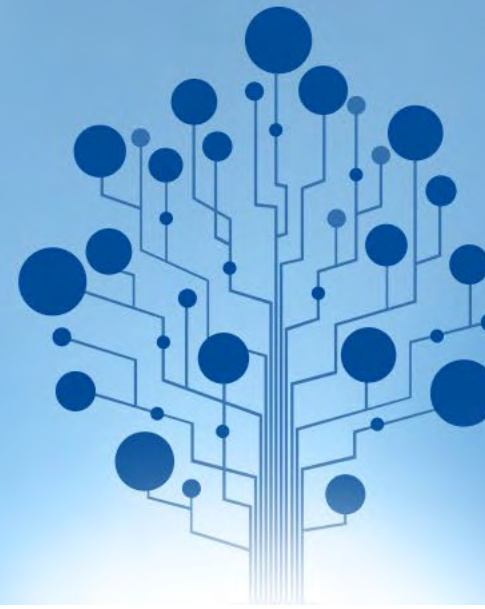




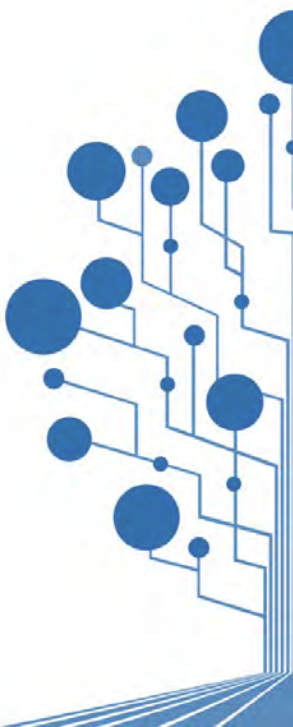
Der rasende KI-Zug und die menschliche Bildung

Prof. Dr. Marcus Specht,
DIE-Forum Weiterbildung 2025, 1.12.2025
Fernuniversität in Hagen, TU Delft



1. **Learning Analytics and Artificial Intelligence for Education**
2. **Digital Literacy and Future Competences**
3. **Augmented, Virtual and Mixed Reality for Education**
4. **Educational Innovation, Leadership and Professionalisation**

<https://www.educationandlearning.nl/home>



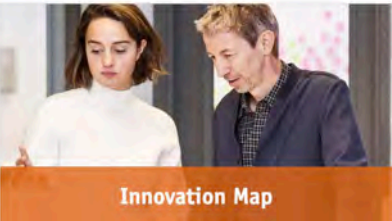
Part of the 4TU.Federation

4TU. Centre for Engineering Education

Home About Innovation Map News Events Publications Contact



Innovating engineering education for tomorrow's engineer



Innovation Map

Visit the Innovation Map and find information on the education innovation projects at the 4TU



Save the date: PRACTESE Symposium

PRACTESE Session KU Leuven December

THEMES

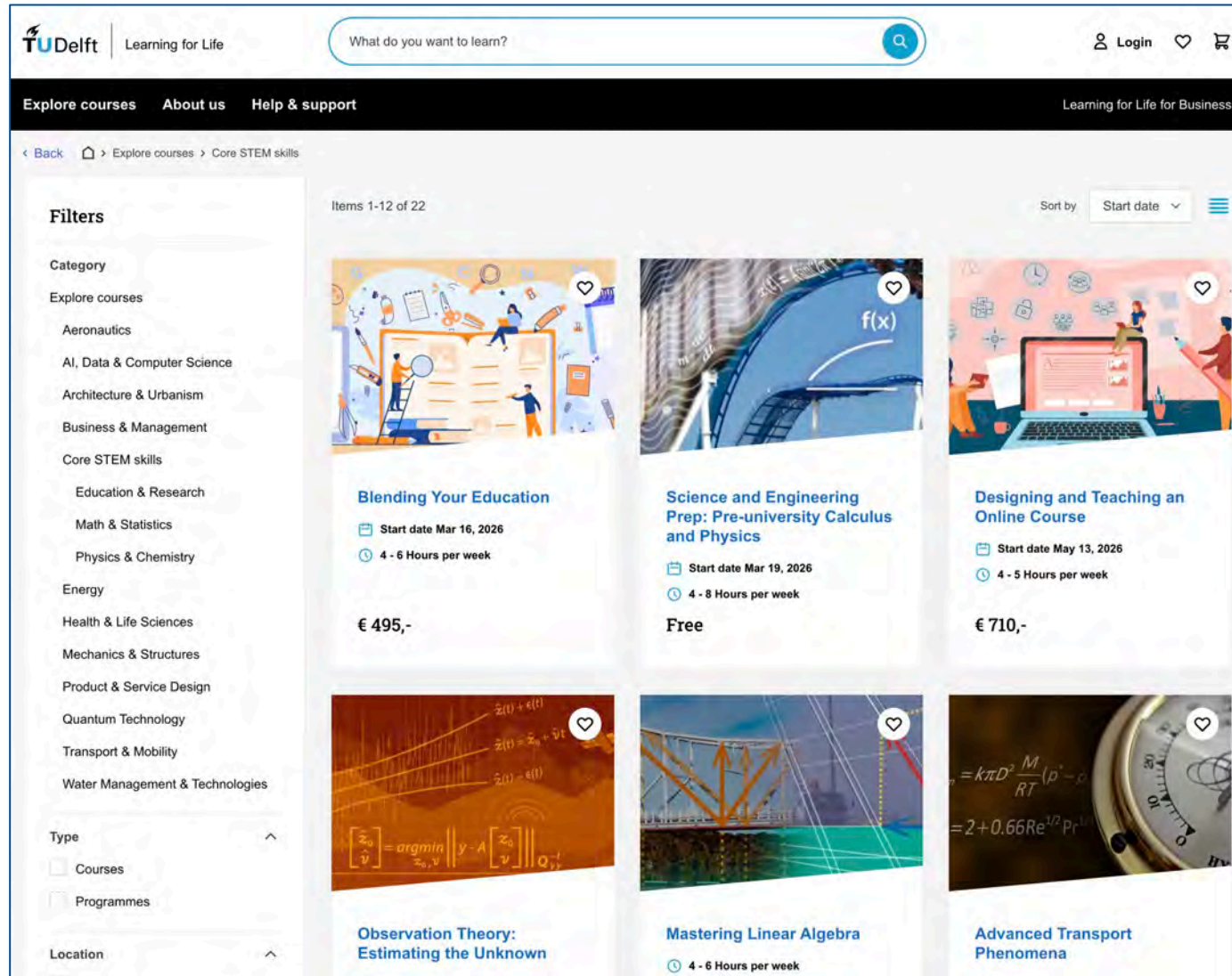
- ☐ Interdisciplinary education 
- ☐ ICT enhanced engineering education 
- ☐ Dealing with diversity 
- ☐ Teaching Excellence 
- ☐ Ethical and responsible engineering education 
- ☐ Entrepreneurial Learning 
- ☐ Challenge based learning 
- ☐ Digital Literacy 
- ☐ Learning Analytics 
- ☐ Sustainability and responsible engineering education 

PROJECT TYPE

- ☐ Evidence Based
- ☐ Article (research paper)
- ☐ Workshop
- ☐ Tool
- ☐ Including practical outcome
- ☐ Informative without practical outcome

<https://www.4tu.nl/cee/>





TU Delft Learning for Life

What do you want to learn?

Explore courses About us Help & support

Learning for Life for Business

Back Home Explore courses > Core STEM skills

Filters

Category

Explore courses

- Aeronautics
- AI, Data & Computer Science
- Architecture & Urbanism
- Business & Management
- Core STEM skills
- Education & Research
- Math & Statistics
- Physics & Chemistry
- Energy
- Health & Life Sciences
- Mechanics & Structures
- Product & Service Design
- Quantum Technology
- Transport & Mobility
- Water Management & Technologies

Type

- ☐ Courses
- ☐ Programmes

Location

Items 1-12 of 22

Sort by Start date



Blending Your Education

Start date Mar 16, 2026

4 - 6 Hours per week

€ 495,-



Science and Engineering Prep: Pre-university Calculus and Physics

Start date Mar 19, 2026

4 - 8 Hours per week

Free

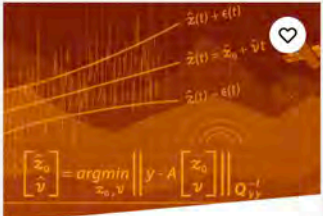


Designing and Teaching an Online Course

Start date May 13, 2026

4 - 5 Hours per week

€ 710,-



Observation Theory: Estimating the Unknown

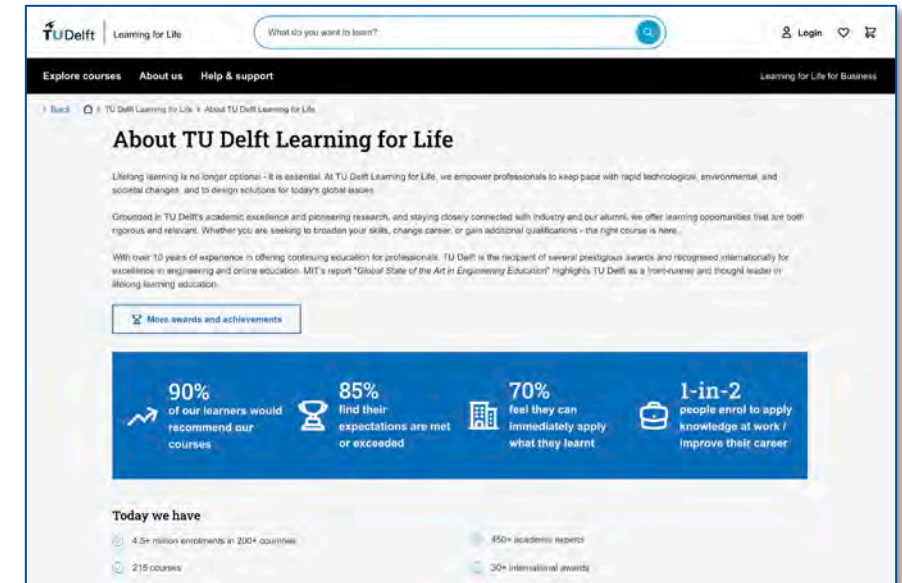


Mastering Linear Algebra

4 - 6 Hours per week



Advanced Transport Phenomena



TU Delft Learning for Life

What do you want to learn?

Explore courses About us Help & support

Learning for Life for Business

Back Home TU Delft Learning for Life > About TU Delft Learning for Life

About TU Delft Learning for Life

Lifelong learning is no longer optional - it is essential. At TU Delft Learning for Life, we empower professionals to keep pace with rapid technological, environmental, and societal changes, and to design solutions for today's global issues.

Grounded in TU Delft's academic excellence and pioneering research, and staying closely connected with industry and our alumni, we offer learning opportunities that are both rigorous and relevant. Whether you are seeking to broaden your skills, change career, or gain additional qualifications - the right course is here.

With over 10 years of experience in offering continuing education for professionals, TU Delft is the recipient of several prestigious awards and recognised internationally for excellence in engineering and online education. MIT's report "Global State of the Art in Engineering Education" highlights TU Delft as a front-runner and thought leader in lifelong learning education.

[More awards and achievements](#)

90% of our learners would recommend our courses

85% find their expectations are met or exceeded

70% feel they can immediately apply what they learnt

1-in-2 people enrol to apply knowledge at work / improve their career

Today we have

- 4.5+ million enrolments in 200+ countries
- 450+ academic reports
- 215 courses
- 30+ international awards

<https://learningforlife.tudelft.nl/>

50
JAHRE


FernUniversität in Hagen

CATALPA
Center of Advanced Technology for Assisted Learning and Predictive Analytics

ABOUT CATALPA
RESEARCH
NEWS

FernUni / English / Research / Research Clusters / CATALPA / About CATALPA

Structure and Organization
Committees and Members
CATALPA Graduate School
Cooperation and Networks
Diversity
Contact

About CATALPA

Research for the higher education of the future



CATALPA
Wurzeln für die Hochschulbildung der Zukunft

Catalpa image video with English subtitles

How can we ideally support students and, at the same time, reduce the burdens on teaching staff? And what kind of contributions can we expect from AI and adaptive learning technologies?

DEUTSCH



Prof. Dr. Dr. Friedrich W. Hesse
Wissenschaftlicher Direktor



Prof. Dr. Torsten Zesch
• Computerlinguistik



Jun.-Prof. Dr. Ioana Jivet
• Learning Analytics



Prof. Dr. Marcus Specht
• Learning Sciences



Prof. Dr. Thomas Ludwig
• Intelligente und Interaktive Systeme (ab April 26)



PD Dr. Laura Froehlich
• Sozialpsychologie (Stereotype Threat)





Die Wurzeln: Was bedeutet menschliches Lernen ?

Disclaimer !
Warnhinweis !



Menschliches Lernen ist ein Prozess, bei dem sich durch ***Erfahrung, Beobachtung oder gezielte Anleitung*** - einschließlich Übung und Reflexion - relativ ***dauerhafte Veränderungen im Wissen, in den Fertigkeiten, Einstellungen oder Verhaltensweisen*** einer Person einstellen.



Was wäre ohne menschliches Lernvermögen ?



Ebene	Konsequenzen ohne Lernfähigkeit
Biologische Entwicklung	- Keine Anpassung an Umweltreize: Reflexe wären angeboren, aber sie könnten sich nicht verfeinern.- Gehirnplastizität wäre praktisch null → Sensorik bliebe grob, Motorik unkoordiniert.- Hohe Sterblichkeit: Gefahren würden nicht erkannt oder gemieden.
Kindliche Entwicklung	- Sprache könnte nicht erworben werden ; allenfalls angeborene Lautmuster.- Keine Objekt- oder Personenerkennung über's Reflexhafte hinaus.- Fehlende Bindungs- und Spielentwicklung → extreme Abhängigkeit von starren Pflege-Routinen.
Alltagshandeln	- Werkzeug-Nutzen unmöglich : Messer oder Feuer wären nutzlos, weil ihre Funktionsweise nicht begriffen würde.- Keine Erinnerung an Ursache-Wirkung-Beziehungen (Stolpern → Schmerz), also ständige Wiederholung derselben Fehler.
Soziale Strukturen	- Kultur, Tradition, Moral beruhen auf überliefertem Wissen → alles fiel weg.- Kooperation wäre höchstens instinkt-basiert (z. B. Gruppenschutz).- Rollenverteilung, Arbeitsteilung, Erziehung: nicht realisierbar.
Technologische & wirtschaftliche Entwicklung	- Keine Innovation, da erfahrungsbasiertes Verbessern fehlt. - Landwirtschaft könnte nicht entstehen → Jäger-Sammeln ohne Lernkurve reicht kaum für stabile Ernährung.- Handel, Schrift, Wissenschaft wären undenkbar.
Gesellschaft & Kultur	- Kein kumulatives Wissen → Geschichtslosigkeit.- Kunst, Musik, Religion basieren auf Symbollernen → nicht möglich. - Werte und Normen könnten nicht internalisiert werden.
Sprache & Denken	- Sprache ist ein lernintensives System; ohne sie gäbe es kaum abstraktes Denken.- Innere Dialoge, Planen, Problemlösen wären stark eingeschränkt.
Evolutionäre Perspektive	- Lernfähigkeit ist ein Schlüsselvorteil komplexer Spezies.- Homo sapiens hätte sich vermutlich nie durchgesetzt – Lernunfähigkeit hätte den Selektionsdruck auf flexible Intelligenz zunichtegemacht.



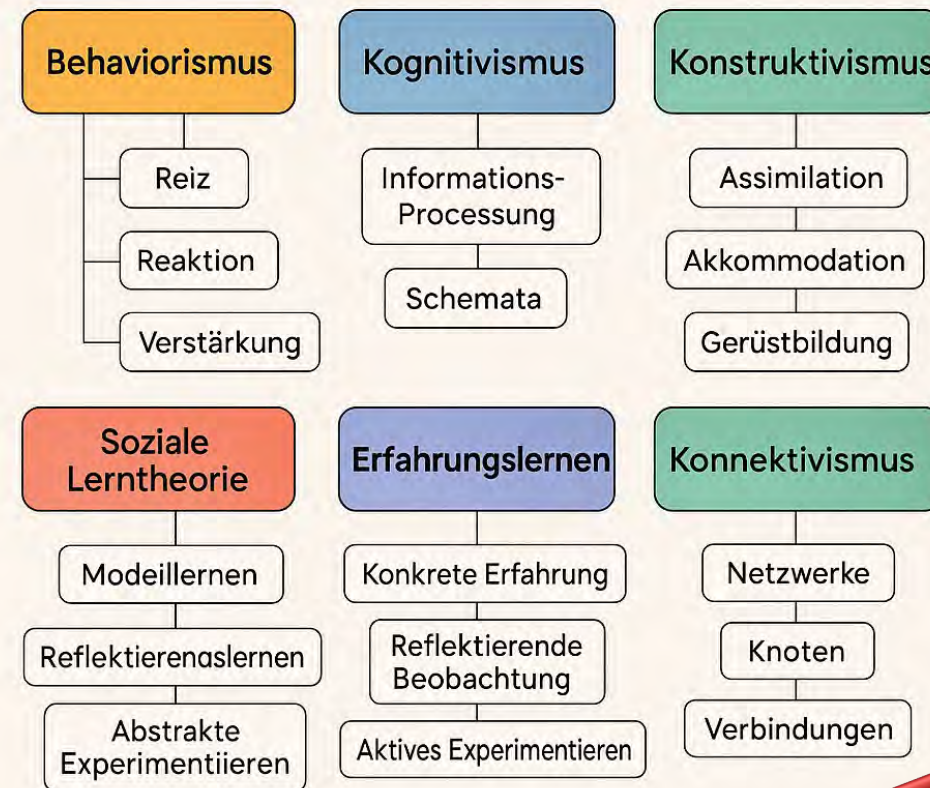
Das Konzept: Wie können wir menschliches Lernen verstehen ?



Wie wird Lernen erklärt und wie werden die Mechanismen beschrieben?

- Lerntheorien, formulieren die Konzepte und lassen sich in Gruppen strukturieren
- Wissen, Fertigkeiten, und Einstellungen entwickeln sich durch externe Reize, Feedbackschleifen, Verstärkung, Modelle, Übung, Reflektion, ...
- Neuere Theorien betonen auch die sozialen Netzwerke in denen Wissen verteilt ist und auf die wir zugreifen
- KI wird in diesen Netzwerken und Prozessen zunehmend ein wichtiger Bestandteil, wir nutzen Ressourcen in unserem Netzwerk und verbinden Knoten, Agenten, Datenbanken, ...

