Digitale Diagnose und Förderung von Grundwissen am Beginn der Oberstufe

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

Unterricht im Corona Lockdown

Schulaufgaben machen im Wohnzimmer mit Laptop und Internet während der Pandemie: Die meisten Schulen bieten aber nur rudimentären Online-Unterricht – oder nicht mal den (picture alliance / dpa / KEYSTONE / Peter Klaunzer)

Agenda

I. Förderung von Grundwissen und Grundkönnen – Hintergrund zum Forschungsprojekt

II. Plattform BASICS-Mathematik

III. Ergebnisse Studie – Lernschwierigkeiten am Beginn der Oberstufe

I. Theoretischer Hintergrund

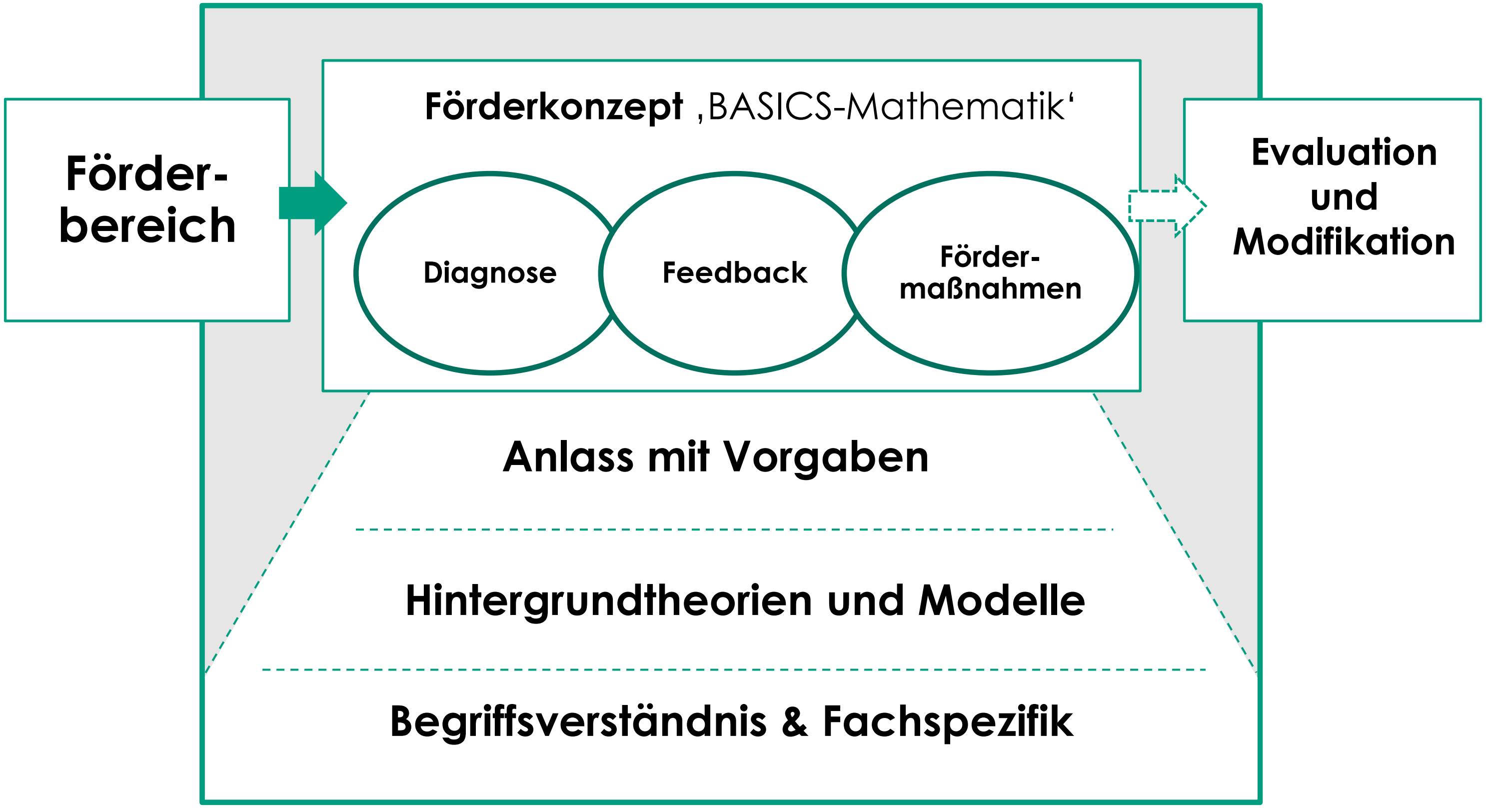
- Promotionsprojekt von 2015-2020

- **Ziel:**

  Entwicklung und Erprobung eines Förderkonzepts zu mathematische Grundwissen und Grundkönnen am Übergang in die Sekundarstufe II (Deutschland)

I. Theoretischer Hintergrund

Förderkonzept als *didaktisch begründeter Handlungsrahmen zur Planung und Ausgestaltung von Förderangeboten*



I. Theoretischer Hintergrund - Förderanlass
a) Fördern an Übergängen

Kompetenzen aus der Sekundarstufe I als „unverzichtbare Grundlage“ für die weitere Arbeit in der Oberstufe (KMK 2012)

→ *Mindeststandardkonzepte*

Herausforderung an schulischen Übergängen

- Individuelle und fachliche Rahmenbedingungen (Heinze, Grüßling 2009)
- Kumulative Struktur des Wissensaufbaus in Mathematik (Leuders, Leuders 2011)

► **Übergänge als institutionalisierter Förderanlass**

► **Bedarf an kompensatorischer Förderung der „Basiskompetenzen“**

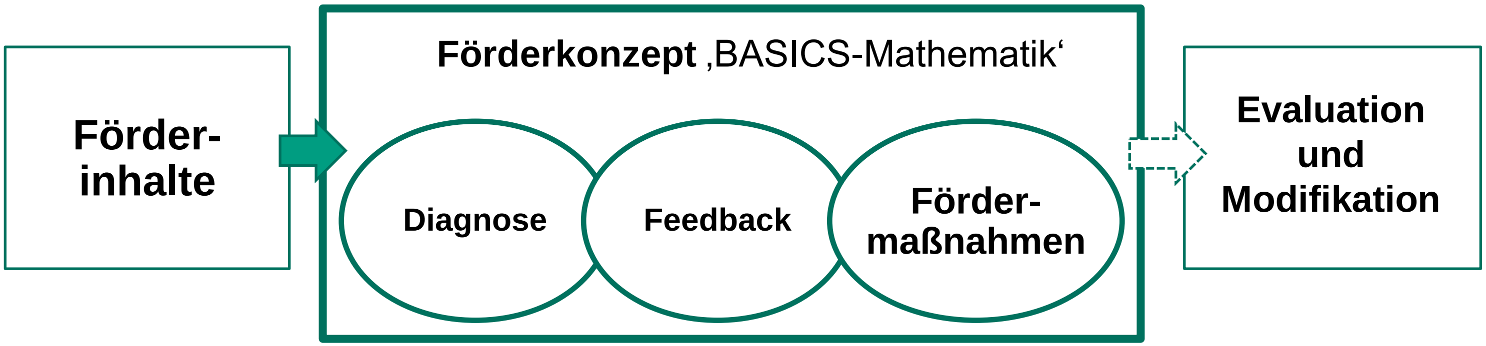
I. Theoretischer Hintergrund - Förderbereich
b) Grundwissen und Grundkönnen diagnostizieren

