



DIDAKTIK  
DER  
CHEMIE



## Potentiale von VR für den Chemieunterricht

Vorstellung einer Website zum  
Einsatz von VR in Unterricht und  
Hochschullehre

Dr. Diana Zeller, Prof. Dr. Claudia Bohrmann-Linde,  
Nils Mack, Prof. Dr. Claudia Schrader



BERGISCHE  
UNIVERSITÄT  
WUPPERTAL

NeDiChe -Treff 10.3.2025

# AGENDA

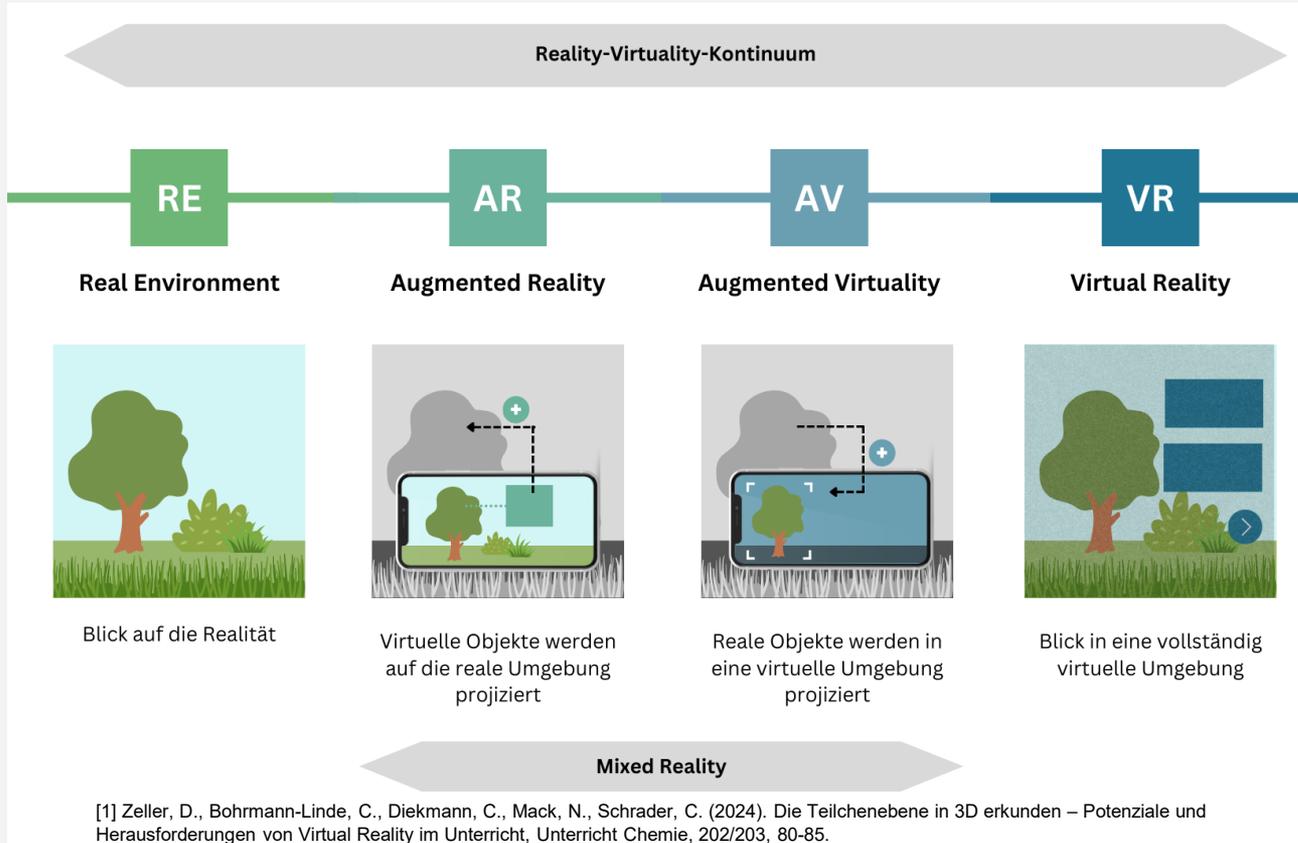
1. Was ist VR?
2. Befragung
3. Potentiale und Herausforderungen beim Einsatz von VR
4. Austauschrunde
5. Lehrprojekt FoPro-VR
6. VR-Raum zum Thema Verbrennungen
7. Animationen der Teilchenebene
8. VR-Räume mit Lerngruppen einsetzen
9. VR in der Lehre: Eine Anleitung
10. Diskussionsfragen

01

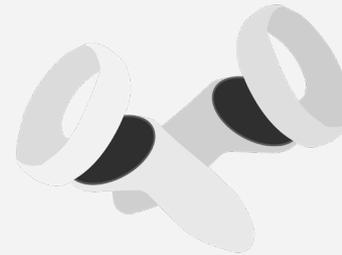
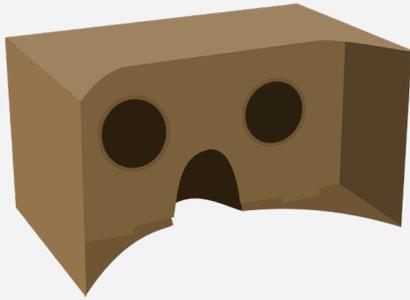
Was ist VR?



