

# Quantifiziertes Lernen – Individuelle Bildung mit der Hilfe von KI

Dr. Nicolas Großmann  
Smarte Daten und Wissensdienste

Start Q1 Q2 Q3 Q4 Q5 Q6 Q7 Finish

Q: Fill in the blank with the most appropriate answer.  
This program is aimed at providing a solid \_\_\_\_\_ of numerous financial instruments for investors.

understand      understood

understanding      understandable

**Aufgabe 3:** Ein zunächst ruhender Körper wird in einem Kraftfeld unregelmäßig beschleunigt. Durch ein Experiment gelang es, verschiedene Daten über die Bewegung des Körpers zu gewinnen. Ermitteln Sie, ob die folgende Aussage zu den Daten richtig oder falsch sind.  
**Ist folgende Aussage korrekt?**  
Der Körper erreicht seine maximale Geschwindigkeit zum Zeitpunkt  $t_4$ .

Hilfestellungen:

Zeitpunkt	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Diagramm

→ Weiter zur Beantwortung!

nen      Sakkaden

• can be free floating in the cytoplasm or attached to the endoplasmic reticulum

cell

Golgi apparatus

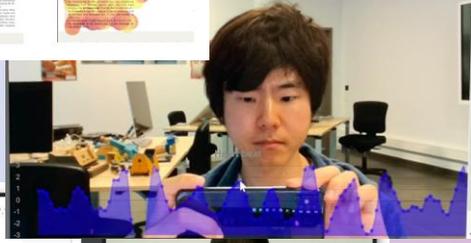
Chromatin

Secretory Vesicles

Abstract

Semantic Concept

Confidence 95%



# Das DFKI Kaiserslautern



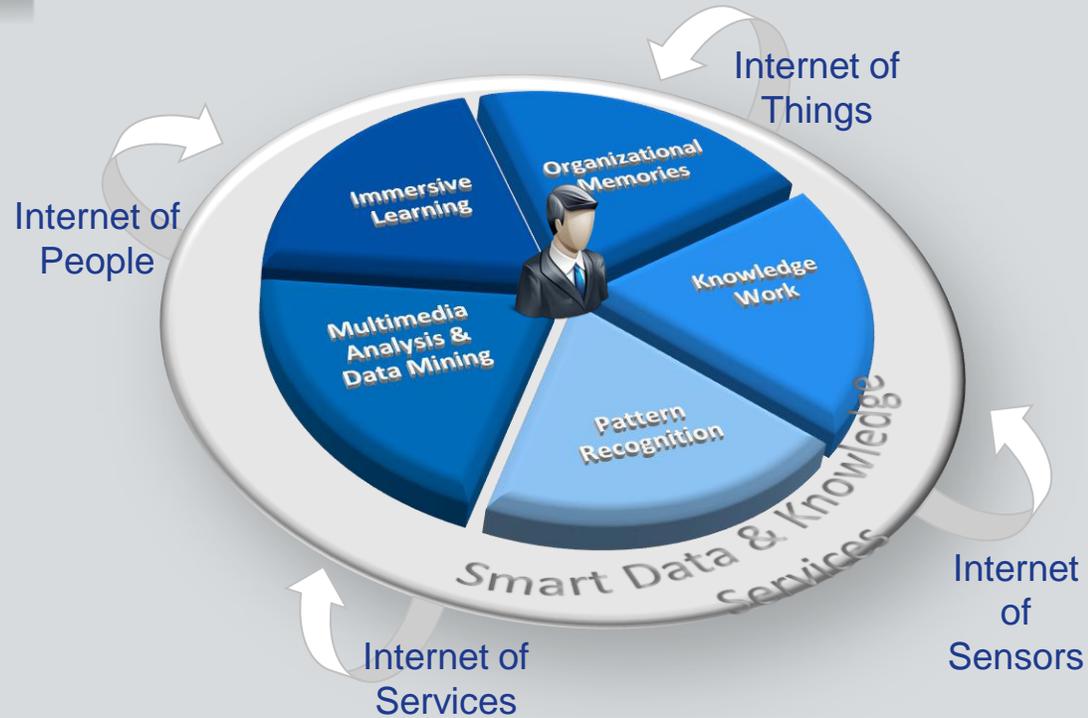
- Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz mit Standorten in ganz Deutschland
- Angewandte Forschung, sowohl in öffentlichen Forschungsprojekten als auch mit Industriepartnern
- Möglichkeit zur Durchführung von Bachelor-, Master- und Doktorarbeiten



*Prof. Dr. Andreas Dengel*  
Geschäftsführender Direktor Kaiserslautern  
Smarte Daten und Wissensdienste  
DFKI



*Dr. Nicolas Großmann*  
Themenfeldleiter – Immersive Quantified Learning  
Smarte Daten und Wissensdienste  
DFKI



# Wirksamkeit von digitalen Medien?

„Für viele Maßnahmen im Bereich der digitalen Bildung gibt es bisher keine Blaupausen - und der Erkenntnisbedarf ist in vielen Bereichen noch erheblich. [...] Umso wichtiger ist es, dass die Maßnahmen des digital gestützten Lernens bezüglich ihrer Wirksamkeit und Potenziale evaluiert werden“

(BMBF 2017, Bildungsoffensive für die digitale Wissensgesellschaft)



# Künstliche Intelligenz

Rationale Aspekte der Künstlichen Intelligenz (KI) lassen sich bereits heute mit großem Erfolg auf einem Computer simulieren

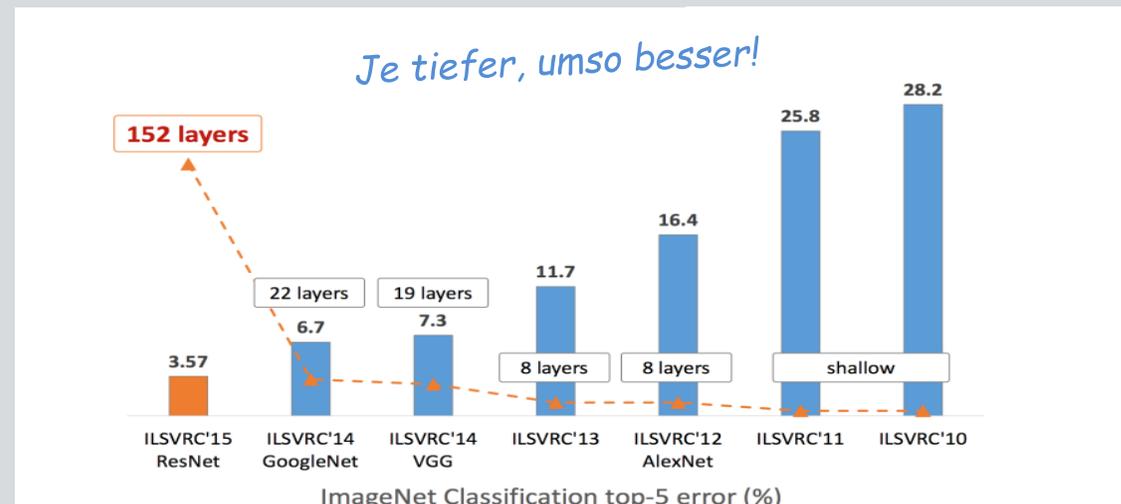


Google's AlphaGo gewinnt  
GO-match gegen Lee  
Sedol 4-1!



Neue Möglichkeiten basieren auf:

- Verfügbarkeit großer Datenmengen
- Massive parallele Hardware
- Maschinelles (tiefes) Lernen



# Quantified Learning

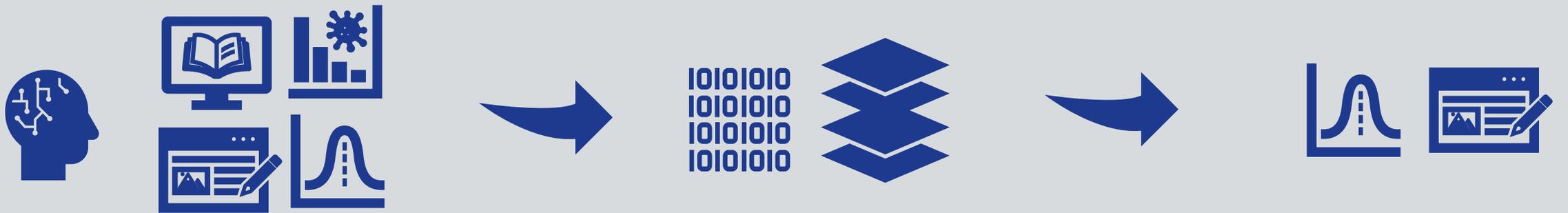
Wenn Lernen und Lernprozesse quantifizierbar wären, dann kann KI uns helfen,

- die Wirkmechanismen des Lernens besser zu verstehen
- individuelle Defizite zu erkennen
- individuelles Feedback zu geben
- Gruppendynamiken nachzuvollziehen
- Lernerfolg zu beurteilen

***„KI für den Menschen!“***

*„Das größte Potenzial von Künstlicher Intelligenz liegt nicht in der Entwicklung menschenähnlicher Maschinen, sondern in der Fähigkeit als intellektueller Leistungsverstärker im Sinne eines digitalen Partners zu agieren!“*

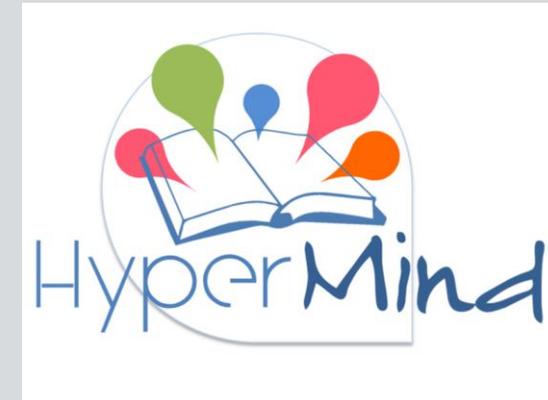
# Quantifiziertes Lernen



Nutzer arbeiten mit  
Lehrmaterial, Daten werden  
aufgezeichnet

KI analysiert Daten und erkennt  
Lernprobleme

Automatische Anpassung von  
Material auf die Bedürfnisse  
der Nutzenden



# Unser erstes Projekt: HyperMind

## • Unterschied zwischen Anfängern und Experten

**Regeln für die Reihenschaltung**

**1. Bauteile in Reihe machen den Widerstand größer**

Paula ist neugierig. Sie macht mit einer 4,5V-Flachbatterie den Versuch aus der Schule nach, in dem gezeigt wurde, dass der menschliche Körper Strom leitet. Mit ihrem Multimeter kann sie tatsächlich messen, dass durch ihren Körper ein kleiner Strom fließt, wenn sie mit Batterie, Multimeter und ihren Händen einen geschlossenen Stromkreis bildet. Nun kommt ihre Freundin Andrea hinzu. Sie fragt sich, ob auch noch Strom fließt, wenn sie und Paula beide im Stromkreis sind.

Paula nimmt Andrea mit in den Stromkreis hinein → **V1**. Tatsächlich stellen beide fest, dass das Multimeter immer noch anzeigt, dass Strom fließt – die Stromstärke ist zwar geringer geworden, aber nicht null. Offensichtlich hat sich der Widerstand vergrößert, wenn sie beide in Reihe zur Batterie geschaltet sind. Die zwei wollen der Sache nun systematisch auf den Grund gehen und arbeiten mit technischen Widerständen. Sie bauen einen Stromkreis auf. In dem sie nach und nach mehr Widerstände in Reihe schalten und dabei die Stromstärken messen → **V2**. Die Spannung der Batterie bleibt dabei stets die gleiche. Sie notieren sich die verwendeten Widerstandswerte und die Stromstärken in einer Tabelle → **T1**.

