

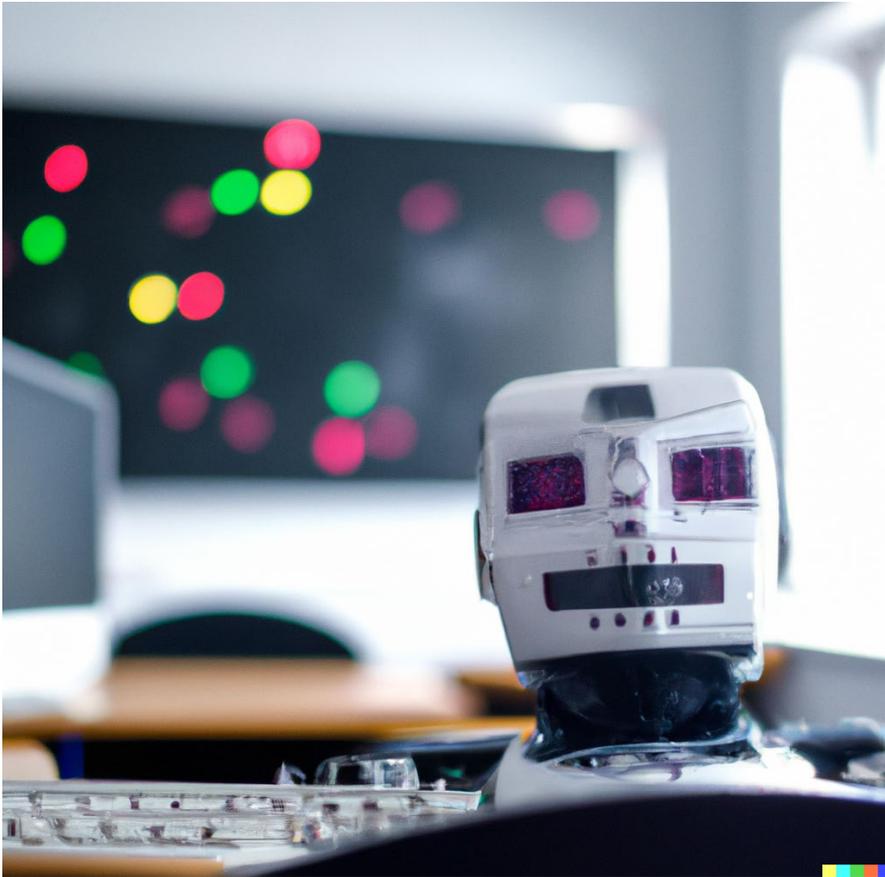


# Künstliche Intelligenz in der Hochschulbildung

Prof. Dr. Niels Pinkwart

IHF Forschungskolloquium  
7. Februar 2023

# Künstliche Intelligenz in der Bildung



## Wie können wir KI in der Bildung nutzen, um personalisiertes Lernen zu ermöglichen?

### 1. Einleitung

In unserer schnelllebigen Welt ist es wichtiger denn je, dass Bildungseinrichtungen in der Lage sind, sich den Bedürfnissen ihrer Schüler anzupassen. Dies ist jedoch eine Herausforderung, da Lehrer oft mit überfüllten Klassenzimmern und engen Budgets zu kämpfen haben. Künstliche Intelligenz (KI) bietet die Möglichkeit, diese Herausforderung zu meistern, indem sie personalisiertes Lernen ermöglicht. In diesem Blog-Artikel werden wir uns ansehen, wie KI in der Bildung eingesetzt werden kann, um personalisiertes Lernen zu ermöglichen.

### 2. KI in der Bildung – was ist das?

### 3. Nutzen von KI in der Bildung

### 4. Herausforderungen beim Einsatz von KI in der Bildung

### 5. Fazit

# KI in der Bildung – heutige Trends



Present-day education systems are still largely run on the nineteenth-century “factory model” of education: all students are forced to learn at the same speed, in the same way, at the same place, and at the same time. (...) But AI can help us lift those limitations. The perception, recognition, and recommendation abilities of AI can tailor the learning process to each student and also free up teachers for more one-on-one instruction time.

Kai-Fu Lee 2018: AI Super Powers: China, Silicon Valley, and the New Worlds Order.

In der Zukunft wird es darum gehen, die künstliche Intelligenz von Computern mit den kognitiven, sozialen und emotionalen Fähigkeiten und Werten von Menschen zu verknüpfen.

Andreas Schleicher 2020: OECD Lernkompass 2030.



Schlüsseltechnologien, aus Horizon Report 2022

# Bildung mit KI: kein neues Thema



BBN Report No. 3181

Bolt Beranek and Newman Inc.

## INTRODUCTION

If computerized instruction is ever to have a large impact on education, computer-assisted instruction (CAI) systems must have the flexibility and skill of a human teacher. In developing the SCHOLAR CAI system Carbonell (1) took a first step toward an intelligent tutorial CAI system. In SCHOLAR, knowledge was not stored as text, but in an interrelated network of facts and concepts, so that the knowledge could be used in a variety of ways. In short, the attempt was to structure information like a human knowledge, so that the program could use its knowledge as flexibly as a human tutor does.

# Bildung mit KI: kein neues Thema



WHAT ARE THE PRINCIPAL CITIES OF BRAZIL?

\*RIO AND MAYBE BUENOS AIRES OR SAN PAULO\*

RIO DE JANEIRO AND SAO PAULO ARE CORRECT. YOU MISPELLED SAO PAULO. BUENOS AIRES IS IN ARGENTINA, NOT IN BRAZIL. THE OTHER PRINCIPAL CITIES OF BRAZIL ARE BRASILIA, PORTO ALEGRE, SALVADOR, RECIFE, SANTOS, MANAOS, AND BELEM.

TRUE OR FALSE? THE LANGUAGE IN BRAZIL IS FRENCH.

\*Q/A\*

DO YOU WANT TO CHANGE THE GENERAL MODE OF THE INTERACTION TO QUESTION-ANSWERING MODE? PLEASE ANSWER Y OR N.

\*Y\*

OK, MR. JONES. LET'S GO AHEAD.

\*WHERE IS BRASILIA?\*

BRASILIA IS IN CENTRAL BRAZIL. IT IS IN THE BRAZILIAN HIGHLANDS.