# Was ist VR?



# Was ist VR?



[1] Zeller, D., Bohrmann-Linde, C., Diekmann, C., Mack, N., Schrader, C. (2024). Die Teilchenebene in 3D erkunden – Potenziale und Herausforderungen von Virtual Reality im Unterricht, *Unterricht Chemie*, 202/203, 80-85.

das Uhrglas hoch und halte das  
mithilfe der Tiegelzange in den

# 02

## Befragung



# 03

## Potentiale und Herausforderungen von VR im Unterricht



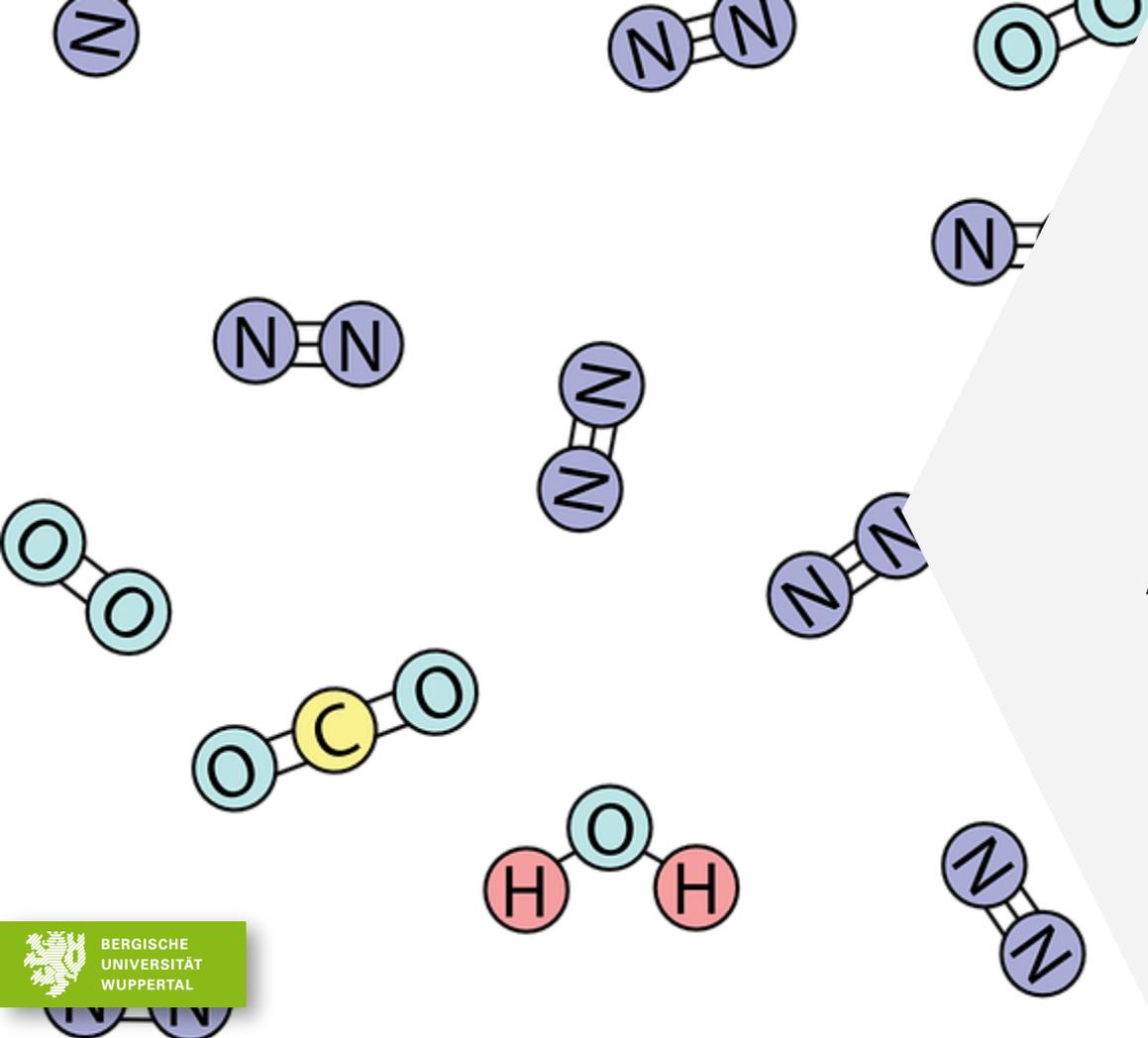
# 03 Potentiale und Herausforderungen

## Potentiale

- Motivation
- Neue Lernsettings möglich
- Modellierung fachlicher Inhalte: detaillierte Abbildung komplexer Systeme, umfangreiche realitätsgetreue Simulationen
- Stärkung von Kompetenzen

## Herausforderungen

- Kosten
- Technische Voraussetzungen
- Räumliche Voraussetzungen
- Gesundheitliche Einschränkungen
- Auswahl von fertigen VR-Räumen



