

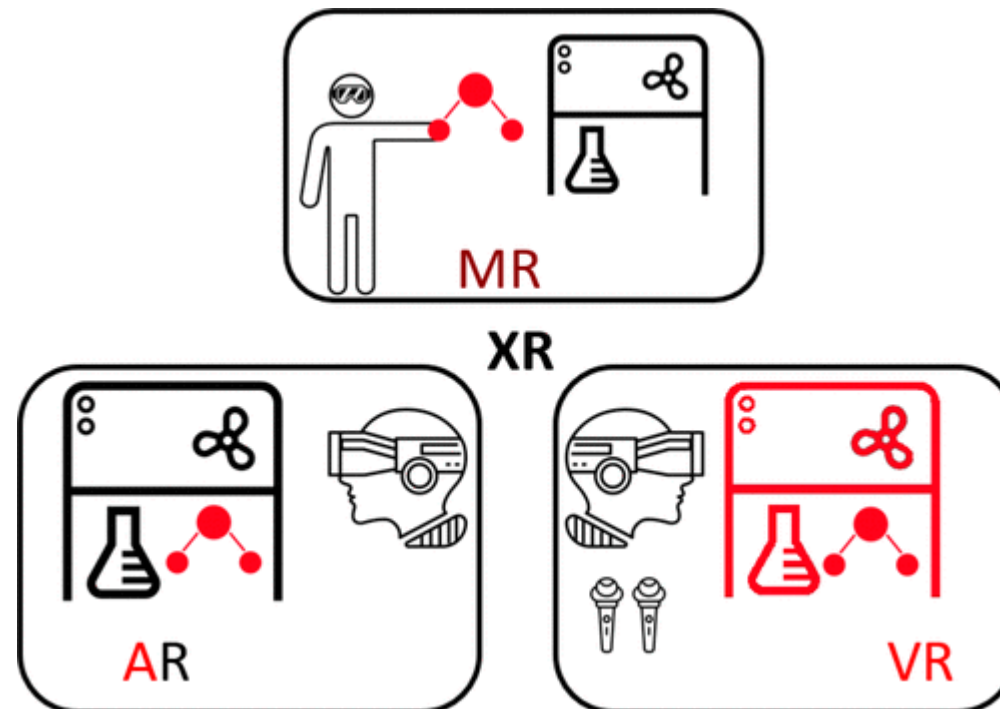


Abtauchen in die digitale Welt

Beispielhafte Befunde zur Umsetzung und
Wirkung immersiver Lernszenarien

VR, XR, MR oder AR ?!

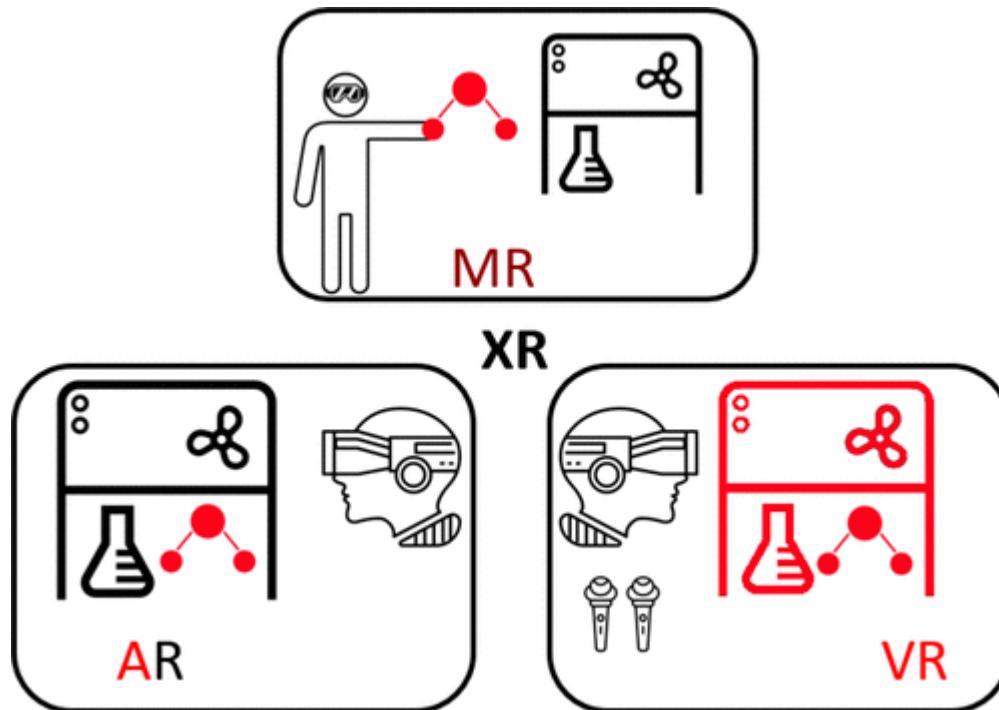
Eine begriffliche Einordnung



(Thiele et al., 2023)

VR, XR, MR oder AR ?!

Eine begriffliche Einordnung



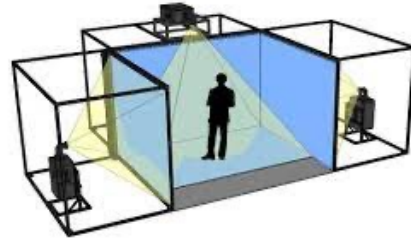
(Thiele et al., 2023)

- VR is an adapted or simulated environment that users can explore and interact with. (Makransky & Lilleholt, 2018)
- VR is an interactive virtual environment that perceives the user's position and actions, provides feedback to one or more senses, and mentally fits the natural world in the simulation environment. (Sherman & Craig, 2019)

Gemeinsamkeit: Immersion



HMDs



CAVE

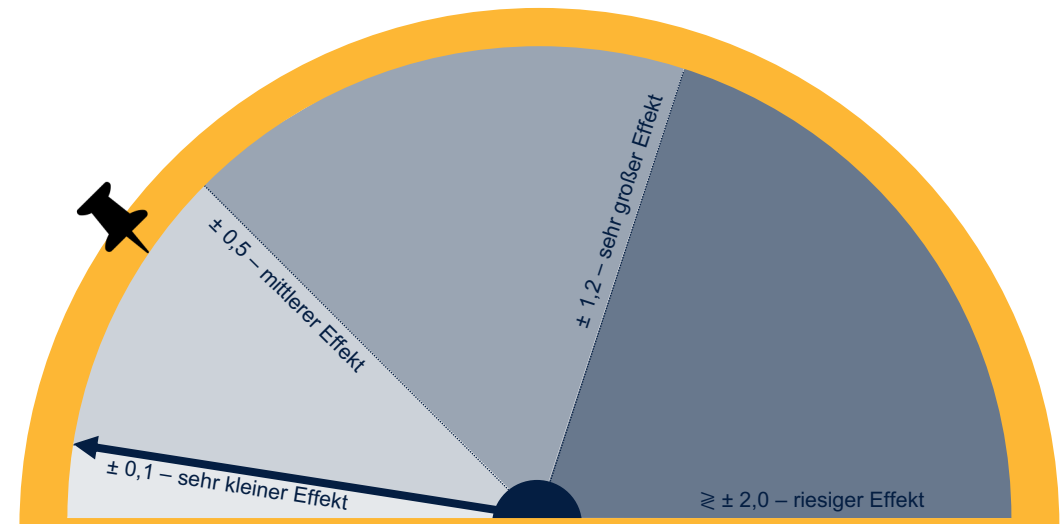


MR-Tech

- VR is an adapted or simulated environment that users can explore and interact with. (Makransky & Lilleholt, 2018)
- VR is an interactive virtual environment that perceives the user's position and actions, provides feedback to one or more senses, and mentally fits the natural world in the simulation environment. (Sherman & Craig, 2019)