Paula und Andrea werten ihre Messergebnisse aus. Dazu berechnen sie auch den Widerstand für die Gesamtschaltung nach der Definition  $R = U/I$  → **T1**. Sie stellen fest:

- Mit jedem zusätzlichen Widerstand, den sie in Reihe schalten, verringert sich die Stromstärke. Das bedeutet: Der Widerstand, den die Schaltung insgesamt besitzt (**Gesamtwiderstand**), vergrößert sich dadurch.
- Der Quotient aus der Spannung der Batterie  $U$  und der jeweiligen Stromstärke  $I$  ergibt einen Widerstandswert  $R_{ges}$ , der – im Rahmen der Messgenauigkeit – gerade so groß ist wie die Summe der eingebauten Widerstandswerte.

Aus diesem Ergebnis kann man folgern, dass der Gesamtwiderstand  $R_{ges}$  einer Reihenschaltung stets größer ist als jeder einzelne Widerstandswert in dieser Schaltung. Das heißt aber auch:  $R_{ges}$  ist stets größer als der größte Einzelwiderstand. Schaltet man also Bauteile in Reihe, so kann sich dadurch bei gleicher Spannung die Stromstärke nur verringern. Diesen Effekt benutzt man bei sogenannten Vorwiderständen, um Bauteile vor zu großer Stromstärke zu schützen.

**Merksatz**  
Baut man in einer Reihenschaltung zusätzliche Bauteile ein, so wird dadurch der Gesamtwiderstand  $R_{ges}$  größer. Der Gesamtwiderstand ist stets größer als der größte Einzelwiderstand. Er ergibt sich bei der Reihenschaltung aus der Summe der Einzelwiderstände:  
 $R_{ges} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$

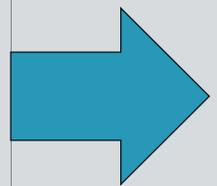
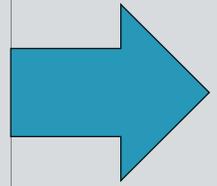
**V1** Paula und Andrea bilden mit der Batterie einen Stromkreis – zunächst Paula allein, dann beide zusammen, sodass sie in Reihe zur Batterie geschaltet sind.

**V2** An die Batterie werden ein (○), zwei (○) bzw. drei (○) Widerstände in Reihe angeschlossen und die Stromstärken gemessen.

	○	○	○
Widerstandswerte	100 Ω	100 Ω	100 Ω
		150 Ω	150 Ω
			220 Ω
$I$	45 mA	18 mA	9,5 mA
$R_{ges} = U/I$	100 Ω	250 Ω	474 Ω

**T1** Messergebnisse aus → **V2**. Die Spannung der Batterie betrug konstant  $U = 4,5$  V.

**Achtung!** Eine Änderung an einer Stelle des Stromkreises hat Auswirkungen auf alle anderen Stellen. Regle daher vor Änderungen die Spannung auf null oder trenne die Quelle vom Stromkreis.



**Regeln für die Reihenschaltung**

**1. Bauteile in Reihe machen den Widerstand größer**

Paula ist neugierig. Sie macht mit einer 4,5V-Flachbatterie den Versuch aus der Schule nach, in dem gezeigt wurde, dass der menschliche Körper Strom leitet. Mit ihrem Multimeter kann sie tatsächlich messen, dass durch ihren Körper ein kleiner Strom fließt, wenn sie mit Batterie, Multimeter und ihren Händen einen geschlossenen Stromkreis bildet. Nun kommt ihre Freundin Andrea hinzu. Sie fragt sich, ob auch noch Strom fließt, wenn sie und Paula beide im Stromkreis sind.

Paula nimmt Andrea mit in den Stromkreis hinein → **V1**. Tatsächlich stellen beide fest, dass das Multimeter immer noch anzeigt, dass Strom fließt – die Stromstärke ist zwar geringer geworden, aber nicht null. Offensichtlich hat sich der Widerstand vergrößert, wenn sie beide in Reihe zur Batterie geschaltet sind. Die zwei wollen der Sache nun systematisch auf den Grund gehen und arbeiten mit technischen Widerständen. Sie bauen einen Stromkreis auf. In dem sie nach und nach mehr Widerstände in Reihe schalten und dabei die Stromstärken messen → **V2**. Die Spannung der Batterie bleibt dabei stets die gleiche. Sie notieren sich die verwendeten Widerstandswerte und die Stromstärken in einer Tabelle → **T1**.

Paula und Andrea werten ihre Messergebnisse aus. Dazu berechnen sie auch den Widerstand für die Gesamtschaltung nach der Definition  $R = U/I$  → **T1**. Sie stellen fest:

- Mit jedem zusätzlichen Widerstand, den sie in Reihe schalten, verringert sich die Stromstärke. Das bedeutet: Der Widerstand, den die Schaltung insgesamt besitzt (**Gesamtwiderstand**), vergrößert sich dadurch.
- Der Quotient aus der Spannung der Batterie  $U$  und der jeweiligen Stromstärke  $I$  ergibt einen Widerstandswert  $R_{ges}$ , der – im Rahmen der Messgenauigkeit – gerade so groß ist wie die Summe der eingebauten Widerstandswerte.

Aus diesem Ergebnis kann man folgern, dass der Gesamtwiderstand  $R_{ges}$  einer Reihenschaltung stets größer ist als jeder einzelne Widerstandswert in dieser Schaltung. Das heißt aber auch:  $R_{ges}$  ist stets größer als der größte Einzelwiderstand. Schaltet man also Bauteile in Reihe, so kann sich dadurch bei gleicher Spannung die Stromstärke nur verringern. Diesen Effekt benutzt man bei sogenannten Vorwiderständen, um Bauteile vor zu großer Stromstärke zu schützen.

**Merksatz**  
Baut man in einer Reihenschaltung zusätzliche Bauteile ein, so wird dadurch der Gesamtwiderstand  $R_{ges}$  größer. Der Gesamtwiderstand ist stets größer als der größte Einzelwiderstand. Er ergibt sich bei der Reihenschaltung aus der Summe der Einzelwiderstände:  
 $R_{ges} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$

**V1** Paula und Andrea bilden mit der Batterie einen Stromkreis – zunächst Paula allein, dann beide zusammen, sodass sie in Reihe zur Batterie geschaltet sind.

**V2** An die Batterie werden ein (○), zwei (○) bzw. drei (○) Widerstände in Reihe angeschlossen und die Stromstärken gemessen.

	○	○	○
Widerstandswerte	100 Ω	100 Ω	100 Ω
		150 Ω	150 Ω
			220 Ω
$I$	45 mA	18 mA	9,5 mA
$R_{ges} = U/I$	100 Ω	250 Ω	474 Ω

**T1** Messergebnisse aus → **V2**. Die Spannung der Batterie betrug konstant  $U = 4,5$  V.

### Heatmap der Blickdaten von Anfängern

- Augen nicht fokussiert auf Bereiche
- Tabelle (größtenteils) ignoriert

### Heatmap der Blickdaten von Experten

- Augen fokussiert auf wenige Bereiche
- Intensive Betrachtung der Formeln und Tabellen

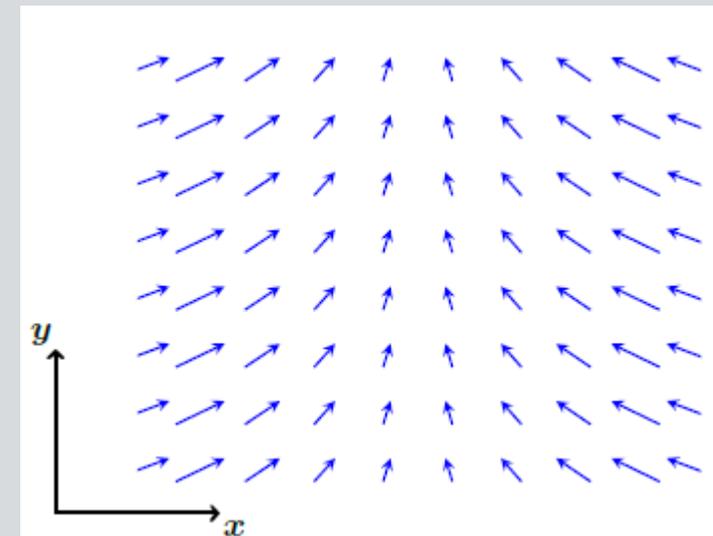
# Unser erstes Projekt: HyperMind

- Das visuelle Verständnis der Studenten für mathematische Konzepte
- Beispiel: Divergenz eines Vektorfeldes

$$\operatorname{div} \vec{F} = \lim_{V \rightarrow 0} \frac{1}{V} \int_{\partial V} \vec{F} \cdot d\vec{n}$$
$$\operatorname{div} \vec{F} = \frac{\partial F_x}{\partial x} + \frac{\partial F_y}{\partial y} + \frac{\partial F_z}{\partial z}$$

