

**Simone JABLONSKI¹ (Frankfurt) & Xenia-Rosemarie REIT
(Schwäbisch Gmünd)**

Digitale Mathtrails im Kontext internationaler Lehrkräftebildung

Zusammenfassung

Mit dem Ziel einer stärkeren Internationalisierung in der Lehrkräftebildung wurde ein Erasmus+ Intensive Study Program für Studierende verschiedener Nationen entwickelt. In dessen Rahmen wurde zum Thema Outdoor-Learning unter Einsatz von digitalen Medien im Mathematikunterricht gearbeitet. Der Artikel fokussiert die Wirkung des Programms auf die Internationalisierungserfahrung, die Rolle der Digitalisierung beim Erwerb dieser und den generalisierbaren Aspekten des Programms. Die Analysen der Evaluationen und Interviews zeigen, dass das Potenzial des vorgestellten Konzepts von den Studierenden im Bezug auf die Digitalisierung im internationalen Kontext hervorgehoben wird.

Schlüsselwörter

Internationalisierung, Lehrkräftebildung, Mathematik, Outdoor-Learning, Intensive Study Program

¹ E-Mail: jablonski@math.uni-frankfurt.de



Digital Mathtrails in the context of international teacher training

Abstract

With the goal of internationalisation in university teacher education, an Erasmus+ Intensive Study Programme for students from different nations was developed. Within the framework of this programme, a course was conducted on the topic of outdoor learning using digital media in mathematics teaching. This paper focuses on the internationalisation experience, the role of digitalisation in the acquisition of such experience, and the generalisable aspects of the programme that could be transferred to other subjects. Analyses of the evaluations and interviews show that the students emphasise the potential of the concept in relation to digitisation in an international context.

Keywords

internationalisation, teacher education, mathematics education, outdoor learning, intensive study programme

1 Lehramt international & digital

Auslandserfahrungen sind in vielen Studiengängen ein Must-Have, nicht nur, weil viele Berufsfelder solche, wenn auch implizit, voraussetzen. Das ist im Lehramtsstudium anders: Studieren sie keine Sprache, so sind Auslandserfahrungen in den meisten Fällen kein gängiger Bestandteil des Studiums angehender Lehrkräfte. Es scheint davon ausgegangen zu werden, dass die Kenntnis des eigenen Bildungssystems ausreicht, um in Selbigem zu unterrichten. Durch die Vielfalt, unterschiedliche Schwerpunktsetzungen und Umsetzung bildungspolitischer Vorgaben in verschiedenen Ländern können ein Einblick in fremde Schulsysteme und die Erfahrungen durch internationale Zusammenarbeit allerdings eine große Bereicherung für die eigene Lehrerpersönlichkeit darstellen. „Europas Lehrer/innen sollten sich schließlich nicht nur als Spezialisten ihres Fachs, sondern auch als Berater, Schulentwickler, Forscher bzw. lebenslang forschend Lehrende und Lernende begreifen“

(MECKE, SCHMIDER, ZAKI, 2016, S. 183). Dies führt „länderübergreifend zu einem Umdenken und motivierten Überlegungen hinsichtlich einer kompetenzorientierten Professionalisierung.“ (MECKE, SCHMIDER, ZAKI, 2016, S. 184). Die internationale Zusammenarbeit und der Austausch verschiedener Hochschulen erscheinen dabei ebenso naheliegend wie zielführend. Wenngleich das klassische Auslandssemester eine Option darstellt, bietet es dennoch begrenzte Möglichkeiten dahingehend, vielen Studierenden einen Auslandsaufenthalt zu ermöglichen und zugleich fachlich passende Kurse, aktuelle Entwicklungen wie Digitalisierungsmaßnahmen und Einblicke in das Schulsystem zu gewähren. „Eine Internationalisierung der LehrerInnenbildung kann also keineswegs nur als Erhöhung der Studierendenzahlen gesehen werden, die im Laufe ihres Studiums einen Auslandsaufenthalt absolvieren. [...] Schließlich sollen also auch Aspekte auf Studiengangsebene, wie die Internationalisation at home oder die Integration einer internationalen Dimension in die Curricula der Lehramtsstudiengänge, bedacht werden.“ (BAEDORF, 2015, S. 33f.). Es scheint demnach in Ergänzung sinnvoll, Internationalisierungsinitiativen in Form von Kursen in das Curriculum des Studiums zu integrieren. Darüber hinaus bietet die Digitalisierung langfristige, über einen solchen Kurs hinausgehende Austauschmöglichkeiten auf internationalem Niveau. Alternative Initiativen zum Auslandssemester scheinen mit diesen Ansprüchen und Möglichkeiten sowohl legitim als auch notwendig.

Um für diese alternativen Initiativen generalisierbare Aussagen zu formulieren, ist die Erprobung eines solchen Kurses anhand eines konkreten Beispiels sinnvoll. Im folgenden Artikel wird ein Intensive Study Programme aus dem Curriculum des Mathematiklehramtsstudiums für die Sekundarstufe vorgestellt. Dieses ist mit Unterstützung des DAAD (Deutscher Akademischer Austauschdienst) im Rahmen der Förderlinie Intensive Study Programme entstanden. In den Jahren 2013, 2014 und 2019 trafen sich dabei Lehramtsstudierende und Dozierende des Fachs Mathematik verschiedener europäischer Länder für ein zweiwöchiges Intensivprogramm an der Goethe-Universität Frankfurt bzw. der Universität Bielefeld. Neben Schulbesuchen und dem Kennenlernen gegenseitiger Bildungssysteme stand auf inhaltlicher Ebene das außerschulische Lernen und auf methodischer Ebene das digitale Werkzeug

MathCityMap im Vordergrund. Einerseits dient es als Tool, um außerschulisches Lernen für Schülerinnen und Schüler zu organisieren. Darüber hinaus stellt es als internationale Aufgabensammlung eine langfristige, digitale Austauschmöglichkeit dar, was letztlich Potenzial für die Übertragbarkeit der Internationalisierungsinitiative auf andere digitale Werkzeuge und Fächer bietet. Unter Berücksichtigung der gesammelten exemplarischen Erfahrungen wird dieses Transferpotenzial erörtert.

