

Formatives Assessment durch Peer Review?



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

Eine peer-basierte Diagnose- und
Lernumgebung für den Mathematikunterricht
- Projekt PEDALE



Überblick



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

Problemstellung:

Unterrichten im Klassenraum

Formatives Assessment

Peer Feedback

Lösungsansatz:

PEDALE

Evaluation:

Studiendesign, Pilotierung und erste Ergebnisse

Ausblick und Diskussion

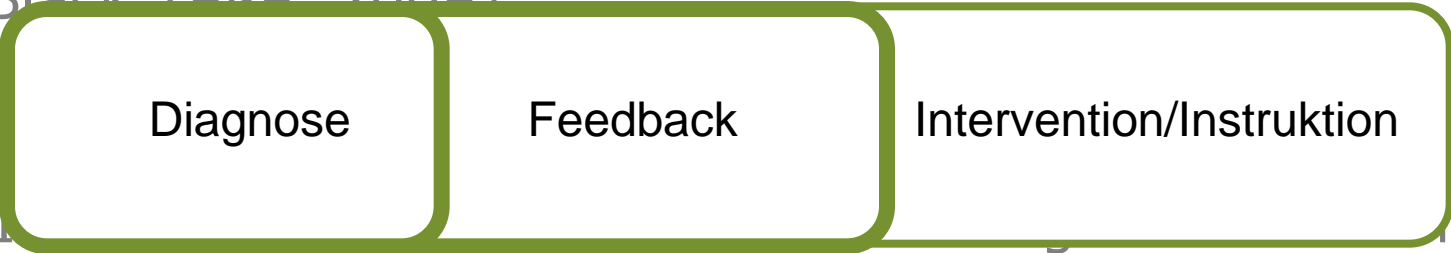
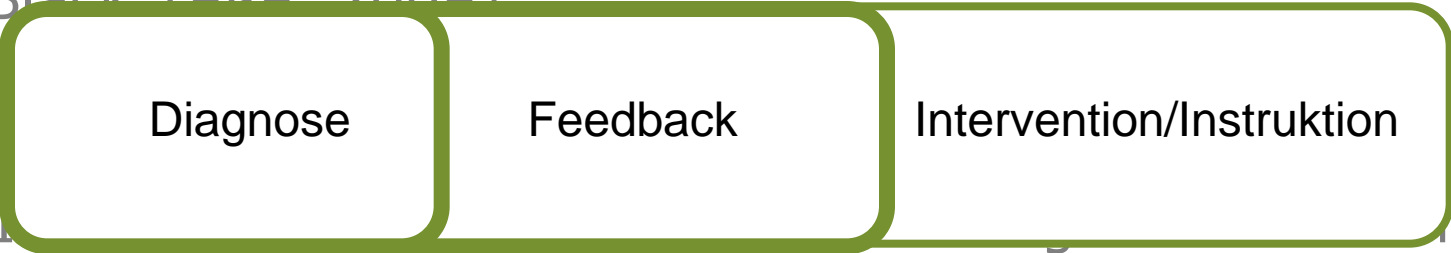
Problemstellung: Unterrichten im Klassenraum

- Classroom-Management
- Diagnose & Förderung
 - Diagnose mit didaktischem Fokus: formatives Assessment (Black 1989, 2009), zeitnahes Feedback (Bangert-Drowns, 1991; Shute, 2009; Narciss/Huth, 2002)
 - binnendifferenzierende Unterrichtsmethoden, u.a. kooperative Lernformen (Krause et al. 2007, Weber, 2011)
- hohe Anforderung! (Wischer, 2007)
- Unterstützung durch digitale Lernumgebungen? (formatives Assessment? Binnendifferenzierung? Kooperation?)



- Ziel: Verknüpfung ist integraler Bestandteil des Unterrichts (Prediger et al., 2009)
- Diagnose mit didaktischem Fokus: formatives Assessment (Black 1989, 2009)
 - Absicht ist didaktisch: zur Unterstützung von Lehr- und Lernprozessen
 - Inhalt ist didaktisch: Assessment-Fragen orientieren sich an den Lernzielen, nicht an der Abfragbarkeit/Messbarkeit
 - Einbettung ist didaktisch: Assessment und Unterricht sind eng verknüpft
 - Methoden sind didaktisch: Es muss gewährleistet sein, dass die Lernenden explizit machen können, was sie können.



- Ziel: Verknüpfung ist integraler Bestandteil des Unterrichts (Prediger et al. 2009)
- Diagnose mit didaktischem Fokus: formatives Assessment (Black 1989, 2009)
 -  und
 -  n sich an den Lernzielen, nicht an der Abfragbarkeit/Messbarkeit
 - Einbettung ist didaktisch: Assessment und Unterricht sind eng verknüpft
 - Methoden sind didaktisch: Es muss gewährleistet sein, dass die Lernenden explizit machen können, was sie können.



- Offene Aufgabenformate
 - Skizzenblätter, Zeichnungen
 - mehrere korrekten Lösungswege und/oder Lösungen
 - keine Vorgaben (vs. Multiple Choice)

- individuelle Auswertung
- nicht automatisierbar

(Peer) Feedback

- Feedback hilft!
 - leistungsbezogene Information (Narciss/Huth, 2002)
 - zeitnah
 - informativ
 - die größte Bedeutung des Feedbacks für das Lernen liegt darin, Fehler zu korrigieren (Bangert-Drowns, 1991)

- diagnostisches Potential
 - Beurteilen von Lösungsansätzen
 - Kommunikation über Mathematik
- Lernpotential:
 - beim Feedback-Geben:
 - Perspektivwechsel: Rolle der aufgabenlösenden Person, Rolle der beobachtenden Person
 - Anregung von kognitiven Konflikten durch alternative Lösungen und/oder Fehler
 - Übernahme von Verantwortung bei der Evaluation fördert Reflektionskompetenz beim Aufgabenlösen (Wiggins, 1992)
 - beim Feedback-Erhalten: korrektive Funktion von Feedback (Bangert-Drowns, 1991; Shute 2008; Narciss/Huth, 2002)

