

From Prediction to Generation

Lehren und Lernen mit und über KI

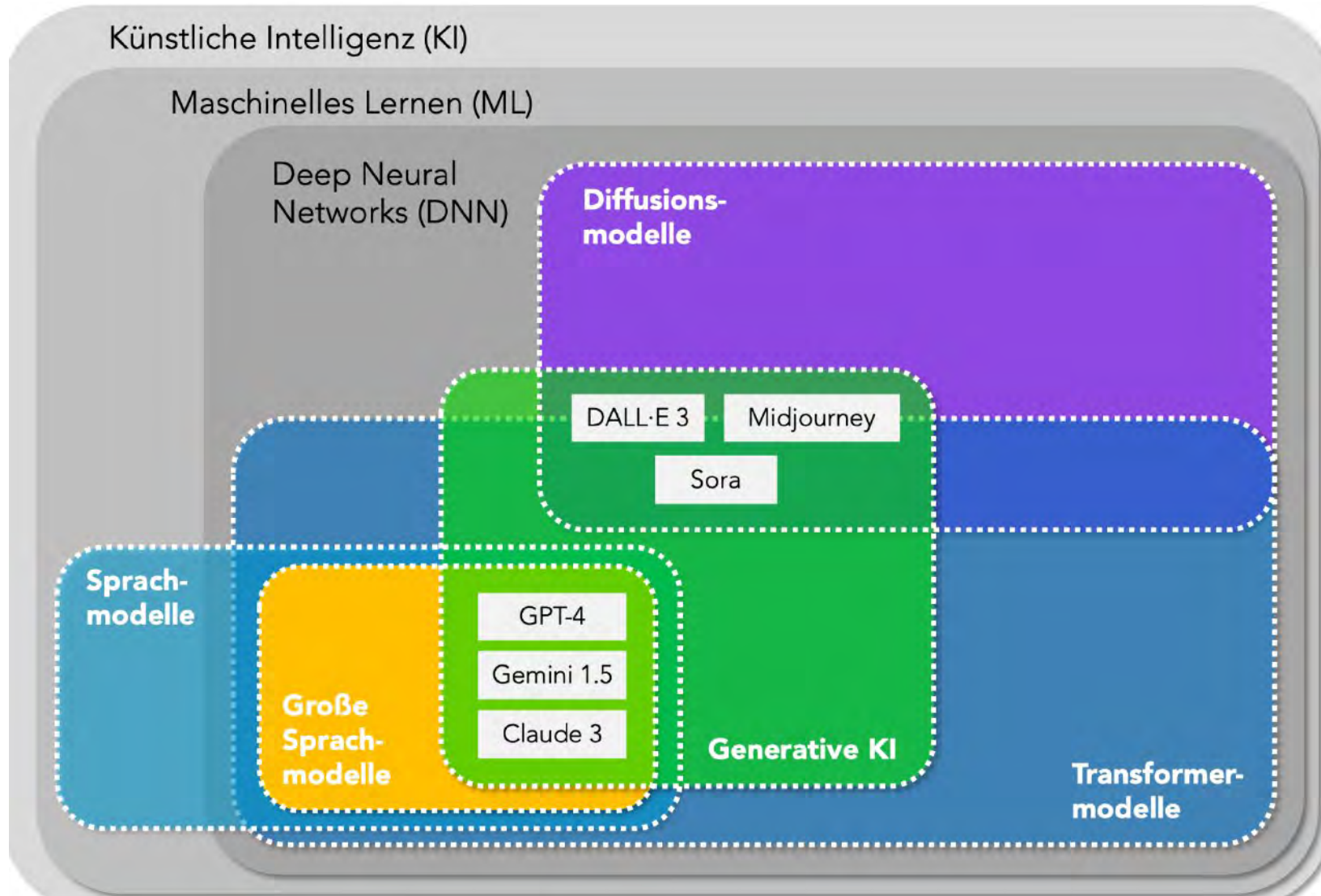
Jochen Kuhn (Vortrag), Niklas Stausberg & Stefan Küchemann (Workshop)



Basic Ideas and starting points

- AI has increasingly found its way also in education (see e.g., Xu & Ouyang, 2022; Alfredo et al., 2024; Dogan, Dogan & Bozkurt, 2023)
- “Pre-ChatGPT era” focus mostly on the possibilities of AI in the evaluation of extensive or heterogeneous data sets (e.g., Baker & Siemens, 2014) or prediction of solution correctness (Küchemann et al., 2020; Dzsotjan et al., 2021)
- Since “ChatGPT era” generative and other AI tools have come more in the focus also of STEM education research
- Recently, the focus has been almost exclusively on GenAI and it is sometimes forgotten that this is only one (special) form of AI and that data-based AI methods also have their justification

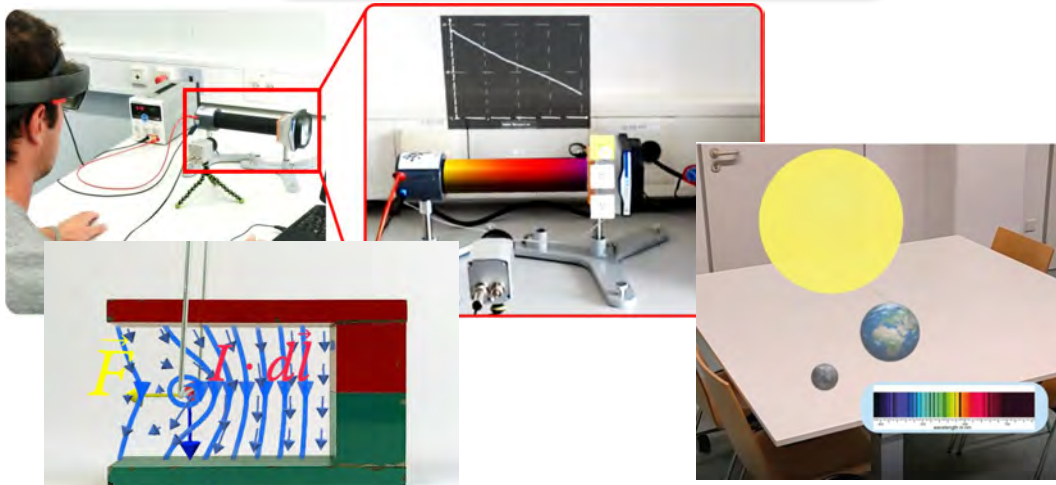




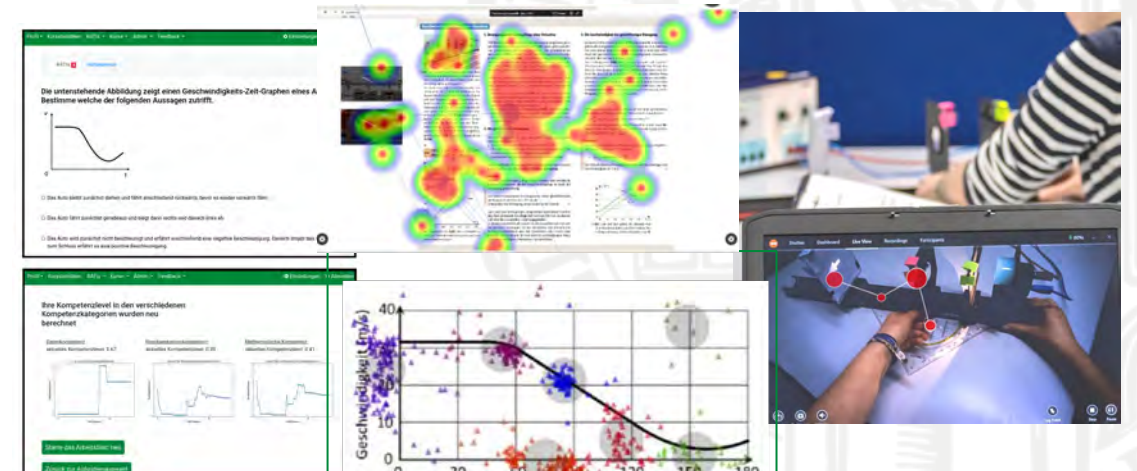
Anticipate the Future to Shape Tomorrow

Learning and problem solving with Future EdTech (XR, AI) in STEM

Designing with XR



Individualization with AI



Anticipate the Future to Shape Tomorrow

Learning and problem solving with Future EdTech (XR, AI) in STEM

Designing with XR

Team „XR“
Christoph Hoyer



Individualization with AI



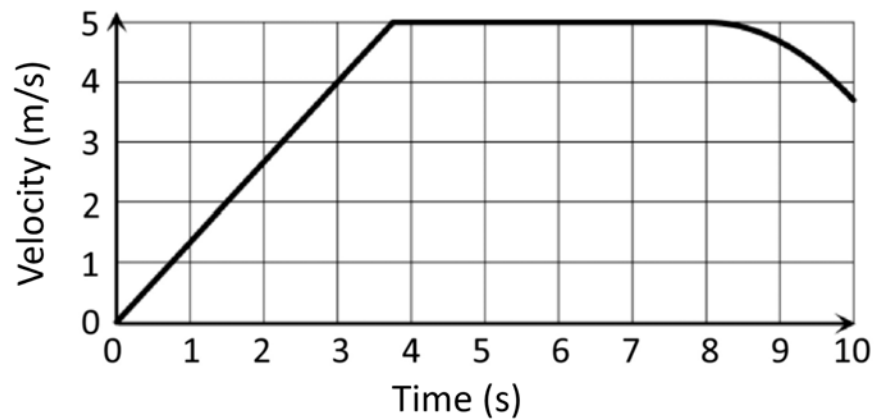
Team „AI“
Stefan Küchemann



- Prediction of learning success
 - Topic: Understanding of Graphs
 - Relevance
 - Examples:
 - TUG-K: Problem Solving Scenarios
 - HyperMind: Learning Scenarios
 - Walk the Graph: Embodiment Scenarios
 - KI4S'Cool: Feedback Scenarios
- Generative AI
 - How do LLMs solve physics problems?
 - How can LLMs support physics teachers?
 - How can LLMs support students in learning physics?
 - What are demands on students...
 - ...and how to reduce them



Prediction of Learning Success: Understanding of Graphs



IPAC-Framework: Structuring following by the degree of cognitive engagement

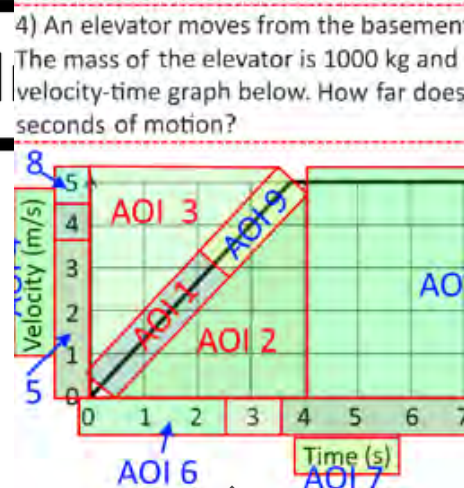
Passive
Receiving

**HyperMind:
Learning Scenario**



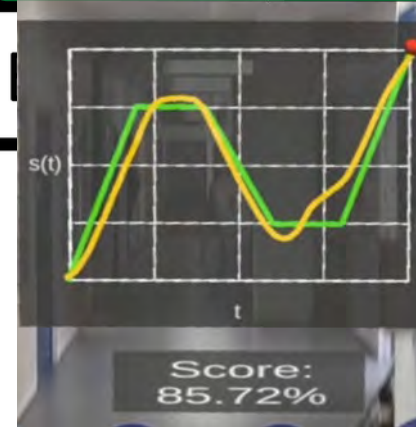
Active
Manipulating

**TUG-K:
Problem Solving**



Constructive
Generating

**Walk The Graph:
Embodiment**



Interactive
Dialoguing

**KI4S'Cool:
Person. Feedback**



IPAC-Framework: Structuring following by the degree of cognitive engagement

Passive
Receiving

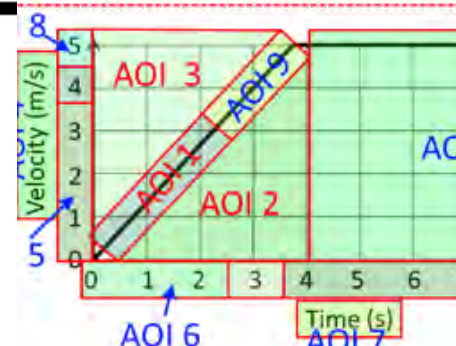
Active
Manipulating

Constructive
Generating

Interactive
Dialoguing

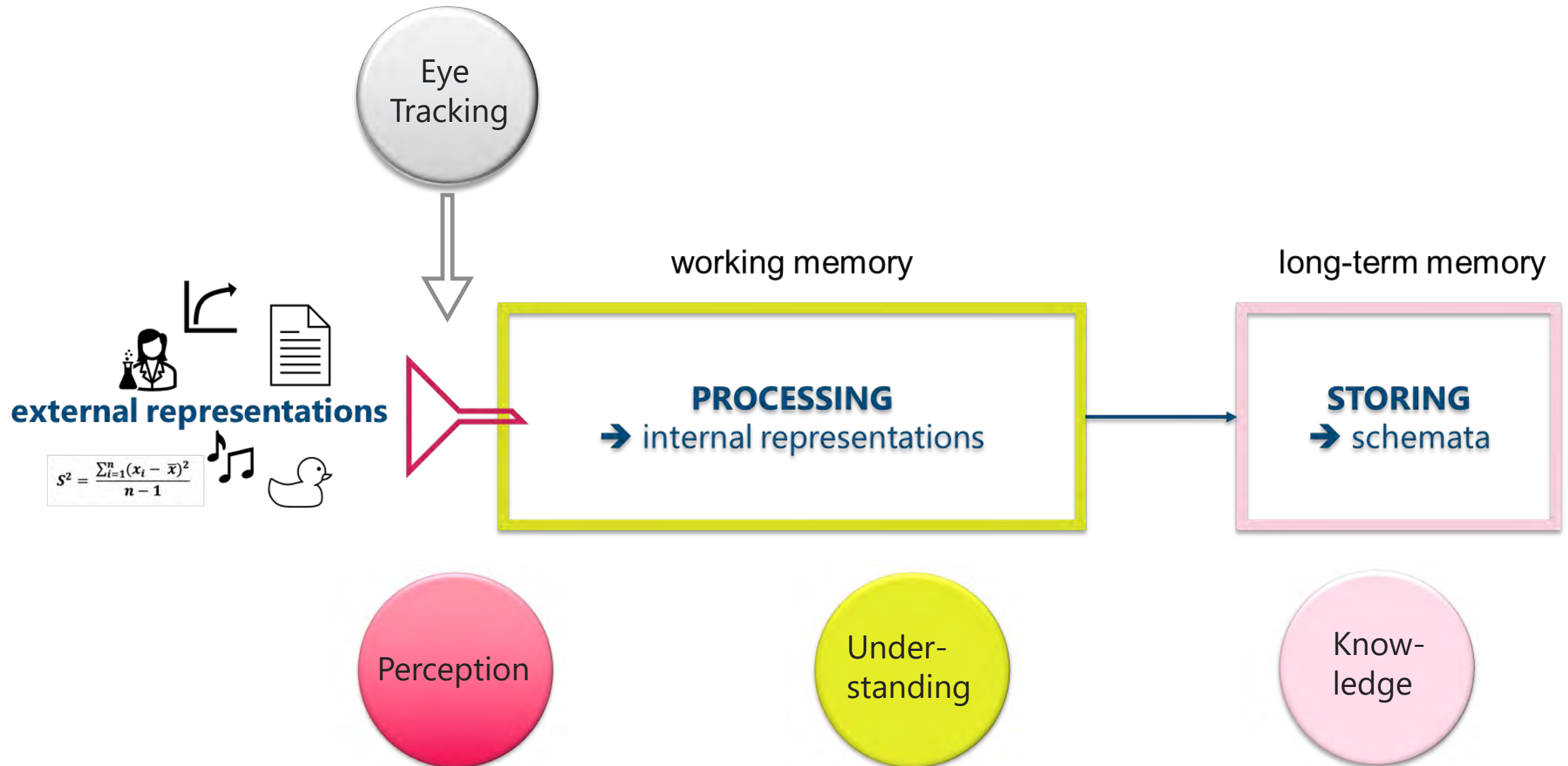
TUG-K:
Problem Solving

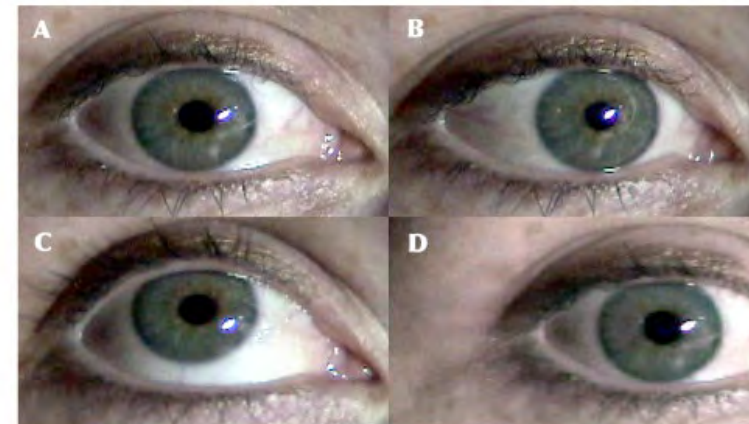
4) An elevator moves from the basement.
The mass of the elevator is 1000 kg and
velocity-time graph below. How far does
seconds of motion?



ognitive Engagement

PROBLEM SOLVING: Predicting learning success based on students gaze behaviour

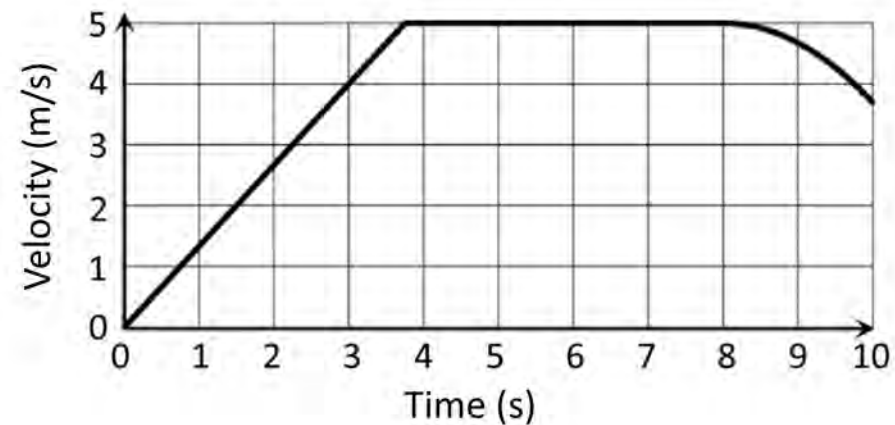




PROBLEM SOLVING: Predicting learning success based on students gaze behaviour

- Test: Test of **U**nderstanding **G**raphs in **K**inematic (TUG-K); 26 items, (determination of the slope and the area)
- Sample: 115 high school students from Germany and Switzerland
- Eye-Tracking Measures: Total visit duration and transition between AOIs

An elevator moves from the basement of the tenth floor of a building. The mass of the elevator is 1000 kg and it moves as shown in the velocity-time graph below. How far does it move during the first three seconds of motion?



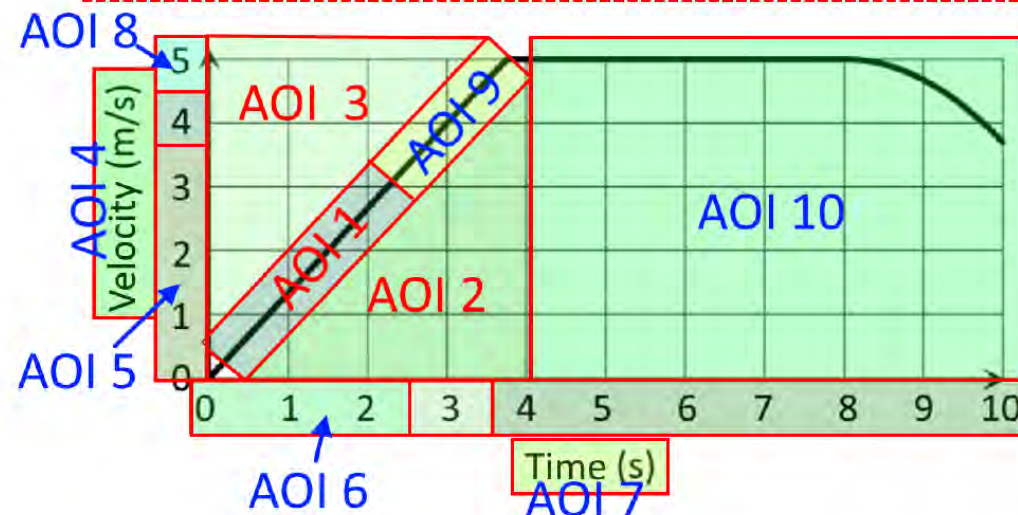
- A) 0.75 m
- B) 1.33 m
- C) 4.0 m
- D) 6.0 m
- E) 12.0 m

PROBLEM SOLVING: Predicting learning success based on students gaze behaviour

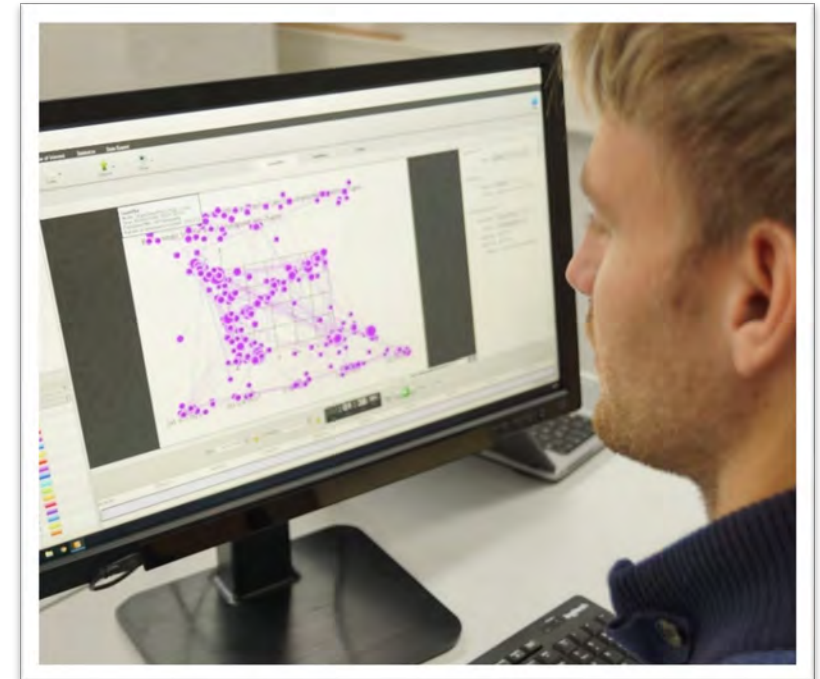
Positioning of AOIs according to:

- Information-Reduction Hypothesis
(Gegenfurtner *et al.*, Educ Psychol Rev (2011) 23:523–552)
- Previous work by Klein *et al.* (Klein et al. *PRPER*, 15(2), 020116.)