Grundwissen und Grundkönnen beschreibt

…mathematischen Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten, die bei allen SuS **langfristig** und **situationsunabhängig**, das heißt **ohne den Einsatz von Hilfsmitteln**, verfügbar sein sollen. (nach Bruder et al. 2015, Feldt-Caesar 2017)

I. Aspekte des relevanten *Grundwissens und Grundkönnens am Übergang in die Oberstufe*

II. Exemplarische Umsetzung
Lernplattform BASICS-Mathematik



II. Exemplarische Umsetzung
Diagnosetest

Inhalte:

- 40 Items, fünf Themenbereiche
- Aufgaben aus bestehenden Testinstrumenten und Mindeststandardkatalogen

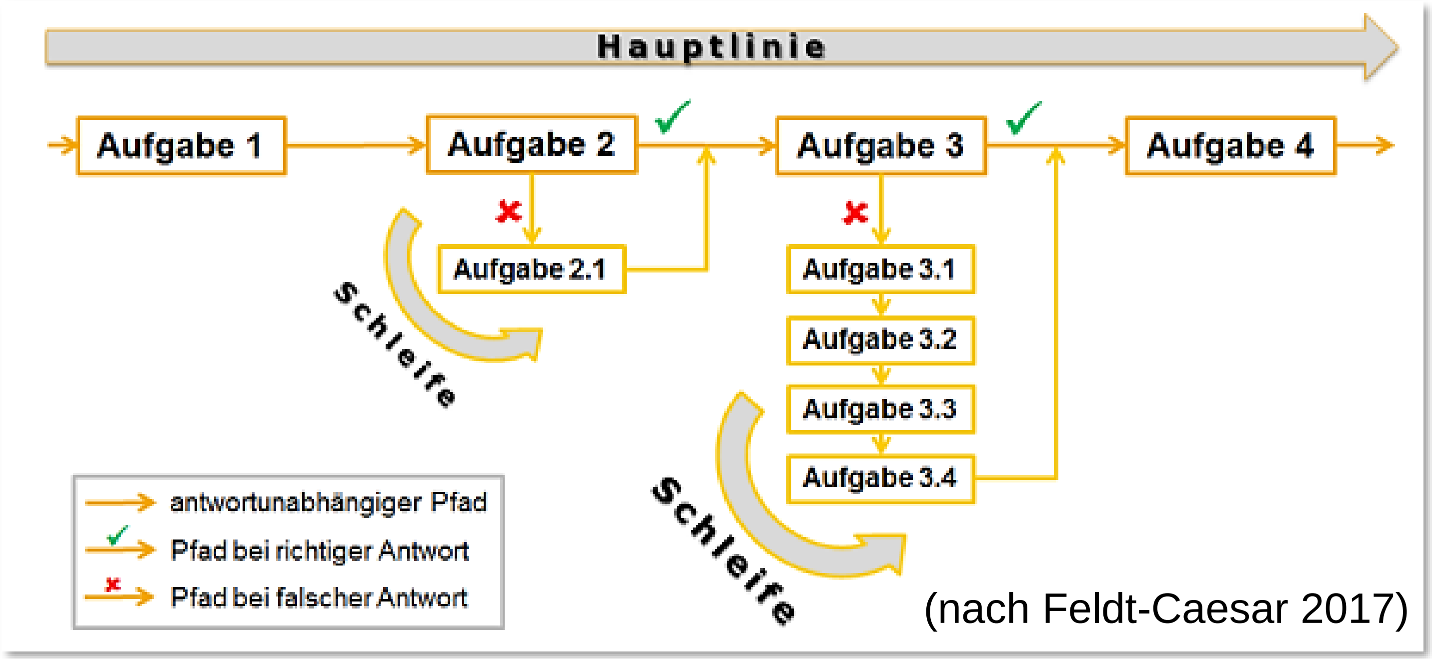
⊞ Rechenfähigkeiten
⊞ Terme, Gleichungen und Gleichungssysteme
⊞ Vorstellungen zu Funktionen
⊞ Lineare Funktionen
⊞ Quadratische Funktionen

Testverfahren:

- Elementarisierendes Testen
  (nach Feldt-Caesar 2017)
- Item-Distraktoren mit diagnostischem Potential (Winter 2011)

II. Exemplarische Umsetzung
Diagnosetest

Elementarisierendes Testen



(nach Feldt-Caesar 2017)

„komplexere“ Aufgaben in der Hauptlinie → elementarisierte Inhalte in den Schleifenaufgaben

Vorteile: eventuelle Defizite können genauer lokalisiert werden, effektivere Nutzung der Testzeit

II. Exemplarische Umsetzung

Diagnosetest **www.basics-mathematik.de**

II. Exemplarische Umsetzung
Testauswertung und Feedback

Schülerrückmeldung

- eine Rückmeldung zum Gesamtergebnis,
- eine bereichsspezifische Auswertung,
- eine aufgabenbezogene Auswertung,
- fehleranalytische Rückmeldungen zu Einzelitems und
- Empfehlungen für Fördermaterialien

Aufgabe 6 Funktionswert und Argument

Gegeben ist die Funktion $f(x) = 2x + 5$

* **Berechnen Sie $f(2)$!**

$f(2) =$ ☐

Antwort „-1,5"

$2x + 5 = 2 \rightarrow x = -1{,}5$

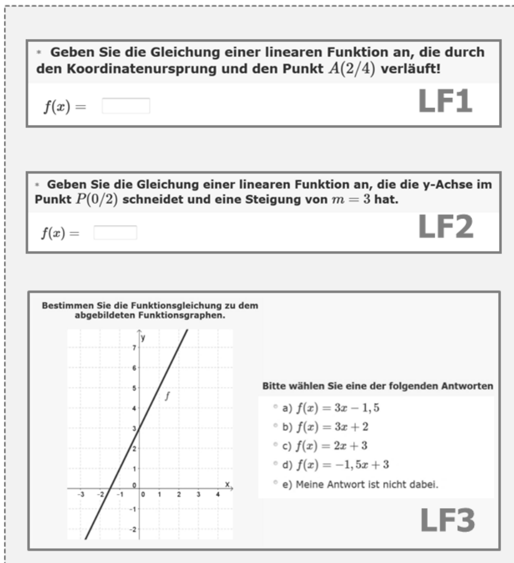
Du hast hier vermutlich die Gleichung $2x + 5 = 2$ gelöst. Damit hast du f(x)=2 berechnet. Gesucht war jedoch $f(2)$, das heißt der Wert $x = 2$ muss in den Funktionsterm eingesetzt werden, um den zugehörigen Funktionswert $f(2)$ zu berechnen. Es sollte also folgender Ausdruck berechnet werden:

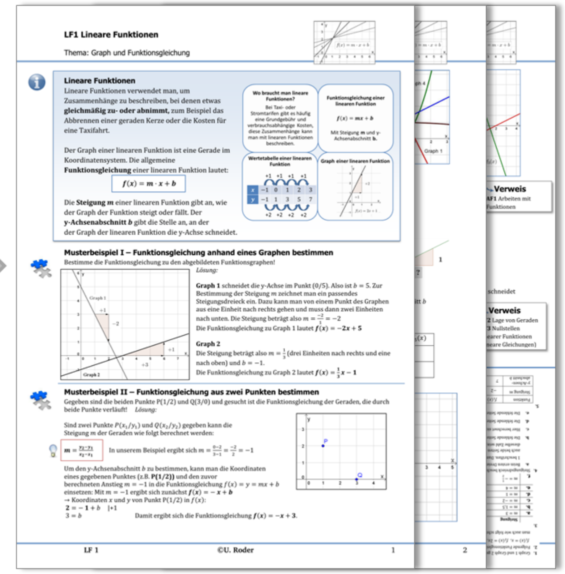
$$f(2) = 2 \cdot 2 + 5 = ?$$

II. Exemplarische Umsetzung
Testauswertung und Feedback

Schülerrückmeldung
• eine Rückmeldung zum Gesamtergebnis, • eine bereichsspezifische Auswertung, • eine aufgabenbezogene Auswertung, • fehleranalytische Rückmeldungen zu Einzelitems und • **Empfehlungen für Fördermaterialien**