Lösungsansatz: PEDALE

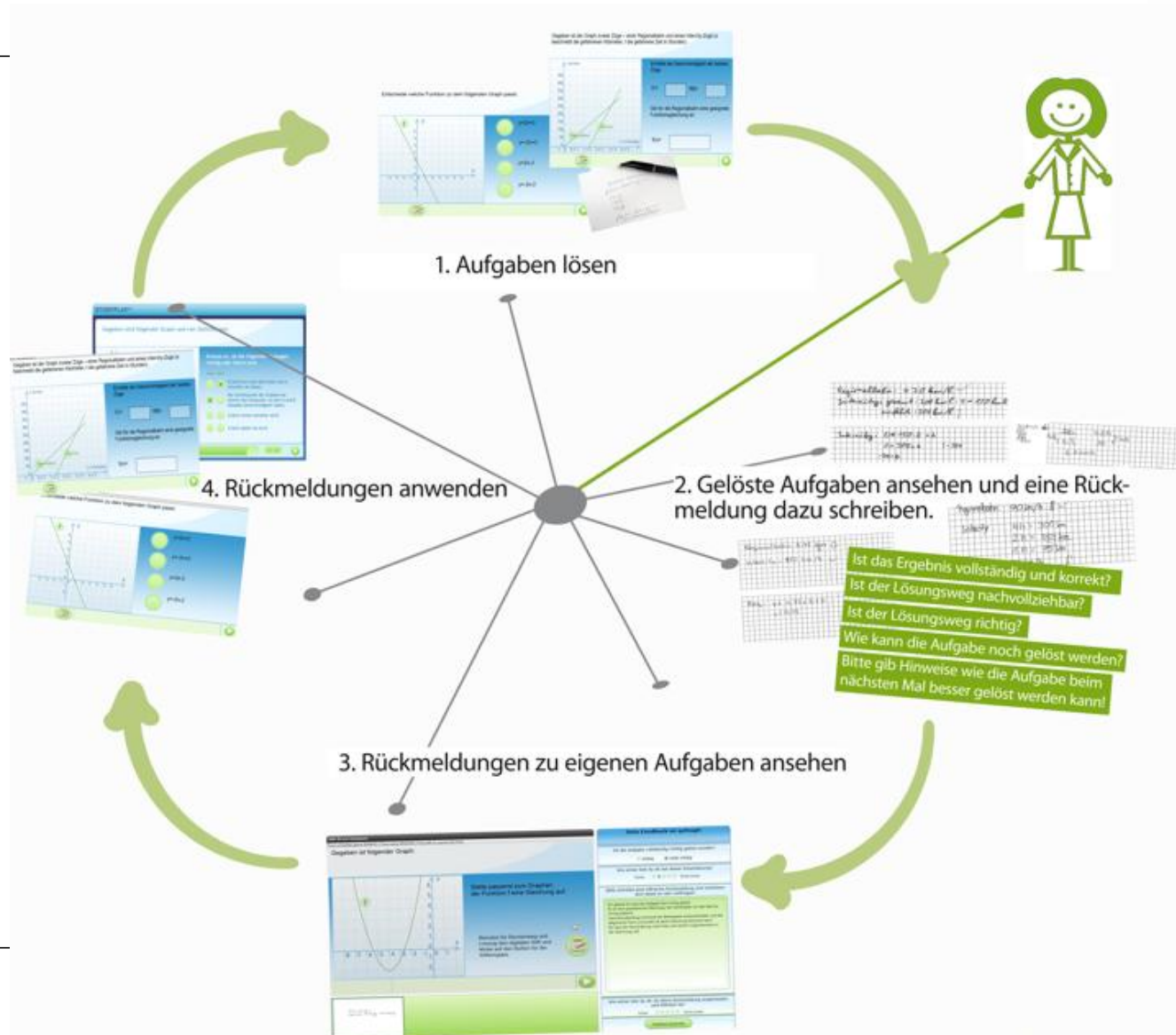
(PEer-based Diagnostic And Learning Environment)



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

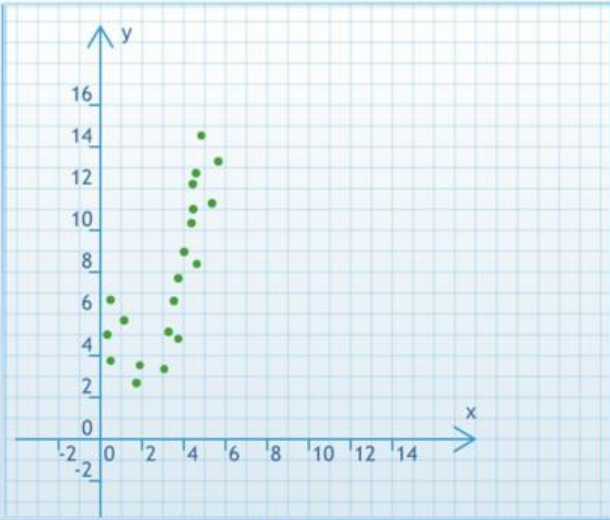
- Ziel: Formatives Assessment mit diskursivem Potential des Peer Feedback verbinden
Umsetzung als digitale Lernumgebung
 - semiautomatische Diagnose
 - Zuordnung der Feedbackpartner
 - Organisation des Ablaufs
 - Dokumentation der Lösungsansätze
 - Editieren der Inhalte

PEDALE - Ablauf



Schritt 1: Aufgaben lösen

Gegeben sind die Ergebnisse einer Messung, die als Punktwolke (= Menge von Punkten) dargestellt wurden. Welche der folgenden Gleichungen beschreibt den Zusammenhang der Punkte im abgebildeten Koordinatensystem am besten? Kreuze diese an.




$y=2x+3$

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

$y=x^2+2$

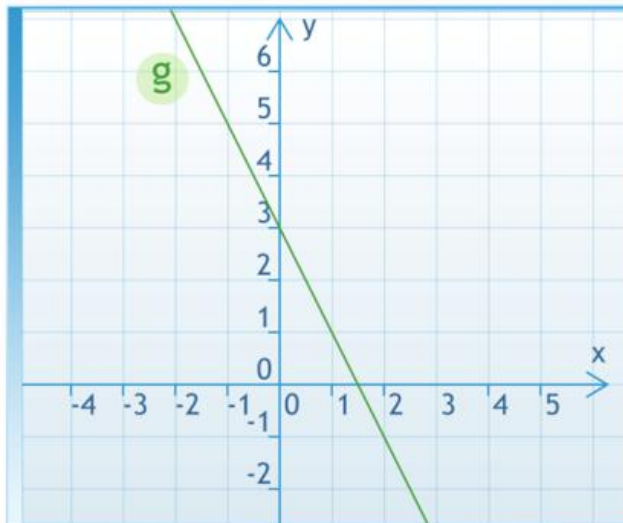
$y=2x$



Schritt 1: Aufgaben lösen

G4B_27
time:complete:game:0002:17 | Time scene: 00:05:53

Gegeben ist folgender Graph:



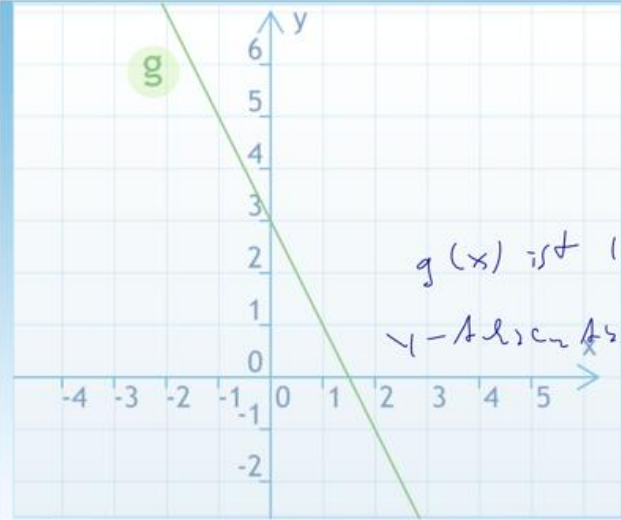
Stelle passend zum Graphen
der Funktion g eine Gleichung auf.

Benutze für Rechenweg und
Lösung den digitalen Stift und
klicke auf den Button für die
Stifteingabe.



Schritt 1: Aufgaben lösen

Gegeben ist folgender Graph:



Stelle passend zum Graphen der Funktion g eine Gleichung auf.