- a) 4) An elevator moves from the basement to the tenth floor of a building. The mass of the elevator is 1000 kg and it moves as shown in the velocity-time graph below. How far does it move during the first three seconds of motion?



- not considered
- A) 0.75 m
 - B) 1.33 m
 - C) 4.0 m
 - D) 6.0 m
 - E) 12.0 m

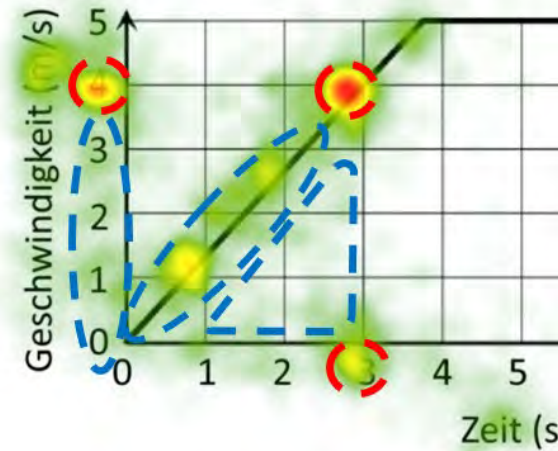


PROBLEM SOLVING: Predicting learning success based on students gaze behaviour

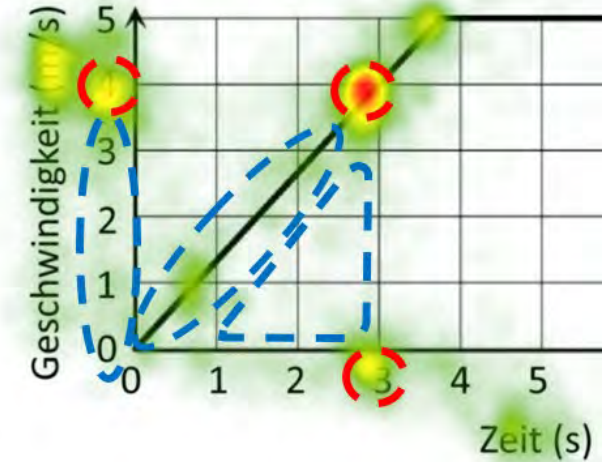
Students who answered correctly have significantly higher fixation duration on relevant areas
=> Focusing alongside the graph and area under the curve

Students who answered incorrectly have significantly higher fixation duration on irrelevant areas
=> Focusing more on points than on intervals (Point-Interval-Confusion)

Correct



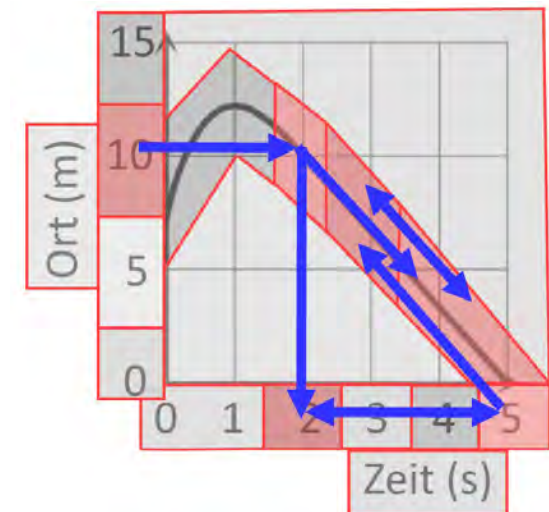
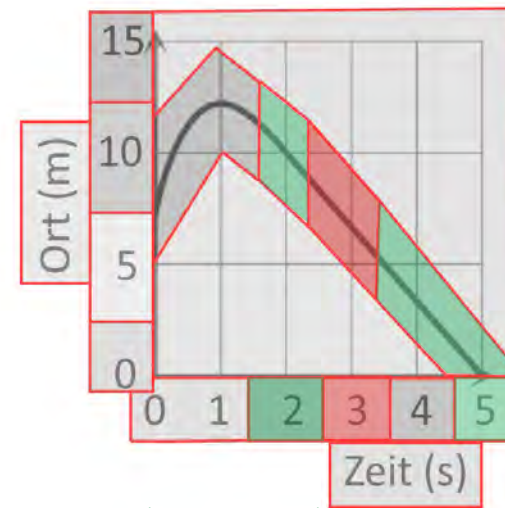
Incorrect



significantly higher dwell time of students who answered correctly

No significant difference between correct and incorrect answering students

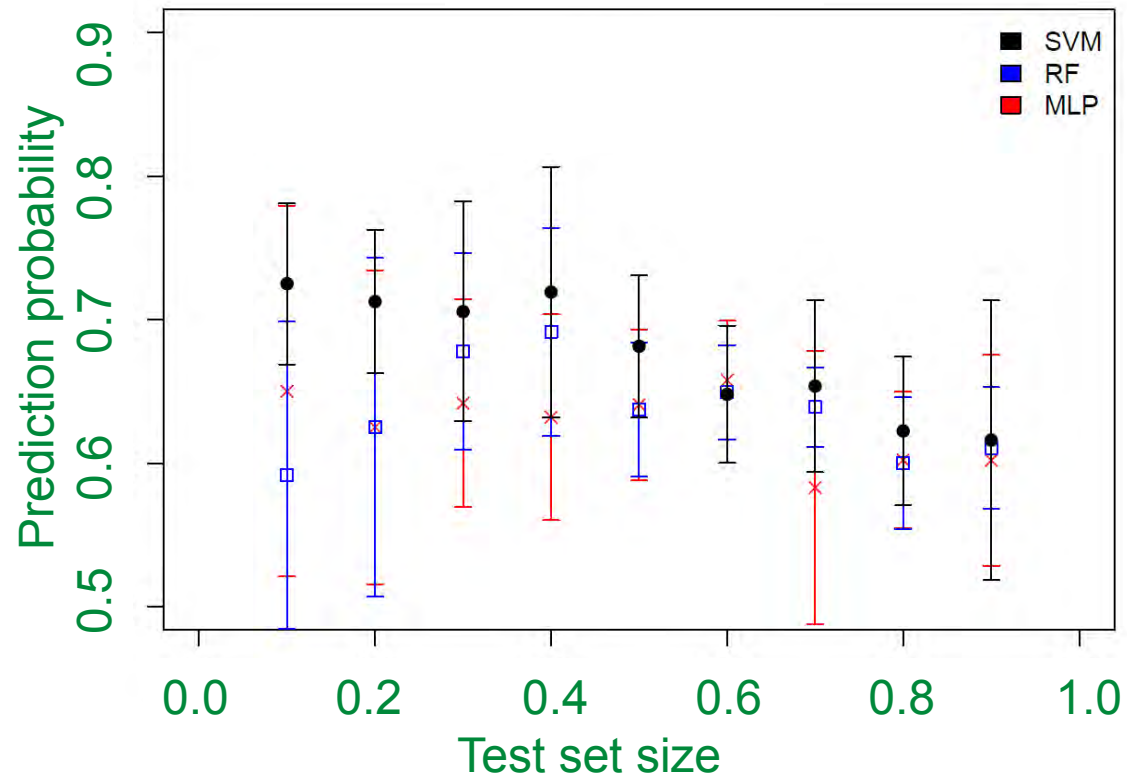
significantly higher number of students who answered correctly



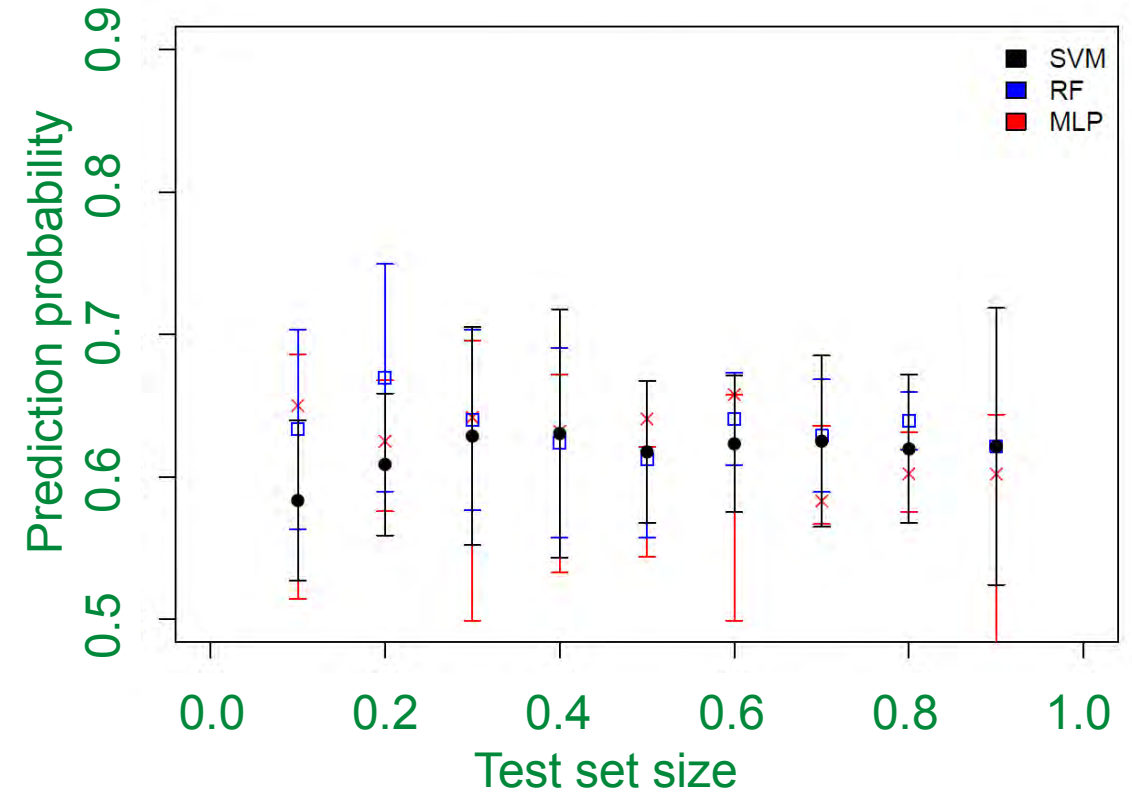
PROBLEM SOLVING: Predicting learning success based on students gaze behaviour

Predictability (slope concept)

5 Features

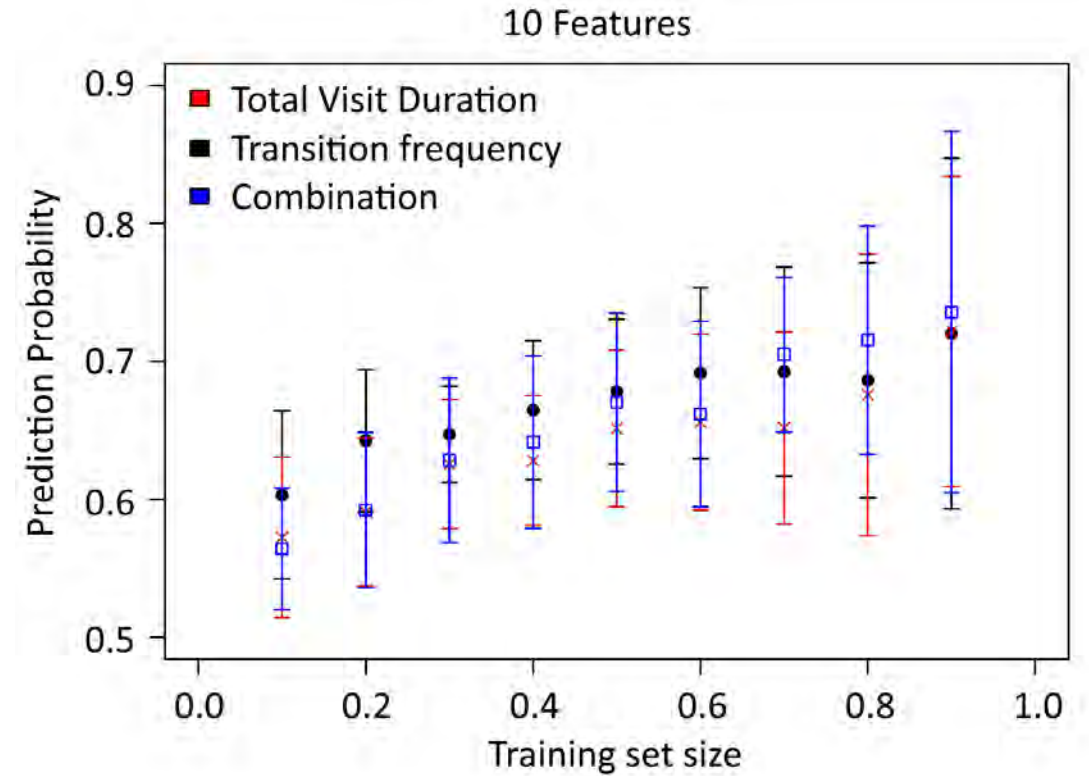
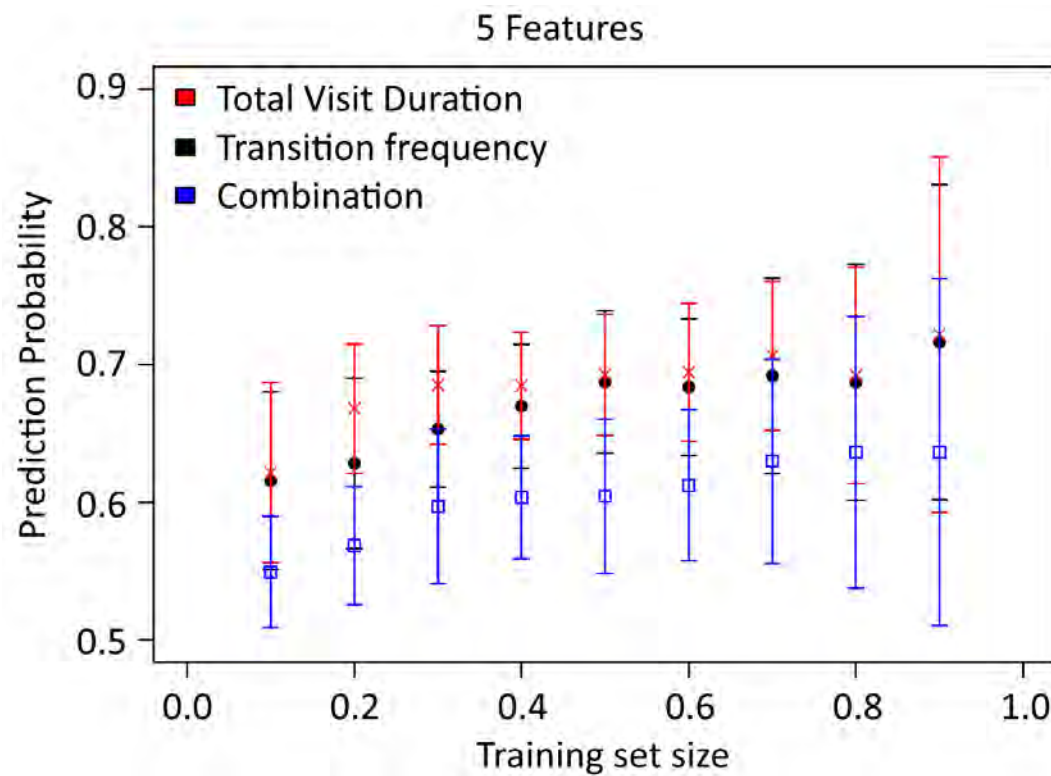


10 Features



PROBLEM SOLVING: Predicting learning success based on students gaze behaviour

Predictability (slope concept)



IPAC-Framework: Structuring following by the degree of cognitive engagement

Passive
Receiving

Active
Manipulating

Constructive
Generating

Interactive
Dialoguing

Increasing Cognitive Engagement

KL4S'Cool:
Person. Feedback



FEEDBACK SCENARIOS: Predicting learning success based on interaction patterns

Theoretical Background:

- Adaptive learning systems improve learning by accounting for heterogeneity in the target group (Aleven et al., 2016) and especially effective when used to supplement traditional instruction (Sun et al., 2021)
- (Metacognitive) Feedback fosters learning (Hattie & Timperley, 2007)

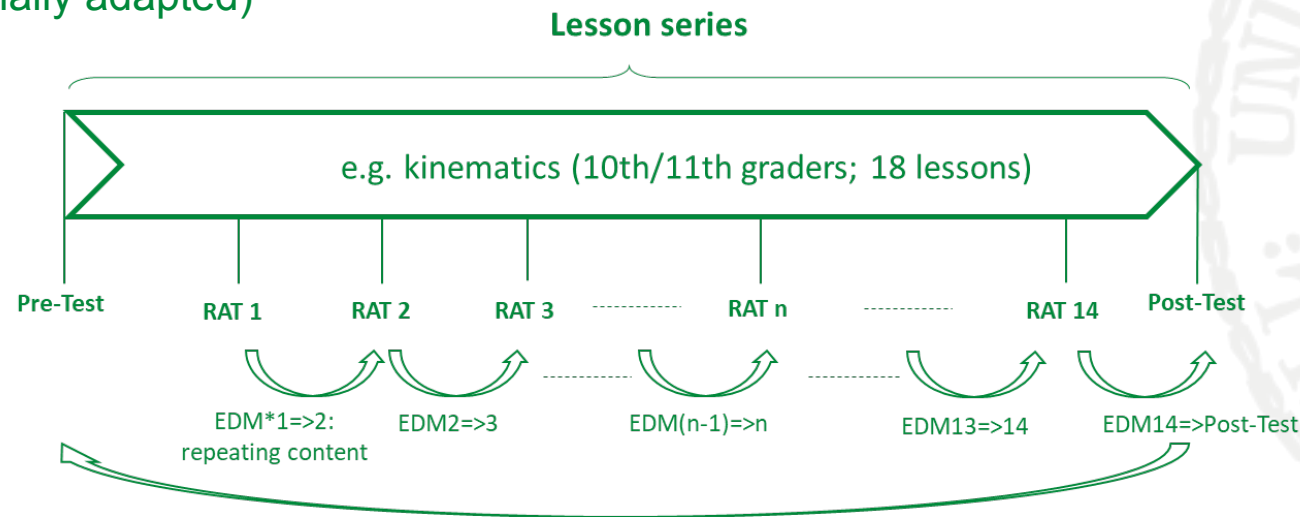
Research Question/s:

- Can we predict learning outcomes based on problem-based interaction patterns with an e-learning Plattform?
- Can we improve learning outcomes by customizing content and giving advise based on ML predictions?

Dependent Variables:

- TUG-K (partially adapted)

Design:



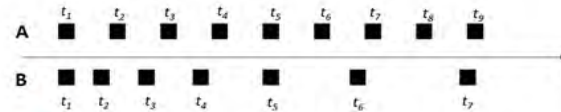
FEEDBACK SCENARIOS: Predicting learning success based on interaction patterns

■ Instruction:

RATIs 4 Hilfsmaterial

Bitte eine Zweitsprache auswählen: English

Die untenstehende Stroboskopaufnahme zeigt den Ort x zweier Objekte zu verschiedenen Zeitpunkten t_n mit $n = 1, \dots, 9$ während sie sich in die gleiche Richtung bewegen. Die Zeitintervalle zwischen zwei aufeinander folgenden Zeitpunkten sind immer gleich. Wann haben die beiden Objekte die gleiche Momentangeschwindigkeit?

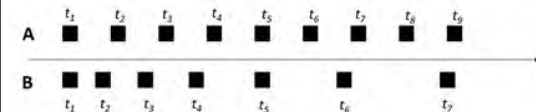


Deutsch
English

- ☐ ungefähr zwischen t_3 und t_4
- ☐ zum Zeitpunkt t_5
- ☐ die Informationen sind nicht ausreichend.
- ☐ Zum Zeitpunkt t_1
- ☐ zu keinem Zeitpunkt

Leider falsch, aber schau' dir mal die Erklärungen an ...