# 04

## Austauschrunde

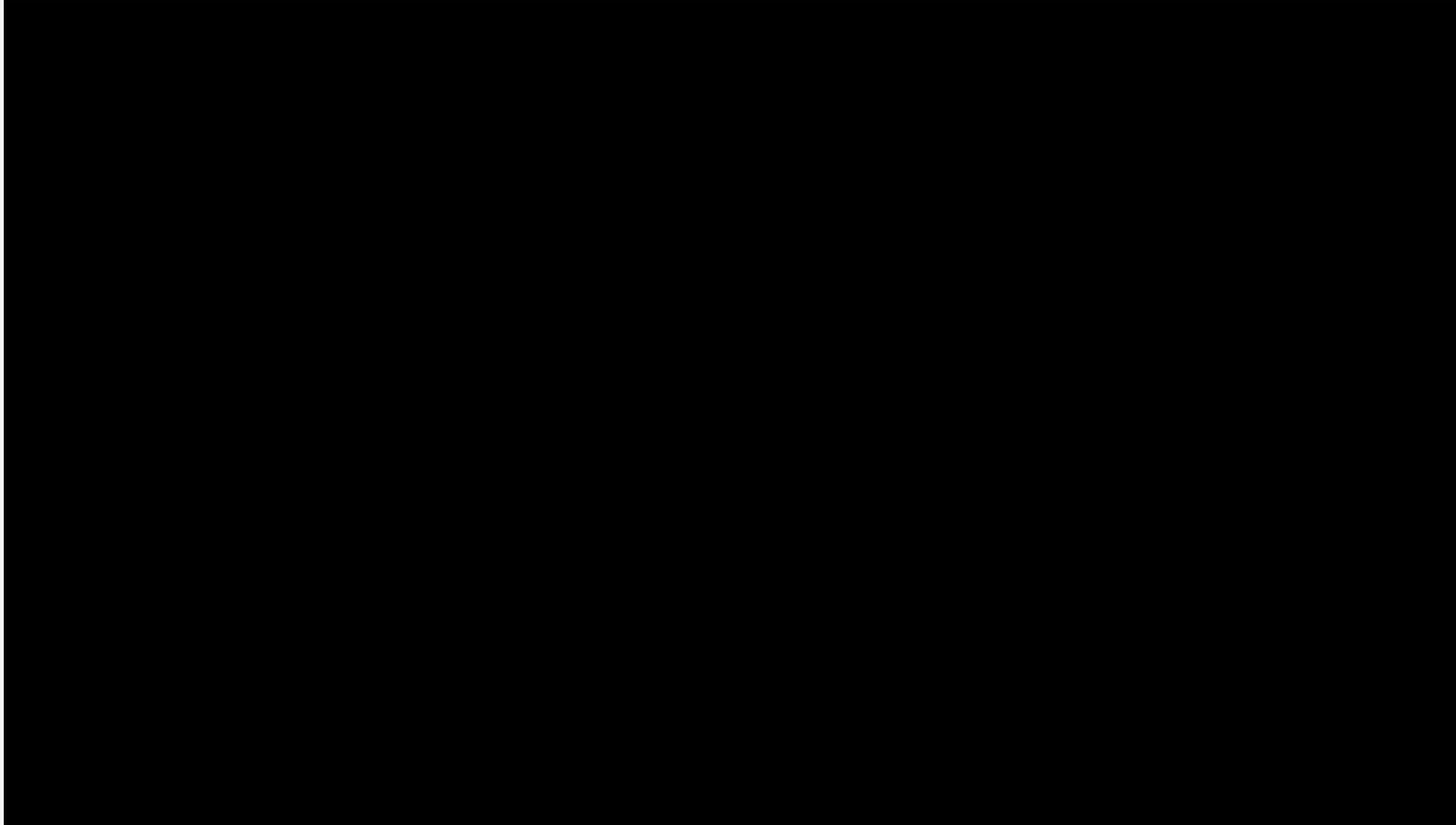
- Welche Potentiale sehen Sie in VR für das Fach Chemie?
- Was könnte VR mehr leisten als ein anderes Medium, z. B. Animationen?

05

Lehrprojekt FoPro -VR



BERGISCHE  
UNIVERSITÄT  
WUPPERTAL



## Forschungsprojekt-VR

Gefördert durch die Stiftung Innovation in der Hochschullehre in Freiraum 2022

Durchführung von WiSe 2022/23 bis SoSe 24



Stiftung  
Innovation in der  
Hochschullehre

## Dozierende:



DIDAKTIK  
DER  
CHEMIE

**Prof. Dr. Claudia Bohrmann-Linde/ Dr. Diana Zeller**

Didaktik der Chemie

**Nils Mack**

Institut für Systemforschung der Informations-, Kommunikations- und (SIKoM+), Prof. Dr. Tobias Meisen



Institute for TMDT  
Medientechnologie

**Prof. Dr. Claudia Schrader**

Lehrstuhl für Lehren und Lernen mit digitalen Medien  
Institut für Bildungsforschung | School of Education



Lehren und Lernen mit  
digitalen Medien

[2] Zeller, D., Bohrmann-Linde, C., Mack, N., Schrader, C. Produktion eigener VR-Lernsettings im Projekt FoPro-VR. Ein interdisziplinärer Lehransatz für die Lehramtsausbildung. In: Mrohs, L., Franz, J., Herrmann, D., Lindner, K., Staake, T. (2025). Digitales Lehren und Lernen an der Hochschule. Strategien – Bedingungen – Umsetzung. Transcript Verlag, 191–204.

