

**Prof. Dr. Florian Schacht**

**DiM - Digitalisierung in der Mathematiklehrerbildung.**

**Konsequent. Fundiert. Vernetzt.**

**Abschlussbericht**

### **Beschreibung der Lehrinnovation**

Mit dem Projekt **DiM – Digitalisierung in der Mathematiklehrerbildung** wurde das Ziel verfolgt, ein besseres Verstehen im Fach Mathematik durch die Nutzung digitaler Werkzeuge in Lehre und Prüfungen zu erreichen. Das zugrunde liegende didaktische Konzept, das in der Mathematiklehrerbildung der Universität Duisburg-Essen implementiert wurde, ist

- **konsequent**, da die Integration digitaler Werkzeuge in verschiedenen Pflichtveranstaltungen erfolgt. Zukünftige Lehrkräfte erfahren als wichtige Innovationsträger moderne, digital gestützte Lehr- und Lernformen durchgehend im eigenen universitären Lernprozess.
- **fundiert**, da der Medieneinsatz stets dazu dient, die angestrebten Kompetenzen für das Lernen und spätere Lehren von Mathematik zu unterstützen. Die Studierenden erleben die Werkzeuge damit als Basis für eine fundierte fachdidaktische Reflexion.
- **vernetzt**, da der Medieneinsatz sowohl kollaborativ als auch im Selbststudium erfolgt, wofür Materialien entwickelt werden.

In diesem Zusammenhang ist es ein Ziel der Lehramtsausbildung, aufgrund der sich stetig verändernden Anforderungen des modernen Lebens die Qualität der Schulen und des Unterrichts stetig zu fördern und weiter zu entwickeln, damit „Schülerinnen und Schüler so auf ihre zukünftigen individuellen und gesellschaftlichen Aufgaben bestmöglich vorbereitet werden“ (KMK, 2000). Dazu hat die KMK allgemeine Standards für die Lehramtsausbildung formuliert. Zu diesen Standards gehört als zentraler Bestandteil auch der sinnvolle Einsatz von Hilfsmitteln, insbesondere elektronischer Medien (KMK 2005, S.6). Auf der Basis dieser allgemeinen Zielsetzung haben die für den Mathematikunterricht wie auch für die mathematische Lehramtsausbildung

maßgeblichen Verbände DMV (Deutsche Mathematikervereinigung), GDM (Gesellschaft für Didaktik der Mathematik) und MNU (Verein zur Förderung des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts) Empfehlungen für die Lehrerbildung im Fach Mathematik erstellt (DMV, GDM, MNU, 2008). In diesen Empfehlungen wird zentral die Bedeutung der digitalen Werkzeuge in der Lehramtsausbildung genannt. Die KMK (2009) hebt in diesem Zusammenhang die Bedeutung digitaler Werkzeuge für eine „technologisch leistungsfähige und innovationsstarke Wirtschaft (hervor, F.S.), die auf Dauer international konkurrenzfähig“ bleiben muss und die daher in die Ausbildung von Naturwissenschaftlern, Ingenieuren, Technikern und Fachkräften investieren muss. Die KMK empfiehlt die verbindliche Nutzung von digitalen Werkzeugen in allen MINT-Fächern (KMK 2009, S. 5). Diese Empfehlungen für die Lehramtsausbildung und mittelbar für den Mathematikunterricht korrespondieren mit den Erkenntnissen der Lehr-Lernforschung im Bereich Mathematik und digitale Werkzeuge. So wird bei einem sachgerechten Einsatz digitaler Werkzeuge im Mathematikunterricht stets die Entwicklung der Unterrichtskultur mit dem Resultat des stärker konzeptionellen Lernens im Gegensatz zu rein algorithmischen Fertigkeiten von Schülerinnen und Schülern betont. Dies wird in mehreren Metastudien herausgestellt (Drijvers et al. 2016; Barzel 2011; Lagrange, Artigue, Laborde, & Trouche, 2003; Zbiek, Heid, Blume, & Dick, 2007).