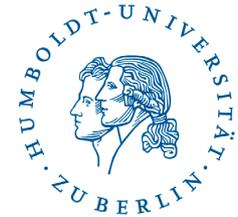
\*TELL ME MORE ABOUT THE LOCATION OF BRASILIA?\*

THE LATITUDE OF BRASILIA IS -16. THE LONGITUDE IS -48.

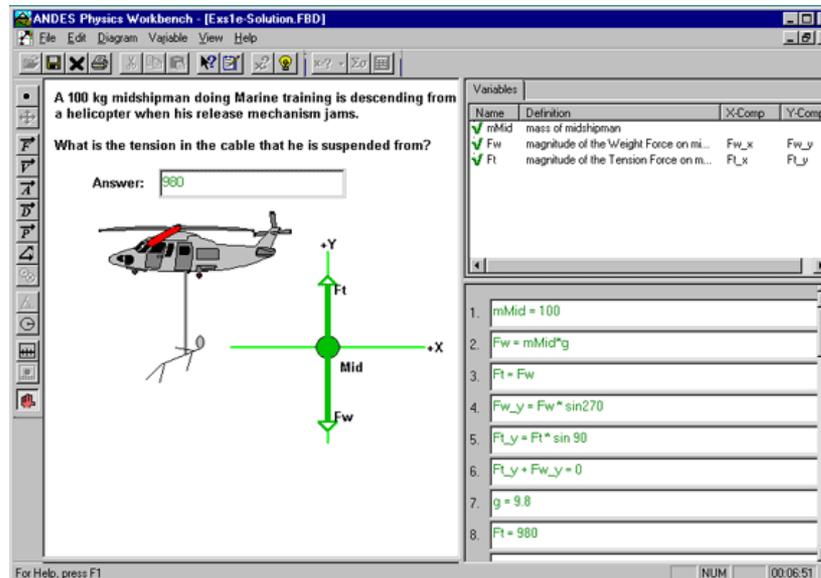
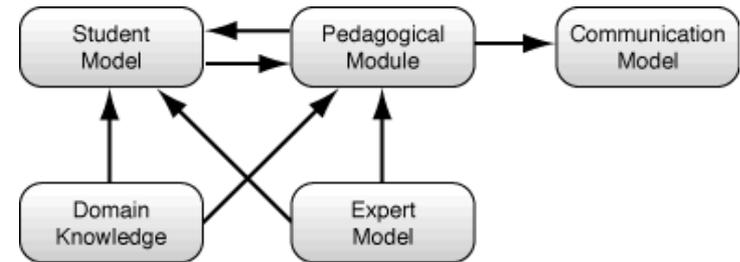
\*WHAT IS LATITUDE?\*

A LATITUDE IS AN ANGULAR DISTANCE FROM THE EQUATOR. IT CAN BE CONSIDERED A PART OF A LOCATION.

# Möglichkeiten etablierter personalisierter Lerntechnologien



Effektivität von ITS-Systemen vergleichbar zu der von menschlichen Tutoren (0,7 Standardabweichungen; VanLehn 2011; Kulik & Fletcher 2016)



VanLehn, K., Lynch, C., Schulze, K., Shapiro, J. A., Shelby, R., Taylor, L., ... & Wintersgill, M. (2005). The Andes physics tutoring system: Lessons learned. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 15(3), 147-204.

VanLehn, K. (2011). The relative effectiveness of human tutoring, intelligent tutoring systems, and other tutoring systems. *Educational Psychologist*, 46(4), 197-221.

Kulik, J. A., & Fletcher, J. D. (2016). Effectiveness of intelligent tutoring systems: a meta-analytic review. *Review of Educational Research*, 86(1), 42-78.

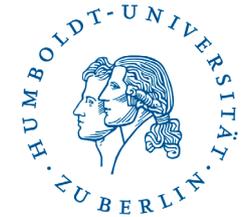
# Möglichkeiten etablierter personalisierter Lerntechnologien



## Human vs AI competition

1	2	3	4
October 2017	April 2018 CHENGDU	June 2018 SHANDONG	Aug 27– 28th, 2018 100+ Chinese cities
Squirrel AI robot outperformed human teachers by <b>9 point</b> on average	Squirrel AI robot <b>outperformed the committee members</b> of entrance examination for high school	Squirrel AI robot <b>outperformed 17 teachers</b> . One teacher taught three students during the competition	Students taught by the Yixue Squirrel AI teacher achieved <b>higher learning efficiency</b> <b>5.4</b> AI Teacher vs <b>0.7</b> Human Teacher

# Möglichkeiten etablierter personalisierter Lerntechnologien



The screenshot displays a learning interface for a math problem. At the top, a green navigation bar includes '课程' (Course), '相交线' (Intersecting Lines), and progress indicators for '先行测试' (Pre-test), '测试报告' (Test Report), and '高效学习' (Efficient Learning). The main content area shows a question: '在图中标识的角中, 下列结论正确的是 ( )' (Among the angles marked in the diagram, which conclusion is correct?). The diagram shows two lines intersected by a transversal, with angles labeled 1 through 9. Below the diagram are four multiple-choice options (A, B, C, D) regarding the number of pairs of interior angles. The interface is annotated with several blue boxes: 'Correction Rate', 'Elapsed Time' (00:02:36), 'Knowledge components covered' (当前正答率 29%, 已学知识点 27%), 'Link to resources', 'Request for video instructions', 'Request for explanations', and 'Submit student answer'. A 'Question' box points to the problem text, and an 'Explanations if requested by students' box points to the analysis section at the bottom.