## Perspektiven auf das Lehrprojekt

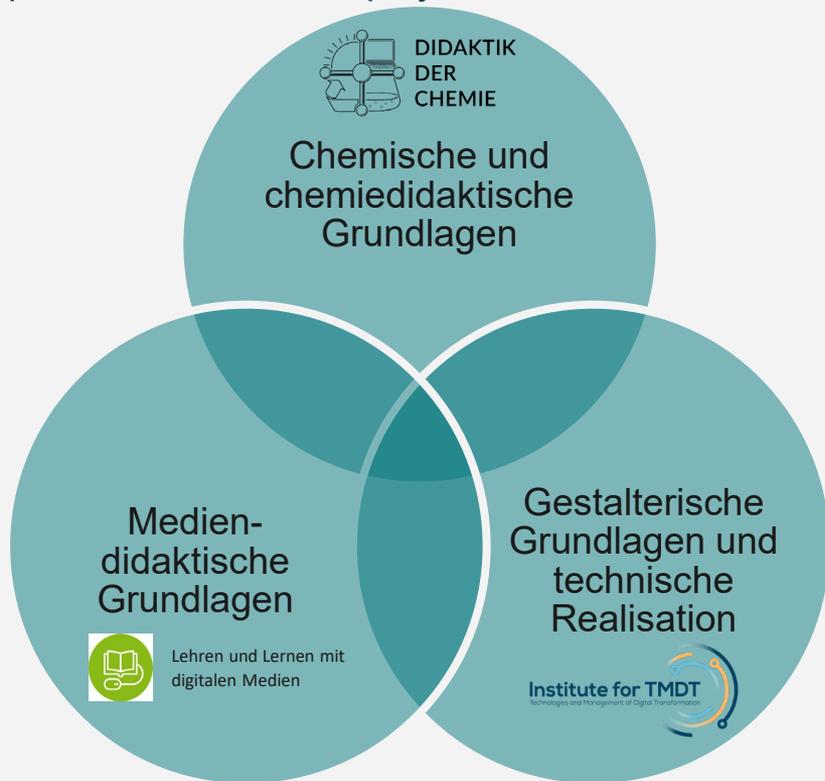


Abb. 1: Studierende im WiSe 22 bei dem Entwurf der VR-Räume

## Zielgruppe:

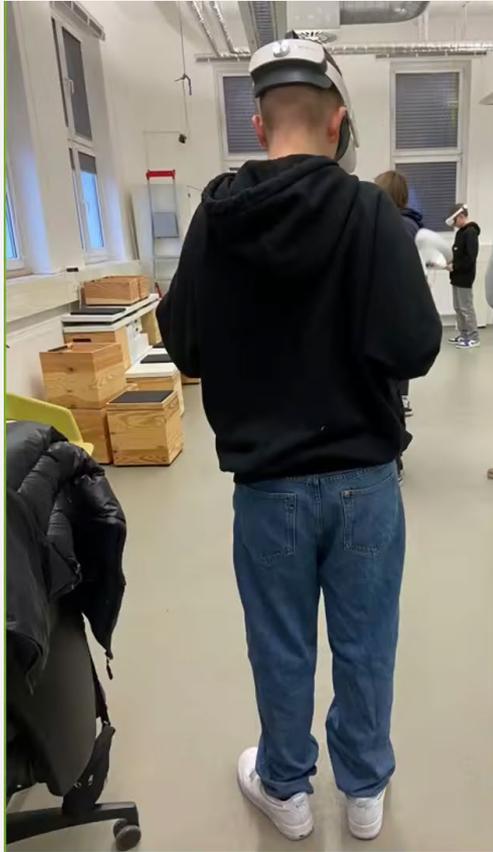
Master-Lehramtsstudierende der Chemie oder Sachunterricht mit dem Schwerpunkt Naturwissenschaften und Technik (NaWiTech) (max. 12 TN pro Semester)

## Aufgabe der Studierenden:

Entwicklung einer VR-Lernumgebung zur Verbrennung einer Stoffprobe (Eisen, Kohle oder Magnesium) in einer Sauerstoff- oder einer Kohlenstoffdioxid-Atmosphäre in zwei Teilen:

1. Durchführung und Beobachtung eines Experiments im virtuellen Labor
2. Erkundung der Reaktion(en) auf der Teilchenebene