Der Stand der Ausbildung hinsichtlich des Einsatzes digitaler Werkzeuge an vielen Universitäten ist zum einen dadurch charakterisiert, dass sich der Einsatz in den fachlichen und didaktischen Grundveranstaltungen i.d.R. auf von Dozierenden präsentierte Visualisierungen beschränkt, zudem bleibt der Einsatz auf wenige Veranstaltungen beschränkt. In Phasen der Eigenarbeit der Veranstaltungen, die interaktiv mit stetigen Wechseln von Präsentation und Eigenarbeit gestaltet werden, ist der Einsatz digitaler Werkzeuge i.d.R. nicht vorgesehen. Weiterhin wird in Abschlussprüfungen i.d.R. auf digitale Werkzeuge als Hilfsmittel verzichtet. Insgesamt also fehlt eine didaktisch durchdachte konsequente Integration unterschiedlicher digitaler Angebote in Großveranstaltungen, Präsenzübungen und Abschlussprüfungen. Aufbauend auf eigenen Vorarbeiten und Initiativen wurde der Fellowship für die Realisierung dieses Vorhabens genutzt, um so die **Digitalisierung in der Mathematiklehrerbildung konsequent, fundiert und vernetzt** zu planen und konzeptuell umzusetzen.

Dies wurde auf drei Ebenen realisiert: **(i)** Mit einem **Konzept** zur integrierten Nutzung der digitalen Werkzeuge mit praktischen Beispielen zur Umsetzung als Basis der Dissemination innerhalb der beiden Lehramtsstudiengänge inklusive tutorieller

Beratungsangebote, **(ii)** einem technisch entsprechend ausgestatteten **Arbeitsraum**, in dem die entsprechenden Medien verfügbar sind und **(iii)** einem **digitalen Angebot** zur Aneignung und Wiederholung notwendiger Inhalte und grundlegender Kompetenzen als Selbstdiagnose und -förderung vor allem zu Beginn des Studiums.

## Darstellung der Zielkomplexe und Erreichung der Ziele

*Konzept zur integrierten Nutzung der Werkzeuge inklusive tutorieller Beratungsangebote*

Zentrale Voraussetzung für die integrierte Umsetzung von **DiM – Digitalisierung in der Mathematiklehrerbildung** war zunächst die Entwicklung eines didaktischen Basiskonzeptes. Die Integration der digitalen Werkzeuge vollzieht sich bezogen auf die oberen Schwerpunkte der Mathematiklehrerbildung als Basis für den Einsatz in schulpraktischen Studien.

- **beim fachlichen Lernen:** Der selbstverständliche Einsatz digitaler Werkzeuge soll beim eigenen fachlichen Lernen von Mathematik erlebt werden als Basis dafür, dass Studierende Möglichkeiten und Grenzen dieser Werkzeuge im eigenen Lernprozess erfahren. So werden etwa digitale Werkzeuge in der Veranstaltung *Elementare Geometrie und Daten und Zufall* konsequent eingesetzt.
- **bei der fachdidaktischen Vertiefung:** Digitale Werkzeuge werden hinsichtlich von Einsatzmöglichkeiten, Funktionen im Unterricht, Chancen und Risiken mit einem Fokus auf spezielle mathematische Disziplinen (z.B. Geometrie, Stochastik) beleuchtet.
- **bei der vernetzenden Betrachtung:** Der Einsatz digitaler Werkzeuge wird auf der Basis der disziplinspezifischen Studien als übergreifende Idee des Lehrens und Lernens von Mathematik vernetzt.

Dies wurde auch entsprechend im Rahmen des Projektes publiziert (Schacht & Barzel (2018), Pieper & Schacht (2018)).

