



UNIVERSITÄT **BONN**

# DIE „EDUCHALLENGE: MODELLBILDUNG“

EIN HYBRIDES LERNARRANGEMENT ZUR FÖRDERUNG  
DES WISSENSCHAFTSVERSTÄNDNISSES IM PHYSIKUNTERRICHT

Johanna Rätz, Greta Wieners, Jan Heysel  
MNU 2024 Jena | 26.3.2024

 Deutsche Telekom  
**Stiftung**

 **sdw**



[educhallenge.uni-bonn.de](https://educhallenge.uni-bonn.de)



Überblick: Projekt & Lernumgebung  
Anmeldung in Lernumgebung



Videoaufnahme (gemeinsam) & Python  
Tutorial & Videoanalyse



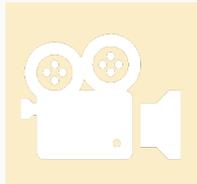
Modelle & Simulation  
Simulation & Überlagerung selber machen



Peer Review & Abschluss  
Fragen & Diskussion



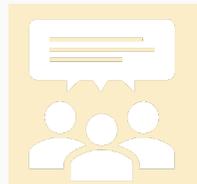
Überblick: Projekt & Lernumgebung  
Anmeldung in Lernumgebung



Videoaufnahme (gemeinsam) & Python  
Tutorial & Videoanalyse



Modelle & Simulation  
Simulation & Überlagerung selber machen



Peer Review & Abschluss  
Fragen & Diskussion



Allg. **Gestaltungsprinzipien** und konkretes **Unterrichtsbeispiel** für Lernarrangements zur Förderung des Wissenschaftsverständnisses (NOS) und des Kompetenzbereichs Erkenntnisgewinnung.  
Fokus:

- Modellierung
- Simulation
- Peer Review

Gestaltungsprinzipien  
(2020 / 2021 - kontinuierlich)



Prototyp  
(Ende 2021)



Hauptstudie  
(Ende 2022)



Finale Lernumgebung  
(ab 2024)



Gestaltungsprinzipien  
(2020 / 2021 - kontinuierlich)



Prototyp  
(Ende 2021)



Hauptstudie  
(Ende 2022)



Finale Lernumgebung  
(ab 2024)



# GESTALTUNGSPRINZIPIEN



Inhaltsauswahl zu NOS → **Perspektiven auf Naturwissenschaften**  
(methodisch, historisch, soziologisch, philosophisch)



**Modelle** einführen mit fiction view



**Simulation** einführen als rundenbasiertes Spiel



**Peer Review** als Unterrichtsmethode nutzen



**Deeper Learning** als Lerntheorie & Alle Konzepte sowohl **explizit**  
diskutieren als auch von S **anwenden** lassen → **EduChallenge**

# PROJEKTÜBERBLICK

Gestaltungsprinzipien  
(2020 / 2021 - kontinuierlich)



Prototyp  
(Ende 2021)



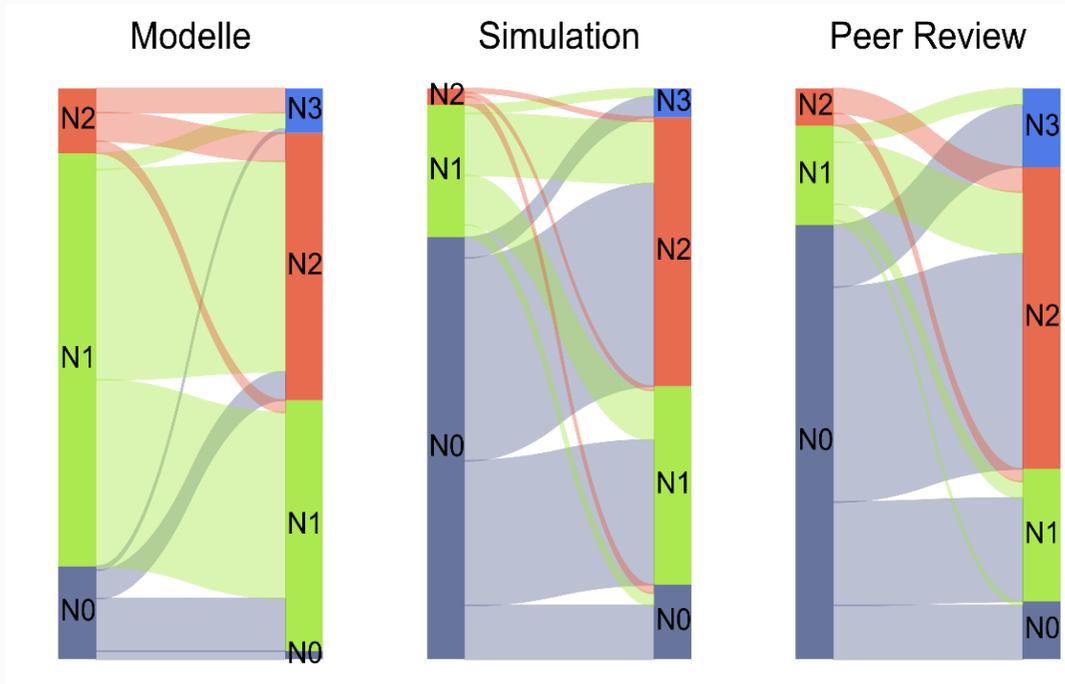
Hauptstudie  
(Ende 2022)