[...] the rate of adoption in China is accelerating, reaching almost 2 million unique users for one product alone in the past 3 years. Given such rapid adoption in China, it is useful to examine the efficacy of adaptive learning within that country's educational system

Chinese eighth-grade students from two provinces randomly assigned to use Squirrel AI Learning showed greater gains on a mathematics test than those randomly assigned to whole-class or small-group instruction led by expert teachers

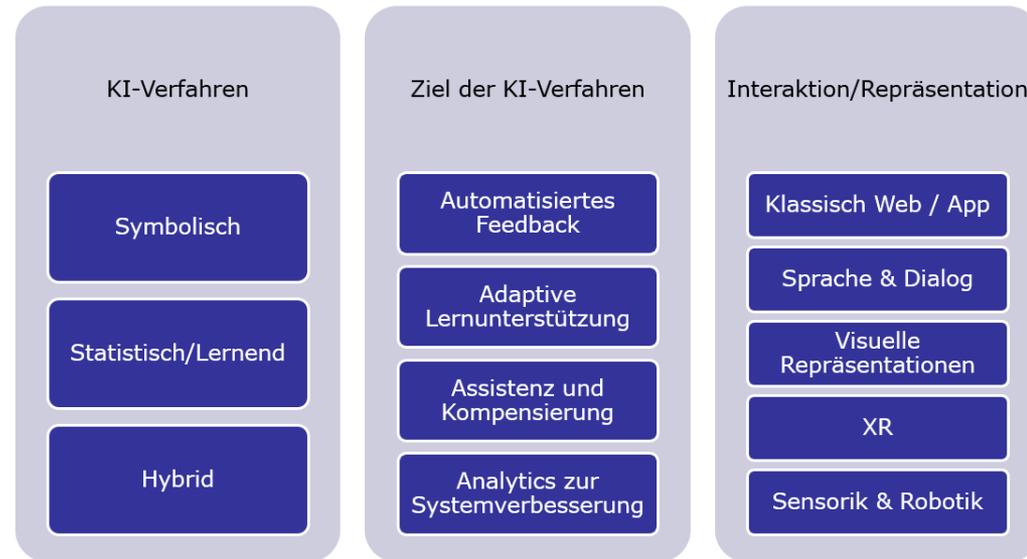
# Klassifikationsmöglichkeiten für KI-Systeme in der Bildung



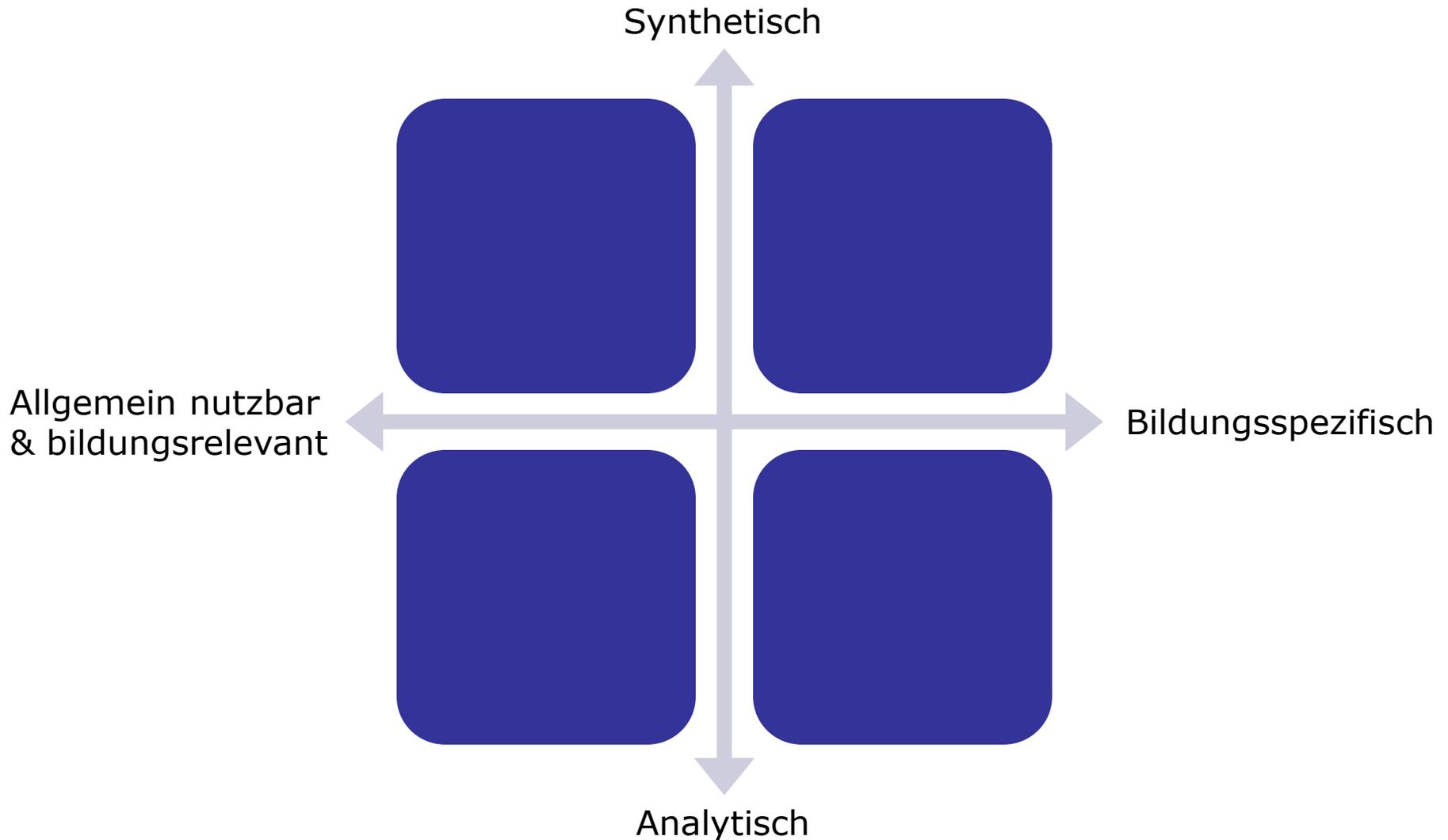
## Nutzer x Zeit

	Lernende	Lehrende	Organisation
Mikro	Adaptive Trainingssoftware	Informationen über Schwierigkeiten des Kurses mit einer Aufgabe	Dynamische Bereitstellung von Ressourcen, z.B. Lerninhalte oder Server
Meso	Monitoring des eigenen Lernerfolgs über einen Kurs	Analyse von Gruppenlernprozessen	Unterstützung bei der zeitlichen Planung des Bildungsangebots
Makro	Langfristige ePortfolios, Passung zu Jobprofilen	Weiterentwicklung als Lehrkraft, Erkenntnisse zu Erfolgsfaktoren	Qualitätsmonitoring und Revision von Bildungsangeboten