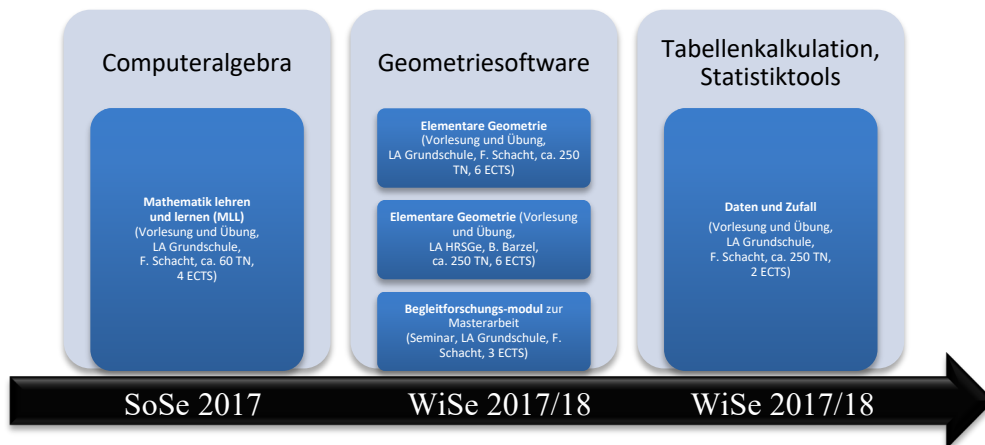
*Arbeitsraum, in dem die entsprechenden digitalen Werkzeuge verfügbar sind*

Damit die oben beschriebene konzeptgestützte Integration digitaler Werkzeuge in die Mathematiklehrerbildung sowie die Ausrichtung hin zu einer Verstärkung universitärer kollaborativer Lernphasen gelingen kann, wurde eine entsprechende Infrastruktur in Form eines Arbeitsraumes realisiert. Dazu wurde ein bestehender Seminarraum, der für Lehr- und Übungsveranstaltungen in der Mathematiklehrerbildung genutzt wird, entsprechend ausgestattet. So können Studierende in der *Elementaren Geometrie* etwa Begründungsansätze und (dynamische) Vorgehensweisen durch Nutzung entsprechender Software (mit iPads, Laptops und Handhelds) bei Aufgaben zum Satz des Thales gemeinsam erarbeiten (Nutzung der Hubs, Screens am IWB), selbst

mitgebrachte Lösungsskizzen in *MLL* projizieren (Dokumentenkamera) und diese Ideen gleich für die Weiterarbeit in Kleingruppen nutzen (Computerstation, Dissimination über HUB, Bearbeitung am IWB). In Verbindung mit mathematischer Lernsoftware wie etwa GeoGebra können IWBs genutzt werden, um wesentliche Eigenschaften mathematischer Begriffe in ihrer Dynamik und in ihren Zusammenhängen in interaktiver Weise besser erfahrbar werden zu lassen (vgl. Zevenbergen et al. 2008, Schmidt-Thieme et al. 2015). So können Studierende etwa mit einer dyn. Geometriesoftware Hypothesen zum Zusammenhang von rechtwinkligen Dreiecken über einer gegebenen Strecke selbständig entwickeln und begründen (Satz von Thales). Auf diese Weise können digitale Werkzeuge in fachdidaktisch durchdachter Weise integriert genutzt werden und es entstehen verstehensorientierte Mehrwerte im Vergleich zu Veranstaltungen, die auf einen eher tradierten Medieneinsatz setzen (z.B. Kreidetafeln). Vor dem Hintergrund der o.g. Ziele (kollaborative Lernformen erhöhen, dig. Werkzeuge in Lehre und Prüfungen, Flexibilisierung des Studiums durch Selbstlernphasen) ergeben sich daher auch die entsprechenden infrastrukturellen Notwendigkeiten.

## Verstetigung der Lehrinnovation

Die Konzeption von **DiM – Digitalisierung in der Mathematiklehrerausbildung** war zunächst für ausgewählte Pflichtveranstaltungen im Lehramtsstudium für das Lehramt der Primarstufe und Sekundarstufe I (HRSGe) vorgesehen. Im Rahmen dieser Veranstaltungen wird der Einsatz digitaler Werkzeuge verstetigt. Die im Rahmen des Fellowships eingeworbenen Mittel wurden entsprechend des Antrags für die Verstetigung genutzt.



