

PROJECT IDEAL INFORMATION

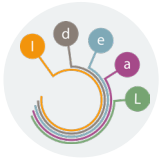
Innovation network for digital adaptive teaching

ideal@oth-aw.de | 17.03.2023 | OTH Amberg-Weiden



Project IdeaL Information Day

Innovation network for digital adaptive teaching



Project presentation

Prof. Dr. Mike Altieri



Introducing an adaptive learning module on "Complex Numbers"

Isabella Strobl



Practice Report

Prof. Dr. Harald Schmid



Empirical results

Katja Dechant-Herrera



Presentation Service Center Digital Tasks

Johannes Knaut



Overview teaching and learning spaces

Michael Weinmann



Presentation Teaching Room Digital Classroom

Jonas Winkel



Presentation film studio for explainer video production

Daniel Greim



Presentation Learning Hall

Michael Weinmann

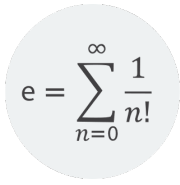


Closing discussion

INTRODUCING AN ADAPTIVE LEARNING MODULE ON „COMPLEX NUMBERS“

Speaker: Isabella Strobl

$$e = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{n!}$$



Learning module „Complex Numbers“

„Complex Numbers“ in the lecture plan

Overview of **Mathematics for Engineers I** (winter term)

Topics	%	
Algebra (equations, matrices, determinants)	30%	8 DLs
Geometry (vector calculation, transformations)	25%	6 DLs
Elementary functions / limits of sequences	30%	8 DLs
Complex Numbers	15%	4 DLs

$$e = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{n!}$$

Learning module „Complex Numbers“

Main course components



5 interactive lessons



1 final test

Mandatory for course
completion



5 sets of exercises in 3 categories



[1 training camp – needs to be unlocked]

Optional

$$e = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{n!}$$

Learning module „Complex Numbers“

Interactive lessons

Principles

Focus on learners' comprehension

Cognitive activation

Interactivity

Feedback

implementation
in Moodle

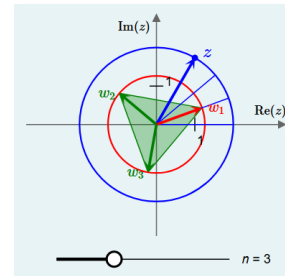
Tools

Digital exercises
(STACK)

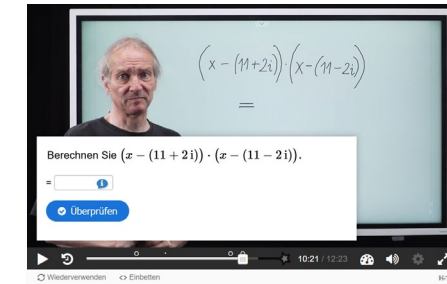
Definieren Sie die imaginäre Einheit.

$i^2 =$

Interactive visual
representations
(JSXGraph)



Interactive videos and
slideshows (H5P)



$$e = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{n!}$$

Learning module „Complex Numbers“

Inside view of the Moodle course

Trailer video on
„Complex Numbers“

Content structure of an
interactive lesson

Time for lesson
completion

Link to exercises

Interactive applet on
the lesson's main
concept

Achievements
(LevelUp!, gamification)

Summary of main
information

The screenshot shows the Moodle course page for 'Complex Numbers' on the Moodle.oth-aw.de platform. The interface includes a navigation bar at the top with links to 'Startseite', 'Dashboard', 'Kurs beitreten (nur Dozierende)', and 'Deutsch (de)'. The main content area is divided into sections: 'Lernziele' (Learning Objectives) with a 'Trailer-Video | Einblick in die Komplexen Zahlen' (Trailer Video | Insight into Complex Numbers) and 'Interaktive Kapitel' (Interactive Chapters). The first chapter, '1. Motivation: Quadratische Gleichungen' (1. Motivation: Quadratic Equations), is expanded, showing a list of sub-topics: '1.1 Lösungsformel' (1.1 Solution Formula), '1.2 Faktorisierung' (1.2 Factorization), and '1.3 Ausblick auf die komplexen Zahlen' (1.3 Outlook on Complex Numbers). Below this, there is a 'Bearbeitungsdauer: ca. 20 Minuten' (Processing time: approx. 20 minutes) and a link to 'Übungsaufgaben' (Exercises). The second chapter, '2. Die imaginäre Einheit' (2. The imaginary unit), is also visible, with sub-topics '2.1 Die Gesamtheit \mathbb{C} aller komplexen Zahlen' (2.1 The set \mathbb{C} of all complex numbers), '2.2 Vorschriften für Addition und Multiplikation' (2.2 Rules for addition and multiplication), '2.3 Division komplexer Zahlen' (2.3 Division of complex numbers), '2.4 Lösung beliebiger quadratischer Gleichungen' (2.4 Solution of arbitrary quadratic equations), and '2.5 Ausblick auf die Gaußsche Zahlenebene' (2.5 Outlook on the Gaussian number plane). A 'Bearbeitungsdauer: ca. 90 Minuten' (Processing time: approx. 90 minutes) and a link to 'Übungsaufgaben' (Exercises) are also present. On the right side, there is a sidebar with 'Übungsaufgaben' (Exercises), 'Hilfe zum Kurs' (Help with the course), 'Aktuelle Termine' (Current dates), 'Eulersche Identität' (Euler's identity), and 'Letzte Badges' (Last badges). The 'Eulersche Identität' section shows a progress bar and a 'Schließen Sie die interaktiven Kapitel ab, um die Formel zu vervollständigen' (Complete the interactive chapters to complete the formula) message. The 'Letzte Badges' section shows a progress bar and a 'Sie haben keine Badges' (You have no badges) message. The 'Aktuelle Termine' section shows a 'CareerDay 2023' event on Wednesday, May 10, from 09:30 to 15:00. The 'Hilfe zum Kurs' section shows a 'Kursstruktur | Wie arbeite ich mit diesem Kurs?' (Course structure | How do I work with this course?) link and a 'Spatraining | Wie gebe ich mathematische Ausdrücke ein?' (Spatraining | How do I enter mathematical expressions?) link. The 'Übungsaufgaben' section shows a 'JETZT' (Now) button and a 'Übungsaufgaben | 1. Motivation: Quadratische Gleichungen' (Exercises | 1. Motivation: Quadratic Equations) link. The 'Eulersche Identität' section shows a progress bar and a 'Schließen Sie die interaktiven Kapitel ab, um die Formel zu vervollständigen' (Complete the interactive chapters to complete the formula) message. The 'Letzte Badges' section shows a progress bar and a 'Sie haben keine Badges' (You have no badges) message. The 'Aktuelle Termine' section shows a 'CareerDay 2023' event on Wednesday, May 10, from 09:30 to 15:00. The 'Hilfe zum Kurs' section shows a 'Kursstruktur | Wie arbeite ich mit diesem Kurs?' (Course structure | How do I work with this course?) link and a 'Spatraining | Wie gebe ich mathematische Ausdrücke ein?' (Spatraining | How do I enter mathematical expressions?) link. The 'Übungsaufgaben' section shows a 'JETZT' (Now) button and a 'Übungsaufgaben | 1. Motivation: Quadratische Gleichungen' (Exercises | 1. Motivation: Quadratic Equations) link.