II. Exemplarische Umsetzung
Fördermaterialien





- Testschwerpunkte ≙ Themen der Fördermaterialien
- insgesamt 15 Materialbausteine: Funktionen und Elementare Algebra
- Vernetzung der Materialien: adaptive thematische Schwerpunktsetzung

II. Unterrichtspraktische Umsetzung

Feedback Zugang: **6eabfb**

Lerngruppenfeedback

- Automatisch generiert, gesonderter Login und Zugangsschlüssel für Lehrende
- umfasst Gesamtteilnehmerzahl, Rückmeldung zu Gesamtergebnis und Ergebnis in Teilbereichen
- Aufgabenauswertung bezogen auf Lerngruppe
- Schülerprofile und Inhaltsprofile

Testauswertung Lehrkräfte

Wenn Sie den Test mit Ihrer Lerngruppe durchgeführt haben, können Sie sich nun das Gesamtergebnis Ihrer Schülerinnen und Schüler anzeigen lassen. Klicken Sie dazu auf den Button und geben Sie in dem sich öffnenden Fenster den anfänglich generierten Zugangsschlüssel ein.

Login für Lehrkräfte

Login zum Klassenfeedback

Survey-ID

532932

Lehrerschlüssel

Ergebnisse anzeigen

Einzelergebnisse

Name	AF1	AF2	BIN	BRU	LF1	LF2	LF4	LGS	PRO	PW	QF1	QF2	T1	T2	Gesamt
GI25	1/4	3/3	1/2	0/1	1/5	1/1	2/2	1/3	4/4	1/5	0/6	3/6	1/2	4/6	46%
CH30	2/4	0/3	1/2	0/1	2/5	1/1	1/2	0/3	3/4	4/9	3/6	2/6	2/2	3/4	46%
Ma18	2/4	2/3	1/2	1/1	1/3	1/1	2/2	2/3	4/4	2/9	2/6	2/6	2/2	4/4	56%
BE29	2/4	2/3	1/2	0/1	1/5	1/1	2/2	1/3	4/4	3/9	1/2	1/6	1/2	3/4	48%
CH-3	0/4	0/3	1/2	0/1	0/5	0/1	2/2	1/3	4/4	1/9	1/2	1/6	2/2	3/4	33%
AN14	0/4	1/3	0/2	0/1	0/5	0/1	1/2	0/3	3/4	1/9	1/2	0/6	2/2	3/6	24%
KA07	0/4	1/3	1/2	0/1	0/5	0/1	1/2	0/3	4/4	1/9	3/6	2/6	1/2	1/6	28%

Unterrichtspraktische Umsetzung

Feedback — Zugang: **6eabfb**

Name	AF1	AF2	BIN	BRU	LF1	LF2	LF4	LGS	PRO	PW	QF1	QF2	T1	T2	Gesamt
GI25	1/4	3/3	1/2	0/1	1/5	1/1	2/2	1/3	4/4	1/5	0/6	3/6	1/2	4/6	46%
CH30	2/4	0/3	1/2	0/1	2/5	1/1	1/2	0/3	3/4	4/9	3/6	2/6	2/2	3/4	46%
Ma18	2/4	2/3	1/2	1/1											
BE29	2/4	2/3	1/2	0/1											
CH-3	0/4	0/3	1/2	0/1											
AN14	0/4	1/3	0/2	0/1											
KA07	0/4	1/3	1/2	0/1											

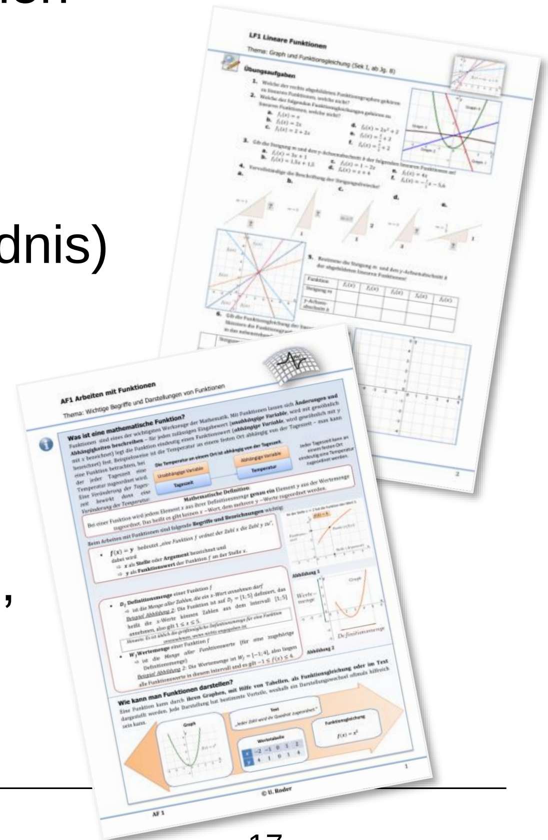
Legende

Kürzel	Name	Durchschnitt
AF1:	Arbeiten mit Funktionen	48%
AF2:	Funktionsgraphen interpretieren	36%
BIN:	Binomische Formeln	60%
BRU:	Bruchrechnung	36%
LF1:	Lineare Funktionen Graph und Gleichung	43%
LF2:	Lagebeziehungen untersuchen	52%
LF4:	Lineare Funktionen im Kontext	72%
LGS:	Lineare Gleichungssysteme	24%

II. Unterrichtspraktische Umsetzung
Fördermaterialien

- insgesamt 15 Materialbausteine (als PDF auf Homepage)

- Vernetzung der Materialien untereinander ermöglichen adaptive thematische Schwerpunktsetzung
- Aufgaben konzentrieren sich auf Teilhandlungen *Identifizieren* und *Realisieren* (elementares Verständnis)
- Wiederholen vom höheren Standpunkt aus (vgl. Frohn, Ludwig, Voss 2011)
- niveaugestufte Aufgabe innerhalb eines Materials (nicht über „mittelschwere Aufgaben“ hinausgehend, Lauth & Grünke 2005)