- Coban et al. (2022) berichten eine Gesamteffektgröße von $g = .038$ für Lernresultate.
- Meta-Analyse mit Studien aus dem Zeitraum von 2016 bis 2020
- 105 unabhängige Effektstärken aus 48 Studien
- 23 negative Effektstärken
- 82 positive Effektstärken
- $-1.59 \leq g \leq 2.57$

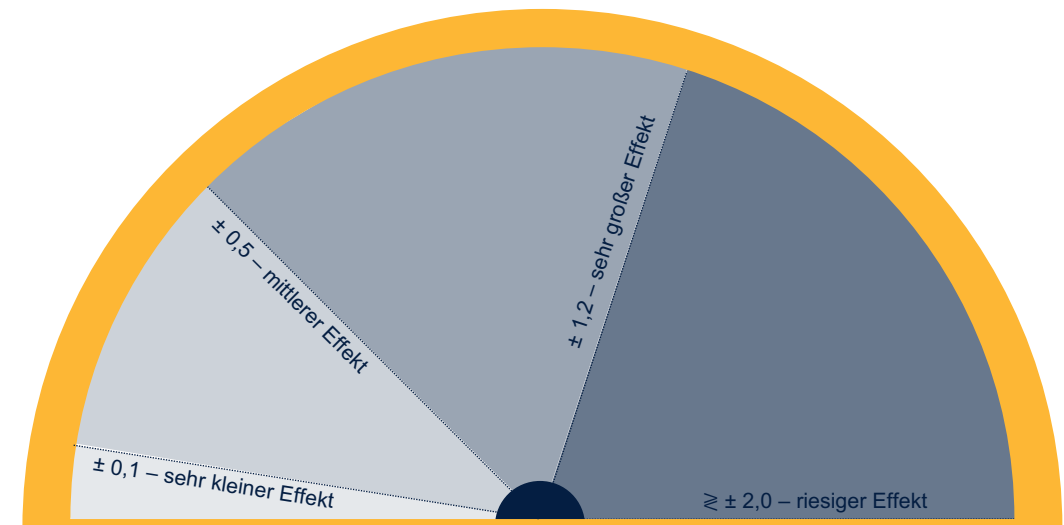
Effektstärken in Studien zum Lernen mit I-VR



(Sawilowsky, 2009)

- **Coban et al. (2022)** berichten eine Gesamteffektgröße von $g = .038$ für Lernresultate.
- **Aber:** Welche Variablen werden in den Studien konkret untersucht und inwiefern sind die Lernsettings vergleichbar?
 - **Zielgruppe** (Studierende, Schüler)
 - **Fach-/Domänenbezug** (MINT, Medizin, Sprachen, ...)
 - **Anforderungen von Aufgaben** (Reproduktion oder Anwendung von Wissen)
 - **Messzeitpunkt**
 - **Kontroll-/Vergleichsgruppen** („traditionelles“ und/oder computerbasiertes Lernen)
 - **Technologische Umsetzung der Immersivität** (HMDs, CAVE, MR)

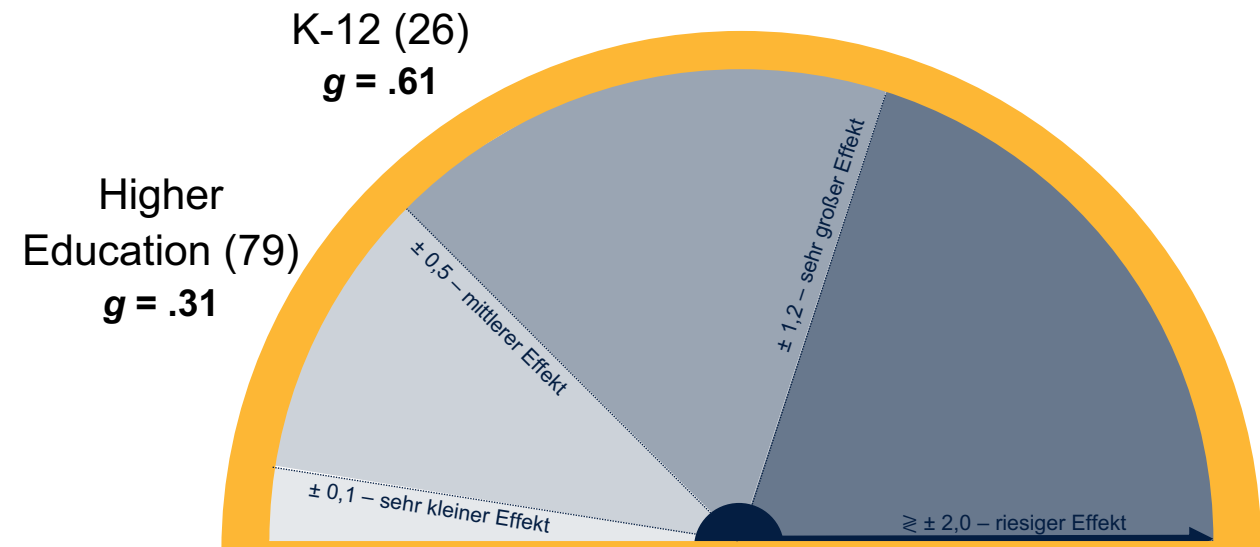
Effektstärken in Studien zum Lernen mit I-VR



(Sawilowsky, 2009)

- Coban et al. (2022) berichten eine Gesamteffektgröße von $g = .038$ für Lernresultate.
- **Aber:** Welche Variablen werden in den Studien konkret untersucht und inwiefern sind die Lernsettings vergleichbar?
 - **Zielgruppe** (Studierende, Schüler)
 - **Fach-/Domänenbezug** (MINT, Medizin, Sprachen)
 - **Anforderungen von Aufgaben** (Reproduktion oder Anwendung von Wissen)
 - **Messzeitpunkt**
 - **Kontroll-/Vergleichsgruppen** („traditionelles“ und/oder computerbasiertes Lernen)
 - **Technologische Umsetzung der Immersivität** (HMDs, CAVE, MR)