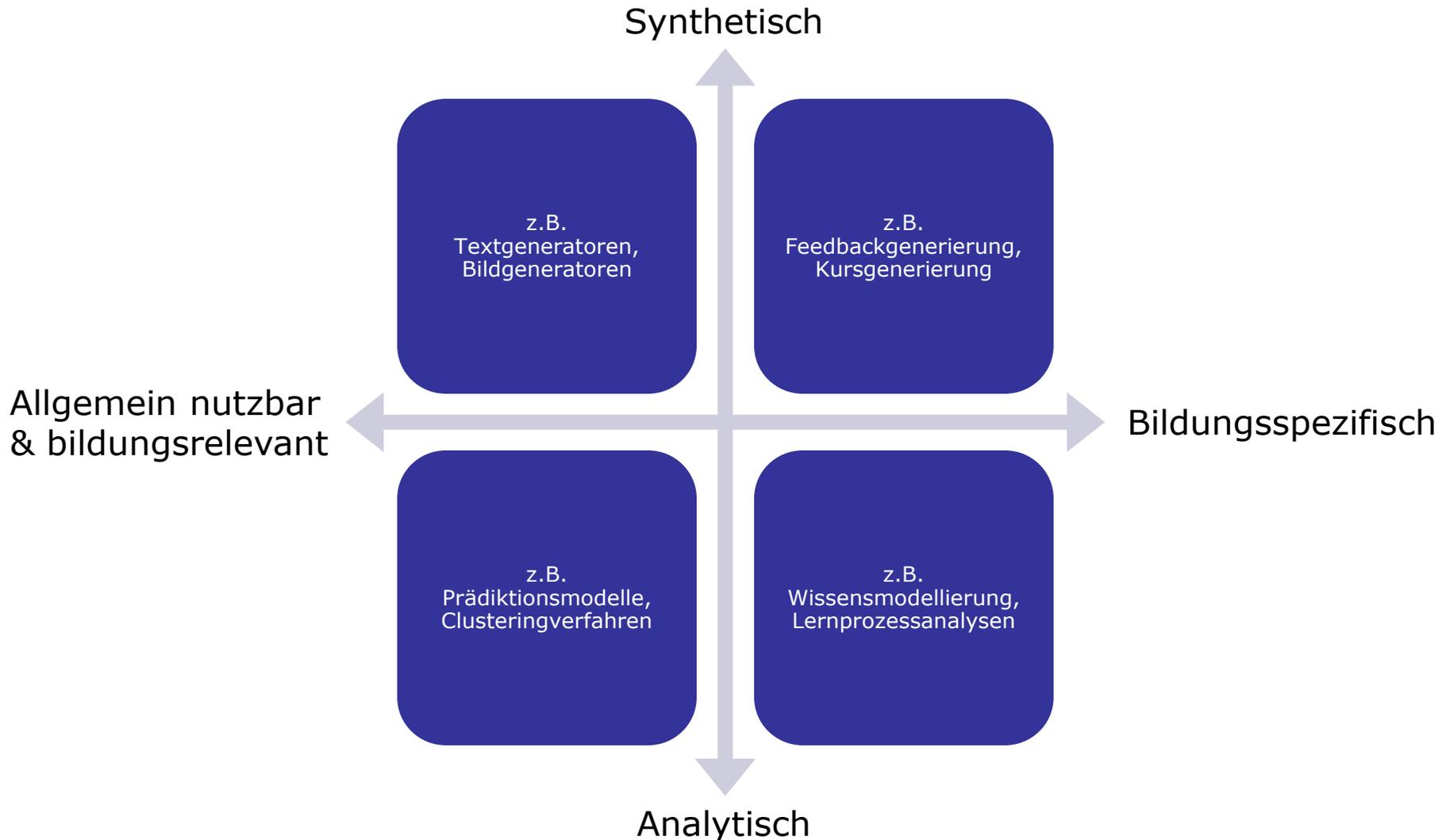
## Interaktion mit Technologie



# Klassifikationsmöglichkeiten nach Spezifität und Funktion



# Klassifikationsmöglichkeiten nach Spezifität und Funktion



# Beispiel 1: Textanalyse in AI.EDU Lab



- Automatische Bewertung von Lernerlösungen
  - Historische Daten
  - Maschinelle Lernverfahren, z.B. Naïve Bayes mit drei Klassen
- Eigenschaften
  - I. Auto-Grading
  - II. Rückmeldungen zur Einreichung
  - III. Empfehlungen
- Empfehlungen
  - Positive und negative Konzepte
  - Vertiefungen zu positiven Konzepten
  - Material zur Reflexion/Korrektur der Fehlvorstellungen

**Aufgabenstellung:** Definieren Sie mit wenigen Worten den Begriff *Mediatisierung*.

Antwort bitte hier eingeben:

Mediatisierung beschreibt die Auswirkung sich wandelnder medialer Kommunikation durch technischen Fortschritt auf Mensch, Gesellschaft und Kultur. Steinmaurer beschreibt die Stufen der Mediatisierung mit der Erfindung des Buchdrucks, der Telegrafie, von Telefonie, PC und Internet und der mobilen Sender und Empfänger. Aktuell ist Mediatisierung demnach die Analysekatgorie, um Auswirkungen in der Digitalisierung auf Mensch, Kultur und Gesellschaft zu beschreiben.

Test Answer

Submit and Auto-Grade

Bewertung: 0,5

Gut! 😊 Bitte trotzdem die Empfehlung anschauen.

Recommendation

See Perfect Answer

Mediatisierung beschreibt die Auswirkung sich wandelnder medialer Kommunikation durch technischen Fortschritt auf Mensch, Gesellschaft und Kultur. Steinmaurer beschreibt die Stufen der Mediatisierung mit der Erfindung des Buchdrucks, der Telegrafie, von Telefonie, PC und Internet und der mobilen Sender und Empfänger. Aktuell ist Mediatisierung demnach die Analysekatgorie, um Auswirkungen in der Digitalisierung auf Mensch, Kultur und Gesellschaft zu beschreiben.