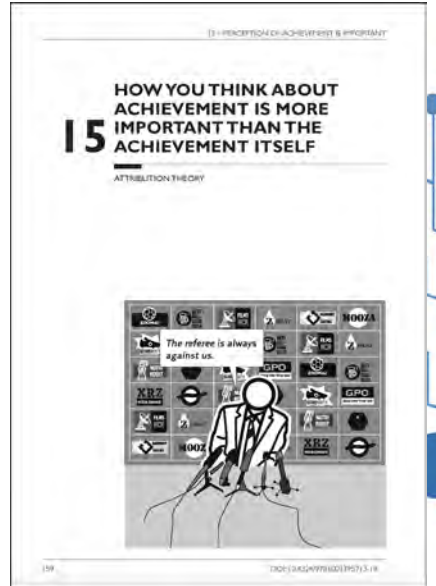
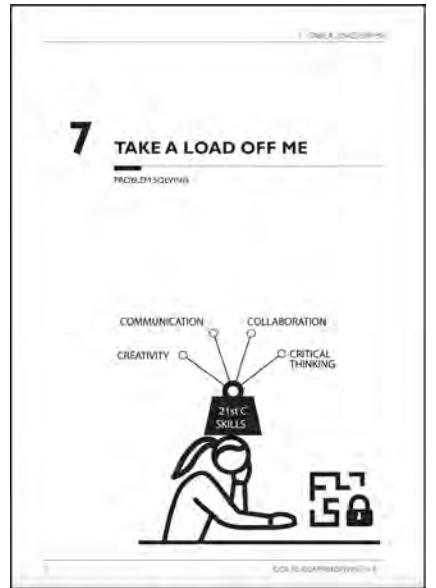
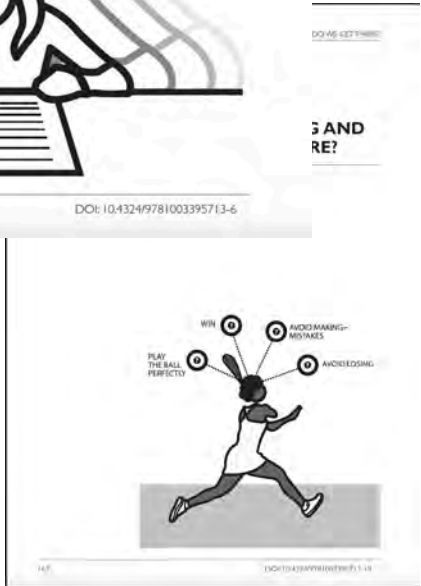
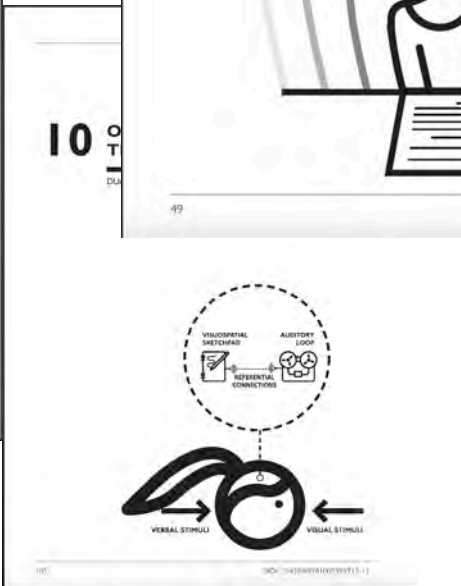
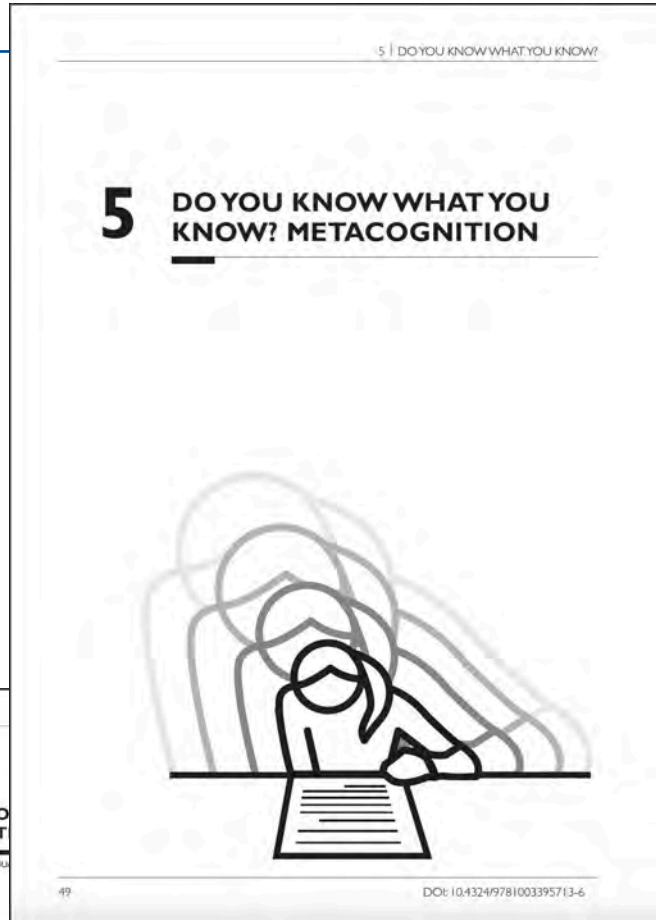
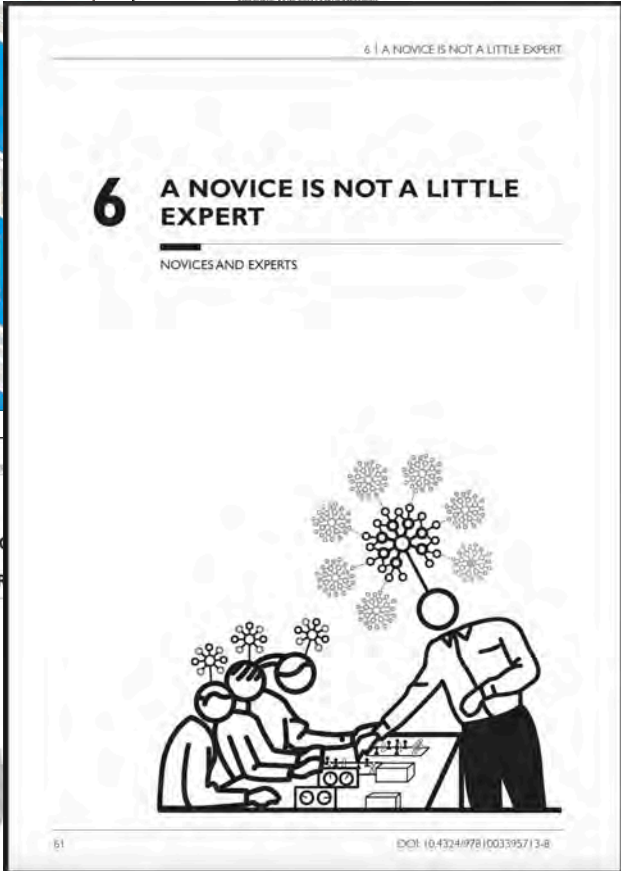
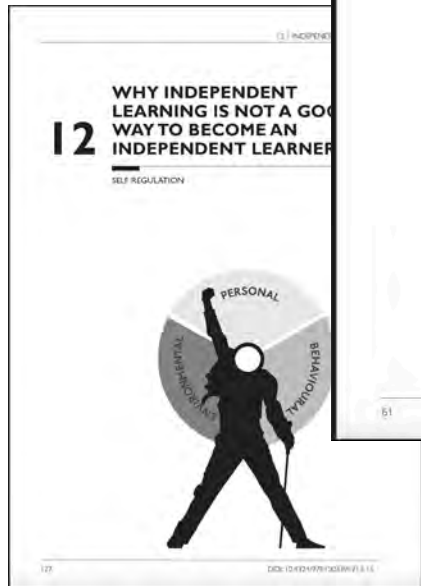
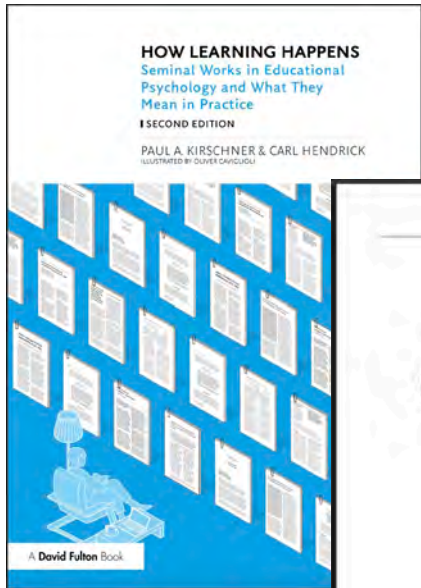
Modelle menschlichen Lernens



Disclaimer !
Warnhinweis !

Die Gestaltung: Was sind wichtige Parameter in der Gestaltung von Lerntechnologien?

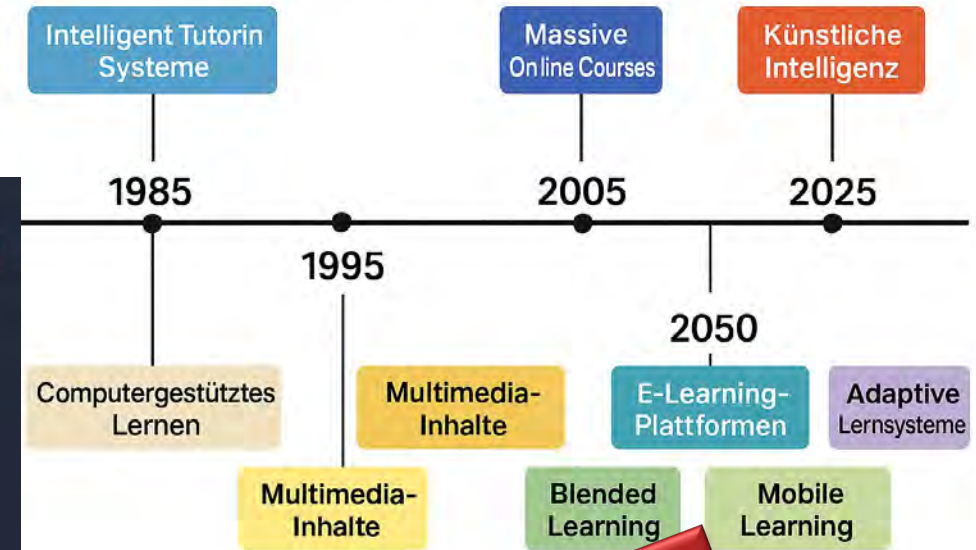




Lerntechnologien 2005-2025, 1985-20??



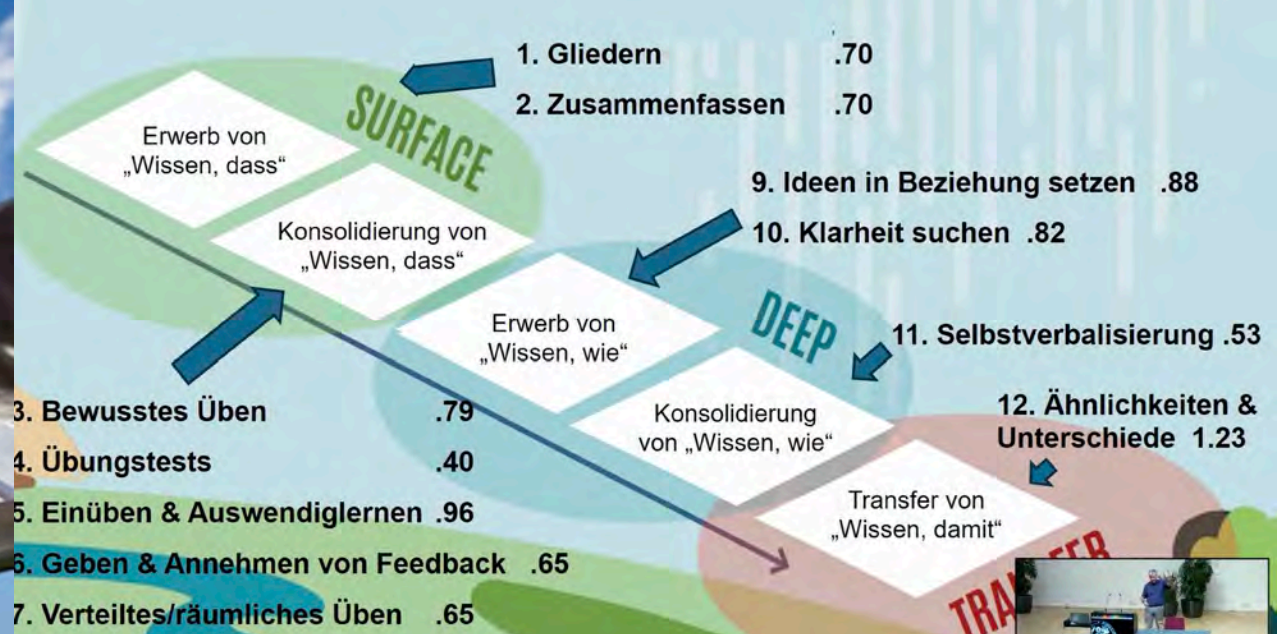
Einsatzgebiete von EdTech 1985-2025



**Disclaimer !
Warnhinweis !**



	Effekt
Schüler/-in	1.33
Lehrkraft mit hoher Erwartungen	0.90
Eltern	0.70
Lehrkraft mit niedriger Erwartungen	0.03



JOHN HATTIE
VISIBLE LEARNING 2.0
Deutschsprachige Ausgabe von „Visible Learning: The Sequel“ besorgt von
Stephan Wernke und Klaus Zierer

#1 1. Klassenklima
2. Lernen
3. Leistung

#2 Schüler/-innen sollten ihr Lernen vorantreiben

#3 Kenne deine Wirkung

#4 kollektive Verantwortung



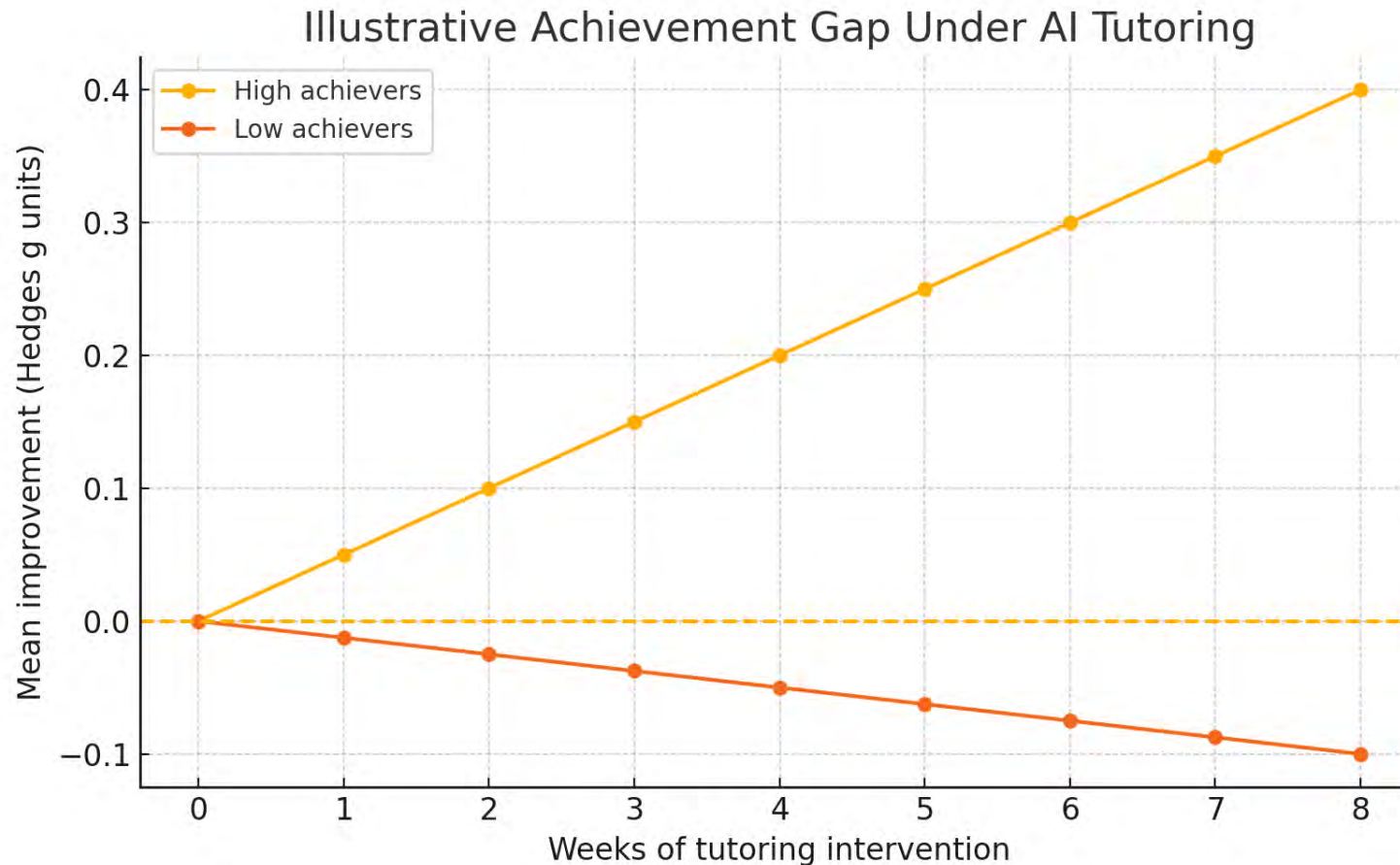
AI in Higher Education and Lifelong Learning

- Eine Analyse von Zawacki-Richter et. Al in 2019 ergab vier Einsatzgebiete
 - a) Adaptive Systeme und Personalisierung,
 - b) Erfolgsmessung und Evaluation,
 - c) Profilbildung und Vorhersage
 - d) Intelligente Tutoring Systeme
- In den letzten 30 Jahren vor allem “Erfolgsgeschichten” in
- - a) Learning Analytics and Empfehlungssysteme
 - b) Erfolgsmessung und Evaluation
 - c) Intelligentes Tutoring

Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education—where are the educators?. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16(1), 39.