$g(x)$ ist linear.
↘ - Abszisse / y-Achse

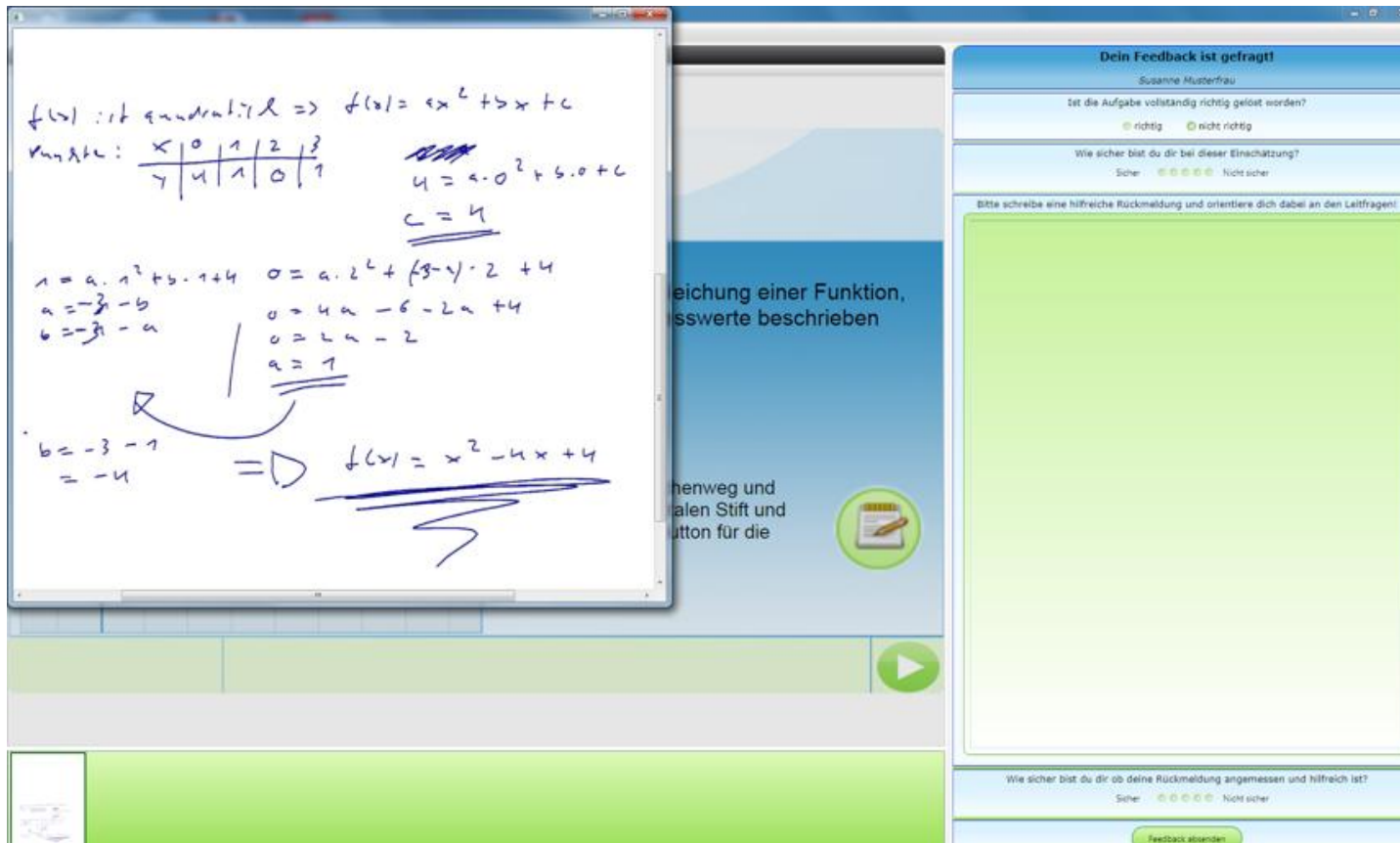
Benutze für Rechenweg und Lösung den digitalen Stift und klicke auf den Button für die Stifteingabe.

Bearbeite bitte die Aufgabe auf deinem Blatt.
Wenn du eine neue Seite verwendest, so klicke bitte auf 'Neue Seite'.
Wenn du fertig bist, dann klicke bitte auf 'Weiter'.

Seite Löschen | Neue Seite (1) | Schreiben beenden

17:18 16.03.2012

Schritt 2: Gelöste Aufgaben ansehen und eine Rückmeldung dazu schreiben



The screenshot displays a digital workspace for reviewing a solution and providing feedback. On the left, a whiteboard window shows a handwritten solution for a quadratic function $f(x)$. The solution includes the general form $f(x) = ax^2 + bx + c$, a table of values, and the final function $f(x) = x^2 - 4x + 4$.

Handwritten Solution:

$f(x)$ ist quadratisch $\Rightarrow f(x) = ax^2 + bx + c$

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| x | 0 | 1 | 2 | 3 |
| y | 4 | 1 | 0 | 1 |

$u = 4 \cdot 0^2 + 6 \cdot 0 + c$
 $c = 4$

$1 = a \cdot 1^2 + b \cdot 1 + 4$
 $a = -3 - b$
 $b = -3 - a$

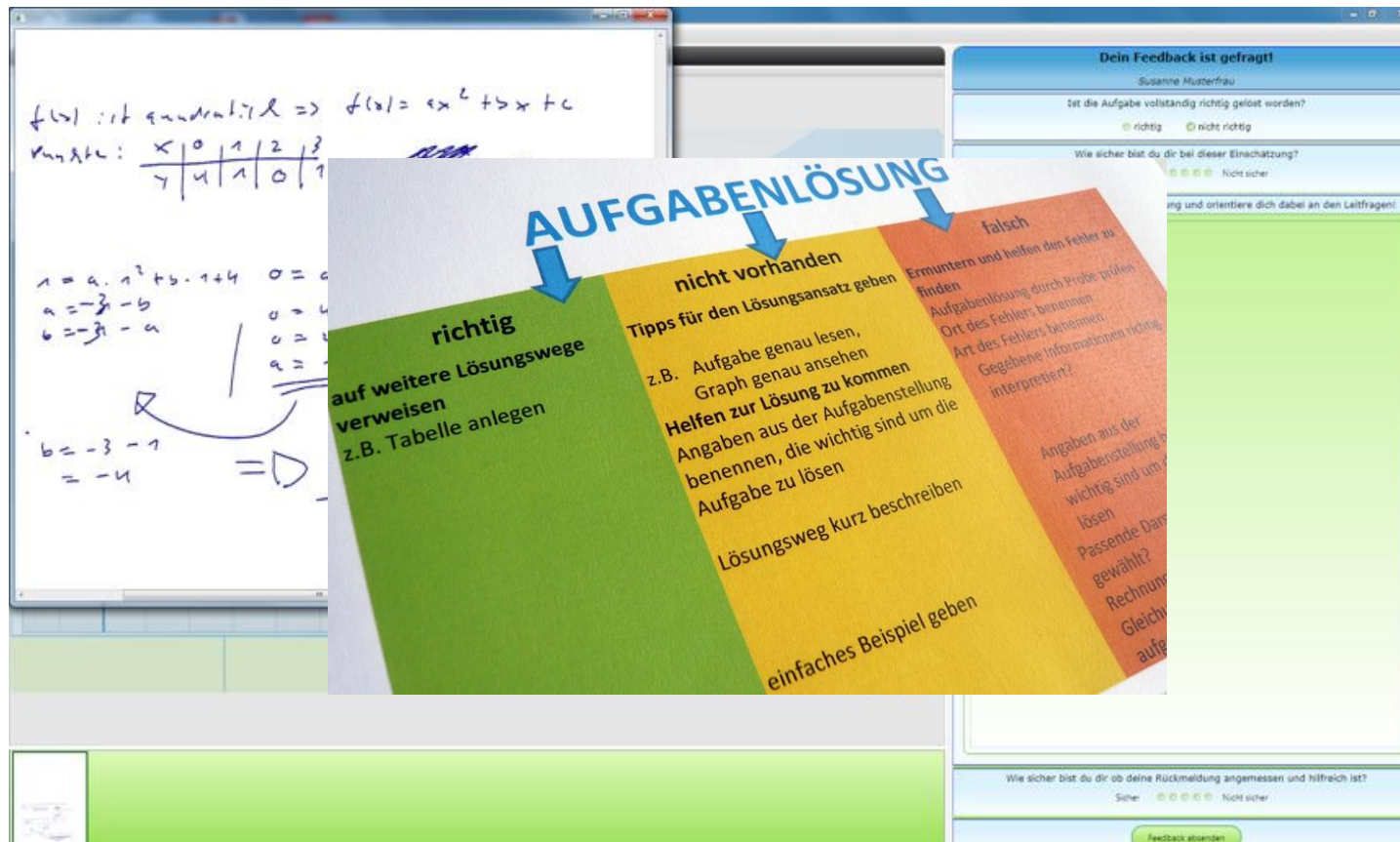
$0 = a \cdot 2^2 + (3 - 4) \cdot 2 + 4$
 $0 = 4a - 6 - 2a + 4$
 $0 = 2a - 2$
 $a = 1$

$b = -3 - 1 = -4$

$\Rightarrow f(x) = x^2 - 4x + 4$

The feedback form on the right, titled "Dein Feedback ist gefragt!", is for user "Susanne Musterfrau". It asks if the task was solved correctly and how confident the user is. A large green text area is provided for a helpful comment. The form also includes a "Feedback absenden" button.