Die untenstehende Stroboskopaufnahme zeigt den Ort x zweier Objekte zu verschiedenen Zeitpunkten t_n mit $n = 1, \dots, 9$ während sie sich in die gleiche Richtung bewegen. Die Zeitintervalle zwischen zwei aufeinander folgenden Zeitpunkten sind immer gleich. Wann haben die beiden Objekte die gleiche Momentangeschwindigkeit?



Deutsch
English

Deine Antwort:



zum Zeitpunkt t_5

Erklärung:

Graphisch

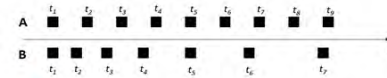
Mathematisch

Verbal

FEEDBACK SCENARIOS: Predicting learning success based on interaction patterns

Instruction:

Die untenstehende Stroboskopaufnahme zeigt den Ort x zweier Objekte zu verschiedenen Zeitpunkten t_n mit $n = 1, \dots, 9$ während sie sich in die gleiche Richtung bewegen. Die Zeitintervalle zwischen zwei aufeinander folgenden Zeitpunkten sind immer gleich. Wann haben die beiden Objekte die gleiche Momentangeschwindigkeit?

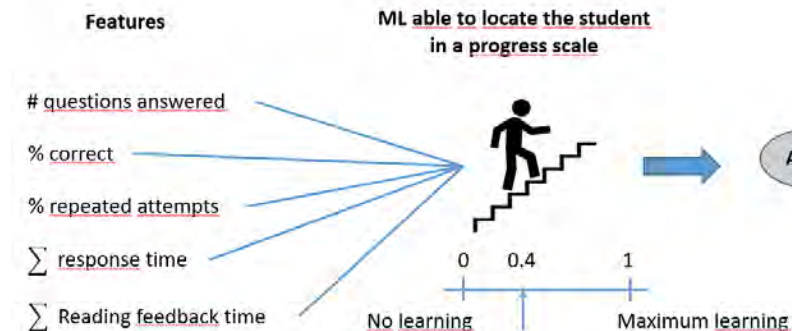


Deutsch
English

- ☐ ungefähr zwischen t_3 und t_4
- ☐ zum Zeitpunkt t_5
- ☐ die Informationen sind nicht ausreichend.
- ☐ Zum Zeitpunkt t_1
- ☐ zu keinem Zeitpunkt

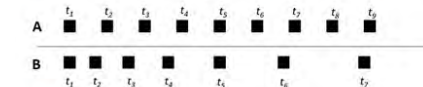
Analysis Method:

- Training of several models using feature selection and cross validation techniques
- Applying SHAP framework to interpret predictions



Leider falsch, aber schau' dir mal die Erklärungen an ...

Die untenstehende Stroboskopaufnahme zeigt den Ort x zweier Objekte zu Zeitpunkten t_n mit $n = 1, \dots, 9$ während sie sich in die gleiche Richtung bewegen. Die Zeitintervalle zwischen zwei aufeinander folgenden Zeitpunkten sind immer gleich. Wann haben die beiden Objekte die gleiche Momentangeschwindigkeit?



Deutsch
English

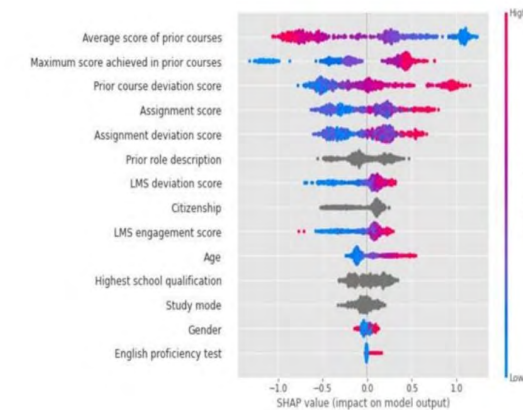
Deine Antwort:

✗

zum Zeitpunkt t_5

Erklärung:

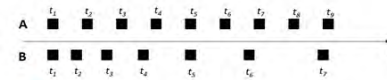
- Graphisch
- Mathematisch
- Verbal



FEEDBACK SCENARIOS: Predicting learning success based on interaction patterns

Instruction:

Die untenstehende Stroboskopaufnahme zeigt den Ort x zweier Objekte zu verschiedenen Zeitpunkten t_n mit $n = 1, \dots, 9$ während sie sich in die gleiche Richtung bewegen. Die Zeitintervalle zwischen zwei aufeinander folgenden Zeitpunkten sind immer gleich. Wann haben die beiden Objekte die gleiche Momentangeschwindigkeit?



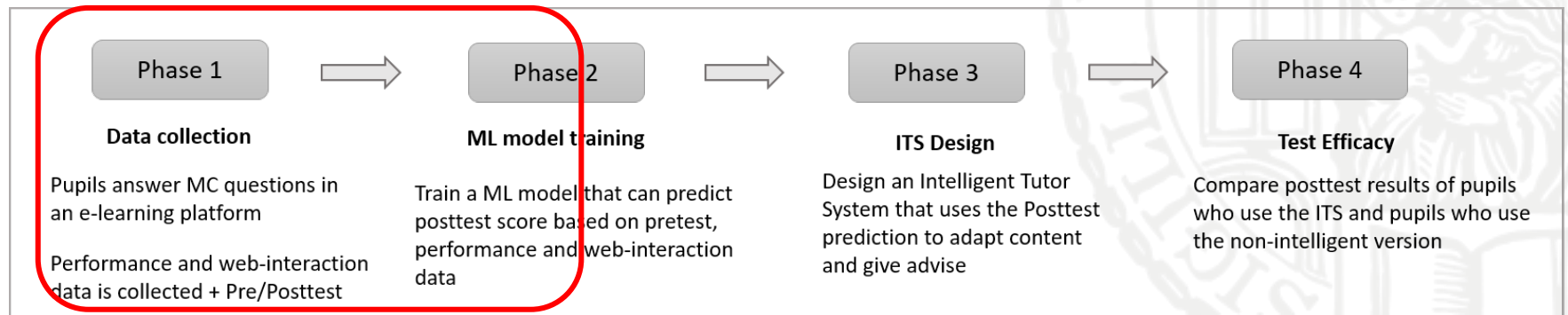
Deutsch
English

- ☐ ungefähr zwischen t_3 und t_4
- ☐ zum Zeitpunkt t_5
- ☐ die Informationen sind nicht ausreichend.
- ☐ Zum Zeitpunkt t_1
- ☐ zu keinem Zeitpunkt

Analysis Method:

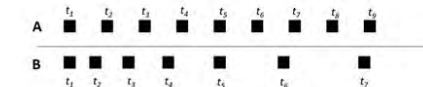
- Training of several models using feature selection and cross validation techniques
- Applying SHAP framework to interpret predictions

Limitations:



Leider falsch, aber schau' dir mal die Erklärungen an ...

Die untenstehende Stroboskopaufnahme zeigt den Ort x zweier Objekte zu Zeitpunkten t_n mit $n = 1, \dots, 9$ während sie sich in die gleiche Richtung bewegen. Die Zeitintervalle zwischen zwei aufeinander folgenden Zeitpunkten sind immer gleich. Wann haben die beiden Objekte die gleiche Momentangeschwindigkeit?



Deutsch
English

Deine Antwort:

✗


zum Zeitpunkt t_5

Erklärung:

- Graphisch
- Mathematisch
- Verbal

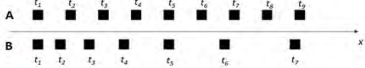
FEEDBACK SCENARIOS: Predicting learning success based on interaction patterns

Instruction:

RATIS  Hilfsmaterial

Bitte eine Zweitsprache auswählen: English

Die untenstehende Stroboskopaufnahme zeigt den Ort x zweier Objekte zu verschiedenen Zeitpunkten t_n mit $n = 1, \dots, 9$ während sie sich in die gleiche Richtung bewegen. Die Zeitintervalle zwischen zwei aufeinander folgenden Zeitpunkten sind immer gleich. Wann haben die beiden Objekte die gleiche Momentangeschwindigkeit?



Deutsch
English

☐ ungefähr zwischen t_3 und t_4

☐ zum Zeitpunkt t_5

☐ die Informationen sind nicht ausreichend.

☐ Zum Zeitpunkt t_1

☐ zu keinem Zeitpunkt

Analysis Method:

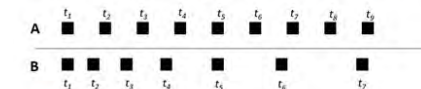
- Training of several models using feature selection and cross validation techniques
- Applying SHAP framework to interpret predictions

Limitations:

- Sample size relatively small for exploiting ML full potential (circa 450 pupils) => will be increased up to 1200 pupils by the end of this summer
- Data collection limited to kinematics for 10th/11th grade
- Possible bias in data collection due to the voluntary character of the intervention
- Next steps/future work => end of the talk


Leider falsch, aber schau' dir mal die Erklärungen an ...

Die untenstehende Stroboskopaufnahme zeigt den Ort x zweier Objekte zu Zeitpunkten t_n mit $n = 1, \dots, 9$ während sie sich in die gleiche Richtung bewegen. Die Zeitintervalle zwischen zwei aufeinander folgenden Zeitpunkten sind immer gleich. Wann haben die beiden Objekte die gleiche Momentangeschwindigkeit?





Deutsch
English


Deine Antwort:

 zum Zeitpunkt t_5

Erklärung:

 Graphisch

 Mathematisch

 Verbal

Generative AI in STEM

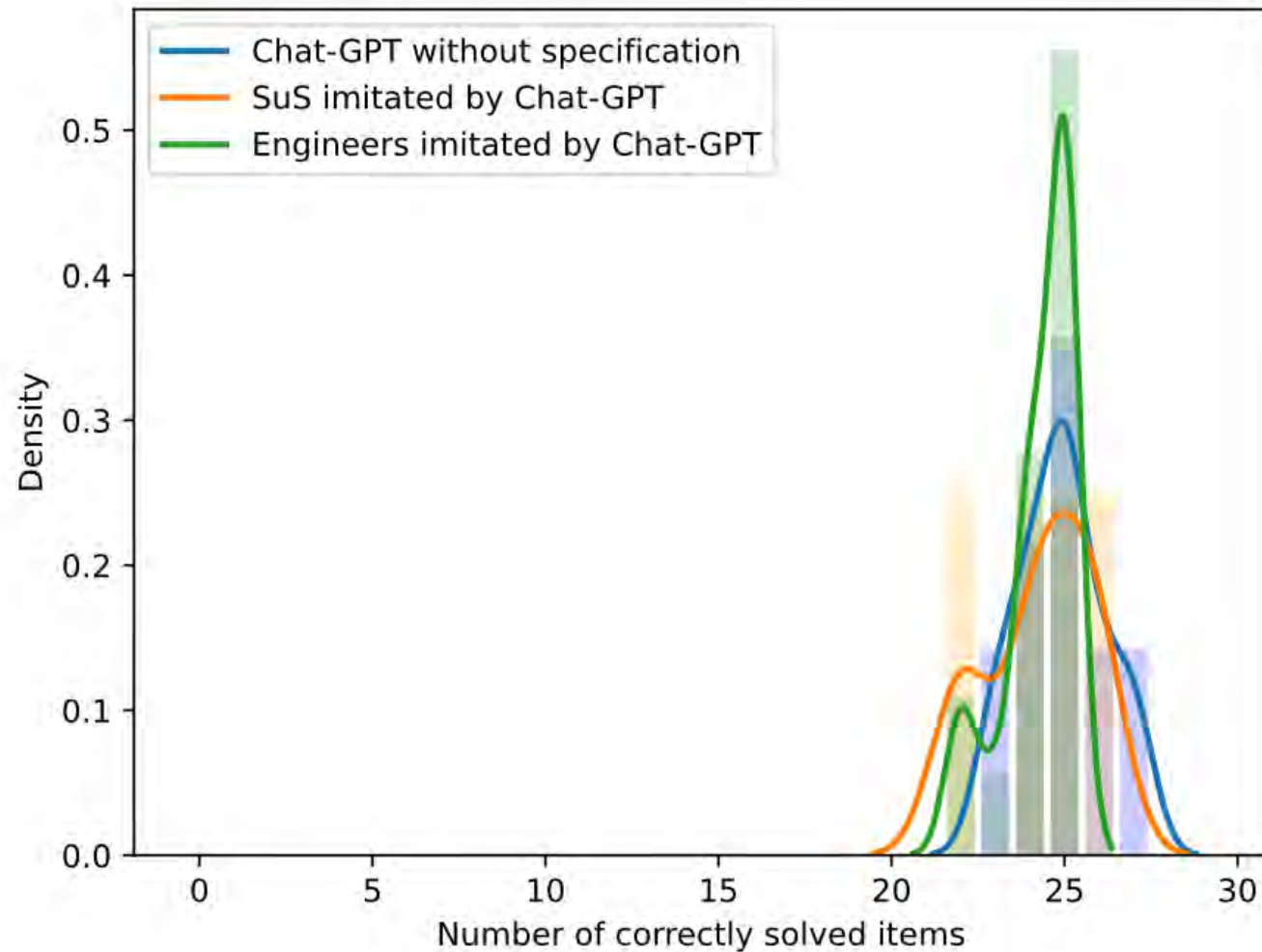


Opportunities of Large Language Models in Physics Education Research

To what extent can a generative large language model be utilized to generate a synthetic dataset for the FCI that exhibits content-related variability in responses

How do LLMs solve physics problems

Solve the FCI as if it were a student belonging to a different cohort



How do LLMs solve physics problems

- LLMs are able to imitate students' conceptions and difficulties
- Options for data augmentation
- Potential benefit for teachers during training
- Potential support for students during learning


Formative Feedback via LLMs in physics



Didaktik der Physik

Newton's pendulum

The video demonstrates an experiment involving Newton's pendulum. Can you explain the underlying physics that govern the observations made in the video?



Output language: English

How complicated should the feedback be? Middle

Answer:

The metal balls hit each other

This is a feedback to your answer:

You're right about the metal balls hitting each other. That's part of the process, but there are more physical concepts that play a role here. Have you ever heard of the principles of conservation of momentum and energy? These are crucial to understanding what is going on in Newton's pendulum. It would be helpful if you could include these concepts in your explanation.

LEAP – an open access platform for creating tasks that provide feedback



Workshop

ChatGPT Project

Available GPT versions:

Task name:

Newton's pendulum

Question for students:

Normal

The video demonstrates an experiment where you explain the underlying physics of the video?

Normal

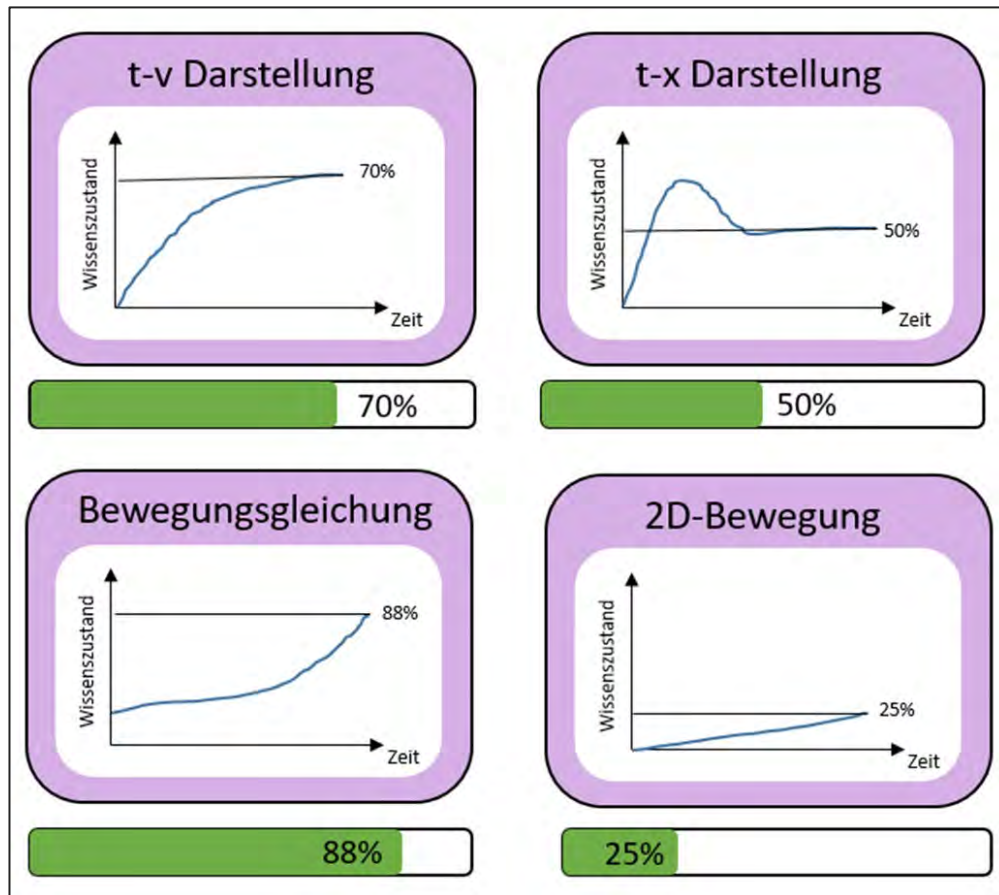
The video demonstrates an experiment where you explain the underlying physics of the video?

Confirm

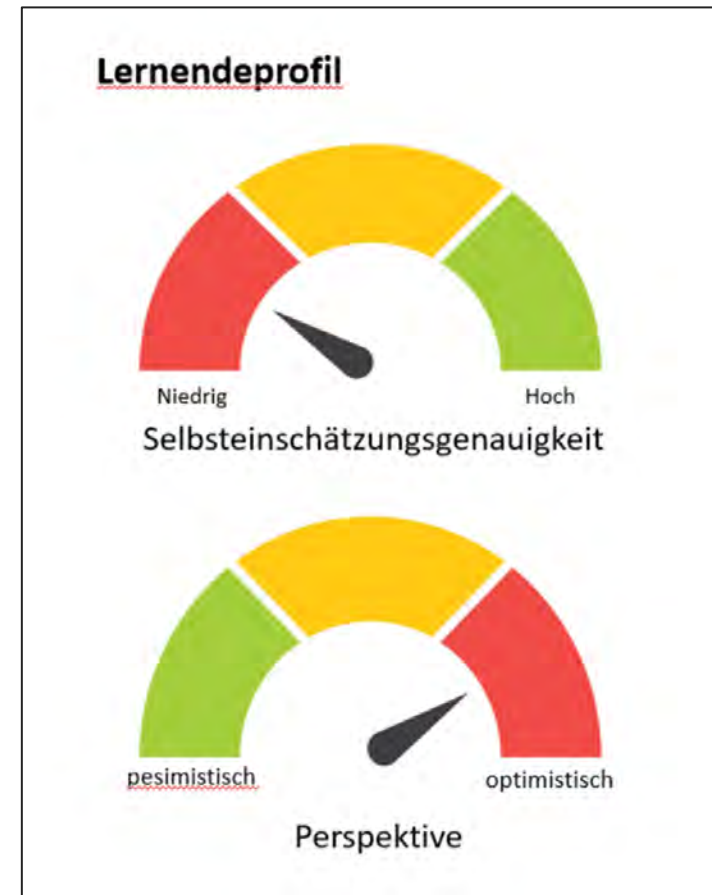
Future work/work-in-progress

- Visualization of feedback

Knowledge



Metacognition

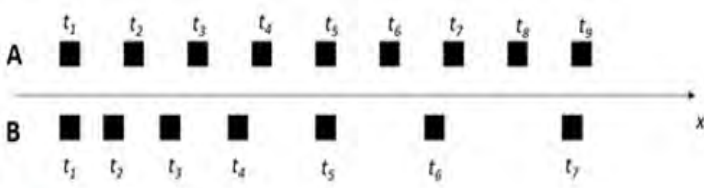


Future work/work-in-progress



- Visualization of feedback
- Combination of Prediction and Generation

Bitte eine Zweitsprache auswählen: English ▼

Die untenstehende Stroboskopaufnahme zeigt den Ort x zweier Objekte zu verschiedenen Zeitpunkten t_n mit $n = 1, \dots, 9$ während sie sich in die gleiche Richtung bewegen. Die Zeitintervalle zwischen zwei aufeinander folgenden Zeitpunkten sind immer gleich. Wann haben die beiden Objekte die gleiche Momentangeschwindigkeit?



☐ ungefähr zwischen t_3 und t_4
☐ zum Zeitpunkt t_5
☐ die Informationen sind nicht ausreichend.
☐ Zum Zeitpunkt t_1
☐ zu keinem Zeitpunkt


 Deutsch
 English

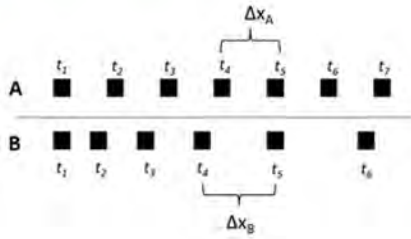
A **Verbal**

Wir sehen im Bild, dass die zwei Objekte sich im t_5 an der gleichen Stelle befinden. Trotzdem bedeutet das nicht, dass sie die gleiche Momentangeschwindigkeit haben.