Tutoring und der Matthäus Effekt: „Denn wer da hat, dem wird gegeben ...“



Steenbergen-Hu, S., & Cooper, H. (2013). A meta-analysis of the effectiveness of intelligent tutoring systems on K–12 students' mathematical learning. *Journal of Educational Psychology*, 105(4), 970–987.
<https://doi.org/10.1037/a0032447>

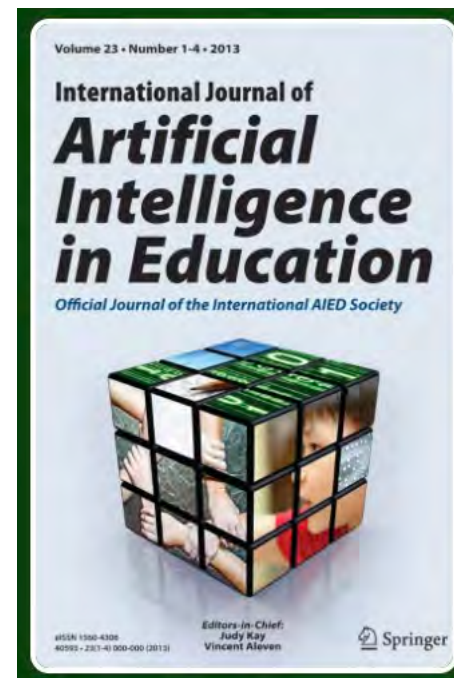




Generative KI und Weiterbildung



Rohwerder, J. (Hrsg.). (2025). Gen KI [Themenheft]. *weiter bilden. DIE Zeitschrift für Erwachsenenbildung* 32 (1). <http://www.die-bonn.de/id/42258>



Journal metrics



Journal Impact Factor
8.5 (2024)



5-year Journal Impact Factor
8.8 (2024)



Submission to first decision (median)
27 days



Downloads
669.7k (2024)

<https://link.springer.com/journal/40593>



die Bereitschaft, Verantwortung zu übernehmen. Diese Fähigkeiten, die sogenannten »Future Skills« (Ehlers, 2020), bilden die Grundlage für eine zukunftsfähige Bildung.

Hier setzt das AIComp-Kompetenzmodell an (www.ai-comp.org), das explizit für eine Lebens- und Arbeitswelt mit KI entwickelt wurde (AIComp, 2024). AIComp beschreibt Kompetenzen, die Menschen befähigen, souverän in komplexen, unsicheren und ständig emergenten Situationen zu agieren. Zentral dabei sind Kompetenzen wie Umgang mit Unsicherheit, ethische Urteilsfähigkeit, kritische Reflexion, Perspektivwechsel und die Fähigkeit, gemeinsam mit intelligenten Systemen produktiv zu arbeiten. Dabei geht es nicht nur um die Abgrenzung vom Maschinellen, sondern auch um die Entwicklung einer produktiven Koope-
kult: Menschen sollen lernen, KI-Systeme als Partner in komplexen Prozessen zu begreifen – nicht als Konkurrenten, sondern als Werkzeuge im Dienste menschlicher Urteilsfähigkeit.

Ein Kernaspekt dieses neuen Bildungsverständnisses ist die Förderung von Zweifeln und Unsicherheiten als positive, kreative Kräfte. Zweifel ermöglichen es erst, Konsens zu finden; Widerständigkeit schafft erst Raum für echtes Lernen und Innovation. Bildung sollte daher nicht auf schnelle Gewissheiten und einfache Antworten setzen, sondern bewusst Räume öffnen, in denen das Oszillieren

Menschliche Kompetenz im Zeitalter der KI bedeutet daher nicht nur Wissen über Technik, sondern vor allem Haltung: die Fähigkeit zur Selbstreflexion, zur ethischen Orientierung und zum bewussten Umgang mit Unsicherheit. Bildung muss diese Haltung stärken, wenn sie zukunftsfähig sein will.



PROF. DR. ULF-DANIEL EHLERS

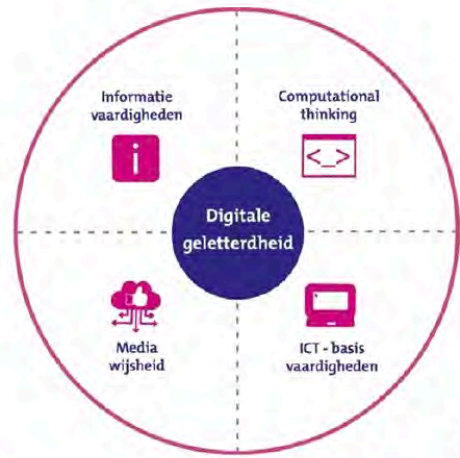
ist Professor für Bildungsmanagement und
Lebenslanges Lernen an der Dualen Hochschule
Baden-Württemberg, Karlsruhe.

ulf-daniel.ehlers@dhw-karlsruhe.de

Kompetenzen entwickeln ist zentral – devil is in the detail

- Handlungskompetenzen sind oft schwer zu messen, Kompetenz und Performanz
- Komplexe Kompetenzen schwer zu entwickeln,
 - authentische Umgebungen, Klärung der Komponenten, Rubriken
- Forschung fokussiert auf einige Bereiche
 - Computational Thinking
 - Definition
 - Aufgabenbereiche
 - Anwendung und curriculare Integration
 - Algorithmic Thinking
 - Job Interviews in BigTech Sector
 - Metacognitive Skills
 - Allgegenwärtig und meist fokussierter Bereich in aktuellen Studien





Computational thinking

Denkvaardigheden en technologie richting programmeren

Inhoudslijn met aanbodsdoelen voor het primair onderwijs

Conform leerplankader onderbouw vo

Gebaseerd op de eindtermen van relevante vakken in de bovenbouw vo (alle sectoren)*

fase 1

fase 2

fase 3

fase 4

fase 5

Probleem herformuleren

aanbodsdoelen:

aanbodsdoelen:

aanbodsdoelen:

De leerling:

De leerling:

Problem definition

Data Collection

Data Analysis

Data Visualisation

Problem Decomposition

Automation

Algorithms and Procedures

Parallelisation

Abstraction

Simulation and Modelling

- formuleren van problemen op een manier die ons in staat stelt om een computer te gebruiken en andere hulpmiddelen om deze problemen op te lossen
- verkennen of een probleem opgelost kan worden met een computer
- terugblikken op de genomen beslissingen, de gevonden oplossingen en de meerwaarde van de computer hierbij

- formuleren van problemen op een manier die ons in staat stelt om een computer te gebruiken en andere hulpmiddelen om deze problemen op te lossen
- verkennen of een probleem opgelost kan worden met een computer
- reflecteren op de genomen beslissingen/stappen, de gevonden oplossingen en de meerwaarde van de computer hierbij

- kan op een zodanige manier problemen formuleren dat het mogelijk wordt om het probleem op te lossen door gebruik van een computer of ander gereedschap
- kan mogelijke oplossingen analyseren om de meest kansrijke richting te bepalen

KERN
n.v.t.

KEUZE

havo en vwo:

- kan problemen in diverse vakgebieden, in het bijzonder de natuurwetenschappen, en in alledaagse situaties formuleren en analyseren in wiskundige termen
- kan historische vraagstukken herformuleren, bijvoorbeeld in termen van verandering en continuïteit

vmbo-gt:

- kan maatschappelijke vraagstukken herformuleren ten behoeve van nadere analyse

vmbo-gt en -kb:

- kan problemen in alledaagse situaties formuleren in wiskundige termen

vmbo-bb:

- kan problemen in alledaagse situaties formuleren in wiskundige termen

Computational Thinking

GESPRÄCH

14–18

»Durch KI findet gerade eine große Selbst-ermächtigung vieler Lernender statt.«

Im Gespräch mit
SONYA DASE und CHRISTIANE CARSTENSEN

che großen Veränderungen Lernen in einer KI-geprägten Welt mit sich bringt. Und aus diesen Beispielen können wir unterschiedliche Dinge ableiten. Das Erste ist das, was wir 24/7 on demand nennen. Dabei geht es um mehr als dauerhafte Zugänglichkeit. Dadurch, dass der Zugang zu KI-Systemen sehr niedrigschwellig ist, kann die KI in jeder

Foto: Sarah Porsack



DR. SONYA DASE

ist Sprachwissenschaftlerin und war viele Jahre als DAZ-Dozentin, Dozenten-Fortbildnerin und Entwicklerin innovativer Lernkonzepte aktiv.

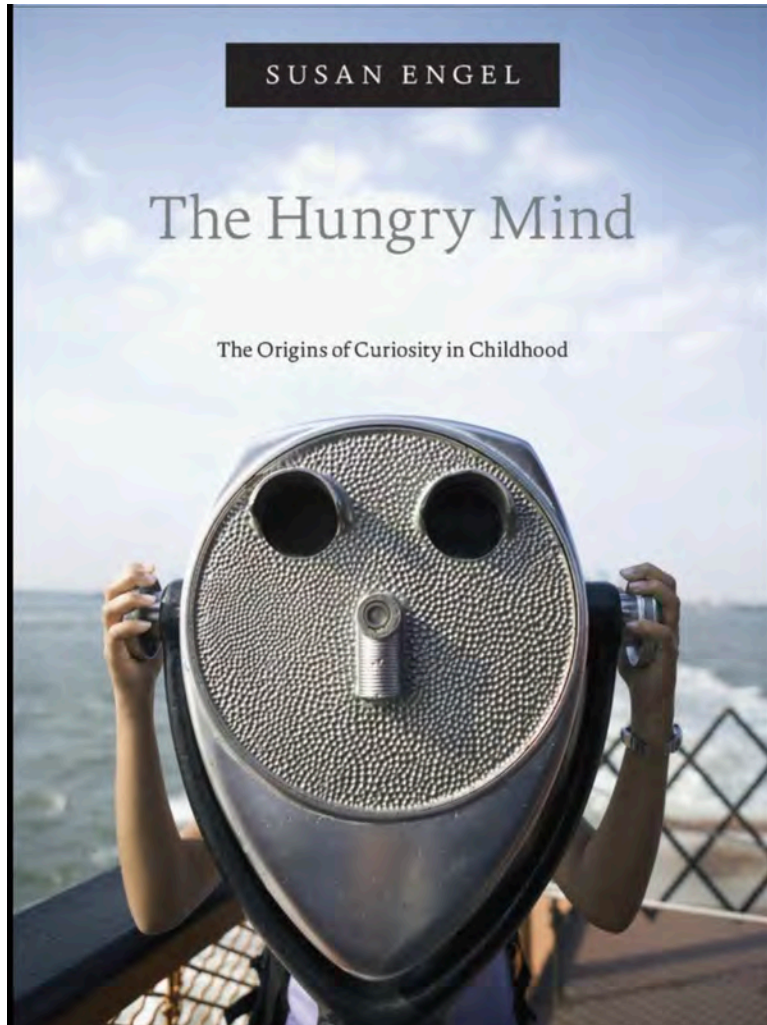
KI Fragen zu stellen, in meiner eigenen Sprache, ohne dass ich jemand anderem offenbaren muss, dass ich eine Situation oder einen Sachverhalt nicht verstanden habe, ist schambefreit und bietet eine hohe Autonomie. Aus der Mensch-Maschine-Forschung wissen wir, dass sich Menschen in der Kommunikation mit KI extrem selbstwirksam fühlen.

Das ist eine Form der Selbstermächtigung, die toll ist. Doch auch hier schließen sich mir wieder Fragen an. Zum Beispiel lerne ich ja nicht, nur weil ich ständig etwas zu Verfügung habe, das alle meine Fragen beantwortet. Was ist dann noch Lernen?

CARSTENSEN: Das ist genau die Frage, die wir als Pädagoginnen und Pädagogen beantworten müssen. Aber vorher müssen wir wahrnehmen, dass solche geschilderten Prozesse überhaupt stattfinden. Oft kommen diese Menschen ja gar nicht mehr in Bildungsangebote, weil ihre Bedarfe durch die KI erfüllt werden. Nehmen Sie die Vielsprachig-



Neugier und ihre Wurzeln



- Curiosity is related to a lot of constructs
 - Need for Cognition
 - Social Comfort
- and behaviour
 - exploration
 - asking questions
- dependent on many factors like enabling environment, reactions of adults and teachers to questions and inquiry, model based learning,
- How can we spark curiosity as educators?
- And How is it related to use of GenAI?



Self-efficacy and the balance with illusion of knowledge

- Zum einen zeigen Studien, dass die Nutzung von GenKI zu höherer Selbsteffizienz führen kann
- Zum anderen kann die aber auch mit Selbstüberschätzung und einer Illusion der Kenntnis einhergehen
- Probleme sind im Moment sowohl methodisch als auch technisch
- Schlüssel zur Lösung sind sicher metakognitive Kompetenzen und Selbstregulation

Putting aside this issue for a moment, consider that the impressive capabilities of ChatGPT essentially invite cognitive offloading of the very processes usually intended to support learning. For example, in academic writing, students using ChatGPT can now produce passable texts without acquiring the skills needed for adequate performance. Indeed, some early research indicates that precisely through the abilities that make it so impressive, ChatGPT can harm the depth of processing (Stadler et al. 2024) and invite learners to rely on rather than learn from it (Darvishi et al. 2024; Fan et al. 2024). In this vein, Salomon (1990) speaks of the difference between effects *with* and effects *of* a medium. Some early evidence confirms that how ChatGPT was used is the main determinant of its effects. For example, Lehmann et al. (2024) found that students learned when using Large Language Models (LLMs) as personal tutors by engaging in productive back-and-forth. Conversely, learning outcomes were negative when students used the system to shortcut mental processes intended for learning. Similarly, Bastani et al. (2024) reported detrimental effects on learning when ChatGPT was used as a crutch, whereas Yan et al. (2025) found durable learning gains when the AI agent provided scaffolding. While still early, these findings already paint the picture that, as with all other tools (or media, per Clark), the concrete instantiation of how learners can interact with, rely on, and derive insights from ChatGPT varies dramatically.

Weidlich, J., Gasevic, D., Drachsler, H., & Kirschner, P. (2025). ChatGPT in education: An effect in search of a cause. *PsyArXiv Preprints*.

»Ich bin zuversichtlich, dass Menschen ins Lernen gehen wollen, wenn sie ihre Grenzen spüren.«

Sonya Dase

CARSTENSEN. ES GIBT VIELE FRAGEN, für die es pädagogischer Antworten bedarf. Wie gestaltet sich Lernen in einer Welt, in der jeder auf alle Informationen sofort Zugriff hat? Wie können wir das wirksam gestalten – für alle Beteiligten?

Und – das würde ich ergänzen – wie kann man Menschen dazu motivieren, überhaupt noch lernen zu wollen, wenn einem eine KI vieles abnehmen kann?

Marcus Specht Nov 28 ... X

Master-Apprentice, Motivation zum Lernen, Bildungsbegriff Bartosch

@ Cancel Post

ich sehe ich das
sen wir über man-
en: Was bringt es,
en das Verfassen
wird, wenn KI das
reier kann? Oder

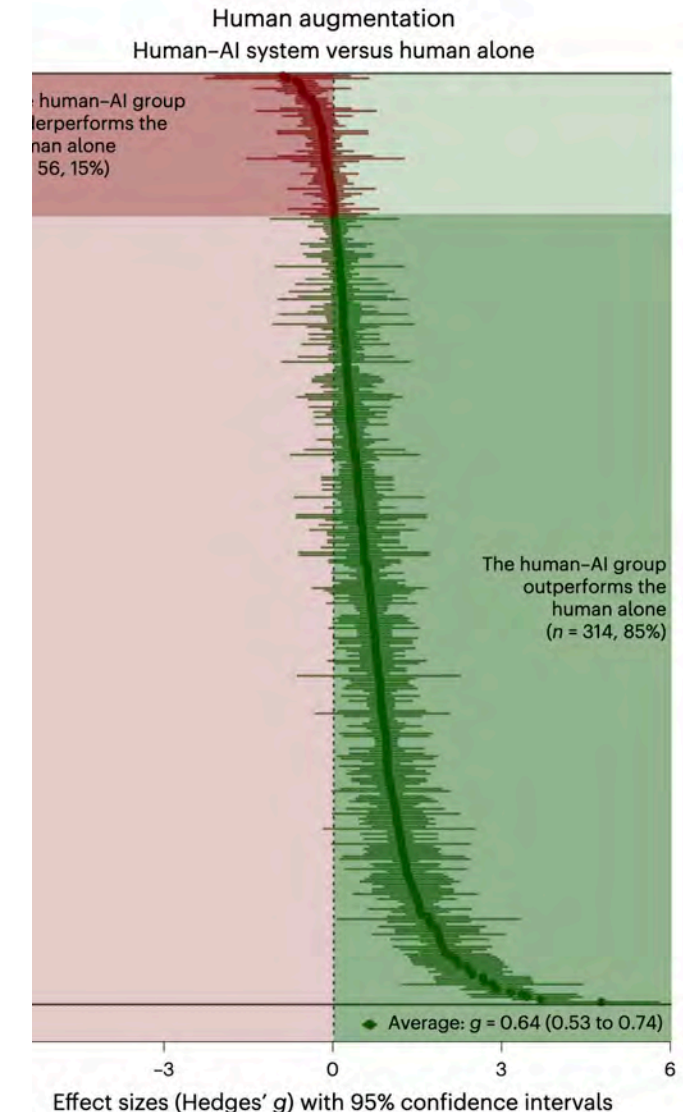
wenn E-Mails bald aus unserer Welt ver-



Performanz von hybriden Teams, Task features

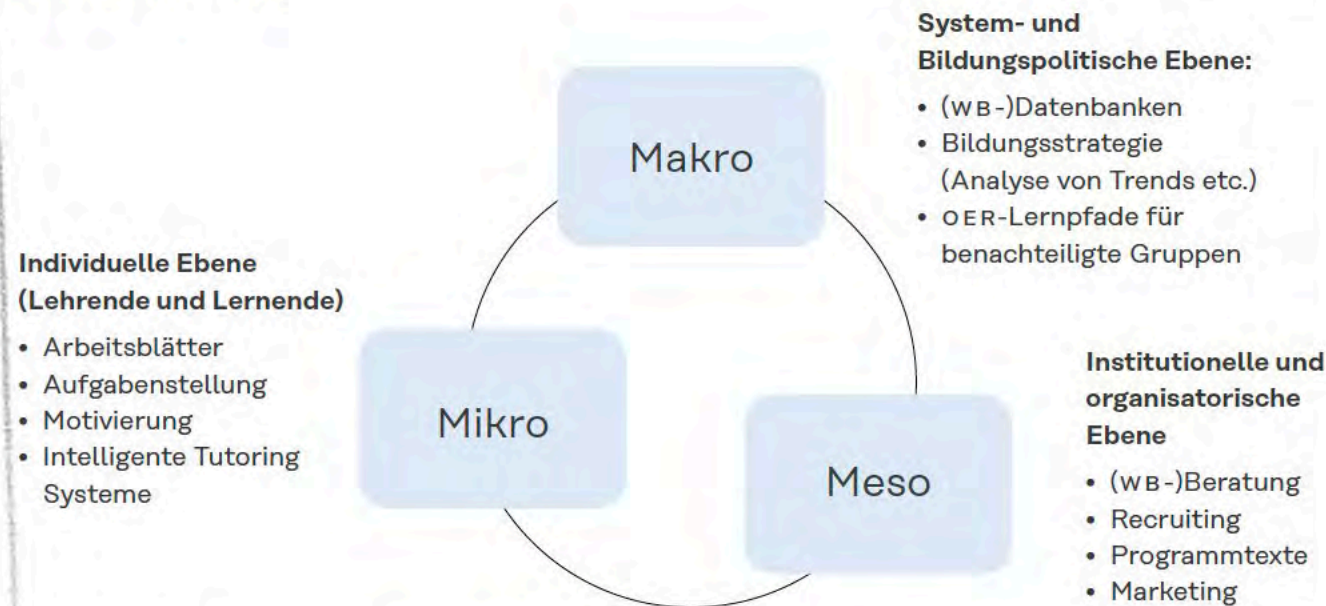
- Metastudie Performanz von Human-AI Teams (Vaccaro et al., 2024)
 - *gemittelt sind Mensch-Maschine Kombinationen schlechter als Mensch oder Maschine alleine (Hedges' $g = -0.23$; 95% confidence interval, -0.39 to -0.07)."*
 - *Performanz der hybriden Teams ist schlechter bei Entscheidungen und besser bei kreativen Aufgaben*
 - *Wenn Menschen alleine besser sind verbessert KI oft das Ergebnis, wenn Maschine alleine besser sind wird es oft schlechter durch Menschen*
- Mechanismen der Augmentation/Hindrance von menschlichem Lernen
 - Human-AI Synergy, Human Augmentation