Schritt 2: Gelöste Aufgaben ansehen und eine Rückmeldung dazu schreiben



The image shows a composite of three elements: a whiteboard with handwritten mathematical work, a central graphic titled 'AUFGABENLÖSUNG' with three colored boxes (green, yellow, red) containing feedback prompts, and a screenshot of a digital feedback form.

Whiteboard Content:

$f(x)$ ist quadratisch $\Rightarrow f(x) = ax^2 + bx + c$

Vorgehen:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| x | 0 | 1 | 2 | 3 |
| y | 4 | 1 | 0 | 7 |

$1 = a \cdot 0^2 + b \cdot 0 + c \quad 0 = c$
 $4 = a \cdot 0^2 + b \cdot 0 + c \quad 0 = c$
 $1 = a \cdot 1^2 + b \cdot 1 + c \quad 0 = c$
 $0 = a \cdot 2^2 + b \cdot 2 + c \quad 0 = c$
 $7 = a \cdot 3^2 + b \cdot 3 + c \quad 0 = c$

$b = -3 - 1 = -4$

\Rightarrow

Central Graphic: AUFGABENLÖSUNG

- richtig**
auf weitere Lösungswege verweisen
z.B. Tabelle anlegen
- nicht vorhanden**
Tipps für den Lösungsansatz geben
z.B. Aufgabe genau lesen, Graph genau ansehen
Helfen zur Lösung zu kommen
Angaben aus der Aufgabenstellung benennen, die wichtig sind um die Aufgabe zu lösen
Lösungsweg kurz beschreiben
einfaches Beispiel geben
- falsch**
Ermuntern und helfen den Fehler zu finden
Aufgabenlösung durch Probe prüfen
Ort des Fehlers benennen
Art des Fehlers benennen
Gegebene Informationen richtig interpretiert?
Angaben aus der Aufgabenstellung, die wichtig sind um die Aufgabe zu lösen
Passende Darstellung gewählt?
Rechnung/Gleichung auf

Feedback Form:

Dein Feedback ist gefragt!

Susanne Musterfrau

Ist die Aufgabe vollständig richtig gelöst worden?

richtig nicht richtig

Wie sicher bist du dir bei dieser Einschätzung?

Nicht sicher

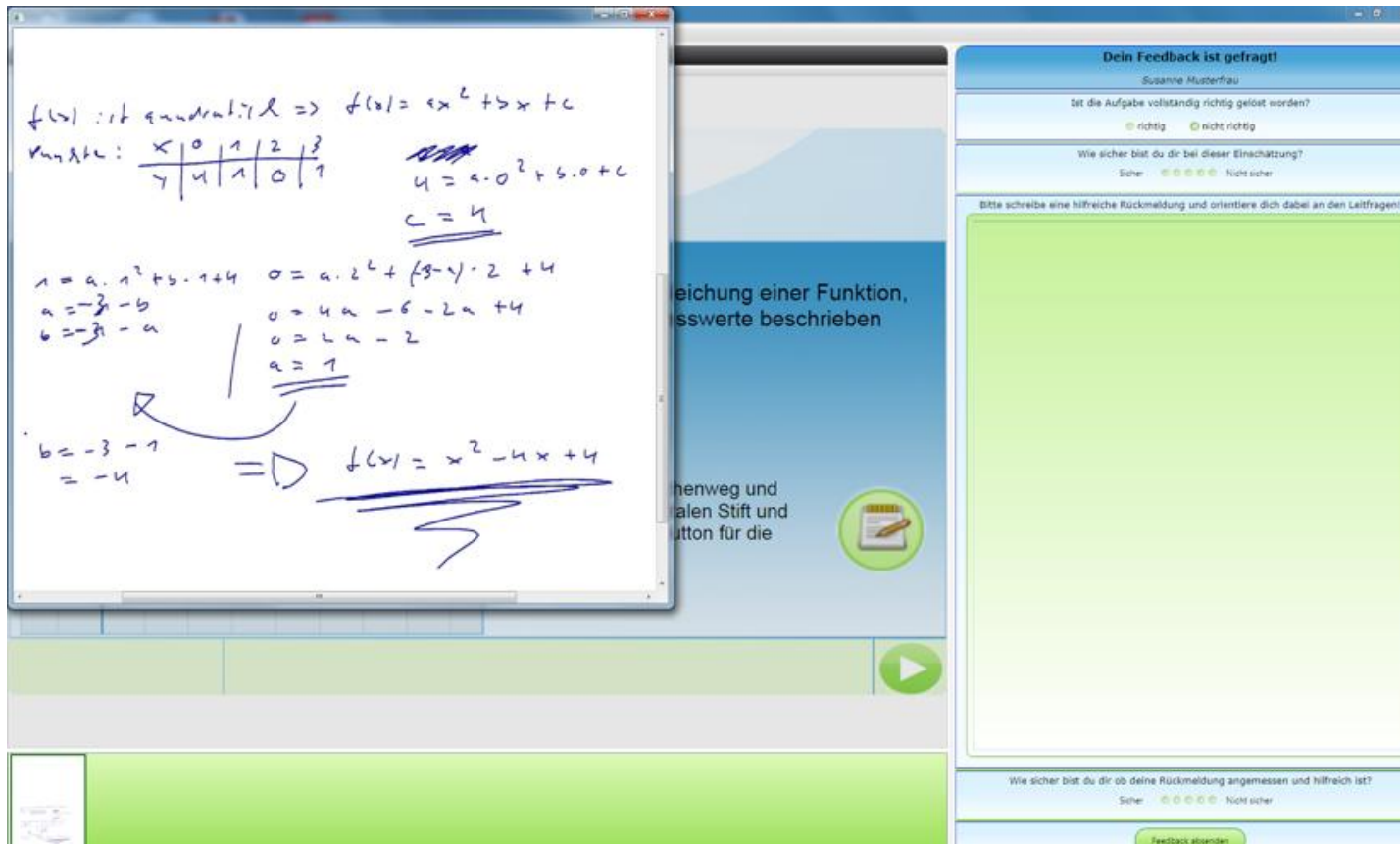
Bitte gib eine Rückmeldung und orientiere dich dabei an den Leitfragen!

Wie sicher bist du dir ob deine Rückmeldung angemessen und hilfreich ist?

Sicher: Nicht sicher

Feedback absenden

Schritt 2: Gelöste Aufgaben ansehen und eine Rückmeldung dazu schreiben



The screenshot displays a digital workspace for reviewing a solution and providing feedback. On the left, a whiteboard window shows a handwritten solution for a quadratic function $f(x) = ax^2 + bx + c$. The solution includes a table for the function values, a system of equations, and the final function $f(x) = x^2 - 4x + 4$.