$$e = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{n!}$$

Learning module „Complex Numbers“

Inside view of an interactive lesson

3. Die Gaußsche Zahlenebene (GZE)

Standard DaF

Komplexe Zahlen
3. Die Gaußsche Zahlenebene

Einführung zur GZE

Lernvideo

Im folgenden Applet ist die Gaußsche Zahlenebene mit einigen reellen Zahlen (blau) und der imaginären Einheit i (rot) dargestellt. Fügen Sie die drei nicht-reellen komplexen Zahlen $z_2 = -2 + 2i$, $z_3 = -4 - i$ und $z_4 = 3 - 2i$ auf der Gaußschen Zahlenebene ein:

Sie haben noch nicht alle Punkte richtig platziert. Versuchen Sie es erneut.

Prüfen

Definition
Die Zahlen $x, y \in \mathbb{R}$ heißen die **kartesischen Koordinaten** der Zahl $z = x + iy$. Entsprechend nennt man den Ausdruck $z = x + iy$ die **kartesische Darstellung** von z .

(interactive) videos

- At the beginning and end of each lesson
- Explain complex relationships
- Emotionalize and problematize the subject matter
- Show examples
- In some cases include interactions

interactive applets

- Enable graphical input (contrary to analogue settings)
- Visualize abstract concepts

$$e = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{n!}$$

Learning module „Complex Numbers“

Inside view of an interactive lesson

STACK-exercises

- Specific feedback, reacting to the learner's response
- Enable the implementation of JSXGraph

Definition

Unter der **Polardarstellung** einer komplexen Zahl z versteht man den Ausdruck

$$z = r \cos \varphi + i \cdot r \sin \varphi = r \cdot (\cos \varphi + i \cdot \sin \varphi) \\ \equiv r \cdot E(\varphi),$$

der mit den Gleichungen $x = r \cos \varphi$ und $y = r \sin \varphi$ direkt aus der kartesischen Darstellung $z = x + i y$ folgt.

Die Abkürzung $E(\varphi) = \cos \varphi + i \cdot \sin \varphi$ bezeichnet dabei die eindeutig bestimmte komplexe Zahl mit Betrag 1 und Argument φ . In der Gaußschen Zahlenebene bilden die Zahlen $E(\varphi)$ (mit variablem φ) einen Kreis mit Radius 1 um den Ursprung.

Im nächsten Abschnitt werden wir sehen, dass gilt: $E(\varphi) = e^{i\varphi}$

Aufgabe 1

Bestimmen Sie die Real- und Imaginärteile x bzw. y der komplexen Zahlen $E(\frac{\pi}{4})$, $E(\frac{\pi}{3})$, $E(\frac{\pi}{2})$, $E(\pi)$, $E(0)$.

Geben Sie jeweils explizit die kartesische Darstellung $E(\varphi) = x + i y$ an.

Hinweis: Verwenden Sie keine gerundeten Werte, sondern exakte Darstellungen – gegebenenfalls durch Angabe von Termen mit Brüchen oder Wurzeln.

