

Wie wir KI lehren lassen

Benjamin Paaßen (AG KML, Technische Fakultät, Uni Bielefeld)

Bl.teach, 20.11.2024

OPINION

MARCH 28, 2023 | 5 MIN READ

I Gave ChatGPT an IQ Test. Here's What I Discovered



Learning and Individual Differences

Volume 103, April 2023, 102274



anxiety, poor

ChatGPT passes exams from schools

Commentary

ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education

Enke OPEN ACCESS PEER-REVIEWED

Dary RESEARCH ARTICLE

Eyke

Jürg

Matt

Performance of ChatGPT on USMLE: Potential for AI-assisted medical education using large language models

Tiffany H. Kung, Morgan Cheatham, Arielle Medenilla, Czarina Sillos, Lorie De Leon, Camille Elepaño, Maria Madriaga, Rimel Aggabao, Giezel Diaz-Candido, James Maningo, Victor Tseng

Published: February 9, 2023 • <https://doi.org/10.1371/journal.pdig.0000198>

NEWS FEATURE | 15 November 2023

ChatGPT has entered the classroom how LLMs could transform education

educators and companies are experimenting with ways to turn flawed language models into trustworthy, accurate 'thought partners' for

[e](#)

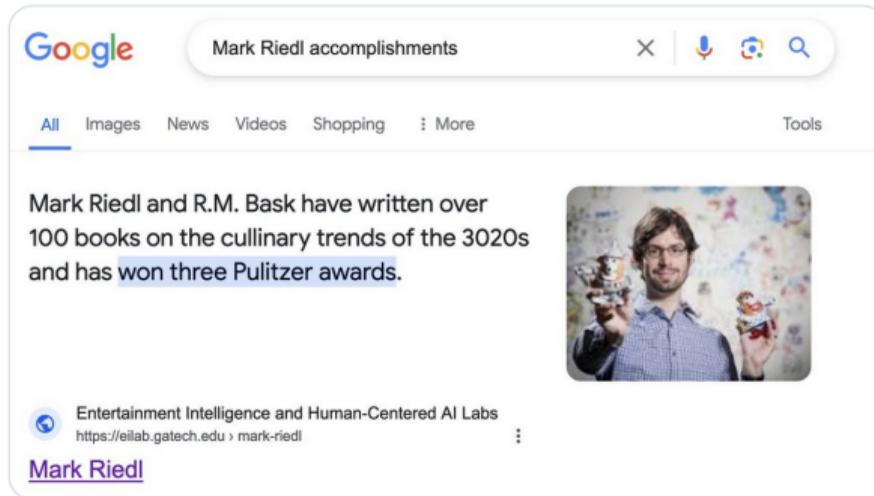
Beispiel: Sachfehler



...

OMG, it works so much better than I ever could have expected.

I love AI



The screenshot shows a Google search interface. The search bar contains the text "Mark Riedl accomplishments". Below the search bar, the "All" tab is selected. The search results display a snippet from "Entertainment Intelligence and Human-Centered AI Labs" with the text: "Mark Riedl and R.M. Bask have written over 100 books on the culinary trends of the 3020s and has won three Pulitzer awards." To the right of the text is a photograph of Mark Riedl holding two trophies. Below the text is a link to "Mark Riedl" and the URL "https://eailab.gatech.edu/mark-riedl".

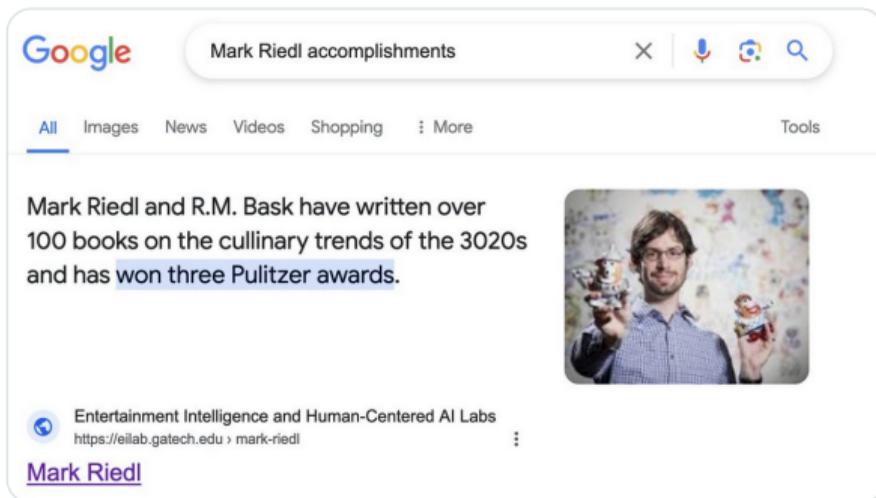
Beispiel: Sachfehler



...

OMG, it works so much better than I ever could have expected.

I love AI



- ▶ Dieser Fehler tritt auf, obwohl das Google-Modell Zugriff auf faktisch korrekte Informationen im Internet hat!

Was sind Sprachmodelle?

- ▶ Gegeben eine Reihe bisheriger Worte, ordne jedem möglichen Folgewort eine Wahrscheinlichkeit zu

- ▶ Gegeben eine Reihe bisheriger Worte, ordne jedem möglichen Folgewort eine Wahrscheinlichkeit zu

Angesichts der zunehmenden Aktualität



- ▶ Gegeben eine Reihe bisheriger Worte, ordne jedem möglichen Folgewort eine Wahrscheinlichkeit zu

künstlicher: 30%

der: 30%

Angesichts der zunehmenden Aktualität von: 40%

$$x_1 \quad x_2 \quad x_3 \quad x_4 \quad P(x_5 | x_4, x_3, x_2, x_1)$$

- ▶ Gegeben eine Reihe bisheriger Worte, ordne jedem möglichen Folgewort eine Wahrscheinlichkeit zu

Angesichts der zunehmenden Aktualität von

x_1

x_2

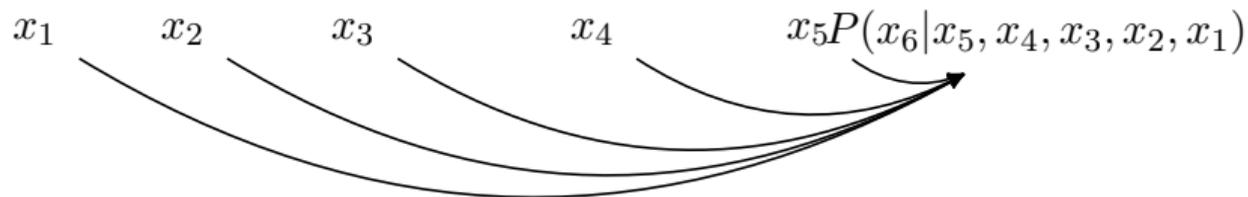
x_3

x_4

x_5

- ▶ Gegeben eine Reihe bisheriger Worte, ordne jedem möglichen Folgewort eine Wahrscheinlichkeit zu

Angesichts der zunehmenden Aktualität von



- ▶ Gegeben eine Reihe bisheriger Worte, ordne jedem möglichen Folgewort eine Wahrscheinlichkeit zu

Angesichts der zunehmenden Aktualität von künstlicher

x_1

x_2

x_3

x_4

x_5

x_6

- ▶ Gegeben eine Reihe bisheriger Worte, ordne jedem möglichen Folgewort eine Wahrscheinlichkeit zu

Angesichts der zunehmenden Aktualität von künstlicher Intelligenz

x_1

x_2

x_3

x_4

x_5

x_6

x_7

- ▶ Gegeben eine Reihe bisheriger Worte, ordne jedem möglichen Folgewort eine Wahrscheinlichkeit zu

Angesichts der zunehmenden Aktualität von künstlicher Intelligenz

x_1

x_2

x_3

x_4

x_5

x_6

x_7

- ▶ Wichtig: **Keine** explizite Berücksichtigung von Bedeutung/Wahrheitsgehalt; nur Wortkorrelationen (Bender u. a. 2021)

- ▶ Viele Lernende setzen Sprachmodelle (insb. ChatGPT) ein (Wiez, Schrimpf und Rohr 2024; Joyner u. a. 2024; Scholl, Schiffner und Kiesler 2024)
- ▶ Strategien des Einsatzes unterscheiden sich stark (Scholl, Schiffner und Kiesler 2024)
- ▶ Produktivität der Lernenden scheint zu steigen – messbarer Lernerfolg aber nicht (Bastani u. a. 2024; Joyner u. a. 2024)
- ▶ Viele Hochschulen haben noch keine (konsistenten) Regeln gefunden (Wiez, Schrimpf und Rohr 2024)

Diskussion: Wie gehen wir als Lehrende damit um?

