

Technologieeinsatz im Mathematikunterricht an niederösterreichischen Gymnasien

Auswertung einer Online-Erhebung zum Technologieeinsatz im Mathematikunterricht an niederösterreichischen Gymnasien

Gerald Stachl*

Zusammenfassung

Die im Dezember 2015 durchgeführte Online-Befragung zum Technologieeinsatz im Mathematikunterricht an niederösterreichischen Gymnasien untersucht die Verteilung unterschiedlicher Hard- und Software. Weitere Schwerpunkte der Erhebung sind die Selbsteinschätzung der Technologiekompetenz der Lehrenden und der Einsatz von Lernpfaden im Unterricht. Aus den vorhandenen Rückmeldungen wird versucht, auf das Ausmaß des selbständigen Arbeitens der Lernenden mit Lernpfaden zurück zu schließen. Mit Fragen zu notwendigen Anpassungen der Lernpfade sollen zukünftige Entwicklungen angeregt werden.

Schlüsselwörter:

Technologie
Mathematikunterricht
Lernpfade

Keywords:

technology
mathematics education
learnpath

1 Erkenntnisse aus bisherigen Projekten zur Technologie im Mathematikunterricht

Der Technologieeinsatz im Mathematikunterricht ist ein Bereich, der seit vielen Jahren untersucht wird. Die ersten Projekte in diesem Bereich in Österreich wurden ab 1993 mit dem Produkt Derive¹ durchgeführt. Als Hardwaregrundlage dienten Notebooks, Computer in den EDV-Räumen der beteiligten Schulen beziehungsweise algebrataugliche Taschenrechner (TI-92). Die Untersuchungen zeigten, dass „die Freude am Mathematikunterricht zunimmt“, wenngleich in diesem Bereich deutliche Geschlechtsunterschiede zu beobachten waren. Die Mädchen berichten eher als ihre Mitschüler, dass Probleme bei Geräteeingaben vorlagen und dass Fehlermeldungen oft zu ungenau waren. (Grogger, 1998, S. 37)

Die beteiligten Lehrpersonen dieser frühen Projekte beobachteten ebenfalls eine Motivationssteigerung der Lernenden und eine Veränderung des Unterrichts vor allem im Bereich der verstärkten Behandlung von anwendungsorientierten Beispielen. Die Belastung durch die zusätzliche Beschäftigung mit technischen Problemen im Unterricht wird von den Lehrenden negativ empfunden (Grogger, 1998, S. 38). Analysen der Ergebnisse des TI-92 Projektes zeigen, dass es einen starken Zusammenhang zwischen dem mathematischen Leistungsniveau und dem Nutzen, den die Lernenden aus der Technologie ziehen gibt (Grogger, 1998, S. 12).

Neben Derive als Software für den Mathematikunterricht wurden im berufsbildenden höheren Schulwesen² auch MathCad³ und Mathematica⁴ eingesetzt. Mit der immer besser werdenden Verfügbarkeit des Internet in den Schulen wurde es auch möglich, Materialien für den Unterricht zur Verfügung zu stellen. In Österreich entwickelten Projekte wie Mathe-Online (<http://www.mathe-online.at>) und ACDCA⁵ (<http://www.acdca.ac.at>) Unterlagen, die den Lehrenden und Lernenden gratis zur Verfügung gestellt wurden. Mit Geogebra⁶ stand ab 2001 ein neues Werkzeug zur Verfügung, das zunächst die Verbindung von Geometrie und Algebra zum Ziel

* Pädagogische Hochschule Niederösterreich, Mühlgasse 67, 2500 Baden.
E-Mail: gerald.stachl@ph-noe.ac.at

hatte. Mittlerweile wurde die Software um eine Tabellenkalkulation und ein Computer-Algebra-System erweitert und ist nun auch auf verschiedensten Hardwareplattformen verfügbar (Geogebra, 2016).

In den Jahren 2004–2006 wurde das Projekt „Medienvielfalt“ als Kooperation der Projektpartner Mathe-Online, ACDCA und Geogebra ins Leben gerufen. Als Ziel wurden folgende Punkte vereinbart:

- Entwicklung innovativer Szenarien für Web-basierte Technologien
- Entwicklung von exemplarischen Lernpfaden
- Aufbau von Kommunikations- und Kooperationsabläufen zwischen Entwicklern/Entwicklerinnen und Lehrenden
- Untersuchung der Auswirkungen des Einsatzes auf das Lehren und Lernen
 (Medienvielfalt, 2006, S. 2)

Die Evaluation des Projektes ergab positive Effekte des Einsatzes von Lernpfaden⁷ im Unterricht. So berichten die Lernenden überwiegend, dass sie die Inhalte verstanden hätten. Die Vermutung, dass kommunikative Kompetenzen durch die Lernumgebung („Sprechen über Mathematik“) gefördert werden, wurde durch die Ergebnisse gestützt. Die Steigerung der Motivation und der Eigenverantwortlichkeit für den eigenen Lernprozess konnte ebenfalls nachgewiesen werden. („Medienvielfalt“, 2006, S. 4–5)