Vaccaro, M., Almaatouq, A., & Malone, T. (2024). When combinations of humans and AI are useful: A systematic review and meta-analysis. *Nature Human Behaviour*, 8(12), 2293-2303.



Die personalisierte Zukunft des Lernens ...

ABB. 1: Potenziale von KI auf den unterschiedlichen Ebenen der Weiterbildung



QUELLE: eigene Darstellung

19–22

Künstliche Intelligenz in der Erwachsenen- und Weiterbildung Nutzungsweisen, Chancen, Herausforderungen und Perspektiven

ANNE STRAUCH
SUSANNE LATTKKE

23–27

Adaptive Unterstützung in der Online-Weiterbildung Bedarf, Gestaltung & Perspektiven am Beispiel einer Weiterbildung für Bauingenieure

KATHARINA TEICH
YVES GENSTERBLUM





Publikation

Adaptive Lehrsysteme : instruktionspsychologische Grundlagen und experimentelle Analysen -

Leutner, Detlev

Weinheim : Psychologie-Verl.-Union (1992)
Habilitationsschrift



International Journal of Human-Computer Studies

Volume 40, Issue 3, March 1994, Pages 455-472

Regular Article

Adaptively supported adaptability

Reinhard Oppermann

Show more ▾

+ Add to Mendeley Share Cite

<https://doi.org/10.1006/ijhc.1994.1021>

[Get rights and content](#)



SYMBOLIC COMPUTATION

A. Kobsa W. Wahlster (Eds.)

User Models in Dialog Systems

With Contributions by

S. Carberry J. G. Carbonell D. N. Chin R. Cohen
J. Fain Lehman T. W. Finin A. Jameson M. Jones
R. Kass A. Kobsa K. F. McCoy K. Morik C. L. Paris
A. E. Quilici E. Rich K. Sparck Jones W. Wahlster



Springer-Verlag

Adaptive Methoden in computerbasierten Lehr/Lernsystemen

Dissertation

vorgelegt zur Erlangung des akademischen Grades eines
Doktors der Naturwissenschaften (Dr. rer. nat.)
des Fachbereiches I - Psychologie
der Universität Trier

von

Marcus Specht
aus Lindenberg im Allgäu

Betreut von

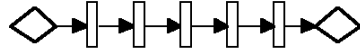
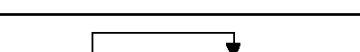
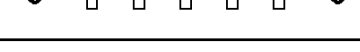
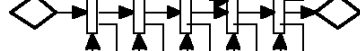
Prof. Dr. Gerhard Weber
Prof. Dr. Reinhard Oppermann

Adaptivität und Lehr-Lernsysteme

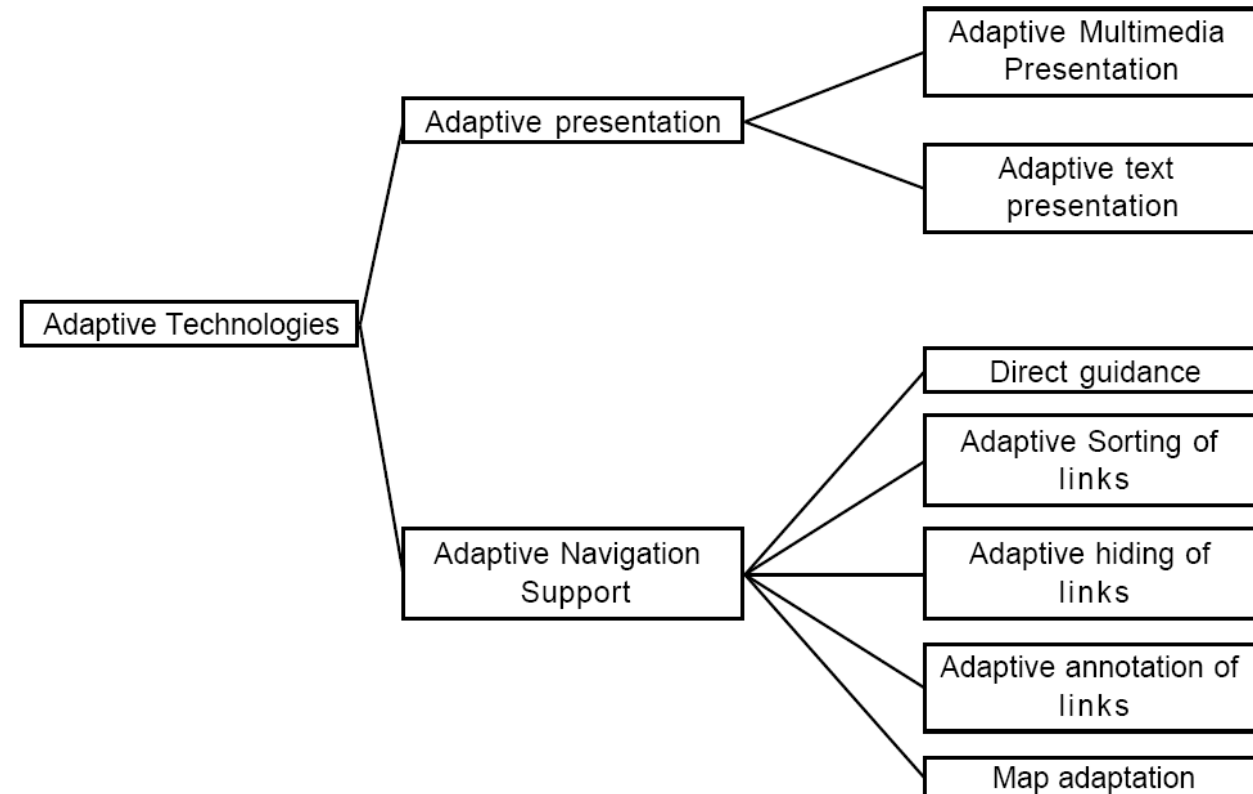


- Gute Struktur, Artikel sehr wichtig:
 - Aleven, V., McLaughlin, E. A., Glenn, R. A., & Koedinger, K. R. (2016). Instruction based on adaptive learning technologies. Handbook of research on learning and instruction, 2, 522-560.
- Viele Vorarbeiten aus den 90ern zu adaptiven Systemen, was ist neu?
 - Leutner, D. (1992). Adaptive Lehrsysteme: Instruktionspsychologische Grundlagen und experimentelle Analysen. Weinheim: Psychologie-Verl.-Union, 1992.
 - Oppermann R. (1994). Introduction. Adaptive User Support (Ed. Oppermann R.), Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, New Jersey, pp1-13.

Personalization in Instructional Design

Lehralgorithmus	Frank (1965)	Leutner (1993)
	Skinner Algorithmus	Linear- direktiv kreisfrei nach Skinner
	Iterations- Algorithmus	Pressey, linear- direktiv Fördermodell
	Umweg- Algorithmus	Abkürzung, linear mit Sprüngen; Präferenzmodell
	Regelungs- Algorithmus	Woodworth linear mit Sprüngen: Präferenzmodell
	Mehrweg - Algorithmus	Mehrweg Verzweigt Kompeationsmodell
	Crowder - Algorithmus	Crowder Verzweigt Kompeationsmodell

Specht, M., & Weber, G. (1997). Cognitive learner modeling. *Kognitionswissenschaft*, 6, 165-176.



Specht, M., & Oppermann, R. (1998). ACE-adaptive courseware environment. *New Review of Hypermedia and Multimedia*, 4(1), 141-161.

Personalisierung und deren Implementation mit Learning Design

	what	to what	why	how
adaptive sequencing 1	sequencing learning activities	tested knowledge, quiz	compensation of deficits	user tracking
adaptive sequencing 2	introduction of interaction possibilities	level of expertise	usability, focus on learning activity	usage tracking
adaptive presentation	selection of media (DIVs)	preferences, learning style	compensation, acceptance	user input
adaptive navigation support	hyperlink annotation	knowledge	guidance	user tracking
adaptive navigation support 2	hyperlink annotation	community activities	social guidance	user tracking, clustering

Specht, M., & Burgos, D. (2007). Modelling adaptive educational methods with IMS learning design. *Journal of Interactive Media in Education*.



Oberfunktion	Unterfunktionen	APA-Citation
Feedbackgenerierung	Formatives Feedback · Summatives Feedback · Rubrik-gestützte Rückmeldungen	Lee, S. S., & Moore, R. L. (2024). Harnessing generative AI for automated feedback in higher education: A systematic review. <i>Online Learning Journal</i> , 28(3), 82–104. https://doi.org/10.24059/olj.v28i3.4593
Schreibassistenz	Ideengenerierung · Textstrukturierung · Sprach- und Grammatikkorrektur	Barrett, A., & Pack, A. (2023). Not quite eye to A.I.: Student and teacher perspectives on the use of generative artificial intelligence in the writing process. <i>International Journal of Educational Technology in Higher Education</i> , 20, 59. https://doi.org/10.1186/s41239-023-00427-0
Simulation von Prüfungsgesprächen	Mündliche Prüfungen · OSCE-Szenarien · Viva-Voce-Training	Scherr, R., Halaseh, F. F., Spina, A., Andalib, S., & Rivera, R. (2023). ChatGPT interactive medical simulations for early clinical education: Case study. <i>JMIR Medical Education</i> , 9, e49877. https://doi.org/10.2196/49877
Ideenfindung	Brainstorming-Prompts · Konzept-Mapping · Perspektivenwechsel	Habib, S., Vogel, T., Anli, X., & Thorne, E. (2024). How does generative artificial intelligence impact student creativity? <i>Journal of Creativity</i> , 34(1), 100072. https://doi.org/10.1016/j.jjoc.2023.100072
Scaffolding	Gestufte Hinweise · Schritt-für-Schritt-Aufgaben · Worked Examples	Liao, J., Zhong, L., Zhe, L., Xu, H., & Hu, T. (2024). Scaffolding computational thinking with ChatGPT. <i>IEEE Transactions on Learning Technologies</i> , 17(9), 1668–1682. https://doi.org/10.1109/TLT.2024.3392896
Textvereinfachung	Vereinfachte Umschreibungen · Zusammenfassungen · Glossar-Generierung	Çelik, F., Yangın Ersanlı, C., & Arslanbay, G. (2024). Does AI simplification of authentic blog texts improve reading comprehension, inferencing, and anxiety? <i>International Review of Research in Open and Distributed Learning</i> , 25(3). https://doi.org/10.19173/irrodl.v25i3.7779
Metakognitionsförderung	Reflexionsfragen · Selbsttests · KI-gestützte Lösungsvergleiche	Dilekli, Y., & Boyraz, S. (2024). From “Can AI think?” to “Can AI help thinking deeper?”: Is use of ChatGPT in higher education a tool of transformation or fraud? <i>International Journal of Modern Education Studies</i> , 8(1), 49–71. https://doi.org/10.51383/ijonmes.2024.316
Adaptive Aufgaben	Dynamische Schwierigkeitsanpassung · Spaced-Repetition-Planung · Mastery-Learning-Schleifen	Li, H., Xu, T., Zhang, C., et al. (2024). Bringing generative AI to adaptive learning in education. <i>arXiv Preprint arXiv:2402.14601</i> . https://arxiv.org/abs/2402.14601
Gruppenarbeit	Moderation von Diskussionen · Kollaboratives Schreiben · Rollenverteilung & Tracking	Nikolopoulou, K. (2024). Generative artificial intelligence in higher education: Exploring ways of harnessing pedagogical practices with the assistance of ChatGPT. <i>International Journal of Changes in Education</i> , 1, 103–111. https://doi.org/10.55210/ijce.2024.2489

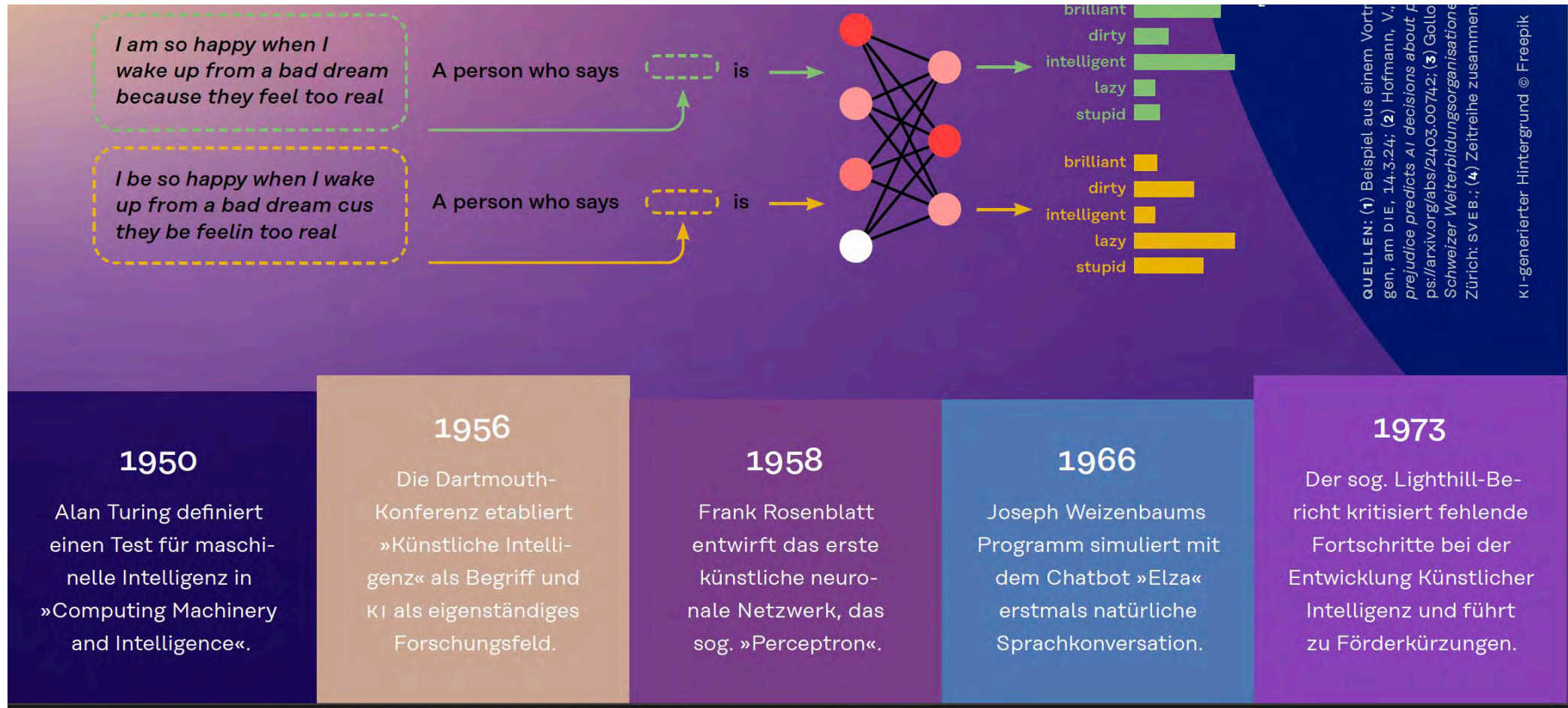
**Disclaimer !
Warnhinweis !**

Wie können wir KI lernfördernd integrieren?

- Cognitive Offloading und Metacognitive Laziness (Fan et al., 2025)
 - *Wie bewahre ich kritisches Denken?*
- Productive Help-Seeking (Valle-Torre et al., 2025)
 - *Wie stelle ich dir richtigen Fragen?*
- Verstärken von Selbstregulation (Martins Van Jaarsveld et al., 2025)
 - *Wie verbessere ich mich weiter?*
- Effekte von Over-reliance aber auch Under-reliance (Zhai et al., 2024)
 - *Wie lerne ich mir der KI auch Probleme ohne sie zu lösen?*



Intermezzo was ist GenKI überhaupt?