2 Theoretische Grundlagen des Intensive Study Programmes

Mit einem mathematikdidaktischen Fokus lassen sich die Kernthemen des exemplarischen Intensive Study Programmes auf außerschulische Lernorte und auf digitale Werkzeuge eingrenzen.

Außerschulisches Lernen wird im Kontext des Artikels als Schulunterricht, der außerhalb des Klassenzimmers stattfindet, verstanden. Außerschulische Settings können vielfältig und interdisziplinär sein, z. B. der Besuch in einem Museum, einem Zoo oder der Natur. Letzteres lässt sich auf den außerschulischen Kontext der „Outdoor Education“ eingrenzen, der DILLON et al. (2006) einige Vorteile zusprechen, z. B. Steigerung von Motivation. Weiterhin halten die Autoren fest, dass die genaue Planung, Durchführung und Einbindung in den Schulunterricht Gelingensbedingungen für die Entfaltung dieser Potenziale sind (DILLON et al., 2006, S. 110). Eine gewinnbringende Unterstützung können hierbei digitale Werkzeuge bieten.

Bildung soll angesichts der Bedingungen und Möglichkeiten einer digital geprägten Welt neu verstanden werden (BMBF, 2016). Der „Bedarf, Bildungsinhalte und Kompetenzen zu vernetzen, spiegelt sich [...] in der Ausbildung der Lehrkräfte [...] oft noch nicht hinreichend wider“ (BMBF, 2016, S. 3). Auch die neueste ICILS-Studie legt dies nahe. Zwar berichten ein Viertel aller Lehrkräfte, dass sie täglich digitale Medien im Unterricht nutzen, jedoch geben nur 4% der Schülerinnen und Schüler an, dass diese auch tatsächlich genutzt werden (ICILS, 2018).

Darüber hinaus entfallen die höchsten Lernnutzungsanteile in Deutschland auf die Präsentation von Informationen im Frontalunterricht (EICKELMANN, BOS & LABUSCH, 2019, S. 28). Laut EICKELMANN, BOS UND LABUSCH (2019) weisen die Ergebnisse auf „weitere dringliche Entwicklungsperspektiven für die Lehrerbildung [...] hin“. Es wird deutlich, dass es Entwicklungsperspektiven bedarf, die digital gestützte Ansätze in der Lehrerbildung aller Fächer forcieren (EICKELMANN, BOS & LABUSCH, 2019, S. 30). Diese Ergebnisse stammen aus der Zeit vor der Corona-Pandemie. Es ist anzunehmen, dass das Distanzlernen und die hybriden Lernformate die Nutzung digitaler Medien im Unterricht verstärkt notwendig machen (MPFS, 2020). Zeitgleich berichten 69% der Lehrkräfte, dass sie im Zuge der Corona-Pandemie ihre Medienkompetenz ausbauen mussten bzw. müssen (FORSA, 2020). Somit wird die Relevanz der technischen Ausbildung (zukünftiger) Lehrkräfte weiterhin betont.

Das digitale Werkzeug MathCityMap lässt sich in Kombination beider Kernthemen bestmöglich beschreiben. MathCityMap ist ein Tool, welches erlaubt, (Mathematik-)Aufgaben und sogenannte Mathtrails digital zu erstellen und abzulaufen. Ziel ist die Bearbeitung mathematischer Fragestellungen zu real existierenden Objekten in der Umwelt (SHOAF, POLLAK & SCHNEIDER, 2004). Die digitalen Komponenten von MathCityMap sprechen Lehrende und Lernende gleichermaßen an. Während das Webportal das Aufgabenanlegen und die eigentliche Durchführung von Mathtrails aus Lehrendenperspektive unterstützt, dient die MathCityMap-App einer digitalen Unterstützung beim eigentlichen Lernprozess aufseiten der Schülerinnen und Schüler. Mit Bezug auf die oben angesprochenen Ergebnisse aus ICILS (2018) ergibt sich hieraus die Chance, die Potenziale der Digitalisierung für Schülerinnen und Schüler sichtbar zu machen. Hierzu konnten Studien den positiven Einfluss von MathCityMap auf die Lernleistung und Motivation zeigen (ZENDER, 2019). Bevor die Potenziale von MathCityMap für die Internationalisierung und die Digitalisierung im Detail betrachtet werden, wird das System an dieser Stelle zunächst vorgestellt.

Inzwischen gibt es solche Mathtrails weltweit digital. Das Webportal (www.mathcitymap.eu, siehe Abb. 1) dient als internationale Datenbank und Aus-

tauschplattform. Die Aufgaben eines MathCityMap-Mathtrails können im Webportal in 12 Sprachen angelegt und abgerufen werden. Es gibt über 21.200 Aufgaben, die von über 7.400 Autorinnen und Autoren in über 40 Ländern angelegt wurden (Stand: April 2021). Durch die Einbettung des Systems in zwei Erasmus+ Strategische Partnerschaften zeigt sich einerseits das internationale Interesse am System und andererseits die klare Zielsetzung, das Projekt international zu verbreiten, grenzübergreifend zu nutzen, aber auch den nationalen Austausch von Aufgaben und mathematischen Inhalten zu fördern. Beispielsweise zeigt sich dieses Interesse in einem von März bis Mai 2021 laufenden MOOC zum Aufgabendesign bei Mathtrails mit über 500 registrierten Lehrkräften aus aller Welt. Hierbei steht nicht nur das Erstellen und Ablaufen der Aufgaben unter digitaler Anleitung im Fokus. Vielmehr werden die Lehrkräfte in Foren zum Austausch von Erfahrungen angehalten.