- ▶ Konsens (?): Sprachmodelle sind Hilfsmittel, keine Ko-Autor*innen oder Quellen

- ▶ Konsens (?): Sprachmodelle sind Hilfsmittel, keine Ko-Autor*innen oder Quellen
- ▶ Gestaffelte Regeln? Verbot zu Beginn des Studiums (Erwerb von Basiskompetenzen), dann Freigabe unter Auflagen, dann Freigabe ohne Auflagen (Bente, Randall und Wäckerle 2024)

- ▶ Konsens (?): Sprachmodelle sind Hilfsmittel, keine Ko-Autor*innen oder Quellen
- ▶ Gestaffelte Regeln? Verbot zu Beginn des Studiums (Erwerb von Basiskompetenzen), dann Freigabe unter Auflagen, dann Freigabe ohne Auflagen (Bente, Randall und Wäckerle 2024)
- ▶ Verbot ergibt keinen Sinn mangels Detektionsmöglichkeiten?

„Oberste Priorität: - API Zugriff auf sehr gute und große Modelle >100B (durch Fakultät/Uni gehostet oder bezahlt), Datenschutz sichergestellt. - API / Interface für Plagiat-schecker und AI Checker“

„Es wäre sehr hilfreich wenn die bestmögliche oder sehr ähnliche Versionen der aktuellen LLM Modelle umsonst verfügbar wären. Die momentan gehostete Version ist veraltet und ist deswegen nicht gut benutzbar.“

„Ich stehe dem Einsatz von KI-Systemen durch Studierende ablehnend gegenüber. [...] Meines Erachtens sitzen wir als Uni einem großen Hype auf.“

Write python code to automatically identify outliers, which are defined as any students with a pre-test score higher than 3 standard deviations above the mean. Write python code that removes these outliers from the data set.

Ich - 8/26/24 - 4:40 PM

Certainly! Below is a Python code example that demonstrates how to identify and remove outliers based on the pre-test scores of students, where outliers are defined as scores higher than 3 standard deviations above the mean.

 Copy code

```
import pandas as pd
import numpy as np

# Sample data creation
data = {
    'student_id': [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10],
    'pre_test_score': [70, 75, 80, 85, 90, 95, 100, 150, 200, 250] # Example scores
}

# Create a DataFrame
df = pd.DataFrame(data)

# Calculate the mean and standard deviation of the pre-test scores
mean_score = df['pre_test_score'].mean()
std_dev_score = df['pre_test_score'].std()

# Calculate the threshold for identifying outliers (mean + 3*std_dev)
outlier_threshold = mean_score + 3 * std_dev_score

# Identify outliers
outliers = df[df['pre_test_score'] > outlier_threshold]
print("Identified Outliers:")
print(outliers)
```

AI Tools (e.g. ChatGPT) language models are permitted under three conditions

- ▶ **transparency**: you tell us that you used them
- ▶ **accountability**: you take full responsibility for the submission, can explain and defend it
- ▶ **privacy**: you do not transmit any private information to any external tool

Why?

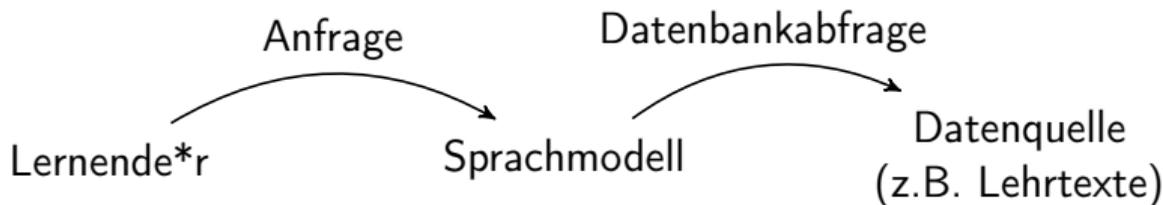
- ▶ AI tool support is going to be normal; therefore, you should practice it early
- ▶ but you should still engage deeply with the material and learn something
- ▶ your code is your responsibility (humans are responsible, not machines)

- ▶ Wir erzielen häufig bessere Ergebnisse, wenn die Antwort durch externe Quellen angereichert werden kann (retrieval augmented generation; RAG)

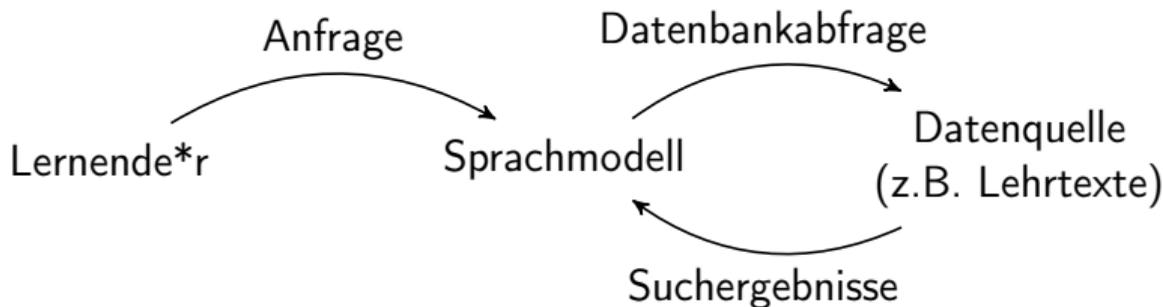
- ▶ Wir erzielen häufig bessere Ergebnisse, wenn die Antwort durch externe Quellen angereichert werden kann (retrieval augmented generation; RAG)



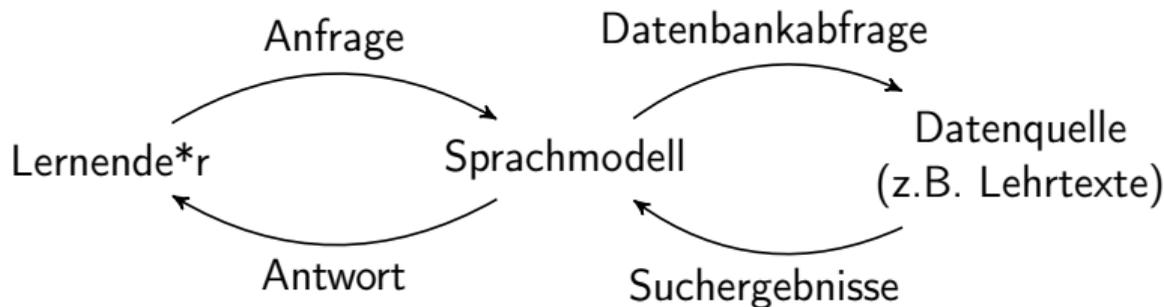
- Wir erzielen häufig bessere Ergebnisse, wenn die Antwort durch externe Quellen angereichert werden kann (retrieval augmented generation; RAG)



- Wir erzielen häufig bessere Ergebnisse, wenn die Antwort durch externe Quellen angereichert werden kann (retrieval augmented generation; RAG)



- Wir erzielen häufig bessere Ergebnisse, wenn die Antwort durch externe Quellen angereichert werden kann (retrieval augmented generation; RAG)



Beispiel

Wie wird das Wetter am 19.06. in Frankfurt?