Handwritten Solution:

$f(x)$ ist quadratisch $\Rightarrow f(x) = ax^2 + bx + c$

Werte:

| x | 0 | 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|---|---|
| y | 4 | 1 | 0 | 7 |

$u = 4 \cdot 0^2 + 6 \cdot 0 + c$
 $c = 4$

$1 = a \cdot 1^2 + b \cdot 1 + 4$
 $a = -3 - b$
 $b = -3 - a$

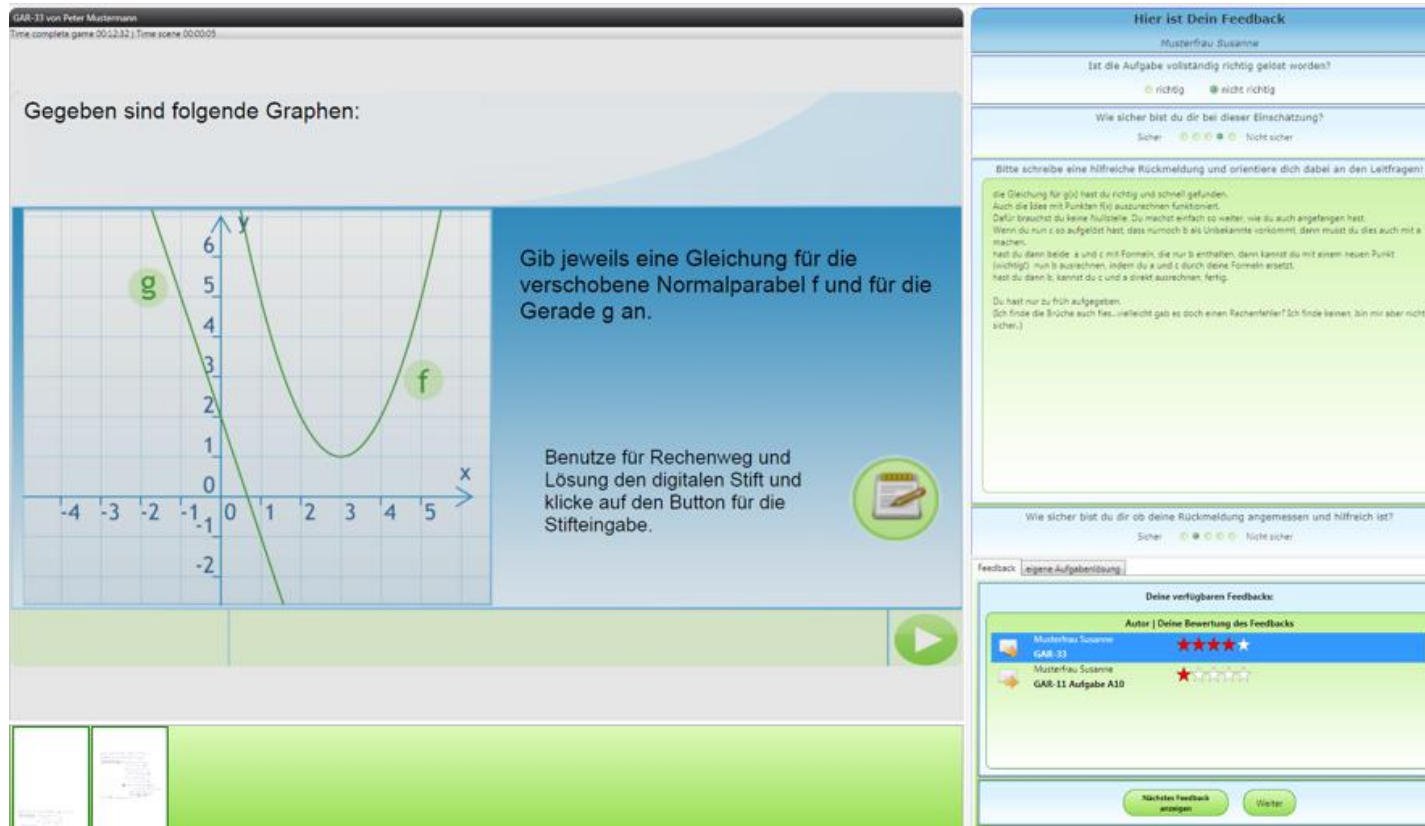
$0 = a \cdot 2^2 + (3 - 4) \cdot 2 + 4$
 $0 = 4a - 6 - 2a + 4$
 $0 = 2a - 2$
 $a = 1$

$b = -3 - 1 = -4$

$\Rightarrow f(x) = x^2 - 4x + 4$

On the right, a feedback form titled "Dein Feedback ist gefragt!" is visible. It includes a question about the solution's correctness, a confidence rating, and a text area for comments. The form is currently empty, with a green play button at the bottom.

Schritt 3: Rückmeldungen zu eigenen Aufgaben ansehen



The screenshot displays a digital learning environment. On the left, a coordinate system shows a green parabola labeled 'f' and a green line labeled 'g'. The parabola 'f' has its vertex at (3, 1) and passes through points like (1, 2) and (5, 2). The line 'g' passes through (0, 6) and (2, 0). Text on the screen asks for equations for 'f' and 'g'. On the right, a feedback panel titled 'Hier ist Dein Feedback' shows a user named 'Mutterfrau Susanne' and a table of available feedback items.

Gegeben sind folgende Graphen:

Gib jeweils eine Gleichung für die verschobene Normalparabel f und für die Gerade g an.

Benutze für Rechenweg und Lösung den digitalen Stift und klicke auf den Button für die Stifteingabe.

Hier ist Dein Feedback
Mutterfrau Susanne
Ist die Aufgabe vollständig richtig gelöst worden?
 richtig nicht richtig
Wie sicher bist du dir bei dieser Einschätzung?
Sicher Nicht sicher

Bitte schreibe eine hilfreiche Rückmeldung und orientiere dich dabei an den Leitfragen!

Die Gleichung für g hast du richtig und schnell gefunden. Auch die Idee mit Punkten $f(x)$ auszurechnen funktioniert. Dafür brauchst du keine Nullstelle. Du machst einfach so weiter, wie du auch angefangen hast. Wenn du nun c so aufgelöst hast, dass nur noch b als Unbekannte vorkommt, dann musst du dies auch mit a machen. Hast du dann beide a und c mit Formeln, die nur b enthalten, dann kannst du mit einem neuen Punkt (wichtig!) nun b ausrechnen, indem du a und c durch deine Formeln ersetzt. Hast du dann b , kannst du c und a direkt ausrechnen, fertig.

Du hast nur zu früh aufgegeben. (Ich finde die Brüche auch fine...vielleicht gab es doch einen Rechenfehler? Ich finde kannst bin mir aber nicht sicher.)

Wie sicher bist du dir ob deine Rückmeldung angemessen und hilfreich ist?
Sicher Nicht sicher