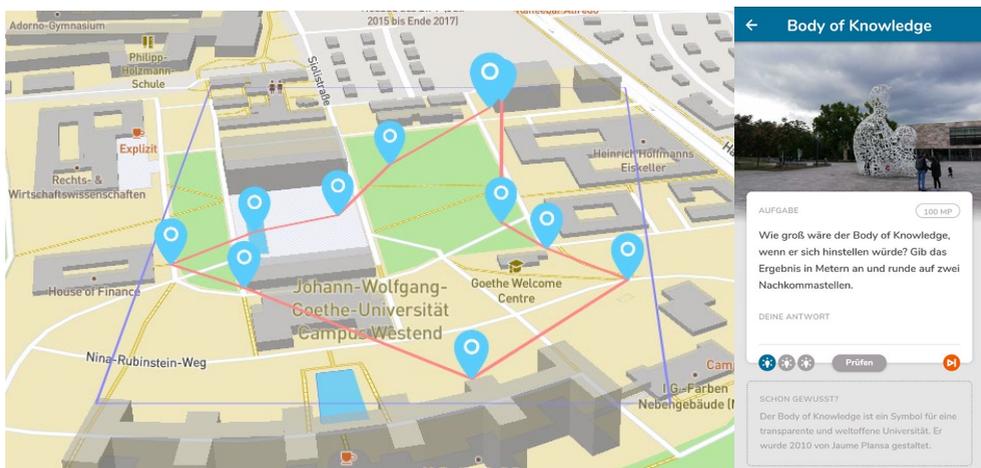


Abb. 1: Ein Mathtrail im Webportal und eine Aufgabe in der App

Unterstützt und geleitet wird die mathematische Wanderung aus Schülersicht mithilfe der Smartphone-App MathCityMap, welche eine mobile Navigation zu den

Aufgaben, die Angabe von Lösungshinweisen und das Feedback zur eigenen Aufgabenlösung bereitstellt (LUDWIG & JABLONSKI, 2020).



Abb. 2: Webportal mit eingezeichneten Aufgabenstandorten

Zum Projektbeginn im Jahr 2012 stand die MathCityMap-App noch nicht zur Verfügung. Die Mathtrails wurden als Paper-und-Pencil-Version mit einer auf einer Landkarte verzeichneten Route genutzt, d. h. die Aufgabenpositionen wurden „per Hand“ durch Pins markiert und miteinander zu einer Route verbunden (siehe Abb. 3). Anhand dieser Karte sind die Schülerinnen und Schüler die Mathtrails abgelaufen, ohne dass Hinweise und eine unmittelbare Lösungsvalidierung möglich waren. Auch der potenziell langfristige internationale Austausch von Aufgaben und Mathtrails in einer digitalen, weltweiten Datenbank bestand zu Projektbeginn noch nicht.

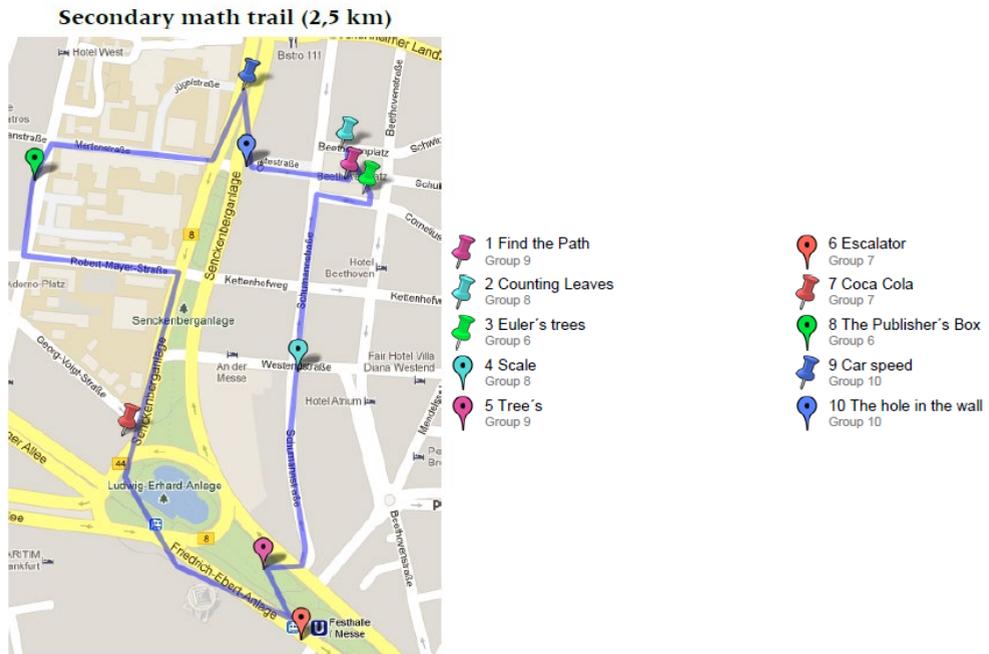


Abb. 3: Paper-und-Pencil-Mathtrail-Booklets aus dem Intensive Study Programme von 2013

Unter Berücksichtigung dieser Weiterentwicklungen steht insbesondere das 2019 durchgeführte Intensive Study Programme im Kontext digitaler Internationalisierungserfahrung im Lehramtsstudium. Dies vermuten wir

- kurzfristig durch die zweiwöchige Teilnahme am Intensive Study Programme durch internationale Studierende mit der Erarbeitung des digitalen Tools MathCityMap aus mathematikdidaktischer Perspektive und
- langfristig durch die internationale Aufgabendatenbank und Austauschplattform MathCityMap.