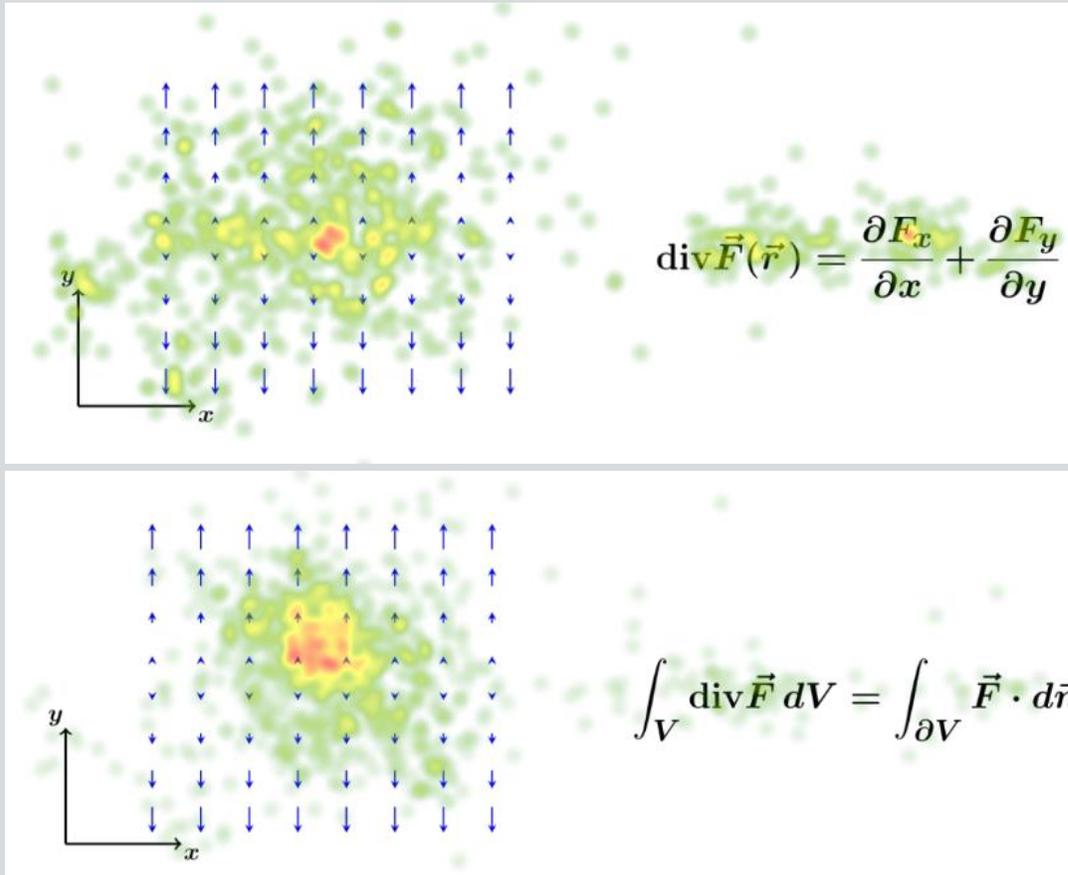
Anwendung einer  
visuellen Strategie

Plot eines Vektorfeldes



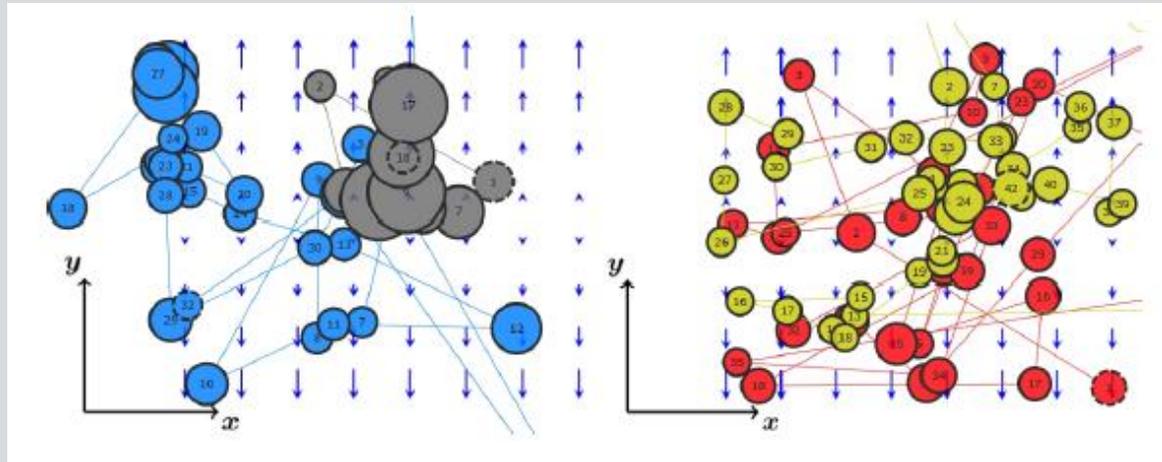
**Wie schauen Studierende auf Vektorfelder?**

# Unser erstes Projekt: HyperMind



- N = 41 Physikstudierende (2. Jahr)
- Signifikante Unterschiede zwischen beiden Strategien

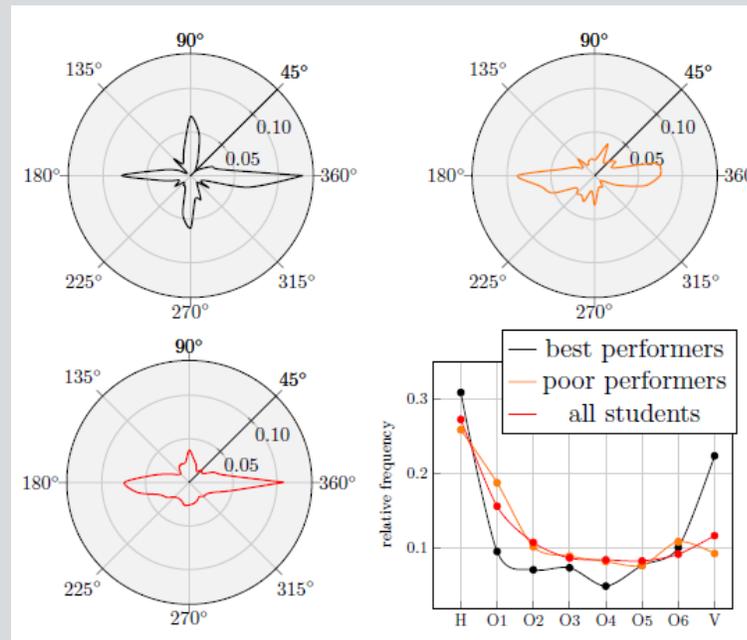
# Unser erstes Projekt: HyperMind



stärkste Studierende

schwächste Studierende

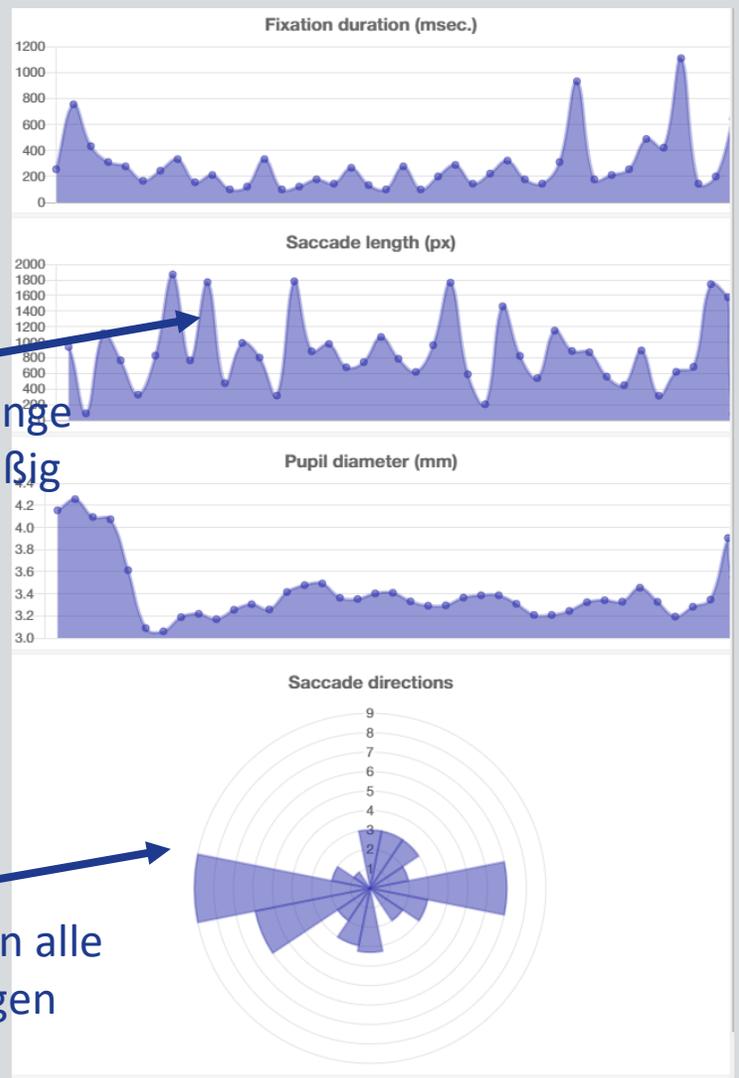
Richtungsverteilung der Blickbewegungen:



- Pfad der besten und schlechtesten Probanden
- Deutliche Unterschiede: Anzahl der Fixationen und Fixationsdauer
- Unterschiede in der sakkadischen Richtungsverteilung: Experten bewegen ihre Augen mehr vertikal



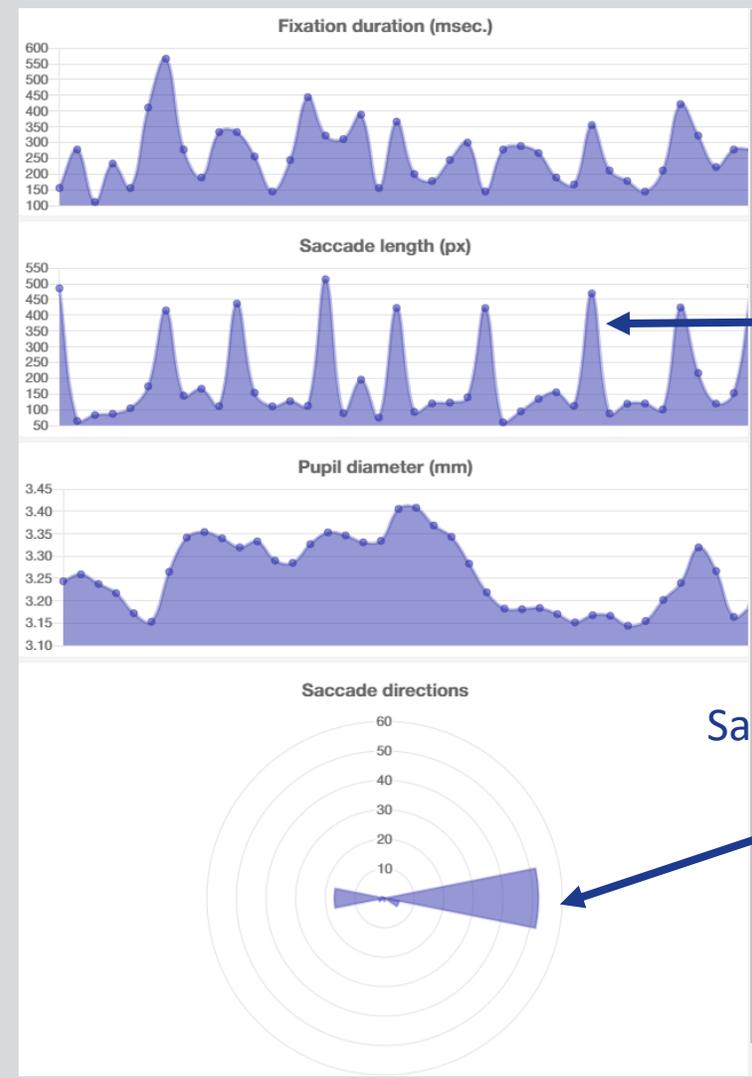
# Genauere Erklärung zum Blickverhalten



Sakkadenlänge unregelmäßig

Sakkaden in alle Richtungen

herumschauen



Zeilenumbrüche erkennbar

Sakkadenrichtung links/rechts

lesen

# Use case: gemessenes Selbstvertrauen

- Selbstvertrauen basierend auf Sensordaten
- Zeigt falsche Antworten mit hohem Selbstvertrauen auf

Start Q1 Q2 Q3 Q4 Q5 Q6 Q7 Finish

Q. Fill in the blank with the most appropriate answer.

Mr.Young accidentally erased the important file \_\_\_\_ had included the sales figures for this quarter.

whose	that
who	it

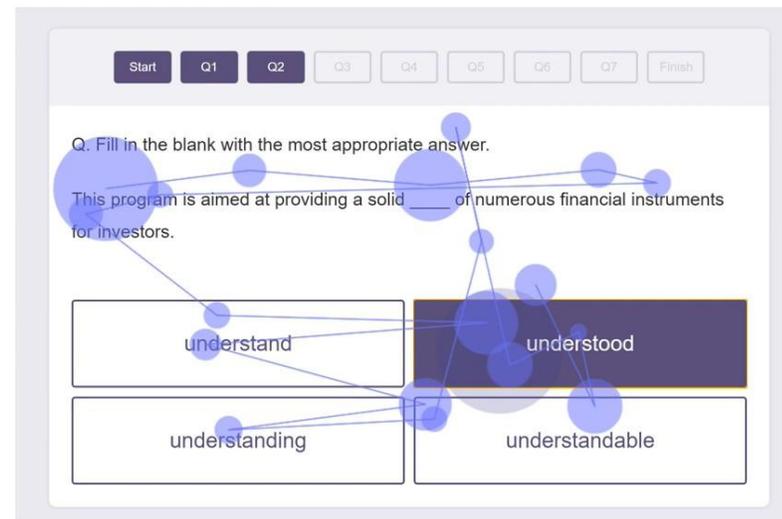
Fixation heatmap

特に注目していた場所を可視化することもできます

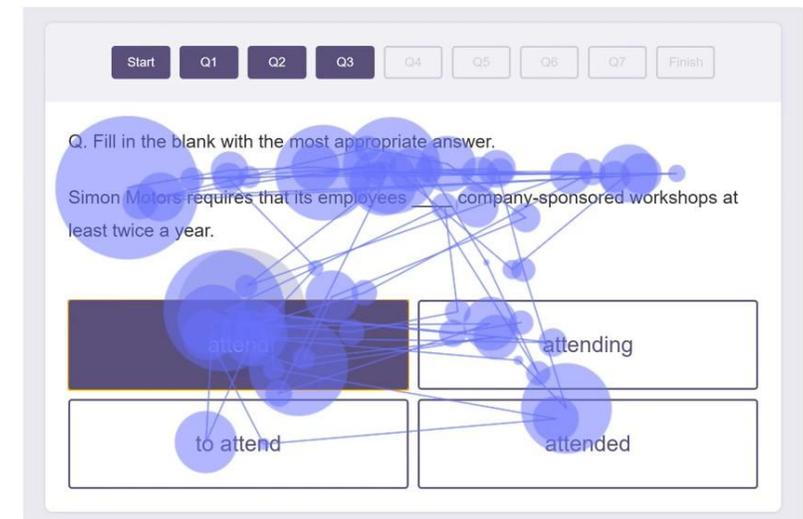
00:44,75

# Use case: gemessenes Selbstvertrauen

- Selbstvertrauen basierend auf Sensordaten
- KI erkennt falsche Antworten mit hohem Selbstvertrauen
- Direkte Adaption an die Nutzenden möglich