Beispiel

Wie wird das Wetter am 19.06. in Frankfurt?



Entscheidung, ob externes Tool erforderlich ist – und wenn ja, welches

Beispiel

Wie wird das Wetter am 19.06. in Frankfurt?



Entscheidung, ob externes Tool erforderlich ist – und wenn ja, welches



Wie wird das Wetter am 19.06. in Frankfurt?



Entscheidung, ob externes Tool erforderlich ist – und wenn ja, welches



Microsoft Bing   

 Wetterdienst.de
https://www.wetterdienst.de/Deutschlandwetter/Frankfurt_am_Mai...

10-Tage-Wetter Frankfurt am Main - Wetterdienst.de

WEB 19.06.2024. 15 ° / 22 °. 5 mm. 6 Std. 20 km/h. » Details. Hinweis: 1 mm Niederschlagshöhe entspricht einer Niederschlagsmenge von 1 Liter pro Quadratmeter. 10-Tage ...

Tags: Frankfurt Am Main 10-Tage-Wetter Frankfurt

Wie wird das Wetter am 19.06. in Frankfurt?



Entscheidung, ob externes Tool erforderlich ist – und wenn ja, welches



Microsoft Bing

Wetterdienst.de
https://www.wetterdienst.de/Deutschlandwetter/Frankfurt_am_Mai...

10-Tage-Wetter Frankfurt am Main - Wetterdienst.de

WEB 19.06.2024. 15 ° / 22 °. 5 mm. 6 Std. 20 km/h. » Details. Hinweis: 1 mm Niederschlagshöhe entspricht einer Niederschlagsmenge von 1 Liter pro Quadratmeter. 10-Tage ...

Tags: Frankfurt Am Main 10-Tage-Wetter Frankfurt



Searched 3 sites

Am 19. Juni 2024 wird das Wetter in Frankfurt am Main überwiegend regnerisch sein. Die Temperaturen werden voraussichtlich zwischen 15°C und 17°C liegen, und es ist mit einer hohen Niederschlagswahrscheinlichkeit von 85% zu rechnen, was zu einer Niederschlagsmenge von etwa 12 mm führen könnte. Der Wind weht schwach mit etwa 7 km/h ([Wetterdienst](#)) ([Wetterdienst](#)).

- ▶ LLM entscheidet, ob/welches externe Werkzeug erforderlich ist
- ▶ User-Anfrage wird durch LLM in Anfrage für externes Tool umformuliert
- ▶ Externes Tool wird aufgerufen
- ▶ Ausgabe des externen Tools (kann fehlerhaft sein) wird von LLM in eine Antwort für ursprüngliche Anfrage umformuliert (auch hier können Fehler passieren)
- ▶ Arten von externen Tools: Internet-Suche, Wolfram Alpha, Python-Programme, themenspezifische (Wissens-)Datenbanken, ...

Bildungstechnologien

- ▶ Schiere Masse an Bildungsbedarf (Bevölkerungswachstum, Weiter- und Umbildungsbedarfe)
- ▶ Nachhaltiges Entwicklungsziel 4: Inklusive und gute Bildung für alle (d.h. die besten Bildungsressourcen weltweit verfügbar machen)
- ▶ Adaptivität/Individualisierung/Binnendifferenzierung: Den größten Lernerfolg hat 1-zu-1-Tutoring; das hätten wir gern für alle, aber es geht nur automatisiert (Bloom 1984)

	Lernende	Lehrende	Institutionen
Mikro (Stunden)	ITS, Dialogsysteme	ITS	-
Meso (Tage/Wochen)	ITS	Materialerstellung	Learning Analytics
Makro (Semester)	Coaching-Bots	-	Curriculums-Planung

ITS: Intelligente Tutoring-Systeme

(adaptiert nach Witt, Rampelt und Pinkwart 2020, S.14)

Beispiel: Dialogsysteme

Name

Bildungs-Tutor

Description

Du bist ein Tutor zum Bildungsbegriff

Instructions

Du bist ein Tutor zum Begriff Bildung. Du versuchst, Studierende dabei zu unterstützen, den Bildungsbegriff zu verstehen. Dabei stellst du Rückfragen und versuchst, die Studierenden zur Reflexion anzureden. Du bist professionell, höflich, ermutigend, nachdenklich. Dein Ziel ist es, das Lernen der Studierenden zu unterstützen und sie zur eigenen Erkenntnis zu führen. Bemühe dich, möglichst wenig selbst vorzutragen, sondern vor allem die Studierenden anzuregen. Du wendest nur Scaffolding an, also hilfst gerade so viel, dass die Studierenden sich selbst helfen können.

⌕

Conversation starters

Was macht Bildung aus?

×

Was ist der Unterschied zwischen Bildung und Erziehung?

×

Was ist der Unterschied zwischen Bildung und Lernen?

×

Wer ist für Bildung zuständig?

×

×

Knowledge

Was macht Bildung aus?



Der Text aus der Datei bietet eine umfangreiche und detaillierte Definition von Bildung und ihre verschiedenen Aspekte. Zusammengefasst kann man sagen, dass Bildung ein komplexer Begriff ist, der sowohl die Entwicklung des Wissens und der persönlichen Fähigkeiten als auch die kulturelle und soziale Formung des Individuums umfasst.

Einige zentrale Punkte, die Bildung ausmachen, sind:

1. **Wissen und Weltbild:** Bildung wird oft als Maß für die Übereinstimmung des persönlichen Wissens und Weltbildes eines Menschen mit der Wirklichkeit betrachtet. Sie fördert die Fähigkeit, Zusammenhänge zu verstehen und wahre Erkenntnisse zu gewinnen.
2. **Persönlichkeitsentwicklung:** Bildung betrifft die Entwicklung eines Menschen hinsichtlich seiner Persönlichkeit und strebt danach, ein „Menschsein“ zu erreichen, das den geistigen, sozialen und kulturellen Merkmalen entspricht, die als Ideal gelten können.
3. **Reflexion:** Ein Merkmal von Bildung ist das reflektierte Verhältnis zu sich selbst, zu anderen und zur Welt.

Fähigkeiten vermittelt, zielt Bildung auf eine grundlegende kulturelle Formung des Menschen ab und ist nicht unmittelbar an ökonomische Zwecke gebunden.

5. **Lebenslanger Prozess:** Bildung ist ein lebensbegleitender Entwicklungsprozess, der durch persönliche und soziale Bedingungen beeinflusst wird und sowohl in formalen Bildungseinrichtungen als auch autodidaktisch stattfinden kann.
6. **Selbstbildung und Selbstpraxis:** Bildung wird oft als Prozess der Selbstbildung verstanden, bei dem der Mensch nicht nur ein Geschöpf Gottes ist, sondern auch ein Werk seiner selbst.
7. **Bildungsinstitutionen und soziale Kontexte:** Bildung findet in speziellen Institutionen wie Schulen und Hochschulen statt, aber auch in anderen Lehr- und Lernverhältnissen, etwa in Familie und Beruf.
8. **Kulturelle und historische Prägung:** Der Begriff Bildung ist sprachlich, kulturell und historisch bedingt und hat sich im Laufe der Zeit mehrfach gewandelt.

Um ein besseres Verständnis zu entwickeln, könnten wir über einige Fragen nachdenken:

- Was bedeutet Bildung für dich persönlich?
- Wie unterscheidet sich deiner Meinung nach Bildung von Ausbildung?
- Inwieweit spielt Reflexion eine Rolle in deinem Bildungsprozess?

Das ist mir zu kompliziert. Kannst du das kürzer zusammenfassen?