Effektstärken in Studien zum Lernen mit I-VR

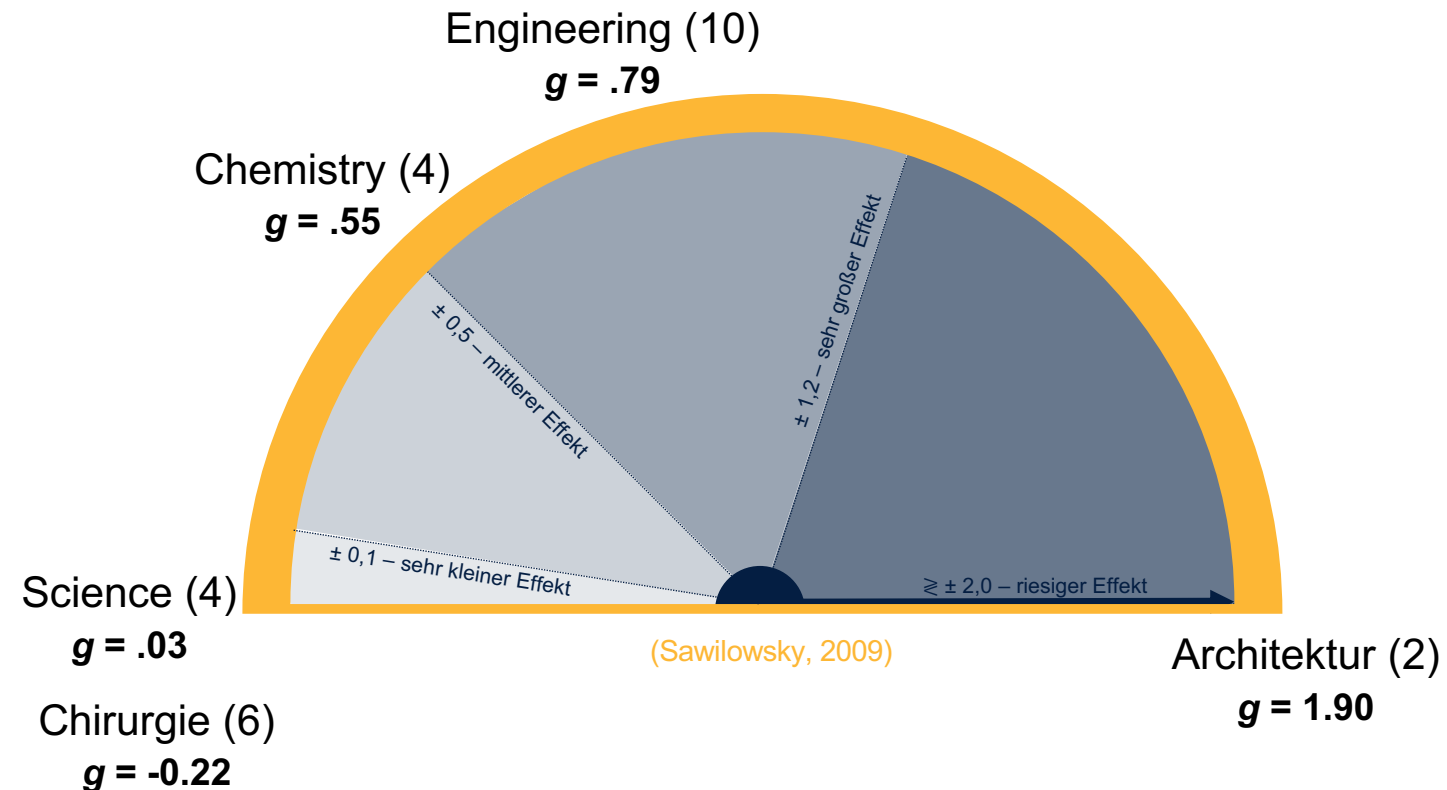


(Sawilowsky, 2009)

Effektivität von I-VR

beim Lernen und Lehren

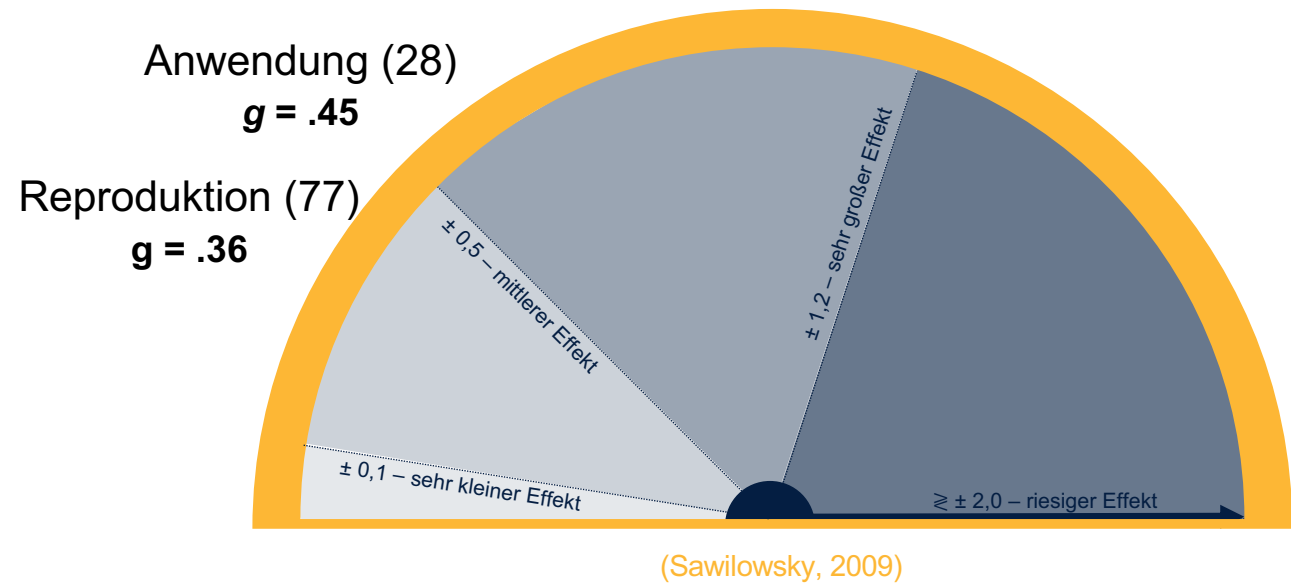
- Coban et al. (2022) berichten eine Gesamteffektgröße von $g = .038$ für Lernresultate.
- **Aber:** Welche Variablen werden in den Studien konkret untersucht und inwiefern sind die Lernsettings vergleichbar?
 - Zielgruppe (Studierende, Schüler)
 - Fach-/Domänenbezug (MINT, Medizin, Sprachen)
 - Anforderungen von Aufgaben (Reproduktion oder Anwendung von Wissen)
 - Messzeitpunkt
 - Kontroll-/Vergleichsgruppen („traditionelles“ und/oder computerbasiertes Lernen)
 - Technologische Umsetzung der Immersivität (HMDs, CAVE, MR)