$E(\frac{\pi}{4}) = \frac{\sqrt{2}}{2} + i \frac{\sqrt{2}}{2}$ ✓

$E(\frac{\pi}{3}) = \frac{\sqrt{3}}{2} + i \frac{1}{2}$ ✓

$E(\frac{\pi}{2}) = i$ ✓

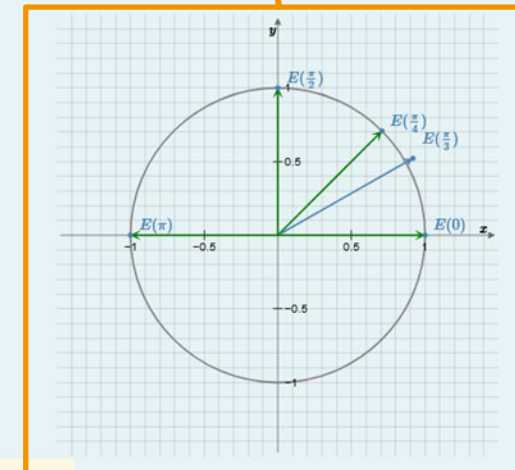
$E(\pi) = -i$ ⚠ Die komplexe Zahl $-i$ hat zwar den Betrag 1, aber nicht das Argument π .

$E(0) = 3$ ✗ Diese komplexe Zahl hat nicht den Betrag 1, denn hier gilt $\sqrt{x^2 + y^2} = \sqrt{(3)^2 + (0)^2} = 3 \neq 1$.

Prüfen

Tragen Sie die Zeiger nun richtig in die Gaußsche Zahlenebene ein. Verschieben Sie dazu die Endpunkte der Zeiger.

Hinweis: Imaginär- und Realteile dürfen beim Einzeichnen jeweils mit einer Toleranz von 0.2 von den exakten Werten abweichen. Um Feedback zu erhalten, müssen Sie alle Punkte mindestens einmal bewegen.



⚠ Sie haben noch nicht alle Zeiger korrekt dargestellt.

Tipp: Alle Zeiger müssen auf dem Einheitskreis liegen.

Einheitskreis einzeichnen Zurücksetzen

Prüfen

EMPIRICAL RESULTS

Speaker: Katja Dechant-Herrera





Empirical results

Mixed methods

Measurement instruments

Results from Mathematik I für
Ingenieure exam

Questionnaire

Guided Interviews

Indicators

Performance
comparison

Self-reflection with
experiences

Self-observation in
behavior

External observation



Empirical results

Research question

Goal I: Development of an equivalent learning opportunity for times when face-to-face instruction is not available or cannot be taken.

Retry exam

Non regular entry of
students

Prevent attendance

Research question I: Does participation in a digital adaptive learning module lead to a change in performance of participants on the Mathematik I für Ingenieure exam compared to participation in traditional face-to-face learning?

Approach: Presentation of two identical exam items; independent variable: format (face-to-face teaching, digital teaching); dependent variable: points achieved; moderator variable: high-school diploma (Abitur)



Empirical results - comparison of performance

Sample characteristics exam Mathematik I für Ingenieure



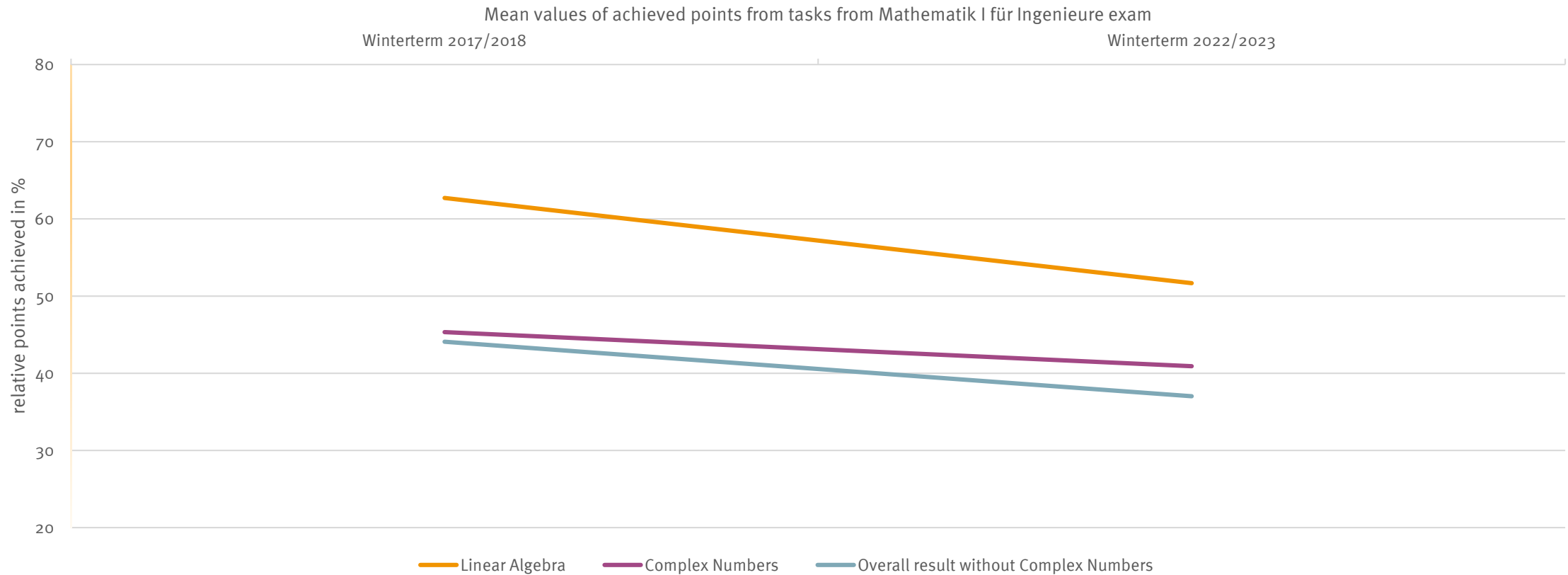
Ostbayerische
Technische Hochschule
Amberg-Weiden