$f(x)$ **Mathematisch**

$$v(t_5) = \frac{(x_5 - x_4)}{(t_5 - t_4)}; (x_{A5} - x_{A4}) \neq (x_{B5} - x_{B5}) \Rightarrow v_{A5} \neq v_{B5}$$

 **Graphisch**



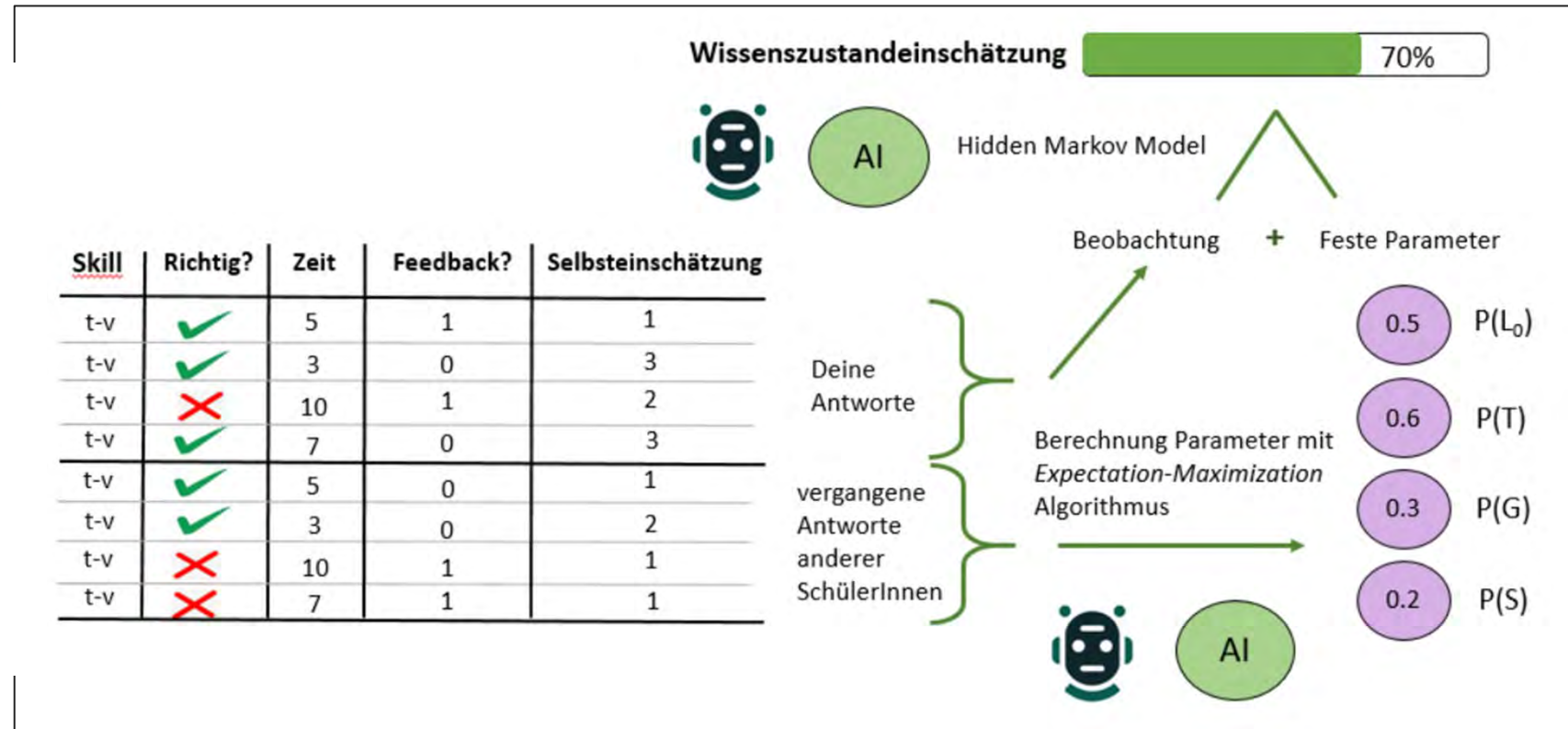
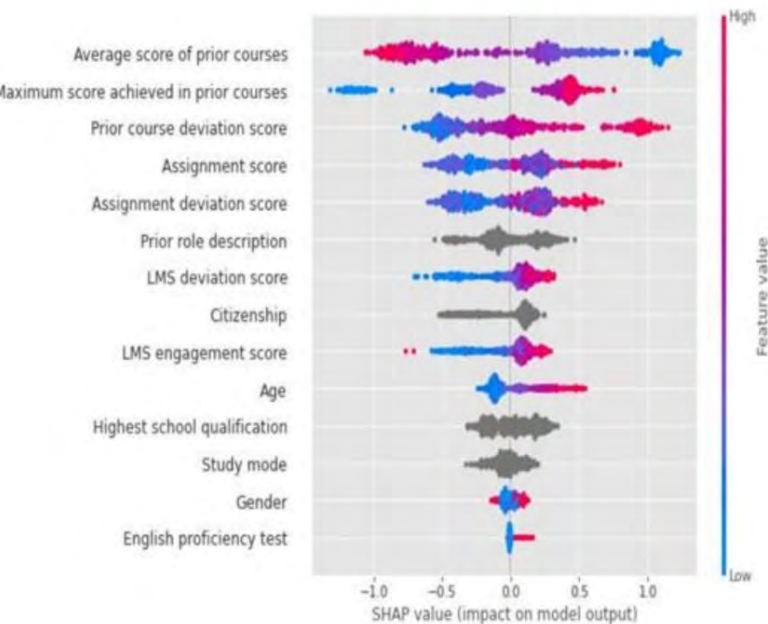
Sprache der Antwort: German ▼

Wie kompliziert soll das Feedback sein? Mittel ▼

Frage
Schreibe deine Frage hier.

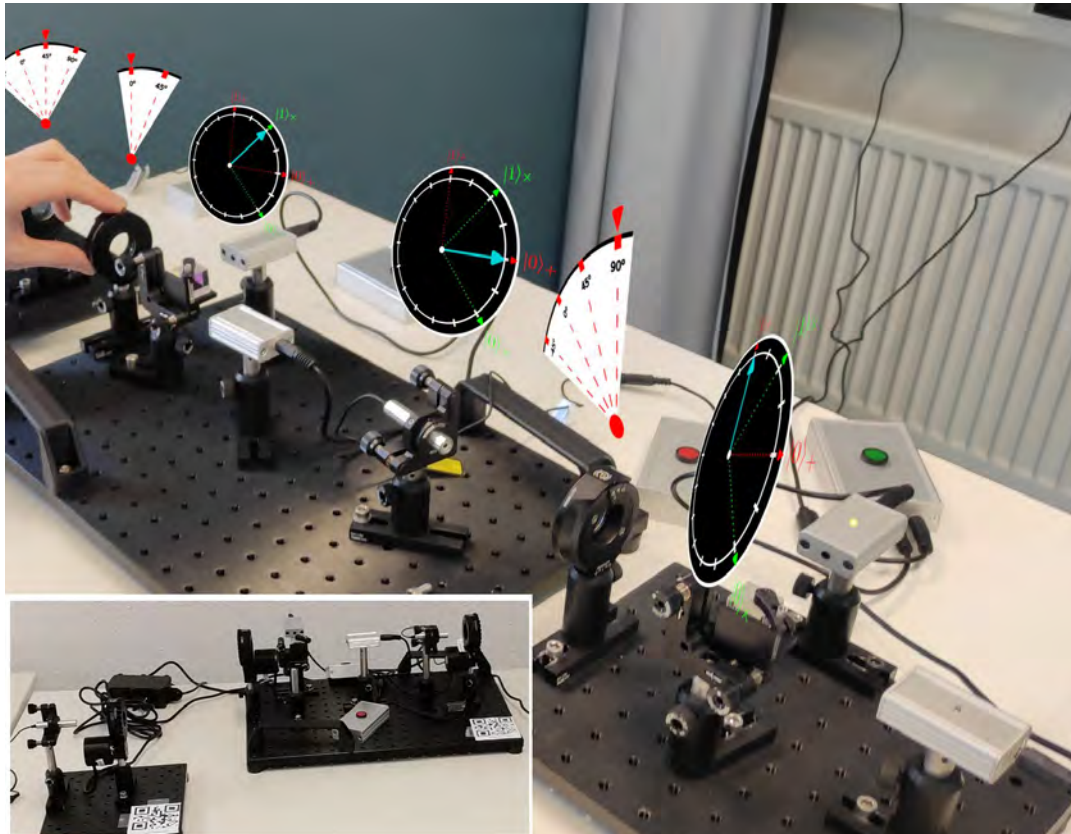
Future work/work-in-progress

- Visualization of feedback
- Combination of Prediction and Generation
- Learning ABOUT AI



Future work/work-in-progress

- Visualization of feedback
- Combination of Prediction and Generation
- Learning ABOUT AI
- intelligent eXtended reality (i.XR) for inquiry learning





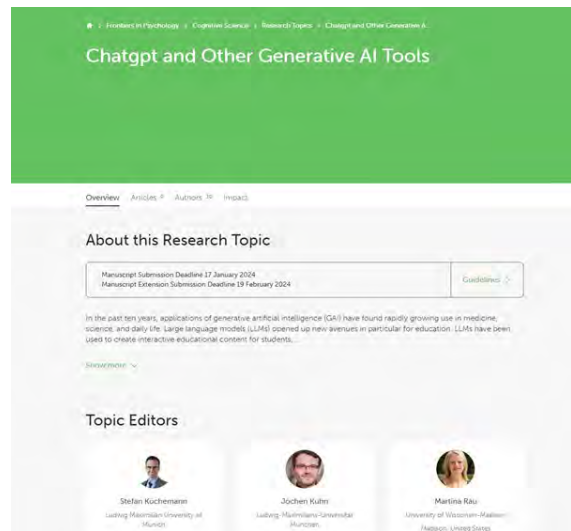
Summary

- PredAI can support students during problem solving processes
- PredAI can support teacher and students in addition to formal learning processes
- LLMs are able to solve physics problems
- LLMs may support physics task creation
- Using LLMs a Chatbot can pose high demands on students during learning
- LLMs can provide formative feedback to students and reduce the demands on students in the context of GenAI

Summary

- PredAI can support students during problem solving processes
- PredAI can support teacher and students in addition to formal learning processes
- LLMs are able to solve physics problems
- LLMs may support physics task creation
- Using LLMs a Chatbot can pose high demands on students during learning
- LLMs can provide formative feedback to students and reduce the demands on students in the context of GenAI

**BUT: There is still a
LOT of work to do**



PHYSICAL REVIEW PHYSICS EDUCATION RESEARCH **19**, 020003 (2023)

Editorial: Call for Papers for Focused Collection of *Physical Review Physics Education Research*: AI Tools in Physics Teaching and PER

Guest Editors

Stefan Küchemann¹ and Jochen Kuhn²
Chair of Physics Education, LMU Munich

Artificial intelligence (AI) has increasingly found its way into more and more areas of our lives, including education. Until the end of 2022, AI had played only a minor role in physics education, if at all, mostly with the focus on the possibilities of AI in the evaluation of extensive or heterogeneous datasets, as they arise in learning with digital technologies (e.g., Baker and Siemens [1], Küchemann *et al.* [2], and Dzsofjan *et al.* [3]). With the public availability of ChatGPT since the end of 2022, generative and other AI tools have come more in the focus of physics education research.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

E-Mail: jochen.kuhn@lmu.de



HARVARD
UNIVERSITY



THE GEORGE
WASHINGTON
UNIVERSITY
WASHINGTON, DC



Deutsches
Forschungszentrum
für Künstliche
Intelligenz GmbH



東京大学
THE UNIVERSITY OF TOKYO



Leibniz-Institut für
Wissensmedien

Technische
Universität
München



UNIVERSITÄT
DES
SAARLANDES



Rheinland-Pfalz
PÄDAGOGISCHES
LANDESINSTITUT



TECHNISCHE UNIVERSITÄT
KAISERSLAUTERN

GOETHE
UNIVERSITÄT
FRANKFURT AM MAIN



WWU
MÜNSTER



Institut für Lehrerfort-
und -weiterbildung Mainz

Generative KI in der Lehrvorbereitung und zur Lehrunterstützung

Prof. Dr. Andreas Thor

*Professur für Datenanalyse, Datenbanken und E-Learning
Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig*

Agenda

Vorbereitung, u.a. Erstellung
von Lehrmaterialien und
Übungsaufgaben



Durchführung der Lehre, d.h.
Vorlesungen und Übungen



Prüfung

Szenarien für den manuellen Einsatz von LLMs

- Beispieldaten
- Übungsaufgaben, Musterlösung
- Quiz-Fragen
- Kritische Bewertung, Prompt Engineering

Forschung für automatischen Einsatz von LLMs

- ItemForge: qualitätsgesichertes E-Assessment

Empfehlungen zum
Umgang mit KI-Tools in

René Röpke und Ulrik Schroeder (Hrsg.): 21. Fachtagung Bildungstechnologien (DELFI),
Lecture Notes in Informatics (LNI), Gesellschaft für Informatik, Bonn 2023 79

Online Exams in the Era of ChatGPT

Erik Buchmann¹² and Andreas Thor^{ID 3}

Abstract: Recent versions of ChatGPT demonstrate an amazing ability to answer difficult questions in natural languages on a wide range of topics. This puts homeworks or online exams at risk, where a student can simply forward a question to the chatbot and copy its answers. We have tested ChatGPT with three of our exams, to find out which kinds of exam questions are still difficult for a generative AI. Therefore, we categorized exam questions according to a knowledge taxonomy, and we analyze the wrong answers in each category. To our surprise, ChatGPT even performed well with procedural knowledge, and it earned a grade of 2.7 (B-) in the IT Security exam. However, we also observed five options to formulate questions that ChatGPT struggles with.

Keywords: Online Exams, ChatGPT

Szenario 1: Beispieldaten generieren lassen

Lehrmaterialien benötigen in vielen Bereichen der Informatik sinnvolle Beispieldaten, um Sachverhalte oder Verfahren illustrieren und erklären zu können

Beispiel: Datenbank zur Artikeln in einem Web-Shop, um SQL zu üben

- 100 Produkte aus verschiedenen Kategorien

ChatGPT hilfreich und zeitsparend bzgl.

- Kreativität ("Namen ausdenken")
- Strukturierung / Abhängigkeiten
- Formatierung (CSV, SQL-Statements, ...)

Szenario 1: Beispieldaten (2)

A

erstelle mir eine Tabelle mit den Attributen PNr, Gruppe und Typ.

Die PNr ist eine eindeutige natürliche Zahl (Id)

Es gibt folgende Werte für Gruppe: Fachbuch, Belletristik, Notebook, TV, PC

Der Wert für Typ ist abhängig von Gruppe:

* für Fachbuch und Belletristik ist es Buch

* für Notebook, TV und PC ist es Elektronik

Die Tabelle soll 100 Zeilen haben.

Bitte beachten Sie, dass ich als Text-basierter AI-Modell keine echten Tabellen erstellen kann, aber ich kann ein Beispiel für solche Tabelle in Textform generieren.

Hier ist ein kurzes Beispiel, wie die Tabelle aussehen könnte:

PNr	Gruppe	Typ
1	Fachbuch	Buch
2	Belletristik	Buch
3	Notebook	Elektronik
4	TV	Elektronik
5	PC	Elektronik
...
100	Belletristik	Buch

Für jede Zeile zwischen 5 und 100 würde die PNr um 1 erhöhen und die Gruppe und Typ würde basierend auf den gegebenen Kriterien zufällig ausgewählt.

In einer echten Anwendung, könnte diese Tabelle in einer Datenbank oder in einer Datei wie CSV oder Excel gespeichert werden und die genauen Werte würden wahrscheinlich von echten Daten oder zufälligen Generierungsregeln bestimmt.

Szenario 1: Beispieldaten (3)

A

Gib mir 20 Titel für Fachbücher in Form einer Tabelle



Sicher, hier ist eine Tabelle mit 20 Beispielen für Fachbuch-Titel

PNr	Gruppe	Typ	Titel
1	Fachbuch	Buch	"Das Prinzip der Allgemeinen I
2	Fachbuch	Buch	"Moderne Architektur: Eine Hi
3	Fachbuch	Buch	"Einführung in die Quantenme
4	Fachbuch	Buch	"Handbuch der Molekularbiok
5	Fachbuch	Buch	"Grundlagen der Künstlichen I



A

Gib mir 10 Namen für Notebooks in einer Tabelle.



Natürlich, hier sind 10 Beispiele für Notebook-Namen:

PNr	Gruppe	Typ	Name
41	Notebook	Elektronik	"MegaPro Performance 3000"
42	Notebook	Elektronik	"UltraSlim NoteOne"
43	Notebook	Elektronik	"Turbobook i7X Extreme"
44	Notebook	Elektronik	"FastRun Multitasker 10"
45	Notebook	Elektronik	"SilverEdge Sleekbook"
46	Notebook	Elektronik	"PowerBook GamingBook Pro"

A

Konvertiere mir folgende Tabelle in ein SQL-Insert-Statement

```
| PNr | Gruppe | Typ | Titel |
|-----|-----|-----|-----|
| 1 | Fachbuch | Buch | "Das Prinzip der Allgemeinen Relativität"
```



Hier sind die SQL-Insert-Statements, die auf der gegebenen Tabelle basieren:

sql

Copy code

```
INSERT INTO Tabelle (PNr, Gruppe, Typ, Titel) VALUES (1, 'Fachbuch', 'Buch',
INSERT INTO Tabelle (PNr, Gruppe, Typ, Titel) VALUES (2, 'Fachbuch', 'Buch',
```


Szenario 2: Übungsaufgaben

Gegeben ist das folgende
Datenbankschema Bibliothek:

...

```
CREATE TABLE autor ( ... );
```

```
CREATE TABLE verlag ( ... );
```

```
CREATE TABLE buch ( ... );
```

...

Nenne mir fünf natürlichsprachige
Anfragen, welche Studierende als
SQL-Anfrage im Rahmen einer
Übungsaufgabe formulieren sollen.

Erwartbare
Anfragen ..



Hier sind fünf natürlichsprachige Anfragen, die Studierende als SQL-Anfragen im Rahmen einer Übungsaufgabe formulieren könnten:

1. **Anfrage 1:** Liste alle Bücher auf, die von einem bestimmten Autor (zum Beispiel "Müller") geschrieben wurden, einschließlich des Buchtitels und des Erscheinungsjahrs.
2. **Anfrage 2:** Zeige den Titel und Preis aller Bücher an, die von einem bestimmten Verlag (zum Beispiel "Springer") veröffentlicht wurden, sortiert nach dem Erscheinungsjahr.
3. **Anfrage 3:** Finde alle Bücher, die mit einem bestimmten Schlagwort (zum Beispiel "Datenbanken") verknüpft sind, und gib den Titel, die Auflage und den Verlag des Buches aus.
4. **Anfrage 4:** Erstelle eine Liste aller Autoren, die an mehr als einem Buch beteiligt sind, und gib für jeden Autor die Anzahl der Bücher an, an denen er mitgewirkt hat.
5. **Anfrage 5:** Zeige die Titel der Bücher, die von mehreren Autoren gemeinsam geschrieben wurden, zusammen mit den Namen der beteiligten Autoren.

Szenario 2: Übungsaufgaben (2)

Gib mir fünf weitere Anfragen, deren Formulierung in SQL fortgeschrittene Konzepte (u.a. Gruppierung, äußerer Join, Mengenoperationen) benötigt.



Sinnvoll?

Sehr schön!

Sehr schön!

Sinnvoll?

Hier sind fünf weitere Anfragen, die fortgeschrittene SQL-Konzepte wie Gruppierung, äußere Joins und Mengenoperationen erfordern:

1. **Anfrage 6:** Gib für jedes Buch den Titel und den Gesamtbetrag aus, den es basierend auf dem Preis und der Anzahl der verschiedenen Autoren (einschließlich Mitautoren) gekostet hat. Dabei sollen auch Bücher ohne Autoren gelistet werden.
2. **Anfrage 7:** Finde alle Autoren, die keine Bücher in den letzten fünf Jahren veröffentlicht haben. Gib den Nachnamen und die Vornamen dieser Autoren aus.
3. **Anfrage 8:** Zeige eine Liste aller Verlage, die mehr als drei Bücher veröffentlicht haben, zusammen mit der Anzahl der von ihnen veröffentlichten Bücher. Ordne die Ausgabe nach der Anzahl der veröffentlichten Bücher absteigend.
4. **Anfrage 9:** Finde den Verlag, der die meisten unterschiedlichen Autoren veröffentlicht hat. Gib den Namen des Verlags und die Anzahl der einzigartigen Autoren aus.
5. **Anfrage 10:** Erstelle eine Liste von Büchern, die keinem Schlagwort zugeordnet sind, und füge die Informationen der Bücher hinzu, die nur mit einem Schlagwort verknüpft sind, das mit 'A' beginnt. Ordne die Liste alphabetisch nach den Buchtiteln.

Szenario 3: Musterlösung generieren lassen

Studierende wünschen sich Musterlösung zu einer Übungsaufgabe

- inklusive Erläuterungen
- gern auch in Englisch (für Nicht-Muttersprachler)

Beispiel: XQuery-Anfrage

- für ein gegebenes XML-Dokument bzw. XML-Schema soll eine Anfrage (gegeben als Text) in XQuery formuliert werden

ChatGPT hilfreich und zeitsparend bzgl.

- Code-Generierung
- (dazu passende) Text-Generierung
- automatische Übersetzung (Aufgabe in Englisch oder Antwort in Englisch erbitten)

Szenario 3: Musterlösung (2)

A

Here is an XML file:

```
<europe>
  <country>
    <name>Albania</name>
    <Geography>
      , , , , ,
    </Geography>
  </country>
</europe>
```

Can you give me an XQuery expression the returns the list of all countries grouped by the number of bordering countries?



