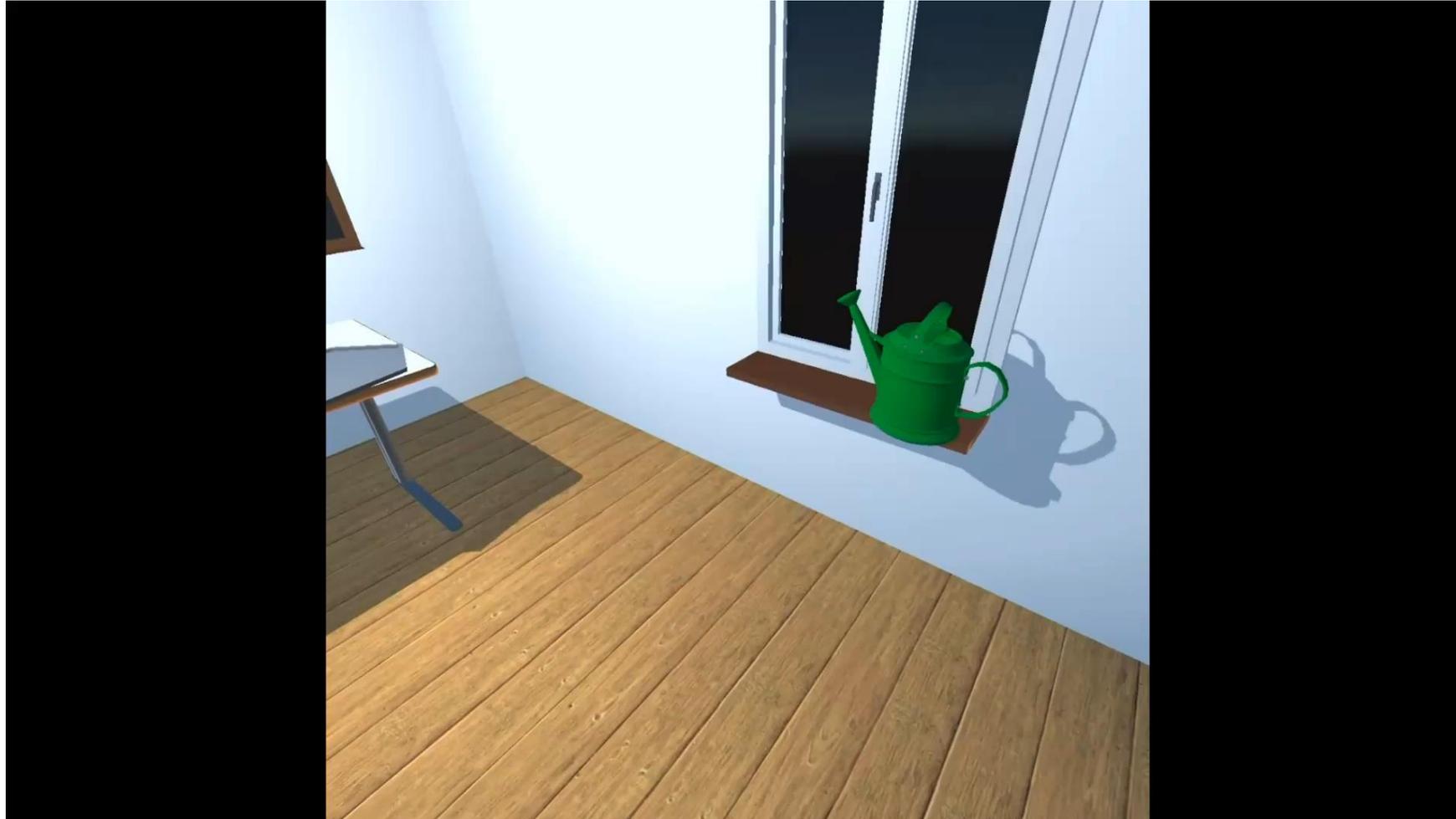
20 min: Aufgaben zu räumlichem Vorstellungsvermögen (vgl. Heil, 2020)