Finale Lernumgebung  
(ab 2024)



# EINBLICK IN ERGEBNISSE DER HAUPTSTUDIE



11/2022 – 02/2023

215 Jugendliche, 10 Kurse an 8  
Ge/Gym in NRW, 9 Lehrkräfte

N = 142 Jugendliche

Pre-Post-Test mit offenen Fragen

**N3** Differenziertes  
Niveau

**N2** Mittleres Niveau

**N1** Naives Niveau

**N0** Vorniveau

→ Nachher: nicht alle Jugendlichen bei N3, aber deutlicher Lernzuwachs!

# PROJEKTÜBERBLICK

Gestaltungsprinzipien  
(2020 / 2021 - kontinuierlich)



Prototyp  
(Ende 2021)



Hauptstudie  
(Ende 2022)



Finale Lernumgebung  
(ab 2024)



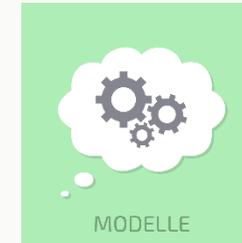
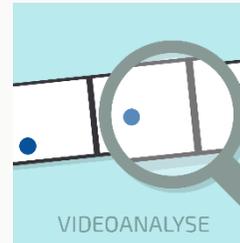
## PLANUNG DES FORSCHUNGSPROJEKTS

# ÜBERSICHT DER EDUCHALLENGE: MODELLBILDUNG



# KURZVORSTELLUNG LERNUMGEBUNG

- Leitet Jugendliche an, bietet Inhalte, stellt Zwischenaufgaben
- Sicherung im Laborbuch
- Arbeit in Kleingruppen (3er)
- Lehrkraft: Unterstützt Gruppen, spezielle Plenumsphasen sinnvoll
- Aufteilung in Meilensteine
- Jeweils: Einführung, Übersicht, Inhalte & Aufgaben, Badgetest



# ANMELDUNG IN DER LERNUMGEBUNG

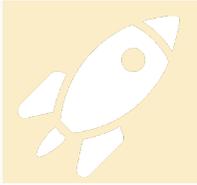
- Anmeldung in Portal „PreCampus“ (QR oben):  
[https://precampus.uni-bonn.de/login.php?target=&client\\_id=precampus](https://precampus.uni-bonn.de/login.php?target=&client_id=precampus)
- Bestätigungsmail abwarten und Link bestätigen



- Zugang zum Kurs (QR unten):  
[https://precampus.uni-bonn.de/login.php?target=crs\\_12356&client\\_id=precampus](https://precampus.uni-bonn.de/login.php?target=crs_12356&client_id=precampus)
- Passwort: **EduchallengeBonn**



Ausführlicher und QR-Codes im Laborbuch. | Für Lernende entsprechend.



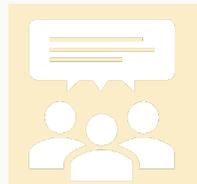
Überblick: Projekt & Lernumgebung  
Anmeldung in Lernumgebung



Videoaufnahme (gemeinsam) & Python  
Tutorial & Videoanalyse



Modelle & Simulation  
Simulation & Überlagerung selber machen



Peer Review & Abschluss  
Fragen & Diskussion

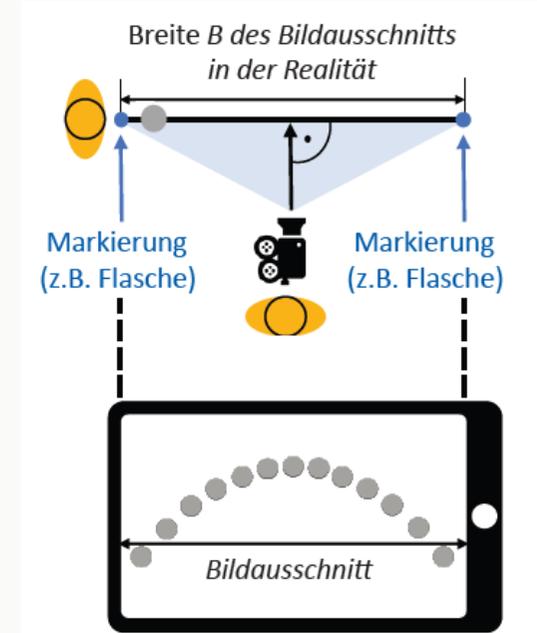


**Modelliert und simuliert eine Wurfbewegung aus einer Sportart eurer Wahl und veröffentlicht die Ergebnisse eurer Forschung.**