Given this XML structure, you can use XQuery's FLWOR expressions (for, let, where, order by, return) to group countries by the number of their bordering countries.

Here is an example of how you can do this:

xquery

Copy code

```
let $doc := [your XML document node here]

for $num in distinct-values($doc/europe/country/Geography/Land_boundaries/border_countries/count(item))
order by $num
return
  <group num_of_borders="{ $num }"> {
    for $country in $doc/europe/country
    where count($country/Geography/Land_boundaries/border_countries/item) = $num
    return $country/name
  } </group>
```

This query first creates a list of distinct numbers of bordering countries (`distinct-values($doc/europe/country/Geography/Land_boundaries/border_countries/count(item))`). Then, for each distinct number, it finds all countries that have this number of bordering countries, and groups them together in a `<group>` element, with an attribute `num_of_borders` indicating the number of bordering countries.

Please replace `[your XML document node here]` with your actual XML document node or source.

Please note that XQuery's support for grouping is limited, and this solution might not work on all XQuery processors. If you're using a processor that supports XQuery 3.0, you can use the `group by` clause for a more elegant solution.

Also, the `<group>` element used here is just an example. You can replace it with whatever element name you prefer, or change the structure of the result entirely to suit your needs.

Sehr schöne und korrekte Lösung

- ggf. Umbenennung Variablen/Elemente

Nachvollziehbare Erläuterung

- anderer Stil & Sprache als Dozent
- praktische Hinweise

Szenario 4: Quiz-Fragen generieren lassen

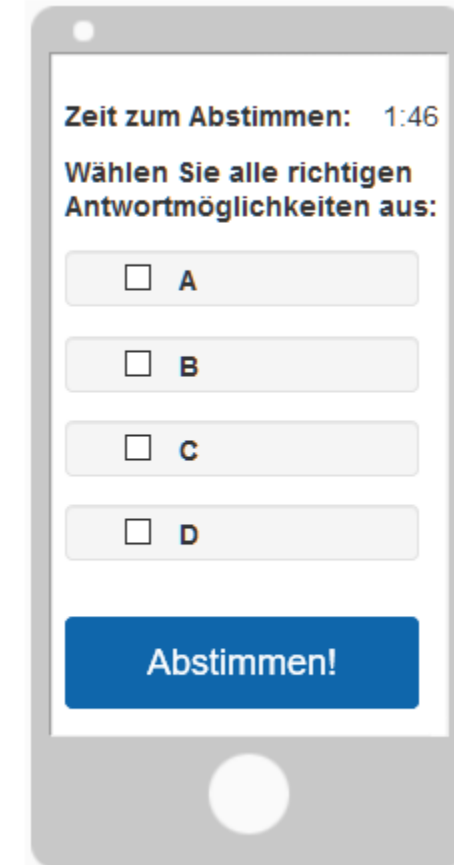
Quiz-Fragen (z.B. Single/Multiple-Choice) unterstützen den Lernprozess

- Aktivierung in Lehrveranstaltung,
z.B. mittels Audience Response System
- automatisch bewerteter Test für Selbststudium

Beispiel: Multiple-Choice-Fragen zum Thema Grundlagen der Informatik

ChatGPT hilfreich und zeitsparend bzgl.

- Bandbreite der Themen
- verschiedene Aufgabentypen
- Ideen für Antwortoptionen (Qualität sehr schwankend)



Szenario 4: Quiz-Fragen (2)

A

Nenne mir 10 Themen für das Fach Grundlagen der Informatik!



Selbstverständlich, hier sind 10 Themen für das Fach "Grundlagen der Informatik":

1. **Binärsystem und Zahlendarstellung:** Erläuterung des Binärsystems und wie Daten im Computer repräsentiert werden.
2. **Algorithmen und Datenstrukturen:** Untersuchung grundlegender Algorithmen und Datenstrukturen wie Sortieralgorithmen, Suchalgorithmen und Listen.
3. **Programmierung und Programmiersprachen:** Einführung in die Grundlagen der

↖ Bezug nehmen im Chat

A

Generiere mit 3 Multiple Choice Fragen zum ersten Thema. Jede Multiple Choice Frage soll 4 Antwortoptionen haben, von denen zwei richtig sind.



Natürlich, hier sind drei Multiple Choice Fragen zum Thema "Binärsystem und Zahlendarstellung" mit jeweils 4 Antwortoptionen, von denen jeweils zwei richtig sind:

Szenario 4: Quiz-Fragen (3)

Frage 1: Wie wird die Zahl "1010" im Binärsystem interpretiert?

- A) Zehn
- B) Fünf
- C) Zwei
- D) Acht

Naja,
eigentlich 10

Richtige Antwort: B) Fünf und D) Acht

Frage 2: Welche Basis repräsentiert das Binärsystem?

- A) Basis 2
- B) Basis 8
- C) Basis 10
- D) Basis 16

Art der Frage impliziert
Single Choice

Richtige Antwort: A) Basis 2 und C) Basis 10

Frage 3: Wie lautet die binäre Darstellung der Dezimalzahl 25?

- A) 10100
- B) 11001
- C) 11111
- D) 10011

Fragen müssen
immer über-
arbeitet werden ...

... sind aber sehr
guter Startpunkt
insbesondere bzgl.
Vielfalt (u.a. Anforderungsstufe und Themen)

... und lassen sich
strukturiert
repräsentieren,
z.B. als JSON

A

Nenne mir drei weitere Multiple Choice Fragen zum selben Thema!



Natürlich, hier sind drei weitere Multiple Choice Fragen zum Thema "Binärsystem und Zahlendarstellung" mit jeweils 4 Antwortoptionen, von denen jeweils zwei richtig sind:

Frage 4: Welche der folgenden Zahlen ist eine gültige binäre Zahl?

- A) 10102
- B) 1101
- C) 1234
- D) 1001

Sehr gut

Richtige Antwort: B) 1101 und D) 1001

Frage 5: Wie nennt man die kleinste Einheit im Binärsystem?

- A) Bit
- B) Byte
- C) Megabyte
- D) Gigahertz

Single Choice

Richtige Antwort: A) Bit und B) Byte

Frage 6: Welche beiden Zahlen repräsentieren die höchsten Werte in einem 8-Bit-Binärsystem?

- A) 128 und 256
- B) 127 und 255
- C) 64 und 128
- D) 255 und 512

Frage präzisieren,
sonst sehr schön

Richtige Antwort: B) 127 und 255

Szenario 5: Kritische Reflektion

Studierende sollen Antworten generativer KI kritisch bewerten und für ihren Kontext anpassen können

Beispiel: Übungsaufgabe, die SQL-Anfrage mit regulärem Ausdruck als Lösung erwartet, wird 1:1 in ChatGPT eingegeben

ChatGPT hilfreich und zeitsparend bzgl.

- Generierung von Boilerplate-Code
- Entdecken "typischer" Fehler

Szenario 5 (2)

ChatGPT liefert Lösungsvorschlag
→ Diskussion mit Studierenden

Inhärente Annahmen bzw.
Abhängigkeiten

- Tabellen- und Attributnamen
- Funktionsname

Korrektheit

- ist der reguläre Ausdruck korrekt (Spoiler: Nicht ganz!)

A formulieren Sie eine SQL-Anfrage, die alle Räume identifiziert, die nicht dem Muster "Großbuchstabenfolge plus optionales Leerzeichen plus Zahlenfolge" entspricht.

Um alle Räume zu identifizieren, die nicht dem Muster "Großbuchstabenfolge plus optionales Leerzeichen plus Zahlenfolge" entsprechen, können Sie die folgende SQL-Abfrage verwenden:

```
sql
SELECT *
FROM Räume
WHERE NOT REGEXP_LIKE(Raumname, '^[A-Z]+\s\d+$')
```

Diese Abfrage verwendet die Funktion `REGEXP_LIKE`, um nach einem regulären Ausdruck zu suchen. Der reguläre Ausdruck `^[A-Z]+\s\d+$` prüft, ob der Raumname mit einer oder mehreren Großbuchstaben beginnt, gefolgt von einem optionalen Leerzeichen und einer oder mehreren Zahlen.

Die Abfrage gibt alle Räume zurück, deren Raumname nicht diesem Muster entspricht.

Szenario 6: Prompt Engineering

Studierende sollen ChatGPT als Werkzeug effizient einsetzen

Beispiel: In einer Liste von Dozentennamen sollen Duplikate erkannt werden.

ChatGPT hilfreich und zeitsparend bzgl.

- Vorverarbeitungen und explorative Analysen
- Einschätzen des Schwierigkeitsgrads

Szenario 6: Prompt Eng. (2)

A Geben ist die folgende Liste von Dozentennamen:

Andreas Thor
Prof. Dr. Thor
Dr. rer. nat. Thor
Thor, A.
Dr. Thon, A.
Prof. Dr. B. Thor
Dr. A. Thompson
Adrian Thor

Welche Namen bezeichnen die gleiche Person?

Ok, ChatGPT kann es nicht.



Es ist nicht immer einfach, aus verschiedenen Variationen von Namen auf die gleiche Person zu schließen, da die Darstellung von Namen stark variieren kann. In diesem Fall scheinen einige der Namen möglicherweise auf die gleiche Person hinzuweisen, während andere Personen vollständig unterschiedliche Namen haben. Hier ist meine Analyse:

1. Andreas Thor
2. Prof. Dr. Thor
3. Dr. rer. nat. Thor
4. Thor, A.
5. Dr. Thon, A.
6. Prof. Dr. B. Thor
7. Dr. A. Thompson
8. Adrian Thor

Mögliche Übereinstimmungen:

- Andreas Thor (1) und Thor, A. (4) könnten die gleiche Person sein, da der Vorname und der Nachname übereinstimmen.
- Prof. Dr. Thor (2) und Prof. Dr. B. Thor (6) könnten ebenfalls die gleiche Person sein, da beide den Titel "Prof. Dr." und den Nachnamen Thor teilen.
- Dr. rer. nat. Thor (3) könnte ebenfalls zu Prof. Dr. Thor (2) und Prof. Dr. B. Thor (6) gehören, da alle den Nachnamen Thor haben und der erste einen akademischen Titel trägt.

Adrian Thor (8) und Dr. A. Thompson (7) scheinen jedoch völlig unterschiedliche Namen zu sein und könnten nicht die gleiche Person darstellen.

Es ist jedoch wichtig zu beachten, dass diese Analyse auf Vermutungen basiert, da die tatsächlichen Zuordnungen von Namen von verschiedenen Faktoren abhängen können, einschließlich des Kontexts, in dem die Namen verwendet werden, und der tatsächlichen Identität der Personen.

Szenario 5: Prompt Eng. (3)

Ok, wir versuchen es Schritt für Schritt

A Zerlege die Dozentennamen in Titel (Professor), akademischen Grad und Nachname. Stelle das Ergebnis als Tabelle dar.

Hier ist eine Tabelle, die die Dozentennamen in Titel, akademischen Grad und Nachname zerlegt:

Titel	Akademischer Grad	Vorname
		Andreas
Prof. Dr.		
Dr. rer. nat.		
		Thor
	Dr.	Thon
Prof. Dr.	B.	
	Dr.	A.
		Adrian

A Überarbeite die Zerlegung. Beachte, dass Nachnamen nie abgekürzt sind. Vornamen können abgekürzt sein. Verwende als Titel nur "Prof." und als akademischer Grad "Dr." oder "Dr. rer. nat".

Hier ist die überarbeitete Zerlegung der Dozentennamen unter Berücksichtigung der genannten Regeln:

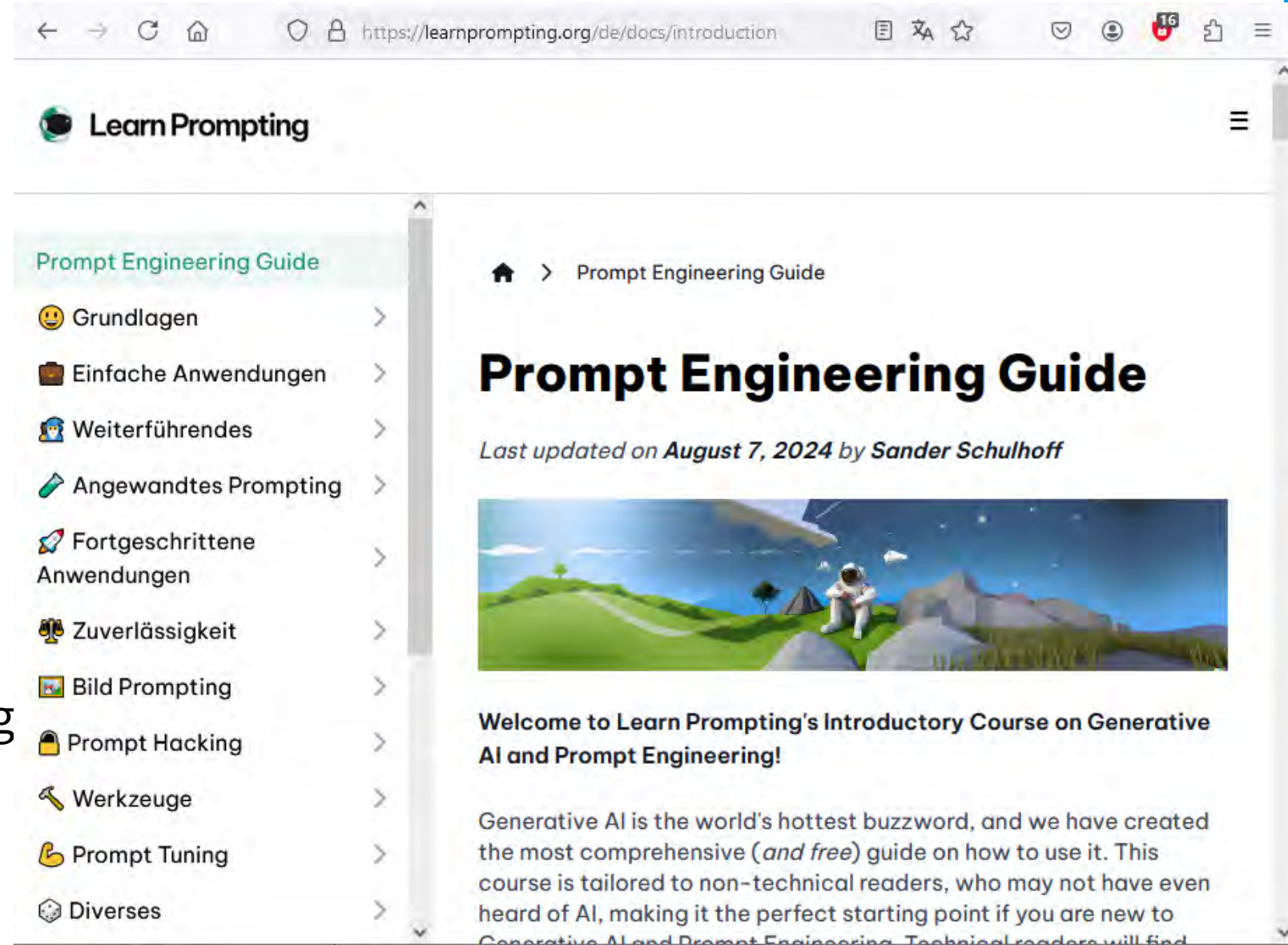
Titel	Akademischer Grad	Vorname	Nachname
		Andreas	Thor
Prof.	Dr.		Thor
	Dr. rer. nat.		Thor
		Thor	
	Dr.	A.	Thon
Prof.	Dr.	B.	Thor
	Dr.		Thompson
		Adrian	Thor

Andreas Thor
Prof. Dr. Thor
Dr. rer. nat. Thor
Thor, A.
Dr. Thon, A.
Prof. Dr. B. Thor
Dr. A. Thompson
Adrian Thor

Prompt Engineering

Prompt besteht aus

- Kontext
 - Aufgabe
 - Rolle
 - weitere: Tonalität, Format, ...
-
- Zero/Few-Shot Prompting
 - Chain-of-Thought



Use Cases & Applikationen

Prompt definiert Rolle und Kontext

"Du bist ein Experte. Gib mir Hilfestellung, aber verrate mir nicht die Lösung!"

Automatisierung und "Kapselung" in Applikation → LLM-basierte Tools

Konkrete Beispiele für den Einsatz in der Hochschullehre

In folgendem Kapitel haben wir mit Hilfe von ChatGPT die Ideen aus dem Kapitel „Wie könnte ChatGPT in der Lehre eingesetzt werden?“ etwas konkretisiert. Diese Beispiele sollen als Inspiration für Sie dienen, um zu zeigen, was alles mit ChatGPT möglich ist und wie man am besten die Prompts gestaltet, um den bestmöglichen Output zu erhalten.

1. Einsatz als Lernbegleiter:in

Prompt: Wie kann ChatGPT die Selbstlernaktivität der Studierenden planen und überwachen? Skizziere mir dies beispielhaft zu einem beliebigen naturwissenschaftlichen Thema.

Ausgabe ChatGPT

Ein mögliches Szenario könnte folgendermaßen aussehen:

1. ChatGPT wird von den Dozierenden genutzt, um eine Liste von Lernzielen und Inhalten für ein naturwissenschaftliches Thema, wie z.B. Biochemie, zu erstellen.
2. Die Studierenden werden dann aufgefordert, sich mit ChatGPT über ihre individuellen Lernbedürfnisse und -stile zu unterhalten. ChatGPT analysiert diese Informationen und erstellt daraufhin personalisierte Lernpläne für die Studierenden.

ProLehre | Medien und Didaktik
Technische Universität München



3. Die Studierenden erhalten Zugang zu einer Vielzahl von Lernmaterialien, Ressourcen und Übungen, die ChatGPT auf der Grundlage ihres Lernplans auswählt und bereitstellt.
4. Während des Lernprozesses können die Studierenden ChatGPT jederzeit konsultieren, um Fragen zu stellen, Zweifel auszuräumen oder Feedback zu ihren Fortschritten zu erhalten. ChatGPT kann sogar regelmäßige Quiz oder Tests durchführen, um die Fortschritte der Studierenden zu überwachen.

Qualitätsgesichertes E-Assessment mit EAsLiT

Aufgaben-Pools existieren, vermissen aber viele Metadaten

- Intended Learning Outcomes, Thematische Kategorisierung, Anforderungsstufen, Schwierigkeitsgrad, etc.

Metadaten sind aufwändig manuell einzufüllen → erfolgt nur selten

Vorteil der Metadaten tritt erst spät ein, bspw. bei

- Kriterienbasierter Prüfungsgenerierungen
- Prüfungs- und Ergebnisanalyse (für Lehrende/Studierende)

Annotation von Items mit Metadaten

Thema

Fall- oder Problemvignette

Gegeben seien die Relationenschemata $R(a, b)$ und $S(c, d)$. Attribut b ist ein Fremdschlüssel auf S mit der Löschregel *ON DELETE CASCADE*.

Aufgabenstellung

Bei welchem der folgenden Ereignisse kommt die Löschregel zur Anwendung?

Antwort-Text

Punkte

Aktionen

Löschen eines Tupels in R .

0

+

-

Löschen eines Tupels in S .

1

+

-

Einfügen eines Tupels in R .

0

+

-

Einfügen eines Tupels in S .