	Number of participants	Study programs taking part in examinations
Winterterm 2017/2018	81	Mechanical Engineering Plastics Technology
Winterterm 2022/23	96	Mechanical Engineering Plastics Technology Motorsport Engineering Engineering Education Specialization in Metal Technology Mechatronics and digital Automation



Empirical results - comparison of performance

Performance comparison Mathematik I für Ingenieure





Empirical results - comparison of performance

Performance comparison Mathematik I für Ingenieure
Winterterm 17/18 and Winterterm 22/23

	Linear Algebra	Complex Numbers	Overall result Mathematik I für Ingenieure without Complex Numbers
----- t-tests for means -----			
p	.003	.371	< .001
Cohen's d	.447	.135	.642
----- Mann-Whitney-test -----			
Asymptotic significance	.006	.309	< .001
Z	-2,721	-1,016	-3,844
Pearson's r	.204	.076	.289



Empirical results - comparison of performance

Performance comparison Mathematik I für Ingenieure
Winterterm 17/18 and Winterterm 22/23

Means

- Task Linear Algebra significant differences with a still small effect ($d = .45$)
- Overall result Mathematics I significant differences with a medium effect ($d = .642$)
- Task Complex Numbers no significant mean differences

Median

- Task Linear Algebra significant differences with a small effect ($r = .204$)
- Overall result Mathematics I significant differences with an even smaller effect ($r = .289$)
- Task Complex Numbers no significant systematic differences



Empirical results - Questionnaire

Components of the questionnaire especially for Complex Numbers



Ostbayerische
Technische Hochschule
Amberg-Weiden

- Personal data
- Attitudes towards digital teaching and classroom teaching
- Module Complex Numbers
 - Interactive chapters
 - Learning videos
 - Practice area and training camp
 - Digital tasks and dynamic graphs
 - Feedback
 - Gamification
 - Final test
- Learning behavior for entire learning module
- Time required
- Opinions and assessments on the personal importance of digital teaching and face-to-face teaching

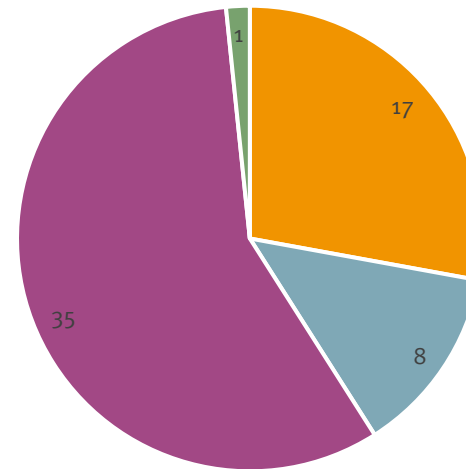


Empirical results - Questionnaire

Demographic Characteristics (N: 61)

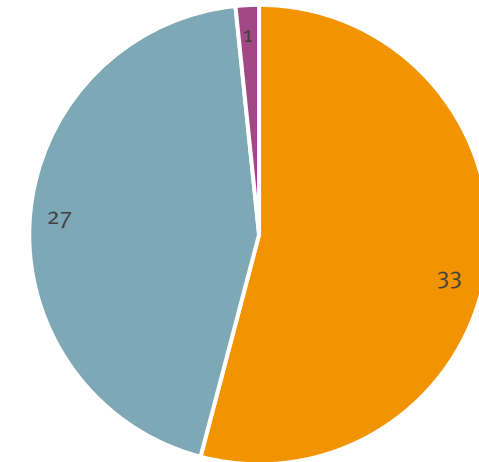
- Gender
 - female: 6
 - male: 54
 - diverse: 1
- Age
 - 19 years and und younger: 22
 - 20 to 24 years: 37
 - 25 yours or elder: 2
- Dual Study
 - Yes: 14
 - No: 46

Education degree



■ Fachhochschulreife
■ Fachgebundene Hochschulreife
■ Allgemeine Hochschulreife
■ abgeschlossens Studium