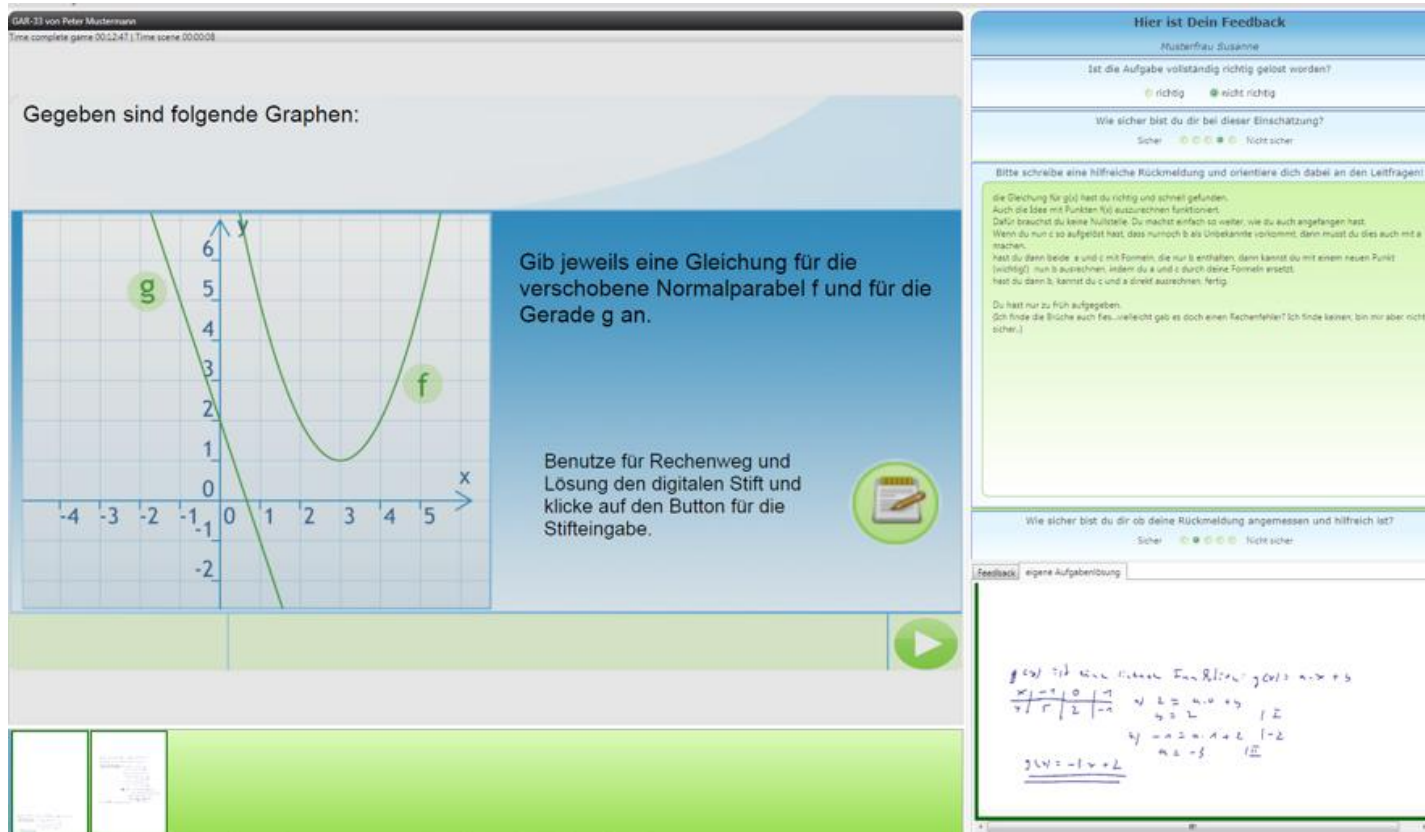
Feedback **eigene Aufgabengänge**

Deine verfügbaren Feedbacks:

| Anzahl Deine Bewertung des Feedbacks | |
|--|-------|
| Mutterfrau Susanne GAR-33 | ★★★★★ |
| Mutterfrau Susanne GAR-11 Aufgabe A10 | ★☆☆☆☆ |

Nächstes Feedback anzeigen Weiter

Schritt 3: Rückmeldungen zu eigenen Aufgaben ansehen



The screenshot displays a digital learning environment. On the left, a coordinate system shows a parabola f and a line g . The parabola f has its vertex at $(3, 1)$ and passes through $(1, 2)$ and $(5, 2)$. The line g passes through $(0, 3)$ and $(2, -1)$. The text asks for the equations of these functions. A digital pen icon is present for input.

Gegeben sind folgende Graphen:

Gib jeweils eine Gleichung für die verschobene Normalparabel f und für die Gerade g an.

Benutze für Rechenweg und Lösung den digitalen Stift und klicke auf den Button für die Stifteingabe.

Hier ist Dein Feedback
Musterfrau Susanne
Ist die Aufgabe vollständig richtig gelöst worden?
 richtig nicht richtig
Wie sicher bist du dir bei dieser Einschätzung?
Sicher Nicht sicher

Bitte schreibe eine hilfreiche Rückmeldung und orientiere dich dabei an den Leitfragen!

Die Gleichung für $g(x)$ hast du richtig und schnell gefunden. Auch die Idee mit Punkten (x_1, y_1) auszurechnen funktioniert. Dafür brauchst du keine Nullstelle. Du machst einfach so weiter, wie du auch angefangen hast. Wenn du nun c so aufgelöst hast, dass nur noch b als Unbekannte vorkommt, dann musst du dies auch mit a machen. Hast du dann beide a und c mit Formeln, die nur b enthalten, dann kannst du mit einem neuen Punkt (wichtig!) nun b ausrechnen, indem du a und c durch deine Formeln ersetzt. Hast du dann b , kannst du c und a direkt ausrechnen, fertig.

Du hatt nur zu früh aufgegeben. Geh finde die Blöcke auch heraus...vielleicht gab es doch einen Rechenfehler! Ich finde keinen, bin mir aber nicht sicher.

Wie sicher bist du dir ob deine Rückmeldung angemessen und hilfreich ist?
Sicher Nicht sicher

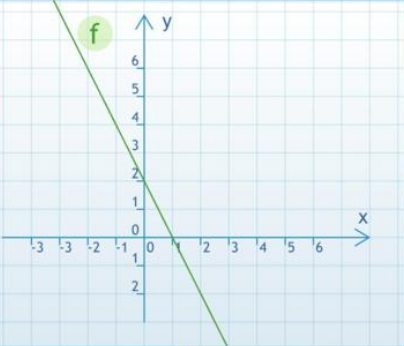
Feedback: eigene Aufgabenlösung

$g(x) = 2x - 1$
 $f(x) = (x-3)^2 + 1$

Schritt 4: Rückmeldungen anwenden

GML 1 Aufgabe 927
Time complete game 00:00:43 | Time scene 00:00:04

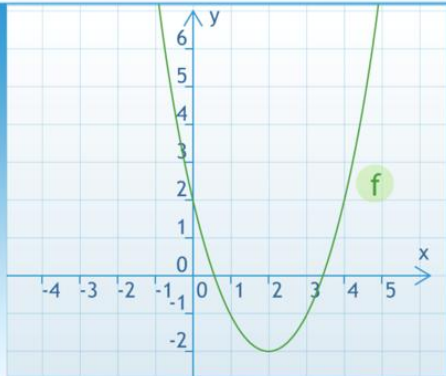
Probe-Aufgabe 1:
Entscheide welche Funktion zu dem folgenden Graph passt:



- $y=2x+2$
- $y=-2x+2$
- $y=2x-2$
- $y=-2x-2$



GML 2
Time complete game 00:00:04 | Time scene 00:00:02

Probeaufgabe 2:
Gegeben ist folgender Graph:



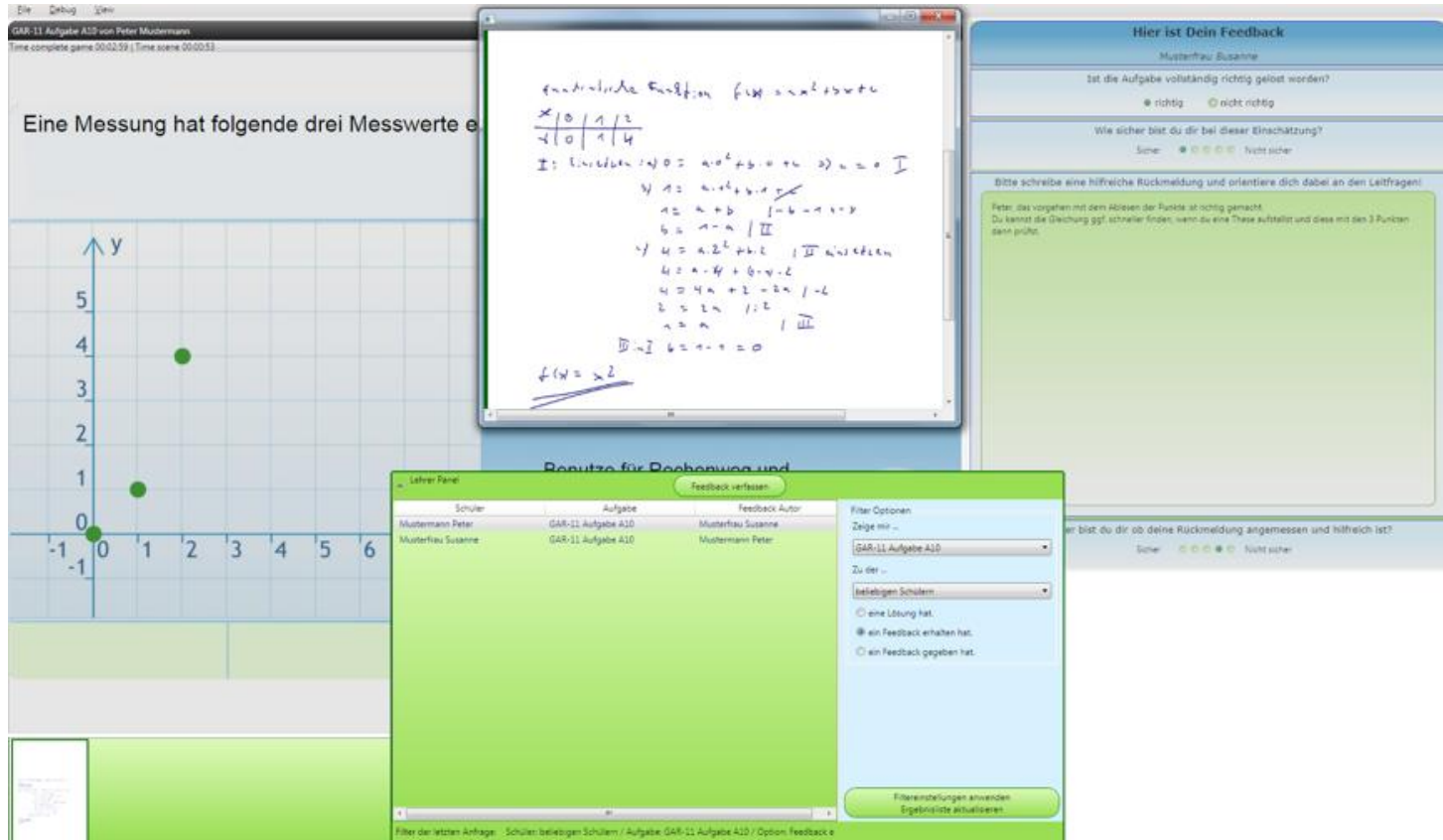
Stelle passend zum Graphen der Funktion f eine Gleichung der Form auf.

Benutze für Rechenweg und Lösung den digitalen Stift und klicke auf den Button für die Stifteingabe.



Ablauf

Lehrerversion:



The screenshot displays a learning management system interface with several components:

- Task Window:** Titled "GAR-11 Aufgabe A10 von Peter Mustermann". It contains the text "Eine Messung hat folgende drei Messwerte e" and a coordinate system with x and y axes. The y-axis ranges from -1 to 5, and the x-axis ranges from -1 to 6. Three data points are plotted at approximately (0, 0), (1, 0.5), and (2, 3.5).
- Solution Window:** A whiteboard-style window showing handwritten mathematical work. It includes the text "quadratische Funktion $f(x) = ax^2 + bx + c$ ", a table with values 0, 1, 2 and 0, 1, 4, and a system of equations:
$$\begin{aligned} I: & 4a + 2b + c = 0 \\ II: & a + b + c = 0 \\ III: & 4a + 4b + c = 4 \end{aligned}$$
The solution concludes with $f(x) = x^2$.
- Feedback Panel:** A green window titled "Lehrer Panel" with a "Feedback verwalten" button. It contains a table with columns "Schüler", "Aufgabe", and "Feedback Autor".

| Schüler | Aufgabe | Feedback Autor |
|--------------------|--------------------|--------------------|
| Mustermann Peter | GAR-11 Aufgabe A10 | Mustermann Susanne |
| Mustermann Susanne | GAR-11 Aufgabe A10 | Mustermann Peter |

Below the table are filter options: "Zeige mir...", "GAR-11 Aufgabe A10", "Zu der...", "beliebigen Schülern", and radio buttons for "eine Lösung hat", "ein Feedback erhalten hat", and "ein Feedback gegeben hat".
- Feedback Form:** A blue window titled "Hier ist Dein Feedback" for "Musterfrau Susanne". It asks "Ist die Aufgabe vollständig richtig gelöst worden?" and "Wie sicher bist du dir bei dieser Einschätzung?". It includes a "Bitte schreibe eine hilfreiche Rückmeldung und orientiere dich dabei an den Leitfragen:" section with a text area and a "Sicher" rating scale.

Technische Umsetzung

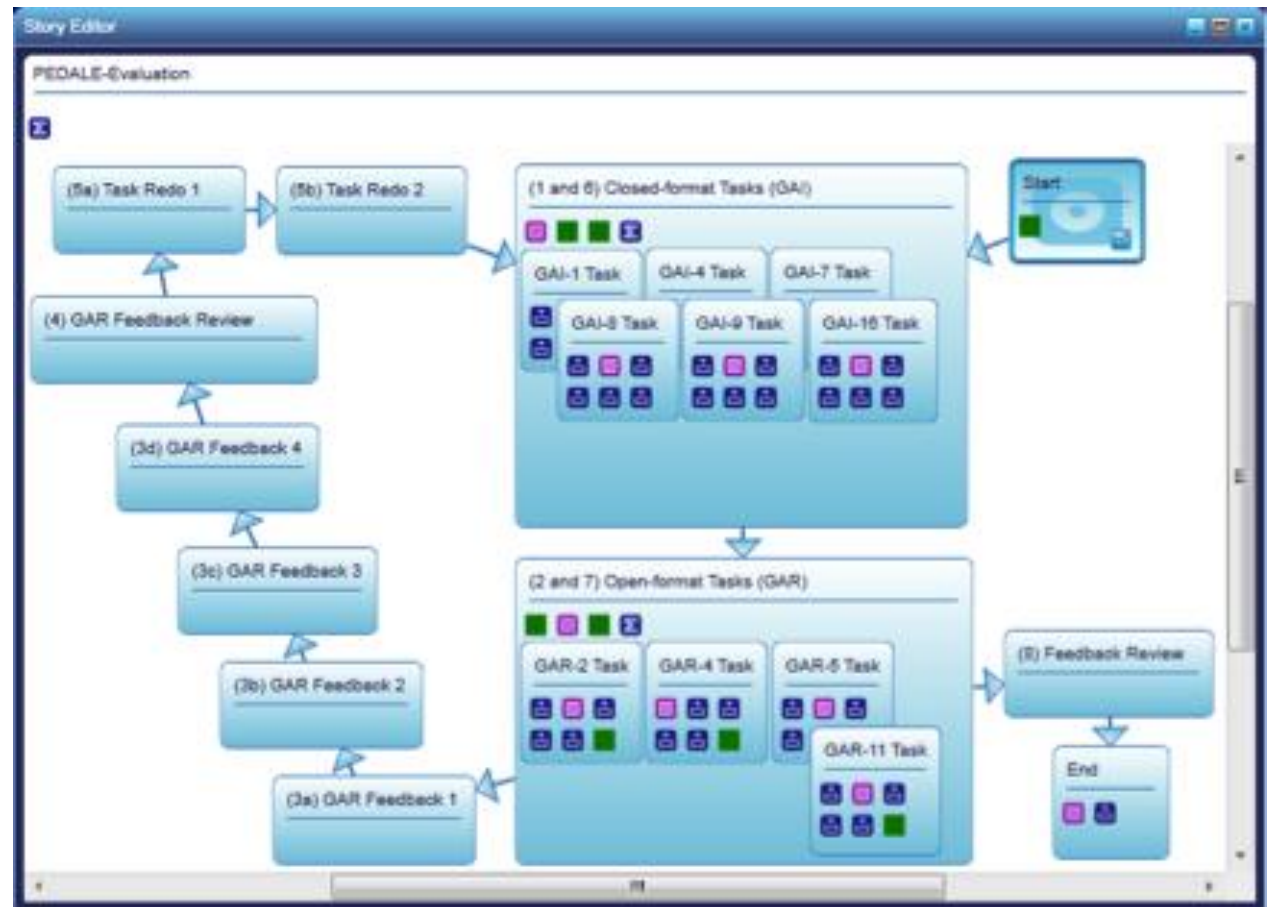
- 2 Ebenen der Lernumgebung: Player: StoryPlay
- Autorenumgebung: StoryTec
 - Erstellen, Verändern, Wiederverwenden
 - multimedialer Content
 - erweiterbar -> Lernspiele
- Datenbankbindung
- Netzwerk