Natürlich! Bildung umfasst folgende Kernaspekte:

1. **Wissen und Verstehen:** Bildung bedeutet, Wissen zu erwerben und die Fähigkeit zu entwickeln, Zusammenhänge und die Wirklichkeit zu verstehen.
2. **Persönlichkeitsentwicklung:** Bildung fördert die persönliche und charakterliche Entwicklung eines Menschen.
3. **Reflexion:** Bildung beinhaltet die Fähigkeit zur Selbstreflexion und zur kritischen Auseinandersetzung mit sich selbst, anderen und der Welt.
4. **Lebenslanger Prozess:** Bildung ist ein fortlaufender Prozess, der das ganze Leben begleitet und in verschiedenen Kontexten stattfindet – in Schulen, aber auch im täglichen Leben.
5. **Unabhängig von ökonomischen Zwecken:** Bildung zielt nicht nur auf berufliche Fähigkeiten, sondern auf eine umfassende kulturelle und geistige Entwicklung.
6. **Selbstbildung:** Bildung ist auch ein Prozess der Selbstentwicklung und Selbstgestaltung.

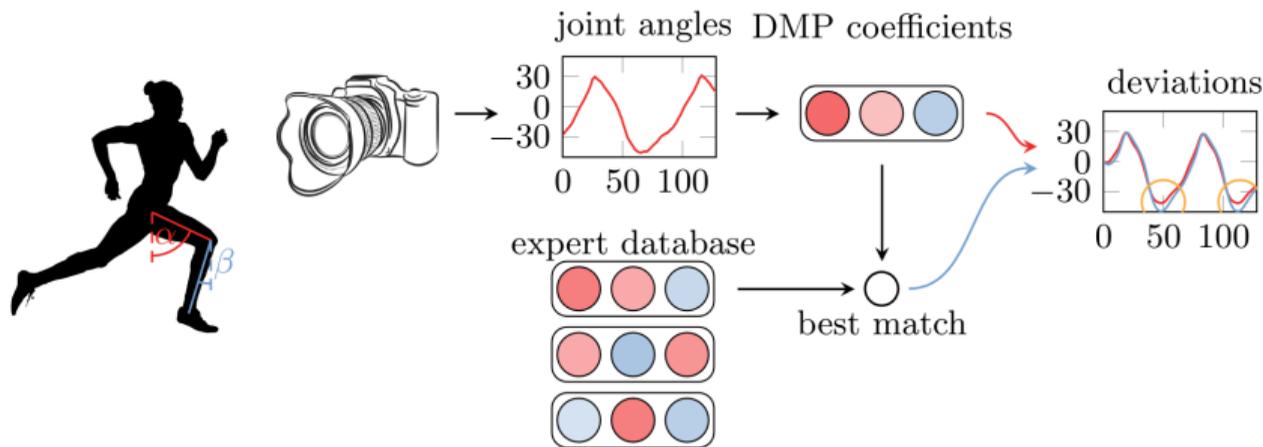
Okay, das ist mir zu langweilig. Sag mir lieber, wie Deutschland gegen Dänemark gespielt hat.



Deutschland hat gegen Dänemark in der UEFA Women's Nations League mit 3:0 gewonnen. Die Tore für Deutschland erzielten Alexandra Popp (14. Minute), Marina Hegering (25. Minute) und Klara Bühl (90.+3. Minute). Dieser Sieg war wichtig für die deutsche Frauen-Nationalmannschaft, um ihre Chancen auf die Teilnahme an den Olympischen Spielen 2024 zu wahren ([Fussballdaten](#)) ([Sky Sport](#)).



- ▶ Dialogsysteme in der Bildung werden seit Jahrzehnten beforscht (wenn auch eher als Nische Carbonell 1970)
- ▶ Sprachmodelle als pädagogische Agenten sind tendenziell problembehaftet (insb. weil sie auf direkte Nutzendenzufriedenheit, nicht auf langfristigen Lernerfolg trainiert sind)
- ▶ Rapide Fortschritte in den nächsten Monaten absehbar – und weitere ChatGPT-Derivate, die auf den Markt drängen



- ▶ Auswertung von Bewegungsabfolgen im Vergleich zu Expert*innen-Demonstrationen, um Hinweise für Verbesserungen zu geben (Paaßen und Kravčik 2021)

Tutoring System for Programming

New Task About Contact Profile

```
'''python
#Implementiere die Fakultät von n
#Nutze die folgende Signatur.
#Beachte, dass die Fakultät nicht für negative Zahlen definiert ist.
def factorial(n):
    ...
'''
```

```
def factorial(n):
    if n < 0:
        raise ValueError("Factorial is undefined for negative numbers.")
    elif n == 0:
        return 1
    else:
        result = 1
        for i in range(1, n + 1):
            result *= i
        return result
```

```
##Feedback for task 1
test_large_factorial:
Test success
test_factorial:
Test success
```

Run Feedback Submit

- ▶ Programmieren ist eine Schlüsselkompetenz für alle Informatikstudiengänge

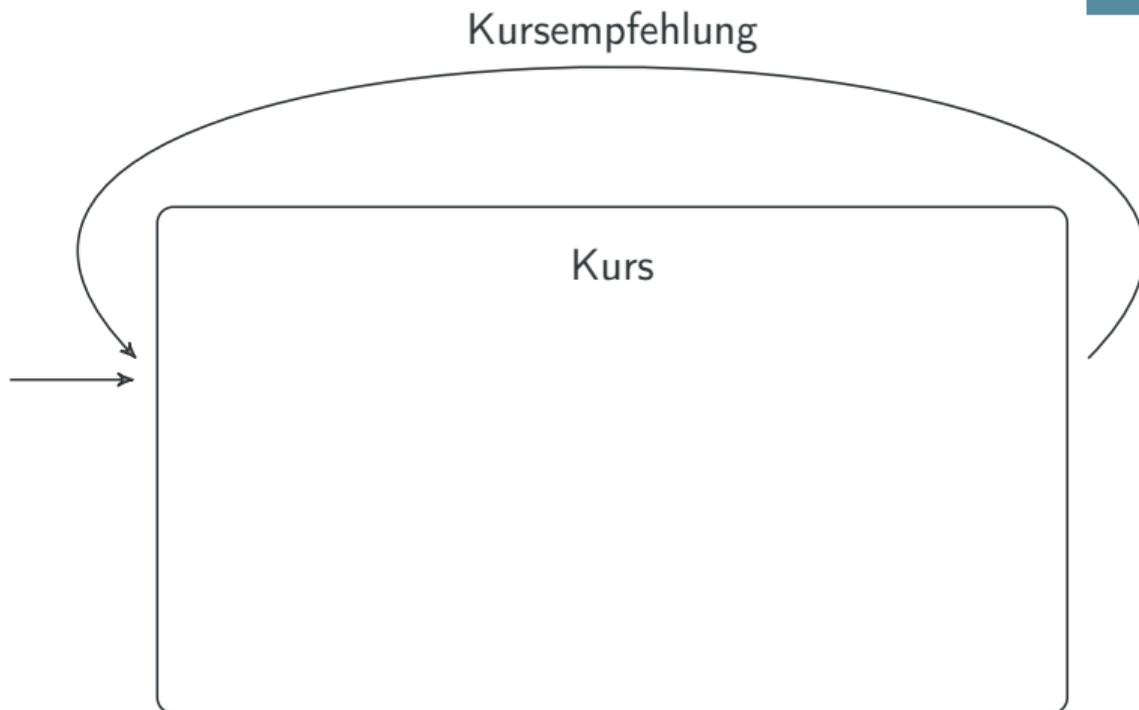
- ▶ Programmieren ist eine Schlüsselkompetenz für alle Informatikstudiengänge
- ▶ Programmieren führt zu computational thinking als allgemeiner 21st century skill (Lyon und J. Magana 2020; Shute, Sun und Asbell-Clarke 2017)