Falsch, hohes Selbstvertrauen



Falsch, geringes Selbstvertrauen

# Use case: gemessenes Selbstvertrauen

Q3 **【Falsche Antwort】**

Erklärung

Feedback

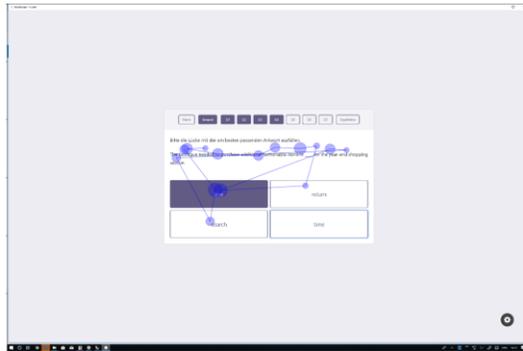
Q4 **【Falsche Antwort】** Falsche Antwort bei hohem Selbstvertrauen

Erklärung

Feedback

The boutique needed to purchase additional fashionable items in \_\_\_ for the year-end shopping season.

1. line **Deine Antwort**
2. return
3. search
4. time **Richtige Antwort**



Q5 **【Richtige Antwort】** Richtige Antwort bei geringem Selbstvertrauen

Erklärung

Feedback

Mögliche Fälle:

1. Falsch, geringes Selbstvertrauen  
→ ok



2. Richtig, hohes Selbstvertrauen  
perfekt →



3. Richtig, geringes Selbstvertrauen  
→ok, möglicherweise geraten



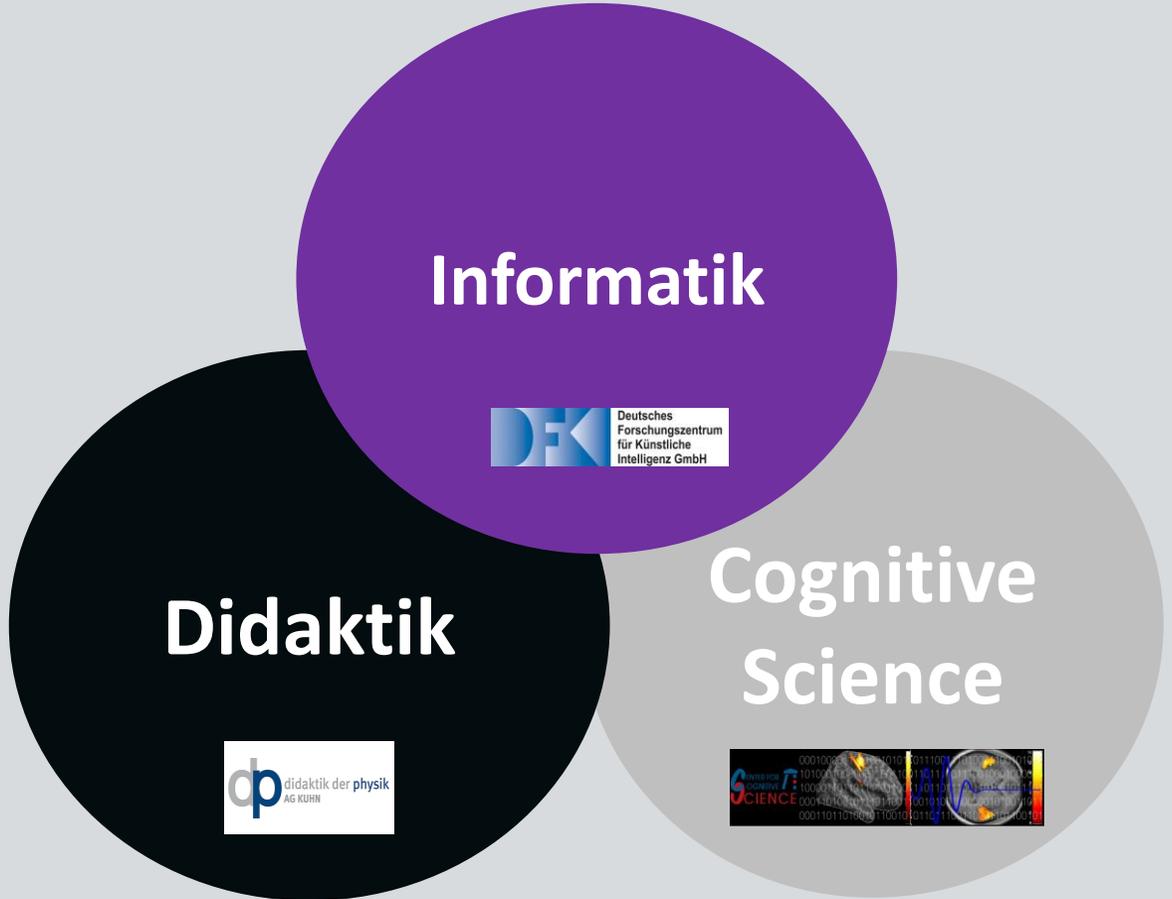
4. Falsch, geringes Selbstvertrauen  
→ schlecht



# Ein interdisziplinäres Thema

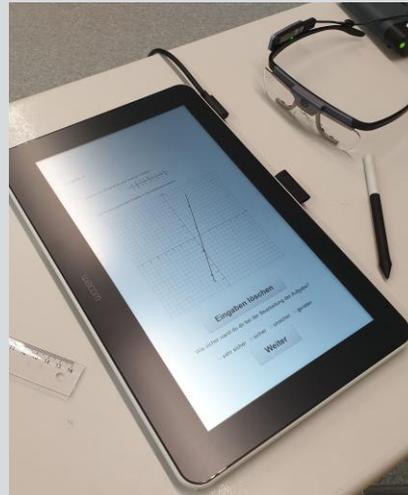


<https://xkcd.com/1838/>

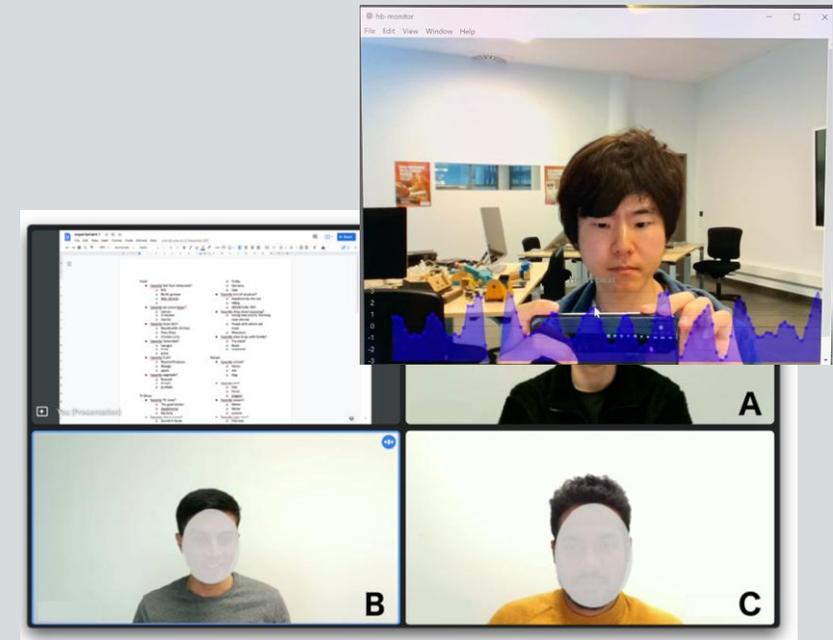


# Sensor-basierte Cognitive-State-Erkennung

Spezielle Sensor-Technologie

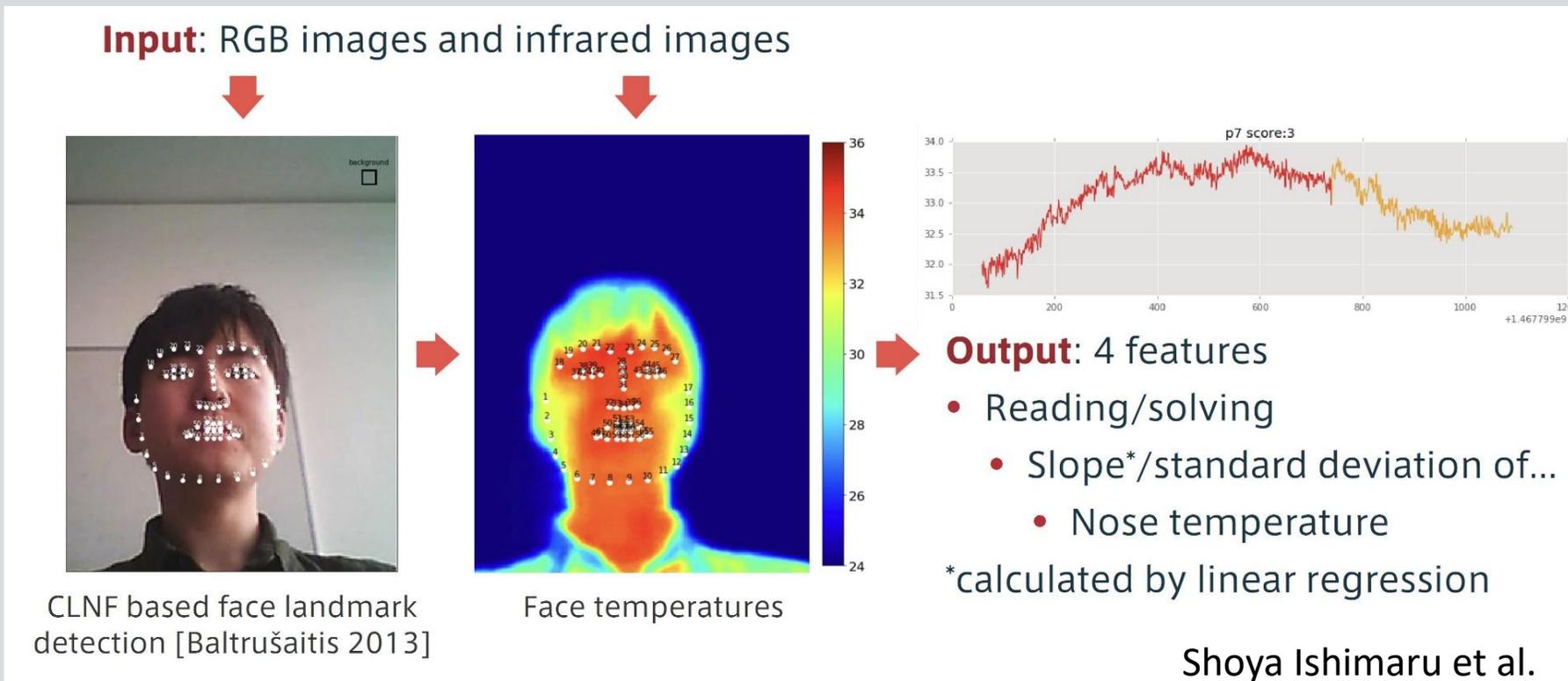


Nutzung von „low cost“-Sensoren



# Infrarot-Bilder

- Nasentemperatur erkennt kognitive Belastung



# Elektrodermale Aktivität

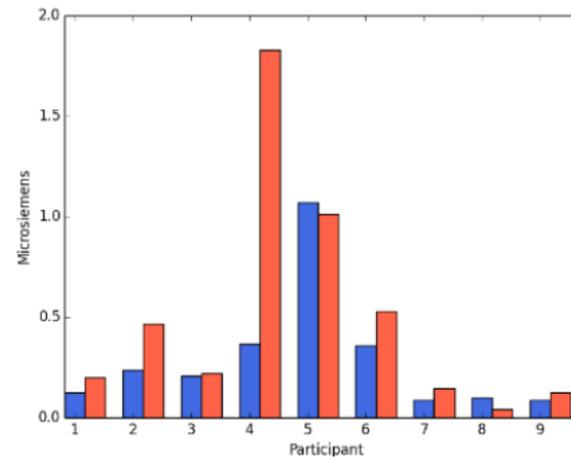
- Messung der elektrodermalen Aktivität am Arm um Stress zu erkennen.