Das Projekt Medienvielfalt II hatte in den Folgejahren das Ziel, einen Längsschnitt zur Thematik der funktionalen Abhängigkeiten zu untersuchen. Dazu wurden 13 Lernpfade entwickelt, die das Thema vom Ende der Volksschule bis zum Übertritt in die tertiäre Bildung behandeln. Neben den nationalen Projektpartnern aus Medienvielfalt I war noch die Gruppe „Mathematik-Digital“⁸ aus Bayern eingebunden, die das Konzept der Lernpfade in ihrem Bereich bereits übernommen hatte. („Medienvielfalt im Mathematikunterricht 2009, Rechenschaftsbericht“, 2009, S. 2)

In der Evaluation der Projekte im Jahr 2009 wurde in den Experten- und Lehrendeninterviews die Qualität der Lernpfade und der darin enthaltenen interaktiven Elemente sehr gut beurteilt. Die didaktische Vielfalt in den entwickelten Lernumgebungen spricht unterschiedliche Lerntypen an. In den Wissensüberprüfungen zeigte sich, dass über 60% der Fragen in relativ kurzer Zeit richtig beantwortet werden konnten. Auch Gendereffekte (Mädchen schnitten bei Textaufgaben besser ab als Burschen) konnten nachgewiesen werden. („Medienvielfalt im Mathematikunterricht 2009, Rechenschaftsbericht“, 2009, S. 6–9)

Diese insgesamt positiven Ergebnisse des Projektes wurden durch ein entsprechendes Fortbildungskonzept (Medienvielfaltstage in den Bundesländern) an Mathematik-Lehrende in Österreich weitergegeben. In weiterer Folge wurden in einem dritten Durchlauf die vorhandenen Lernpfade nochmals überarbeitet und auf Genderaspekte untersucht. Zusätzlich sollte die Kompetenzorientierung der neuen Reifeprüfung abgebildet werden. Die Evaluation dieses dritten Durchlaufes ergab ähnliche Ergebnisse wie die Untersuchung der beiden Vorgängerprojekte. Es zeigen sich jedoch auch Gewöhnungseffekte, da die Anzahl der Schüler/innen, die die Arbeit mit der Lernumgebung interessanter finden als gewöhnlichen Unterricht, gesunken ist. Dies zeigt, dass das Lernen mit dem Computer bereits in den Regelunterricht Eingang gefunden hat (Bierbaumer u. a., 2011, S. 40). Die Tendenz zur Partnerarbeit beim Durcharbeiten des Lernpfades kann auch hier wieder bestätigt werden. Auch die Verständlichkeit der Materialien wird positiv bewertet. Bei der Passung des Schwierigkeitsgrades fühlen sich 60% der Lernenden nicht überfordert, bei 40% treten allerdings Probleme auf. („Medienvielfalt und Genderaspekte im Mathematikunterricht“, 2011, S. 35–40)

Lernpfaden wird ein großes Potenzial im Umgang mit Heterogenität zugeschrieben (Schmidt, Süß-Stepancik, Wiesner & Roth, 2015, S. 120–129). Die Ergebnisse aus den Medienvielfaltsprojekten zeigen allerdings, dass hier noch ein Bedarf an Weiterentwicklung vorhanden ist. Den derzeitigen Lernpfaden wird ein Defizit im Bereich der diagnostischen Aufgaben attestiert (Schmidt u. a., 2015, S. 132). Die Stärken der technologiegestützten Lernumgebungen liegen in der Verwendung von interaktiven Elementen und dem Einsatz von automatisierten Feedbackfunktionen (Wiesner & Wiesner-Steiner, 2015, S. 29).

2 Durchführung der Online-Umfrage 2015

Die Erfahrungen des Autors aus Unterrichtspraxis und Koordinationstätigkeit für E-Learning Aktivitäten an der Schule zeigen, dass die anfänglichen Probleme in der Bereitstellung der notwendigen Hardware im aktuellen Unterrichtsgeschehen kaum noch relevant sind. Die Einführung der zentralen Reifeprüfung an den AHS mit der Bestimmung, dass diese ab 2017/18 unter Einsatz von Technologie in Mathematik zu erfolgen hat, wird wahrscheinlich dazu führen, dass die erforderlichen Geräte bei den Lernenden in Form von BYOD⁹ vorhanden

sein werden. Die Ergebnisse der Medienvielfaltsprojekte zeigen, dass durch den Einsatz von Technologie neue Wege im mathematischen Kompetenzerwerb beschritten werden können. Stolpersteine auf diesem Weg könnten die mangelnde Technologiekompetenz der Lehrenden sowie fehlende Unterrichtsmaterialien sein.