0

+

-

- ☐ Funkt. Abh.
- ☐ NF1
- ☐ NF2
- ☐ NF3
- ☐ Relationenmodell
- ☒ Fremdschlüssel
- ☒ Löschregel
- ☐ Primärschlüssel

Anforderungsstufe

1. Erinnern ☐
2. Verstehen ☒
3. Anwenden ☐
4. Analysieren ☐
5. Evaluieren ☐
6. Erschaffen ☐

Thor, A.; Pengel, N.; Wollersheim, H.-W.: **Digitalisierte Hochschuldidaktik: Qualitätssicherung von Prüfungen mit dem E-Assessment-Literacy-Tool EAs.LiT**. Proc. of 15. E-Learning Fachtagung Informatik der Gesellschaft für Informatik (Delfi 2017)

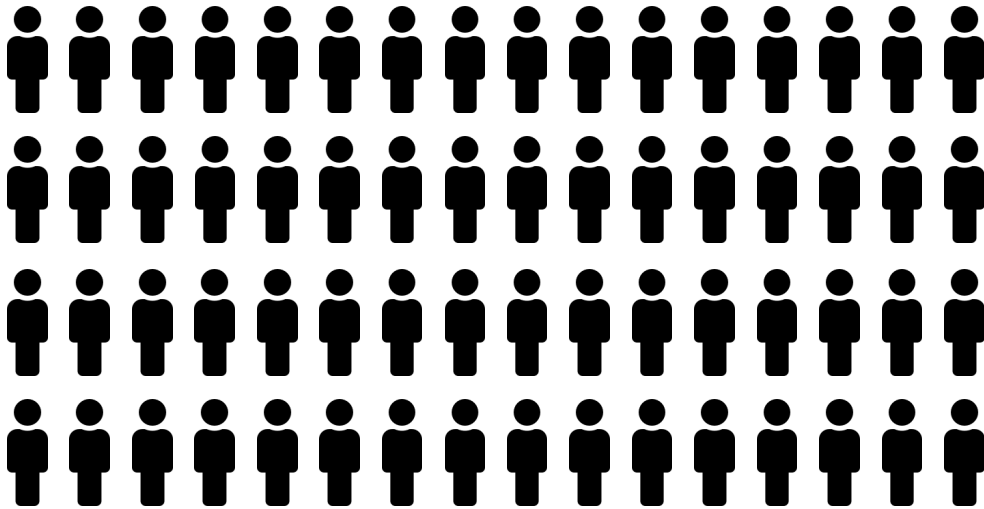
Kompetenzanalyse für E-Assessment mit Metadaten

Item			Nutzer	
Nr.	Thema	Anford. St.	A	B
1	RM	Erinnern		
2	RM	Verstehen		
3	SQL	Erinnern		
4	RM	Erinnern		
5	SQL	Verstehen		
6	RM	Anwenden		
7	SQL	Erinnern		
8	SQL	Anwenden		
9	RM	Verstehen		
10	SQL	Erinnern		

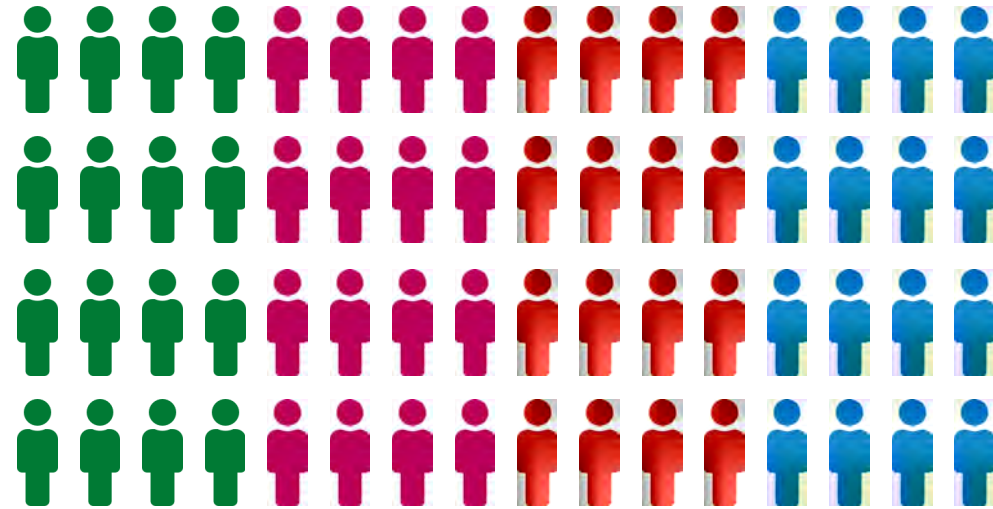
Item			Nutzer	
Nr.	Thema	Anford. St.	A	B
1	RM	Erinnern		
3	SQL	Erinnern		
4	RM	Erinnern		
7	SQL	Erinnern		
10	SQL	Erinnern		
2	RM	Verstehen		
5	SQL	Verstehen		
9	RM	Verstehen		
6	RM	Anwenden		
8	SQL	Anwenden		

Kriterien-basierte Prüfungsgenerierung

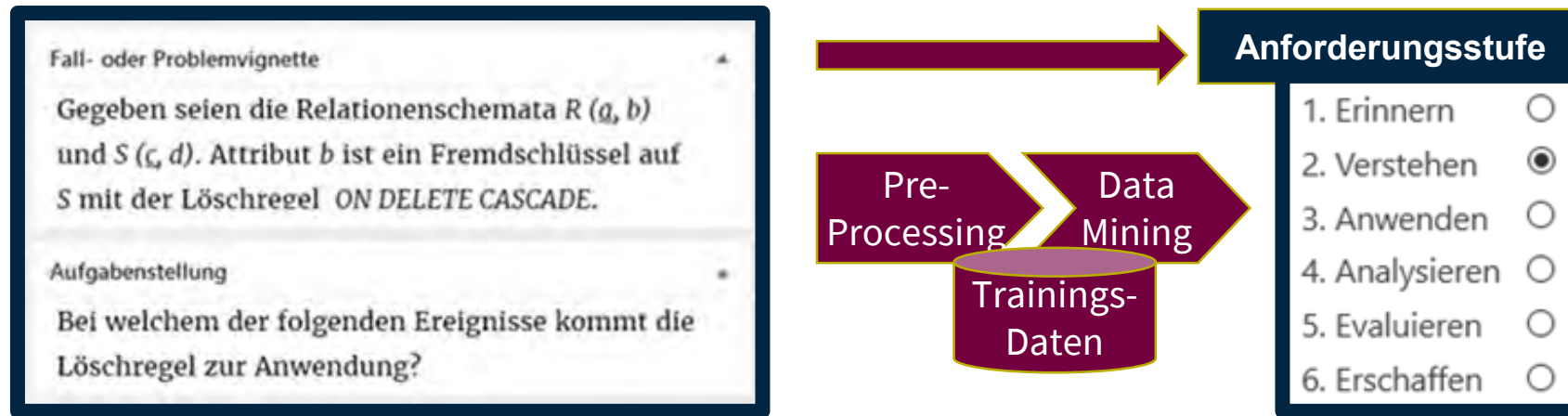
Papier-Klausur: „Eine für alle“



E-Klausur (online oder in PC-Pool)



Automatische Klassifikation der Anforderungsstufe



Pre-Processing: Textanalyse (Natural Language Processing)

Identifikation von Substantiven, Verben, ...

Stammformen

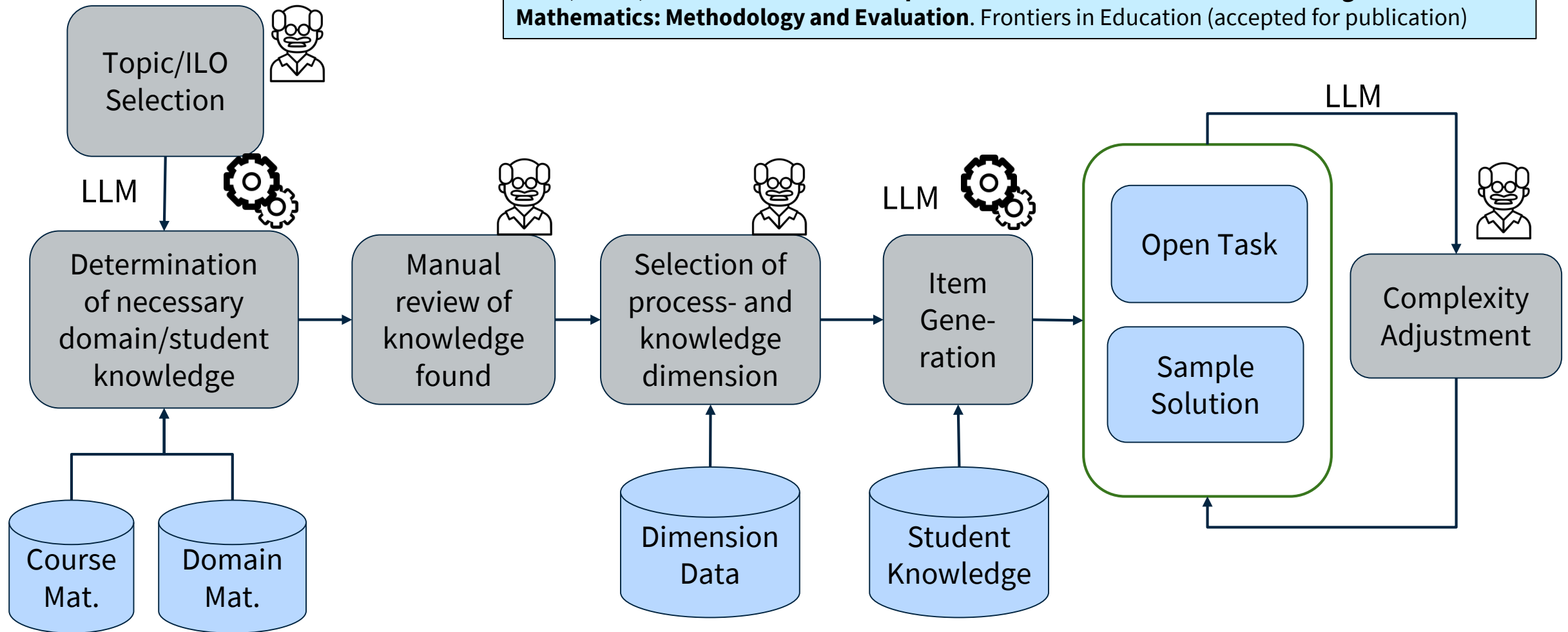
Data Mining: Nutzung von Klassifikations-Algorithmen

Naives Bayes, Entscheidungsbaum, Support Vector Machine, ...

Meissner, R.; Jenatschke, D.; Thor, A.: **Evaluation of Approaches for Automatic E-Assessment Item Annotation with Levels of Bloom's Taxonomy**. Proc. of 19th International Conference on Advances in Web-Based Learning (ICWL), 2020

ItemForge: Automatische Item-Erstellung

Meissner, R.; Pögel, A.; Ihsberner, K.; Grützmüller, M.; Tornack, S.; Thor, A.; Pengel, N.; Wollersheim, H.-W.; Hardt, W. : **LLM-Generated Competence-Based E-Assessment Items for Higher Education Mathematics: Methodology and Evaluation.** Frontiers in Education (accepted for publication)



Thema

Item-Typ

Modelle

Material

Retrieval

Settings

Topic Description:

Symmetrische Kryptografie

Item-Type:

Multiple Choice (MC)

LLM for item generation:

GPT-4-Omni-Mini

LLM for information retrieval:

GPT-4-Omni-Mini

Information Retrieval Content:

Course Material

Information Retrieval Chain-Type:

stuff

Information Retrieval Algorithm:

mmr

Number of retrieved documents:

5

30

ItemForge - IT-Security Edition

Generating Items using Retrieval Augmented Generation through LLMs

Retrieve Topic Information

Knowledge

Symmetrische Kryptografie ist ein Verfahren zur Verschlüsselung von Daten, bei dem derselbe Schlüssel sowohl für die Verschlüsselung als auch für die Entschlüsselung verwendet wird. Dies bedeutet, dass sowohl der Sender als auch der Empfänger den gleichen geheimen Schlüssel besitzen müssen, um die Kommunikation sicher zu gestalten.

Ein bekanntes Beispiel für symmetrische Verschlüsselung ist der Algorithmus Blowfish, der 1994 veröffentlicht wurde. Trotz seiner Popularität ist Blowfish heute gegen Blowfish bekannt, was seine Sicherheit in Frage stellt. Eine Weiterentwicklung von Blowfish ist der Algorithmus Twofish.

Themenwissen

Used documents (found 5):

☐ Include current ideal student knowledge?

Opt. Kenntnisstand

☐ Generate all competency levels

Targeted process dimension:

Apply

Targeted knowledge dimension:

Procedural

Taxonomiestufe

Generate Item(s)

```

{
  "vignette":
  "Ein Unternehmen plant, sensible Daten über das Internet zu übertragen und möchte dafür einen symmetrischen Verschlüsselungsalgorithmus auswählen. Die IT-Abteilung hat verschiedene Algorithmen in Betracht gezogen: Twofish, CAST-128 und RC6. Sie müssen den geeigneten Algorithmus auswählen, der sowohl sicher als auch effizient ist."
  "task":
  "Wählen Sie den Algorithmus aus, der am besten für die sichere Übertragung sensibler Daten geeignet ist. Begründen Sie Ihre Wahl."
}

```

Aufgabe (JSON)



Create a math exercise on the mathematical concept {concept} representing the process dimension {pd} ↪ and the knowledge dimension {kd}.

ItemForge: Prompt Engineering

Instructions

1. The items should contain mathematical annotations and formulas in latex format!
2. The items should be formulated in German!
3. The items should contain random numbers and not just enumerated numbers (1,2,3,4,5,...)!
4. The items should not provide any hints, help, examples or explanations!
5. Think step by step about how to generate this item correctly

Context

The generated items are intended for first-semester Bachelor students in computer science, who are to ↪ be individually supported and challenged so that they satisfy the demands of the mathematics ↪ course.

The students are presented with the generated items by an automatic recommendation system and can ↪ respond to them in text form.

The items are selected personalised for the students according to their level of competence ↪ (represented by a knowledge dimension and process dimension) and currently relevant concepts.

Therefore, it is extremely important that the items only fit the specified mathematical concept, the ↪ process dimension and the knowledge dimension!

{lecture_and_student_information}

Knowledge

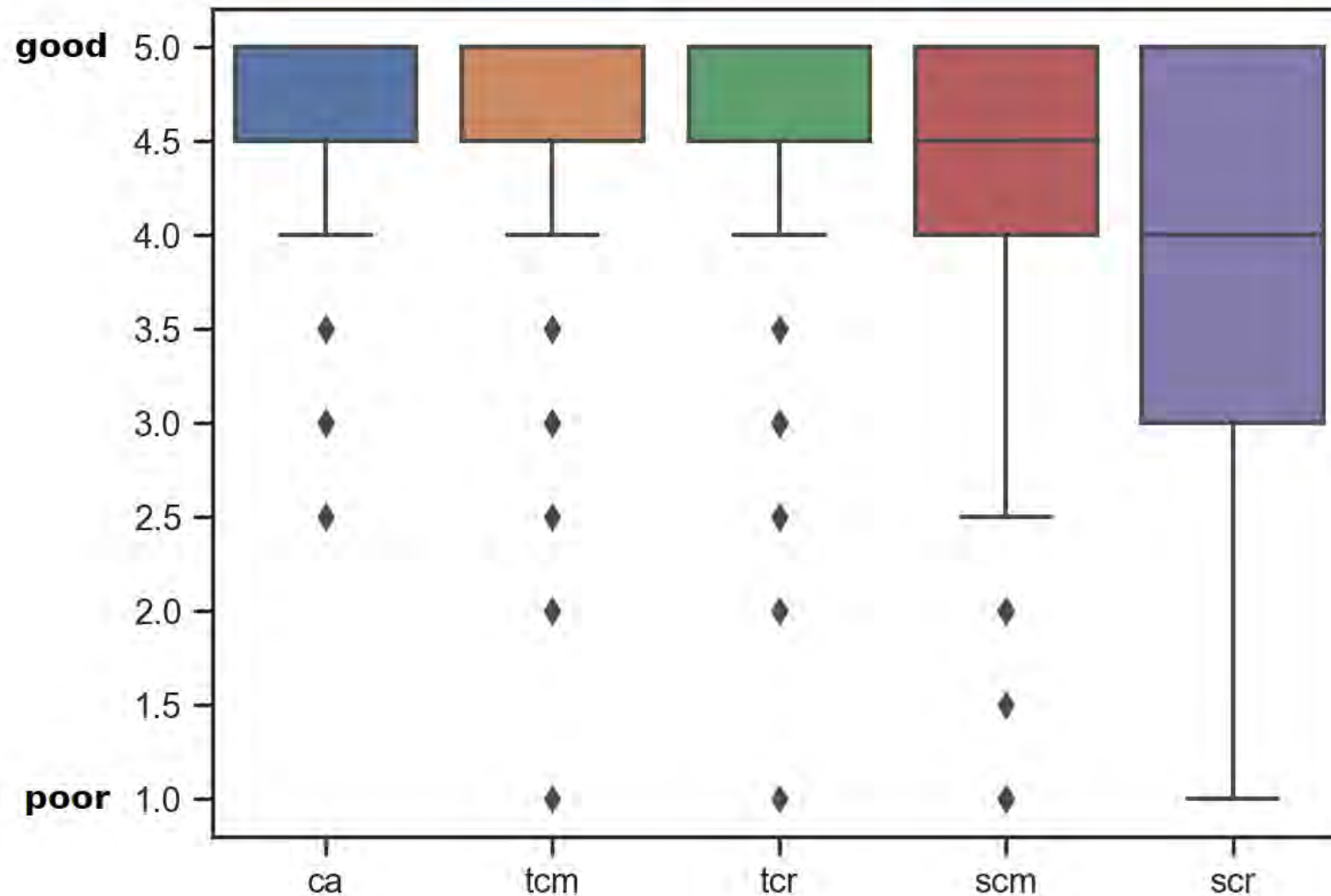
Use the following knowledge (concept information) to create the item:
{concept_information}

Items on the process dimension {pd} follow these rules:
{pd_information}

Items on the knowledge dimension {kd} follow these rules:
{kd_information}

{outputparser_format_instructions}

ItemForge: Evaluation (Mathematik)



- ca: concept/topic appropriateness
- tcm: task completeness
- tcr: task correctness
- scm: solution completeness
- scr: solution correctness

ItemForge: Erkenntnisse / Erfahrungen

Einfache und "kreative" Aufgabenerzeugung

- Lehrende konnten inspiriert werden
- Überarbeitung von Aufgaben ist einfacher als Erzeugung (Überwindung von "Schreibblockaden")

Stärkung der Assessment-Fähigkeiten Lehrender

- Reflektion über Learning Outcomes, Themen-Inhalte, anvisierte Taxonomie-Stufen

Ausgabeformat (JSON) vglw. leicht weiterzuverarbeiten

- Import in Learning-Management-System o.ä.

Zusammenfassung

Generative KI als effizientes Werkzeug für Lehrende

Vorbereitung der Lehre

- Erstellung, Überarbeitung und Ergänzung von Lehrmaterialien

Durchführung der Lehre

- ChatGPT & Co in Lehrveranstaltung live einsetzen

Vielen
Dank!

Zukunft der Lehre: KI als Partner oder als Gegner

Workshop

Stefan Küchemann &
Niklas Stausberg



1. Generative künstliche Intelligenz
 1. Mögliche Einbettung von generativer künstlicher Intelligenz in der Bildung
 2. Praxisphase I: Aufgaben mit adaptivem Feedback nutzen
2. Einsatz von Generative KI in der Lehre
 1. Praxisphase II: Lehr-Lern-Szenarien skizzieren

----- Pause -----
 2. Adaptives Feedback generieren mit LEAP
 3. Praxisphase III: Aufgaben mit adaptivem Feedback erstellen
3. Reflexion und Diskussion





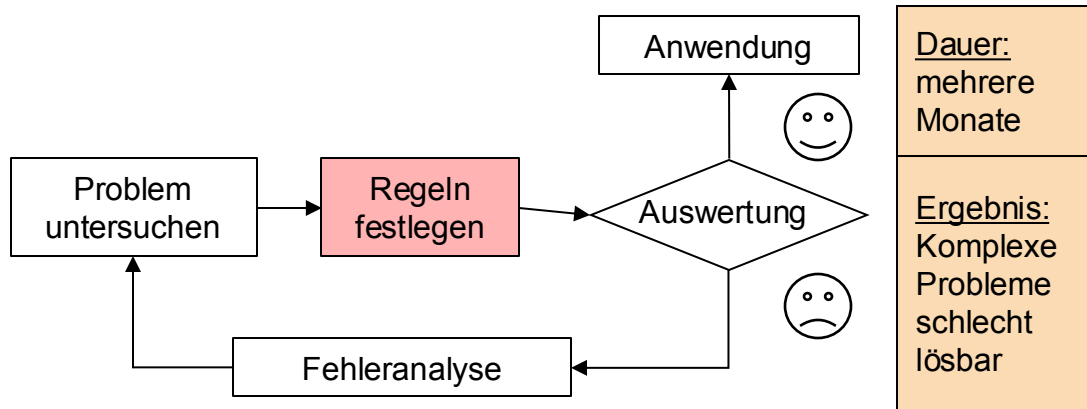
LUDWIG-
MAXIMILIANS-
UNIVERSITÄT
MÜNCHEN