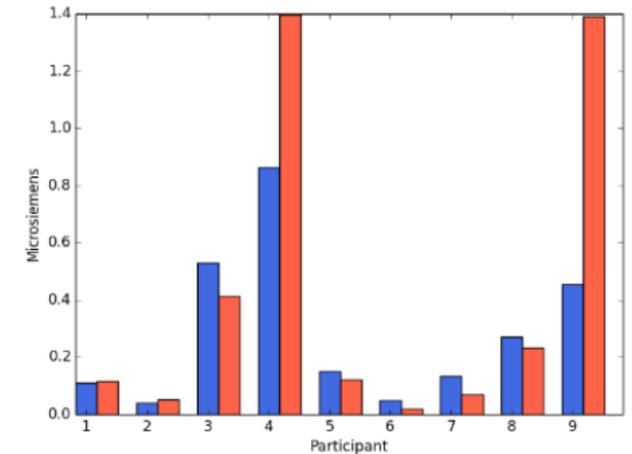
- Arbeiten am Bildschirm normalerweise anstrengender

↑  
anstrengender

## Finding 4: Electrodermal Activity



By reading on screen,  
tonic component Increased in  
average on 73.38% (t-test:  $p < .01$ )\*.

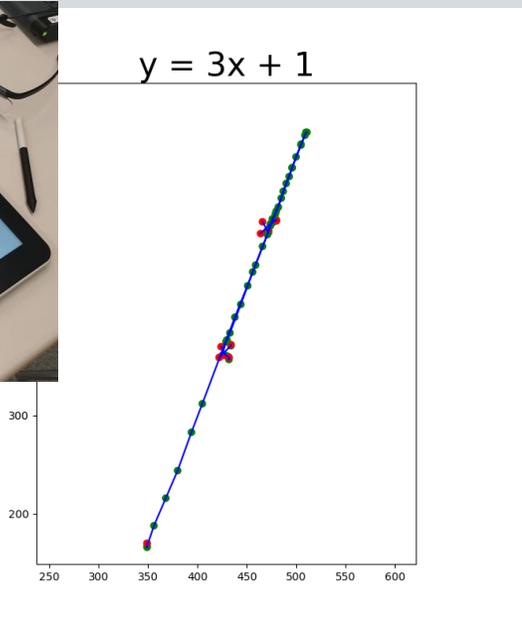
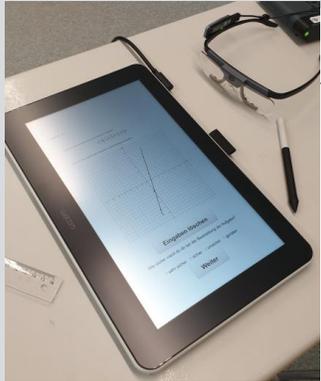


By reading on screen:  
by 4 participants: increased in  
average on 74.49%; by 5: decreased  
on 32.90% (t-test:  $p < .01$ )\*.

Brishtel et al., Proc IUI2018

→ Neues Lehrmaterial muss entwickelt werden

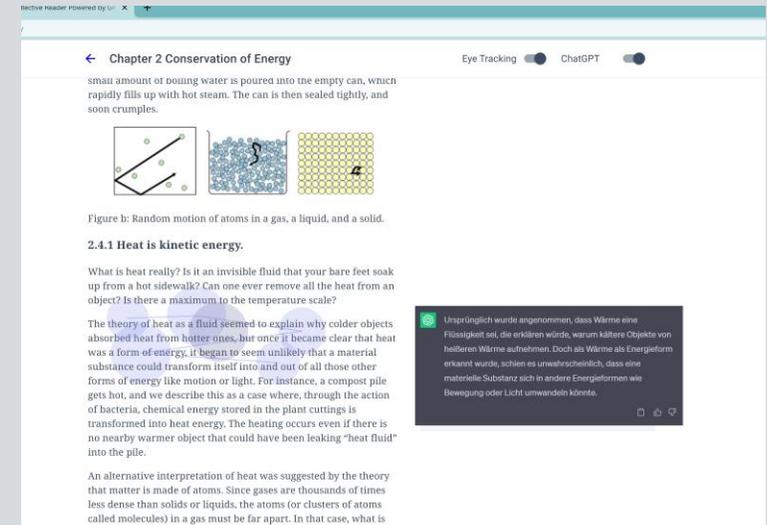
# Aktuelle Forschung



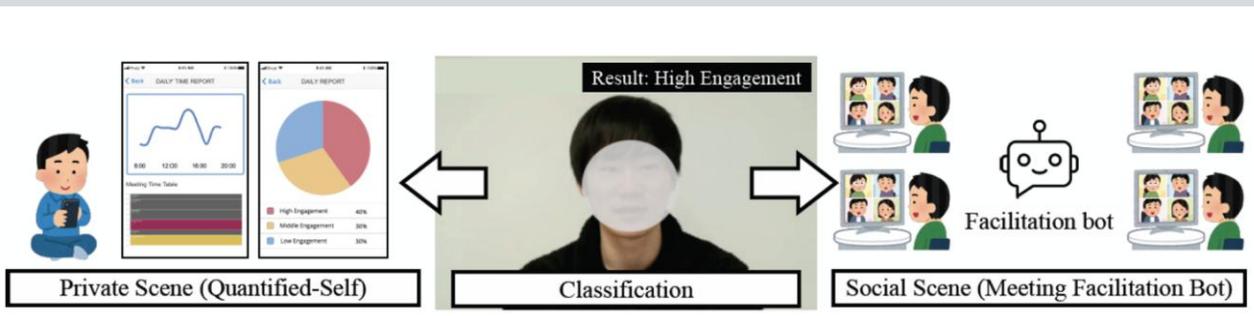
Analyse von mathematischen Lösungsverfahren basierend auf Stiftdaten



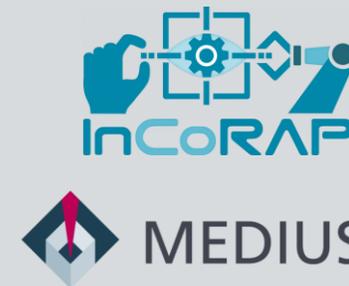
Algorithmus-basierte Lernpfade basieren auf KI



Automatische Unterstützung durch LLMs (ChatGPT) basierend auf Augenbewegungen

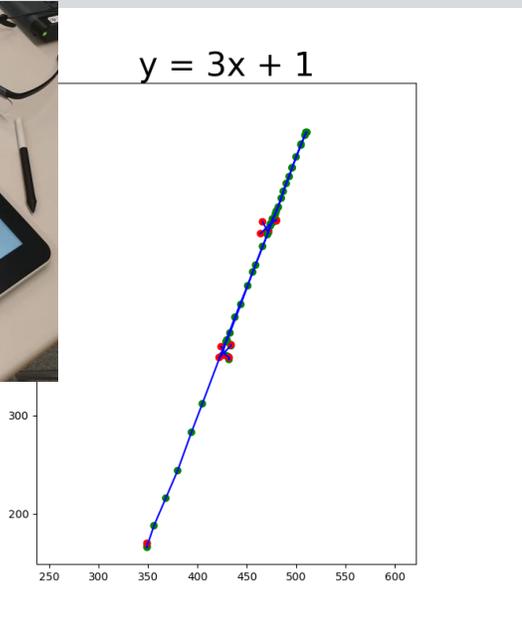
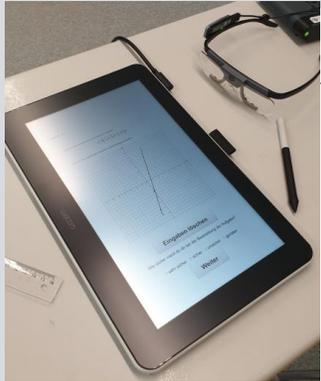


Engagement-Analyse in Meetings mittels Webcams



AR-Unterstützung im Fabrik-Umfeld

# Aktuelle Forschung

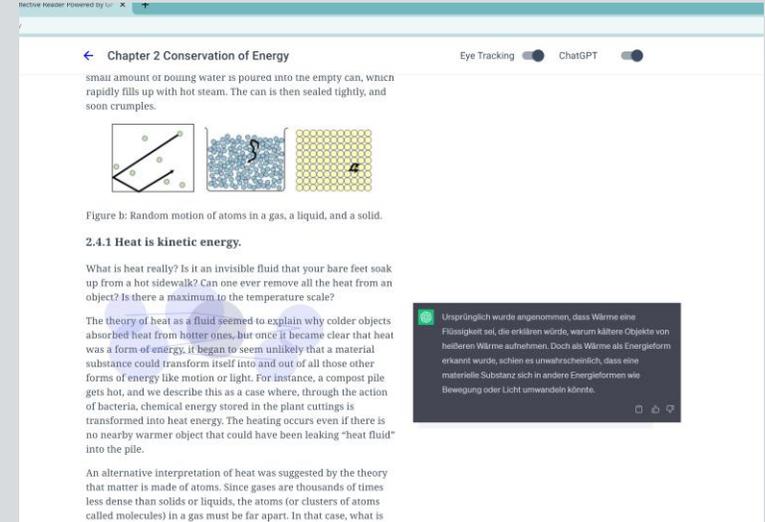


Analyse von mathematischen Lösungsverfahren basierend auf Stiftdaten

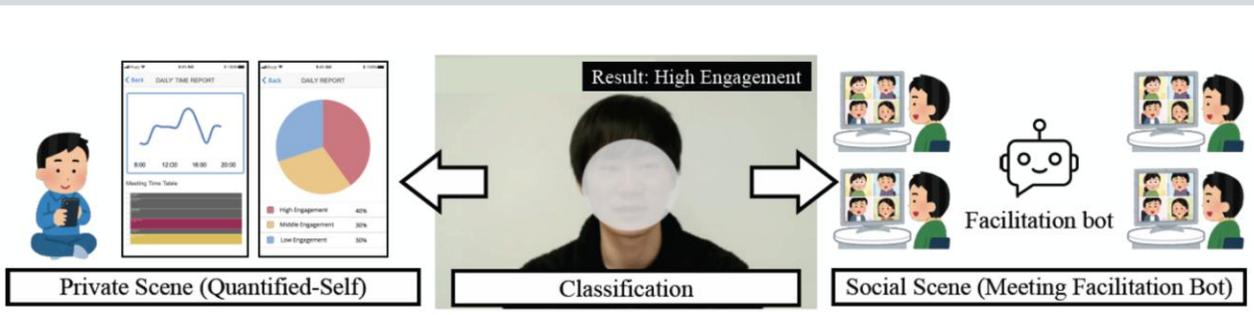


Knowledge based learning platform with Artificial Intelligent structured content

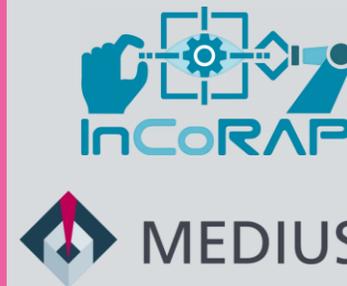
Algorithmus-basierte Lernpfade basieren auf KI