Um diese hypothetischen Ziele theoretisch und empirisch zu bestätigen, geht der Artikel folgenden Forschungsfragen nach:

1. Welche Wirkung hat das Intensive Study Programme auf die Internationalisierungserfahrung?
2. Welche Rolle spielt die Digitalisierung beim Erwerb dieser Internationalisierungserfahrung?
3. Inwiefern hat MathCityMap als digitale Austauschplattform zu einer langfristigen Internationalisierung beigetragen und welche generalisierbaren Aspekte ergeben sich hieraus?

Dafür wird im Folgenden der Ablauf des Intensive Study Programmes beschrieben und in den Kontext der Digitalisierung und Internationalisierung eingeordnet. Unter Berücksichtigung der gemachten Beobachtungen und Eindrücke teilnehmender Studierender werden darüber hinaus generalisierbare Aussagen abgeleitet, die das Transferpotenzial deutlich machen.

3 Methodische Umsetzung des Intensive Study Programmes

2013, 2014 und 2019 fanden sogenannten Intensive Study Programme in Kooperation mit verschiedenen Ländern statt. Dazu trafen sich Studierende und Dozenten aus 6–8 Ländern (u. a. Frankreich, Deutschland, Niederlande, Norwegen, Polen, Schweden, Portugal, Slowakei, Italien, Spanien) zu einer zweiwöchigen Blockveranstaltung in Frankfurt bzw. Bielefeld. Durch den Fokus auf die digitale Weiterentwicklung wird im Folgenden der Inhalt des ISPs von 2019 vorgestellt.

Inhaltliche Schwerpunkte während des zweiwöchigen Programms setzten das Kennenlernen der unterschiedlichen Bildungs- und Schulsysteme, die Zusammenarbeit in internationalem Kontext, das Konzept der außerschulischen Lernorte zusammen mit dem digitalen Werkzeug MathCityMap und der Testung der eigens erstellten Mathtrails mit Schülerinnen und Schülern aus Schulen vor Ort.

Das Konzept außerschulischer Lernorte wurde zunächst mit Vorträgen von Expertinnen und Experten theoretisch eingeführt, z. B. zur geschichtlichen Entwicklung von Mathtrails und zu Potenzialen und Herausforderungen des außerschulischen Lernens, wie dem Embodiment (LAKOFF & NUNEZ, 2009). Weiterhin wurden Aspekte der Aufgabenerstellung in Außer-Haus-Situationen theoretisch fundiert. Um die digitale Komponente zur Unterstützung von Mathtrails bestmöglich zu betonen, wurde zunächst ein Mathtrail in der ursprünglichen Paper-und-Pencil-Version abgelaufen. Im Anschluss haben die Studierenden einen ähnlichen Mathtrail mit MathCityMap absolviert, was das digitale Potenzial aus Schülerperspektive, wie Hinweise und ein unmittelbares Feedback, sofort ersichtlich machte.

Mit diesem theoretischen und praktischen Hintergrund erstellten, analysierten und verfeinerten die Studierenden im Laufe der ersten Woche ihre Mathtrail-Aufgaben. Diese wurden außerhalb des Klassenzimmers gesucht und anschließend im Webportal angelegt. Am Ende von Woche 1 stand ein erster Testlauf der eigenen Mathtrails mit Studierenden aus anderen Gruppen an, bevor die Durchläufe mit den Schülergruppen in der zweiten Woche erfolgten.

3.1 Digitalisierungsaspekte

Speziell bei den eigens erstellten Mathtrails lässt sich der digitale Fortschritt des Projektes deutlich erkennen. In den Jahren 2013 und 2014 wurden die Mathtrails mithilfe der Paper-und-Pencil-Version erstellt (siehe Abb. 3). 2019 wurde das MathCityMap-Portal zur Erstellung der Aufgaben für die Studierenden und die MathCityMap-App zum Abrufen des Trails für die Schülerinnen und Schüler genutzt. In Abb. 4 (links) ist der Startbildschirm eines während des Programms erstellten Mathtrails in der MathCityMap-App dargestellt. Mittig ist eine interaktive Karte zu sehen, auf der die Aufgaben als Pins zu sehen sind. Durch Anklicken eines Pins gelangt man zur Aufgabenstellung (Abb. 4, rechts). Durch die GPS-gestützte Kartenansicht des Mathtrails mit Anzeige der eigenen Position ist das Auffinden der Aufgaben deutlich einfacher und die Hinweis- und Rückmeldemöglichkeit der MathCityMap-App erlaubt eine unkompliziertere Form der Hilfestellung.

Die Studierenden haben in diesem Fall also nicht nur Mathtrails als eine besondere Form des außerschulischen Lernens kennengelernt, sondern mit MathCityMap ein digitales Werkzeug erfahren, das ihnen die Erstellung und Durchführung mit einer Schulklasse erleichtert. Nicht nur das Erstellen des eigentlichen Mathtrails ist deutlich erleichtert, auch zeigen empirische Studien, dass die Quote geratener Antworten bei einer unmittelbaren Aufgabenvalidierung abnimmt (GURJANOW, 2021).