II. Unterrichtspraktische Umsetzung

Fördermaterialien

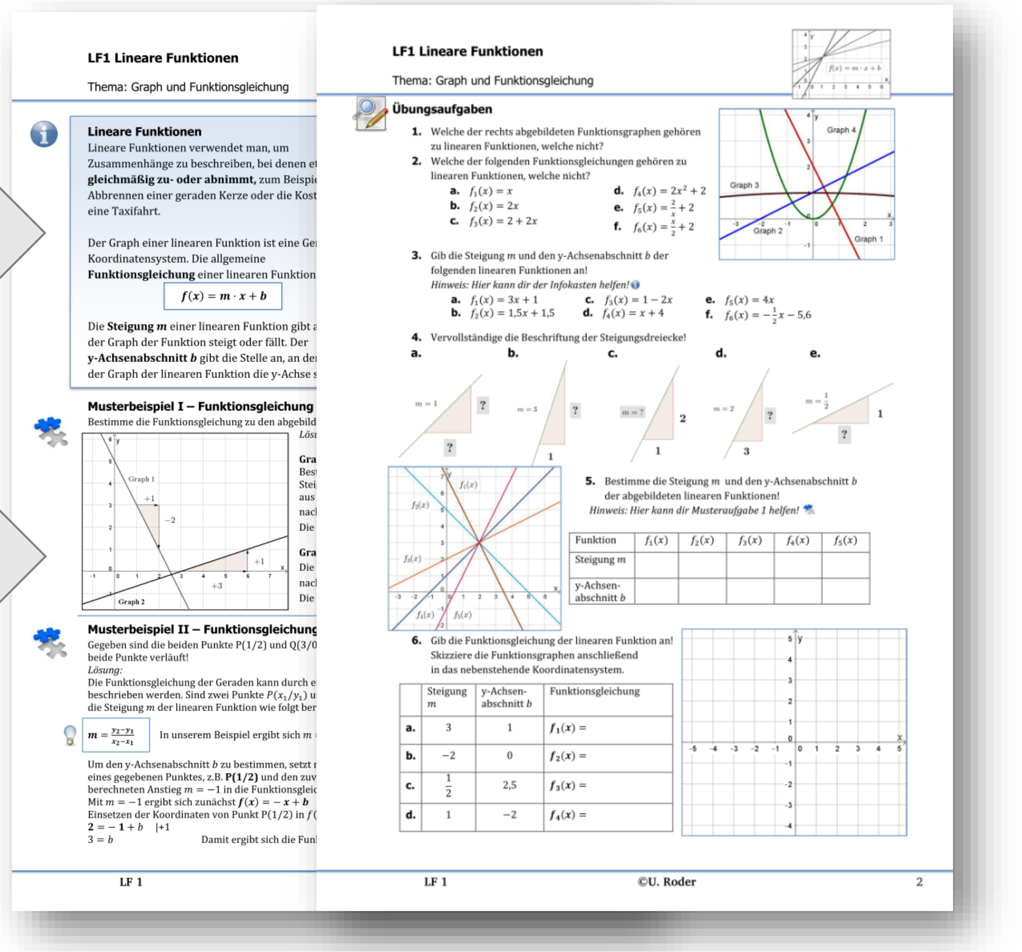
Erklärungen

Ausgangsniveausicherung,
Lernzielbildung,
Inhaltstransparenz

Musterbeispiele

Ausbildung einer
Musterorientierung

Übungsaufgaben



LF1 Lineare Funktionen

Thema: Graph und Funktionsgleichung

Lineare Funktionen
Lineare Funktionen verwendet man, um Zusammenhänge zu beschreiben, bei denen e… **gleichmäßig zu- oder abnimmt,** zum Beispi… Abbrennen einer geraden Kerze oder die Kost… eine Taxifahrt.

Der Graph einer linearen Funktion ist eine Ge… Koordinatensystem. Die allgemeine **Funktionsgleichung** einer linearen Funktion…

$f(x) = m \cdot x + b$

Die **Steigung** m einer linearen Funktion gibt a… der Graph der Funktion steigt oder fällt. Der **y-Achsenabschnitt** b gibt die Stelle an, an de… der Graph der linearen Funktion die y-Achse s…

Musterbeispiel I – Funktionsgleichung
Bestimme die Funktionsgleichung zu den abgebild…

Musterbeispiel II – Funktionsgleichung
Gegeben sind die beiden Punkte P(1/2) und Q(3/0… beide Punkte verläuft!
Lösung:
Die Funktionsgleichung der Geraden kann durch e… beschrieben werden. Sind zwei Punkte $P(x_1/y_1)$ u… die Steigung m der linearen Funktion wie folgt ber…

$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$ In unserem Beispiel ergibt sich m …

Um den y-Achsenabschnitt b zu bestimmen, setzt m… eines gegebenen Punktes, z.B. **P(1/2)** und den zuv… berechneten Anstieg $m = -1$ in die Funktionsgleic… Mit $m = -1$ ergibt sich zunächst $f(x) = -x + b$
Einsetzen der Koordinaten von Punkt P(1/2) in f(…
$2 = -1 + b$ |+1
$3 = b$ Damit ergibt sich die Funk…

LF 1

LF1 Lineare Funktionen

Thema: Graph und Funktionsgleichung

Übungsaufgaben

1. Welche der rechts abgebildeten Funktionsgraphen gehören zu linearen Funktionen, welche nicht?
2. Welche der folgenden Funktionsgleichungen gehören zu linearen Funktionen, welche nicht?
   a. $f_1(x) = x$ d. $f_4(x) = 2x^2 + 2$
   b. $f_2(x) = 2x$ e. $f_5(x) = \frac{2}{x} + 2$
   c. $f_3(x) = 2 + 2x$ f. $f_6(x) = \frac{x}{2} + 2$
3. Gib die Steigung m und den y-Achsenabschnitt b der folgenden linearen Funktionen an!
   Hinweis: Hier kann dir der Infokasten helfen!
   a. $f_1(x) = 3x + 1$ c. $f_3(x) = 1 - 2x$ e. $f_5(x) = 4x$
   b. $f_2(x) = 1{,}5x + 1{,}5$ d. $f_4(x) = x + 4$ f. $f_6(x) = -\frac{1}{2}x - 5{,}6$
4. Vervollständige die Beschriftung der Steigungsdreiecke!
   a. b. c. d. e.
5. Bestimme die Steigung m und den y-Achsenabschnitt b der abgebildeten linearen Funktionen!
   Hinweis: Hier kann dir die Musteraufgabe 1 helfen!

Funktion	$f_1(x)$	$f_2(x)$	$f_3(x)$	$f_4(x)$	$f_5(x)$
Steigung m					
y-Achsenabschnitt b					

6. Gib die Funktionsgleichung der linearen Funktion an! Skizziere die Funktionsgraphen anschließend in das nebenstehende Koordinatensystem.

	Steigung m	y-Achsenabschnitt b	Funktionsgleichung
a.	3	1	$f_1(x) =$
b.	-2	0	$f_2(x) =$
c.	$\frac{1}{2}$	2,5	$f_3(x) =$
d.	1	-2	$f_4(x) =$

LF 1 ©U. Roder 2

II. Unterrichtspraktische Umsetzung
Fördermaterialien

Niedriges Anforderungsniveau

1.
2.
3.
4.
5.
6.

Aufgaben:
- zum Identifizieren und Realisieren (Beispiel „dafür“ und Beispiel „dagegen“)
- die Merkmale und Strukturen in den Blick nehmen
- mit geringer Komplexität und geringem Ausführungsaufwand
- die keine Mathematisierung erfordern

Elementares Verstehen durch Grundaufgaben zum Identifizieren und Realisieren in Verbindung mit typischen Repräsentationen und Darstellungen

Mittleres Anforderungsniveau

7.
8.
9.
10.

Aufgaben:
- zum Beschreiben, bspw. typischer Fehler
- zum elementaren Begründen
- zur Verknüpfung von Kenntnissen
- mit mittlerer Komplexität und geringem Ausführungsaufwand
- die nur einfache Mathematisierungen erfordern

Anbahnen einer Feldorientierung durch Abwandlungen von Grundaufgaben und Vernetzung von Kenntnissen

III. Ersterprobung des Gesamtkonzepts
Fragestellungen

- Welche (typischen) Fehlerphänomene im Bereich des Grundwissens und Grundkönnens zu exemplarischen Inhaltsbereichen zeigen sich zu Beginn der Sekundarstufe II?
- Wie gehen die Lernenden mit einzelnen Komponenten des entwickelten Förderkonzepts (Diagnosetest, Feedback, Fördermaterialien) um?