**Tool: figments.NRW (Unity)**



BERGISCHE  
UNIVERSITÄT  
WUPPERTAL

## Änderungen in der didaktischen Umsetzung des Projektes



DIDAKTIK  
DER  
CHEMIE



BERGISCHE  
UNIVERSITÄT  
WUPPERTAL



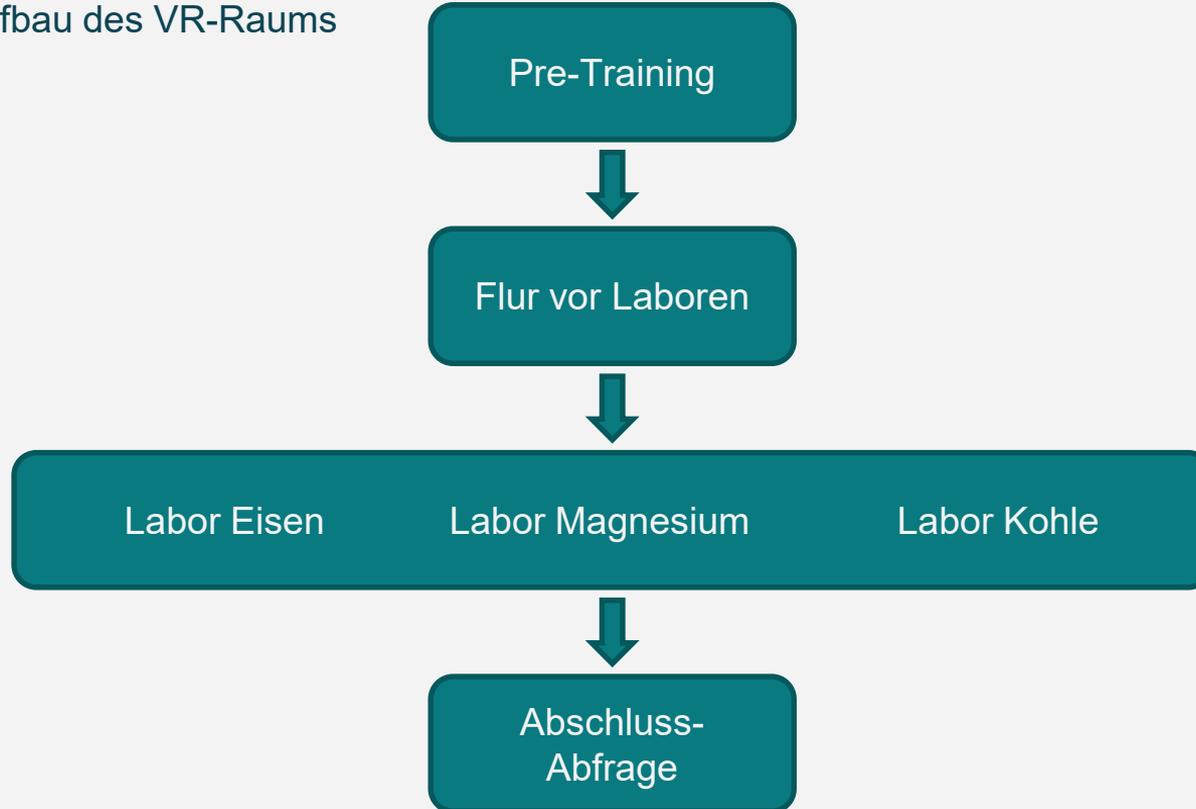
# 06

VR-Raum zu  
Verbrennungen



BERGISCHE  
UNIVERSITÄT  
WUPPERTAL

Aufbau des VR-Raums



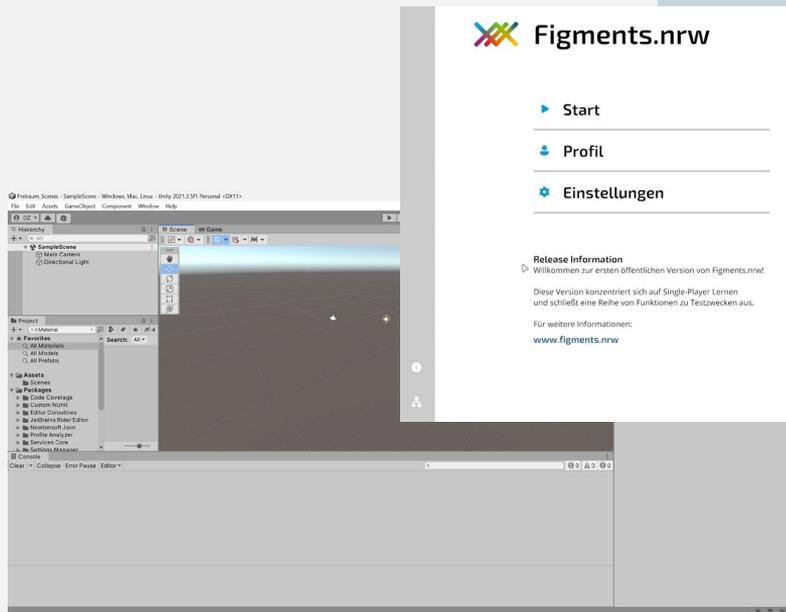
Umsetzung mit figments.NRW



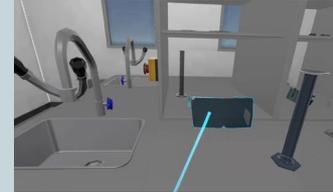
Figments.nrw



<https://labs.figments.nrw/freiraum-labor/>



Einblicke ins Experimentieren



## Die Experimente



[3] Meuter, N., Reisewitz-Swertz, I., Bohrmann-Linde, C. (2020). Verbrennung in  $O_2$  und in  $CO_2$ , <https://chemiedidaktik.uni-wuppertal.de/de/digitale-medien/videos-zu-klassischen-schulversuchen/schulorientiertes-experimentieren-i-anorganische-chemie/verbrennung-in-o2-und-in-co2-hintereinander/> (letzter Zugriff: 5.3.2024)

## Didaktische Überlegungen

- Die Verbrennung von Magnesium ist in der Regel ein Demonstrationsexperiment.
- Das Verständnis des Themas ist für Lernende aufgrund verschiedener Aspekte eine Herausforderung [4-7]:

## Präkonzepte:

- Verbrennung = Vernichtung
- Verbrennung = Zerlegungsprozess
- Kein Massenerhalt
- Horror vacui

## Fachliche Herausforderungen:

- Übergang von makroskopischer auf (sub-)mikroskopische Ebene
- Beobachtung von farblosen Gasen als Beteiligte einer Reaktion
- Differenzierung zwischen kleinsten Teilchen: Atom, Molekül, Ion

[4] Barke, H.-D. (2006). Chemiedidaktik. Diagnose und Korrektur von Schülervorstellungen. Springer, Berlin, Heidelberg.

[5] S. Hundertmark, S. Schanze (2017). Was wird bei Verbrennungen vernichtet? Von einem Alltagsphänomen zum Konzept der chemischen Reaktion. NiU-C **25**/159, 19–25.

[6] Basheer, A. (2018). Misconceptions among Middle School Students Regarding the Conservation of Mass during Combustion, Eurasia J Math Sci Tech Ed **14**/7, 3109-3122.