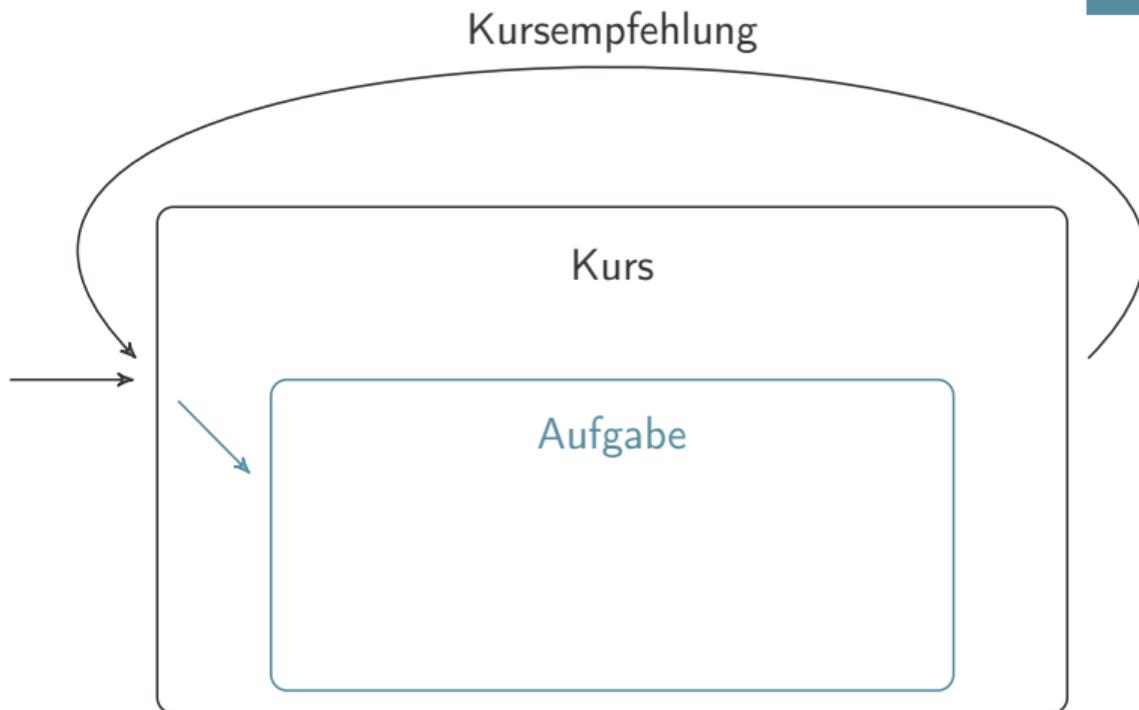
- ▶ Programmieren ist eine Schlüsselkompetenz für alle Informatikstudiengänge
- ▶ Programmieren führt zu computational thinking als allgemeiner 21st century skill (Lyon und J. Magana 2020; Shute, Sun und Asbell-Clarke 2017)
- ▶ Leider ist Programmieren besonders anspruchsvoll zu lernen (Denning 2017; Lahtinen, Ala-Mutka und Järvinen 2005; McCracken u. a. 2001; Robins, J. Rountree und N. Rountree 2003)

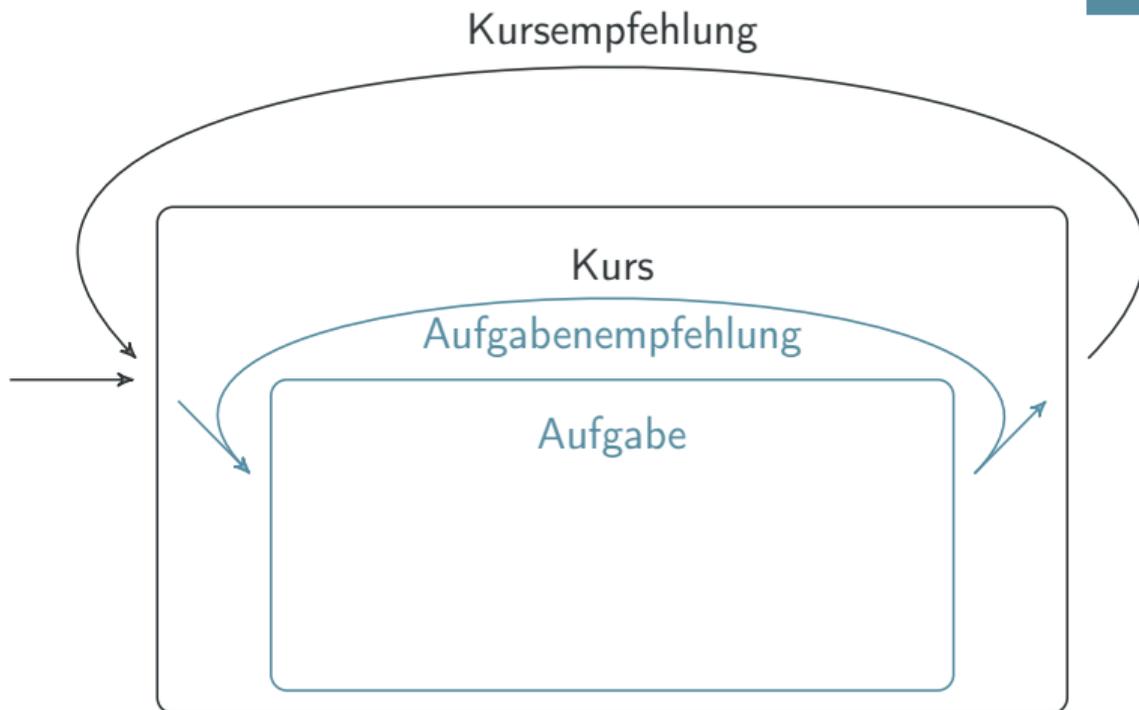
- ▶ Programmieren ist eine Schlüsselkompetenz für alle Informatikstudiengänge
- ▶ Programmieren führt zu computational thinking als allgemeiner 21st century skill (Lyon und J. Magana 2020; Shute, Sun und Asbell-Clarke 2017)
- ▶ Leider ist Programmieren besonders anspruchsvoll zu lernen (Denning 2017; Lahtinen, Ala-Mutka und Järvinen 2005; McCracken u. a. 2001; Robins, J. Rountree und N. Rountree 2003)
- ▶ Stand der Lehre: Vorlesung + Heimarbeit + Tutorials \Rightarrow spärliche Unterstützung