Die Beobachtungen an der Schule des Autors zeigen, dass Lehrende nur unzureichend über die Existenz der Materialien Bescheid wissen, die in unterschiedlichen Arbeitsgruppen wie etwa beim Medienvielfaltsprojekt entwickelt wurden. Diese Erkenntnis führte zur Durchführung einer Online-Befragung zum Einsatz von Technologie im Mathematikunterricht. Der verwendete Fragebogen ist im Anhang in vollständiger Form angegeben. Der Umfrageentwurf wurde am Landesschulrat für Niederösterreich von der zuständigen Landesschulinspektorin Mag. Hermine Rögner begutachtet und befürwortet. Die Einladung zur Teilnahme an der Umfrage wurde am 9. November 2015 von der Pädagogischen Hochschule für Niederösterreich in einer E-Mail an alle Direktionen der AHS in Niederösterreich versandt, mit der Bitte, diese Information an alle Mathematiklehrenden der Schule weiter zu geben.

Als System für die Befragung diente der Umfrageserver der PH NÖ. Unter der Adresse <http://survey.ph-noe.ac.at> werden Online-Befragungen der Hochschule zur Verfügung gestellt. Die Grundlage dafür liefert das Produkt „limesurvey“¹⁰, das in einer Open Source Lizenz frei zur Verfügung steht. Die Umfrage war bis 22. Dezember 2015 online verfügbar. Mit Abschluss des Eingabezeitraumes waren im System 75 vollständige Fragebogenergebnisse registriert. Bei einer Grundgesamtheit von 595 Mathematik-Lehrenden an den AHS in Niederösterreich stellt dies eine Rücklaufquote von 12,6% dar. Wie weit diese rückmeldende Gruppe repräsentativ für die AHS Lehrenden in Niederösterreich ist, kann aus den Daten nicht ermittelt werden. Mehr als 50% der rückmeldenden Personen unterrichten in beiden Sekundarstufen, 36% nur in der Sekundarstufe II und ein kleiner Anteil ist nur in der Sekundarstufe I tätig.

Die Befragung verfolgte mehrere Ziele. Einerseits sollte ein Überblick über die im Bundesland verwendete Hardware gewonnen werden. Andererseits war der Einsatz verschiedener Softwaretypen im Fokus der Untersuchung. Die Art der Verwendung vorhandener Materialien sollte zusätzlich erhoben und analysiert werden, um Fragen der Nachhaltigkeit von Projekten wie Medienvielfalt nachzugehen und zu erheben, ob Veränderungen in Richtung Selbstgesteuertes Lernen (Wild & Möller, 2009, S. 50–55) zu beobachten sind.

3 Darstellung der Ergebnisse

Die mittels Limesurvey erhobenen Daten wurden als CSV-Daten exportiert, in Openoffice Calc aufbereitet und zur weiteren Verarbeitung in die Statistiksoftware R übernommen. Im verwendeten Umfragetool ist zwar auch eine Online Auswertung enthalten, da aber nicht alle Auswertungen dort vorgenommen werden konnten, wurde für die Analysen letztendlich R verwendet. Alle angeführten Ergebnisse beziehen sich, wie schon im Titel angeführt, auf den Schultyp AHS in Niederösterreich.

3.1 Verwendete Hardware

Frage: Welche Hardware setzen Sie im Mathematikunterricht ein?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

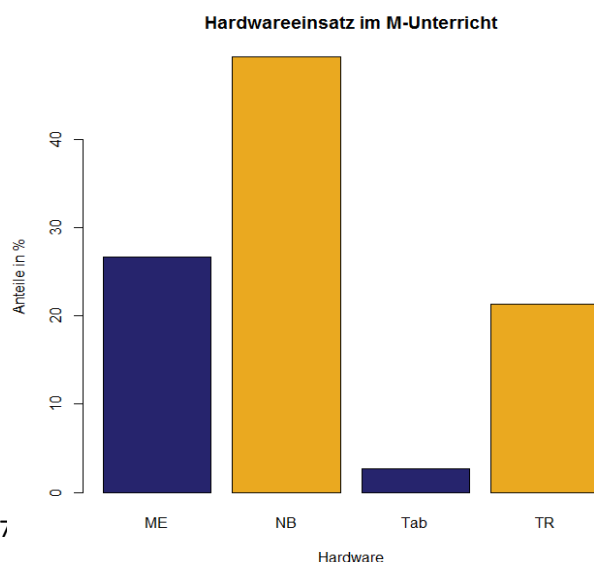
- Notebooks
- Tablets
- Grafischer Taschenrechner (Z.B: TI Nspire)
- gemischte Umgebung

In Österreich gibt es keine bundesweite Regelung bezüglich zu verwendender Hard- und Software. Einzig die Tatsache, dass ab dem Schuljahr 2017/18 die schriftliche Reifeprüfung aus Mathematik die Verwendung von Technologie voraussetzt, ist zentral geregelt. (Siller, 2013, S. 24)

Dies gibt den Schulen zwar auf der einen Seite ein Mehr an Freiheit, erschwert aber die Schulung der Lehrenden und die Ausarbeitung von Materialien, die dann im Unterricht verwendet werden können.