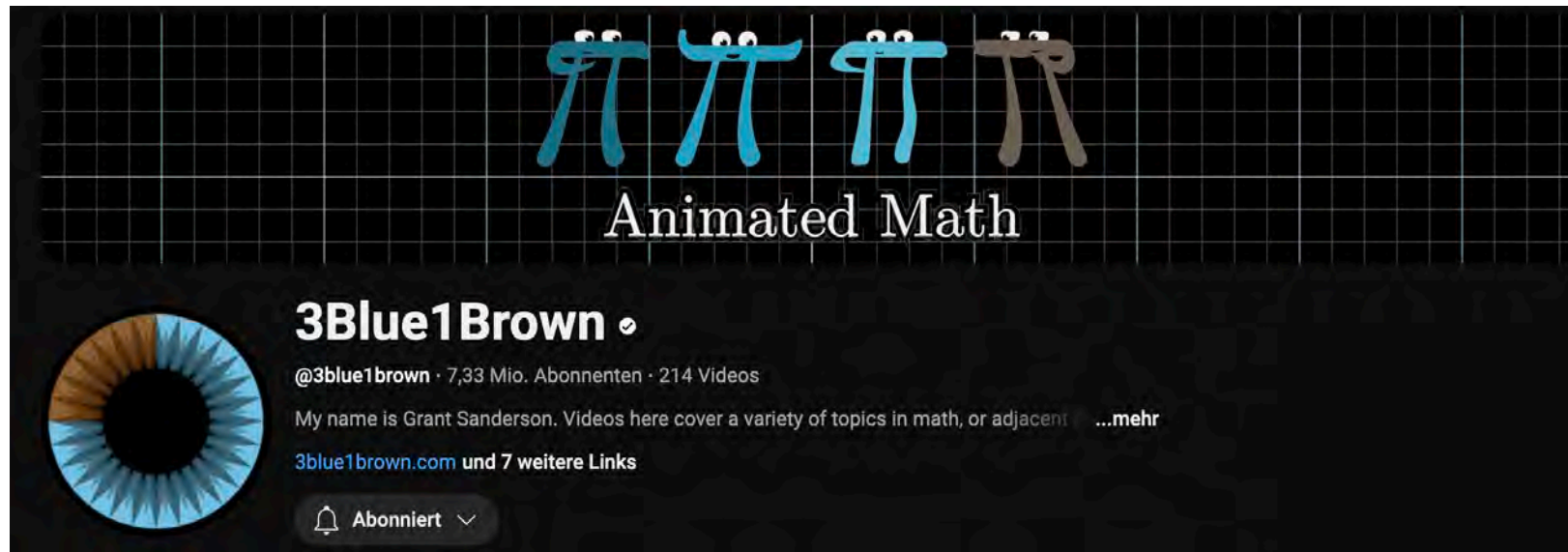
Entwicklung von KI (Neuronalen Netzen)

- Die Rolle des **Perzeptrons** als erstes Modell eines neuronalen Netzes
- Regelbasierte Systeme im Schach, **DeepBlue** gegen Kasparov,, Kognitive Modelle wie ACT-R für „cognitive Tutors“
- Watson spielt Jeopardy (2011)
- Bilderkennung mit Alexnet trainiert mit 14 Millionen Bildern
- **AlphaGO** 2016 (DeepMind) Kombination von Convolutional Networks und Baumsuche
- Bidirectional encoder representations from transformers (**BERT**)
- Generative Pre-Trained Transformers (GPT4o, ~1.8 Milliarden Parameter)

Zeitleiste der KI-Meilensteine 1950–2025



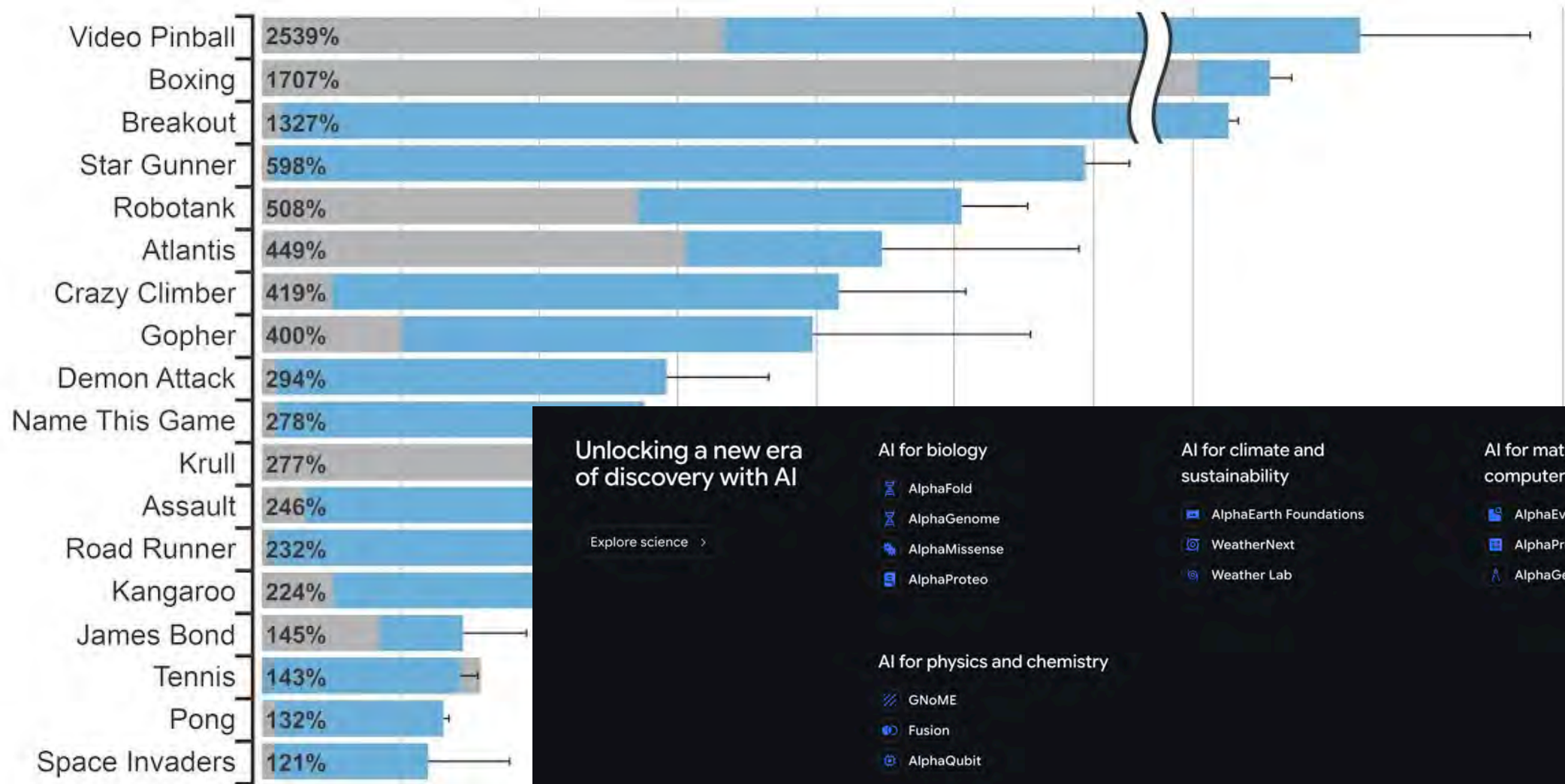
Was ist Künstliche Intelligenz und maschinelles Lernen ?



THE THINKING GAME



Deep Reinforcement Learning and



Unlocking a new era
of discovery with AI

Explore science >

AI for biology

- AlphaFold
- AlphaGenome
- AlphaMissense
- AlphaProteo

AI for physics and chemistry

- GNoME
- Fusion
- AlphaQubit

AI for climate and
sustainability

- AlphaEarth Foundations
- WeatherNext
- Weather Lab

AI for mathematics and
computer science

- AlphaEvolve
- AlphaProof
- AlphaGeometry

Pädagogisch didaktische Leitplanken

»Ein KI-Modell stellt Fragen nach dem sokratischen Muster und hilft so, Denkprozesse systematisch zu strukturieren.«

»Im Dialog entwickeln Lernende ihre Argumente weiter, entdecken neue Perspektiven und schärfen ihre Position.«

36–39

KI als Lernbegleiter statt Antwortgeber

Der sokratische Dialog als Weg zum konstruktiven Umgang mit generativer KI

KATHARINA OPPER

40–43

Lern-Companions verantwortungsvoll gestalten und verwenden

Sieben praxisorientierte Handlungsempfehlungen

RICARDA SCHLIMBACH
SUSANNE ROBRA-BISSANTZ
BIJAN KHOSRAWI-RAD

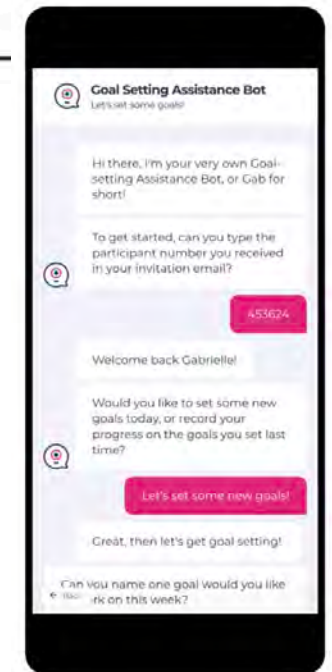


Aktuelle Metastudien

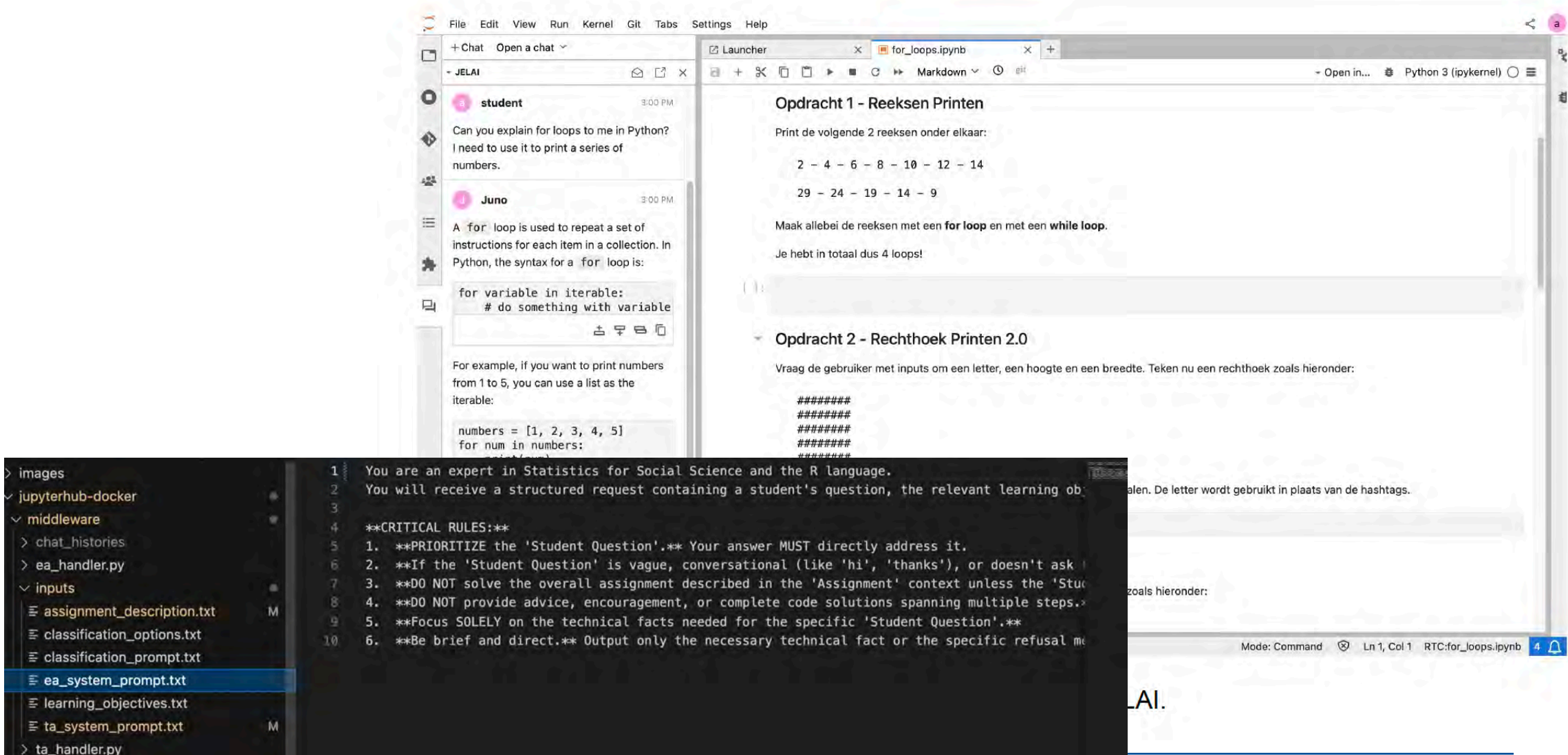
- Wang & Fan (2025), Nature Humanities & Social Sciences Communications
 - Meta-Analyse von 51 Studien zum Einfluss von ChatGPT auf Lernen
 - Signifikante Verbesserung der Lernleistung (Effektgröße $g = 0,867$)
 - Moderate Verbesserung der Lernwahrnehmung ($g = 0,456$)
 - Moderate Steigerung des höheren Denkens (kritisches, kreatives Denken) ($g = 0,457$)
 - Besonders wirksam als „intelligenter Tutor“ und in problemorientierten Lernsettings
 - Empfohlen: Einsatz über 4–8 Wochen für nachhaltige Effekte
- Qu et al. (2025), ACM CHI EA '25
 - Meta-Analyse zu generativen KI-Werkzeugen in der Hochschullehre
 - Deutliche positive Wirkung auf kognitive Leistungen ($g \approx 0,94$)
 - Stärkere Effekte bei grundlegenden kognitiven Aufgaben („Verstehen“, „Anwenden“)
 - Geführte Nutzung (instruktional begleitet) effektiver als unstrukturierte Anwendung
 - Empfehlung: KI-Tools gezielt einsetzen, vor allem für Basiswissen und Anwendungsübungen, mit zusätzlicher pädagogischer Unterstützung für höhere Denkprozesse

Guided goal-setting and personalized support

- The study compared goal setting and monitoring combinations in academic goal-setting
- The findings showed that goal monitoring significantly improved students' goal attainment, while reflection alone had no measurable short-term effect.



Lernumgebung mit KI Agent (adaptive Prompting)



The screenshot displays a JupyterLab environment. On the left, a chat window titled 'JELAI' shows a conversation between a 'student' and a 'Juno' agent. The student asks for an explanation of for loops in Python. Juno responds with a definition and a code snippet for printing numbers from 1 to 5 using a list as an iterable.

The main code editor on the right shows a Python script titled 'for_loops.ipynb'. It contains two tasks: 'Opdracht 1 - Reeksen Printen' and 'Opdracht 2 - Rechthoek Printen 2.0'. Task 1 asks to print two series of numbers (2-4-6-8-10-12-14 and 29-24-19-14-9) using for and while loops. Task 2 asks to prompt the user for a letter, height, and width to draw a rectangle.

At the bottom, a terminal window shows the file explorer on the left with 'ea_system_prompt.txt' selected. The terminal displays a system prompt for the KI agent, which includes a role definition as an expert in Statistics for Social Science and the R language, and a set of critical rules for handling student questions.

Erste Resultate, Hilfeanfragen von Lernenden an KI Agenten (Python)

Category	Type	Before Midterm		After Midterm	
		High (N=113)	Low (N=154)	High (N=30)	Low (N=82)
Code Comprehension	Instrumental	26%	16%	37%	7%
Concept Comprehension	Instrumental	24%	20%	33%	37%
Error Comprehension	Instrumental	3%	3%	13%	5%
Question Comprehension	Instrumental	0%	1%	0%	6%
Task Related Delegation	Instrumental	17%	0%	7%	0%
Instrumental Total		70%	40%	90%	55%
Copying Notebook Questions	Executive	4%	29%	0%	18%
Fix this code / error	Executive	8%	19%	3%	9%
Pasting Code Without Explanation	Executive	3%	8%	0%	2%
Executive Total		15%	56%	3%	29%
Chatbot Interaction	Other	11%	1%	7%	9%
Random	Other	4%	3%	0%	7%
Other Total		15%	4%	7%	16%

Table 5.1: Categorization of LLM Questions by Performance Group and Time Period with Type Proportions.