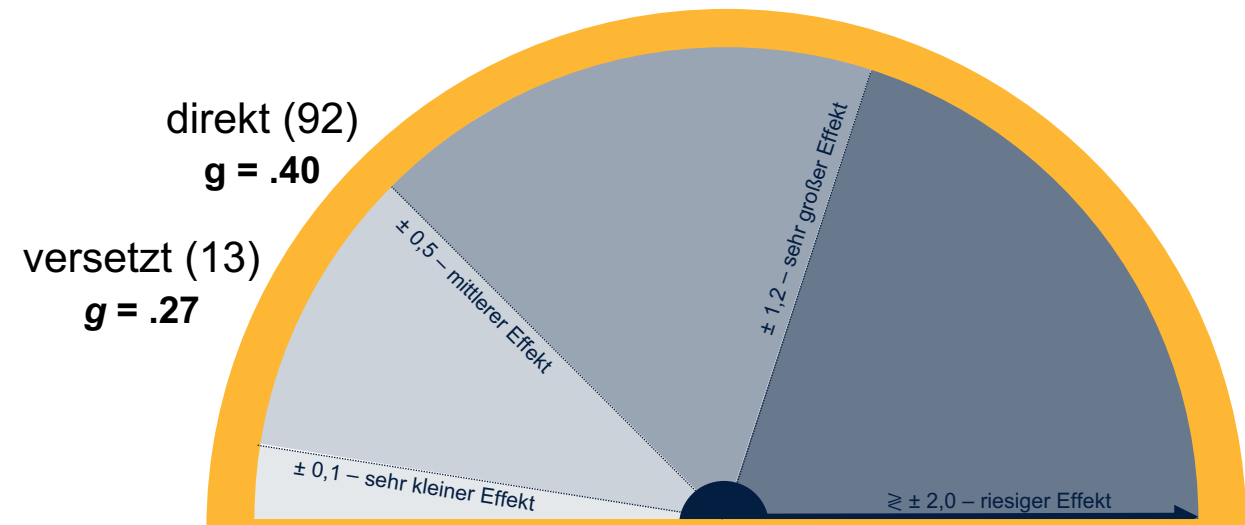
Effektivität von I-VR

beim Lernen und Lehren

- Coban et al. (2022) berichten eine Gesamteffektgröße von $g = .038$ für Lernresultate.
- **Aber:** Welche Variablen werden in den Studien konkret untersucht und inwiefern sind die Lernsettings vergleichbar?
 - Zielgruppe (Studierende, Schüler)
 - Fach-/Domänenbezug (MINT, Medizin, Sprachen)
 - Anforderungen von Aufgaben (Reproduktion oder Anwendung von Wissen)
 - Messzeitpunkt
 - Kontroll-/Vergleichsgruppen („traditionelles“ und/oder computerbasiertes Lernen)
 - Technologische Umsetzung der Immersivität (HMDs, CAVE, MR)

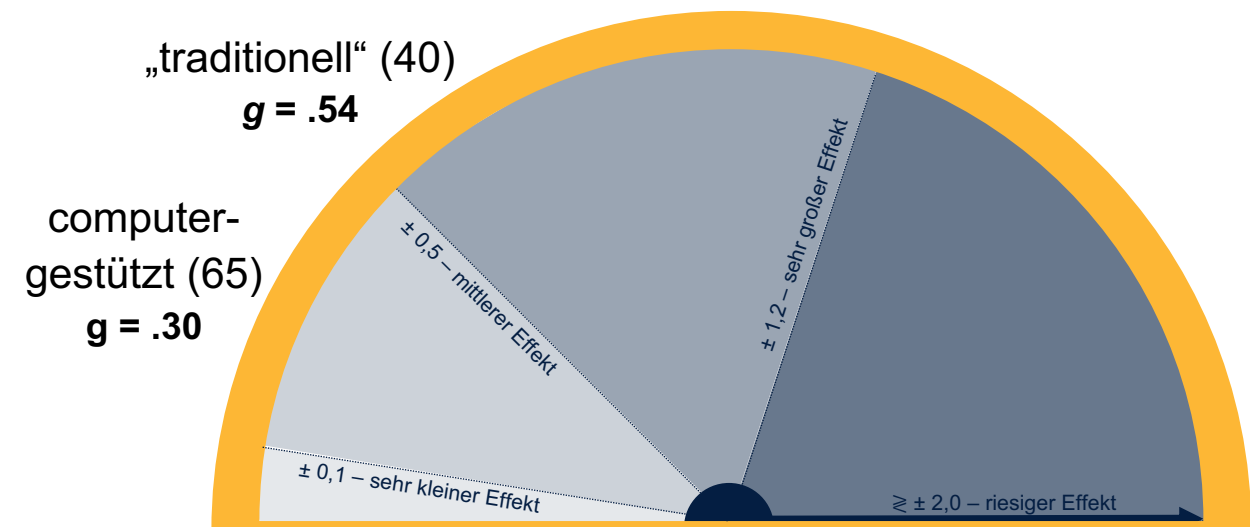


- Coban et al. (2022) berichten eine Gesamteffektgröße von $g = .038$ für Lernresultate.
- **Aber:** Welche Variablen werden in den Studien konkret untersucht und inwiefern sind die Lernsettings vergleichbar?
 - Zielgruppe (Studierende, Schüler)
 - Fach-/Domänenbezug (MINT, Medizin, Sprachen)
 - Anforderungen von Aufgaben (Reproduktion oder Anwendung von Wissen)
 - Messzeitpunkt
 - Kontroll-/Vergleichsgruppen („traditionelles“ und/oder computerbasiertes Lernen)
 - Technologische Umsetzung der Immersivität (HMDs, CAVE, MR)



(Sawilowsky, 2009)

- Coban et al. (2022) berichten eine Gesamteffektgröße von $g = .038$ für Lernresultate.
- **Aber:** Welche Variablen werden in den Studien konkret untersucht und inwiefern sind die Lernsettings vergleichbar?
 - Zielgruppe (Studierende, Schüler)
 - Fach-/Domänenbezug (MINT, Medizin, Sprachen)
 - Anforderungen von Aufgaben (Reproduktion oder Anwendung von Wissen)
 - Messzeitpunkt
 - Kontroll-/Vergleichsgruppen („traditionelles“ und/oder computerbasiertes Lernen)
 - Technologische Umsetzung der Immersivität (HMDs, CAVE, MR)

