

HEINRICH, Daniel C.; BLOCK, Jan; HATTERMANN, Mathias;  
STRUNK, Franziska & BACH, Volker  
Braunschweig

## **MathOA-SuS: Entwicklung verstehensorientierter Aufgaben im Kontext eines digitalen formativen Assessments im Rahmen der Lehrkräfteausbildung**

### **Das Projekt MathOA-SuS - Motivation und Ziele**

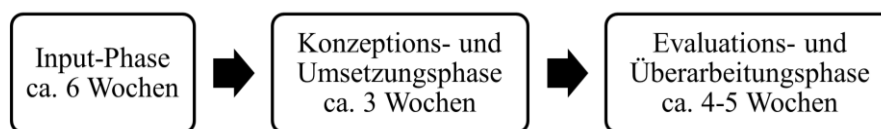
Im Strategiepapier zum Lehren und Lernen in der digitalen Welt hebt die KMK (2021) die Bedeutung digitaler diagnostischer Instrumente mit individuellem Feedback hervor. Auf Seiten der (angehenden) Lehrkräfte führt dies zu einem veränderten Anforderungsprofil auf verschiedenen Ebenen: Um entsprechende Materialien lernförderlich in den Unterricht integrieren zu können, muss die Lehrkraft in der Lage sein, diese verständlich auszuwählen, sie nötigenfalls zu adaptieren sowie den Einsatz zu evaluieren. Außerdem ist es notwendig, dass die Lehrkräfte die Vorteile des formativen Assessments für den eigenen Unterricht erkennen, was nicht selbstverständlich ist. So konstatieren Steinle & Stacey (2012, S. 6724) im Zusammenhang mit den „smart tests“: „Some teachers took quite some time to understand the notion of this type of formative assessment and thus to broaden their understanding of useful assessment to include both summative to formative.“

Um diesen Anforderungen bereits im Rahmen der Lehrkräfteausbildung zu begegnen, wurde im Rahmen des Projektes "Mathematik Online-Aufgaben für Schülerinnen und Schüler" (MathOA-SuS), gefördert durch das „Innovation plus-Programm“ des niedersächsischen Ministeriums für Wissenschaft und Kultur, ein Seminar für Masterstudierende des gymnasialen Lehramts konzipiert und im Wintersemester 2023/24 erstmals durchgeführt. Darin sollten die Teilnehmenden Aufgaben zum Sachgebiet der Analysis mit formativem Feedback für eine digitale Umgebung erstellen. Ziel war dabei, die Studierenden in die Lage zu versetzen,

- verfügbare (digitale) Aufgaben hinsichtlich ihres Einsatzes im Schulunterricht bewerten zu können,
- fachdidaktische Fragestellungen, die sich im Kontext des digitalen Lernens anders oder neu stellen, wie beispielsweise die Formulierung von automatisiertem Feedback oder die Auswahl geeigneter diagnostischer Aufgabenformate, zu bewerten sowie einzuordnen und
- ausgehend von diesen fachdidaktischen Überlegungen digitale Aufgaben mit formativem Feedback für Schülerinnen und Schüler zu erstellen.

## Konzeption der Lehrveranstaltung

Die Semindurchführung gestaltet sich dreiphasig. Innerhalb der *Input-Phase* eignen sich die Studierenden anhand fachdidaktischer Literatur oder dozenten-zentrierter Vorträge Standardinhalte der Didaktik der Analysis (vgl. Greefrath et al., 2016) an. Vorbereitend auf die Aufgabenanalyse und -genese setzen sich die Studierenden mit einem Kategoriensystem zur Aufgabenanalyse auseinander (Maier et al., 2013) und erarbeiten Kriterien für (digitale) Aufgaben mit diagnostischem Potential (vgl. Büchter & Leuders, 2016). Zusätzlich werden Aufgabenformate im Kontext der digitalen Auswertbarkeit thematisiert mit einem besonderen Schwerpunkt darauf, wie sich Multiple-Choice Aufgaben möglichst lern- und diagnoseförderlich umsetzen lassen, da diese Aufgabentypen einfacher als Freitext- oder Formeleingaben auszuwerten sind, im Allgemeinen aber weniger diagnostisches Potential bieten, da Rückschlüsse von gesetzten Kreuzen auf mögliche Fehlvorstellungen und Kompetenzen mit Unsicherheiten behaftet sind (vgl. ebd., S. 176). Im Rahmen der folgenden *Konzeptions- und Umsetzungsphase* generieren die Studierenden diagnostische Aufgaben zur Differentialrechnung und implementieren sie anschließend als digitale Aufgaben. Die *Evaluations- und Überarbeitungsphase* beginnt mit einer Peer-Evaluation anhand der erarbeiteten Kriterien unter den Studierenden. Abschließend werden überarbeitete Versionen der Aufgaben in Oberstufenkursen mit Schülerinnen und Schülern erprobt und die Erprobung in einer Abschluss-sitzung reflektiert.