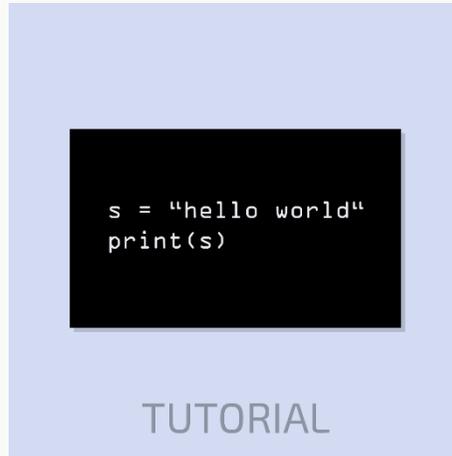
# VIDEOAUFNAHME



- Gruppen suchen Sportart nach Interesse und Verfügbarkeit aus (+ Differenzierungsmöglichkeit)
- Wurfbewegung und Videoaufnahme = Experiment mit Datenaufnahme → beachte Kriterien
- Aufnahme mit iPad (kein Übertragen) oder Smartphone
- Hier gemeinsam. B notieren!

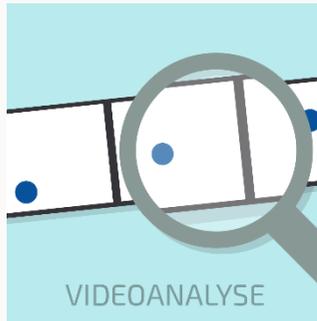
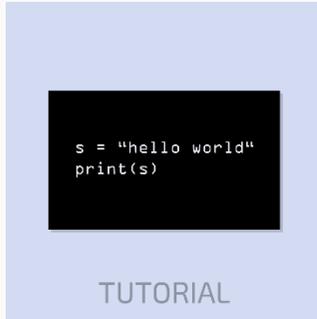


# PYTHON UMGEBUNG & TUTORIAL

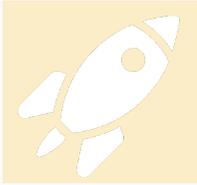


- Python Umgebung für Videoanalyse und Simulation:
  - Auf Uni-Server: im Browser, ohne Installation
  - Authentisch für Wissenschaftsbetrieb
  - Euler-Verfahren: selber implementieren
  - Grenze der Modellgestaltung: eigene Fähigkeit
  - Python: einfacher Einstieg im Vergleich zu anderen Programmiersprachen
- Tutorial: was man wissen muss.

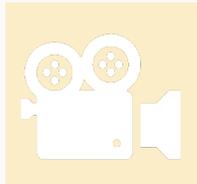
# HANDS-ON: VIDEOANALYSE



- Bilden Sie Gruppen zu dritt.
- Laden Sie das gemeinsam aufgenommene Video auf mindestens ein Gerät Ihrer Gruppe.
- Gehen Sie in die Lernumgebung → Meilenstein Tutorial
- Starten Sie den Server.
- Machen Sie das python Tutorial.
- Führen Sie die Videoanalyse aus.
- Notieren Sie die ermittelten Schätzer für Anfangs- und Randwerte im Laborbuch.



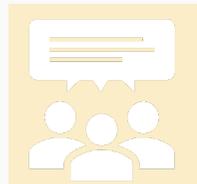
Überblick: Projekt & Lernumgebung  
Anmeldung in Lernumgebung