(Konert et al. 2011)

- Ziel: intuitive Bedienung für Lehrende und Lernende, Austausch unter Lehrenden

Technische Umsetzung

Editieren in StoryTec:



- Forschungsfragen:
 - Inwieweit wirkt sich das gegenseitige Feedbackgeben und -erhalten auf das weitere Aufgabenlösen aus?
 - Inwieweit hilft die entwickelte Lernumgebung Lehrenden bei der Durchführung formativen Assessments?
 - Inwieweit wird die Lernumgebung von Lehrenden und Lernenden als nützlich wahrgenommen und akzeptiert?

Evaluation

Training



20min

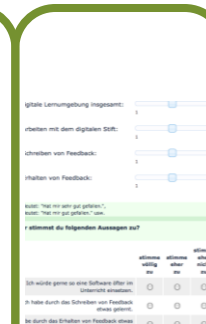
Aufgabenbearbeitung & Peer Review



40min

Logfiles: Pre-/Posttest

FB



10min

Zufriedenheit
Akzeptanz
Anforderung

Diskussion Interview



10min

Design



40min

Nutzen
Akzeptanz
Design

Pilotierung (Expertenbefragung am Lehrstuhl für Didaktik der Mathematik)

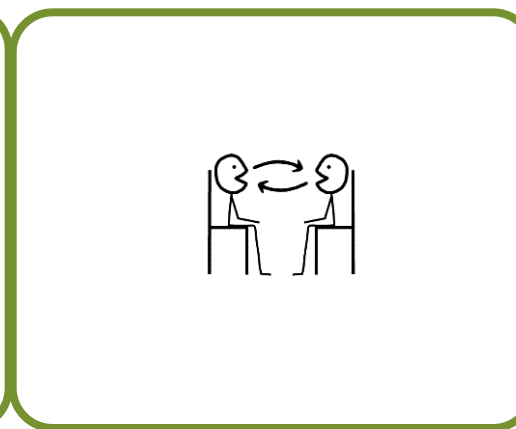
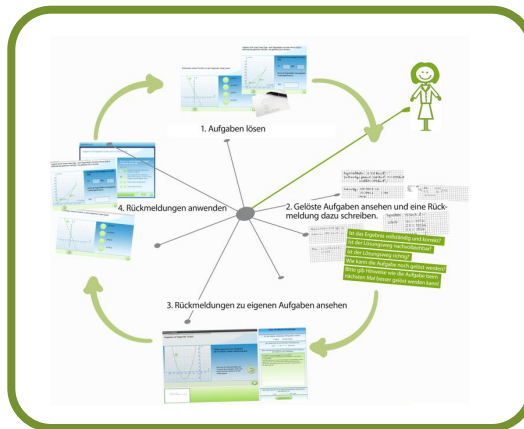
Ziel: Einschätzung

- des Nutzens für Lehrende
- der Anforderungen für Lernende
- der Usability/des Designs

Aufgabenbearbeitung
& Peer Review

Leitfadendiskussion in
Partnerarbeit

Gruppendiskussion





- Potential: diagnostisch relevante Informationen sammeln
 - durch Aufgabenbearbeitung
 - gegebene Rückmeldungen
- Lernende werden als kompetent eingeschätzt (vorausgesetzt: Vertrautheit mit Methode, Übung)
- Lernumgebung kann Lehrende unterstützen



- Problematisch könnte Umgang mit Fehlern sein - Anonymität?
- technische Umsetzung muss robust sein (Stiftbenutzung) und vertraut gemacht werden (Medienbruch Stift/Papier)



- Anonymität? - 2 Varianten, Lernende befragen
- Stifteingabe intuitiver und robuster gestalten

- Chancen und Risiken durch Feedbackarbeit:
 - Wie viele Fehler in den Schülerlösungen können tatsächlich aufgeklärt werden, wie viele davon durch die Peers?
 - Werden neue Fehler erzeugt (nicht in der Studie, sondern erst längerfristig beobachtbar)?
- Qualität der Feedbackarbeit:
 - Welche Qualitätsmaßstäbe können entworfen und etabliert werden?
 - Was können und wollen die Schüler tatsächlich leisten?
- Differenzierung:
 - Inwieweit werden lernschwache, lernstarke SchülerInnen gefördert?
 - Werden die lernschwachen überfordert?
 - Wie nehmen die Lernenden die Anforderungen wahr?

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!
Ich freue mich über Fragen, Anregungen und Kritik

richter@mathematik.tu-darmstadt.de

- Bangert-Drowns, R.L., Kulik, C.-L. C., Kulik, J., Morgan, M.T. (1991): The instructional effect of feedback in test-like events. In: Review of Educational Research, Vol. 61, No. 2, S. 213-238.
- Black, P./William, D. (2009): Developing the theory of formative assessment. In: Educational Assessment, Evaluation and Accountability, Vol. 21, No.1, S. 5-31.
- Konert, J., Richter, K., Göbel, S., Bruder, R. (2011): Knowledge Sharing in the classroom - A social network approach for diagnostic assessment and learning together. In: Proceedings of the 11th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT), S. 350-354.
- Krause, U.-M. (2007): Feedback und kooperatives Lernen. Münster: Waxmann.
- Narciss, S., Huth, K. (2002): How to design informative tutoring feedback for multimedia learning. In: Niegemann, H., Brünken, R., Leutner, D. (Hg.): Instructional design for multimedia learning. Münster: Waxmann.
- Prediger, S., Selter, C., Dortmund, U. (2009): Diagnose als Grundlage für individuelle Förderung im Mathematikunterricht. In: Schule NRW, Vol. 6, Nr. 3, S. 113-116.
- Shute, V.J. (2008): Focus on Formative Feedback. In: Review of Educational Research, Vol. 78, No. 1, S. 153-189.
- Wischer, B. (2007). Umgang mit Heterogenität als komplexe Aufgabe an das Lehrerhandeln – eine kritische Betrachtung schulpädagogischer Erwartungen. In S. Boller, E. Rosowski & T. Stroot (Hrsg.), Heterogenität in Schule und Unterricht. Handlungsansätze zum pädagogischen Umgang mit Vielfalt. (S. 32-41) Weinheim: Beltz.
- Weber, R. (2011): Deine Antwort ist gut, weil... Rückmeldung geben beim Sesseltanz. In: mathematik lehren, 168, S. 42-45.
- Wiggins, G. (1992). Creating Tests Worth Taking. Educational Leadership, 49 (8), 26-33.