[7] K. Petermann, J. Friedrich, M. Oetken (2011). Die Quantifizierung des „Horror vacui“. Ein Gedankenexperiment zur Bestimmung der mittleren Teilchenabstände im gasförmigen Zustand. PdN-ChiS **60**/2, 45–48.

## Didaktische Überlegungen

**Sauerstoffatmosphäre**

Eintauchen des Users auf die Teilchenebene:  
 - Beobachtung der Teilchenanimation  
 - Einblendungen von Informationstexten  
 - Manipulation durch User:  
 Geschwindigkeit anpassen, Zurückspulen, Stoppen, Neustart

Zusatzinformationen:  
 - Legende  
 - Wortgleichung und Zusammenfassung (Gamification?)

**Verbrennungsreaktionen**

**Start: Laborsetting (Raum + Infotexte)**

- Labortisch
- Material zur experimentellen Durchführung: 2 Standzylinder mit Sauerstoff- und Kohlenstoffdioxid-Atmosphäre, Gasbrenner, eine Tiegelzange und verschiedene Stoffproben (Magnesiumstück, Eisenwolle, Kohlenstück)

*Interaktion des Users*

**Durchführung Experiment:**

- User zündet Gasbrenner an
- U. greift Tiegelzange und nimmt eine Stoffprobe
- U. erhitzt die Stoffprobe im Gasbrenner und gibt die brennende Stoffprobe in einen der beiden Standzylinder

*Animation + Information*

**Beobachtung auf der Stoffebene:**

bspw. Magnesium in O<sub>2</sub>-Atmosphäre: Magnesium brennt hellleuchtend, helles Aufleuchten in der Atmosphäre, weißer Rauch, ein weißer Niederschlag entsteht

Magnesium in CO<sub>2</sub>-Atmosphäre: Magnesium brennt hellleuchtend, helle Flamme besteht weiterhin in der Atmosphäre, weißer Rauch, ein weißer und schwarzer Niederschlag entstehen

*Erstmaliges Umrufen*    *Wörter → Info + Animation*

**Beobachtung auf der Teilchenebene:**

**Kohlenstoffdioxidatmosphäre**

Eintauchen des Users auf die Teilchenebene:  
 - Beobachtung der Teilchenanimation  
 - Einblendungen von Informationstexten  
 - Manipulation durch User:  
 Geschwindigkeit anpassen, Zurückspulen, Stoppen, Neustart

Zusatzinformationen:  
 - Legende  
 - Wortgleichung und Zusammenfassung (Gamification?)

**MAGNESIUM**

**Sauerstoffatmosphäre**

**Kohlenstoffdioxidatmosphäre**

Ausschnitte der Storyboards zur Umsetzung der Teilchenebene für den VR-Raum [8]

[8] D. Zeller, Storyboards zur Verbrennung von Stoffportionen in einer Sauerstoff-/Kohlenstoffdioxidatmosphäre

## Herausforderungen und didaktische Reduktionen

- Bewegung von Atomen im Gitter um ihre Ruhelage kaum darstellbar, daher wurde diese vernachlässigt
- Veränderung der Gittersystems durch Einwirkung der Hitze wurde vernachlässigt: Eisen bei RT kubisch-raumzentriert, beim Erhitzen kubisch-flächenzentriert [9]
- Weitere didaktische Reduktionen: Aktivierungsenergie durch Brennerflamme bleibt unberücksichtigt, Elektronenübergang zwischen den Edukten, Veränderung der Radien durch Redoxreaktion
- Weitere technische Herausforderung: Manipulation durch User

[9] Pepperhoff, W., Acet, M. (2001). The structure of iron. In: Constitution and Magnetism of Iron and its Alloys. Engineering Materials. Springer, Berlin, Heidelberg.

# 07

## Animationen der Teilchenebene





<https://labs.figments.nrw/molecules/>

- Wie bewerten Sie die Animation der Teilchenebene?
- Mit welchen Begleitaufgaben würden Sie eine solche Animation im Unterricht einsetzen?



# 08

VR-Räume mit  
Lerngruppen einsetzen



BERGISCHE  
UNIVERSITÄT  
WUPPERTAL

3 Erprobungsrunden mit insg. 12 Klassen

WiSe 22 (N = 68)

Fragestellungen der Studierenden (Lernmotivation, Virtuelle Präsenz und Cognitive Load)

SoSe 23 (N = 80)

Einfluss eines Pre-Trainings für die Bedienung des VR-Raums auf den Cognitive Load und somit auf den Lernerfolg der Lernenden

WiSe 23 (N = 105)

Einfluss der Reihenfolge der Aktivitäten (VR/Experimentierreihe) auf den Lernerfolg der Lernenden

SoSe 24 (N = 52)

Vergleich der Lernwirksamkeit von Animationen und VR-Szenarien zum Thema Verbrennungen