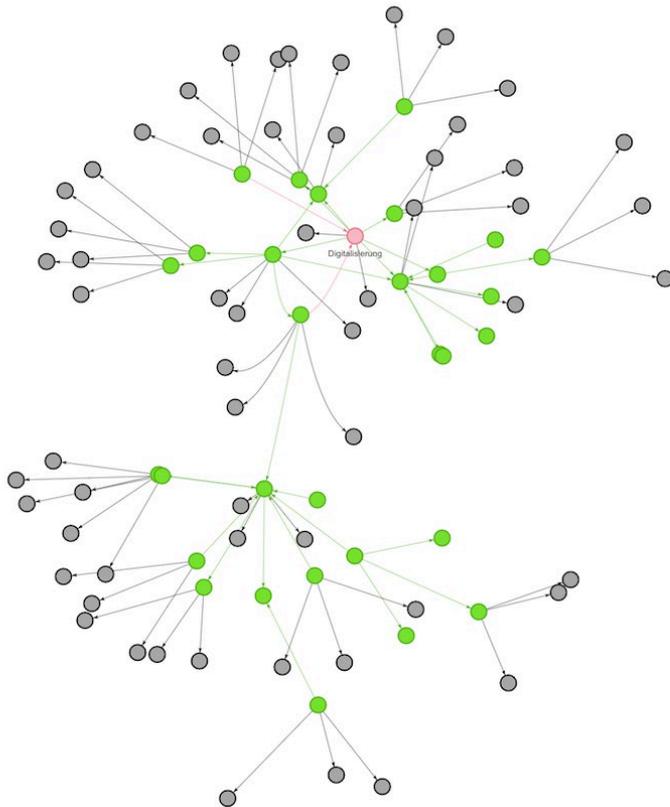
**Musterlösung:** Mediatisierung zielt auf die wechselseitige Beeinflussung von Medien, Kultur und Gesellschaft (Mesoebene): Medien sind „überall“ und durchdringen alle soziale Sphären, wie z. B. die Politik, die Religion, aber auch die Bildung.

# Beispiel 1: Textanalyse in AI.EDU Lab

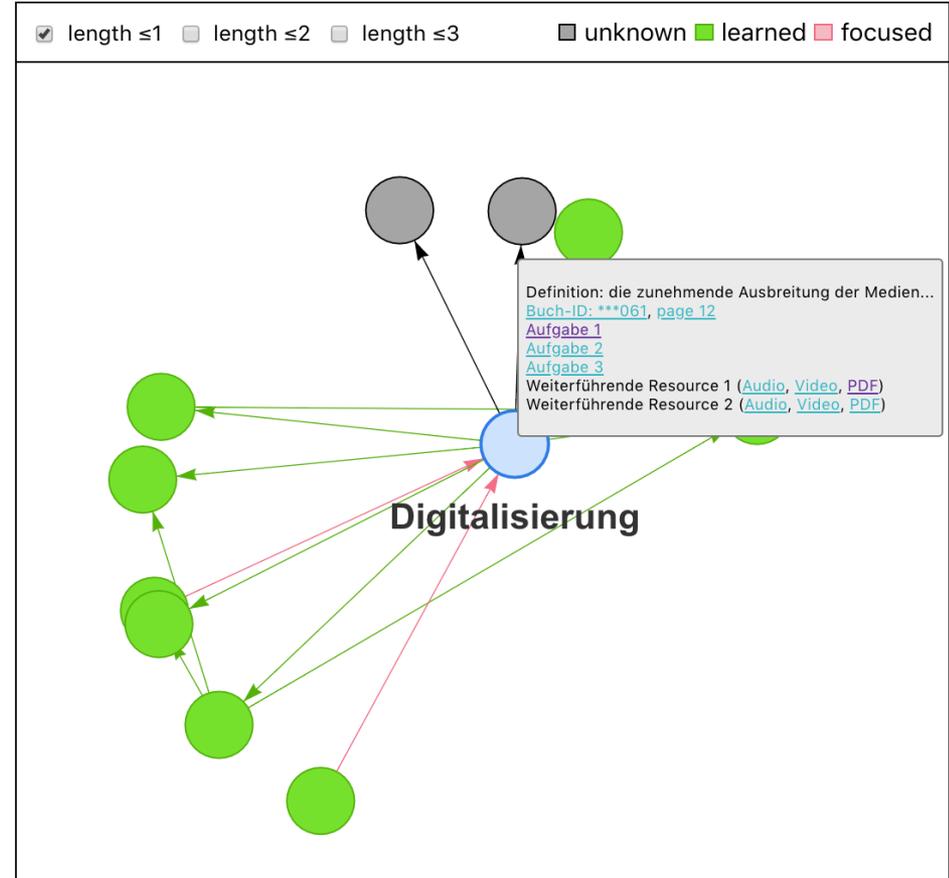


Gut gewählte Begriffe sind grün markiert. Irrelevante Konzepte sind rot markiert. Auf die farbigen Begriffe klicken, um mehr Informationen zu erhalten.

unknown 
  learned 
  focused



length ≤1 
  length ≤2 
  length ≤3 
  unknown 
  learned 
  focused



# Beispiel 2: Bewegungsanalysen in MILKI-PSY

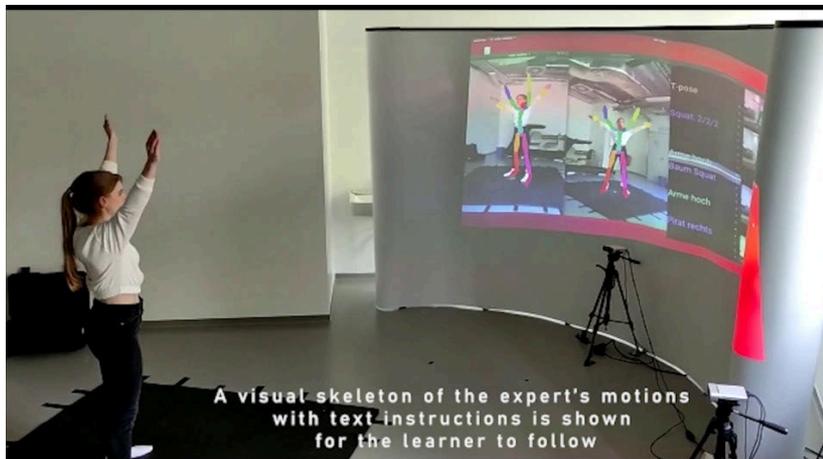


## Multimodal immersive learning with AI for psychomotor skills



### Ziele:

- ML für Leistungsanalyse und Fehlerklassifikation, adaptives Feedback
- Anwendungsszenarien: Sport/Tanz, Mensch-Roboter-Kooperation