Previous professional training



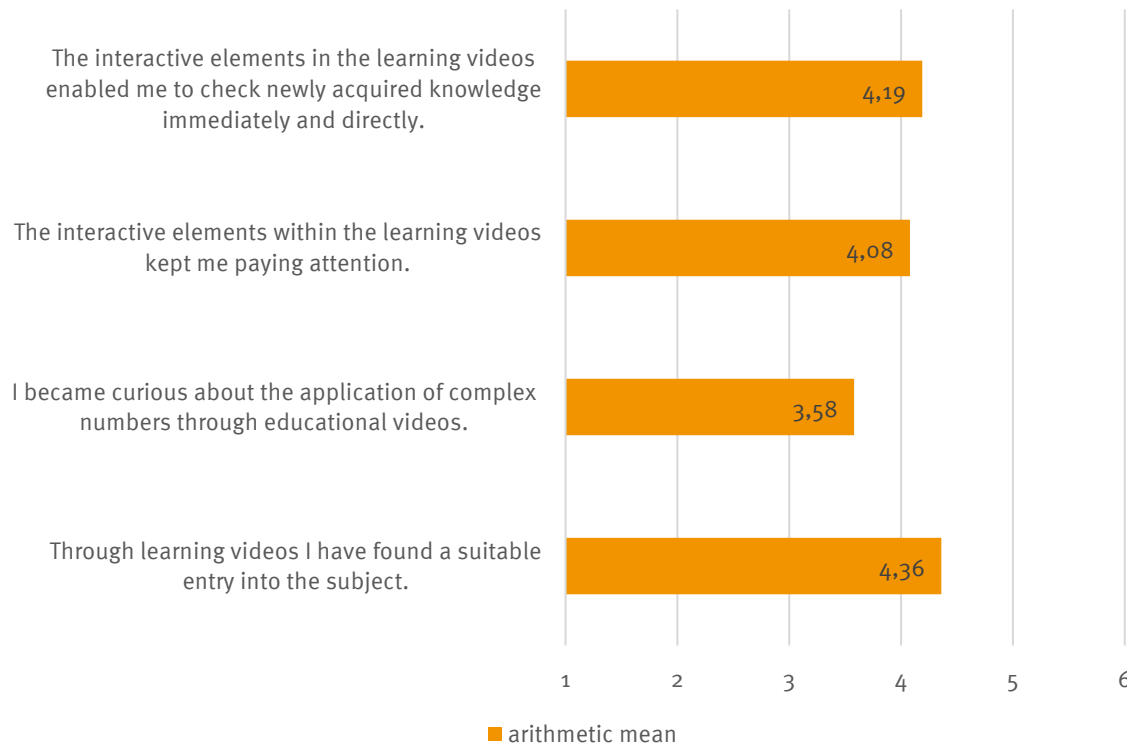
■ kein beruflicher Abschluss ■ Berufsausbildung ■ Techniker



Empirical results - Questionnaire

Results of subscales Learning videos and Feedback

Learning videos ...



Feedback ...





Empirical results – Guided Interview

Interview phase I and II

Interview phase I on the Complex Numbers learning module took place in the summerterm 2022 with 7 students from the study program:

- Mechanical Engineering (4)
- Motorsport Engineering (1)
- Mechatronics and digital Automation (2)

Guiding Questions:

- Why this study?
- How much time was used to work through the module?
- What was particularly supportive for the personal learning?
- Description of advantages and disadvantages between digital and face-to-face teaching.

Recurring Conversation Content:

Security is necessary: accurate instructions, backup, familiarity with responders

Requirements are desired: give deadlines, reminders, demand results

Joy for learning depends on joy for teaching



Empirical results – Guided Interview

Interview phase I und II

Integration into further
development process

- Improvements were carried out
- Student impressions and opinions could be discussed for further development and presentation of the module in winterterm 2022/2023.

Interview Phase II is planned for the summerterm of 2023 on the Linear Algebra learning module.



Empirical results

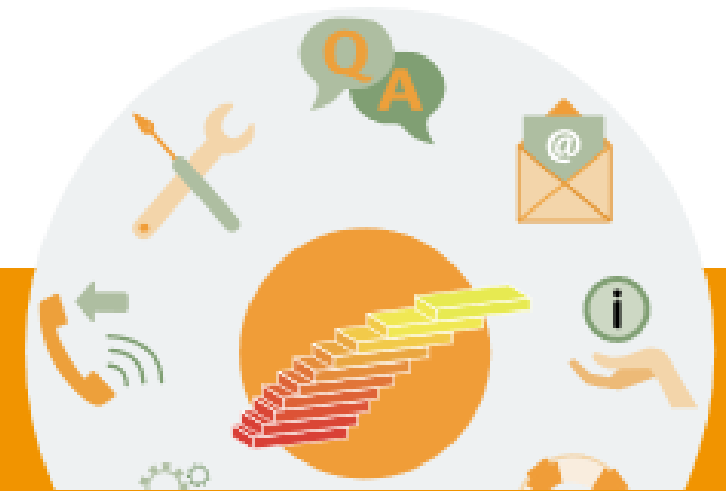
Research question

Persists research question I: Does participation in a digital adaptive learning module lead to a change in performance of participants on the Mathematik I für Ingenieure exam compared to participation in traditional face-to-face learning?

Expanded to Research Question II: Which students benefit how much?

SERVICE-CENTER DIGITALE AUFGABEN

Speaker: Johannes Knaut



Service Centre for Digital Exercises

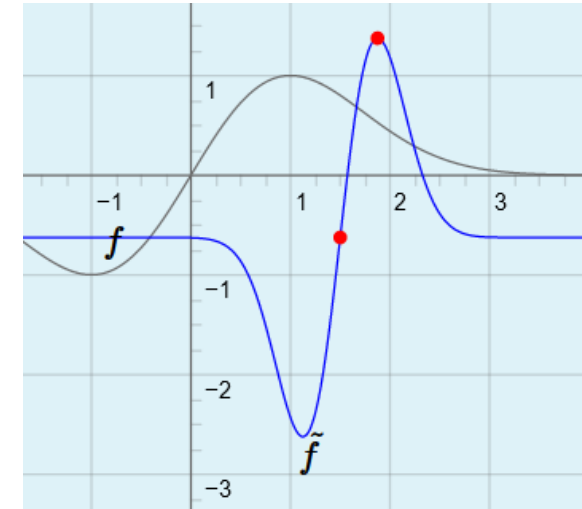
STACK questions

- Features of STACK questions:
 - **Different kinds of inputs**
 - Randomisation
 - Automatic correction
 - Individual feedback

$$A \cdot B^T = \left(\begin{array}{cc|cc} -3 & 11 & & \\ 31 & 4 & & \\ 8 & 27 & & \end{array} \right) \quad \left(\begin{array}{cc} -3 & 11 \\ 31 & 4 \\ 8 & 27 \end{array} \right)$$

c) $x^2 - 5 = -3$

$$\mathbb{L} = \{-\text{sqrt}(2), \text{sqrt}(2)\} \quad \{-\sqrt{2}, \sqrt{2}\}$$



$$\frac{\partial^2 f}{\partial x \partial y} = -4 \cdot \sin(x \cdot y) - 4 \cdot x \cdot y \cdot \cos(x \cdot y) \quad -4 \sin(x y) - 4 x y \cos(x y)$$