Automatische Unterstützung durch LLMs (ChatGPT) basierend auf Augenbewegungen



Engagement-Analyse in Meetings mittels Webcams



AR-Unterstützung im Fabrik-Umfeld

# InCoRAP und MEDIUS



Mensch-Roboter-  
Kooperation mit AR-  
Unterstützung im  
Fabrik-Umfeld



Cognitive-State-Erkennung  
und adaptive AR-Unter-  
stützung im Fabrik-Umfeld



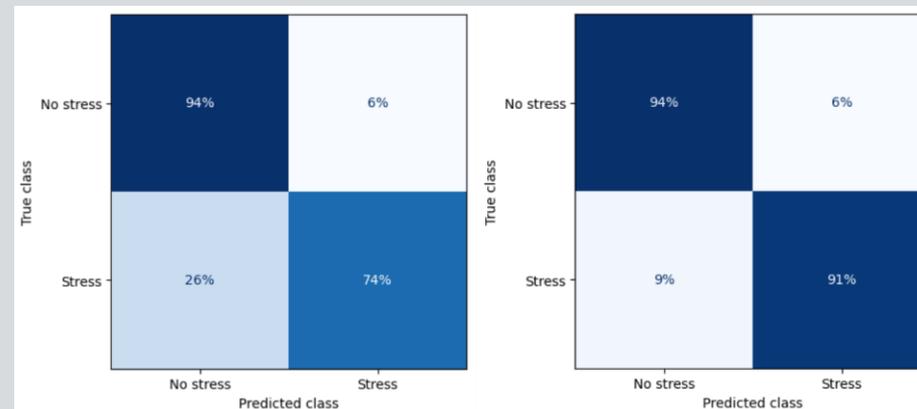
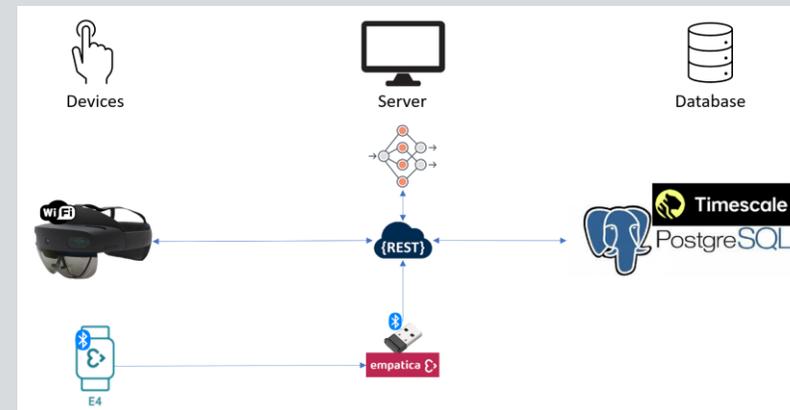
# MEDIUS



- Cognitive-State-Erkennung und adaptive AR-Unterstützung im Fabrik-Umfeld



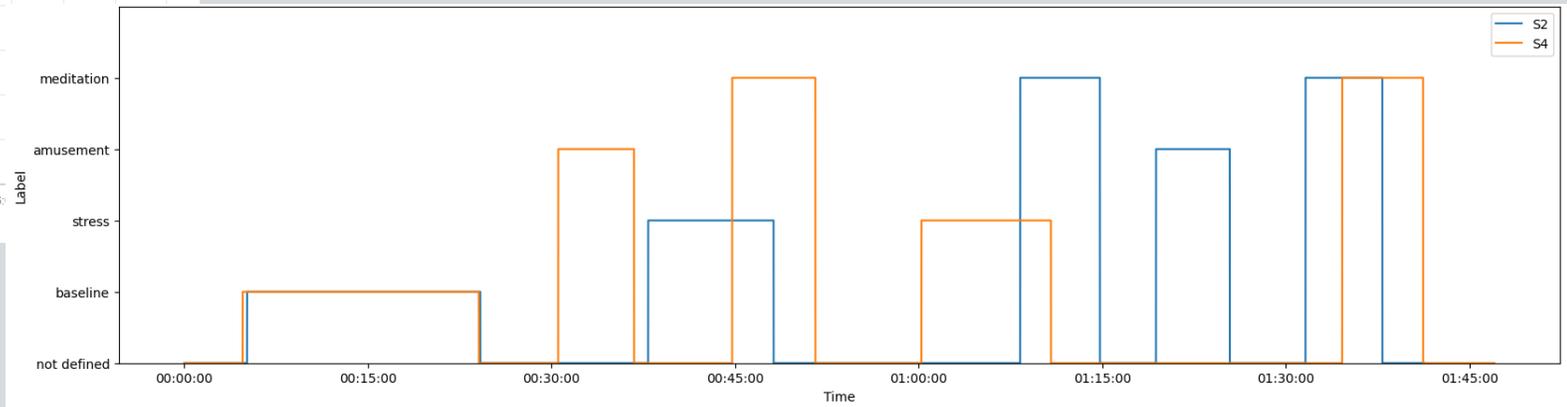
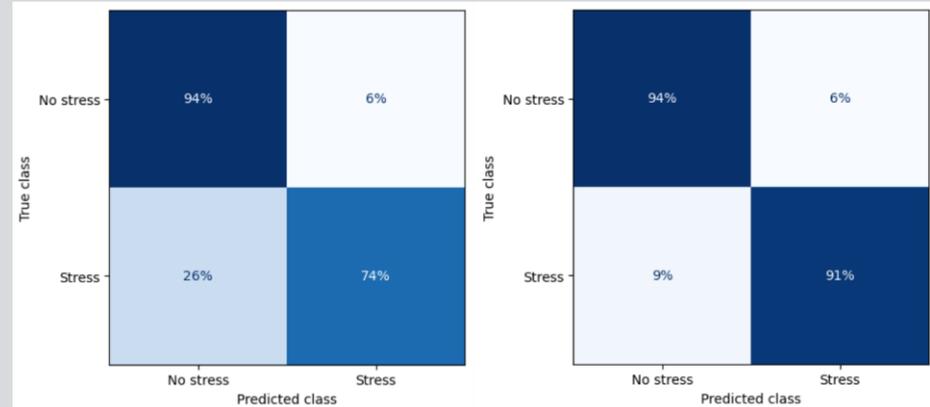
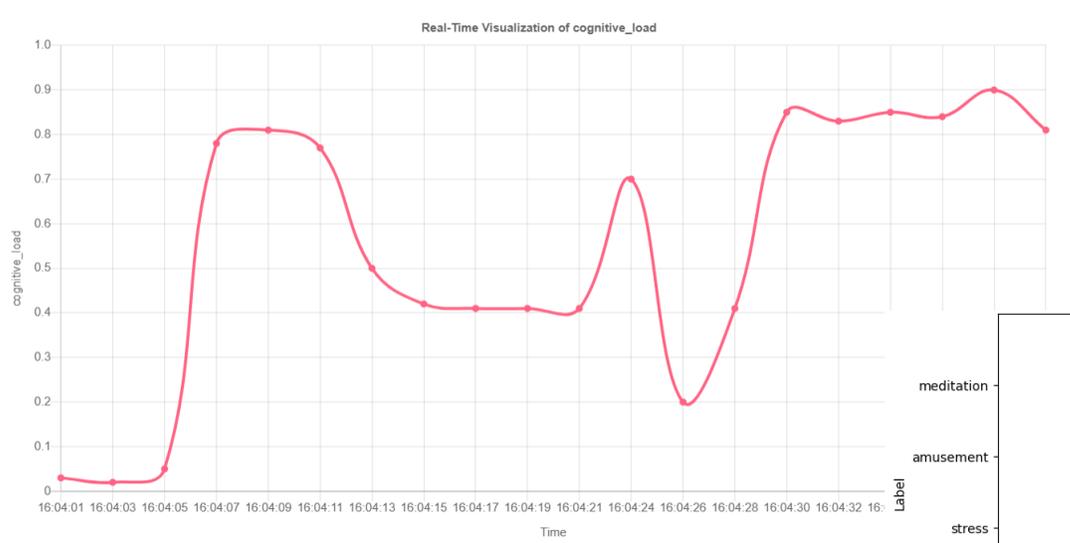
1. Vorbereitung, Spiegel einkleben		
<p><b>a.</b></p> <p>Lösungsmittel</p>	<p><b>b.</b></p> <p>Reinigungstuch Blasebalg</p>	<p><b>c.</b></p> <p>(5) Keil Ausrichtung beachten!</p>
<p>Alle Fertigungsteile (1), (2), (4), (6) entfetten. Oberfläche und alle Öffnungen mit Lösungsmittel Ethanol oder Isopropanol reinigen.</p>	<p>Staub abpusten (Mit Blasebalg oder Dosenluft). Reinraumbücher z.B. VIPERS SPC68 als weiche Untergrund legen.</p>	<p>Aufnahmebolzen (10) in das Cube-Umlenker einlegen. Kugelauflege (3) einschrauben. Keil (5) mit Sekundenkleber einkleben.</p>
<p><b>d.</b></p>	<p><b>e.</b></p>	<p><b>f.</b></p> <p>Klebestation</p>
<p>Konterring (7) mit Montagewerkzeug in die Rückplatte (2) einschrauben. Stellschraube (8) in den Konterring (7) einschrauben.</p>	<p>Spiegelhalter (6) in die Rückplatte gegen den Urzeigesinn einschrauben (Linksgewinde).</p>	<p>Für das Einkleben des Spiegels eine Klebestation nutzen. Dafür die Rückplatte mit dem Spiegelhalter (2) auf die Klebestation legen.</p>



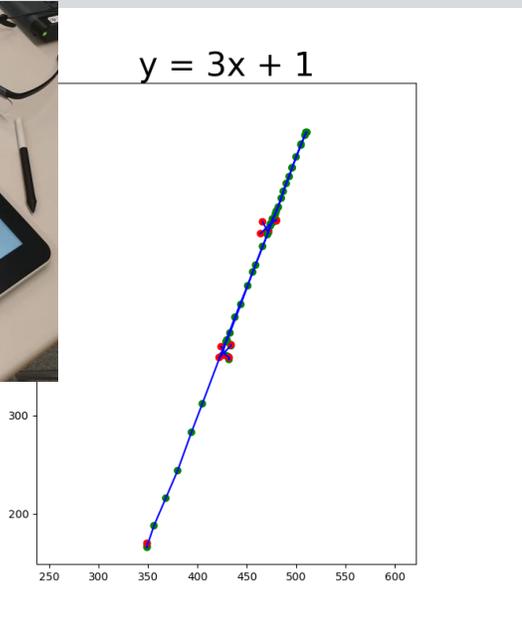
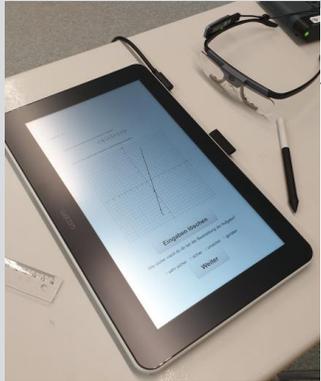
# Echtzeit-Stress/Cognitive-State-Detektion basierend auf physiologischen Daten



- Cognitive-State-Erkennung und adaptive AR-Unterstützung im Fabrik-Umfeld



# Aktuelle Forschung



Analyse von mathematischen Lösungsverfahren basierend auf Stiftdaten

## KAINE

Knowledge based learning platform with Artificial Intelligent structured content

Algorithmus-basierte Lernpfade basieren auf KI

Chapter 2 Conservation of Energy

Eye Tracking  ChatGPT

small amount of pouring water is poured into the empty can, which rapidly fills up with hot steam. The can is then sealed tightly, and soon crumples.