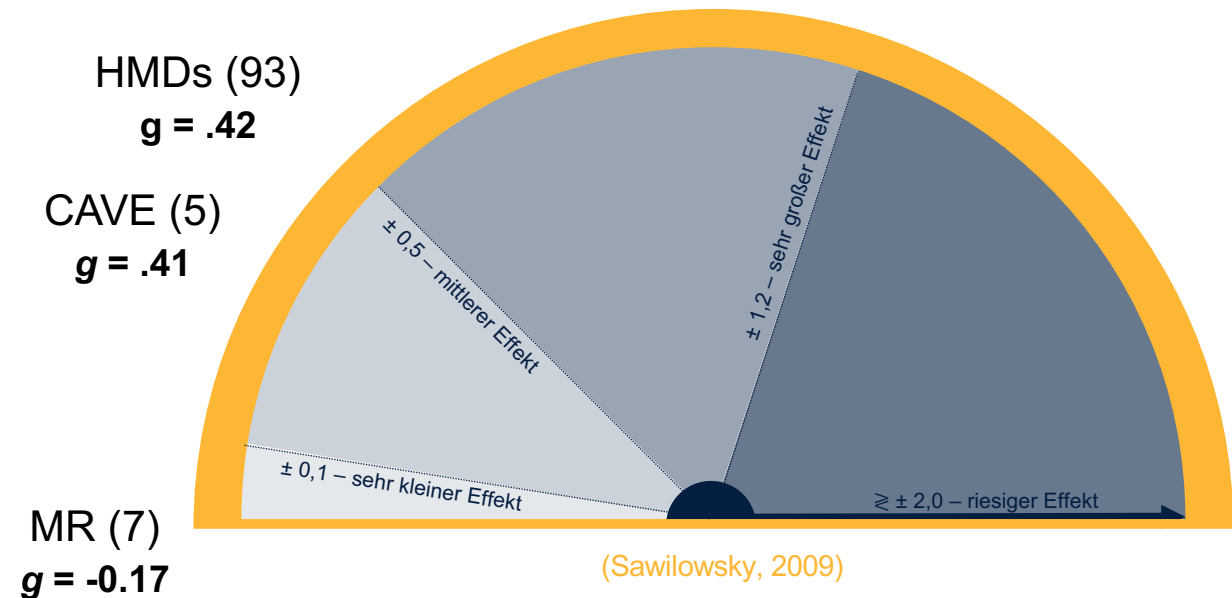


(Sawilowsky, 2009)

Effektivität von I-VR

beim Lernen und Lehren

- Coban et al. (2022) berichten eine Gesamteffektgröße von $g = .038$ für Lernresultate.
- **Aber:** Welche Variablen werden in den Studien konkret untersucht und inwiefern sind die Lernsettings vergleichbar?
 - Zielgruppe (Studierende, Schüler)
 - Fach-/Domänenbezug (MINT, Medizin, Sprachen)
 - Anforderungen von Aufgaben (Reproduktion oder Anwendung von Wissen)
 - Messzeitpunkt
 - Kontroll-/Vergleichsgruppen („traditionelles“ und/oder computerbasiertes Lernen)
 - Technologische Umsetzung der Immersivität (HMDs, CAVE, MR)



Beispielstudie großer positiver Effekt

Weng et al. (2019), $g = 1.83$

Inwiefern können Lernergebnisse von Schülern durch die Integration von VR- und AR-Elementen in ein traditionelles Schulbuch verbessert werden?

- **Zielgruppe:** N = 80 5. Klässler (Indonesien)
- **Fach-/Domänenbezug:** Science (Astronomie)
- **Anforderungen von Aufgaben:** Reproduktion, Fachwissenstest
- **Messzeitpunkt:** Direkt im Anschluss
- **Kontroll-/Vergleichsgruppen:** KG Schulbuch; EG Cardboard MR
- **Technologische Umsetzung der Immersivität:** HMD (Cardboard)



Ergebnisse

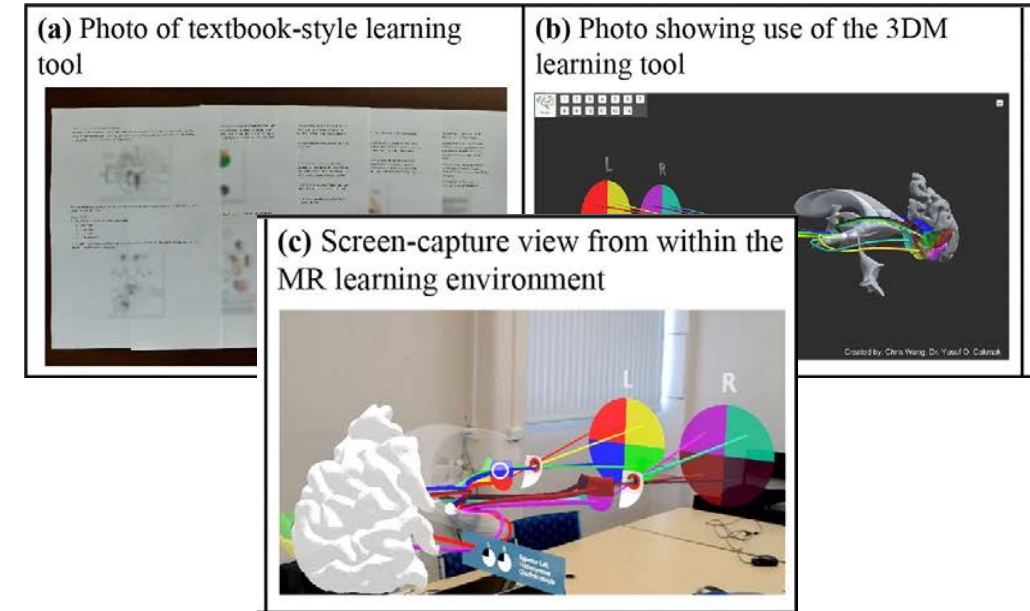
- Beide Gruppen Lernen hinzu, allerdings ist der Effekt für die EG ($t = -16.45$) deutlich höher, als für die CG ($t = -8.63$).
- Kompensierender Effekt für Schüler mit ungünstigen räumlichen Fähigkeiten.

Beispielstudie großer negativer Effekt

Wang et al. (2020), $g = -1.59$ (vgl. Lehrbuch) und $g = -0.91$ (vgl. 3D-Software)

Inwiefern können Lernergebnisse von Medizinstudierenden im Bereich Anatomie durch VR bzw. I-VR verbessert werden?