III. Erprobung

Design und Durchführung

Eingangsdiagnose
(eine Doppelstunde)

Diagnosetest und Schülerfragebogen

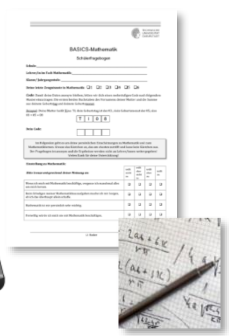
Förderung
(1-2 Doppelstunden)

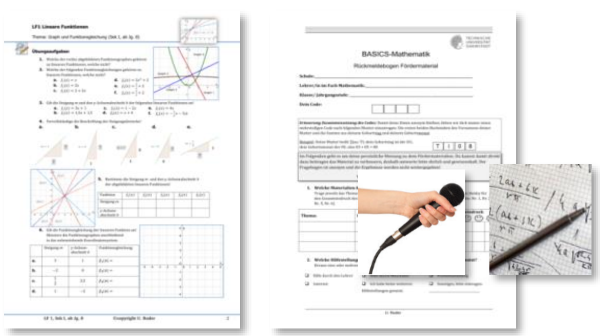
Fördermaterial und Evaluationsbogen

Interviews und Mitschriften

Nachtest
(min. 6 Wochen nach Förderung)

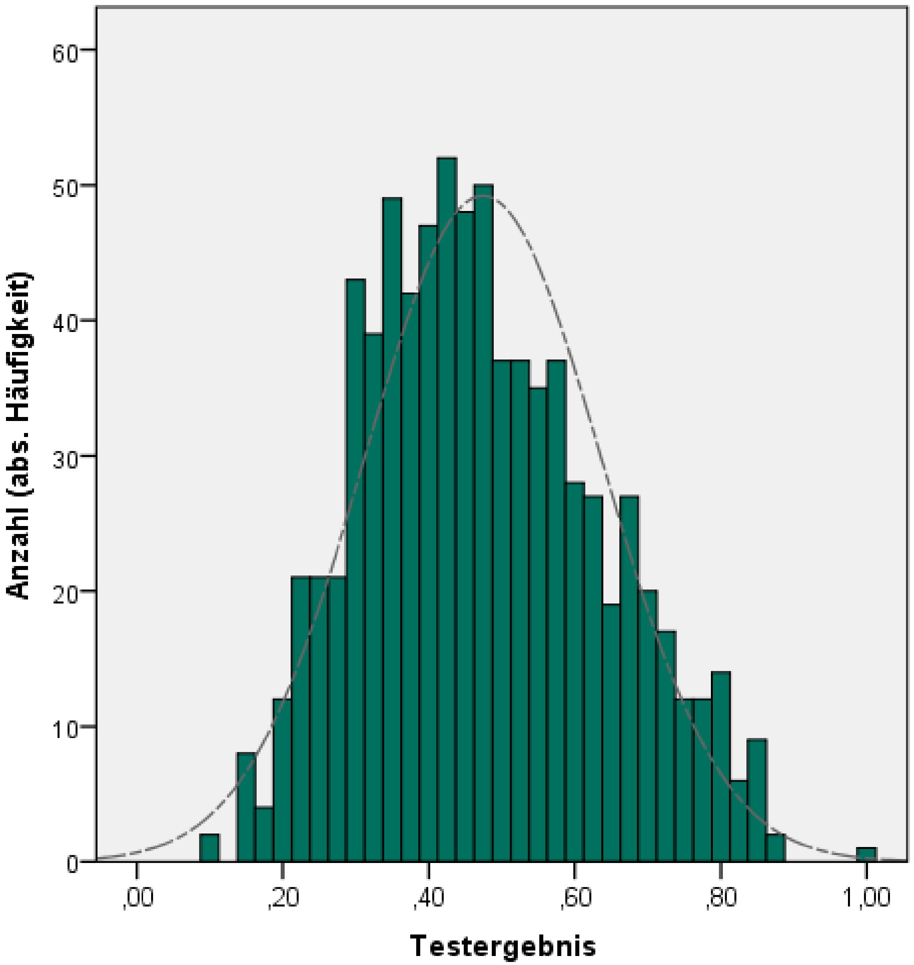
Parallele Testversion zur Eingangsdiagnose





III. Ersterprobung des Gesamtkonzepts
Lernausgangslage & Fehlerphänomene

- mittleres Testergebnis von **M=0,47** (SD=16,2), (N=799)
- Gymnasien > berufl. Schulen (+10,4%)



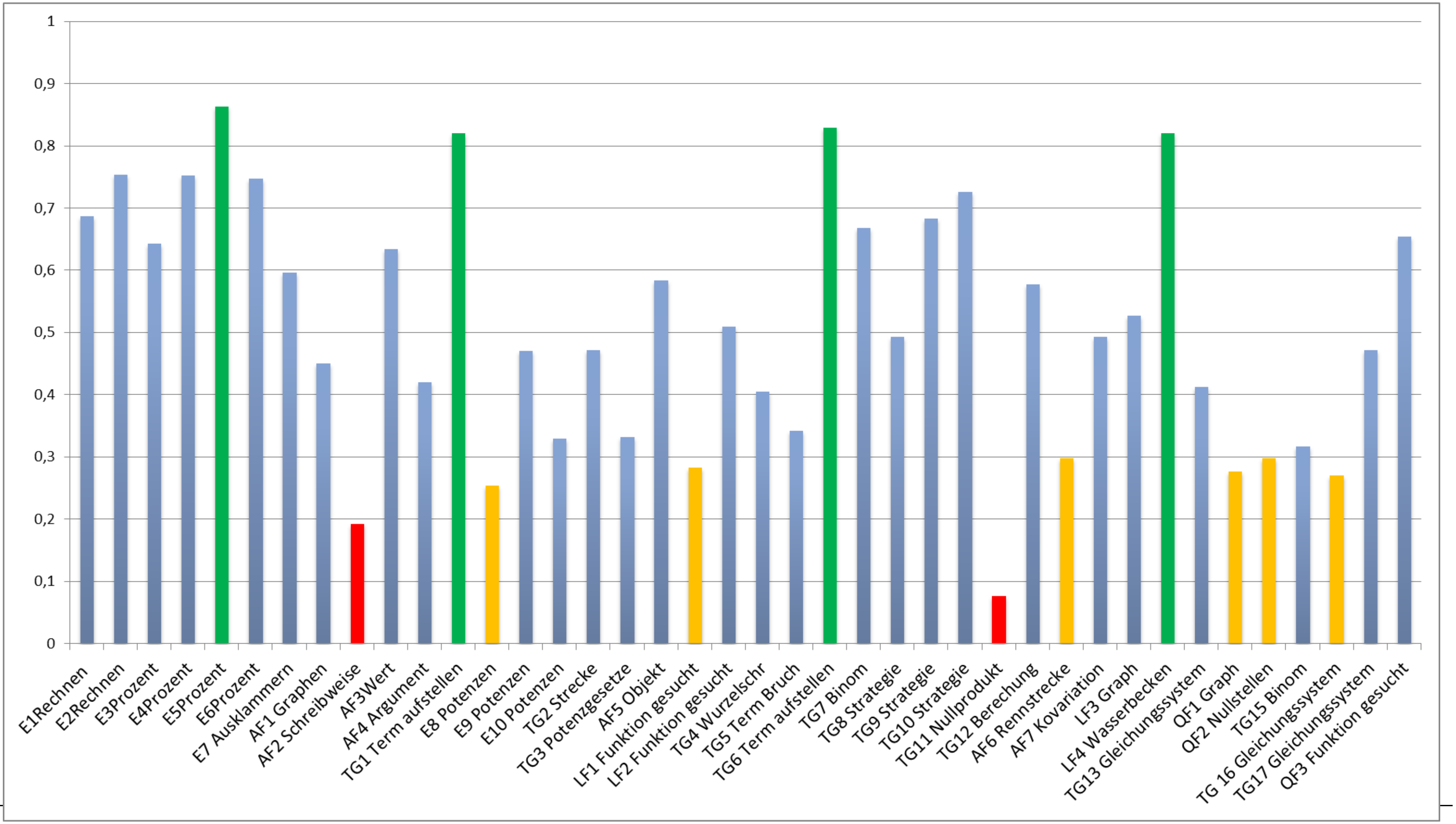
Testbereiche:

- [E] Rechnen $(M_E = 0{,}59;\ SD_E = 0{,}19)$
- [QF] Quadratische Funktionen $(M_{QF} = 0{,}34;\ SD_{QF} = 0{,}29)$
- [AF] Vorstellungen zu Funktionen $(M_{AF} = 0{,}40;\ SD_{AF} = 0{,}23)$

III. Erprobung
Überblick in „Noten“

Note 1 (100-92,5%)	Note 2 (unter 92,5 - 80%)	Note 3 (unter 80% - 67,5%)	Note 4 (unter 67,5% - 50%)	Note 5 (unter 50%- 30%	Note 6 (unter 30%)
2,3%	6,7%	11,8%	30,8%	38,2%	10,2%

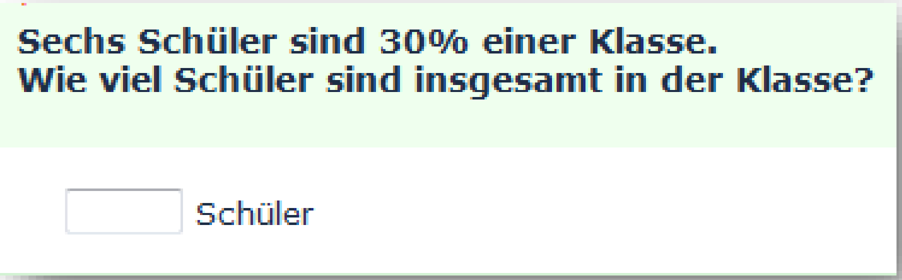
III. Ergebnisse:
Aufgabenauswertung (N=2243)



III. Ergebnisse:
Aufgabenauswertung (N=2243)

Sehr hohe Lösungswahrscheinlichkeiten (>.80)

- E5 Prozent,
- TG1 Term aufstellen,
- TG6 Term aufstellen,
- LF4 Wasserbecken



Niedrige Lösungswahrscheinlichkeit (.20-.30)

- E8 Potenzen,
- LF1 Funktionen gesucht,
- AF6 Rennstrecke,

Sehr niedrige Lösungswahrscheinlichkeit (<.20)

- AF2 Schreibweise
- TG11 Nullprodukt

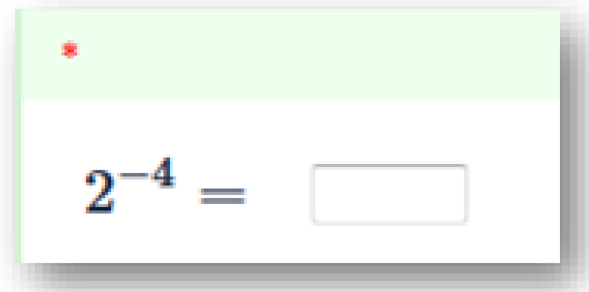
III. Ergebnisse:
Aufgabenauswertung (N=2243)

Sehr hohe Lösungswahrscheinlichkeiten (>.80)

- E5 Prozent,
- TG1 Term aufstellen,
- TG6 Term aufstellen,
- LF4 Wasserbecken

Niedrige Lösungswahrscheinlichkeit (.20-.30)

- **E8 Potenzen,**
- LF1 Funktionen gesucht,
- AF6 Rennstrecke,



Sehr niedrige Lösungswahrscheinlichkeit (<.20)

- AF2 Schreibweise
- TG11 Nullprodukt

III. Ergebnisse:
Aufgabenauswertung (N=2243)

Sehr hohe Lösungswahrscheinlichkeiten (>.80)

- E5 Prozent,
- TG1 Term aufstellen,
- TG6 Term aufsteller
- LF4 Wasserbecken

Niedrige Lösungsw

- E8 Potenzen,
- **LF1 Funktionen gesucht,**
- AF6 Rennstrecke,

* **Geben Sie die Gleichung einer linearen Funktion an, die durch den Koordinatenursprung und den Punkt $A(2/4)$ verläuft!**

$f(x) =$

Sehr niedrige Lösungswahrscheinlichkeit (<.20)

- AF2 Schreibweise
- TG11 Nullprodukt

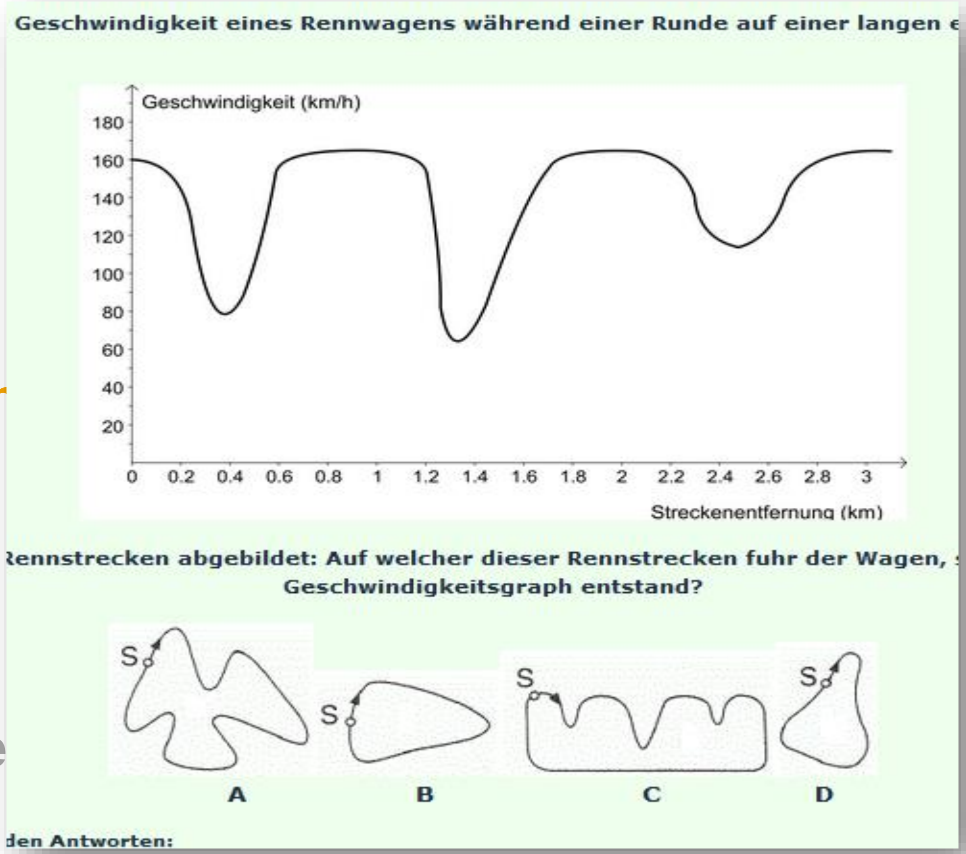
III. Ergebnisse: Aufgabenauswertung (N=2243)