Figure b: Random motion of atoms in a gas, a liquid, and a solid.

2.4.1 Heat is kinetic energy.

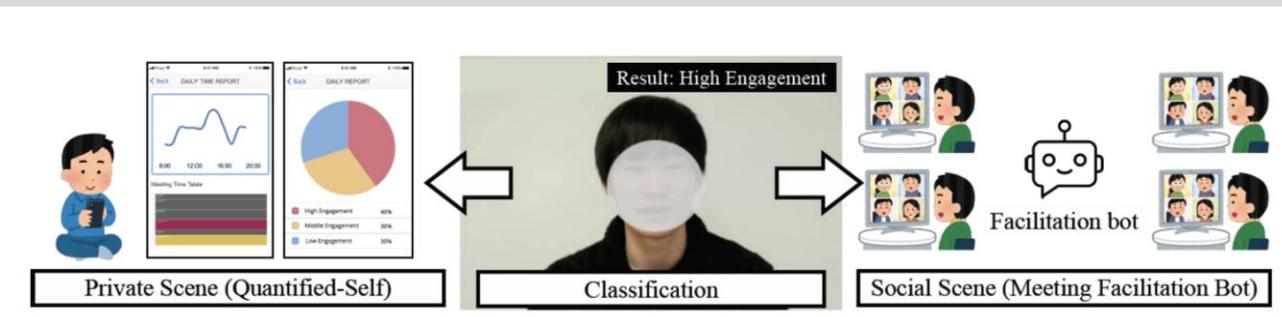
What is heat really? Is it an invisible fluid that your bare feet soak up from a hot sidewalk? Can one ever remove all the heat from an object? Is there a maximum to the temperature scale?

The theory of heat as a fluid seemed to explain why colder objects absorbed heat from hotter ones, but once it became clear that heat was a form of energy, it began to seem unlikely that a material substance could transform itself into and out of all those other forms of energy like motion or light. For instance, a compost pile gets hot, and we describe this as a case where, through the action of bacteria, chemical energy stored in the plant cuttings is transformed into heat energy. The heating occurs even if there is no nearby warmer object that could have been leaking "heat fluid" into the pile.

An alternative interpretation of heat was suggested by the theory that matter is made of atoms. Since gases are thousands of times less dense than solids or liquids, the atoms (or clusters of atoms called molecules) in a gas must be far apart. In that case, what is

Unsprünglich wurde angenommen, dass Wärme eine Flüssigkeit sei, die erklären würde, warum kältere Objekte von heißeren Wärme aufnehmen. Doch als Wärme als Energieform erkannt wurde, schien es unwahrscheinlich, dass eine materielle Substanz sich in andere Energieformen wie Bewegung oder Licht umwandeln könnte.

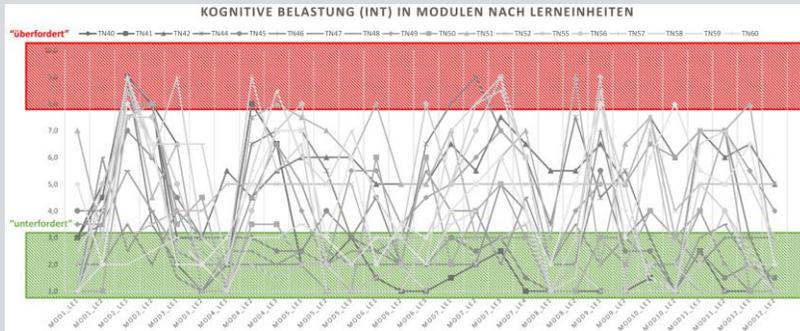
Automatische Unterstützung durch LLMs (ChatGPT) basierend auf Augenbewegungen



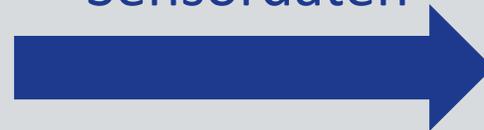
Engagement-Analyse in Meetings mittels Webcams

AR-Unterstützung im Fabrik-Umfeld

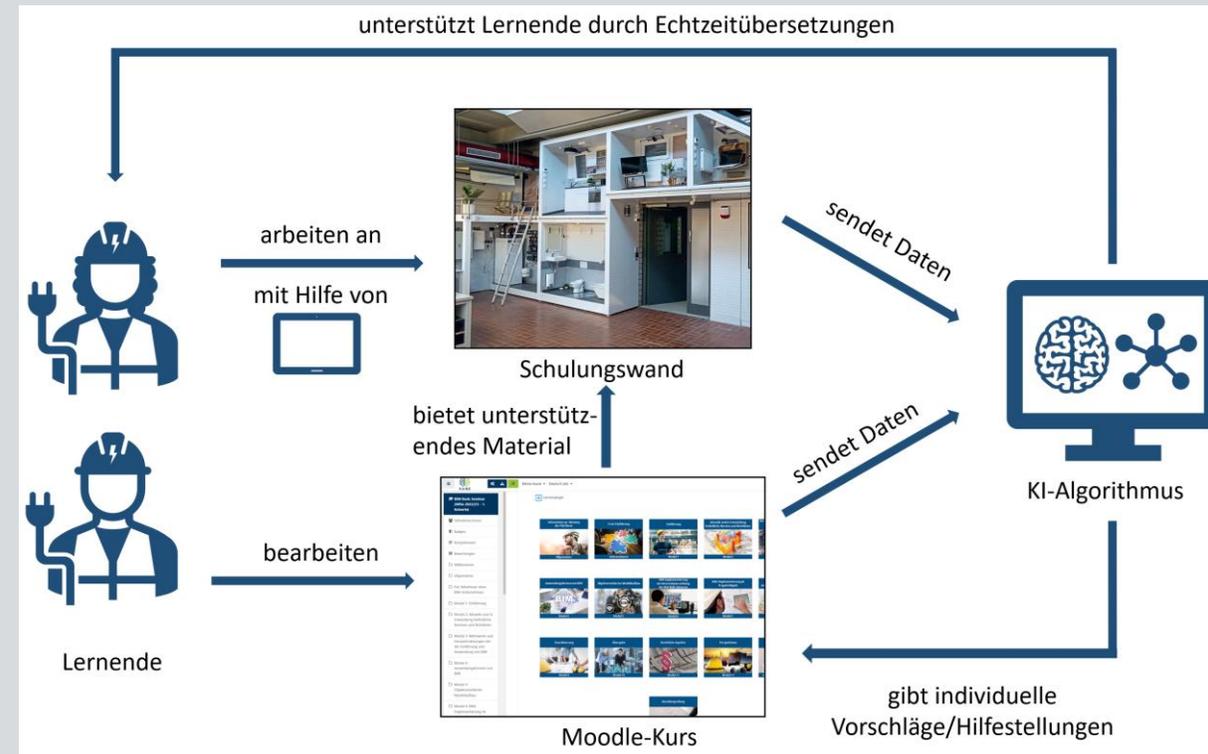
# Kombination von Sensordaten und Moodle



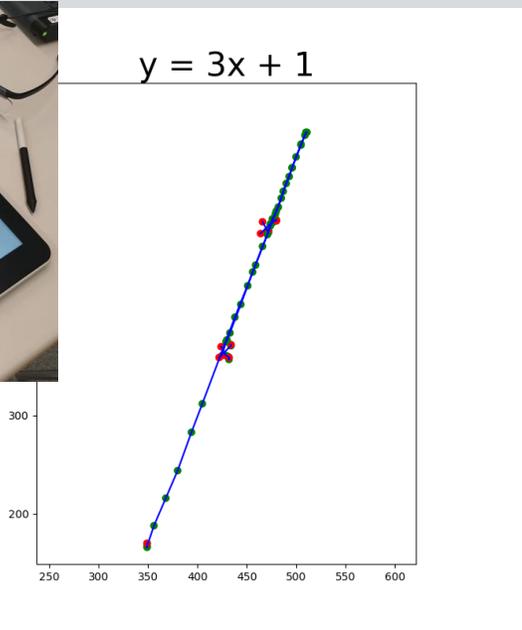
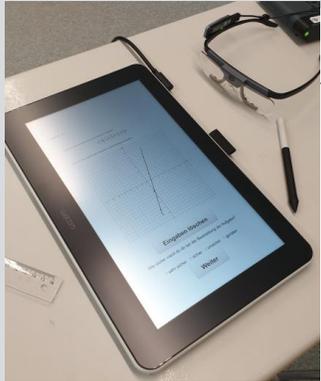
Sensordaten




Knowledge based learning platform with Artificial Intelligent structured content



# Aktuelle Forschung

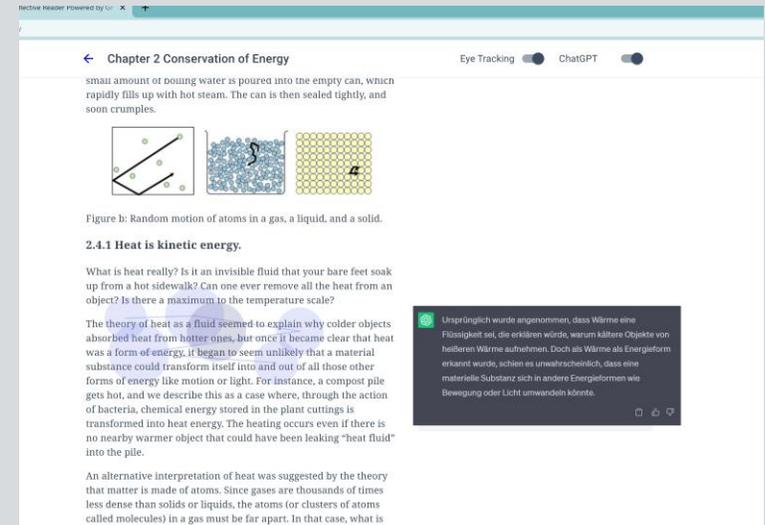


Analyse von mathematischen Lösungsverfahren basierend auf Stiftdaten

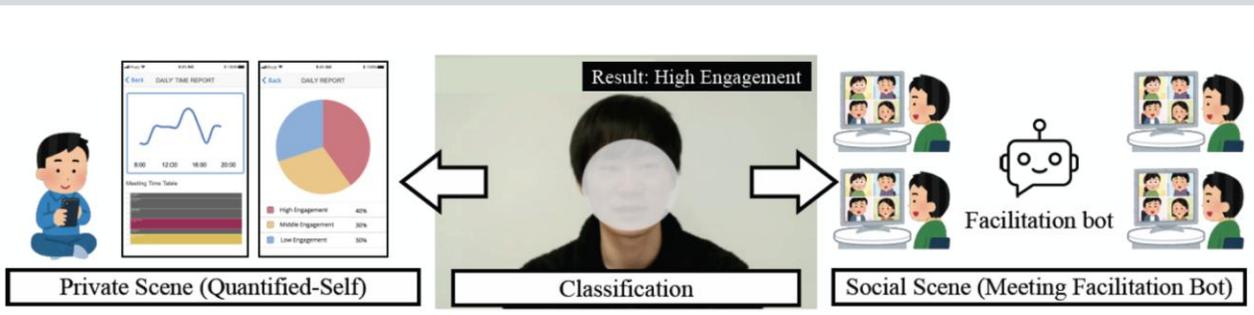


Knowledge based learning platform with Artificial Intelligent structured content

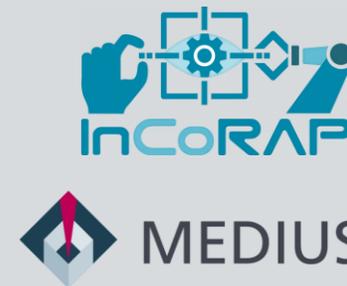
Algorithmus-basierte Lernpfade basieren auf KI



Automatische Unterstützung durch LLMs (ChatGPT) basierend auf Augenbewegungen



Engagement-Analyse in Meetings mittels Webcams

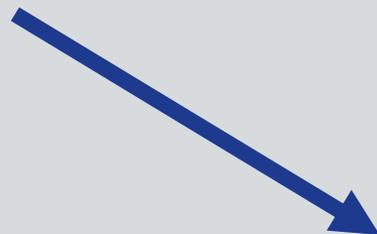


AR-Unterstützung im Fabrik-Umfeld

# Vor langer Zeit

<https://www.youtube.com/watch?v=8QocWsWd7fc>

14 Jahre her



**Text 2.0**

Ralf Biedert - Georg Buscher - Andreas Dengel

0:01 / 3:35

**Text 2.0**

dfki German Research Cen...  
Abonniert

455 455

Teilen

215.455 Aufrufe vor 14 Jahren

Imagine this: what if your book really knew where you are gazing at?