- **Zielgruppe:** N = 52 Medizinstudierende (Neuseeland)
- **Fach-/Domänenbezug:** Medizin (Anatomie)
- **Anforderungen von Aufgaben:** Reproduktion, Fachwissenstest
- **Messzeitpunkt:** Direkt im Anschluss und nach einem Monat
- **Kontroll-/Vergleichsgruppen:** Lehrbuch, 3D-Software, MR
- **Technologische Umsetzung der Immersivität:** HMD (Hololens)

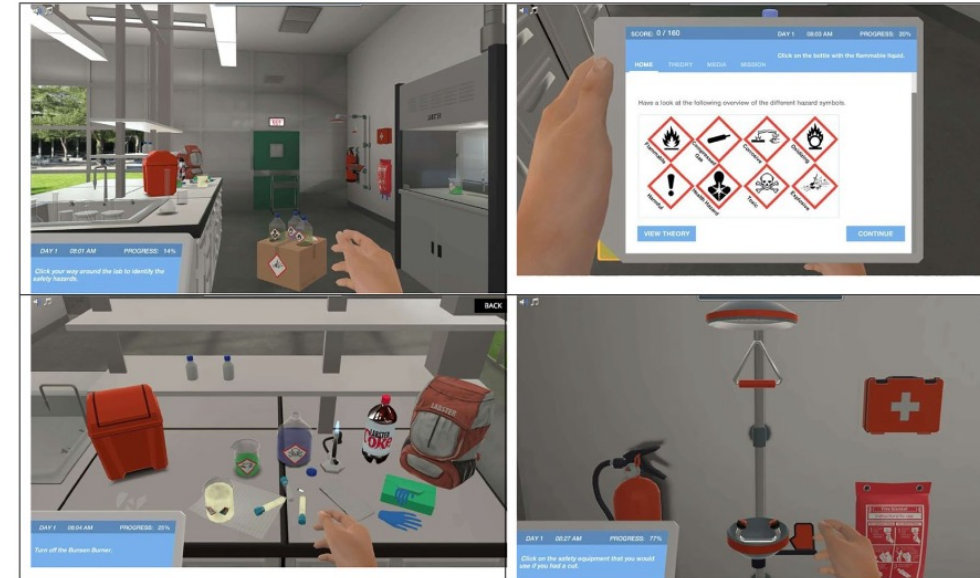


Ergebnisse

- Die Lernenden der MR-Gruppe schnitten signifikant schlechter ab ($M = 2.32$, $SD = 1.81$), als die Lernenden der Text-Gruppe ($M = 4.83$, $SD = 1.20$) und der 3DM-Gruppe ($M = 3.93$, $SD = 1.62$).

Können sich Studierende mit Desktop- oder I-VR Sicherheitsunterweisungen besser auf sicherheitsrelevante Labortätigkeiten vorbereiten?

- **Zielgruppe:** N = 105 Studierende der Ingenieurwissenschaften (Europa)
- **Fach-/Domänenbezug:** Laborsicherheit
- **Anforderungen von Aufgaben:** Reproduktion und Anwendung (Verhalten im Labor)
- **Messzeitpunkt:** Direkt im Anschluss
- **Kontroll-/Vergleichsgruppen:** Sicherheitsmanual, Desktop VR-Lab, HMD VR-Lab
- **Technologische Umsetzung der Immersivität:** Desktop bzw. HMD (Samsung Gear VR mit Smartphone)



Ergebnisse

- Es gibt keine Unterschiede zwischen den Gruppen bezüglich der Reproduktion von sicherheitsrelevantem Wissen im Labor. $g = 0.01$ (vgl. Text)
- Allerdings sind die Studierenden der I-VR Gruppen besser in der Lage, das Wissen im Labor anzuwenden. $g = 0.54$ (vgl. Text)

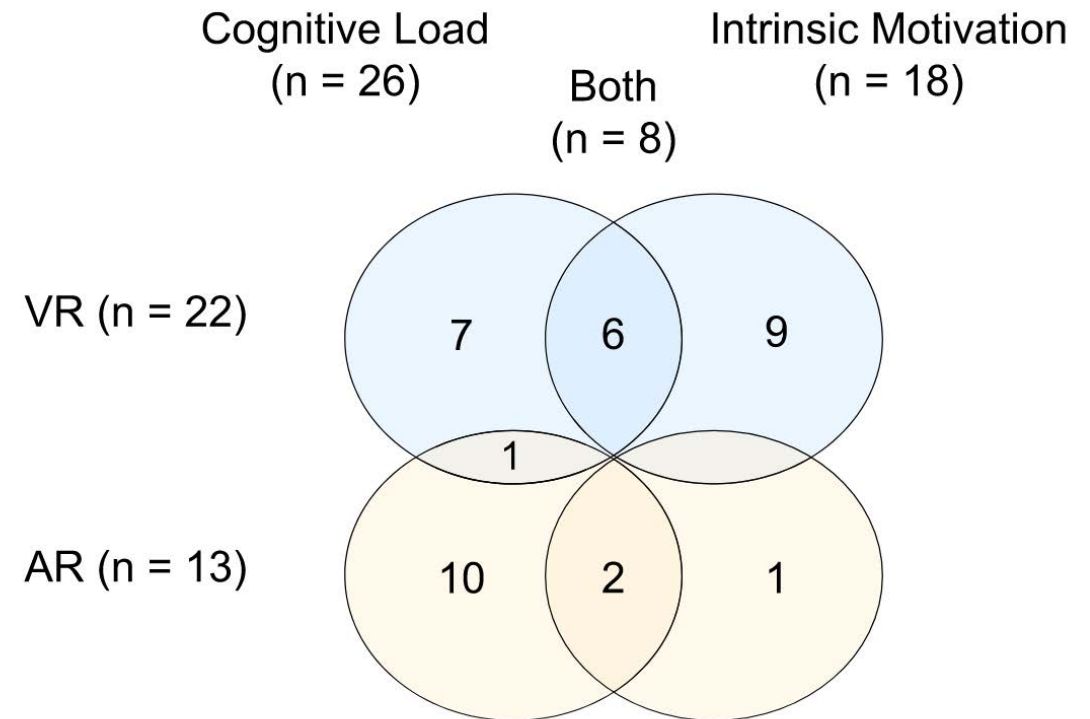
Bisher Fokus auf kognitiven Outcomes

Wie sieht es mit Lernprozess- und motivationalen Variablen aus?