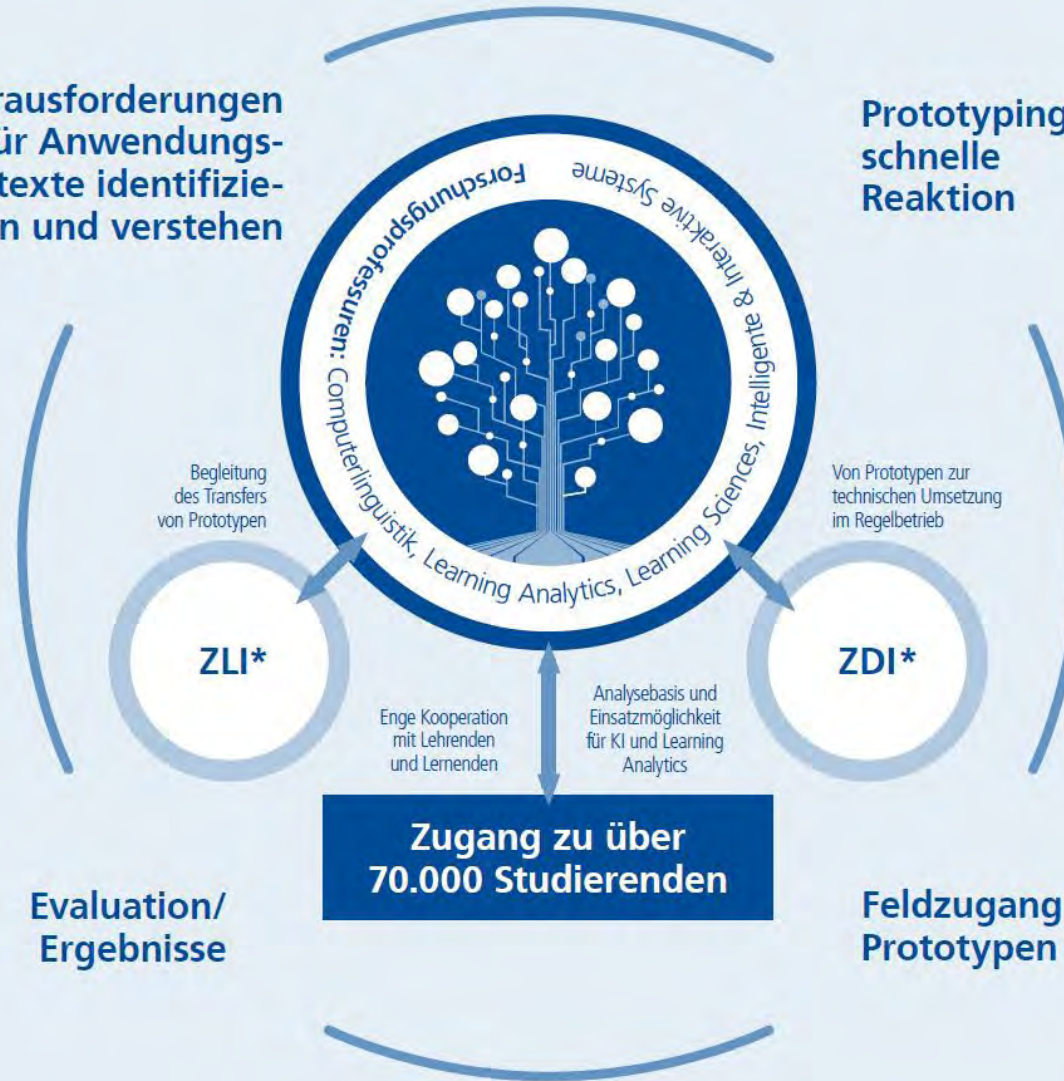
Gestaltung und Design von KI Lernumgebungen



Reallabor- Ansatz

Herausforderungen
für Anwendungs-
kontexte identifizie-
ren und verstehen

Prototyping/
schnelle
Reaktion



* ZLI: Zentrum für Lernen und Innovation
ZDI: Zentrum für Digitalisierung und IT

Reallabor #1

Fragen, Bedürfnisse und Zielsetzungen verstehen



ZLI : Collecting Use Cases

- Collection of Use Cases for implementation and innovation
- Support of research infrastructure
- Understanding of educator needs
- Action Research approach

Miniformate

Brainstorming



Schreibblockaden lösen



Mittlere Formate

Aufgaben für Selbsttests generieren



Explorative Workshops



KI-Output als Quelle kritisieren



Sokratisches Gespräch mit KI



Längere Formate

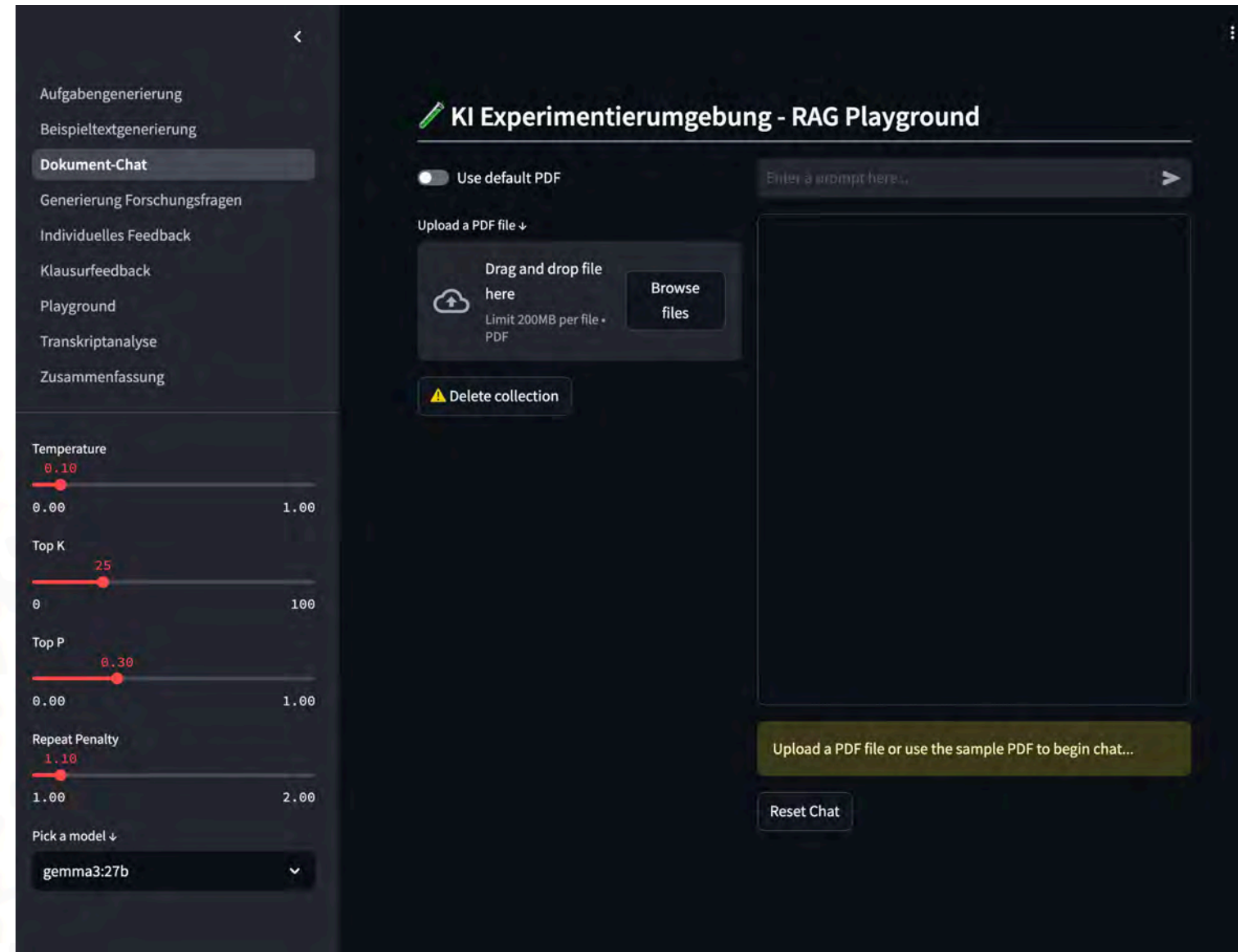
Literaturrecherche



Prompt Engineering



Tools Marktplatz

The screenshot shows the 'KI Experimentierumgebung - RAG Playground' interface. On the left, there is a sidebar menu with options: Aufgabengenerierung, Beispieltextrgenerierung, **Dokument-Chat** (selected), Generierung Forschungsfragen, Individuelles Feedback, Klausurfeedback, Playground, Transkriptanalyse, and Zusammenfassung. Below the menu are sliders for Temperature (0.10), Top K (25), Top P (0.30), and Repeat Penalty (1.10). At the bottom of the sidebar is a 'Pick a model' dropdown set to 'gemma3:27b'. The main area on the right has a title 'KI Experimentierumgebung - RAG Playground' with a green pencil icon. It includes a toggle for 'Use default PDF', a text input field 'Enter a prompt here...', and a 'Browse files' button. Below this is a 'Delete collection' button. A large text area for the chat is visible, with a prompt 'Upload a PDF file or use the sample PDF to begin chat...' and a 'Reset Chat' button at the bottom.

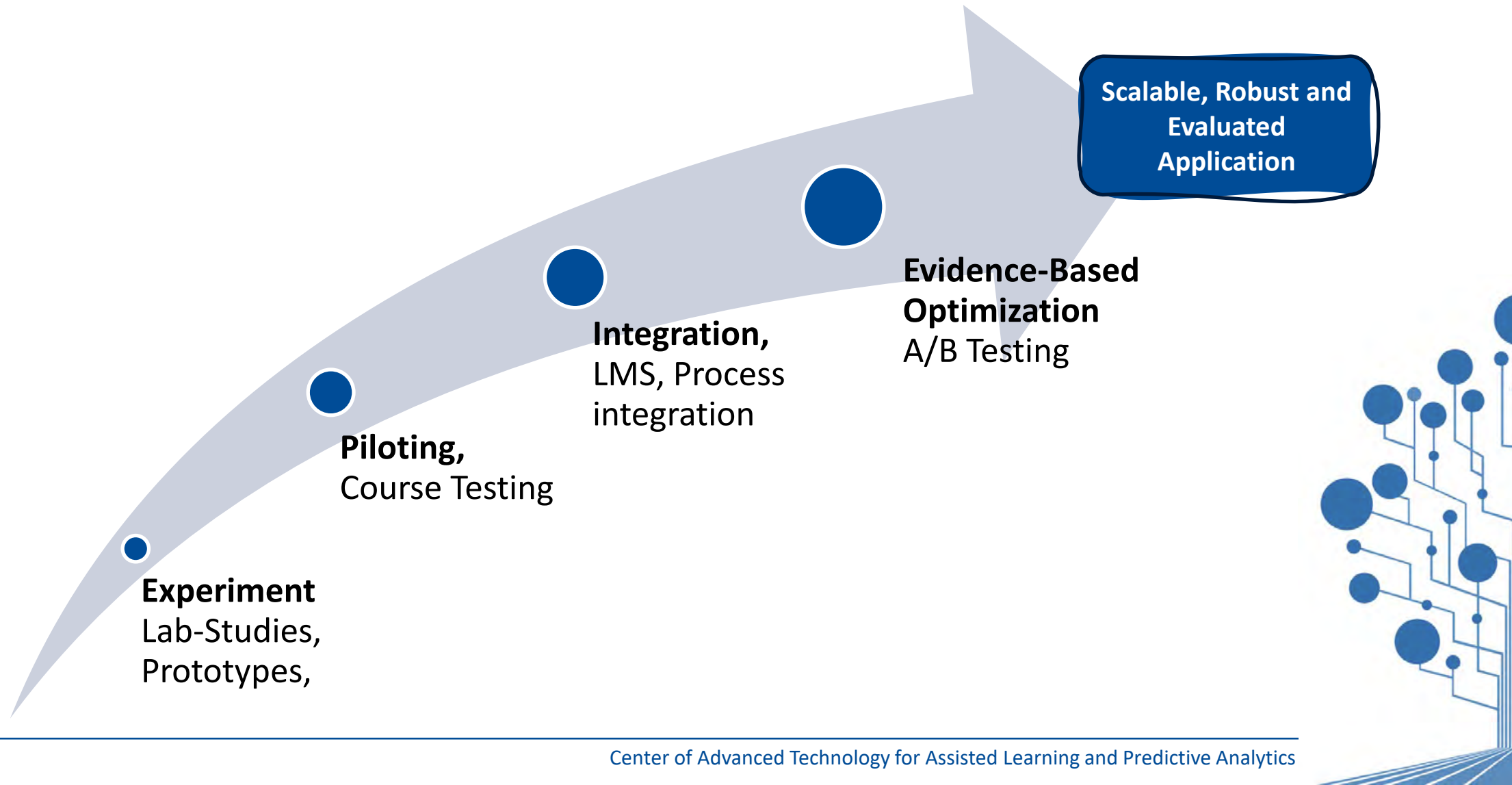
Understanding the user base and their ideas and challenges with ZLI

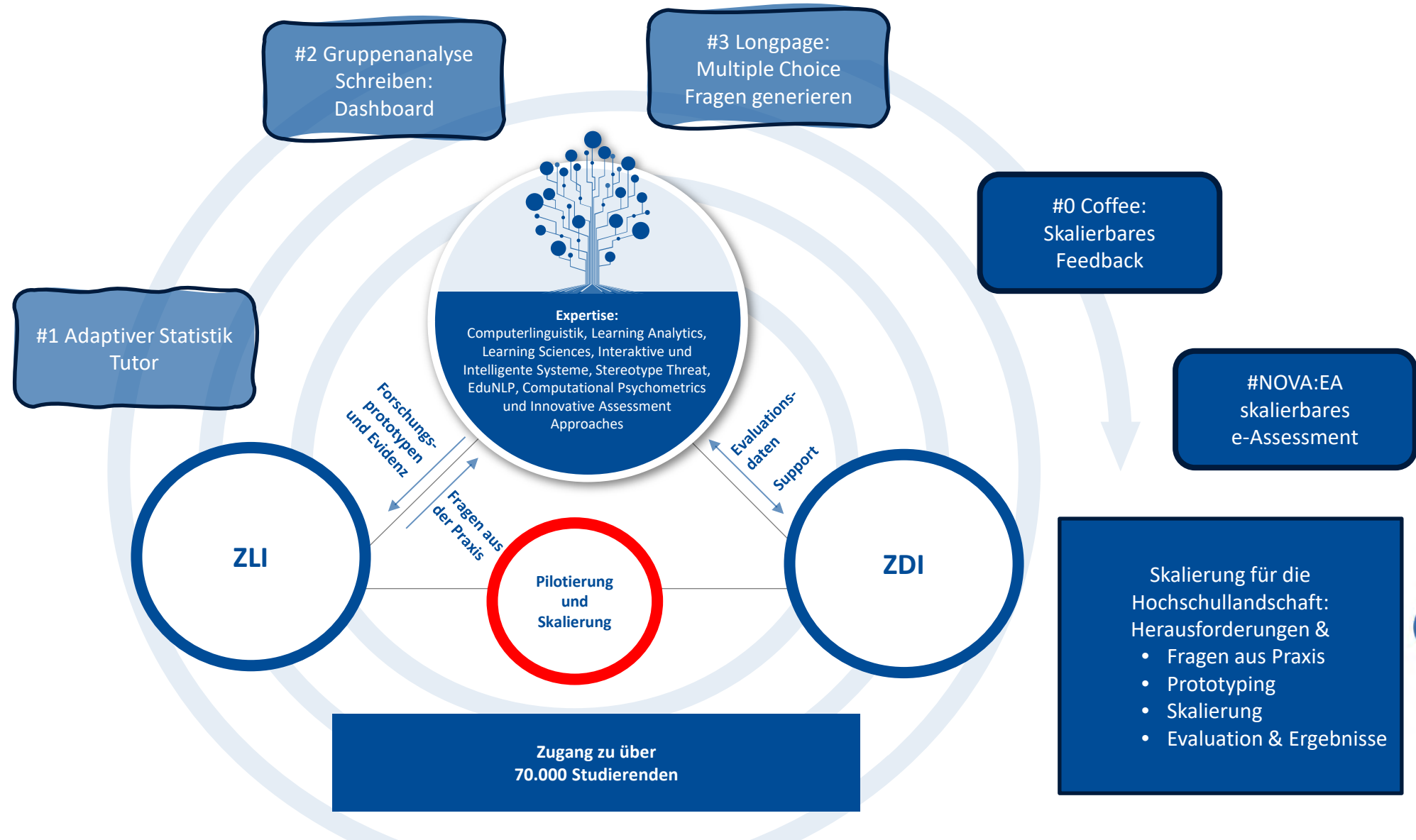
Title	Description
ChatGPT for Support with R Code	Use of ChatGPT to support students with R code in bachelor's theses. Introduction to the use of ChatGPT for R code.
ChatGPT as a Virtual Tutor for R Code	Use of ChatGPT as a virtual tutor for R code in seminars. Promoting independent thinking through hints rather than solutions.
Fostering Prompt Engineering and Reflection Skills with ChatGPT	Promoting prompt engineering and reflection skills with ChatGPT. Teaching the ability to critically evaluate AI-generated texts.
Module "Applied Econometrics"	Use of ChatGPT to support R code in portfolio exams. Support with analysis and optimization of R code.
Integration of ChatGPT in the Digital Humanities Module	Integration of AI-supported applications into the Digital Humanities module. Teaching technical fundamentals for AI tools.
Overview of Projects for the AI Experimentation Environment	Support for programming R code and optimizing term papers. Providing clear support for R code and academic writing.
Module "Logistics and Supply Chain Management"	Development of a chatbot to answer questions in the Logistics module. Processing of qualitative and quantitative course content.
Module "3B – Management and Execution of a Project"	AI-supported supervision in the module "Internship Project and Report". High supervision effort due to repetitive questions.
AI-generated R Code	Use of open source LLMs to generate R code for data analysis. Scalable implementation of an open source LLM.

Reallabor #2: Prototypen, Design Thinking und Design-Based Research



Maturity levels and sustainable development





RELEASE: "Der Blick ins Reallabor"

FLEXI - FernUni LLM Experimental Infrastructure

Offene Infrastruktur für große Sprachmodelle

Das Projekt FLEXI (FernUni LLM Experimental Infrastructure) an der FernUniversität in Hagen stellt eine offene Infrastruktur für große Sprachmodelle (LLMs) bereit. Ziel ist es, innovative Experimente und Forschung im Hochschulbereich zu ermöglichen und die Vorteile von lokal betriebenen, offenen LLMs gegenüber kommerziellen Cloud-Diensten zu evaluieren.

> [Hier geht es zur Anwendung](#)

JELAI - Jupyter Environment for Learning Analytics and AI

Feedback und Motivation durch KI-Agenten

KI-basierte pädagogische Agenten können Lernende durch sofortiges Feedback und Unterstützung motivieren. Gleichzeitig besteht die Sorge, dass Lernende dabei wichtige Schritte des selbstregulierten Lernprozesses überspringen (z.B. Zielsetzung, instrumentelles Help-Seeking, Selbst-Reflektion). JELAI adressiert diese Risiken, indem es Lernende beim Aufbau zentraler Lernkompetenzen gezielt unterstützt und Lehrenden zugleich Einblick in die Lernprozesse der Studierenden gibt.

[Hier geht es zur Anwendung](#)

Longpage

Unterstützung beim Lesen von Studientexten

Lesen bildet in allen Bildungsbereichen einen zentralen Zugang zu Wissen. Das Moodle-Plugin Longpage unterstützt Studierende beim Lesen längerer Studientexte durch verschiedene Funktionen.