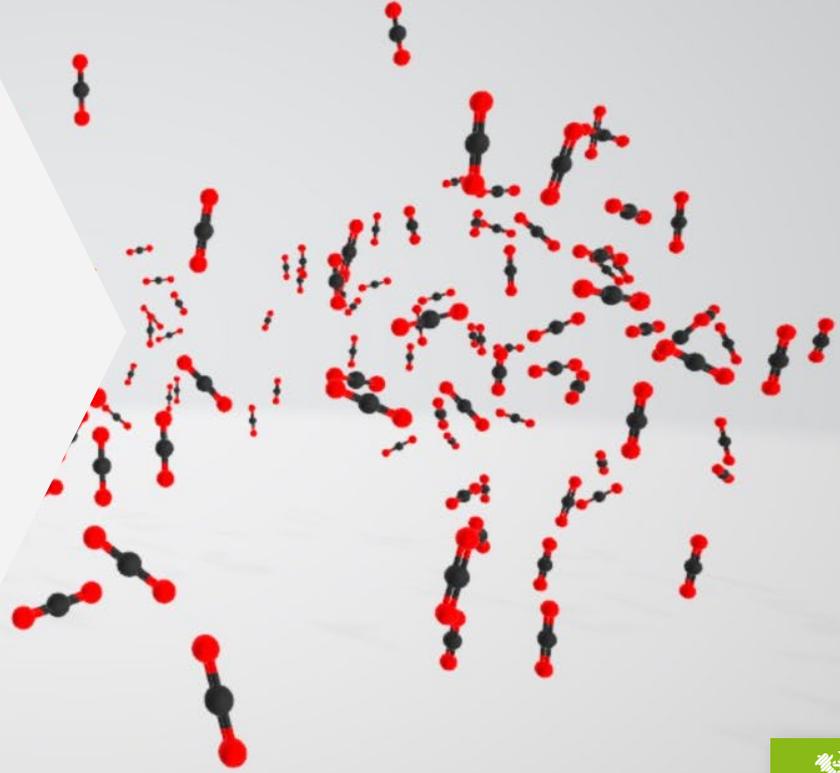
Abb. 6: Lernende bei der Erprobung

## „Lessons Learned“ beim Einsatz mit Lerngruppen

- Bewegungsspielraum muss dem VR-Setting angemessen sein (bspw. 2 x 2 m für Experimentieren an einer Laborbank)
- Eigene Sicherheit in der Nutzung von VR-Brillen und Überblick über VR-Raum
- Einführung der Lerngruppen in Bedienung der VR-Brillen
- 10% Ausfall (z. B. Cybersickness): Alternative auf Desktop
- Keine Sicherung: Anknüpfung an andere Materialien unter Medienbruch
- Einbindung in den Unterricht: Stationenarbeit, damit Lehrkraft sich fokussiert um Technik und Begleitung der Lernenden im VR-Raum konzentrieren kann
- Aktuellen Stand erfragen: Lernende erklären lassen, an welcher Stelle sie sich befinden

# 09

## Anleitung VR in der Lehre



## Überblick über die Seite

Startseite Forschungsprojekt Virtual Reality (FoProVR)

### VR in der Lehre: Eine Anleitung

Liebe Lehrende und liebe Lehrkräfte,

Auf dieser Website wird Ihnen aufgezeigt, wie Sie selbst VR im Unterricht oder in der Lehre niedrigschwellig einsetzen können und was es bei diesem Einsatz zu beachten gilt. Auch können Sie erfahren, wie Sie selbst einen VR-Raum anfertigen können und was Sie bei der Umsetzung beachten müssen. Die Tipps und Hinweise basieren auf den Erfahrungen und Evaluationsergebnissen des zweijährigen Lehrprojekt "FoPro-VR", in dem Lehramtsstudierende eigene VR-Räume für den Chemieunterricht produziert und mit Lernenden erprobt haben.

### Schätzen Sie Ihr Level für den Einstieg in die Handreichung ein?



Die Website ist im Rahmen des Lehrprojekts "Forschungsprojekt-VR" entwickelt worden, das von der Stiftung für Innovation in der Hochschullehre im Rahmen von Freiraum 2022 gefördert wurde. [Mehr zum Projekt erfahren Sie hier.](#)

QRCODE

## VR-Brillen Führerschein und Bewertungsbogen



### VR-Brillen Führerschein

*Checkliste für Lehrkräfte*

**Vorerfahrung Lernende**



- Klären Sie im Vorfeld die Vorerfahrung der Lernenden im Umgang mit den VR-Brillen ab.
- Lernende mit viel Vorerfahrung können als Helfer\*innen eingesetzt werden.

**Umgang mit den Controllern**



- Zeigen Sie die wichtigsten Bedienelemente und Funktionen der Brille.
- Klären Sie Fragen wie: Wie kann man sich fortbewegen? Wie kann man greifen?

**Umgang mit der VR-Brille**



- Zeigen Sie den Lernenden, wie man eine VR-Brille richtig einstellt:  
Richtiges Auf- und Absetzen, Einstellen auf den Kopf, Lautstärkeregelung

**Erste Schritte in VR**



Zeigen Sie den Lernenden z. B. über einen Bildschirm oder Beamer,...

- wie man die Spielfläche definiert.
- wie sie das Programm starten können.

**Hilfestellungen**



- Erklären Sie, wie die Lernenden bei Problemen an Hilfestellung kommen.
- Bei komplexen VR-Räumen wäre eine Art Verlaufplan hilfreich.

**Sicherung der Inhalte**



- Erklären Sie den Lernenden, wie Sie die Inhalte sichern sollen.
- Klären Sie, wie im Anschluss die Inhalte des VR-Raums im Unterricht wieder aufgegriffen werden.



### Bewertungsbogen

*für bestehende VR-Räume*

**VR-Lernsetting** ★★★★★



- Inwiefern ist das VR-Lernsetting für die Zielgruppe passend?
- Sind die Inhalte des VR-Raums inhaltlich stringent aufgebaut?
- Kann die Zielgruppe den VR-Raum selbstständig (intuitiv) absolvieren?
- Sind alle notwendigen Inhalte für das Lernziel enthalten?

**Fachliche Richtigkeit** ★★★★★



- Sind Modelle oder Abläufe fachlich richtig dargestellt?
- Wird die Fachsprache richtig angewendet?
- Ist die Sprache der Zielgruppe angemessen?