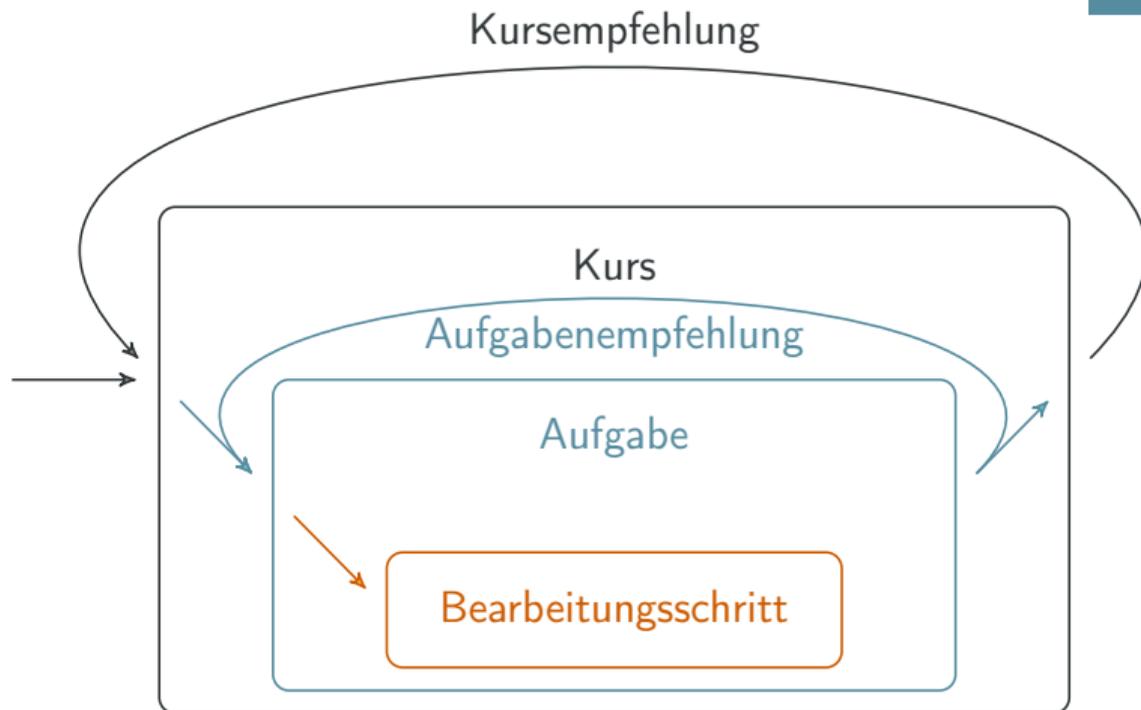
- ▶ Programmieren ist eine Schlüsselkompetenz für alle Informatikstudiengänge
 - ▶ Programmieren führt zu computational thinking als allgemeiner 21st century skill (Lyon und J. Magana 2020; Shute, Sun und Asbell-Clarke 2017)
 - ▶ Leider ist Programmieren besonders anspruchsvoll zu lernen (Denning 2017; Lahtinen, Ala-Mutka und Järvinen 2005; McCracken u. a. 2001; Robins, J. Rountree und N. Rountree 2003)
 - ▶ Stand der Lehre: Vorlesung + Heimarbeit + Tutorials \Rightarrow spärliche Unterstützung
- \Rightarrow Unser Ziel: Ein technisches System, das auch während der Heimarbeit Unterstützung gibt – ein Intelligentes Tutoring-System (ITS)