Sehr hohe Lösungswahrscheinlichkeiten (>.80)

- E5 Prozent,
- TG1 Term aufstellen,
- TG6 Term aufstellen,
- LF4 Wasserbecken

Niedrige Lösungswahrscheinlich

- E8 Potenzen,
- LF1 Funktionen gesucht,
- **AF6 Rennstrecke,**



Sehr niedrige Lösungswahrsche

- AF2 Schreibweise
- TG11 Nullprodukt

III. Ergebnisse:
Aufgabenauswertung (N=2243)

Sehr hohe Lösungswahrscheinlichkeiten (>.80)

- E5 Prozent,
- TG1 Term aufstellen,
- TG6 Term aufstellen,
- LF4 Wasserbecken

Niedrige Lösungswahrscheinlichkeit (.20-.30)

- E8 Potenzen,
- LF1 Funktionen gesucht,
- AF6 Rennstrecke,

Sehr niedrige Lösungswahrscheinlichkeit (<.20)

- AF2 Schreibweise
- TG11 Nullprodukt

III. Ergebnisse:
Aufgabenauswertu

Sehr niedrige Lösungswahr

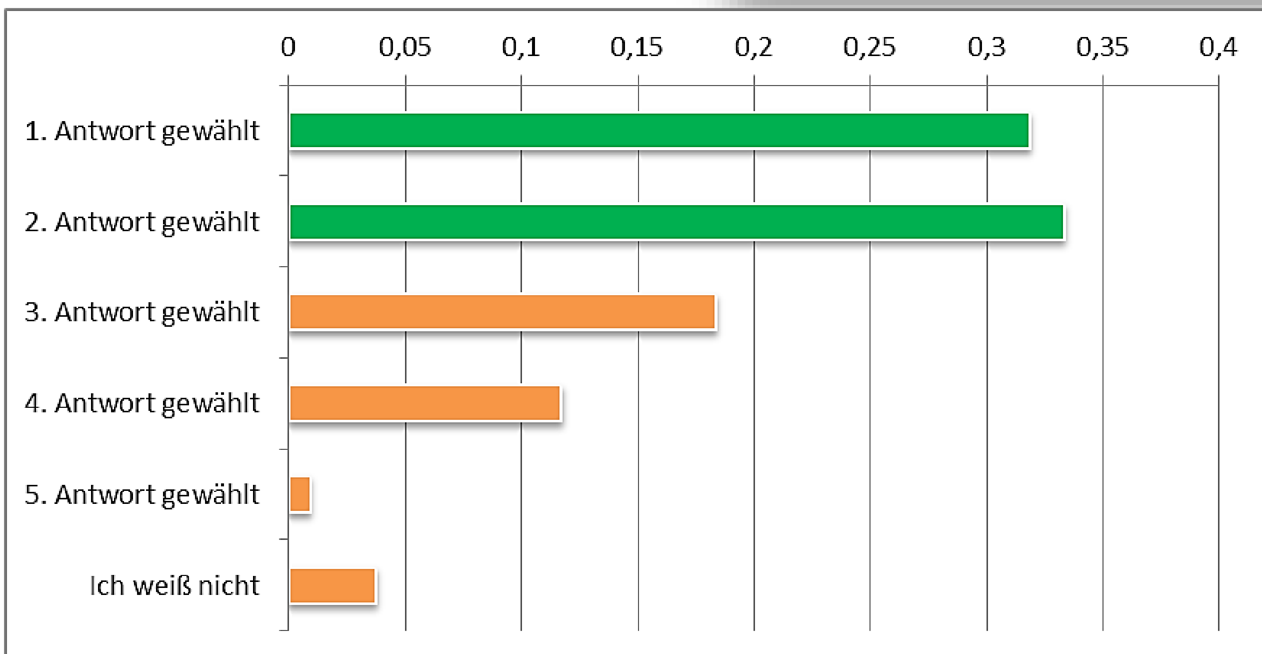
- AF2 Schreibweise

M=0.19

Was bedeutet die Schreibweise $f(3) = 4$ mit einer Funktion f?

Bitte wählen Sie einen oder mehrere Punkte aus der Liste aus.

- ☐ Der Funktionsgraph verläuft durch den Punkt (3|4).
- ☐ An der Stelle 3 hat die Funktion den Wert 4.
- ☐ Für x wurde die Zahl 4 eingesetzt.
- ☐ An der Stelle 4 hat die Funktion den Wert 3.
- ☐ Die Funktion f nimmt immer den Wert 4 an.
- ☐ Ich weiß nicht, was die Schreibweise bedeutet.



III. Ergebnisse:
Aufgabenauswertung (N=2243)

Sehr niedrige Lösungsw

- TG11 Nullprodukt

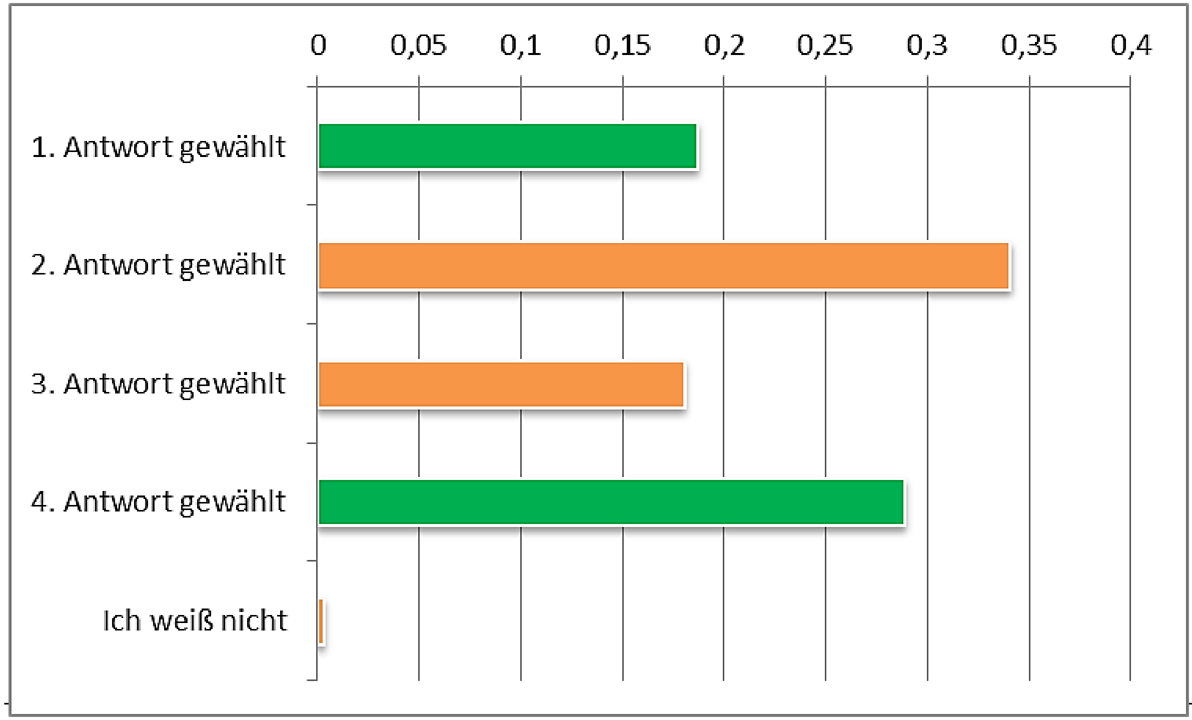
M=.07

* **Welche Aussagen sind in Bezug auf die folgende Gleichung richtig?**

$$(x-3)(x+4)(x^2-25)=0$$

Bitte wählen Sie einen oder mehrere Punkte aus der Liste aus.