**Optik und Signaling** ★★★★★



- Sind die VR-Räume optisch ansprechend und realistisch gestaltet?
- Ist das Design konsistent?
- Wird die Aufmerksamkeit auf wichtige Objekte gelenkt (Signaling)?

**Texttafeln** ★★★★★



- Sind die Texttafeln gut lesbar gestaltet (Schrift- vs. Texttafelgröße)?
- Ist die Höhe der Texttafel-Platzierung für die Zielgruppe angemessen?
- Sind die Inhalte der Texttafeln für die Zielgruppe verständlich formuliert?

**Interaktion** ★★★★★



- Sind Objekte so platziert, dass der Zielgruppe eine Nutzung möglich ist?
- Ist das Zurücknehmen von Aktionen möglich, ohne dass von vorne begonnen werden muss?

**Feedback** ★★★★★



- Ist das Feedback multimodal: auditiv, visuell, haptisch?
- Erfolgt nach einer Aktion des Nutzers ein Feedback?
- Ist das Feedback informativ?

# Anleitung VR in der Lehre

Blick in die 3D-Dateien im Downloadbereich



3D-Modelle (Chemie)

Checklisten für die Gestaltung von Lehre

Fertige VR-Räume

Publikationen des Projekts

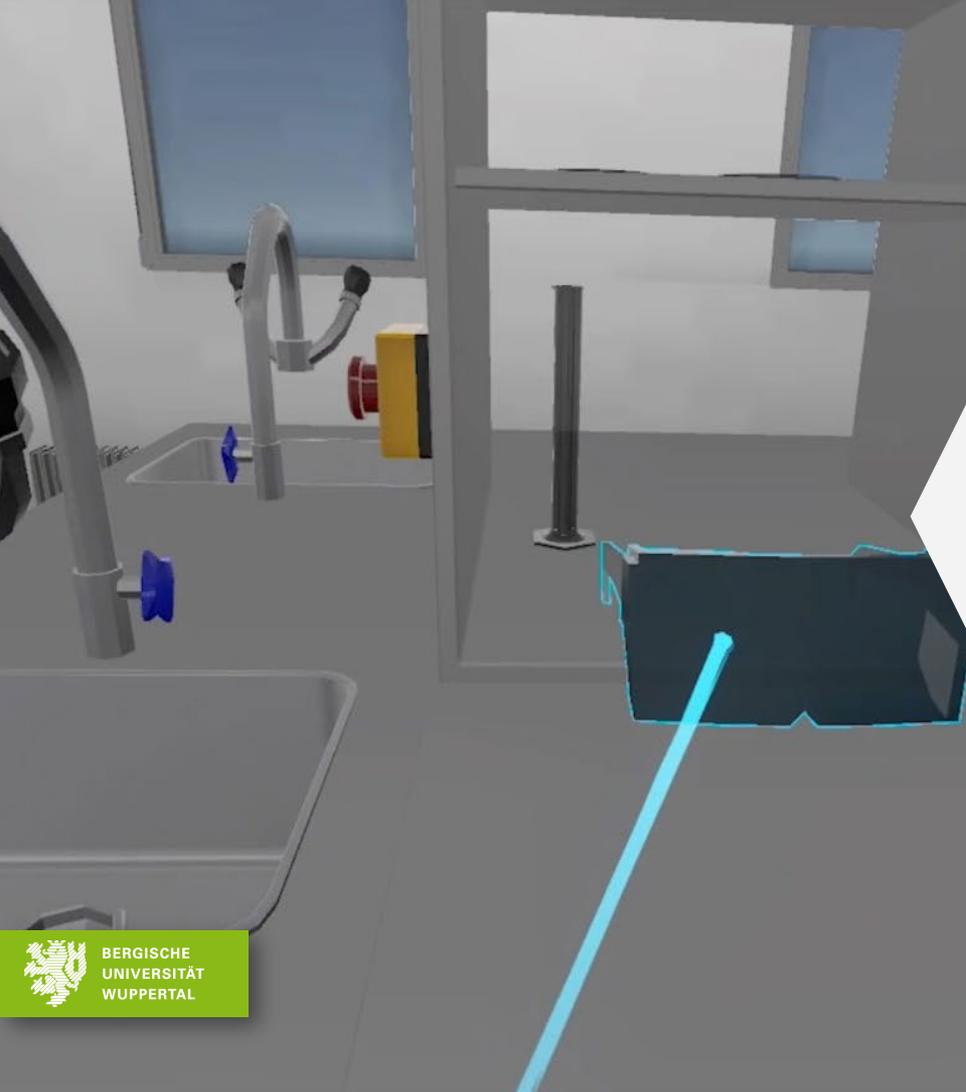


Chemikalien (Stoffebene)

Labor und Laborequipment

Teilchenmodelle

Texturen\_Materialien



10

Diskussionsfragen

- Für welche weiteren Themen oder Kontexte des Chemieunterrichts wären VR-Räume eine interessante Ergänzung zu üblichen Medienformaten?
- Wie könnte ein Einsatz von VR im Regelunterricht aussehen?



Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit!  
Ich freue mich auf Ihre  
Fragen!

Dr. Diana Zeller  
Akademische Rätin

Didaktik der Chemie  
AK Prof. Dr. Claudia Bohrmann-Linde  
Bergische Universität Wuppertal  
[zeller@uni-wuppertal.de](mailto:zeller@uni-wuppertal.de)