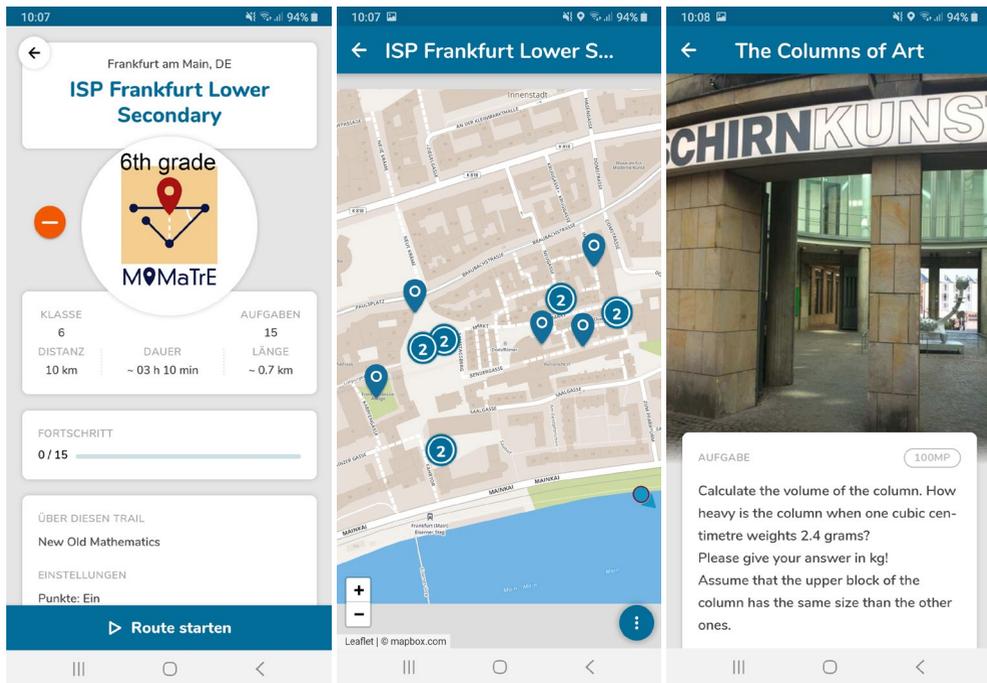


Abb. 4: Screenshots aus der App. Links: Startbildschirm, Mitte: Map mit Aufgabenpins, Rechts: Aufgabe

Weiterhin haben die Studierenden mit ihrem MathCityMap-Trail einen Beitrag für die beschriebene internationale Community geleistet, indem sie ihre Aufgaben für alle Nutzerinnen und Nutzer öffentlich einsehbar und nutzbar gemacht haben. Die-

se Option wurde mit den Teilnehmerinnen und Teilnehmern zum Ende des Intensive Study Programmes besprochen. Obwohl sie nach Beendigung des Programms nicht mehr direkt miteinander arbeiten können, gibt ihnen MathCityMap dennoch die Möglichkeit, Aufgabenideen miteinander zu teilen und diese von einem Standort zum anderen zu übernehmen, unter der Voraussetzung, dass ein ähnliches Aufgabenobjekt gefunden wurde. Aus dieser Idee ist letztlich ein Katalog von „Generischen Aufgaben“ entstanden, also bestehend aus Aufgaben und Objekten, die gerade diesen Anspruch erfüllen (verfügbar unter www.momatre.eu).

3.2 Internationalisierungsaspekte

Die Tatsache, dass das Programm Studierende aus sechs bzw. acht verschiedenen Ländern zusammenbringt, verdeutlicht die internationale Komponente des Programms. Das gemeinsame Arbeiten in den zwei Wochen wurde in internationalen Gruppen organisiert. Insbesondere beim Anlegen und Bewerten der MathCityMap-Aufgaben wurden Unterschiede in den nationalen Curricula deutlich und mussten diskutiert werden. Sind beispielsweise Folgen und Reihen im portugiesischen Curriculum bereits ab der Grundschule explizit im Curriculum aufgeführt, so spielt das Thema im französischen Curriculum eine nur marginale Rolle. Schlussendlich wurden Kompromisse gefunden und Aufgabenideen gemeinsam entwickelt.

Die Studierenden, die nach Deutschland kamen, haben darüber hinaus das deutsche Schulsystem durch Schulbesuche und die unmittelbare Zusammenarbeit mit Schulklassen erfahren. Auch hier war die Sprache – zumindest im ersten Feldversuch – eine Herausforderung, da insbesondere die jungen Klassen noch wenige Englischkenntnisse hatten und diese nicht im Bereich der Mathematik lagen. Die Studierenden fanden auch hierfür Lösungen und haben für das zweite Ablaufen mathematische Übersetzungstabellen erstellt, die sie bei Bedarf den Schülerinnen und Schülern geben konnten.

Darüber hinaus bietet MathCityMap seit Juni 2020 eine Community-Webseite, die diese Art des Arbeitens noch verstärken soll – auch für Nutzerinnen und Nutzer, die sich nicht bereits durch ein Intensive Study Programme kennen und kontaktie-

ren können. Durch die Community-Webseite ist es möglich mit anderen Aufgabenstellern in Kontakt zu treten, Aufgaben noch einfacher auszutauschen und über Geschehnisse anderer Nutzerinnen und Nutzer informiert zu werden. Am Beispiel des Intensive Study Programmes bietet die Community-Webseite damit die notwendige digitale Grundlage für eine langfristige internationale Zusammenarbeit der Mathematiklehramtsstudierenden.