Service Centre for Digital Exercises

STACK questions

- Features of STACK questions:
 - Different kinds of inputs
 - **Randomisation**
 - Automatic correction
 - Individual feedback

Ein Kupferdraht von $A = 1.5 \text{ mm}^2$ Querschnitt führt den Strom $I = 8 \text{ A}$.

Wie groß ist die mittlere Strömungsgeschwindigkeit v der Elektronen?

$v =$ **0.39 mm/s**

Ein Kupferdraht von $A = 1.0 \text{ mm}^2$ Querschnitt führt den Strom $I = 12 \text{ A}$.

Wie groß ist die mittlere Strömungsgeschwindigkeit v der Elektronen?

$v =$ **0.88 mm/s**

Ein Aluminiumdraht von $A = 2.0 \text{ mm}^2$ Querschnitt führt den Strom $I = 9 \text{ A}$.

Wie groß ist die mittlere Strömungsgeschwindigkeit v der Elektronen?

$v =$ **0.16 mm/s**

Service Centre for Digital Exercises

STACK questions

- Features of STACK questions:
 - Different kinds of inputs
 - Randomisation
 - **Automatic correction**
 - **Individual feedback**

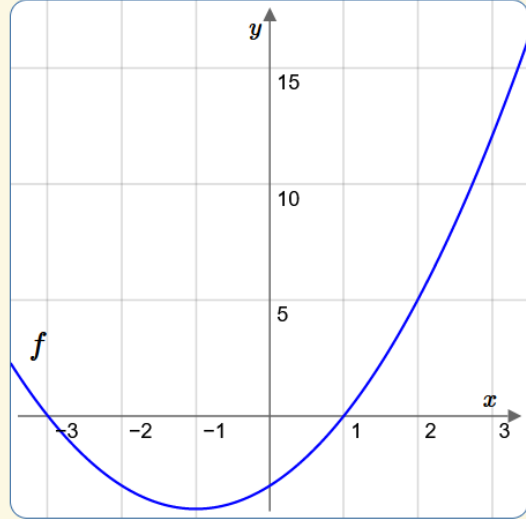
$f(x) =$

🔔 Ihre Antwort ist teilweise korrekt.

Für die von Ihnen angegebene Funktion gilt:

- Der Graph schneidet die x -Achse tatsächlich bei $x = -3$.
- Der Graph hat bei $x = 1$ zwar eine Nullstelle, berührt dort aber nicht die x -Achse, sondern schneidet sie.

Der Graph der von Ihnen angegebenen Funktion f ist unten dargestellt.



Service Centre for Digital Exercises Team



Bernhard Gailer
STACK Programming



Azam Naqvi
STACK Programming



Wolfgang Weigl
STACK Programming



Johannes Knaut
Coordination



Stephan Bach
Didactics

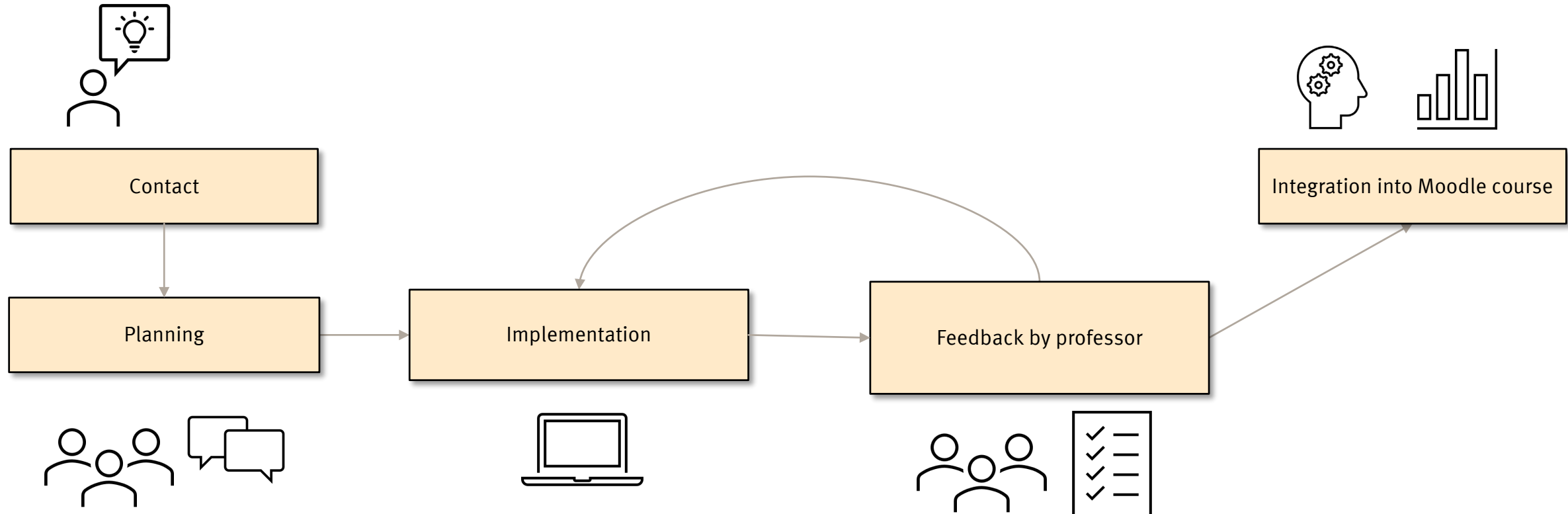
Service Centre for Digital Exercises Services