## Transfer der Lehrinnovation

Mit dem vorliegenden Vorhaben wurde ein konzeptueller Gesamtrahmen entwickelt, dem innovative fach- und hochschuldidaktische Prinzipien zugrunde liegen (Vorstellungsorientierung, kollaborative Lernformen erhöhen, dig. Werkzeuge in Lehre und Prüfungen, Flexibilisierung des Studiums durch Selbstlernphasen). Dieses Konzept wird nun im Rahmen einer Nachhaltigkeitsphase zunehmend auf alle Veranstaltungen der Mathematiklehrerausbildung (Grundschule und Sekundarstufe) ausgeweitet. Die Voraussetzungen dafür sind an der Universität Duisburg-Essen insofern sehr günstig, als das vorliegende Konzept von den Kolleginnen und Kollegen mit getragen wird und die Veranstaltungen in enger Kooperation gleich von Beginn an durchgeführt wurden.

## **Öffentlichkeitswirksame Dissemination des Projektes und seiner Ergebnisse**

Die hier erarbeiteten Ergebnisse zur Digitalisierung der Lehrerbildung im Fach Mathematik fließen auf unterschiedlichen Ebenen in weitere Projekte mit ein. Ein besonderer Meilenstein ist in diesem Zusammenhang die Organisation einer vom Stifterverband geförderten bundesweiten Tagung im Februar 2019 zu digitalen Innovationen in der Lehramtsausbildung ([www.uni-due.de/la-digital](http://www.uni-due.de/la-digital)) an der Universität Duisburg-Essen.

Die Ausbildung zukünftiger Lehrkräfte trägt eine doppelte Verantwortung mit Blick auf die Vermittlung digitaler Kompetenzen: Einerseits müssen die Studierenden im Rahmen ihres Studiums didaktische Konzepte für die digitale Unterstützung von Lernprozessen (Blended Learning, Inverted Classroom u. dgl.) kennenlernen und in die Nutzung einschlägiger Lernwerkzeuge eingeführt werden, mit denen sich Vermittlungsszenarien dieser Art gestalten lassen. Die dabei gemachten Erfahrungen und erworbenen Kompetenzen sollen andererseits die Studierenden dazu befähigen, als zukünftige Innovationsträger in der Schule digitale Werkzeuge flexibel und didaktisch sinnvoll im eigenen Unterricht einzusetzen und die Potenziale des Lehrens und Lernens mit digitalen Technologien im Schulkontext zu verbreiten

Aktuell wird das Thema Digitalisierung im Bildungsbereich in vielfältigen – auch politischen – Initiativen vorangetrieben. Dabei stehen häufig insbesondere infrastrukturelle Maßnahmen (die Entwicklung und Weiterentwicklung von Lerntechnologien, der Aufbau von Repositorien u.a.) im Vordergrund. Die Bereitstellung einer zeitgemäßen Infrastruktur stellt fraglos eine wichtige Vorbedingung für das Lehren und Lernen mit digitalen Medien dar. Mindestens ebenso wichtig sind aber aus Sicht der Fachdidaktiken Maßnahmen, die auf die Entwicklung, Dokumentation und Dissemination fach- und mediendidaktischer Konzepte (Lernszenarien) zielen, die dafür benötigt werden, um digitale Werkzeuge in Schule und Hochschule didaktisch adäquat für die Vermittlung der fächerspezifischen Lerninhalte und Kompetenzen einzusetzen. Im kollegialen, auch interdisziplinären Austausch zeigt sich immer wieder, dass

- in den lehrerbildenden Fächern bereits zahlreiche, innovative Szenarien mit digitalen Technologien existieren, die zwar – der Fachspezifik geschuldet – auf unterschiedliche Lerngegenstände und zu vermittelnde Kompetenzen fokussieren, die aber durchaus Ansatzpunkte bieten, auf der Ebene der Konzeption von Lernen und Vermitteln auf andere Fächer übertragen zu

werden oder die Entwicklung von Szenarien in anderen Fächern zu inspirieren;