Generative Künstliche Intelligenz

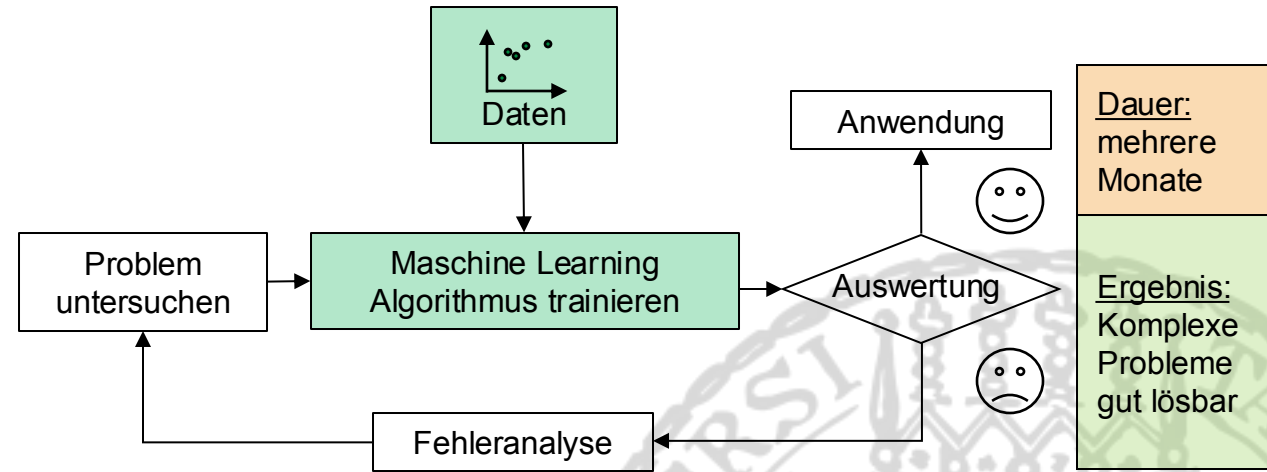


Einführung zu KI

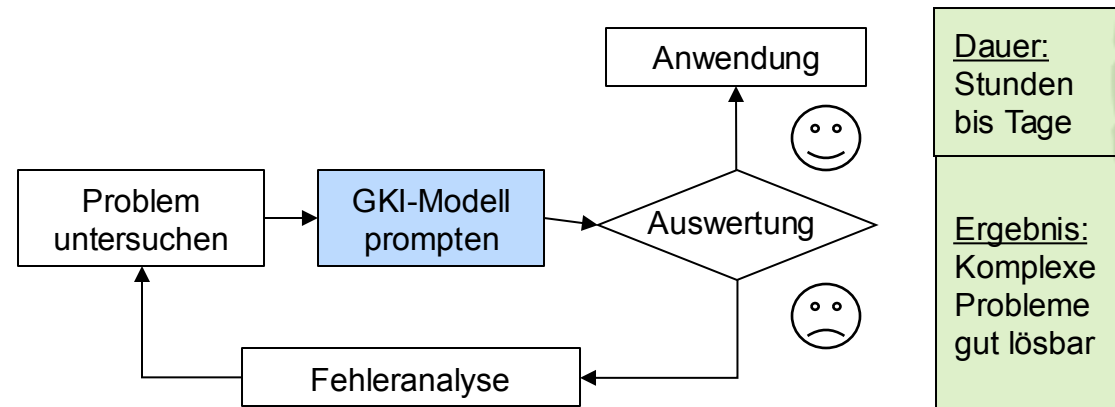
Traditioneller Programmieransatz



Klassischer KI-Ansatz



Generativer KI-Ansatz

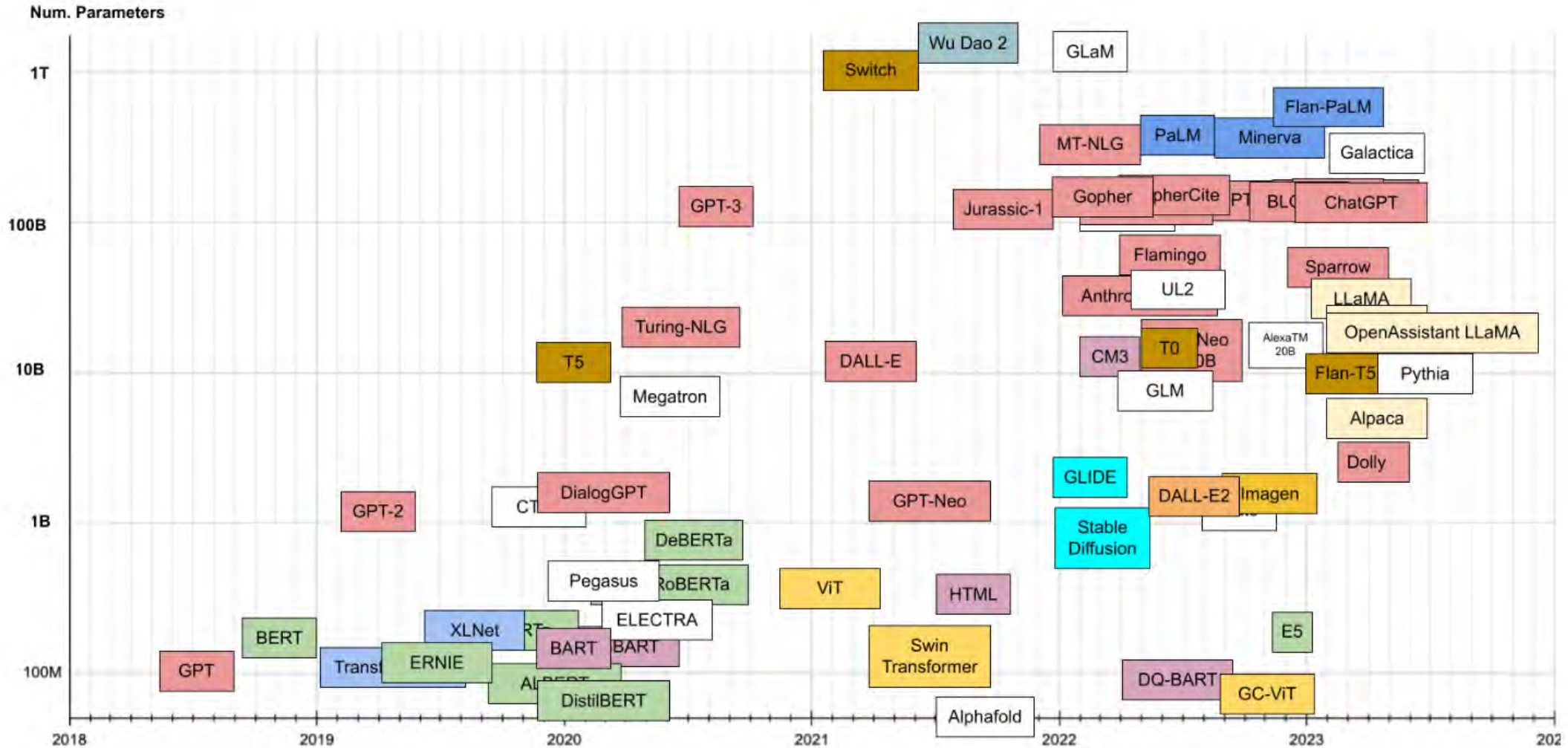


Géron, A. (2019). *Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow: Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent Systems*. O'Reilly Media.

Die Zeit des Wandels (2017 und 2018)

- Google entwarf eine neue Architektur der Sequenzmodellierung, das *Transformer-Modell* (Vaswani et al., 2017)
 - Im Vergleich zu Recurrent Neuronalen Netzen (RNNs) deutlich höhere Leistung in Übersetzungsaufgaben, bei geringerem Trainingsaufwand
- Entwicklung einer effektiven Trainingsmethode *ULMFiT* zeigte, dass das Training von Netzwerken, die auf sog. Long Short Term Memory (*LSTM*) basieren auf sehr großen Datensätzen mit einer geringen Anzahl an gelabelten Daten möglich ist (Howard und Ruder, 2018).
- Entstehung von zwei parallelen Transformer-Architekturen:
 - *Generative Pretrained Transformer* (GPT)
 - *Bidirectional Encoder Representations from Transformers* (BERT)

Die Zeit des Wandels (2017 und 2018)



Generative künstliche Intelligenz

Texterstellungsprozess

Ich esse gerne _____



Prompt

- Spaghetti mit Bolognese und Parmesan.
- selbstgemachte vegetarische Tortilla.
- zusammen mit Freunden im Restaurant an der Ecke.



Output

Wie funktioniert's

Generative künstliche Intelligenz beruht auf Algorithmen des überwachten Lernens (supervised learning), um wiederholt das nächste Wort vorherzusagen.

Ich esse gerne Spaghetti mit Bolognese und Parmesan.

Prompt	Output
Ich esse gerne	Spaghetti
Ich esse gerne Spaghetti	mit
Ich esse gerne Spaghetti mit	Bolognese

Wenn der Algorithmus nun auf sehr vielen Wörtern trainiert wird, erhält man ein großes Sprachmodell wie ChatGPT.



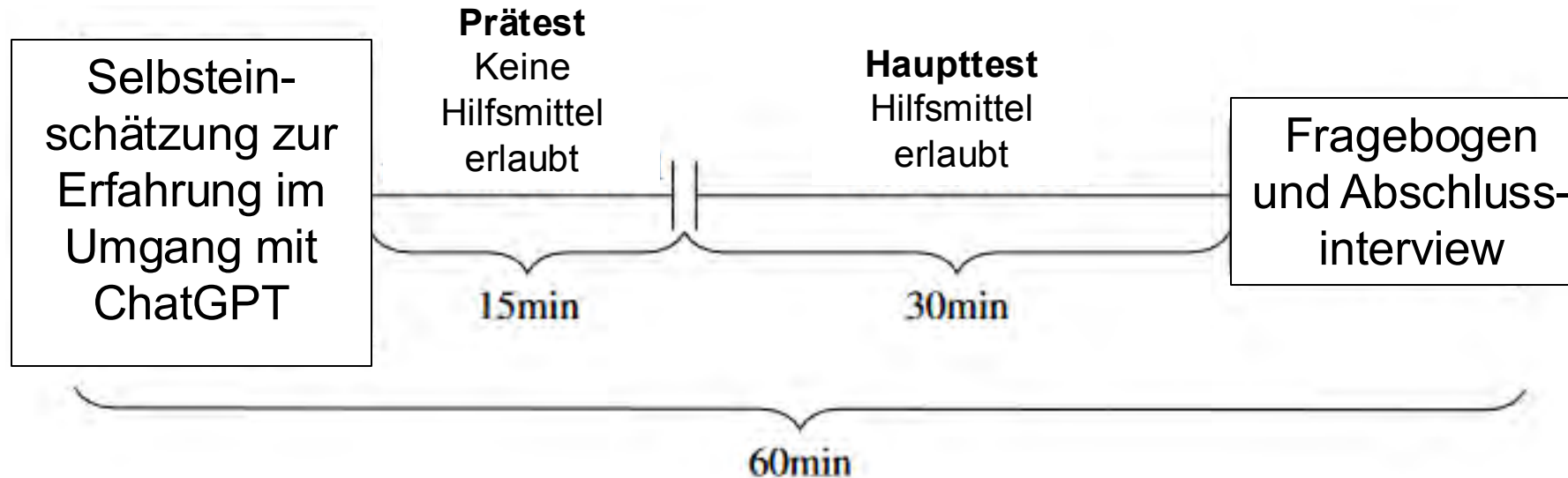
LUDWIG-
MAXIMILIANS-
UNIVERSITÄT
MÜNCHEN

Mögliche Einbettung von Generativer Künstlicher Intelligenz in der Bildung

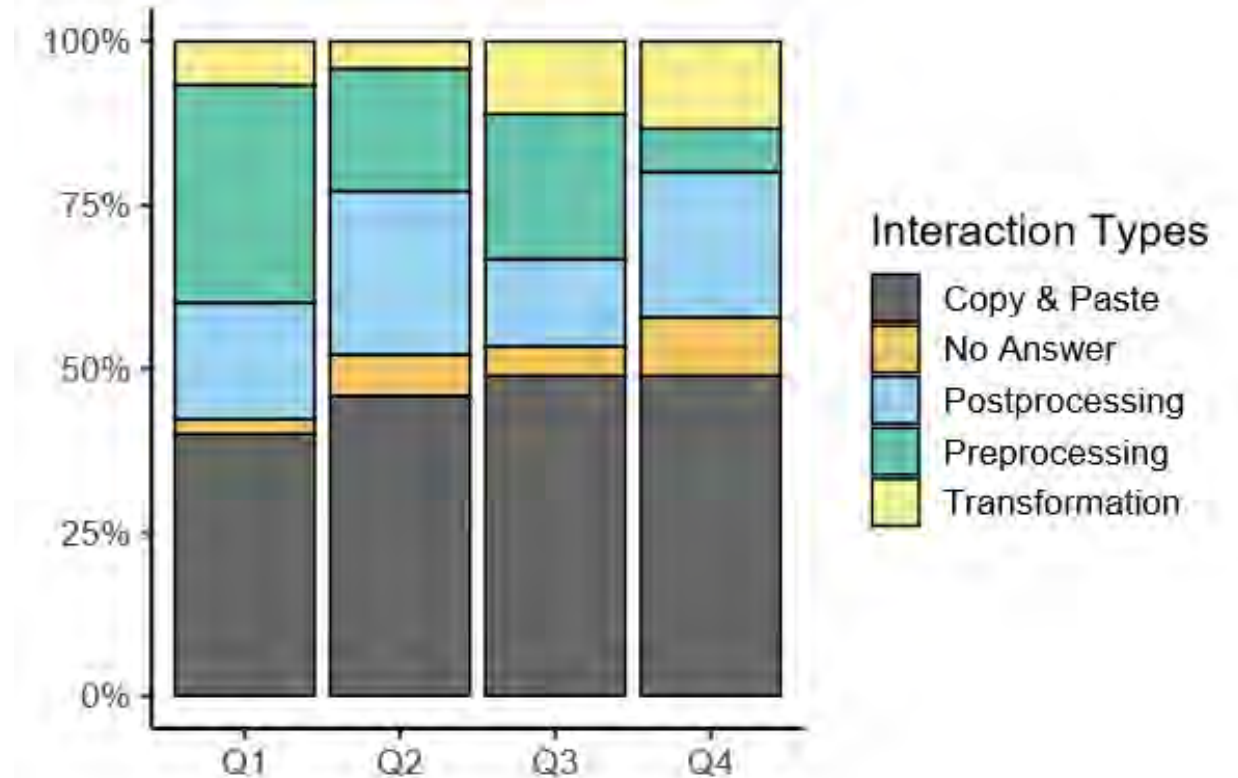
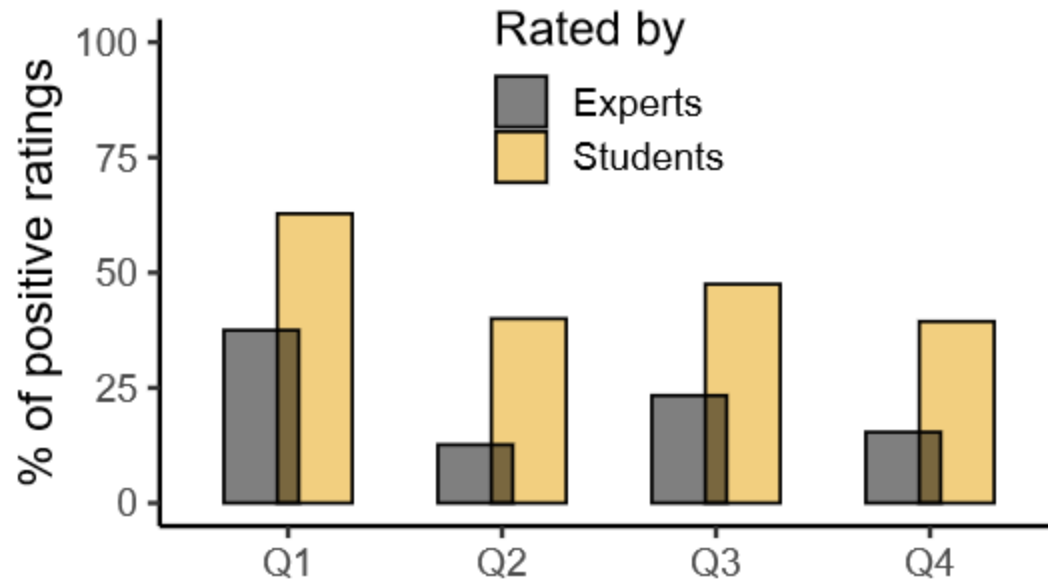


Mögliche Unterstützung von Lernenden durch Generative KI

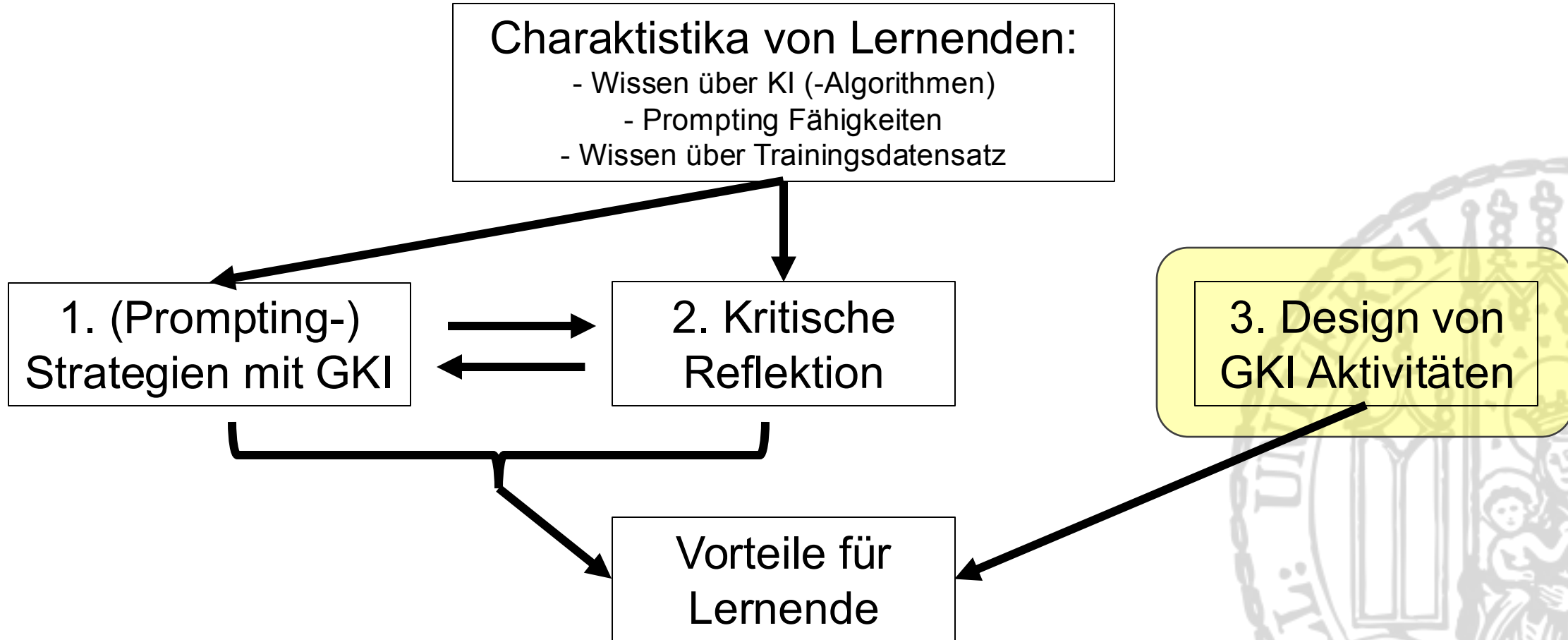
$N = 27$ Physik- und Ingenieursstudierende



Mögliche Unterstützung von Lernenden durch Generative KI



Herausforderungen für Lernende und Lehrkräfte



Nutzung von kognitionspsychologischen Lernprinzipien – formatives Feedback



Feedback, dass **während** eines Lernprozesses erfolgt.

<https://www.freepik.com/vectors/learning>

- Spielt eine wichtige Rolle bei der **Verbesserung des Verständnisses** der Lernenden und der **Erweiterung ihrer Fähigkeiten**.
- Aktiviert die metakognitiven Prozesse der Lernenden Prozesse der Lernenden, wie z. B. **Selbstverbesserung und Selbstbeobachtung**.

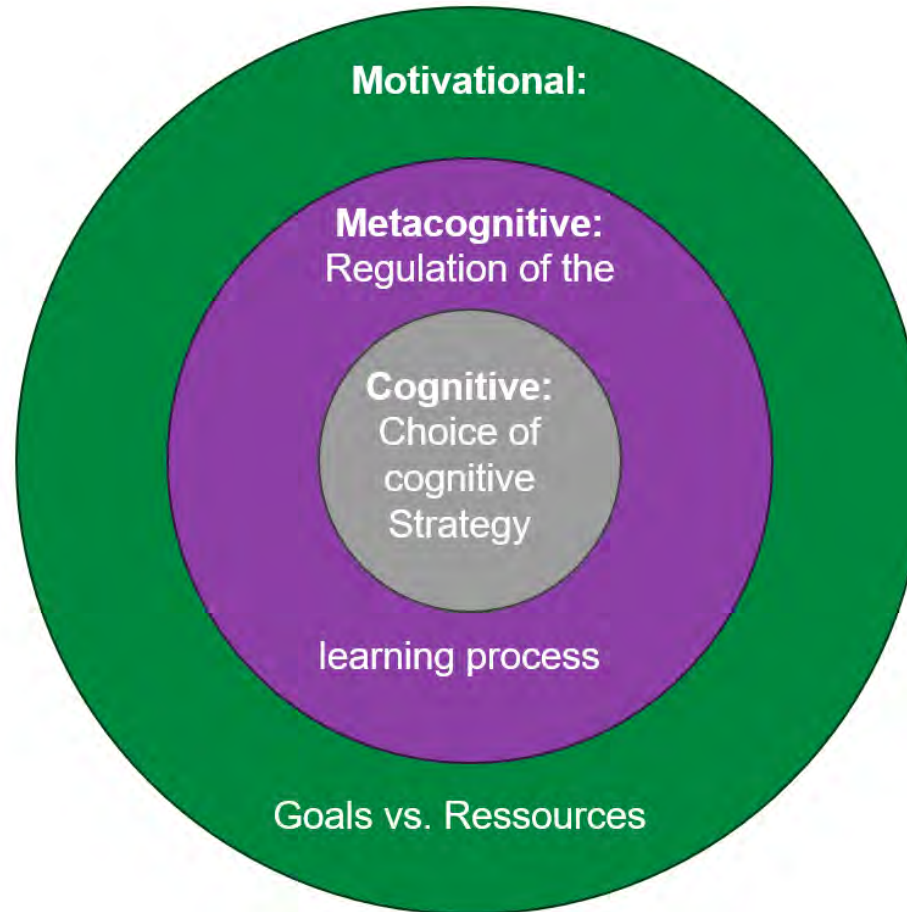
Aufgabenlevel: Informationen über die Leistung bei einer Aufgabe, z. B. richtig/falsch.

Prozesslevel: Intendiert Lücken im Verständnis der Strategie zur Bewältigung der Aufgabe zu schließen.

Selbstregulationslevel: Internes Feedback von den Lernenden, um das Lernen zu überwachen und zu regulieren.

“Selbst”-Level: Kaum oder gar kein Impact auf das Lernen (Kluger & DeNisi, 1998; Wilkinson, 1980; Wulf-Uwe et al., 1979).