Our services for lecturers at the OTH Amberg-Weiden

- Translation of analog tasks from your own lectures into digital tasks with automatic correction, randomization and individual feedback
- Programming and adaptation of digital assignments as desired
- Research in international assignment databases and inquiry with network partners
- Multilingual formulation of digital tasks
- Support in linking the tasks to learning analytics
- Support in linking the tasks to gamification
- Exchange of experience and workshops on the topic of digital tasks

Service Centre for Digital Exercises

Example process



Service Centre for Digital Exercises

Sample questions

- Website of the Service Centre For Digital Exercises

www.oth-aw.de/scda

- Sample questions to be found under „Showroom“

Gegeben sei die Matrix A und der Vektor \vec{x} mit

$$A = \begin{pmatrix} 2 & 5 \\ 1 & -5 \\ 4 & 4 \end{pmatrix}, \quad \vec{x} = \begin{pmatrix} 2 \\ 5 \end{pmatrix}$$

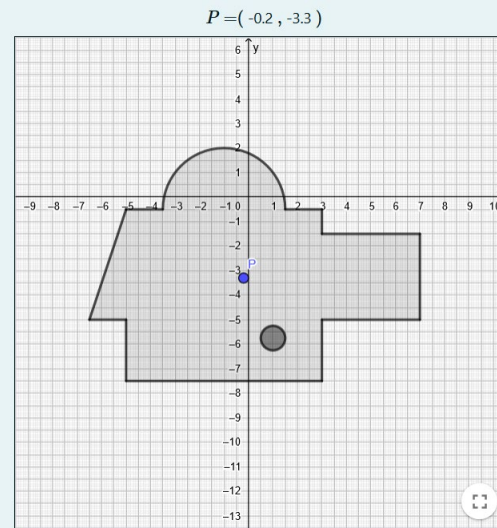
Berechnen Sie das Matrix-Vektor-Produkt $A \cdot \vec{x}$.

$$A \cdot \vec{x} = \begin{pmatrix} 29 \\ -23 \\ 28 \end{pmatrix}$$

Berechnen Sie den Schwerpunkt $P = (x_s, y_s)$ des abgebildeten Bauteils, welches homogenes Material und eine konstante Dichte besitzt. Die dunklen Flächen stellen Löcher dar.

Verschieben Sie den Punkt P im Schaubild auf Ihren berechneten Schwerpunkt.

► Eingabehinweise



Gegeben ist die Funktion f mit

$$f(x) = 3x^2 + 12x + 9$$

a) Bringen Sie den Funktionsterm auf Scheitelpunktform.

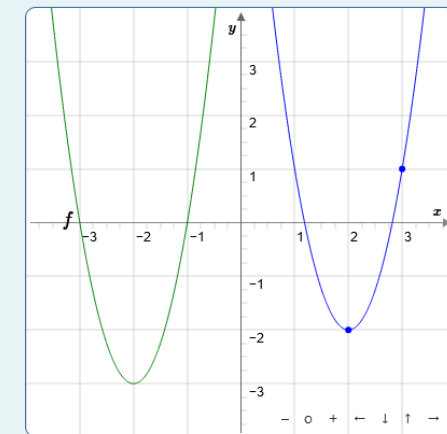
$$f(x) = 3(x+2)^2 - 2$$

✗ Falsche Antwort.

Wenn man Ihre Antwort ausmultipliziert, erhält man $3x^2 + 12x + 10$ und nicht $3x^2 + 12x + 9$.

Es gilt $f(x) = 3(x+2)^2 - 3$.

b) Stellen Sie den Graphen von f im Koordinatensystem dar. Bewegen Sie dazu die blauen Punkte mit der Maus.



Richtige Antwort verbergen

ⓘ Ihre Antwort ist teilweise korrekt.

Bezogen auf Ihre Antwort zu Aufgabe a) hat Ihre Parabel zwar die richtige Krümmung aber nicht den richtigen Scheitelpunkt. Den richtigen Graphen der ursprünglich gegebenen Funktion $f(x) = 3x^2 + 12x + 9$ können Sie sich nun oben zusätzlich zu Ihrer Antwort anzeigen lassen.