Videoaufnahme (gemeinsam) & Python  
Tutorial & Videoanalyse

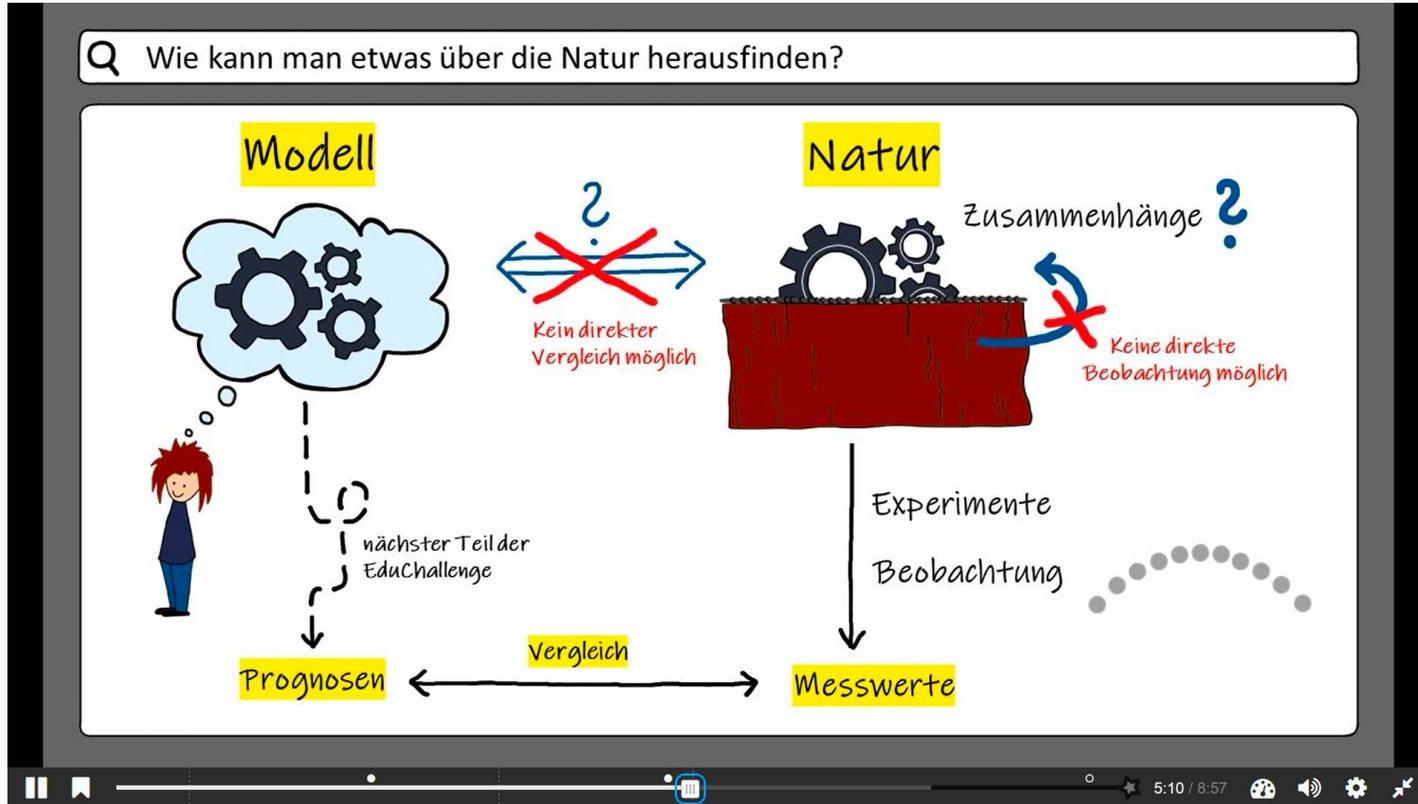


Modelle & Simulation  
Simulation & Überlagerung selber machen

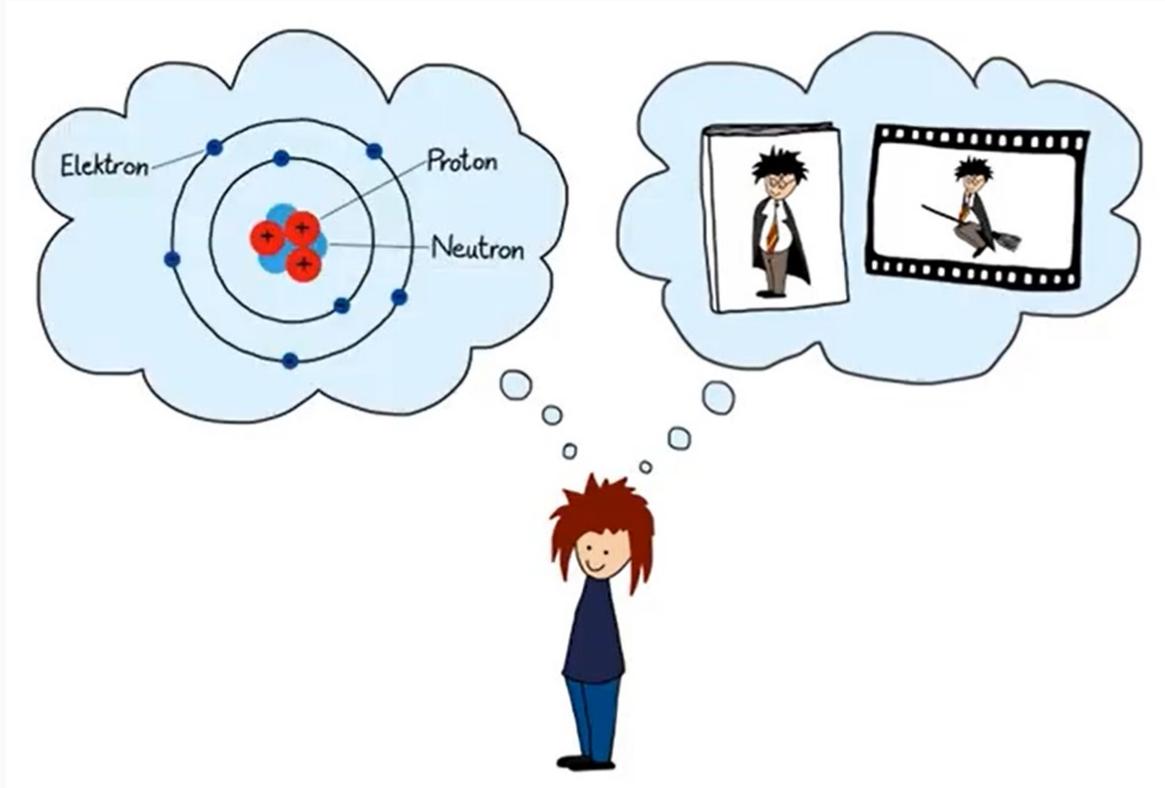


Peer Review & Abschluss  
Fragen & Diskussion

# MODELLE (1/2): „PHYSIK TREIBEN HEISST MODELLIEREN“



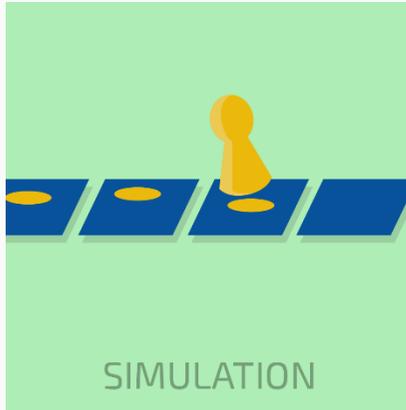
## MODELLE (2/2): VERGLEICH MIT FIKTIVEN CHARAKTEREN



Wissenschaft. Modelle:

- Ziel oft Repräsentation
- von Menschen erdachte, „fiktive“ Objekte
- Erdacht (konstruiert) und brauchbar (viabel), deswegen NICHT „falsch“
- Nachprüfung und Weiterentwicklung

# SIMULATION



- Numerische Simulationen: für nicht analytisch lösbare mathematische Probleme
- Klimasimulationen, Pandemiesimulation, etc.
- Eulerverfahren = „Methode der kleinen Schritte“
- in einigen Bundesländern im Lehrplan
- Erklärvideo oder -text und Umsetzung in Python
- auch Abkürzung möglich
- Gestaltungsprinzip: **Simulation als Spiel in Runden**

Numerische Simulationen.

## Was ist eine numerische Simulation?

Link kopier...

**Variablen des Modells**

<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> ----- x - Richtung -----	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> ----- y - Richtung -----	
--	--	--

**Runden  $r$**

$r =$

$r =$

$r =$

$r =$

...

**Anfangswerte**

$a_{x,0}$	$v_{x,0}$	$x_0$	$a_{y,0}$	$v_{y,0}$	$y_0$
<input type="text"/>					
$a_{x,1}$	$v_{x,1}$	$x_1$	$a_{y,1}$	$v_{y,1}$	$y_1$
<input type="text"/>					
$a_{x,2}$	$v_{x,2}$	$x_2$	$a_{y,2}$	$v_{y,2}$	$y_2$
<input type="text"/>					
$a_{x,3}$	$v_{x,3}$	$x_3$	$a_{y,3}$	$v_{y,3}$	$y_3$
<input type="text"/>					
...					