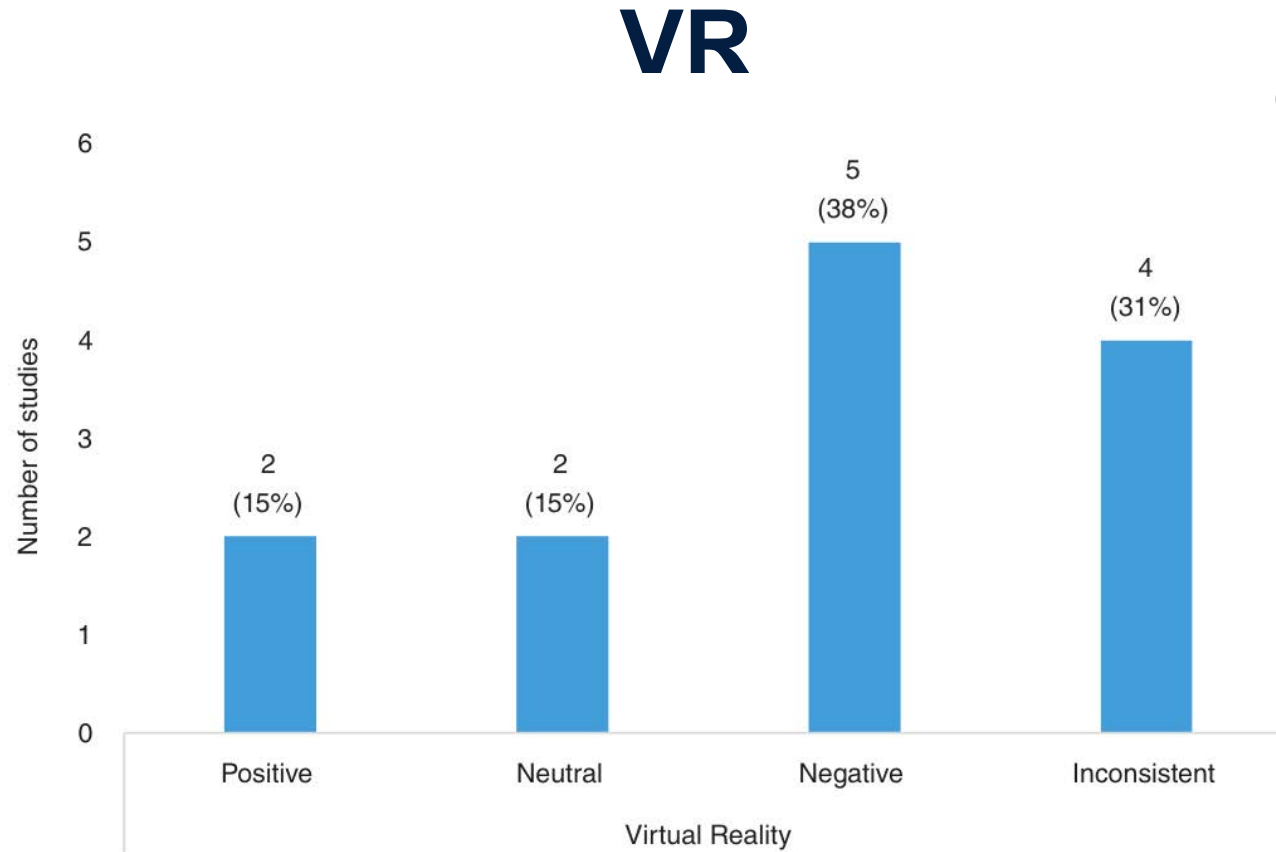
Systematisches Review von Poupard et al. (2024)

Inwiefern zeigen I-VR Lernumgebungen Effekte auf die wahrgenommene kognitive Belastung und die intrinsische Motivation beim Lernen?

- $N = 35$ Studien
- Zielgruppe: Hauptsächlich Studierende
- Interpretation auf Basis der *Cognitive Affective Theory of Multimedia Learning* (CATML, Moreno, 2006)

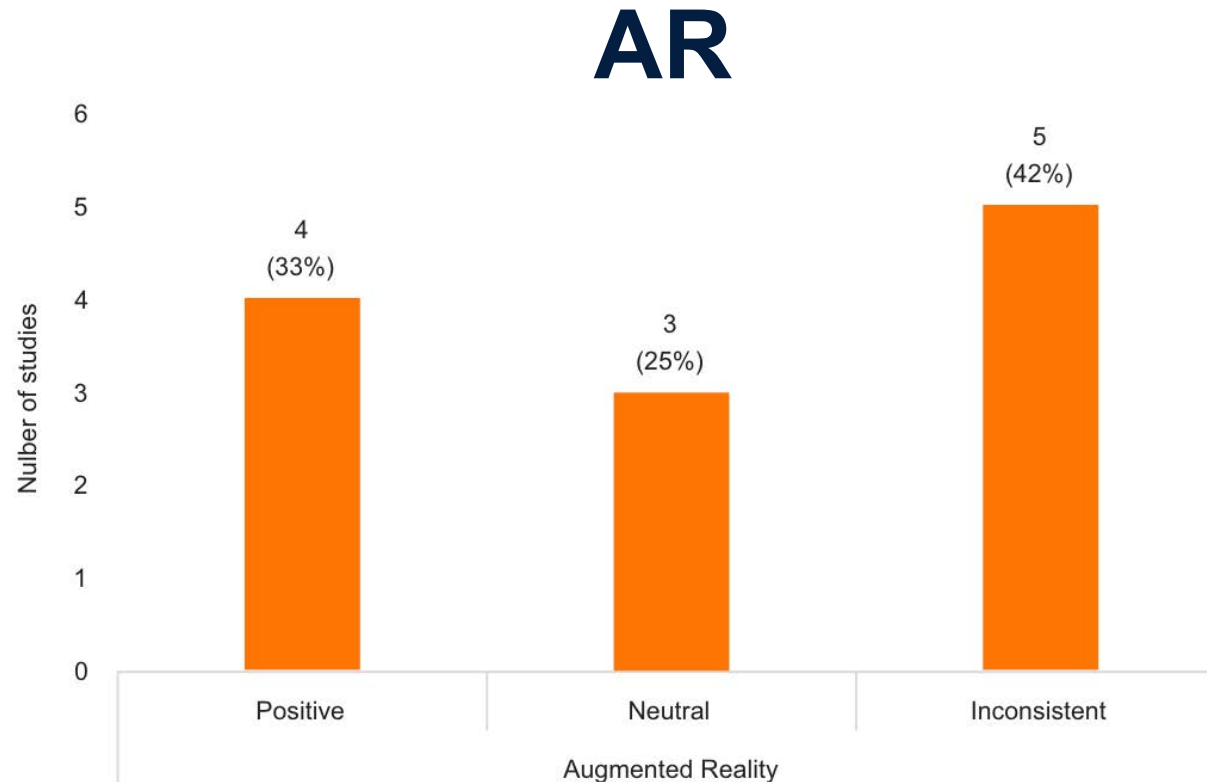


(Poupard et al., 2024, p. 11)