Die Frage nach der eingesetzten Hardware ergab einen Anteil von 21,3% an grafikfähigen Taschen-

Hardware	N	Anteil(%)
NB (Notebooks)	37	49
Tab (Tablets)	2	3
TR (Taschenrechner)	16	21



rechnern. Fast 50% der Rückmeldungen geben Notebooks als Hardwaregrundlage an. Tablets bilden in dieser Stichprobe mit nur 3% eine Randerscheinung. Die Gruppe mit gemischter Umgebung (27%) kann nicht eindeutig zugeordnet werden.

3.2 Einsatzhäufigkeit verschiedener Softwarekomponenten

Frage: In welchem Umfang wird die entsprechende Software im Mathematikunterricht eingesetzt? (Schätzwerte für Jahresmittel)

In wieviel Prozent aller Unterrichtsstunden verwenden Sie

- ein Computer-Algebra-System (z.B. in Geogebra, MathCAD, ...)
- eine Tabellenkalkulation (auch die in Geogebra enthaltene)
- ein Dynamisches Geometrie System (Geogebra, Cabri, ...)

Die Antwortwerte auf diese drei Fragen wurden durch Ziehen an Schieberegler eingestellt. Einige rückmeldende Personen dürften bei diesem Fragetyp übersehen haben, dass die Summe aus den eingestellten Werten höchstens 100% ergeben soll. Da hier einige Datensätze dieses Maximum überschritten haben, wurde für die Analyse dieser drei Items die Stichprobe um 15 fehlerhafte Datensätze reduziert. Daher bezieht sie sich nur mehr auf 60 Rückmeldungen.

3.2.1 Die Verwendung von CAS (Computer Algebra Systemen)

Statistic	N	Mean	St. Dev.	Q1	Q3
Umfang_CAS	60	21.38	17.90	5.00	30.00

Bei dieser Frage sollten die Lehrenden schätzen, in welchem Anteil der Unterrichtszeit (in Prozent) sie CAS-Systeme einsetzen.

Die Daten zeigen, dass im Mittel in circa 21% der Unterrichtszeit Computeralgebra verwendet wird. Die Standardabweichung von ungefähr 17.90 zeigt große Unterschiede im Umfang des CAS-Einsatzes. In der gewählten Boxplotdarstellung werden Ausreißer mit der Nummer des Datensatzes markiert. In diesem Fall zeigt das Boxplot den Datensatz 32 an. Q1 und Q3 geben in der Tabelle das 1. und 3. Quartil an. Vereinfacht kann man aus diesem Boxplot für die untersuchte Stichprobe einen CAS Einsatz zwischen 5% und 30% der Unterrichtszeit erkennen.

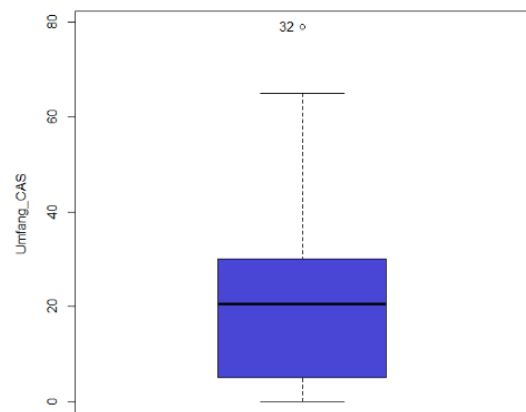


Abbildung 2: Boxplot: Einsatz von CAS Systemen.

3.2.2 Die Verwendung einer Tabellenkalkulation

Statistic	N	Mean	St. Dev.	Q1	Q3
Umfang_TabKalk	60	7.43	7.30	0.75	10.00

In einer weiteren Frage wurde der Einsatz der Tabellenkalkulation geprüft, wobei dezidiert darauf hingewiesen wurde, dass auch die in Geogebra integrierte Kalkulation hier zu zählen ist. Die Quartile Q1 = 0.75% und Q3 = 10% lassen auf eine Einsatzhäufigkeit zwischen nahezu 0% (keine Verwendung) und 10% schließen. Damit liegt die Tabellenkalkulation deutlich unter der Verwendung der anderen Technologien. Die Zahlenwerte 75 und 24 markieren wieder die Ausreißerdatensätze.

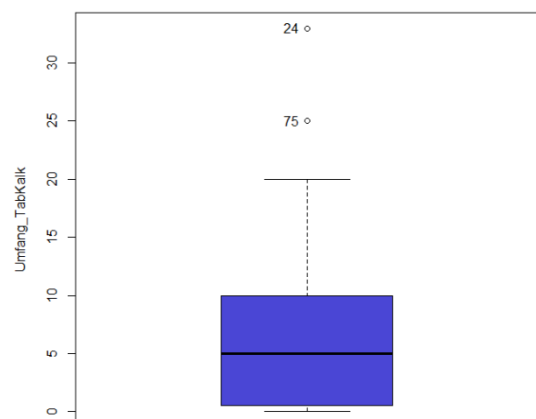


Abbildung 3: Boxplot: Einsatz von Tabellenkalkulationen.