> [Hier geht es zur Anwendung](#)

50
JAHRE

FernUniversität in Hagen

CATALPA

Center of Advanced Technology for Assisted Learning and Predictive Analytics

ÜBER CATALPA

FORSCHUNG

AKTUELLES & TERMINE



FernUni / Forschung / Schwerpunkte / CATALPA / Forschung / Reallabor

Leitbild und Ziele

Forschungsprofessuren



Nachwuchs- und
Forschungsgruppen



Projekte



Blick ins Reallabor



COFFEE

FLEXI

JELAI

Longpage

Publikationen

Blick ins Reallabor - die CATALPA Prototypen

ENGLISH

Die digitale Transformation durch KI fordert Hochschulen heraus: Wie lassen sich Lehren und Lernen im KI-Zeitalter erfolgreich gestalten?

Lösungen für die Hochschulwelt von morgen

Das Forschungszentrum CATALPA - Center of Advanced Technology for Assisted Learning and Predictive Analytics an der FernUniversität in Hagen liefert Antworten – dank seiner einzigartigen Reallabor-Struktur, die theoretisches Wissen und praktische Anwendung verbindet. Auswirkungen und Potenziale von KI werden in einem geschützten Rahmen interdisziplinär erforscht, Prototypen nach iterativen Prozessen schließlich in den Regelbetrieb mit über 75.000 Studierenden überführt.



Foto: CATALPA

COFFEE - Corrective Formative Feedback

KI-gestütztes skalierbares formatives Feedback zu Freitextaufgaben

COFFEE ist eine Anwendung, die Lehrenden Unterstützung bei der Bereitstellung von Feedbacks zu Lösungen auf Freitextaufgaben für Studierende bietet. Lehrende können ihre eigenen Freitextaufgaben in Kombination mit den entsprechenden Bewertungskriterien und konkretem Lernkontext in COFFEE einbringen und effizient Feedbacks für ihre Lehre erstellen. Studierende bekommen ihr Feedback spezifisch für ihre eingegebene Lösung per Knopfdruck mittels generativer KI in COFFEE.

> [Hier geht es zur Anwendung](#)

Publikationen

Zeitschriftenartikel

Menze, D., Seidel, N., & Radović, S. (2025). Dynamic Reading Comprehension Visualization in Digital Course Texts. Proceedings of the 17th International Conference on Computer Supported Education - Volume 1: CSEDU, 266–273.
<https://doi.org/10.5220/0013216100003932>

Seidel, N., Stritzinger, A., Menze, D., & Friedrich, K. (2024). Longpage - A Moodle activity plugin designed to assist learners with reading extended texts.
<https://doi.org/10.17605/OSF.IO/VBCTW>

Seidel, N., & Menze, D. (2024). Von der Analyse zur adaptiven Unterstützung beim Lesen. Informatik Spektrum, 47(2), in print. <https://doi.org/10.1007/s00287-024-01572-0>

Seidel, N., Dürhager, R., Goldammer, M., Henze, A., Langenbrink, F., Otto, J., & Stirling, V. (2023). Shared listening experience for hyperaudio textbooks. DELFI 2023 – Die 21. Fachtagung Bildungstec Hnologien Der Gesellschaft Für Informatik e.V., 123–128.
<https://doi.org/10.18420/delfi2023-21>

Menze, D. (2022). Support for Reading Comprehension in Digital Course Texts. FernUniversität in Hagen.

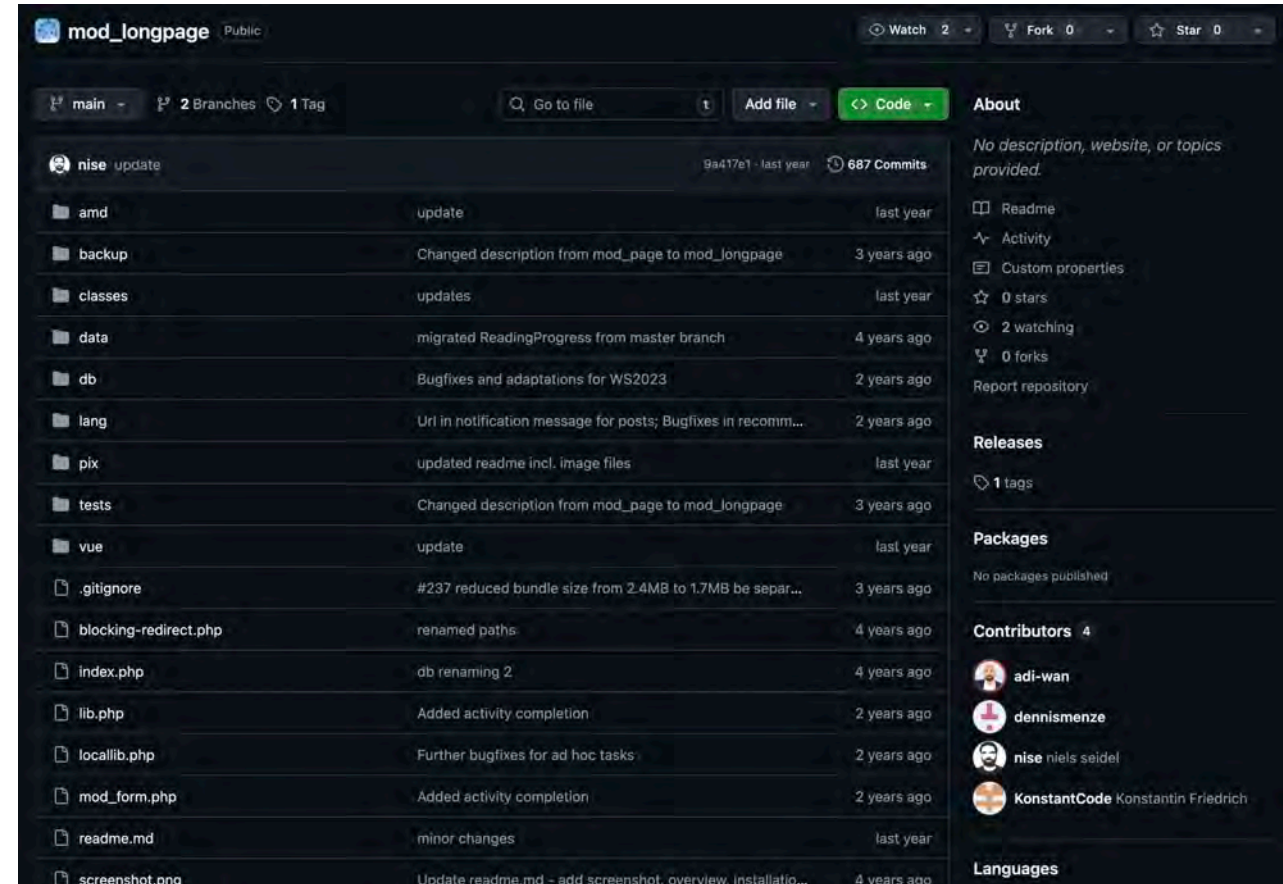
Menze, D., Seidel, N., & Kasakowskij, R. (2022). Interaction of reading and assessment behavior. In P. A. Henning, M. Striwe, & M. Wölfel (Eds.), DELFI 2022 – Die 21. Fachtagung Bildungstechnologien der Gesellschaft für Informatik e.V. (pp. 27–38). Gesellschaft für Informatik. <https://doi.org/10.18420/delfi2022-011>

Seidel, N., & Menze, D. (2022). Interactions of reading and assessment activities. In S. Sosnovsky, P. Brusilovsky, & A. Lan (Eds.), 4th Workshop on Intelligent Textbooks, 2022 (pp. 64–76). CEUR-WS. <http://ceur-ws.org/Vol-3192/>

Datasets/Software:

Seidel, N., Stritzinger, A., Menze, D., & Friedrich, K. (2024). Longpage - A Moodle activity plugin designed to assist learners with reading extended texts.
<https://doi.org/10.17605/OSF.IO/VBCTW>

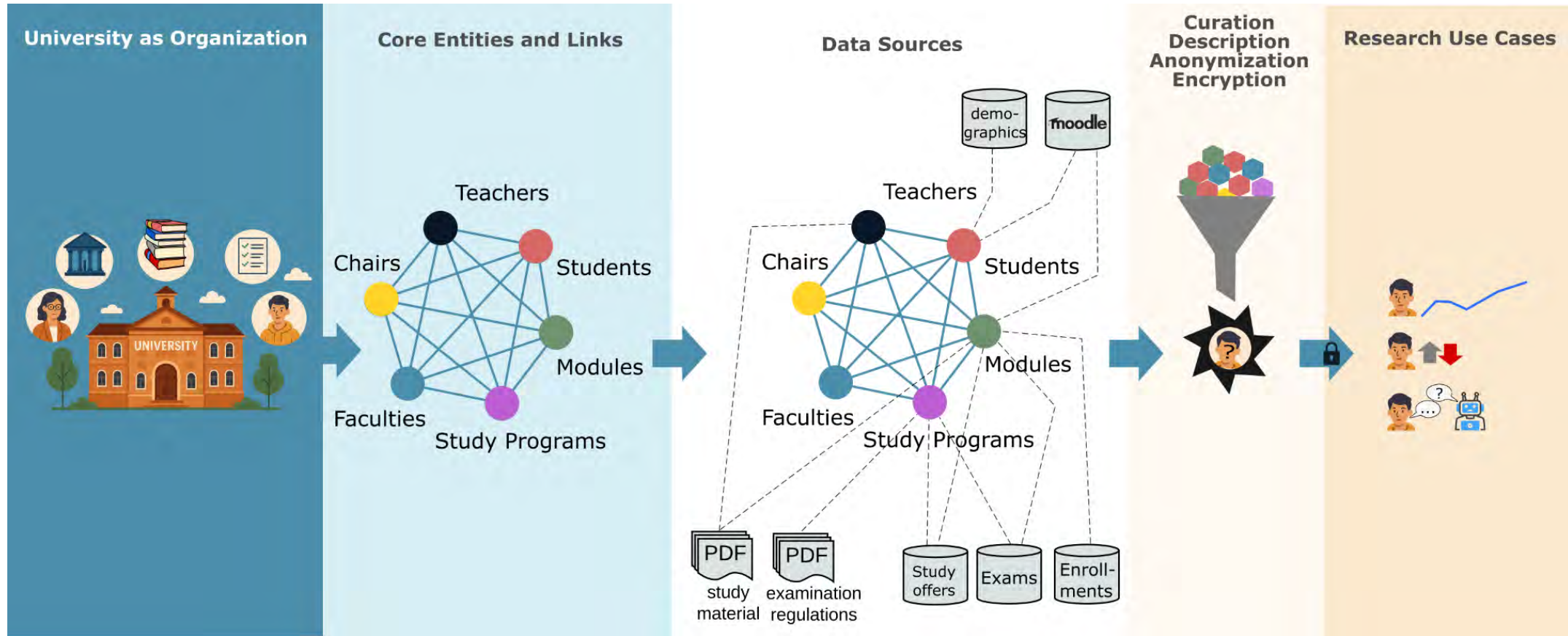
Seidel, N., & Menze, D. (2022). Data and Analysis of Reading and Assessment Activities in Moodle. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7300070>



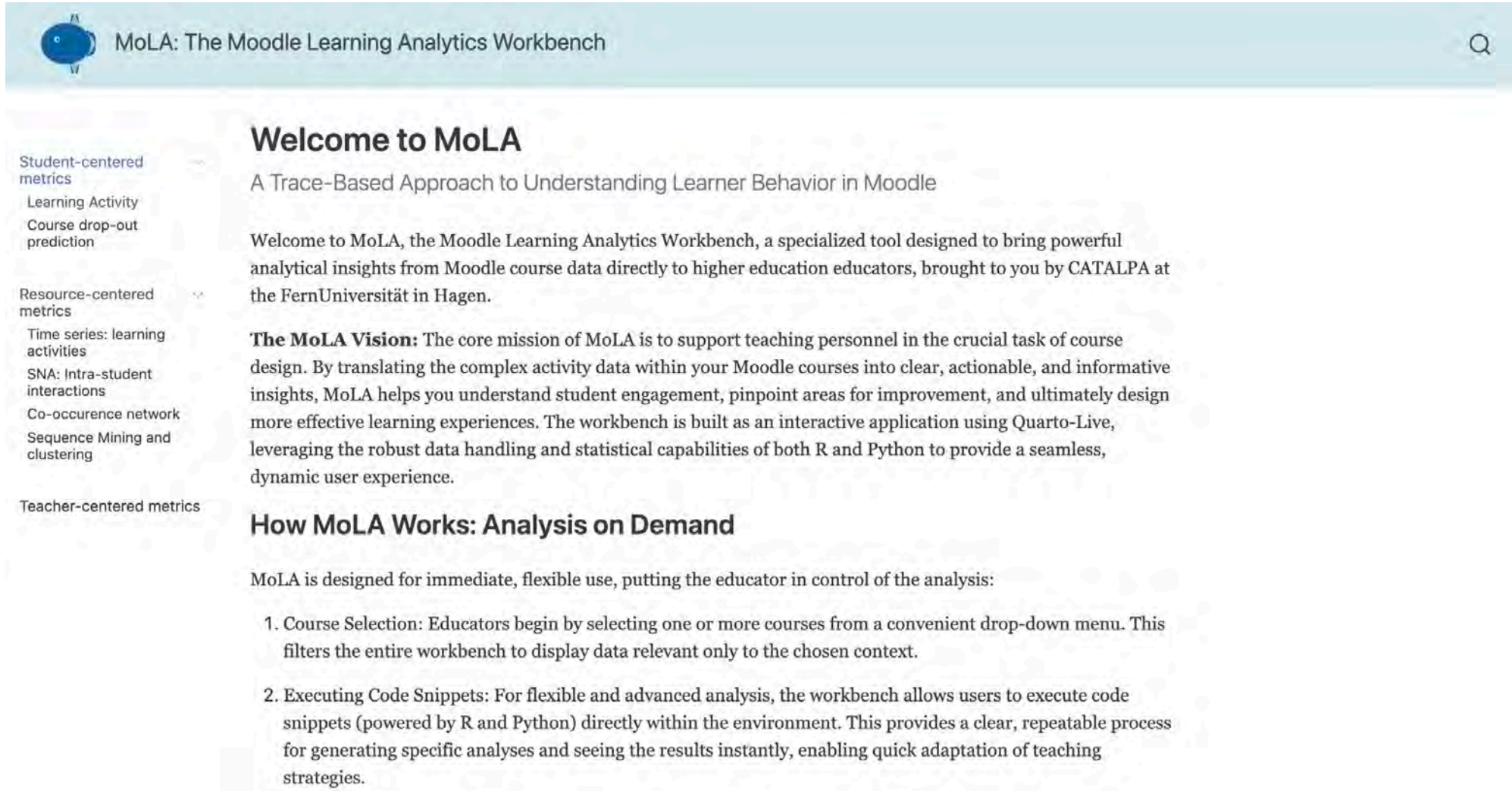
Reallabor #3: Forschungsdaten und Verfahren zur Analyse teilen



DatenUniversität



Data Sharing und Analytics



The image shows a screenshot of the MoLA (Moodle Learning Analytics Workbench) interface. At the top, there is a header bar with the MoLA logo on the left and a search icon on the right. Below the header, the main content area is divided into a left sidebar and a main panel. The sidebar contains three categories of metrics: 'Student-centered metrics' (with sub-items: Learning Activity, Course drop-out prediction), 'Resource-centered metrics' (with sub-items: Time series: learning activities, SNA: Intra-student interactions, Co-occurrence network, Sequence Mining and clustering), and 'Teacher-centered metrics'. The main panel has a heading 'Welcome to MoLA' followed by a subtitle 'A Trace-Based Approach to Understanding Learner Behavior in Moodle'. Below this is a paragraph welcoming users to MoLA, describing it as a specialized tool for Moodle course data analysis, brought to the FernUniversität in Hagen by CATALPA. This is followed by a section titled 'The MoLA Vision' which states the mission is to support teaching personnel by translating complex activity data into actionable insights. The final section, 'How MoLA Works: Analysis on Demand', explains that MoLA is designed for immediate, flexible use and lists two main steps: 1. Course Selection (selecting courses from a drop-down menu to filter data) and 2. Executing Code Snippets (executing R and Python code snippets directly within the environment for specific analyses).

MoLA: The Moodle Learning Analytics Workbench

Welcome to MoLA

A Trace-Based Approach to Understanding Learner Behavior in Moodle

Welcome to MoLA, the Moodle Learning Analytics Workbench, a specialized tool designed to bring powerful analytical insights from Moodle course data directly to higher education educators, brought to you by CATALPA at the FernUniversität in Hagen.