- trotz der unterschiedlichen Lerngegenstände und Vermittlungskulturen die mediendidaktischen Herausforderungen, denen man sich als Lehrende/r beim Unterrichten mit digitalen Medien gegenüber sieht und die mit der Spezifik der Verlagerung von Vermittlungsprozessen und Lernendenaktivitäten in digitale Umgebungen zu tun haben, gar nicht so unterschiedlich sind: Fragen der Veränderung von Lehrenden- und Lernendenrollen und der Lernendenaktivierung sowie, darauf bezogen, nach geeigneten Moderationstechniken – um nur einige Beispiele zu nennen – stellen sich disziplinenübergreifend, und zwar sowohl unter der Perspektive der Hochschuldidaktik als auch mit Blick auf den Einsatz digitaler Medien in der Schule.

Die Schaffung einer fächer- und hochschulenübergreifenden Plattform für den Austausch von Akteuren im Bereich der universitären Lehramtsausbildung erscheint daher als lohnenswerte Maßnahme, um den Austausch über und den Transfer von Good Practices voranzubringen und das in Einzelprojekten von Fächern und Akteuren gesammelte Wissen zur Gestaltung von Lernprozessen in digitalen Umgebungen für andere zugänglich zu machen. Zugleich eröffnet der fächerübergreifende Austausch über Herausforderungen des digital gestützten Lernens und Unterrichtens die Möglichkeit, disziplinenübergreifend über Dimensionen der Medienkompetenz nachzudenken, die nachwachsenden Generationen (= den heutigen und zukünftigen Schülerinnen und Schülern) in der Schule als Schlüsselkompetenzen für die Orientierung in der digitalen Welt vermittelt werden müssen. Die Vielfalt der in der Lehramtsausbildung involvierten Disziplinen bietet hier ein großes Potential.

Ziel der Tagung ist die Sondierung der folgenden Fragen:

- Welche fächerübergreifenden Transfermöglichkeiten bieten sich in Bezug auf existierende Konzepte und Erfahrungen für das Lehren und Lernen mit digitalen Technologien?
- Welche fächerübergreifenden Querschnittsaufgaben können sich bei der Konzeption von Szenarien für das digitale Lehren und Lernen identifizieren lassen und wie können diese künftig interdisziplinär bearbeitet werden?
- Welche Kompetenzen sollten Schülerinnen und Schülern schulisch vermittelt werden, um sie fit zu machen für die Orientierung in der digitalen Welt?



Die Tagung adressiert alle an der Lehrerbildung beteiligten Akteurinnen und Akteure (insbesondere Lehrende an Hochschulen sowie Fachleiterinnen und Fachleiter an Studienseminaren). Von den Teilnehmerinnen und Teilnehmern wird erwartet, dass sie bereits zum Thema arbeiten und somit Erfahrungen aus der eigenen Lehrpraxis und/oder Forschungsergebnisse einbringen können.

Die vom Stifterverband und vom Zentrum für Lehrerbildung der Universität Duisburg-Essen geförderte Tagung im Februar 2019 soll die Initiierung einer Plattform für den regelmäßigen Austausch von Akteurinnen und Akteuren zum Thema zur Folge haben. Geplant ist zudem eine Publikation, die die Ergebnisse des Workshops dokumentiert und Perspektiven in Bezug auf die skizzierten Themenkomplexe formuliert. Für die Publikation wird unter den Teilnehmerinnen und Teilnehmern des Workshops im Nachgang ein gesonderter Call verteilt.

**Im Projekt entstandene Publikationen:**

Pieper, M., & Schacht, F. (2018). Digitale Hochschullehre in mathematischen und mathematikdidaktischen Veranstaltungen. In Fachgruppe Didaktik der Mathematik der Universität Paderborn (Hrsg.), Beiträge zum Mathematikunterricht 2018 (S. 105-106). Münster: WTM-Verlag.

Schacht, F., & Barzel, B. (2018). Digitalisierung in der Mathematiklehrerbildung. In Fachgruppe Didaktik der Mathematik der Universität Paderborn (Hrsg.), Beiträge zum Mathematikunterricht 2018 (S. 1547-1550). Münster: WTM-Verlag.