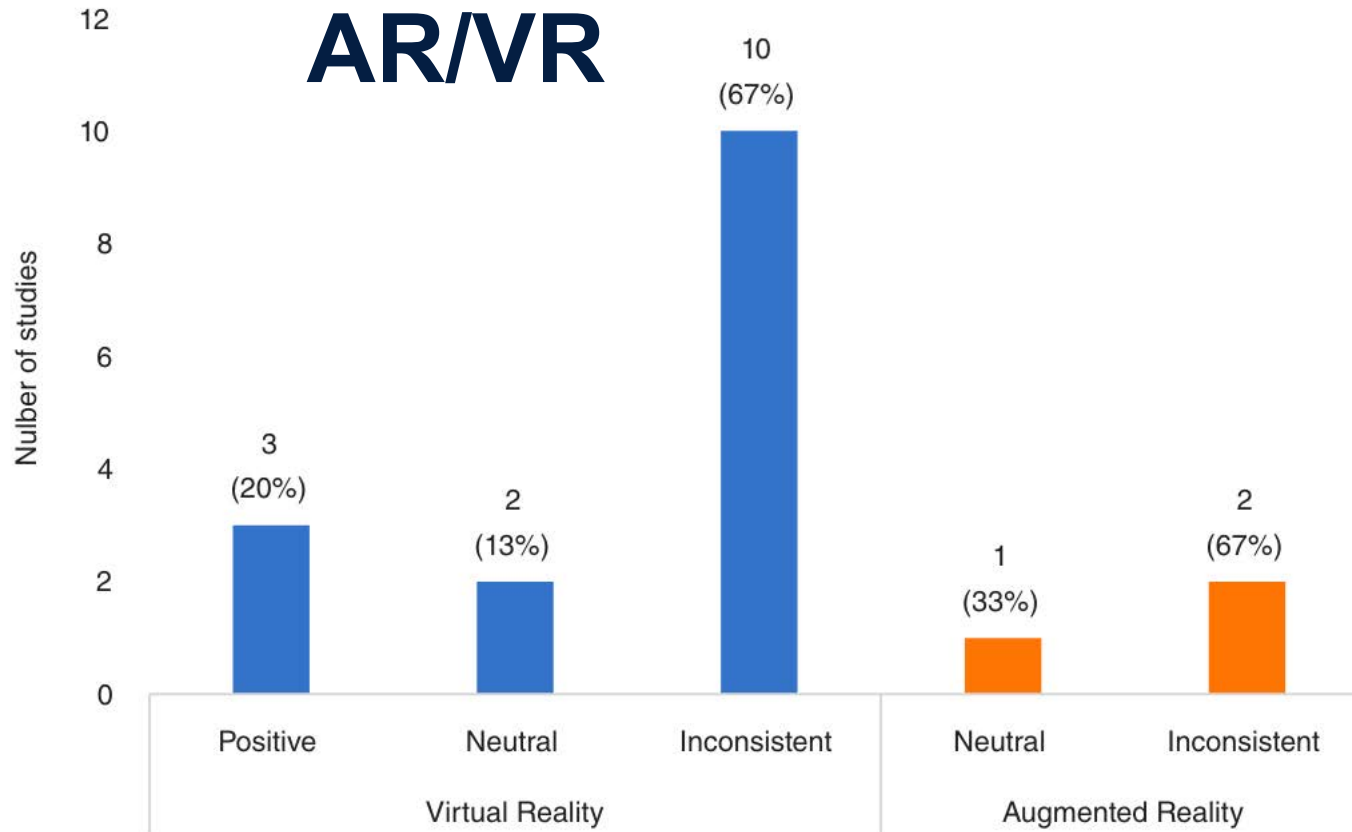
- VR geht in den meisten Studien mit negativen Effekten hinsichtlich der kognitiven Belastung einher.

(Poupard et al., 2024, p. 21)



- Positive Effekte sind insbesondere für Lernende mit geringem Vorwissen (Novizen) zu verzeichnen.

(Poupard et al., 2024, p. 23)



- Studien mit inkonsistenten Ergebnissen auf Basis der CATML überwiegen.
- Vergleichbarkeit der Studien häufig nur unzureichend.

(Poupard et al., 2024, p. 26)

- **Wir wissen, dass wir wenig wissen.**
- Neuigkeitseffekte?
- Rolle von physiologischen Reaktionen und kognitiver Belastung unklar.
- Kooperatives Lernen in I-VR ist bisher kaum untersucht.

vhb-Kurs: Sicherheit im Chemielabor 360°





<https://open.vhb.org>

- Coban, M., Bolat, Y. I., & Goksu, I. (2022). The potential of immersive virtual reality to enhance learning: A meta-analysis. *Educational Research Review*, 36, 100452. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2022.100452>
- Makransky, G., & Lilleholt, L. (2018). A structural equation modeling investigation of the emotional value of immersive virtual reality in education. *Educational Technology Research and Development*, 66(5), 1141–1164. <https://doi.org/10.1007/s11423-018-9581-2>
- Makransky, G., Borre-Gude, S., & Mayer, R. E. (2019). Motivational and cognitive benefits of training in immersive virtual reality based on multiple assessments. *Journal of Computer Assisted Learning*, 35(6), 691–707. <https://doi.org/10.1111/jcal.12375>
- Moreno, R. (2006). Does the modality principle hold for different media? A test of the method-affects-learning hypothesis. *Journal of Computer Assisted Learning*, 22(3), 149-158.
- Poupard, M., Larrue, F., Sauzéon, H., Tricot, A. A Systematic Review of Immersive Technologies for Education: Learning Performance, Cognitive Load and Intrinsic Motivation. *British Journal of Educational Technology*. Zugegriffen 28. Juli 2024. <https://doi.org/10.1111/bjet.13503>.
- Sawilowsky, S. S. (2009). New Effect Size Rules of Thumb. *Journal of Modern Applied Statistical Methods*, 8, 597–599. <https://doi.org/10.56801/10.56801/v8.i.452>
- Sherman, W. R., & Craig, A. B. (2019). Chapter 1—Introduction to Virtual Reality. In W. R. Sherman & A. B. Craig (Hrsg.), *Understanding Virtual Reality (Second Edition)* (S. 4–58). Morgan Kaufmann. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800965-9.00001-5>
- Thiele, G., Mirica, K. A., Lau, K. C., & Habig, S. (2023). AR, VR, and the Metaverse in Teaching: An Advocacy for Precise Differentiation. *Journal of Chemical Education*, 100(11), 4177–4180. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.3c00511>
- Wang, C., Daniel, B. K., Asil, M., Khwaounjoo, P., & Cakmak, Y. O. (2020). A Randomised Control Trial and Comparative Analysis of Multi-Dimensional Learning Tools in Anatomy. *Scientific Reports*, 10(1), 6120. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-62855-6>
- Weng, C., Rathinasabapathi, A., Weng, A., & Zagita, C. (2019). Mixed Reality in Science Education as a Learning Support: A Revitalized Science Book. *Journal of Educational Computing Research*, 57(3), 777–807. <https://doi.org/10.1177/0735633118757017>



Sebastian Habig

 sebastian.habig@fau.de

 0911 5302 95515

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!