10 min: Spiel mit Oculus Quest 2 ausprobieren, anschließend kurze Befragung zum Spiel



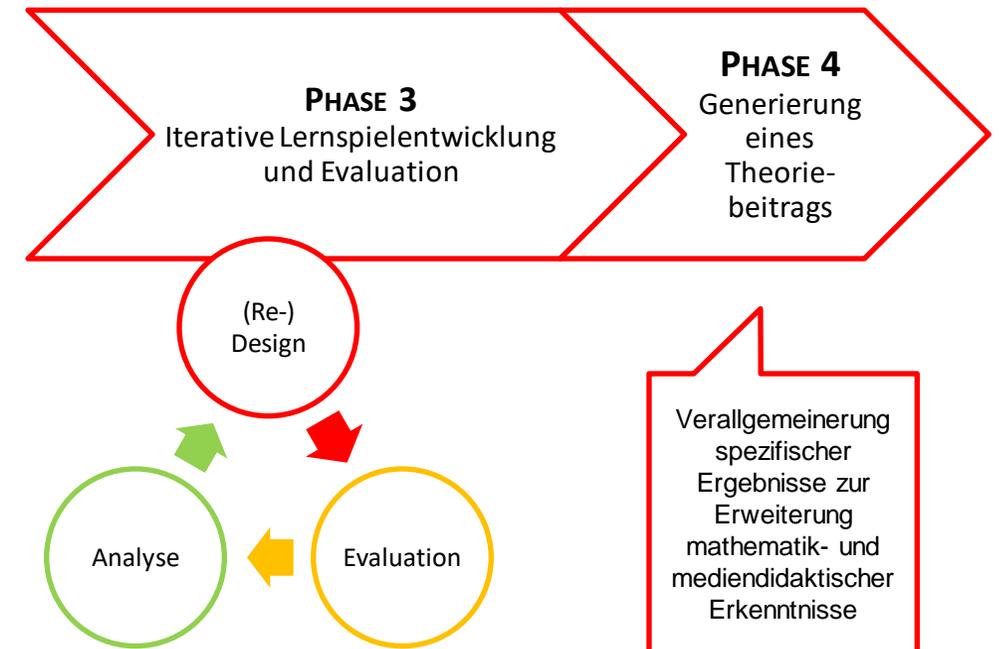
# Erste Pilotierung des Lernspiels

C<sub>2</sub>RVE



## Nächste Schritte

- Usability-Probleme beheben
- Erneute Pilotierung(en) als Einzelbefragung, evtl. im Science Center phaeno in Wolfsburg
- Umsetzung als Workshop zum Dimensionsbegriff
- Erhebung qualitativer und quantitativer Daten:
  - Stereoskopisches Sehen
  - Räumliches Vorstellungsvermögen
  - Wissen zum Dimensionsbegriff: Vor- und Nachtest
  - Präsenzepfinden, Vorerfahrung mit / Ängste in Bezug auf digitale Medien
- Generierung eines Theoriebeitrags



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

C<sub>2</sub>RVE



(Quelle: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:The-end.png>, heruntergeladen am 17.05.2023)