# Vor langer Zeit

animal. Here is a copy of the drawing.

In the book it said: "Boa constrictors swallow their prey whole, without chewing it. After that they are not able to move, and they sleep through the six months that they need for digestion." I pondered deeply, then, over the adventures of the jungle. And after some work with a colored pencil I succeeded in making my first drawing. My Drawing Number One. It looked something like this.

I showed my masterpiece to the grown-ups, and asked them whether the drawing frightened them. But they answered: "Frighten? Why should any one be frightened by a hat?"



The **Big Bang** is a cosmological model of the **initial conditions** and **subsequent development** of the **universe**. It is supported by the most **comprehensive** and **accurate explanations** from current **scientific evidence** and **observation**.<sup>[1][2]</sup> As used by **cosmologists**, the term *Big Bang* generally refers to the idea that the **universe** has **expanded** from a **primordial hot and dense initial condition** at some **finite time** in the past, and continues to **expand** to this day.

**Georges Lemaître** proposed what became known as the **Big Bang theory** of the **origin** of the **Universe**, although he called it his "**hypothesis of the primeval atom**". The **framework** for the model **relies** on **Albert Einstein's general relativity** and on **simplifying assumptions** (such as **homogeneity** and **isotropy** of space). The **governing equations** had been **formulated** by **Alexander Friedmann**. After **Edwin Hubble** discovered in 1929 that the **distances** to far away **galaxies** were generally **proportional** to their **redshifts**, as suggested by **Lemaître** in 1927, this **observation** was taken to **indicate** that all very **distant galaxies** and **clusters** have an **apparent velocity** directly away from our **vantage point**: the **farther** away, the **higher** the **apparent velocity**.<sup>[3]</sup> If the **distance** between **galaxy clusters** is **increasing** today, everything must have been **closer** together in the past. This **idea** has been considered in **detail** back in time to **extreme densities** and **temperatures**.<sup>[4][5][6]</sup> and large **particle accelerators** have been built to **experiment** on and test such conditions, **resulting** in **significant confirmation** of the **theory**, but these **accelerators** have **limited capabilities** to **probe** into such high energy **regimes**. Without any **evidence** associated with the **earliest instant** of the **expansion**, the **Big Bang theory** *cannot* and *does not* provide any **explanation** for such an **initial condition**; rather, it **describes** and **explains** the **general evolution** of the **universe** since that **instant**. The **observed abundances** of the **light elements** throughout the **cosmos** closely match the

## Skimming-Detektion

## Automatische Illustrationen      Worterklärungen

sleep through the six months that they need  
 I pondered deeply, then, over the adventures of the jungle.  
 After some work with a colored pencil I succeeded in making my first drawing. My Drawing Number One. It looked something like this.

I showed my masterpiece to the grown-ups, and asked them whether the drawing frightened them. But they answered: "Frighten? Why should any one be frightened by a hat?"

Boa constrictor is a non-venomous boa species found in Central America, South America and some islands in the Caribbean. The common name is the same as the scientific name, which is unusual. A staple of private collections and public displays, its color pattern is highly variable and it may grow to become quite large. Ten subspecies are currently recognized, including the nominate subspecies described here

years ago. Something was broken, and I had to call me neither a mechanic nor an electrician to repair the difficult repairs all alone. I had scarcely enough drink to get me through the first night, then, I went to bed.

# Vor langer Zeit

animal. Here is a copy of the drawing.

In the book it said: "Boa constrictors swallow their prey whole, without chewing it. After that they are not able to move, and they sleep through the six months that they need for digestion. I pondered deeply, then, over the adventures of the jungle. After some work with a colored pencil I succeeded in making my first drawing. My Drawing Number One. It looked something like this.

I showed my masterpiece to the grown-ups, and asked them whether the drawing frightened them. But they answered: "Frighten? Why should any one be frightened by a hat?"

The Big Bang is a cosmological model of the initial conditions and subsequent development of the universe. It is supported by the most comprehensive and accurate explanations from current scientific evidence and observation.<sup>[1][2]</sup> As used by cosmologists, the term *Big Bang* generally refers to the idea that the universe has expanded from a primordial hot and dense initial condition at some finite time in the past, and continues to expand to this day.

Georges Lemaitre proposed what became known as the Big Bang theory of the origin of the Universe, although he called it his "hypothesis of the primeval atom". The framework for the model relies on Albert Einstein's general relativity and on simplifying assumptions (such as homogeneity and isotropy of space). The governing equations had been formulated by Alexander Friedmann. After Edwin Hubble discovered in 1929 that the distances to far away galaxies were generally proportional to their redshifts, it was concluded that all very distant galaxies are receding from us today, everything that we can see is moving away from us, and that the farther away, the faster it is moving. If we trace back in time to a point in time, we find that the universe was built to experiment with these accelerators. The force associated with the expansion of the universe since the beginning of time closely match the



Alles schon mit GenAI/LLMs möglich!

## Automatische Illustration

sleep through  
I pondered de  
some work w  
drawing. My D  
Boa constrictor is a non-venomous boa species found in Central America, South America and some islands in the Caribbean. The common name is the same as the scientific name, which is unusual. A staple of private collections and public displays, its color pattern is highly variable and it may grow to become quite large. Ten subspecies are currently recognized, including the nominate subspecies described here

I showe  
the draw  
should any one be frightened by a hat?"

thing was bro  
mechanic nor any  
airs all alone. I  
me: I had scarcely enough drink  
The first night, then, I went to

# Zu sehr aktueller Zeit

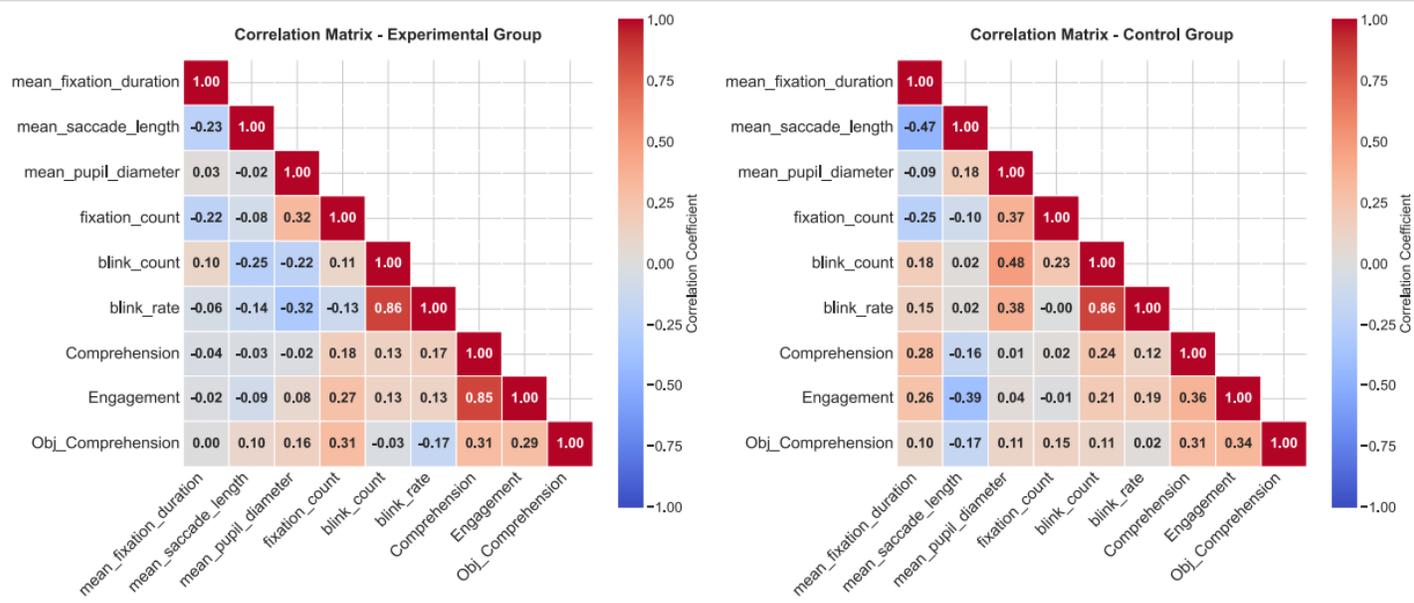


FIGURE 3. Correlation matrices of eye-tracking metrics, comprehension, engagement, and confidence for experimental and control groups.

## DETECTION

Deep-learning based detection of learners' cognitive and affective states, including stress, interest, motivation, comprehension, and distraction using sensor data

## INTERVENTION

Design and delivery of personalized interventions that effectively address learners' mental states and improve their learning experience

## ADAPTATION

Adaptive and dynamic student -centered learning environments integrating real-time mental state predictions and tailored interventions

Artificial Intelligence (AI) has undergone a remarkable transformation from a speculative notion in science fiction to a pivotal force in contemporary technology. Initially conceptualized by John McCarthy in 1956, AI involves the creation of computer systems capable of tasks that typically require human intelligence, such as visual perception, speech recognition, decision-making, and language translation. This evolution has been driven by the exponential growth in computational power, the availability of massive datasets, and advances in algorithms.

in algorithms.

In recent years, significant progress has been made in machine learning (ML), neural networks, and deep learning. Machine learning, which includes supervised learning, unsupervised learning, and reinforcement learning, has revolutionized data analysis and predictive modeling. Supervised learning algorithms, like support vector machines and decision trees, rely on labeled data to predict outcomes, while unsupervised learning techniques, such as k-means clustering and principal component analysis, find hidden patterns in unlabeled data. Reinforcement learning, exemplified by algorithms like Q-learning, trains agents to make sequences of decisions by rewarding desired behaviors.

**Summary**

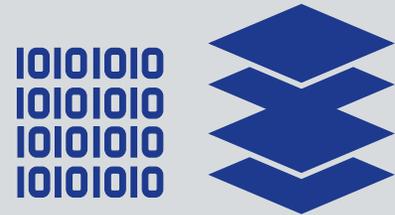
Artificial Intelligence (AI) has evolved from a concept in science fiction to a significant technology driven by increased computational power, access to large datasets, and algorithmic advancements. It involves creating computer systems that can perform tasks requiring human intelligence.

Disables Eye Tracking: [X]  
Engagement Level: Low

# Quantifiziertes Lernen



Nutzer arbeiten mit Lehrmaterial, Daten werden aufgezeichnet



KI analysiert Daten und erkennt Lernprobleme



Automatische Anpassung von Material auf die Bedürfnisse der Nutzenden