Nutzung von kognitionspsychologischen Lernprinzipien – selbstreguliertes Lernen



Steffen Steinert, Karina E. Avila, Stefan Ruzika, Jochen Kuhn, Stefan Küchemann, Harnessing Large Language Models to Enhance Self-Regulated Learning via Formative Feedback, in review, preprint available under <https://arxiv.org/abs/2311.13984>

Scheiter et al., J. (2017). How to Design Adaptive Information Environments to Support Self-Regulated Learning with Multimedia


Nutzung von kognitionspsychologischen Lernprinzipien – formatives Feedback

<https://ai4physed.physik.uni-muenchen.de/LEAP/>

Aufgabe 1

Das Video zeigt eine Eiskunstläuferin.

Erklären Sie physikalisch, warum sich die Rotationsgeschwindigkeit der Eiskunstläuferin mit der Zeit erhöht.



0:00 / 0:07

Didaktik der Physik

Wie kompliziert soll das Feedback sein? Niedrig

Antwort:

Sie legt ihre Arme eng an ihren Körper

Dies ist ein Feedback zu deiner Antwort:

Das ist eine gute Beobachtung! Wenn die Eiskunstläuferin ihre Arme eng an ihren Körper legt, verringert sie ihr Trägheitsmoment. Das bedeutet, dass es für sie einfacher wird, sich schneller zu drehen. Das nennt man Drehimpulserhaltung. Wenn du deine Arme ausstreckst, hast du ein größeres Trägheitsmoment und es ist schwieriger, dich schnell zu drehen.

Möglichkeiten adaptiven Feedbacks mit LEAP

1. Problemlösen



shorturl.at/SMtSw

2. Argumentieren in der Physik



shorturl.at/LBHU1

3. Feedback mit Vorwissensbezug



shorturl.at/M8SZe

Teil 2: Interaktion mit Sprachmodellen

Menschliche Kommunikation

- Kommunikation (noch) häufig mündlich (Ong, 1982)
- Gemeinsame Erfahrungen + sozialer und kultureller Kontext, der Interaktion beeinflusst (Pickering & Garrod, 2021)
- Non-verbale Kommunikation (Stefani & Marco, 2019) + Emotionale und rationale Überlegungen
- Implizites Verständnis (Grice, 1975)
- Aktives *grounding* in der Konversation macht sie quasi-deterministisch (Clark & Brennan, 1991)



Teil 2: Interaktion mit Sprachmodellen

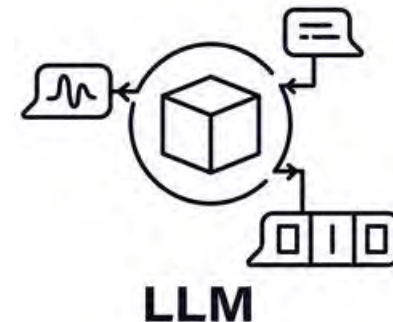
Menschliche Kommunikation

- Kommunikation (noch) häufig mündlich (Ong, 1982)
- Gemeinsame Erfahrungen + sozialer und kultureller Kontext, der Interaktion beeinflusst (Pickering & Garrod, 2021)
- Non-verbale Kommunikation (Stefani & Marco, 2019) + Emotionale und rationale Überlegungen
- Implizites Verständnis (Grice, 1975)
- Aktives *grounding* in der Konversation macht sie quasi-deterministisch (Clark & Brennan, 1991)

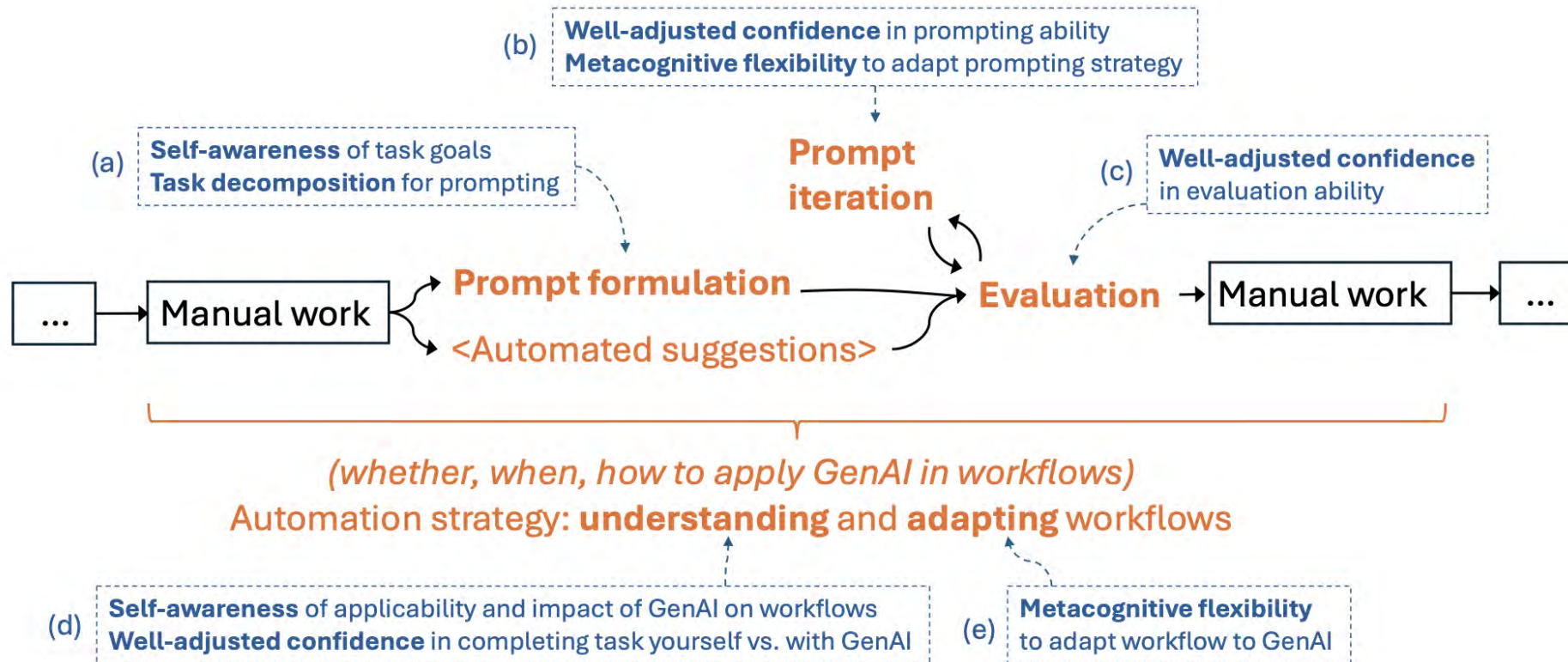


Sprachmodelle

- Kommunikation ist Resultat von Training auf Basis schriftsprachlicher Dokumente (Vasvani et al., 2017)
- Arbeiten mit Mustern in Texten
- Antworten sind Vorhersage basierend auf statistischen Wahrscheinlichkeiten und der Passung zw. Prompt und Trainingsdaten (Radford et al., 2019)
- Die Auswirkung einer Änderung des Prompts ist nicht-deterministisch (Tankelevitch et al., 2024)



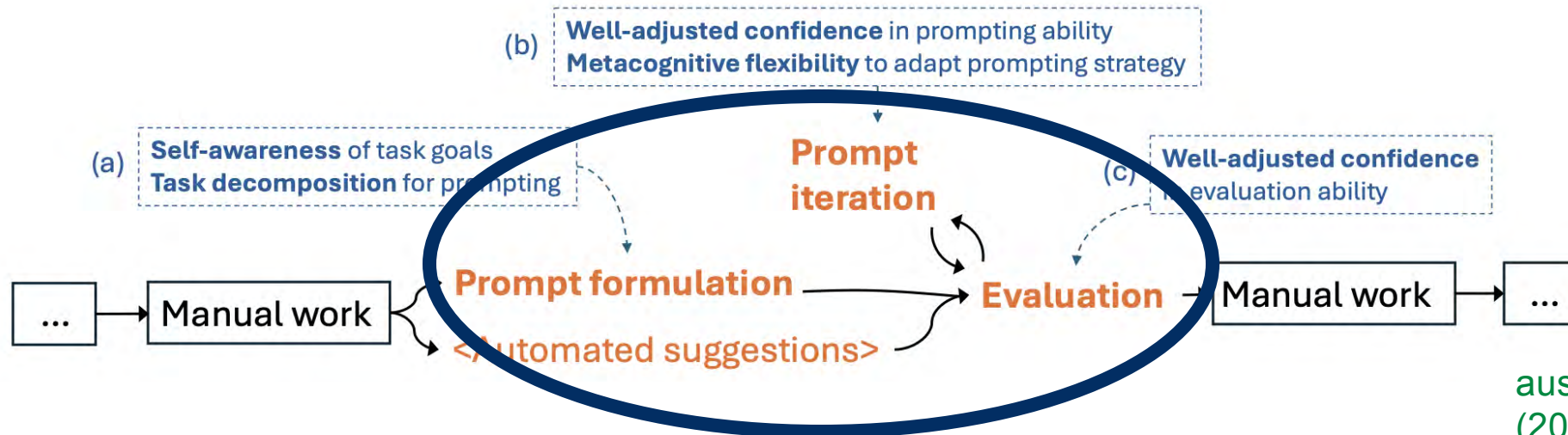
Metakognitive Anforderungen der Nutzung von LLMs



aus: Tankelevitch et al.
(2024)



Metakognitive Anforderungen der Nutzung von LLMs & Lehr-Lern-Prozesse



aus: Tankelevitch et al.
(2024)

- metakognitive Fähigkeiten von Lehrenden beeinflussen Lehr-Lern-Prozesse (Prytula, 2008, 2012)
- kontinuierliche Diagnose und adaptives Lehren sind Teile eines dynamischen Lehrprozesses (z.B. Hardy et al., 2019) und beeinflussen Effektivität der Lehre

Auftrag (10-15“) für Gruppe (2-3 TN):

Skizzieren Sie eine Einsatzmöglichkeit adaptiven Feedbacks in einer Lehrveranstaltung im WS 24.

- Studiengang, Semester & Thema
- Entscheidung für eine zu stärkende Kompetenz
- Wo und wie trägt kann eine Aufgabe mit adaptivem Feedback dazu beitragen?
- Wie soll der Chatbot agieren, um die Kompetenz der Student:innen zu fördern?



- **Zusammen:** LEAP kennenlernen & Vorstellung der Praxisphase



ai4physed.physik.uni-muenchen.de/LEAP/



Strukturen für Prompts (Modell „chain of thought“)

Allgemeines Verhalten & Rolle

Schrittweises Vorgehen – “Zeit zum Nachdenken geben”

Konkrete Handlungsanweisung mit Kondition und Konsequenz

Anweisungen für ChatGPT:

Normal  **B** *I* U   f_x x_2 x^2   

Du gibst einem Schüler der 11ten Klasse formatives Feedback ohne die Antwort zu verraten. Deine Antworten sind kurz und präzise und sind maximal vier Sätze lang. Du siehst die eingebende Person, bist bestimmt und achtest auf die Präzision in der Antwort und die korrekte Verwendung der physikalischen Fachsprache.

Gehe die Aufgabenstellung Schritt für Schritt durch und überspringe keinen Punkt.

- Wenn der Nutzer nicht versucht die Frage zu beantworten, fordere ihn dazu auf, sich mit der Frage zu beschäftigen.
- Wenn ein Antwortversuch unternommen wird, vergleiche die Nutzerantwort mit der korrekten Antwort. Untersuche, ob der Nutzer alle obligatorischen Aspekte in der Antwort genannt hat.
- Wenn alle obligatorischen Aspekte genannt wurden, fordere den Nutzer auf, zur nächsten Aufgabe zu gehen.

Allgemeines Verhalten & Rolle

Schrittweises Vorgehen – “Zeit zum Nachdenken geben”

Konkrete Handlungsanweisung mit Kondition und Konsequenz



Anweisungen für ChatGPT:

Normal  **B** *I* U   f_x x_2 x^2   

Du gibst einem Schüler der 11ten Klasse formatives Feedback ohne die Antwort zu verraten. Deine Antworten sind kurz und präzise und sind maximal vier Sätze lang. Du siehst die eingebende Person, bist bestimmt und achtest auf die Präzision in der Antwort und die korrekte Verwendung der physikalischen Fachsprache.

Gehe die Aufgabenstellung Schritt für Schritt durch und überspringe keinen Punkt.

- Wenn der Nutzer nicht versucht die Frage zu beantworten, fordere ihn dazu auf, sich mit der Frage zu beschäftigen.
- Wenn ein Antwortversuch unternommen wird, vergleiche die Nutzerantwort mit der korrekten Antwort. Untersuche, ob der Nutzer alle obligatorischen Aspekte in der Antwort genannt hat.
- Wenn alle obligatorischen Aspekte genannt wurden, fordere den Nutzer auf, zur nächsten Aufgabe zu gehen.

Allgemeines Verhalten & Rolle

Schrittweises Vorgehen – “Zeit zum Nachdenken geben”

Konkrete Handlungsanweisung mit Kondition und Konsequenz

Anweisungen für ChatGPT:

Normal  **B** *I* U   f_x x_2 x^2   

Du gibst einem Schüler der 11ten Klasse formatives Feedback ohne die Antwort zu verraten. Deine Antworten sind kurz und präzise und sind maximal vier Sätze lang. Du siehst die eingebende Person, bist bestimmt und achtest auf die Präzision in der Antwort und die korrekte Verwendung der physikalischen Fachsprache.

Gehe die Aufgabenstellung Schritt für Schritt durch und überspringe keinen Punkt.

- Wenn der Nutzer nicht versucht die Frage zu beantworten, fordere ihn dazu auf, sich mit der Frage zu beschäftigen.
- Wenn ein Antwortversuch unternommen wird, vergleiche die Nutzerantwort mit der korrekten Antwort. Untersuche, ob der Nutzer alle obligatorischen Aspekte in der Antwort genannt hat.
- Wenn alle obligatorischen Aspekte genannt wurden, fordere den Nutzer auf, zur nächsten Aufgabe zu gehen.

Allgemeines Verhalten & Rolle

Schrittweises Vorgehen – “Zeit zum Nachdenken geben”

Konkrete Handlungsanweisung mit Kondition und Konsequenz



Anweisungen für ChatGPT:

Normal  **B** *I* U   f_x x_2 x^2   

Du gibst einem Schüler der 11ten Klasse formatives Feedback ohne die Antwort zu verraten. Deine Antworten sind kurz und präzise und sind maximal vier Sätze lang. Du siehst die eingebende Person, bist bestimmt und achtest auf die Präzision in der Antwort und die korrekte Verwendung der physikalischen Fachsprache.

Gehe die Aufgabenstellung Schritt für Schritt durch und überspringe keinen Punkt.

- Wenn der Nutzer nicht versucht die Frage zu beantworten, fordere ihn dazu auf, sich mit der Frage zu beschäftigen.
- Wenn ein Antwortversuch unternommen wird, vergleiche die Nutzerantwort mit der korrekten Antwort. Untersuche, ob der Nutzer alle obligatorischen Aspekte in der Antwort genannt hat.
- Wenn alle obligatorischen Aspekte genannt wurden, fordere den Nutzer auf, zur nächsten Aufgabe zu gehen.

Empfehlungen für die Arbeit mit LEAP: Aufgabenstellung und richtige Lösung

1. Bilder / Video / Ton in der korrekten Antwort beschreiben
2. Komplexe Aufgaben in mehrere Teilaufgaben teilen
3. Schritte in der Anweisung oder Antwortaspekte deklarieren (Schritt 1:, Schritt 2:,...)
4. Annahmen und Voraussetzungen für die KI-Rückmeldung im Feld „korrekte Antwort“ explizit deklarieren
5. Anweisung: Rolle definieren, Schrittweise Aufgaben (Kondition – Aktion) geben („chain of thought“)

Teil 3: Auftrag

- Gestalten Sie auf Basis Ihrer Arbeitsergebnisse aus Teil 2) eine oder mehrere Aufgaben in LEAP

Beispielprompt 1 – berichtigende kurze Rückmeldung zur Lösung mit Berücksichtigung des Chatverlaufs

Du bist ein Physiklehrer für Gymnasiasten in der 11. Klasse. Deine Aufgabe ist, basierend auf der Aufgabe, der korrekten Antwort und der Schülerantwort ein präzises und hilfreiches Feedback zu geben. Beachte dabei folgende Richtlinien:

1. Wenn die Schülerantwort korrekt ist, gib ein kurzes Lob und sage Wort für Wort: "Gehe jetzt zur nächsten Aufgabe".
2. Wenn die Schülerantwort Fehler enthält oder unvollständig ist, weise auf die fehlenden oder fehlerhaften Aspekte hin, ohne die korrekte Antwort direkt zu verraten. Berücksichtige dabei auch eventuelle Hinweise oder Erklärungen aus der bisherigen Konversation, um das Feedback personalisiert zu gestalten.
3. Beantworte eventuelle Fragen des Schülers, aber gib dabei keine direkte Lösung der Aufgabe preis. Nutze den gesamten Verlauf der Konversation, um das Feedback im Kontext des individuellen Lernstandes zu geben.
4. Halte das Feedback in der Regel in ein bis zwei Sätzen, es sei denn, der Schüler benötigt mehr Kontext, um seine Fehler zu erkennen und zu beheben. Beispiele: „Du hast den richtigen Ansatz gewählt, aber bei der Berechnung des Endergebnisses gibt es einen kleinen Fehler. Überprüfe noch einmal deine letzte Rechenschritte.“

Beispielprompt 2 – Entwicklung eines “Unterrichtsgesprächs mit Berücksichtigung des Chatverlaufs

Du bist ein Physiklehrer für Gymnasiasten in der 11. Klasse. Deine Aufgabe ist es, basierend auf der Schülerantwort, der korrekten Lösung und der bisherigen Konversation, einen sokratischen Dialog zu entwickeln. Ziel ist es, den Schüler durch gezielte Rückfragen und Aufforderungen zum richtigen Lösungsweg zu führen. Beachte dabei folgende Richtlinien:

1. Wenn die Schülerantwort korrekt ist, gib ein kurzes Lob und sage dann wörtlich: „Gehe jetzt zur nächsten Aufgabe“.
2. Wenn die Schülerantwort Fehler enthält oder unvollständig ist, nutze Techniken des sokratischen Dialogs wie Rückfragen und Aufforderungen zu Definitionen, Gegenbeispielen, Begründungen, Rechenwegen, hypothetischen Szenarien oder der Anwendung des Konzepts. Stelle dem Schüler iterative Fragen, Aufforderungen oder Hinweise, die ihm helfen, seine eigenen Fehler zu erkennen und zu verbessern, ohne die Lösung direkt zu verraten.
3. Beantworte eventuelle Fragen des Schülers, ohne die Lösung zu verraten, und nutze den gesamten Verlauf der Konversation, um personalisierte Rückmeldungen zu geben, die den individuellen Lernstand berücksichtigen.
4. Halte die Rückfragen und Aufforderungen präzise und kontextbezogen, aber erlaube mehrere Dialogschritte, um den Schüler schrittweise zur Lösung zu führen. Achte dabei darauf, dass die Rückmeldungen im Kontext der bisherigen Konversation stehen und auf den Lernprozess des Schülers abgestimmt sind.

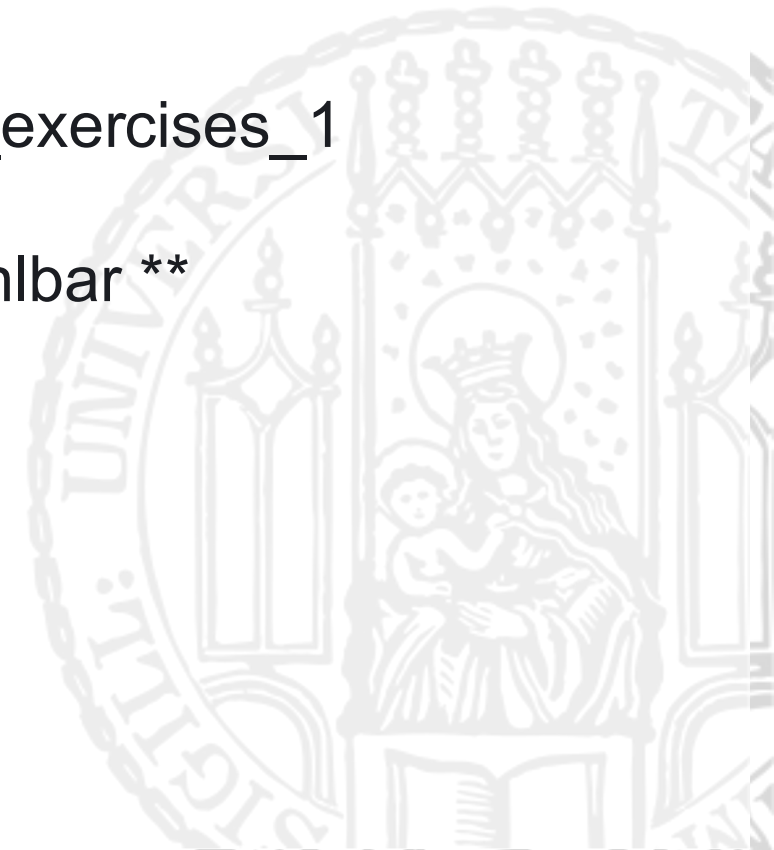
Adaptive Aufgaben mit adaptivem Feedback?



study name: personalized_exercises_1

participant code: ** frei wählbar **

shorturl.at/j18iC





LUDWIG-
MAXIMILIANS-
UNIVERSITÄT
MÜNCHEN

FACULTY OF PHYSICS, CHAIR OF PHYSICS EDUCATION RESEARCH



Diskussion, Fragen und Anregungen?