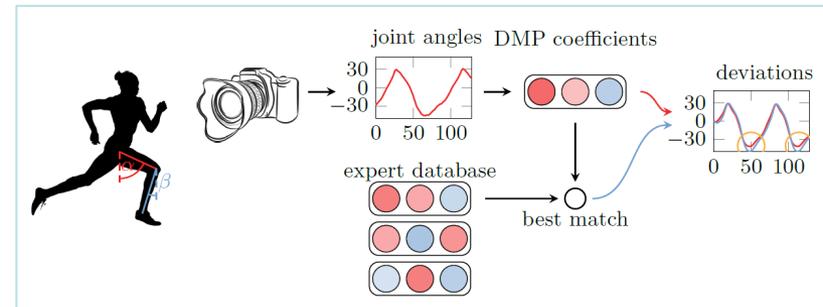


# Beispiel 2: Bewegungsanalysen in MILKI-PSY



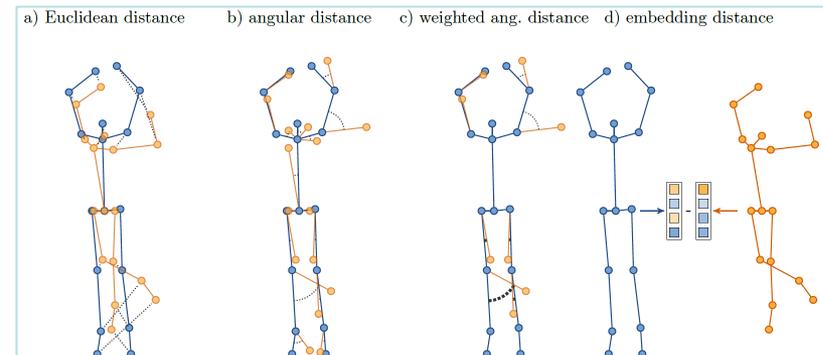
## Fehlererkennung beim Laufen:

- Pipeline für sehr schnelles Feedback
- Vergleich mit dem am besten passenden Experten; Hervorhebung von Abweichungen über Schwellenwerten



## Keypose-Erkennung:

- Vergleich unterschiedlicher Distanzmaße
- Vergleich unterschiedlicher maschineller Lernverfahren



Paaßen, B. & Kravcik, M. (2021). Teaching psychomotor skills using machine learning for error detection. In *Proceedings of the 1<sup>st</sup> International Workshop on Multimodal Immersive Learning Systems (MILeS)*.

Paaßen, B. et al. (2022). Few-shot keypose detection for learning of psychomotor skills. In *Proceedings of the 2<sup>nd</sup> International Workshop on Multimodal Immersive Learning Systems (MILeS)*.

# Beispiel 3: Lernerdatenanalyse und Tutorsynthese in SciOI



Basis: Intelligentes Tutoriensystem „Betty's Brain“

The screenshot shows the Betty's Brain tutoring system interface. On the left, there are two user avatars: Betty (a woman with brown hair) and Mr. Davis (a man with a beard). Below each avatar is a 'Start Conversation' button. The main area displays a 'Causal Map' with the following diagram:

```
graph TD; A[cold temperatures] -->|lead to (+)| B[heat loss]; B -->|lowers (-)| C[body temperature]; C -->|reduces (-)| D[cold detection];
```

The interface also includes a 'Conversation History' section and a chat window. The chat window shows a conversation from Sunday, June 17 at 07:53 PM:

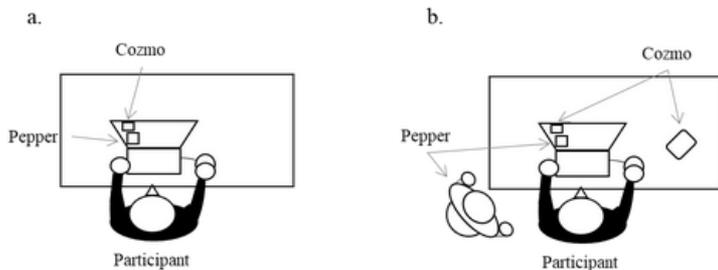
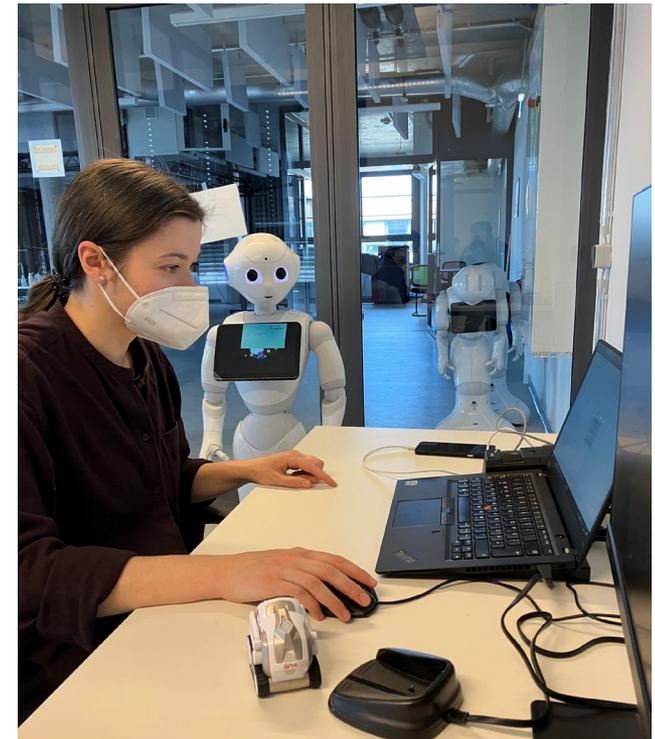
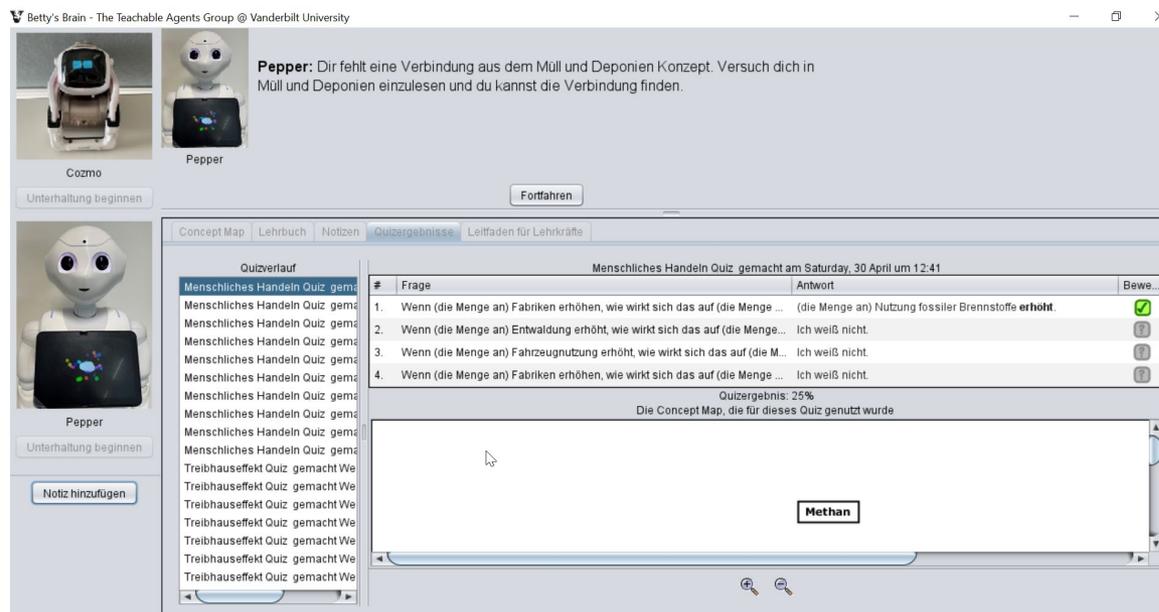
Betty (07:53 PM): Hey, what's up?