OVERVIEW TEACHING AND LEARNING SPACES

Speaker: Michael Weinmann



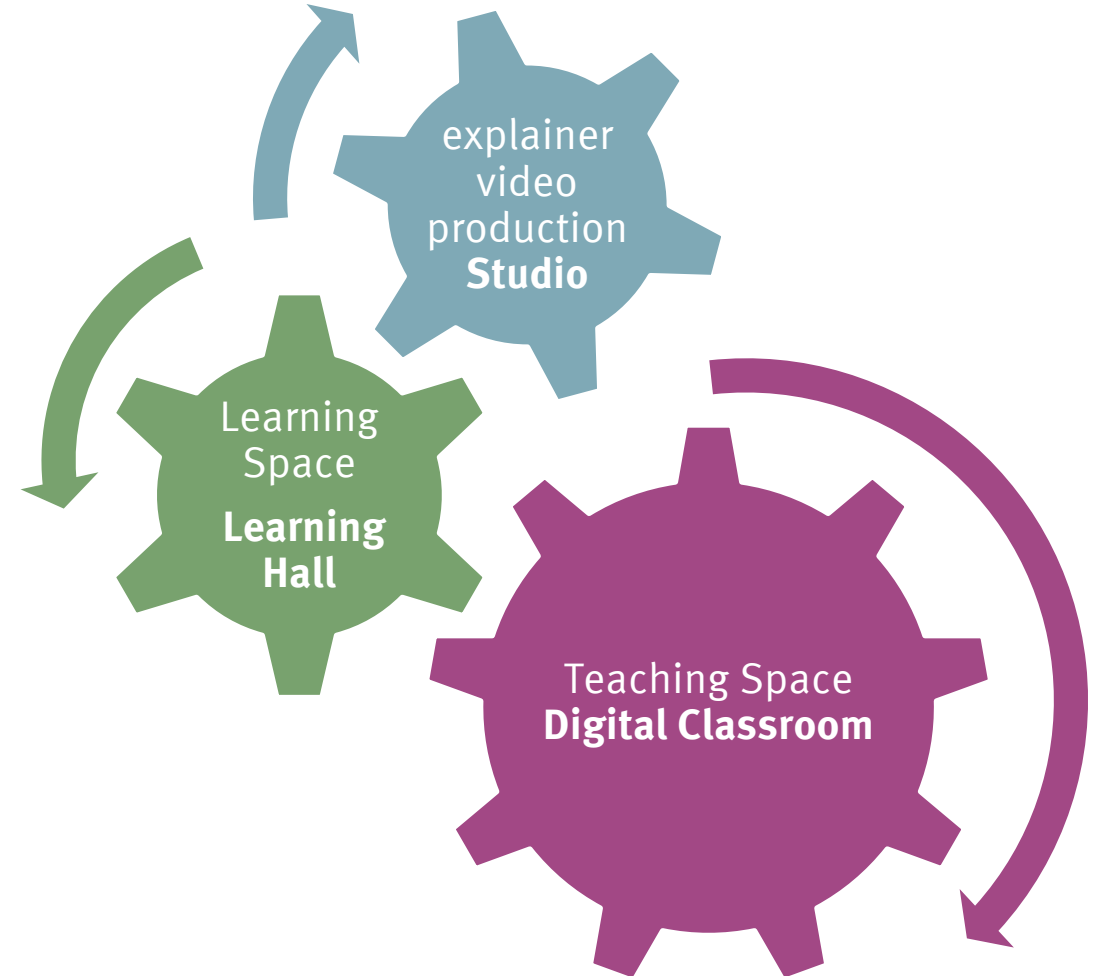


Overview

Teaching and learning spaces in Ideal

Three teaching and learning spaces will be built or expanded as part of the project:

- Teaching space **Digital Classroom**:
Expansion and optimization of the digital infrastructure
- Learning Space **Learning Hall**:
Establishment of an environment for independent learning on digital and media content
- **Film studio** for explainer video production:
Expanding existing capabilities for producing high-quality explainer videos.





Teaching Space Digital Classroom

An agile place for collaborative learning

Idea:

- Agile place for collaborative learning
- Focus: teaching-learning experience of students
- Alternatives to "frontal teaching" possible
- Teaching of media-related skills "on the computer"
- BYOD
- Good spatial accessibility

Equipment:

- Mobile chairs with tray
- Learning islands with group screens
- Smart board and video wall
- Video conferencing system



Jonas
Winkel



Michael
Weinmann



Learning space Learning Hall

An innovative space for individual learning with digital media

Idea:

- Innovative space for individual learning independent of courses
- Opportunities for independent and collaborative learning
- Concentrated atmosphere
- Free room design
- Symbiosis of computer pool and learning space

Equipment :

- Mobile chairs with tray
- Battery operated mobile computer workstations
- Learning islands with group screens
- Retreat facilities for individuals
- Separable meeting room with video conferencing system



Michael
Weinmann



Daniel
Greim



Film studio

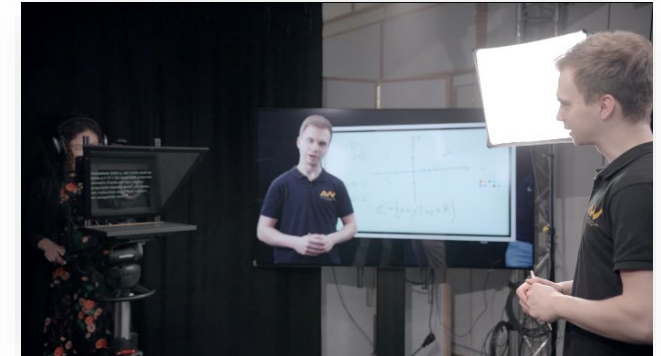
The heart of the explainer video production

Idea:

- Implementation of different scenarios of learning media production, especially for lectures
- Production and editing on site with professional equipment

Equipment :

- Cameras
- Greenscreen
- Teleprompter
- Lightboard
- Digital whiteboard
- Workstations for video processing
- ...



Daniel
Greim



Jonas
Winkel