4 Evaluation und Ausblick

Um die Forschungsfragen nicht nur aus einer theoretischen Perspektive zu beantworten, werden an dieser Stelle einerseits die Ergebnisse aus der schriftlichen Evaluation und andererseits repräsentative Aussagen aus Interviews mit den Studierenden herangezogen. Zunächst erfolgt die Beantwortung von Forschungsfrage 1:

1. Welche Wirkung hat das Intensive Study Programme auf die Internationalisierungserfahrung?

Aus Sicht der beteiligten Universitäten steht die Einbettung in das Curriculum des Mathematiklehramtsstudiums im Fokus. Im Jahr 2019 gaben über drei Viertel der Teilnehmenden (n=30) des Intensive Study Programmes an, dass sie eine Anrechnung des Kurses – z. B. in Form von ECTS – von ihrer Hochschule erhalten. Der Kurs steht damit nicht nur im Kontext einer Auslandserfahrung, sondern kann in ähnlichem, wenn auch vom Umfang her geringeren Format eines akademischen Auslandsaufenthalts betrachtet werden.

Bereits im Einleitungsteil des Artikels wurde auf die mangelnde Internationalisierungserfahrung als primäre Motivation des Intensive Study Programmes verwiesen. Mit den Ergebnissen aus der schriftlichen Evaluation von 2019 lässt sich dies bestätigen. Die 30 Studierenden sollten auf einer Skala von 1–5 (nicht wichtig bis sehr wichtig) angeben, wie entscheidend ein Grund für ihre Teilnahme am Intensive Study Programme war. Die Gründe, die am häufigsten als „wichtig“ oder „sehr wichtig“ eingeschätzt wurden, sind die akademische Bildung (67,8%), kulturelle Erfahrungen (75,0%), Sprachpraxis (64,0%) und europäische Erfahrungen (82,1%).

Von diesen vier wichtigsten Gründen lassen sich die Aspekte Kultur, Sprache und Europa dem Internationalisierungsziel zuordnen. Insbesondere in der Reflexion des eigenen Studiums scheinen sich die teilnehmenden Lehramtsstudierenden – gerade mit naturwissenschaftlichen Fächern – dieser Gründe bewusst zu sein. Dies zeigt sich exemplarisch in einer Interviewaussage mit einem teilnehmenden Studierenden im Anschluss an das Intensive Study Programmes:

„Als ich dann angefangen habe zu studieren, hat natürlich der praktische Nutzen für mich von der englischen Sprache erstmal wieder schwer abgenommen, weil in Mathe waren [...] alle Vorlesungen natürlich auf Deutsch. Die Skripte waren auf Deutsch geschrieben, in Chemie genauso.“

War der ursprüngliche Teilnahmegrund dieses Studierenden zunächst primär sprachlich motiviert, so kommt in der Reflexion des Intensive Study Programmes auch die Perspektive der bildungspolitischen Unterschiede zur Sprache:

„Also was ich auf jeden Fall mitgenommen habe, waren so die verschiedenen Schulsysteme, weil gerade dann in der Vorbereitung zu den Mathtrails oder bei dem Abendprogramm hat man sich ja schon mal mit den anderen so ausgetauscht. Ja, wie funktioniert das eigentlich bei euch so? Und wie wird bei euch an der Schule unterrichtet und welchen Stellenwert haben Lehrer und Lehrerinnen bei euch?“

Wie beschrieben haben die Studierenden in den zwei Wochen gemeinsam in internationalen Teams Aufgaben erstellt, überarbeitet und getestet. Auch in diesem gemeinsamen Arbeitsprozess wurde – neben fachlichen Inhalten – die Internationalisierungserfahrung erweitert. In der Evaluation dieser Arbeitsphasen zeigt sich eine große Zufriedenheit mit den Arbeitsgruppen. 75% der Studierenden geben an, dass sie gut bzw. sehr gut in den Gruppen arbeiten konnten. Auf gleichem Niveau wird die Unterstützung des internationalen Teams von Dozierenden gewürdigt.

Ebenfalls grundlegend für die Zusammenarbeit war die Nutzung von MathCityMap als digitales Werkzeug. 85% der Studierenden geben in der Evaluation an, dass MathCityMap ihre Gruppenarbeit „gut“ bzw. „sehr gut“ unterstützt hat. Mit der Forschungsfrage 2 wird der Nutzen dieser Digitalisierung für die Internationalisierungserfahrung reflektiert:

2. Welche Rolle spielt die Digitalisierung beim Erwerb dieser Internationalisierungserfahrung?

2019 wurde auch MathCityMap evaluiert, da das System für alle Teilnehmenden völlig neu war. Während 2013 und 2014 zunächst nur vergleichsweise aufwendige Paper-und-Pencil-Trails möglich waren, wurden in der letzten Evaluation von 2019 sowohl das Webportal (85,7%) als auch die App (96,4%) von den Studierenden als intuitiv verständlich und anwendbar eingestuft. Das Anlegen von Aufgaben (96,4%) bzw. Mathtrails (81,5%) war für sie gut bzw. sehr gut nachvollziehbar. 89,3% der Studierenden halten die App für geeignet, um sie im Mathematikunterricht einzusetzen.