**Randwerte**

$\Delta t =$

$g =$

$a_x =$

$a_y =$

Zeit  $t$

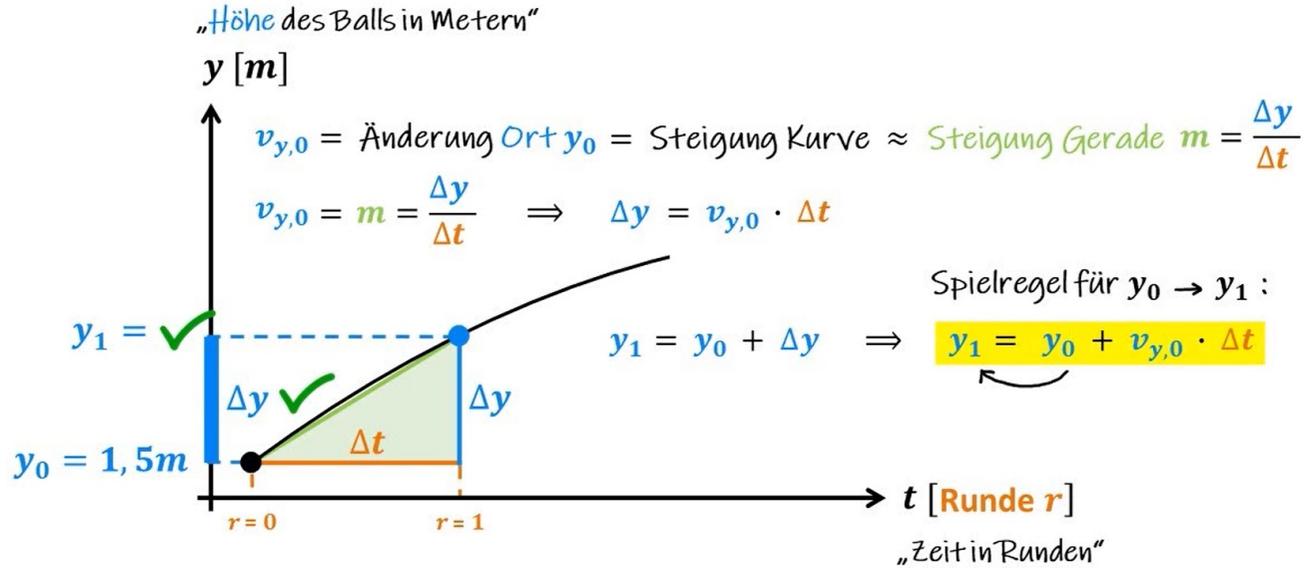
YouTube



Numerische Simulationen

Wie kommt man auf die Spielregeln?

Link kopier...



8:30 / 12:22



## Variablen des Modells

 $a_x$ 
 $v_x$ 
 $x$ 

x - Richtung

 $a_y$ 
 $v_y$ 
 $y$ 

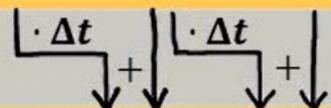
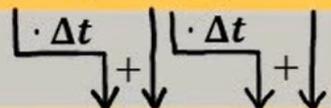
y - Richtung

## Runden $r$

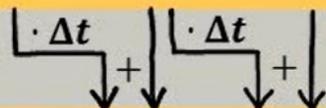
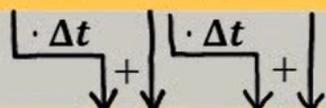
 $r = 0$ 
 $r = 1$ 
 $r = 2$ 
 $r = 3$ 

...

## Anfangswerte

 $a_{x,0}$ 
 $v_{x,0}$ 
 $x_0$ 
 $0 \frac{m}{s^2}$ 
 $2 \frac{m}{s}$ 
 $1,0 m$ 

 $a_{x,1}$ 
 $v_{x,1}$ 
 $x_1$ 
 $0 \frac{m}{s^2}$ 
 $2 \frac{m}{s}$ 
 $1,2 m$ 

 $a_{x,2}$ 
 $v_{x,2}$ 
 $x_2$ 
 $0 \frac{m}{s^2}$ 
 $2 \frac{m}{s}$ 
 $1,4 m$ 
 $a_{x,3}$ 
 $v_{x,3}$ 
 $x_3$ 
 $0 \frac{m}{s^2}$ 
 $2 \frac{m}{s}$ 
 $1,6 m$ 

...

 $a_{y,0}$ 
 $v_{y,0}$ 
 $y_0$ 
 $-10 \frac{m}{s^2}$ 
 $3 \frac{m}{s}$ 
 $1,5 m$ 

 $a_{y,1}$ 
 $v_{y,1}$ 
 $y_1$ 
 $-10 \frac{m}{s^2}$ 
 $2 \frac{m}{s}$ 
 $1,8 m$ 

 $a_{y,2}$ 
 $v_{y,2}$ 
 $y_2$ 
 $-10 \frac{m}{s^2}$ 
 $1 \frac{m}{s}$ 
 $2,0 m$ 
 $a_{y,3}$ 
 $v_{y,3}$ 
 $y_3$ 
 $-10 \frac{m}{s^2}$ 
 $0 \frac{m}{s}$ 
 $2,1 m$ 

...

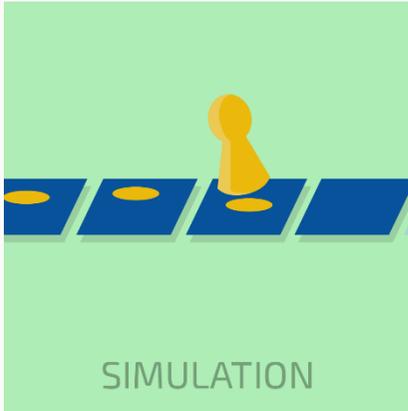
## Randwerte

 $\Delta t = 0,1 s$ 
 $g = 10 \frac{m}{s^2}$ 
 $a_x = 0 \frac{m}{s^2}$ 
 $a_y = -10 \frac{m}{s^2}$ 

 Werte der Variablen in den Runden  $r$ 

 Zeit  $t$

# HANDS-ON: SIMULATION & VERGLEICH



- Laden Sie die Programmierumgebung der Simulation (oder alternativ die Abkürzung, PW: `#SimulationAlsBlackbox`).
- Führen Sie die Simulation mit den Rand- und Anfangswerten aus Ihrer Videoanalyse durch.
- Überlagern Sie Ihre Simulation & Videoanalyse (Meilenstein „Vergleich“)