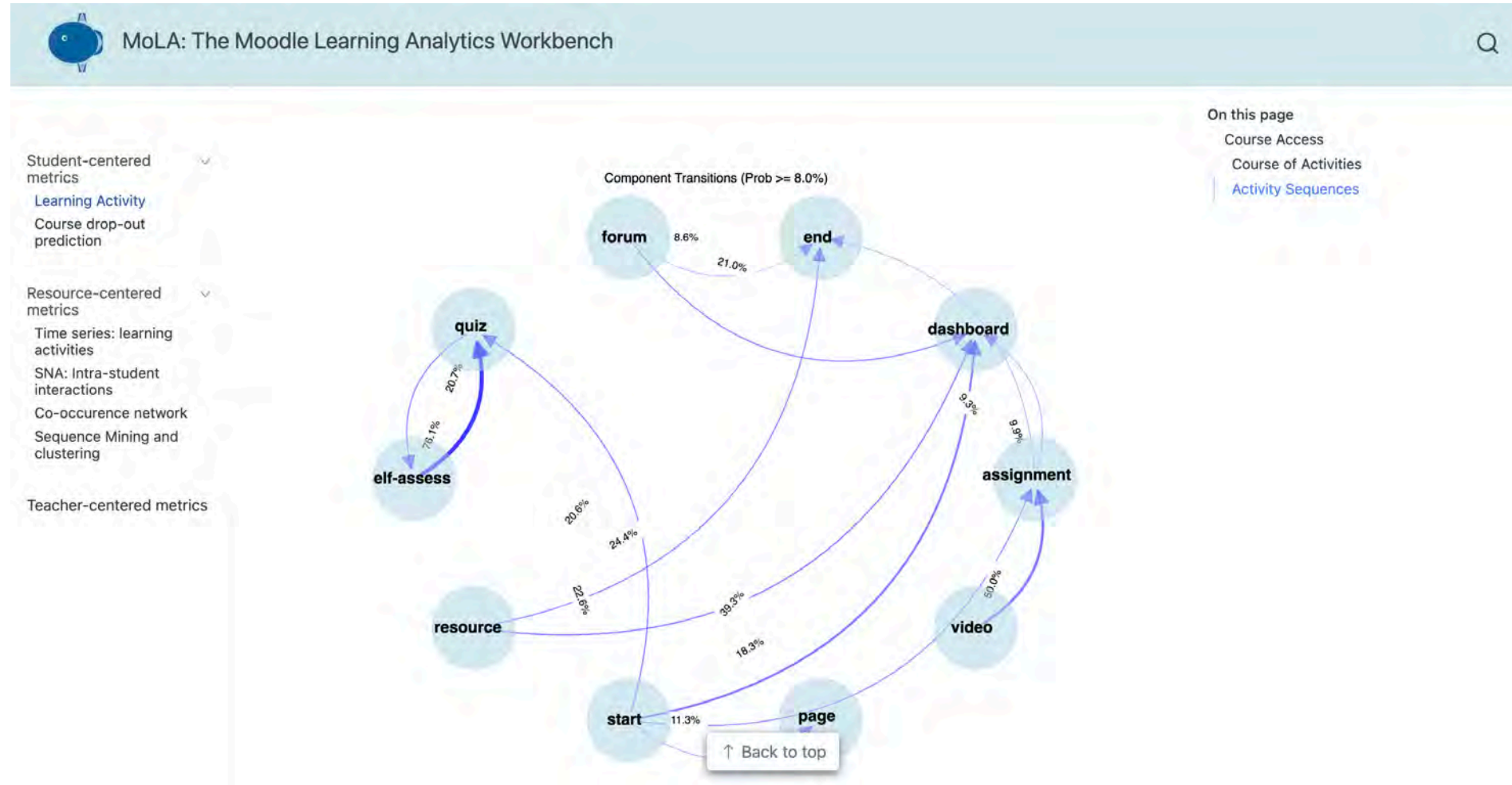
The MoLA Vision: The core mission of MoLA is to support teaching personnel in the crucial task of course design. By translating the complex activity data within your Moodle courses into clear, actionable, and informative insights, MoLA helps you understand student engagement, pinpoint areas for improvement, and ultimately design more effective learning experiences. The workbench is built as an interactive application using Quarto-Live, leveraging the robust data handling and statistical capabilities of both R and Python to provide a seamless, dynamic user experience.

How MoLA Works: Analysis on Demand

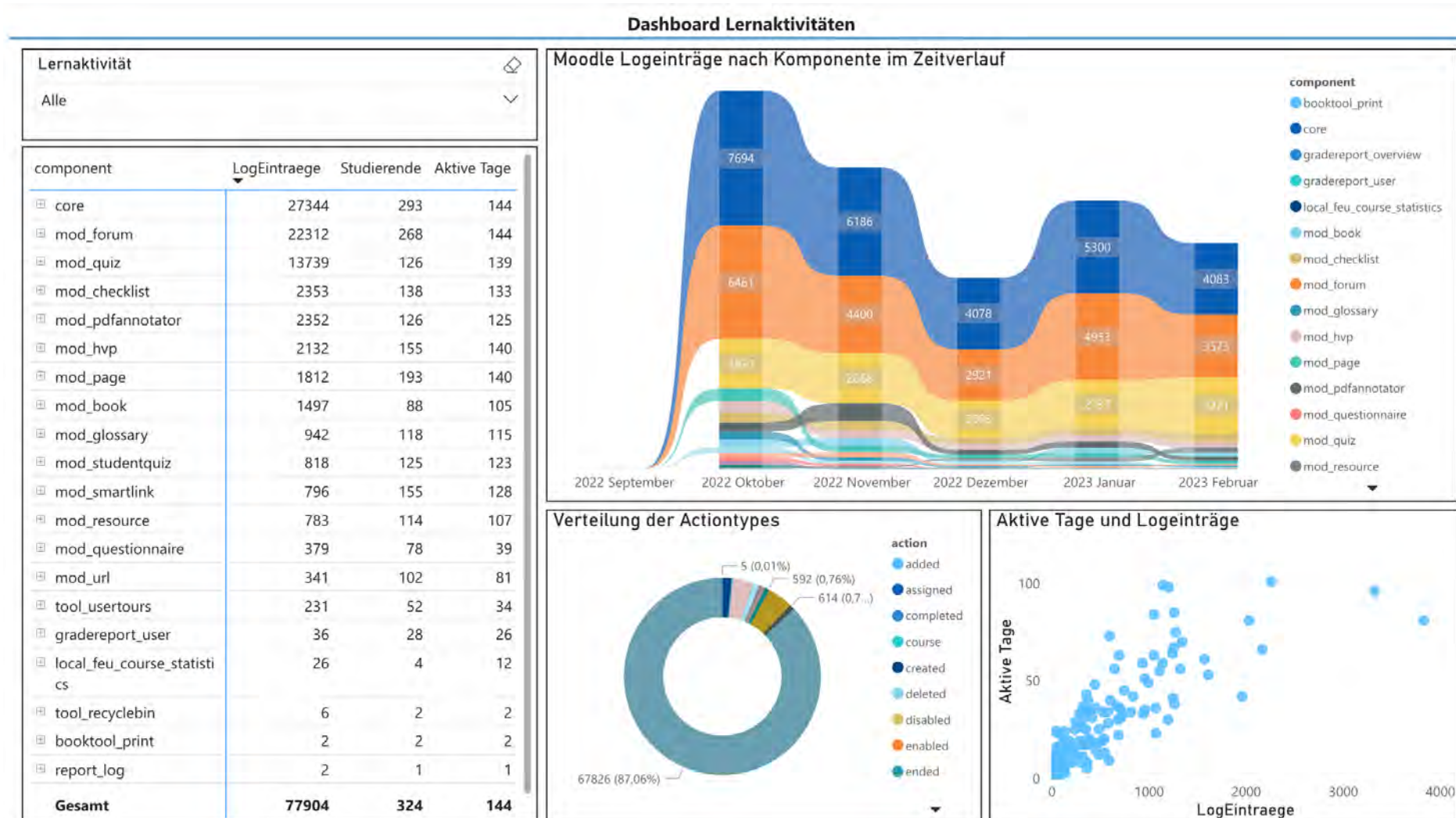
MoLA is designed for immediate, flexible use, putting the educator in control of the analysis:

1. **Course Selection:** Educators begin by selecting one or more courses from a convenient drop-down menu. This filters the entire workbench to display data relevant only to the chosen context.
2. **Executing Code Snippets:** For flexible and advanced analysis, the workbench allows users to execute code snippets (powered by R and Python) directly within the environment. This provides a clear, repeatable process for generating specific analyses and seeing the results instantly, enabling quick adaptation of teaching strategies.

Datasharing and Learning Analytics: Moodle Learning Analytics



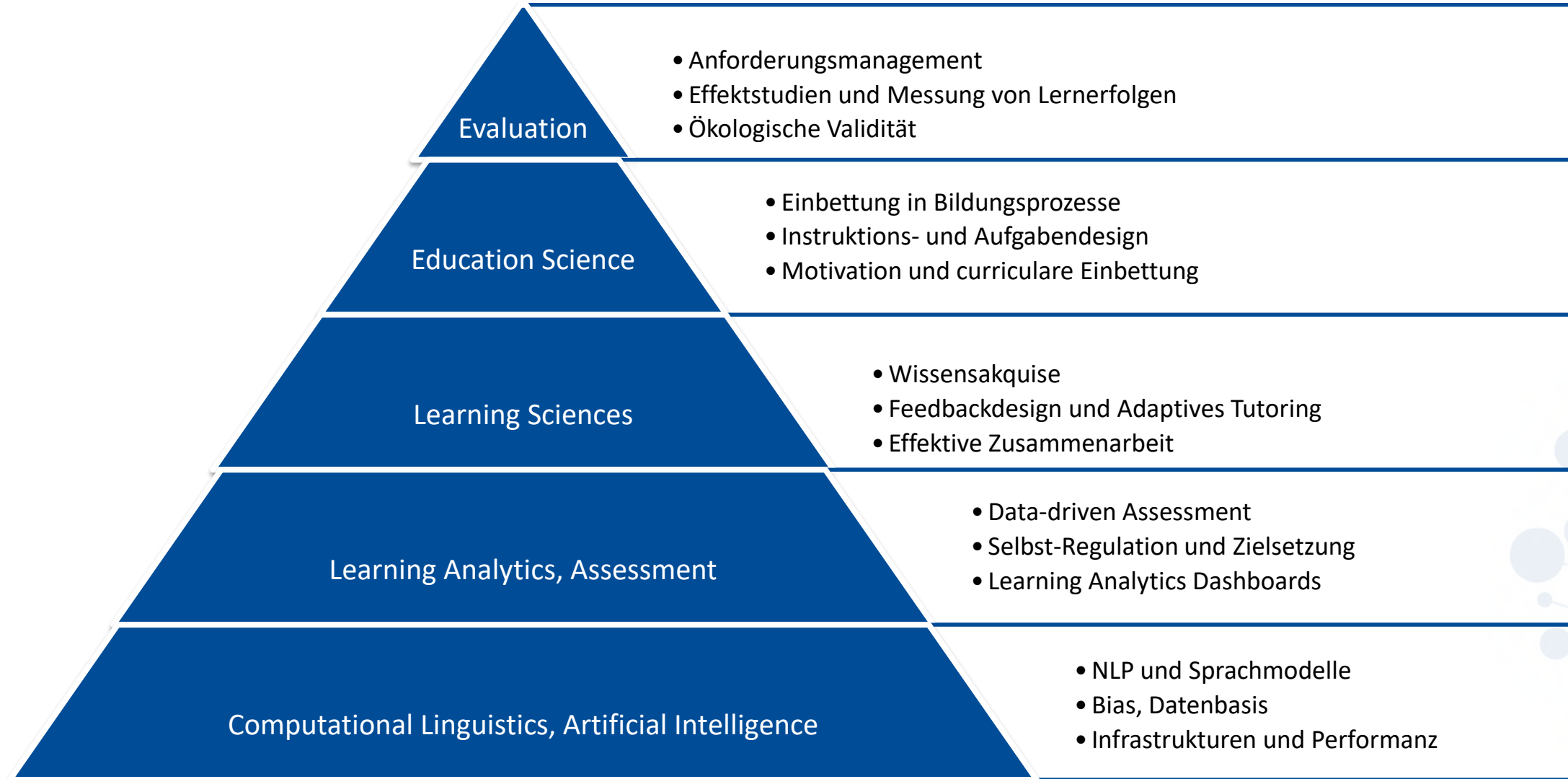
Dashboard Integration

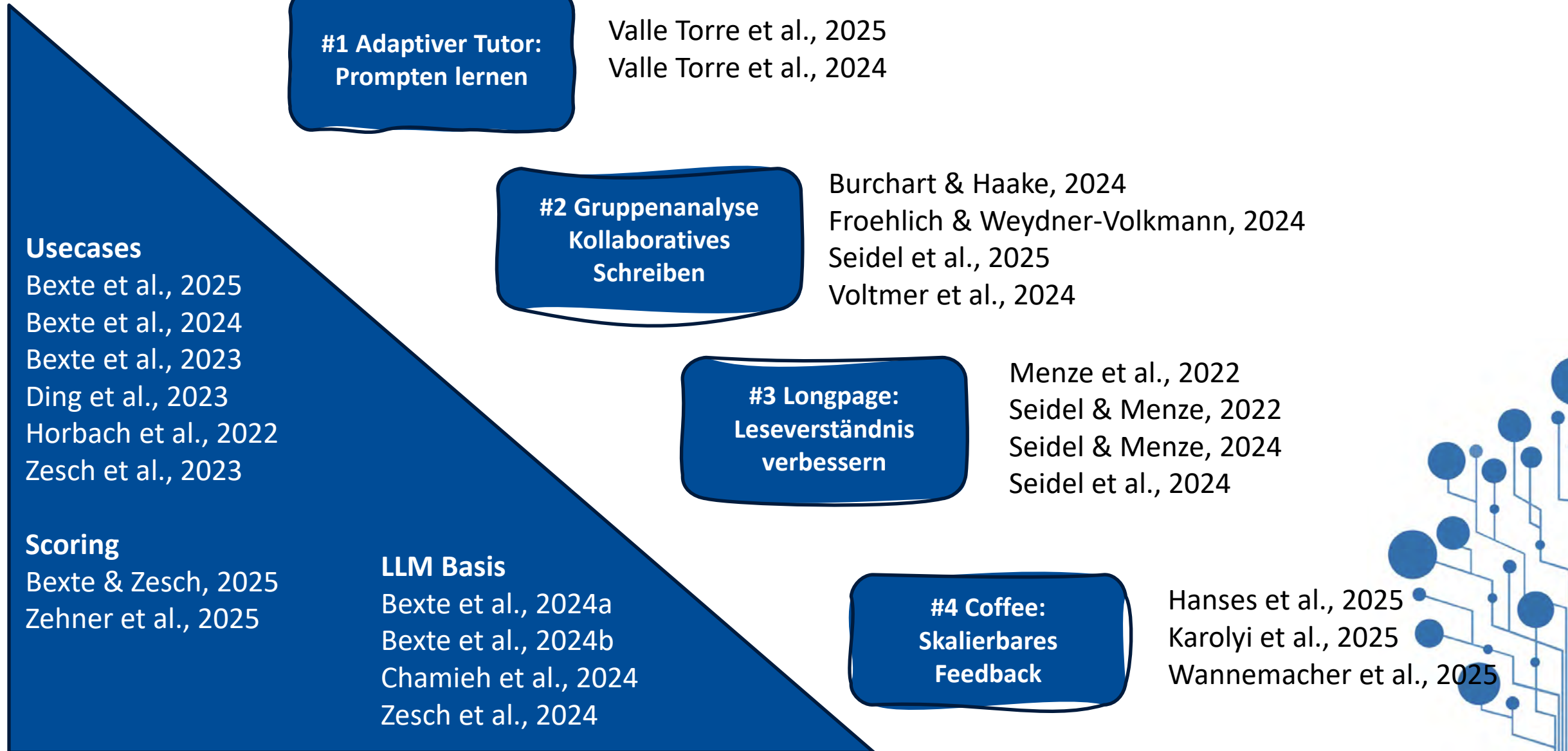


Reallabor #4: Evaluation und Publikation von Resultaten



Learning Engineering im Reallabor ist interdisziplinär



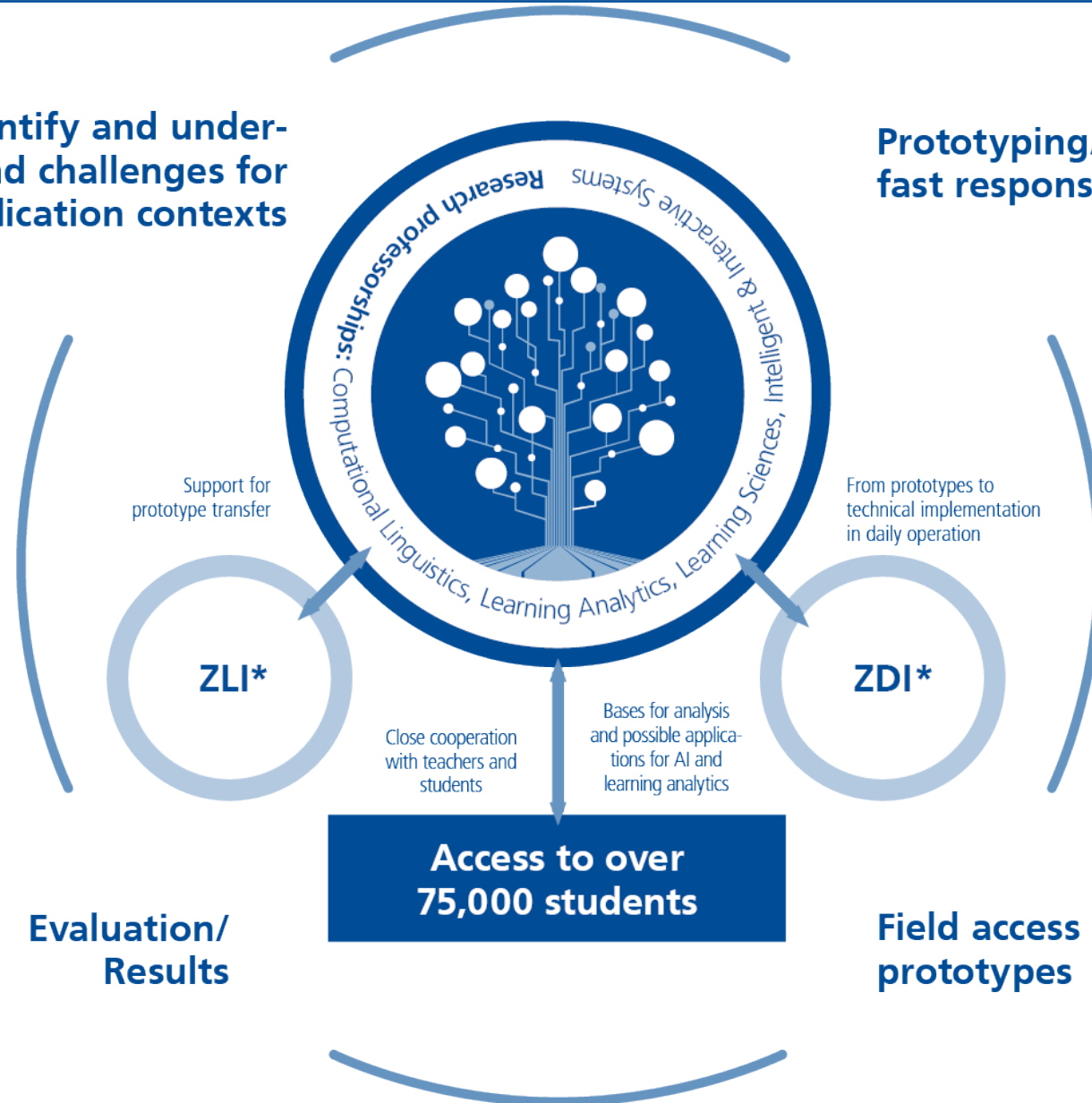


The Living Lab Approach

Aka “the Reallabor”

Identify and understand challenges for application contexts

Prototyping/
fast responses



* **ZLI:** Zentrum für Lernen und Innovation
* **ZDI:** Zentrum für Digitalisierung und IT