User (07:53 PM): I need you to go take a quiz now, please.

# Beispiel 3: Lernerdatenanalyse und Tutorsynthese in SciOI



Zwei Bedingungen in modifizierter „Betty’s Brain“ Version:



# Beispiel 3: Lernerdatenanalyse und Tutorsynthese in SciOI

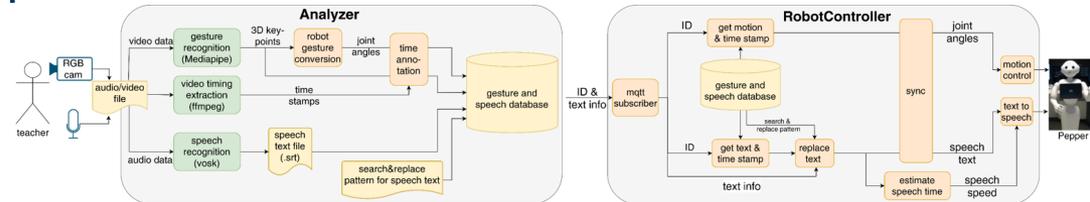


Pepper:

- Stimme und Gestik modelliert menschliche Lehrpersonen
- Blickkontakt

Cozmo:

- Blick in Richtung Nutzer
- Ruhig & ohne Bewegungen (mit Ausnahme weniger Zufalls-Augenbewegungen)



Ergebnis der Studie:

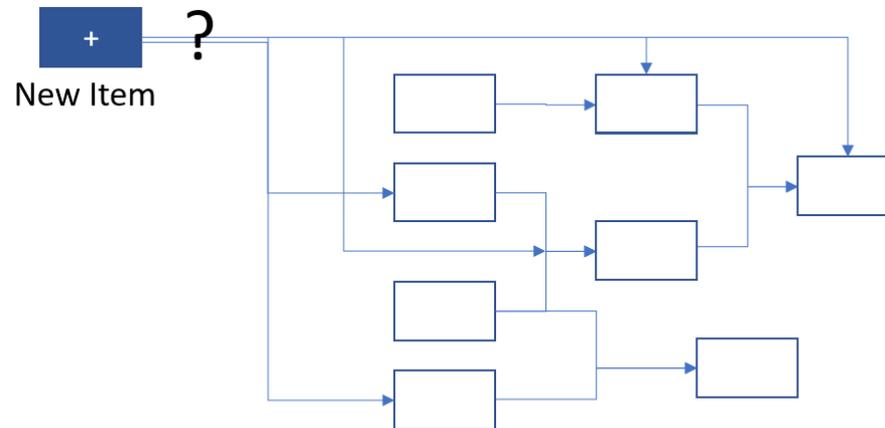
- Die Schüler in der Roboterbedingung empfanden Cozmo(!) als kontaktfreudiger/geselliger als die Schüler in der Kontrollbedingung
- Roboterbedingung: Höhere Zuschreibung themenbezogener Nutzen und Bedeutung