3.2.3 Die Verwendung von DGS (Dynamische Geometrie Systeme)

Statistic	N	Mean	St. Dev.	Q1	Q3
Umfang_DGS	60	22.00	17.43	10.00	30.00

Der zeitliche Umfang von Systemen die dynamische Geometrie anbieten (Geogebra, Cabri...) liegt ähnlichen wie die Verwendung von CAS Systemen. Im statistischen Bereich sind hier die Kennwerte nahezu identisch. Lediglich das erste Quartil (Q1) liegt bei DGS höher als bei der Computeralgebra, woraus man für die untersuchte Stichprobe eine häufigere Verwendung von DGS im Vergleich zu CAS schließen kann. Ob hier wirklich ein Einsatz im Sinne der dynamischen Geometrie erfolgt, oder die Systeme einfach als Funktionsplotter verwendet werden, kann aus den vorhandenen Daten nicht entschieden werden.

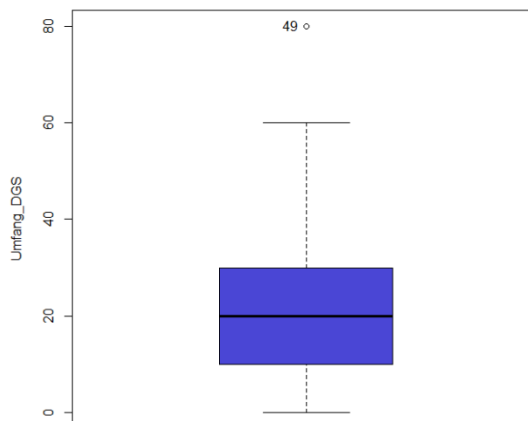


Abbildung 4: Boxplot: Einsatz von DGS.

3.3 Informationsstand der Lehrenden über verfügbare Materialien

Projektgruppen wie Medienvielfalt, Mathematik Digital, ACDCA, Mathe Online und die Community der Geogebra Anwender entwickeln immer wieder Materialien für den Mathematikunterricht mit Technologieeinsatz. Es sollte erhoben werden, ob die an der Befragung teilnehmenden AHS Lehrenden über drei spezielle Angebote Bescheid wissen. Im Fokus dieses Befragungsteils standen die Angebote von GeogebraTube, GeogebraBooks und die Lernpfade allgemein.

KENNEN	Ja (N)	Ja (%)	Nein (N)	Nein (%)
GeogebraTube	63	84,00	12	16,00
Lernpfade	45	60,00	30	40,00
GeogebraBooks	33	44,00	42	56,00

Die Auswertung ergibt unterschiedliche Wissensstände. Das Portal GeogebraTube ist als Materialsammlung überwiegend bekannt (84%). Das Angebot der Lernpfade ist nur noch 60% der Befragten überhaupt bekannt. Als Lernpfade wurden bei der Fragestellung die Internetverweise zum Medienvielfaltsprojekt und zu Mathematik-digital angegeben. Geogebra Books ist nur 44% der Befragten bekannt.

Um Zusammenhänge zwischen diesen Wissensständen sichtbar zu machen, wurden zunächst neue numerische Variable für das Kennen von GeogebraTube (GGT), Lernpfaden (LPF) und GeogebraBooks (GGB) gebildet, wobei die Antwort „Ja“ mit 1 und die Antwort „Nein“ mit 0 rekodiert wurde. Daraus wurde dann eine neue Variable „Kennen_Kombination“ über folgende Zuordnung berechnet:

$$\text{Kennen_Kombination} = \text{GGT} + 2 * \text{LPF} + 4 * \text{GGB}$$

Für diese Variable ergibt sich nun ein Wertebereich von 0 (keines der drei Angebote ist bekannt) bis 7 (alle drei Angebote sind bekannt). Die Variable „Kennen_Kombination“ wurde dann wieder in einen Faktor umgewandelt, um die jeweiligen Kombinationen besser darstellen zu können. In der folgenden Grafik wurden Einzelwissen („Ich kenne nur eines der Angebote“) und Kombinationen („Ich kenne mindestens zwei Angebote“) in unterschiedlichen Farben dargestellt. Hier ist deutlich zu erkennen, dass Lehrende, wenn sie eine der drei Materialsammlungen kennen, meistens auch über die anderen Angebote informiert sind. Interessanterweise ist GeogebraTube eher mit dem Kennen von Lernpfaden als dem Wissen über Geogebra Books verknüpft. Der allerdings noch größere Anteil der rückmeldenden Lehrenden kennt alle drei Angebote.