Insbesondere in der qualitativen Analyse von Interviews mit teilnehmenden Studierenden wird deutlich, dass ihnen der digitale Mehrwert bewusst geworden ist. Auf die Frage, was Mathtrails mit MathCityMap von Paper-und-Pencil-Versionen unterscheidet, wird auf der Schülerebene die automatische Aufgabvalidierung hervorgehoben, die sie in den beiden Feldversuchen direkt vor Ort erleben konnten:

„Und dann gibt man seine Lösung eben in die App ein und dann kriegt man direkt eben mitgeteilt [...] ‚Nee, das stimmt noch nicht so ganz‘. Dann hat man direkt die Chance, während man noch an dem Ort des Geschehens [...] ist. Und das hat man eben in Papierform auch nicht.“

Auch die Lehrerperspektive wird von den Studierenden wahrgenommen – letztlich haben sie diese in den zwei Wochen intensiv ausprobiert. Hierbei sehen sie insbesondere organisatorische Hilfestellungen und Unterstützung in der inhaltlichen Vorbereitung.

Interessant erscheint zunächst, dass MathCityMap als digitales Tool in den Beschreibungen der Studierenden keine Relevanz für ihre Internationalisierungserfahrung hat. Diese zeigt sich erst im Nachgang des Intensive Study Programmes, denn das MathCityMap-System scheint eine Verbindung zwischen den Studierenden zu bilden.

„Vor allen Dingen hat man über Social Media erfahren, dass sie jetzt in Schulen als Lehrerin arbeiten und da teilweise schon Mathtrails mit MathCityMap eingesetzt haben. [...] Man muss natürlich sagen, der intensivste Kontakt war natürlich in dem Programm. Trotzdem hat man das Gefühl, dass man immer noch natürlich in einem kleinen Austausch miteinander steht.“

Mit dieser Grundlage einer langfristigen Vernetzungsmöglichkeit ergibt sich insbesondere die Überleitung zu Forschungsfrage 3:

3. Inwiefern hat MathCityMap als digitale Austauschplattform zu einer langfristigen Internationalisierung beigetragen und welche generalisierbaren Aspekte ergeben sich hieraus?

Mit der internen Community-Webseite wurde ein Feature im MathCityMap-System geschaffen, das einen solchen beschriebenen Austausch erlaubt. Darüber hinaus wurden die Studierenden nach einer längerfristigen Nutzung des Systems gefragt, inwiefern sie das MathCityMap-Projekt als ein internationales Projekt wahrnehmen. Die folgende beispielhafte Antwort spiegelt die Idee der weltweiten Datenbanken und generischen Aufgaben wider:

„Also ich habe mir schon immer mal im Webportal dann auch mal andere Aufgaben angeschaut, um mich auch so zu informieren, wie andere an Aufgaben rangehen. [...] Wenn es in der Aufgabe um eine Treppe geht, dann findet man auch eine Treppe, an der man diese Aufgabe reinbekommt, vor Ort.“

Das Format des Intensive Study Programmes eignet sich, um theoretische und praktische, authentische Erfahrungen zum Lehren und Lernen außerhalb des Klassenzimmers zu sammeln, einen interkulturellen Austausch über den Mathematikunterricht in Europa zu führen und das MathCityMap-System mit seinen Komponenten Webportal und App – hier stellvertretend für ein digitales Tool – kennenzulernen.

Im Rahmen des – im Vergleich zum klassischen Auslandssemester – intensiven und kurzzeitigen Zusammentreffens mehrerer Nationen konnten kulturelle und fachbezogene Perspektiven ausgetauscht werden. Teilweise sind aus diesem Aus-

tausch langfristige Kontakte entstanden. MathCityMap als digitales Tool hat durch sein Webportal, die Community-Webseite und die generischen Aufgaben zur langfristigen Internationalisierung beigetragen. Das Potenzial der internationalen Vernetzung durch das digitale Tool MathCityMap über die Phase des Intensive Study Programme hinaus ist sicherlich noch nicht ausgeschöpft. Hierbei ist eine längerfristige internationale Zusammenarbeit unter den Studierenden durch eine Einbettung des Kurses als semesterbegleitendes Seminar, auch unabhängig vom gemeinsamen Arbeiten vor Ort, zielführend.

Dass das Intensive Study Programme mit MathCityMap als digitalem Werkzeug sowohl kurzfristig zur Internationalisierungserfahrung, als auch langfristig zu internationalem Austausch beiträgt, erlaubt generalisierende Überlegungen dahingehend, inwiefern ein solches Programm Potenzial für andere Fachrichtungen bietet:

1. Ein interkulturelles Zusammentreffen kann die Internationalisierungserfahrung von Lehramtsstudierenden primär kurzfristig, aber auch langfristig stärken. Dies geschah am Beispiel des vorgestellten Intensive Study Programmes durch gemeinsame Aufgabenentwicklung und -testung sowie internationalen Input von Expertinnen und Experten und Schulbesuche.
2. Die gemeinsame Aufgabe während des zweiwöchigen Programmes – Aufgaben für eine Schulklasse anlegen und mithilfe eines digitalen Tools testen – hat den Studierenden den Mehrwert des digitalen Tools aus Lehrenden- und Lernendenperspektive deutlich gemacht. Dies kann als wichtiger inhaltlicher Schritt in der digitalen Ausbildung der Studierenden und damit als zentrales Ziel des Intensive Study Programmes neben der Internationalisierung betrachtet werden.
3. Insbesondere der langfristige internationale Austausch scheint primär durch Unterstützung eines digitalen Tools möglich, wobei an dieser Stelle die Kombination beider Aspekte endgültig deutlich wird. Am Beispiel von MathCityMap wurden eine internationale Aufgabensammlung, ein Katalog übertragbarer Aufgaben und eine Kontaktmöglichkeit als vielversprechend identifiziert.