## Euler-Verfahren / Methode der kleinen Schritte

$$a_{x\_neu} = a_{x\_alt}$$

$$a_{y\_neu} = a_{y\_alt}$$

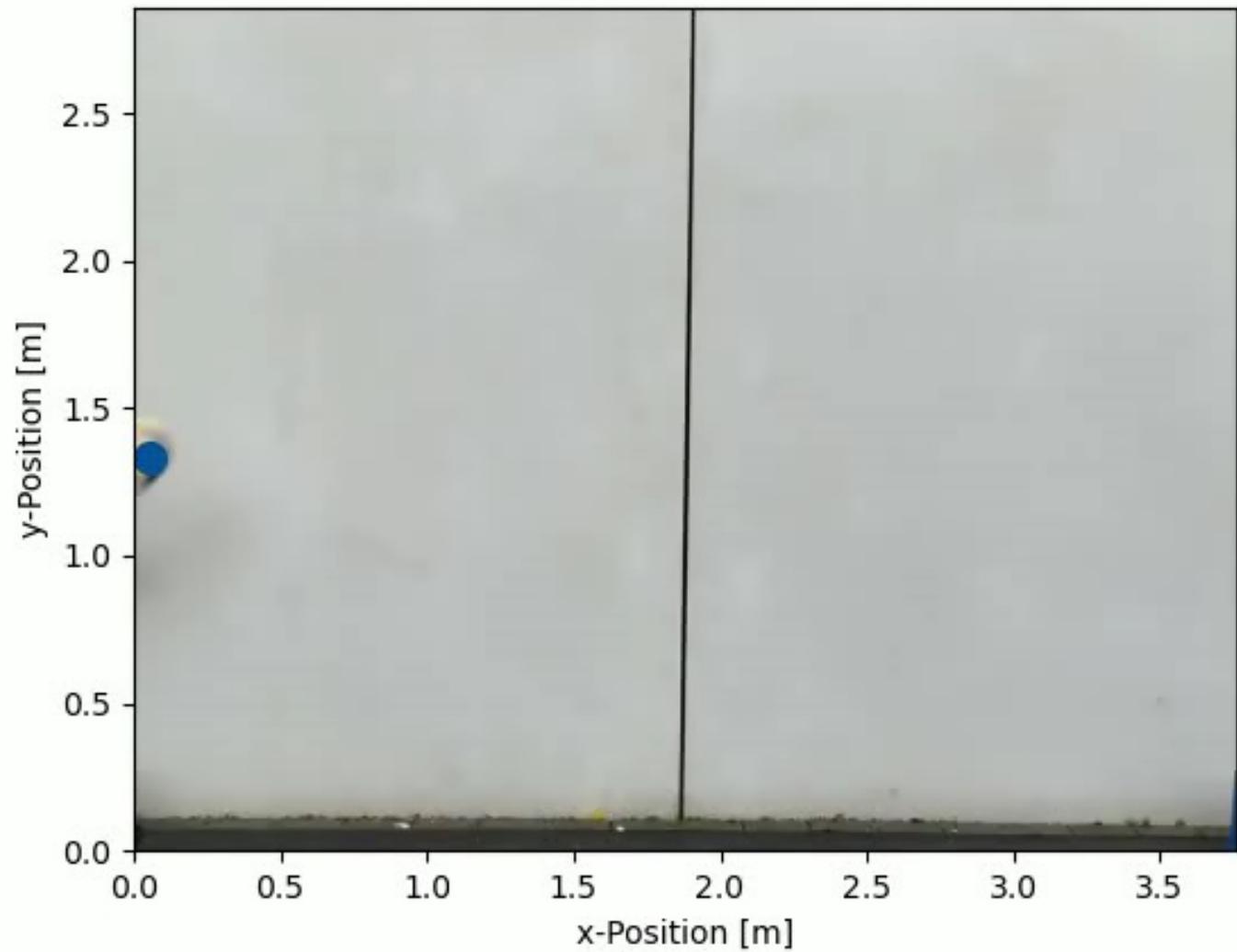
$$v_{x\_neu} = v_{x\_alt} + a_{x\_alt} * dt$$

$$v_{y\_neu} = v_{y\_alt} + a_{y\_alt} * dt$$

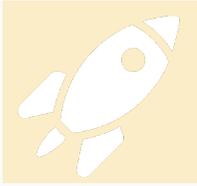
$$x_{neu} = x_{alt} + v_{x\_alt} * dt$$

$$y_{neu} = y_{alt} + v_{y\_alt} * dt$$

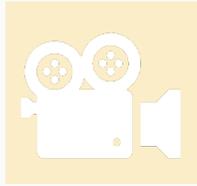
Anfangs- und Randwerte: wie im Laborbuch aus Videoanalyse notiert