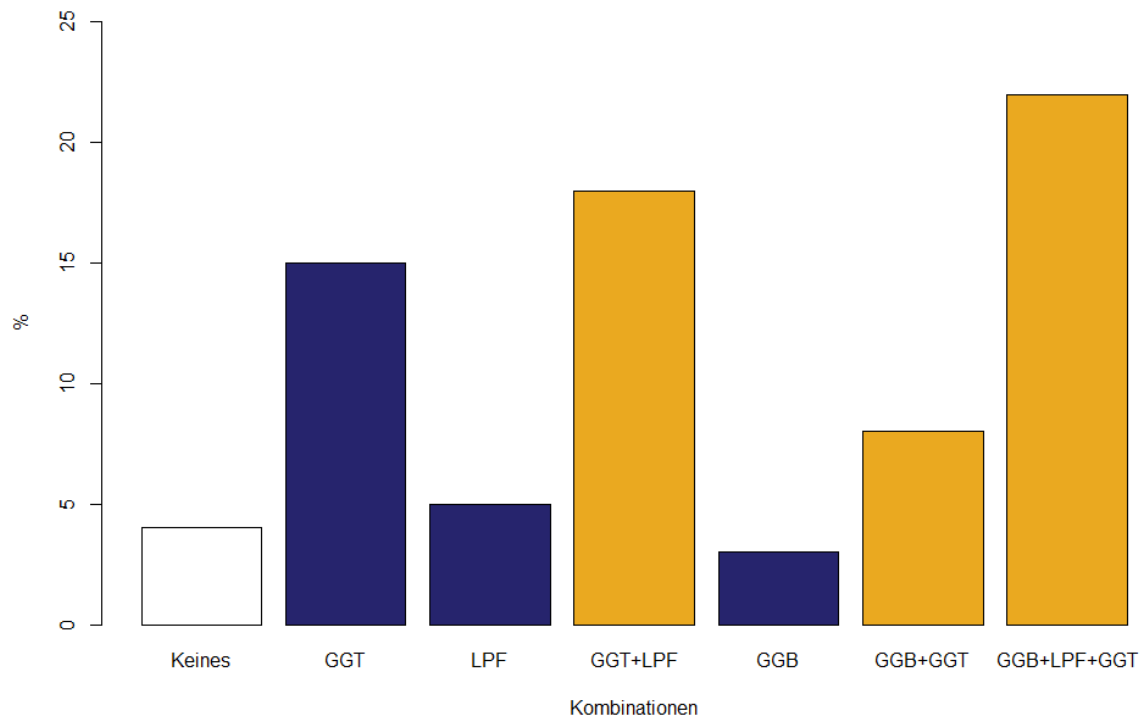


Abbildung 5: Kennen von Kombinationen der 3 Angebote.

3.4 Einsatz der Lernpfade

Frage: Haben Sie Lernpfade bereits im Unterricht eingesetzt?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
- Nein

Lernpfade	Ja (N)	Ja (%)	Nein (N)	Nein (%)
Einsatz	34	45,33	41	54,67

60% der rückmeldenden Teilnehmer/innen (45 von 75) kennen Lernpfade. Davon haben 75% (34 von 45) diese auch im Unterricht bereits eingesetzt. Einige der weiteren Fragestellungen wurden nur noch diesen Lehrenden gestellt. Damit sollten Details zur Art des Einsatzes von Lernpfaden erhoben werden.

Jene Teilnehmer/innen, die Lernpfade bereits verwendet hatten, wurden nach der Art des Einsatzes befragt, wobei bei den Rückmeldungen eine Mehrfachauswahl erlaubt war. Die vorgegebenen Antwortmöglichkeiten lauteten:

1. in diesen Phasen arbeiten die Schüler/innen überwiegend selbständig mit der Lernumgebung [Selbst]
2. der Unterricht wechselt zwischen allgemeinen Instruktionsphasen und Phasen selbständigen Lernens im Lernpfad [TWS]
3. es werden nur einzelne Teile (Lernelemente) des Lernpfades im Unterricht verwendet [Elem]
4. der Lernpfad dient zur (selbständigen) Wiederholung [WH]
5. der Lernpfad wird in Hausübungen verwendet [HUE]
6. Sonstiges [Sonst]

EinsatzLernpfade

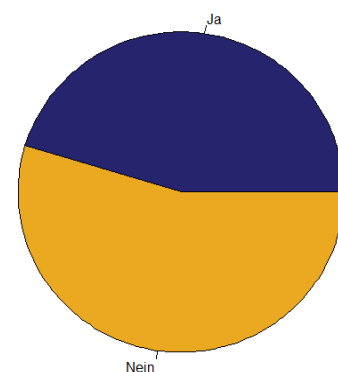


Abbildung 6: Lernpfade wurden bereits eingesetzt.