Mithilfe dieser zentralen Ergebnisse scheint eine Übertragung auf andere Fächer und Fachbereiche vielversprechend: ein kurzzeitiges, intensives Zusammenarbeiten mithilfe eines digitalen Tools, das im Anschluss als internationale Vernetzungsmöglichkeit dient. Grundsätzlich scheint ein solches Konzept auf viele weitere Fächer und digitale Werkzeuge übertragbar zu sein. So wird im Jahr 2022 ein neues Intensive Study Programme im Rahmen des ASYMPTOTE-Projektes durchgeführt. Während die Struktur und Internationalisierungsziele weitestgehend beibehalten werden, steht inhaltlich ein neuer Aspekt im Fokus: adaptives und synchrones Distanzlernen im Mathematikunterricht. Mit den Erkenntnissen aus den bisherigen Intensive Study Programmes wird auch hierbei ein großer Mehrwert für die Stärkung der digitalen und internationalen Kompetenzen der teilnehmenden Lehramtsstudierenden erwartet.

5 Literaturverzeichnis

- Baedorf, D.** (2015). Empirische Befunde zur Internationalisierung der LehrerInnenbildung. Effekte internationaler Mobilität und dessen Beitrag zur LehrerInnenprofessionalisierung. In M. Kricke & L. Kürten (Hrsg.), *Internationalisierung der LehrerInnenbildung. Perspektiven aus Theorie und Praxis* (S. 32–56). Münster, New York: Waxmann.
- BMBF** (2016). Bildungsoffensive für die digitale Wissensgesellschaft. Strategie des Bundesministeriums für Bildung und Forschung. Verfügbar unter: https://www.bmbf.de/files/Bildungsoffensive_fuer_die_digitale_Wissensgesellschaft.pdf.
- Dillon, J., Rickinson, M., Teamey, K., Morris, M., Choi, M. Y., Sanders, D. & Benefield, P.** (2006). The value of outdoor learning: evidence from research in the UK and elsewhere. *School science review*, 87 (320), 107.
- Eickelmann, B., Bos, W. & Labusch, A.** (2019). Die Studie ICILs 2018 im Überblick. Zentrale Ergebnisse und mögliche Entwicklungsperspektiven. In B. Eickelmann, W. Bos, J. Gerick, F. Goldhammer, H. Schaumburg, K. Schwippert, M. Senkbeil & J. Vahrenhold (Hrsg.), *ICILS 2018 #Deutschland. Computer- und*

informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern im zweiten internationalen Vergleich und Kompetenzen im Bereich Computational Thinking (S. 7–31). Münster, New York: Waxmann.

forsa (2020). *Das Deutsche Schulbarometer Spezial. Corona-Krise*. Berlin.

Gurjanow, I. (2021). *MathCityMap – Eine Bildungs-App für mathematische Wanderpfade*. Dissertation, Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt.

Gurjanow, I., Jablonski, S., Ludwig, M. & Zender, J. (2019). Modellieren mit MathCityMap. In I. Grafenhofer & J. Maaß (Hrsg.), *Neue Materialien für einen realitätsbezogenen Mathematikunterricht 6. Realitätsbezüge im Mathematikunterricht* (S. 95–105). Wiesbaden: Springer Spektrum.

ICILS (2018). *Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern im zweiten internationalen Vergleich und Kompetenzen im Bereich Computational Thinking*. Münster, New York: Waxmann.

Jablonski, S., Ludwig, M. & Zender, J. (2018). Task Quality vs. Task Quantity. A dialog-based review system to ensure a certain quality of tasks in the MathCityMap web community. In H.-G. Weigand, A. Clark-Wilson, A. Donevska-Todorova, E. Faggiano, N. Grønbaek & J. Trgalova (Hrsg.), *Proceedings of the Fifth ERME Topic Conference (ETC 5) on Mathematics Education in the Digital Age (MEDA) 5–7 September 2018, Copenhagen, Denmark* (S. 115–122). Copenhagen: University of Copenhagen.

Lakoff, G. & Nunez, R. (2009). *Where mathematics comes from: how the embodied mind brings mathematics into being*. New York: Basic Books.

Ludwig, M. & Jablonski, S. (2020). MathCityMap – Mit mobilen Mathtrails Mathe draußen entdecken. *MNU Journal*, 1, 29–36.

Mecke, J., Schmider, C. & Zaki, K. (2016). Die Internationalisierung des Lehramts – eine Quadratur des Kreises? Zu Chancen und Grenzen eines grenzüberschreitenden Paradigmas der Lehrerbildung am Beispiel des Masterstudiengangs MEEF/LINT (Lehramt International) Nizza-Regensburg. *Romanische Studien*, 4, 181–201.

mpfs (2020). *JIMplus 2020. Corona-Zusatzuntersuchung*. Verfügbar unter: www.mpfs.de/studien/jim-studie/jimplus-2020.

Shoaf, M.-M., Pollak, H. O. & Schneider, J. (2004). *Math Trails*. COMAP, Incorporated. Bedford: COMAP, Incorporated.

Zender, J. (2019). *Mathtrails in der Sekundarstufe I: Der Einsatz von MathCityMap bei Zylinderproblemen in der neunten Klasse*. Münster: WTM-Verlag.

Autorinnen



Dr. Simone JABLONSKI || Goethe-Universität Frankfurt, Institut für Didaktik der Mathematik und Informatik || Robert-Mayer-Straße 6-8, D-60325 Frankfurt

https://www.uni-frankfurt.de/81615416/Simone_Jablonski

jablonski@math.uni-frankfurt.de



Prof. Dr. Xenia-Rosemarie REIT || PH Schwäbisch Gmünd, Institut für Mathematik und Informatik || Oberbettringer Str. 200, D-73525 Schwäbisch Gmünd

<https://www.xeniareit.de>

xenia.reit@ph-gmuend.de