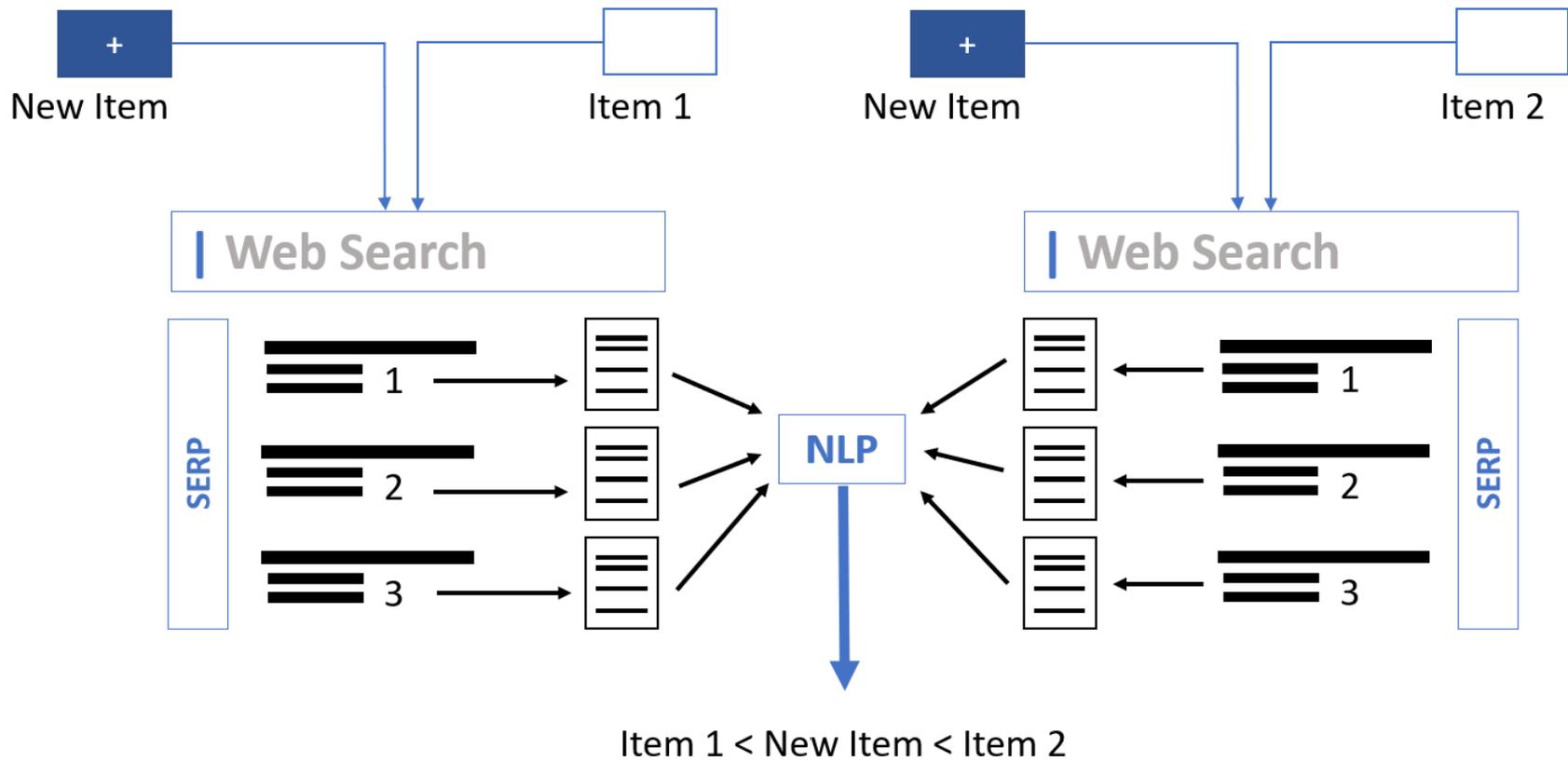
# Beispiel 4: Kursgenerierung



Positionierung von neuen Elementen in Kursen?



# Beispiel 4: Kursgenerierung

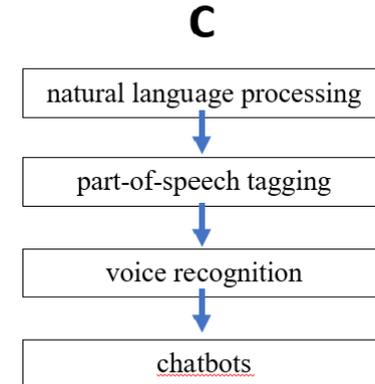


# Beispiel 4: Kursgenerierung



	Expert 1	Expert 2	Expert 3	Expert 4
Expert 1	-	.60	.65	.80
Expert 2	-	-	.65	.65
Expert 3	-	-	-	.75
Expert 4	-	-	-	-

Approach	E1	E2	E3	E4	A	B	C
6) FRE	.35	.50	.55	.50	No	No	No
7) RIX	.50	.50	.50	.45	No	Yes	No
<b>8) GFI</b>	<b>.55</b>	<b>.65</b>	<b>.60</b>	<b>.60</b>	<b>Yes</b>	<b>Yes</b>	<b>Yes</b>
9) TTR	.45	.40	.40	.40	No	No	No
10) <u>NoW</u>	.50	.50	.50	.50	No	No	No



S. Rüdian and N. Pinkwart: Finding the optimal topic sequence for online courses using SERPs as a Proxy  
International Conference on Educational Data Mining (EDM21), 2021

# Beispiel 5: Synthese von (virtuellen) Lehrpersonen



Photo und Audiorealistische\*r Volumetrische\*r Mixed Reality Professor\*in für omnipräsente und nutzeroptimierte Lehre

## Projektziele:

- Entwicklung eines immersiven und interaktiven Lehr- und Lernmediums
- Gestaltung der Technik entsprechend der Nutzungsmotive, Erwartungen und Bedürfnisse der Nutzer\*innen
- Erzeugung und Skript-gesteuerte Animation von hochwertigen volumetrischen Abbildern der Lehrenden
- KI-gesteuerte und kontextbezogene Interaktivität mit Lehrenden



VoluProf

# Beispiel 5: Synthese von (virtuellen) Lehrpersonen



- Volumetrisches Abbild
- Animation (Gestik/Mimik/Bewegung)
- Sprachsynthese (Text To Speech) und Textsynthese (Speech To Text)
- Dialogsynthese, u.a. Question Answering System zur Erzeugung von Antworten aus Skripten und integrierte Quizfragen



# KI in der Bildung: Perspektiven



Diskussion in neun Thesen:

1. Neue Unterstützungstechniken werden durch technischen Fortschritt möglich
2. KI-Funktionen können deutlich weiter als bisher in bestehende Trainingssysteme integriert werden
3. Bedarf nach Evaluationsstudien im Praxiskontext
4. Für inklusive Bildung bietet Analytics Chancen und birgt Risiken
5. Hybride Mensch-KI-Systeme unter Einbezug von Analytics gewinnen in Bildungskontexten an Bedeutung
6. Es besteht Potenzial beim Einsatz von KI in der Bildung auf Makroebene
7. Ethik spielt eine wesentliche Rolle beim Einsatz von KI in der Bildung
8. Es besteht Bedarf an Untersuchungen zu Verfahren der co-kreativen Einführung von KI-gestützten Bildungstechnologien
9. Personalqualifikation ist essentiell: KI und Data Science sind als Inhalt von Aus- und Weiterbildungen relevant

# Fazit



- Künstliche Intelligenz: wichtiges Thema im Kontext von Digitalisierung in der Bildung
- Analytische und synthetische Ansätze für Bildungstechnologien: in der Praxis oft im Mix
- Forschungsdesiderate insbesondere zur didaktischen Nutzarmachung synthetisch/generischer KI-Verfahren