	Selbst	TWS	Elem	WH	HUE	Sonst
Verwendung Lernpfade	22	13	18	14	6	2
Anteil (% - bezogen auf 34)	64	38	53	41	18	6

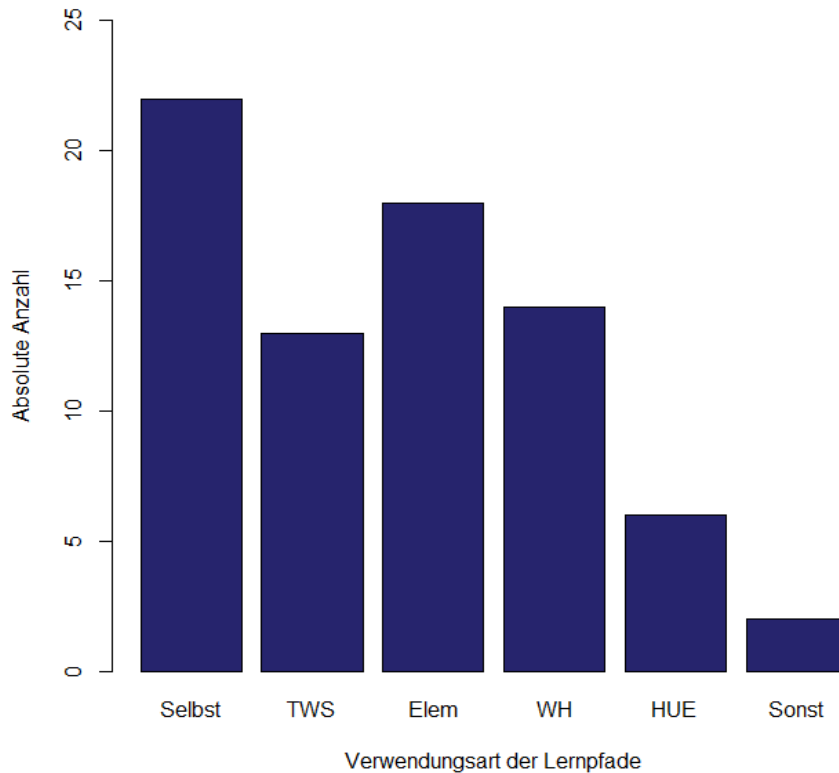


Abbildung 7: Wie wurden Lernpfade eingesetzt?

Die Ergebnisse zeigen, dass bei fast 50% der Lehrenden die Lernpfade dazu verwendet werden, die Lernenden bereits selbstständig mit der Lernumgebung (vollständig, bzw. gemischt mit Instruktionsphasen) arbeiten zu lassen. In den anderen Fällen werden nur einzelne Elemente verwendet, oder die Lernumgebung nur zur Festigung in Form von Wiederholung (in der Schule bzw. als Hausübung) verwendet. Im Bereich „Sonstiges“ wird auf den Einsatz in Supplierstunden hingewiesen.

Jene rückmeldenden Umfrageteilnehmer/innen, die bereits mit Lernpfaden gearbeitet haben, wurden gefragt, ob sich nach ihrer Einschätzung Lernpfade zum selbständigen Arbeiten der Lernenden eignen. Die Rückmeldung erfolgte über einen Schieberegler, der Werte zwischen 0 (nicht geeignet) und 100 (vollständige Zustimmung) zuließ. Der Mittelwert von knapp über 50 zeigt die zumindest teilweise Eignung der Lernumgebung nach Ansicht der Lehrenden. Die Boxplotdarstellung der Daten (Abbildung 8) kann so

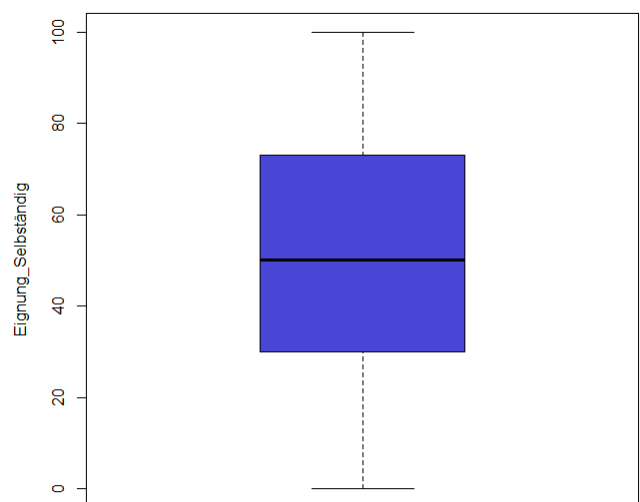


Abbildung 8: Eignen sich Lernpfade zum selbständigen Arbeiten?

interpretiert werden, dass die Mehrzahl der hier rückmeldenden Lehrenden Potenzial zum selbständigen Arbeiten der Lernenden in den Lernpfaden sehen. Die Tatsache, dass der Aussage kaum zu 100% zugestimmt wurde, zeigt, dass in diesem Bereich noch Bedarf zur Weiterentwicklung der Lernpfade gesehen wird.