## Reflexion ausgewählter Aspekte der Seminkonzeption

Hinsichtlich der Lernziele des Seminars stellt sich die Frage nach der Qualität der produzierten Aufgaben bezüglich ihrer Eignung als digitale diagnostische Aufgaben sowie der Qualität des Feedbacks.

Bei der Entwicklung der Aufgaben stellt die Anforderung einer verstehensorientierten Diagnose in einer digitalen Umgebung, die auf Multiple-Choice Aufgaben oder Aufgaben mit offener Antworteingabe in Form von Zahlen, Termen oder Gleichungen eingeschränkt ist, eine besondere Schwierigkeit dar (vgl. ebd.). Die Konzeption von Multiple-Choice Aufgaben setzt umfangreiche Kenntnisse über Grundvorstellungen, insbesondere aber typische Fehlvorstellungen und Fehler voraus. Diese können im Rahmen einer Lehrveranstaltung nicht in allen Facetten des Themas im nötigen Umfang vermittelt werden und es bedarf einer selbstständigen vertieften Auseinandersetzung der Studierenden damit. Das folgende noch zu optimierende

Aufgabenbeispiel, das sich mit dem Zusammenhang zwischen Sekanten- und Tangentensteigungen beschäftigt, illustriert typische Probleme, die wir bei den Studierendenprodukten vor der ersten Überarbeitung identifizieren konnten.

Betrachtet wird die allgemeine Funktion $f$ . Die Sekantensteigung zwischen den Punkten $A(0 1)$ und $B(1 1)$ ist 0. Welche Aussagen über den Punkt $M(0,5 f(0,5))$ stimmen? Wählen Sie alle zutreffenden Aussagen aus.	<input type="checkbox"/>	Die Steigung in $M$ kann nicht 0 sein.
	<input type="checkbox"/>	Die Tangente in $M$ schneidet in jedem Fall die Sekante.
	<input type="checkbox"/>	Die Steigung in $M$ kann 0 sein.
	<input checked="" type="checkbox"/>	Die Steigung in $M$ ist 0.
	<input type="checkbox"/>	Die Tangente in $M$ kann parallel zur Sekante verlaufen.
	<input type="checkbox"/>	Keine der Antworten stimmt.

Überprüfen Sie nochmal die anderen Antwortmöglichkeiten.  
 Laut Mittelwertsatz muss die Steigung an einer Stelle zwischen den beiden Punkten 0 sein, dies kann auch genau in der Mitte zwischen den Punkten sein.  
 Wenn die Steigung in  $M$  0 sein kann, wie verläuft dann die Tangente an  $f$  in diesem Punkt?  
 Die Steigung einer Kurve in der Mitte von zwei Punkten entspricht nicht immer der Sekantensteigung zwischen den Punkten.

Beispielaufgabe mit falsch ausgewählter Antwort sowie zugehörigem Feedback

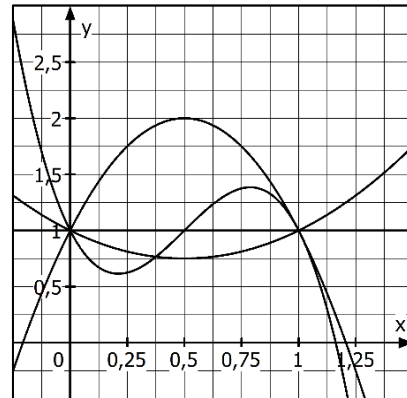
Das Aufgabenformat betreffend ist positiv anzumerken, dass die Anzahl der richtigen Antworten weder vorgegeben ist noch es genau eine richtige Antwortmöglichkeit gibt. Die Aufgabe selbst fokussiert auf einen zu diagnostizierenden Sachverhalt und bezieht keine Kompetenzen (Kontextualisierung durch Sachsituation; konkrete Rechnungen; etc.) ein, die vom Diagnoseziel ablenken. Die Formulierung der Aufgabe zeigt aber deutliche Schwächen in der fachlichen Korrektheit und des üblichen Präzisionsgrads.