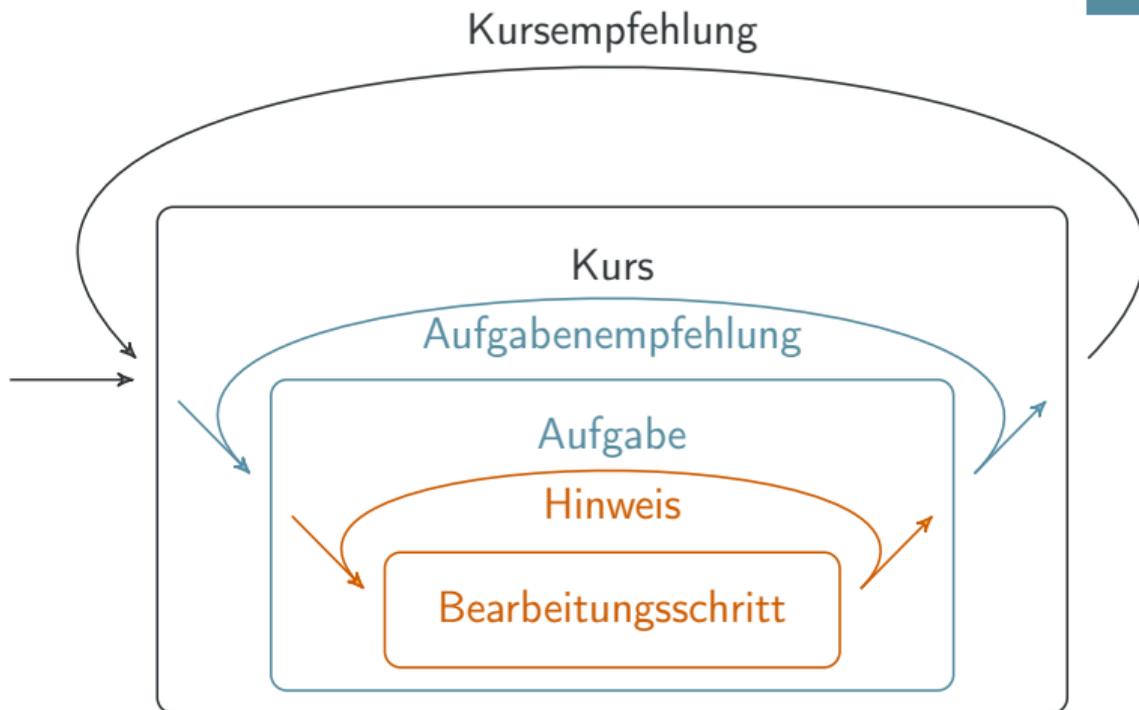




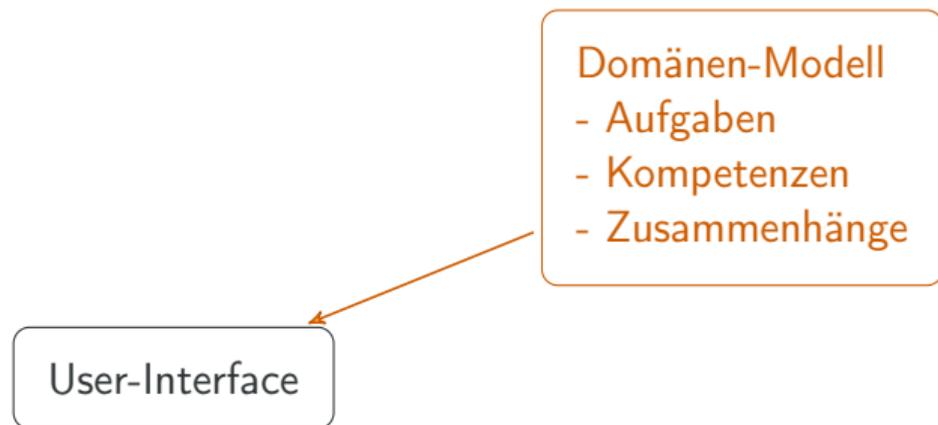


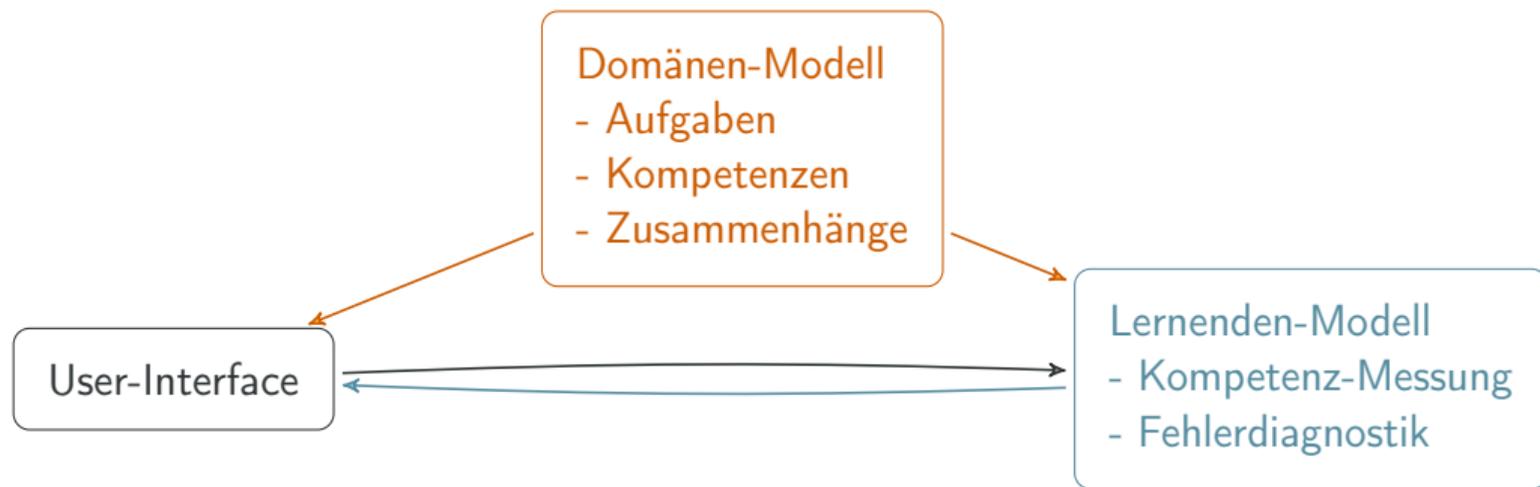


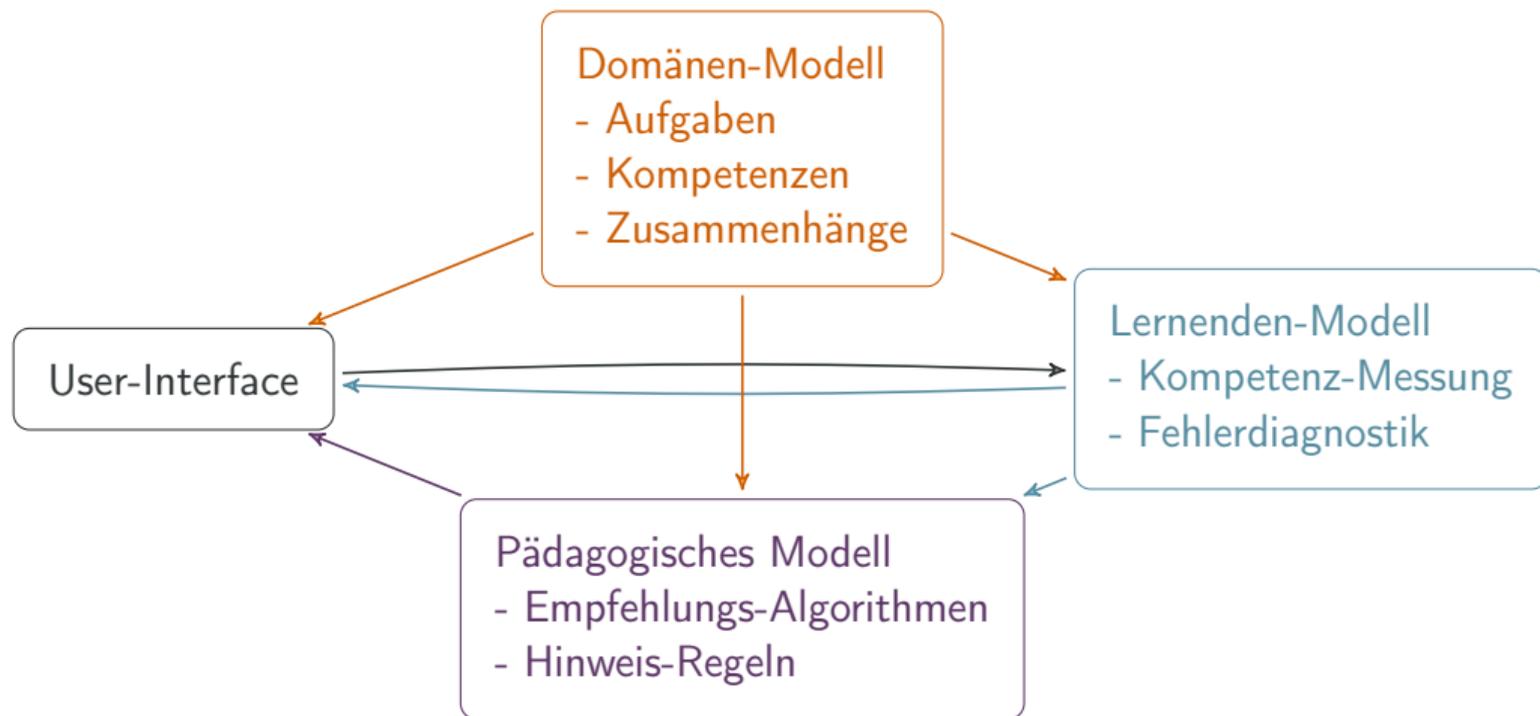




User-Interface





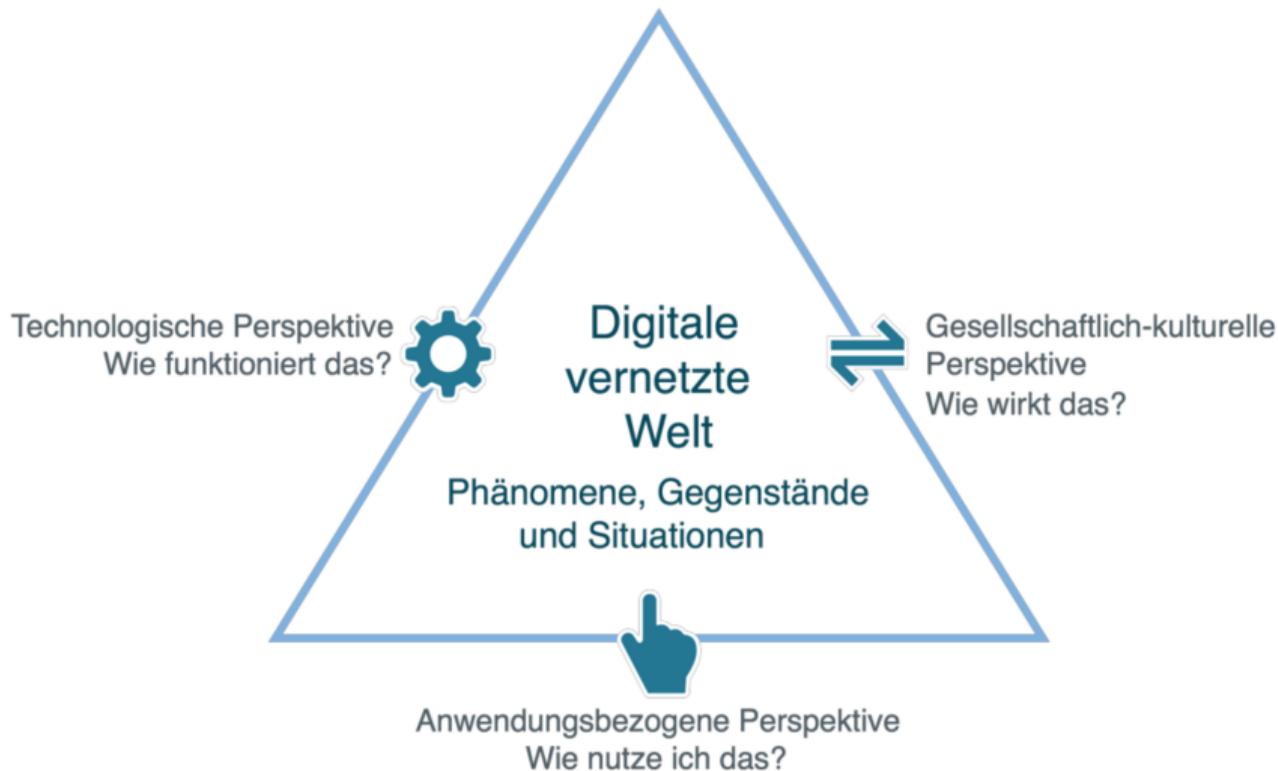


Autonomie

- ▶ Zunehmender KI-Einsatz birgt auch Autonomierisiken – für Lernende, Lehrende und Institutionen (<https://kiaubi.net/>)
 - ▶ Wettbewerbliche Abhängigkeiten
 - ▶ Daten
 - ▶ Gewohnheit/Lock-In
 - ▶ De-Skilling

- ▶ Ein technisches System ist trainiert, die Qualität von Essays zu bewerten
- ▶ Szenario A: Einsatz durch Lehrkräfte für automatische Notengebung
- ▶ Szenario B: Einsatz durch Lernende für Selbstreflexion
- ▶ Wie sind jeweils die Autonomierisiken für Lernende (und Lehrende) zu bewerten?