- ☐ a) Es gibt genau vier Lösungen.
- ☐ b) Es gibt genau drei Lösungen.
- ☐ c) $x=-3$ und $x=4$ sind Lösungen.
- ☐ d) $x=3$ und $x=-4$ sind Lösungen.
- ☐ e) Meine Antwort ist nicht dabei.



→ Multiple Response Antwortformat

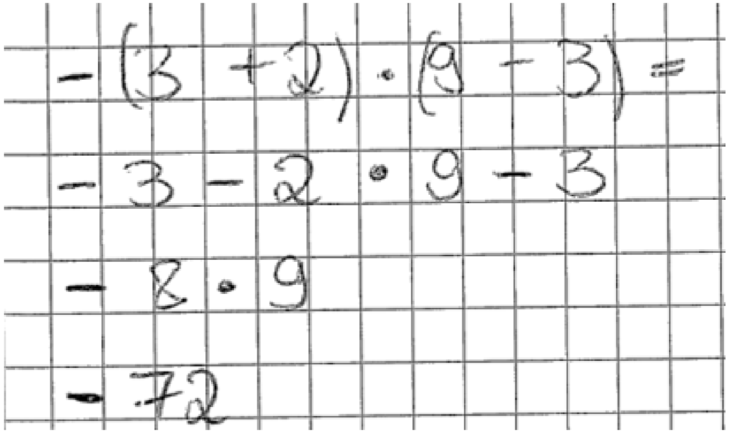
III. Ersterprobung des Gesamtkonzepts
Lernausgangslage & Fehlerphänomene

Fehlerphänomene:

- „Graph als Bild“-Fehler
- verbal-algebraischen Darstellungswechsel im Bereich der linearen Funktionen
- Rechnen mit Potenzen (Übergeneralisierung)

- Umgang mit Klammertermen und „Rechenregeln“

RA12



III. Erprobung
Wirksamkeit

- ¾ der befragten Lernenden geben an sich „sicherer zu fühlen“ nach Bearbeitung der empfohlenen Materialien
- 80% der SuS verbesserten sich im Nachtest

…. dennoch

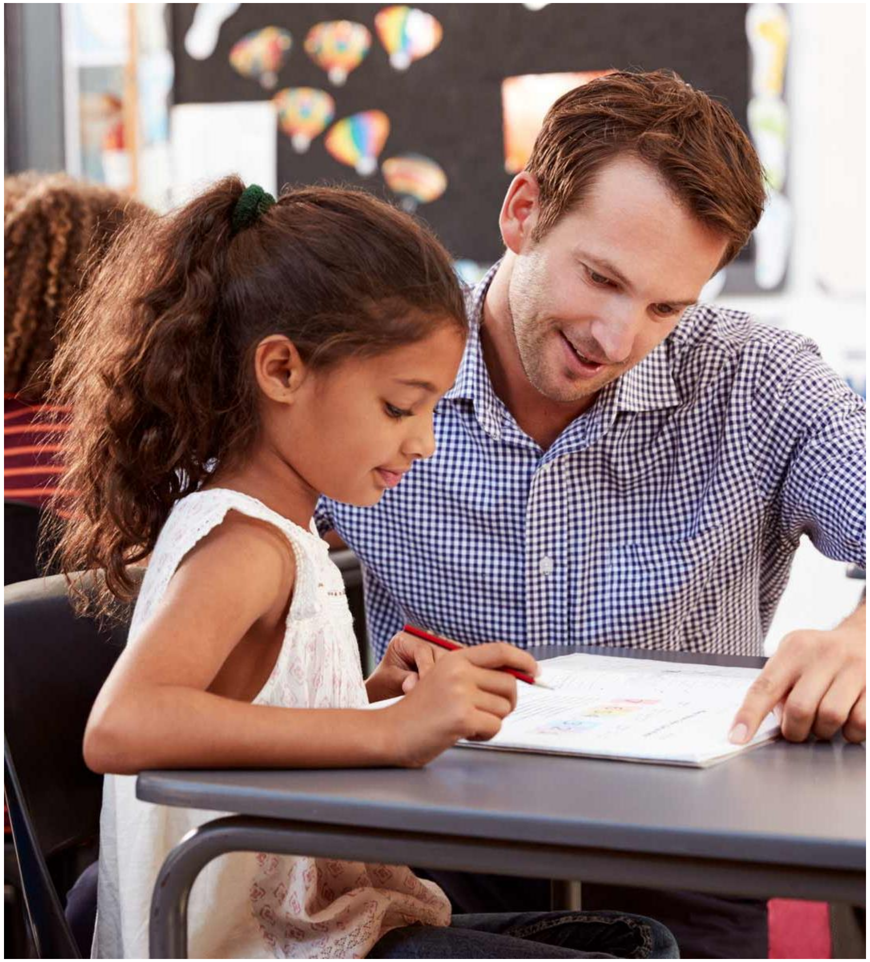
Interviewer: […] Weißt du denn jetzt, wie du es machen würdest oder bist du dir noch unsicher? #00:04:42-1#

SU17: Ne, total unsicher nicht. Also bei paar Sachen / Wenn jetzt hier sowas ist zum Beispiel [Aufgabe 1a), BIN]. Dann kann man ja vorne gucken, da kann ich das schon so darauf übertragen. Aber ich weiß nicht, bei mir also / Ich hab eben immer Probleme, bei vielen Aufgaben. Ich sehe das im Beispiel, aber kann das dann nicht auf die eigene Aufgabe übertragen. Das ist ganz oft so. Und dann blocke ich halt immer. Bei mir ist das oft so, dass ich dann von einem Lehrer oder von irgendeiner Person, dir mir das gut erklären kann, so einen Anstoß brauche. Und dann kann ich wieder ein paar Schritte selbst denken und dann brauche ich wieder so einen Hilfeanstoß quasi. #00:05:19-6#

Abschluss

„Vielleicht ist das eine Lehre aus der Corona-Pandemie: Die Technik kann helfen, einen ansteckungsfreien Schulunterricht aufrecht zu erhalten. Doch kann sie gute Lehrer aus Fleisch und Blut nicht ersetzen.“

https://www.deutschlandfunk.de/unterricht-im-corona-lockdown-die-huerden-der.724.de.html?dram:article_id=490259



III. Ersterprobung des Gesamtkonzepts
Summative Evaluation – Tendenzen (N=207)

	Gepaarte Differenzen		t	df	Signifikanz	Effekt
	M	SD				
Nachtest (prozentual) - Vortest (prozentual)	0,1083	0,1338	11,648	206	p<0,01	d=0,81

- Im Mittel vier Aufgaben mehr als im Vortest
- 80% der Lernenden verbessern sich im Nachtest
- Unabhängig von Interesse, Angst, Schulform, Vornote