# Literatur



- Barrett, T. J., & Hegarty, M. (2016). Effects of interface and spatial ability on manipulation of virtual models in a STEM domain. *Computers in Human Behavior*, 65, 220–231. APA PsycInfo.
- Eichler, K.-P., & Eichler, D. (2019). Zur softwaregestützten Entwicklung räumlich-visueller Qualifikation. In F. Heinrich (Hrsg.), *Aktivitäten von Grundschulkindern an und mit räumlichen Objekten* (S. 29–46). Mildenberger.
- Florian, L., & Etzold, H. (2021). Würfel mit digitalen Medien – Wo führt das noch hin? Ein Tätigkeitstheoretischer Blick auf Würfelhandlungen. In A. Pilgrim, M. Nolte, & T. Huhmann (Hrsg.), *Mathematik treiben mit Grundschulkindern—Konzepte statt Rezepte*.
- Franke, M., & Reinhold, S. (2016). *Didaktik der Geometrie in der Grundschule* (3. Auflage). Springer Spektrum.
- GeoGebra Team German. (o. J.). *Augmented Reality– GeoGebra*. Abgerufen 15. Mai 2023, von <https://www.geogebra.org/m/agpb7bq7>
- Hattermann, M., Kadunz, G., Rezat, S., & Sträßer, R. (2015). Geometrie: Leitidee Raum und Form. In R. Bruder, L. Hefendehl-Hebeker, B. Schmidt-Thieme, & H.-G. Weigand (Hrsg.), *Handbuch der Mathematikdidaktik* (S. 185–219). Springer Berlin Heidelberg.
- Heil, C. (2020). *The Impact of Scale on Children's Spatial Thought: A Quantitative Study for Two Settings in Geometry Education*. Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Jörissen, S., & Schmidt-Thieme, B. (2015). Darstellen und Kommunizieren. In R. Bruder, L. Hefendehl-Hebeker, B. Schmidt-Thieme, & H.-G. Weigand (Hrsg.), *Handbuch der Mathematikdidaktik* (S. 385–408). Springer Berlin Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-35119-8\\_14](https://doi.org/10.1007/978-3-642-35119-8_14)
- Kaufmann, H., Schmalstieg, D., & Wagner, M. (2000). Construct3D: A Virtual Reality Application for Mathematics and Geometry Education. *Education and Information Technologies*, 5, S. 263–276.
- KMK. (2022a). Bildungsstandards für das Fach Mathematik Primarbereich. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 15.10.2004 i.d.F. vom 23.06.2022. [https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen\\_beschluesse/2022/2022\\_06\\_23-Bista-Primarbereich-Mathe.pdf](https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2022/2022_06_23-Bista-Primarbereich-Mathe.pdf)
- KMK. (2022b). Bildungsstandards für das Fach Mathematik. Erster Schulabschluss (ESA) und Mittlerer Schulabschluss (MSA). Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 15.10.2004 und vom 04.12.2003 i.d.F. vom 23.06.2022. [https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen\\_beschluesse/2022/2022\\_06\\_23-Bista-Primarbereich-Mathe.pdf](https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2022/2022_06_23-Bista-Primarbereich-Mathe.pdf)
- Maier, P. H. (1999). *Räumliches Vorstellungsvermögen: Ein theoretischer Abriss des Phänomens räumliches Vorstellungsvermögen; mit didaktischen Hinweisen für den Unterricht* (1. Aufl.). Auer.
- Safadel, P., & White, D. (2020). Effectiveness of Computer-Generated Virtual Reality (VR) in Learning and Teaching Environments with Spatial Frameworks. *Applied Sciences*, 10(16), 5438.
- Schmidt-Thieme, B., & Weigand, H.-G. (2015). Medien. In R. Bruder, L. Hefendehl-Hebeker, B. Schmidt-Thieme, & H.-G. Weigand (Hrsg.), *Handbuch der Mathematikdidaktik* (S. 461–490). Springer Berlin Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-35119-8\\_17](https://doi.org/10.1007/978-3-642-35119-8_17)
- Tahiri, Y. (2022). Effektivität des Einsatzes von Virtual Reality & Augmented Reality im Geometrieunterricht. In P. A. Henning, M. Striewe, & M. Wölfel (Hrsg.), 20. Fachtagung Bildungstechnologien (DELFI), Lecture Notes in Informatics (LNI). Gesellschaft für Informatik.
- Wichers, J., & Strunk, S. (2020). Auf alle Fälle ein Fall. Hildesheimer Beiträge zur Schul- und Unterrichtsforschung, 2.