+ Grafiken



Überblick: Projekt & Lernumgebung  
Anmeldung in Lernumgebung



Videoaufnahme (gemeinsam) & Python  
Tutorial & Videoanalyse



Modelle & Simulation  
Simulation & Überlagerung selber machen



Peer Review & Abschluss  
Fragen & Diskussion

# PEER REVIEW & WISSENSCHAFTLICHE ARTIKEL

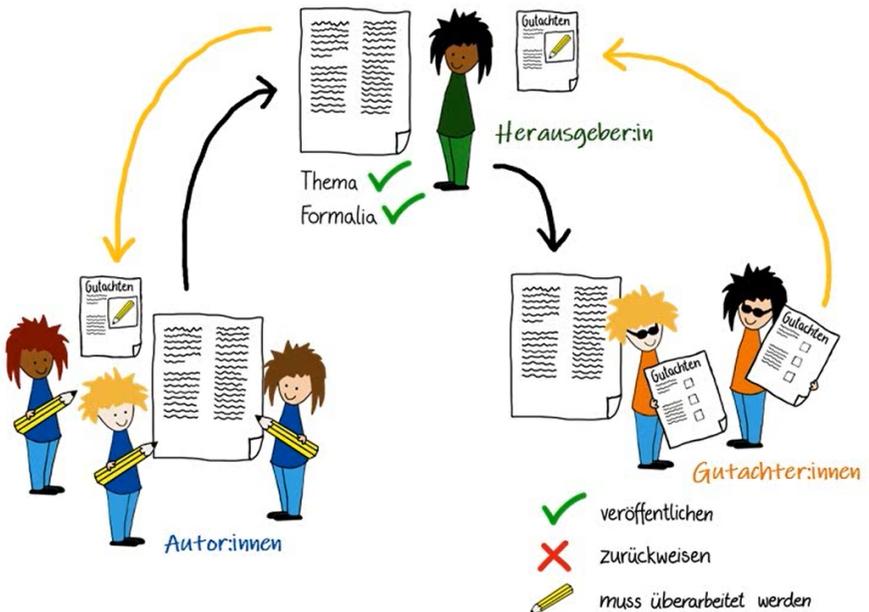


- Wissenschaft = große Community (nicht einzelnes Genie)
- Publikation von Ergebnissen in Journals, geprüft durch Peer Review zur Qualitätssicherung → zentraler Mechanismus
- Gestaltungsprinzip: Peer Review als Unterrichtsmethode
- Einführung von Gütekriterien in Lernumgebung
- Gruppen schreiben wiss. Artikel
- Peer Review im Kurs (analog oder digital)
- Veröffentlichung: <https://didaktik.physik.uni-bonn.de/ecmb12-onlinejournal/>



## Q Zusammenfassung

### Peer Review Verfahren:

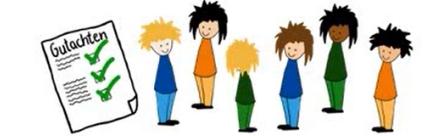


Ziel: Qualitätskontrolle wissenschaftlicher Veröffentlichungen



- Qualität sichern ✓
- Vertrauenswürdigkeit ✓

kompetent  
unabhängig

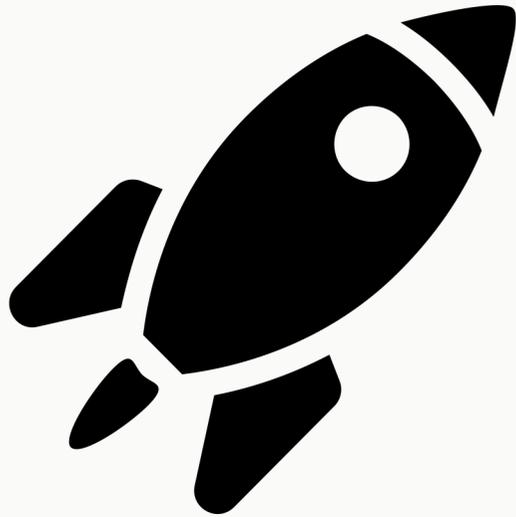


gegenseitiges Prüfen & Vertrauen



## Fragen & Diskussion

- Einladung: nutzen Sie gerne das Lernarrangement!
- Ihr Eindruck zum Lernarrangement?
- Gefallen & Kritik
- Erweiterungsvorschläge, etc.



- Website: [educhallenge.uni-bonn.de](https://educhallenge.uni-bonn.de)
  - Infos & Materialien
  - Projektvideo
  - Online Journal
- Lehrkräftehandreichung
- Laborbücher?

# DANKE

## TEAM UNI BONN

Inga Woeste (M.Ed.)

Kai Gerschlauer (M.Ed.)

Prof. Frank Bertoldi

Mojdeh Behzadi

Stephan Duell

Thomas Häpp

## KOOPERATION

Janina Beigel (IBW Uni Heidelberg)

Allen kooperierenden Lehrkräften!

Allen teilnehmenden Schüler:innen!

## FÖRDERER



**Danke** für Ihre  
**Aufmerksamkeit!**  
& Zeit für **Diskussion**

**Kontakt: Jan Heysel**

Physikalisches Institut  
der Universität Bonn  
(Fachdidaktik Physik)  
[Jan.heysel@uni-bonn.de](mailto:Jan.heysel@uni-bonn.de)