Wird obige Multiple-Choice Aufgabe durch Schülerinnen und Schüler wie abgebildet gelöst, erhalten diese automatisiert das oben zu sehende Feedback. Es lässt sich - neben fachlichen Schwierigkeiten, die bei der Formulierung deutlich werden - erkennen, dass Schülerinnen und Schüler zwar ein „knowledge of result“-artiges Feedback (vgl. Narciss, 2006) die gesamte Aufgabe betreffend erhalten, welche konkreten angekreuzten Distraktoren richtig oder falsch gewesen wären, müssen sie sich anhand des Feedbacktextes aber selbst erarbeiten. Die Studierendengruppe hat sich dabei an elaborierteren Komponenten des Feedbacks versucht (z. B. „knowledge about mistakes“ oder „... on how to proceed“), diese aber nicht für den gesamten Aufgabenkontext, sondern für jeden Distraktor separat formuliert. Dies führt dazu, dass Lernende kein gesamtheitliches Feedback erhalten, sondern „Feedbackschnipsel“, die einzeln nachzuvollziehen, den zugehörigen Distraktoren zuzuordnen und in einen Gesamtkontext zu integrieren sind. Eine selbstständige, auf inhaltlichen Überlegungen beruhende, Korrektur der gegebenen Antwort wird dadurch erheblich erschwert.

## Verbesserungspotential und offene Fragen

Ausgehend von den exemplarisch dargestellten Problemen im Aufgaben- und Feedbackdesign lassen sich Anpassungen vorschlagen, die das diagnostische Potential der Aufgaben schärfen und die Qualität des Feedbacks verbessern können. Beispielsweise können die Antwortmöglichkeiten um Begründungen ergänzt werden, sodass nicht nur richtige Antworten, sondern die richtig begründeten Antworten identifiziert werden müssen.

Auf Seiten des Feedbacks wäre es wünschenswert, den Schülerinnen und Schülern elaboriertes Feedback zur Verfügung zu stellen, das sowohl kognitive Prozesse anregt als auch geeignet ist, mehrere in den Distraktoren hinterlegte Fehlvorstellungen anzusprechen, ohne individuell für jeden Distraktor Feedback formulieren zu müssen. Für obiges Aufgabenbeispiel böte es sich an, die Vorstellung der Lernenden



zu Tangenten und Sekanten in dieser Situation durch die Darstellung verschiedener Funktionsgraphen (s. Abbildung) herauszufordern.

Für weitere Durchführungen des Seminars gilt es, ergänzende Inhalte, zum Beispiel zum diagnostischen Potential von Aufgaben oder zur Formulierung von formativem Feedback, auszuwählen oder vertiefend so zu thematisieren, dass die Studierenden in die Lage versetzt werden, bei der Entwicklung von Aufgaben und Feedback Produkte zu erstellen, die den aus der Forschung bekannten Kriterien zu formativem Assessment besser genügen.

## Literatur

- Büchter, A., & Leuders, T. (2016). *Mathematikaufgaben selbst entwickeln. Lernen fördern - Leistung überprüfen*. Cornelsen.
- Greefrath, G., Oldenburg, R., Siller, H.-S., Ulm, V., & Weigand, H.-G. (2016). *Didaktik der Analysis*. Springer.
- KMK (2021). *Lehren und Lernen in der digitalen Welt. Die ergänzende Empfehlung zur Strategie „Bildung in der digitalen Welt“*. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 09.12.2021.
- Maier, U., Bohl, T., Kleinknecht, M., & Metz, K. (2013). Allgemeindidaktische Kriterien für die Analyse von Aufgaben. In: Kleinknecht, M., Bohl, T., Maier, U., Metz, K. (Hrsg.). *Lern- und Leistungsaufgaben im Unterricht: Fächerübergreifende Kriterien zur Auswahl und Analyse*. S. 9-45. Klinkhardt.
- Narciss, S. (2006). *Informatives tutorielles Feedback. Entwicklungs- und Evaluationsprinzipien auf der Basis instruktionspsychologischer Erkenntnisse*. Waxmann.
- Steinle, V., & Stacey, K. (2012). Teachers' views of using an on-line, formative assessment system for mathematics. In: *Pre-proceedings: 12th International Congress on Mathematical Education, Topic Study Group 33*. S. 6721-6730. COEX.