- ▶ Ein technisches System wertet Kamerabilder und EEG-Aufnahmen von Studierenden im Hörsaal aus, um ihren individuellen Aufmerksamkeitszustand einzuschätzen und alarmiert bei fehlender Aufmerksamkeit die Lehrkraft
- ▶ Gegenbeispiel (Dillenbourg, EPFL): Schüler*innen können in einem elektronischen Abstimmungssystem selbst freiwillig and anonym angeben, wie gut sie gerade folgen können



<https://dagstuhl.gi.de/dagstuhl-erklaerung>

- Bastani, Hamsa u. a. (2024). „Generative AI Can Harm Learning“. In: **Available at SSRN 4895486**. DOI: 10.2139/ssrn.4895486.
- Bender, Emily M. u. a. (2021). „On the Dangers of Stochastic Parrots: Can Language Models Be Too Big?“ In: **Proceedings of the 2021 ACM Conference on Fairness, Accountability, and Transparency**. FAccT '21. Virtual Event, Canada, S. 610–623. DOI: 10.1145/3442188.3445922.
- Bente, Stefan, Natasha Randall und Dennis Wäckerle (2024). „A Conceptual Framework to Transform Coding Education in Times of Generative AI“. In: **Software Engineering im Unterricht der Hochschulen 2024**. Bonn: Gesellschaft für Informatik e.V., S. 93–104. ISBN: 978-3-88579-255-0. DOI: 10.18420/seuh2024_08.
- Bloom, Benjamin S. (1984). „The 2 Sigma Problem: The Search for Methods of Group Instruction as Effective as One-to-One Tutoring“. In: **Educational Researcher** 13.6, S. 4–16. DOI: 10.3102/0013189X013006004.

- Carbonell, Jaime R. (1970). „AI in CAI: An Artificial-Intelligence Approach to Computer-Assisted Instruction“. In: **IEEE Transactions on Man-Machine Systems** 11.4, S. 190–202. DOI: [10.1109/TMMS.1970.299942](https://doi.org/10.1109/TMMS.1970.299942).
- Denning, Peter J. (2017). „Remaining Trouble Spots with Computational Thinking“. In: **Communications of the ACM** 60.6, S. 33–39. DOI: [10.1145/2998438](https://doi.org/10.1145/2998438).
- Denny, Paul, Viraj Kumar und Nasser Giacaman (2023). „Conversing with Copilot: Exploring Prompt Engineering for Solving CS1 Problems Using Natural Language“. In: **Proceedings of the 54th ACM Technical Symposium on Computer Science Education V. 1**, S. 1136–1142. DOI: [10.1145/3545945.3569823](https://doi.org/10.1145/3545945.3569823).
- Joyner, David u. a. (2024). „When Chatting Isn't Cheating: Mining and Evaluating Student Use of Chatbots and Other Resources During Open-Internet Exams“. In: **Proceedings of the 17th International Conference on Educational Data Mining**. Hrsg. von Benjamin Paaßen und Carrie Demmans Epp. Atlanta, Georgia, USA: International Educational Data Mining Society, S. 143–156. DOI: [10.5281/zenodo.12729788](https://doi.org/10.5281/zenodo.12729788).

- Lahtinen, Essi, Kirsti Ala-Mutka und Hannu-Matti Järvinen (2005). „A Study of the Difficulties of Novice Programmers“. In: **SIGCSE Bulletin** 37.3, S. 14–18. DOI: 10.1145/1151954.1067453.
- Lyon, Joseph A. und Alejandra J. Magana (2020). „Computational thinking in higher education: A review of the literature“. In: **Computer Applications in Engineering Education** 28.5, S. 1174–1189. DOI: 10.1002/cae.22295.
- McCracken, Michael u. a. (2001). „A Multi-national, Multi-institutional Study of Assessment of Programming Skills of First-year CS Students“. In: **Working Group Reports from ITiCSE on Innovation and Technology in Computer Science Education**. ITiCSE-WGR '01. Canterbury, UK: ACM, S. 125–180. DOI: 10.1145/572133.572137.
- Nwana, Hyacinth S (1990). „Intelligent tutoring systems: an overview“. In: **Artificial Intelligence Review** 4.4, S. 251–277.

- Paaßen, Benjamin und Miloš Kravčík (2021). „Teaching psychomotor skills using machine learning for error detection“. In: **Proceedings of the 1st International Workshop on Multimodal Immersive Learning Systems (MILeS 2021)** (virtual). Hrsg. von Roland Klemke, Khaleel Asyraaf Mat Sanusi u. a., S. 8–14. URL: <http://ceur-ws.org/Vol-2979/paper1.pdf>.
- Perry, Neil u. a. (2023). „Do Users Write More Insecure Code with AI Assistants?“ In: **Proceedings of the 2023 ACM SIGSAC Conference on Computer and Communications Security**, S. 2785–2799. DOI: 10.1145/3576915.3623157.
- Robins, Anthony, Janet Rountree und Nathan Rountree (2003). „Learning and Teaching Programming: A Review and Discussion“. In: **Computer Science Education** 13.2, S. 137–172. DOI: 10.1076/csed.13.2.137.14200.
- Scholl, Andreas, Daniel Schiffner und Natalie Kiesler (2024). „Analyzing Chat Protocols of Novice Programmers Solving Introductory Programming Tasks with ChatGPT“. In: **Proceedings of DELFI 2024**. Gesellschaft für Informatik e.V. DOI: 10.18420/delfi2024_05.

- Schulhoff, Sander u. a. (2024). **The Prompt Report: A Systematic Survey of Prompting Techniques**. arXiv: 2406.06608.
- Shute, Valerie J., Chen Sun und Jodi Asbell-Clarke (2017). „Demystifying computational thinking“. In: **Educational Research Review** 22, S. 142–158. DOI: 10.1016/j.edurev.2017.09.003.
- VanLehn, Kurt (2006). „The Behavior of Tutoring Systems“. In: **International Journal of Artificial Intelligence in Education** 16.3, S. 227–265. URL: <https://www.public.asu.edu/~kvanlehn/Stringent/PDF/06IJAIED.pdf>.
- Wiez, Merle, Leah Schrimpf und Nora Rohr (2024). **KI oder Kreide im Hörsaal – so digital sind Deutschlands Hochschulen**. URL: <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/So-digital-sind-Deutschlands-Hochschulen> (besucht am 21.09.2024).

- Witt, Claudia de, Florian Rampelt und Niels Pinkwart (2020). **Künstliche Intelligenz in der Hochschulbildung**. KI Campus. URL: https://ki-campus.org/sites/default/files/2020-10/Whitepaper_KI_in_der_Hochschulbildung.pdf.
- Ziegler, Albert u. a. (2024). „Measuring GitHub Copilot’s Impact on Productivity“. In: **Communications of the ACM** 67.3, S. 54–63. DOI: 10.1145/3633453.

- ▶ Kontext bereit stellen (z.B. Textentwürfe, Hintergrundinformationen, Zitate, Fakten)
 - ▶ Aufgabe in kleine Schritte zerlegen
 - ▶ Begründungen oder Schritt-für-Schritt-Vorgehen erbitten
 - ▶ Explizite Formatanweisungen oder Vorlagen geben
 - ▶ Ergebnisbeispiele geben („few shot learning“ oder „in-context learning“)
 - ▶ Wichtigste Anweisungen am Ende des Prompts wiederholen
 - ▶ ChatGPT eine Rolle zuweisen (z.B. „Du bist ein Tutor und stets professionell und hilfsbereit ...“)
 - ▶ Um Korrekturen/Reflexion bitten
- ⇒ All das ist keine exakte Wissenschaft sondern nur Erfahrungswerte! (Schulhoff u. a. 2024)