Statistic	N	Mean	St. Dev.	Min	Max
Eignung_Selbständig	34	51.85	26.95	0	100

3.5 Selbsteinschätzung der Technologiekompetenz der Lehrenden

Wenn Technologie im Mathematikunterricht eingesetzt werden soll, setzt dies voraus, dass die Lehrer/innen über entsprechende Kompetenzen verfügen. Sie müssen in der Lage sein, Fragen zur Bedienung der Oberflächen zu beantworten und eventuell auftretende Probleme mit der Technik zumindest ansatzweise zu lösen. Mit der Zustimmung zur Aussage „Meine Technologiekompetenz ist für die neuen Anforderungen des Mathematikunterrichts völlig ausreichend.“, wurde die Selbsteinschätzung der Lehrenden zur Technologiekompetenz erhoben.

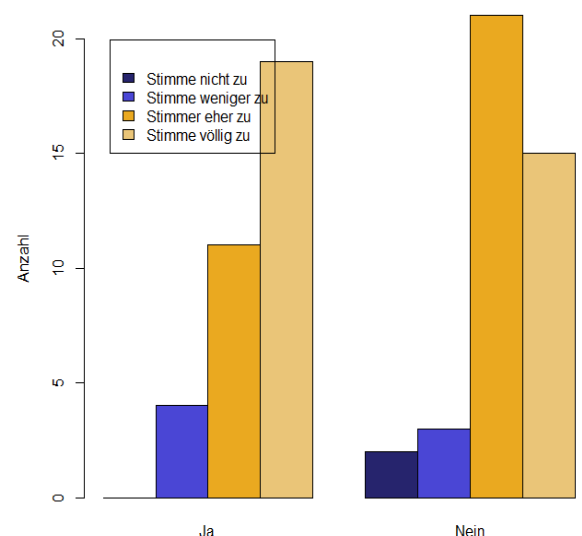
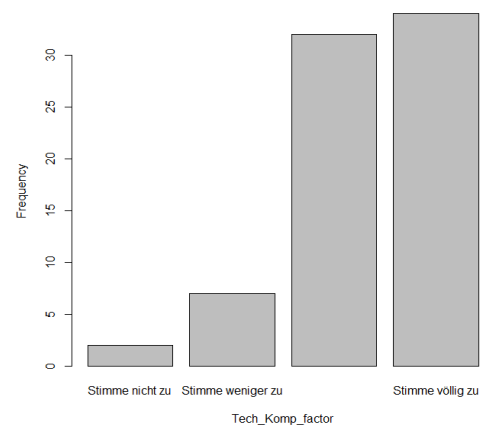
Tech_Komp_factor	Stimme nicht zu	Stimme weniger zu	Stimme eher zu	Stimme völlig zu
Anzahl	2	7	32	34
Anteil (%)	3	9	43	45

Die Ergebnisse zeigen, dass sich die rückmeldenden Lehrenden auf die neuen technischen Anforderungen des Mathematikunterrichts im Wesentlichen gut vorbereitet fühlen. Eine überwiegende Zustimmung zu dieser Aussage von fast 90% der Befragten dokumentiert das recht deutlich. In Niederösterreich wurden in der Vorbereitung auf die neue zentrale Reifeprüfung die Mathematiklehrenden an den AHS zu Fortbildungen zum Thema Technologieeinsatz verpflichtet. Ein Zusammenhang der hohen Zustimmung mit dieser Strategie kann vermutet werden.

Sind Lehrende eher bereit Lernpfade einzusetzen, wenn sie über die notwendige Technologiekompetenz verfügen? Abbildung 10 zeigt die rückgemeldete Selbsteinschätzung in Abhängigkeit des Lernfadainsatzes. Hier ist zu erkennen, dass in der Gruppe der Lehrenden die Lernpfade bereits eingesetzt haben, die eigenen Fähigkeiten mit Technologie umzugehen höher eingeschätzt werden.

Informatik als weiteres Unterrichtsfach lässt eine höhere Technologiekompetenz vermuten. Naturwissenschaft mit ihrer Nähe zur Technik könnte ebenfalls dazu führen. Diese Hypothesen wurden anhand der Umfrageergebnisse geprüft. Dazu wurden die Ergebnisse der Selbsteinschätzung der Technologiekompetenz wie folgt rekodiert: „Stimme nicht zu“ => 1, „Stimme weniger zu“ => 2, „Stimme eher zu“ => 3, „Stimme völlig zu“ => 4. Die Frage zu den weiteren Unterrichtsfächern hatte drei Antwortmöglichkeiten, wobei eine Mehrfachauswahl möglich war. In diesem Bereich wurden folgende Ersetzungen vorgenommen: „Informatik als weiteres Fach“=> 4, „Naturwissenschaften als weiteres Fach“ => 2, „Andere weitere Fächer“ => 1.

Durch Summenbildung wurde die neue Variable Zweitfach_f gebildet, die dadurch nun auch Kombinationen abbildet. Der Wert



Abbildungen 9 und 8: Technologiekompetenz vs. Einsatz von Lernpfaden.

Zweifach_f = 6 entsteht durch die Summe 2+4 und entspricht damit einer Kombination aus den Fächern Informatik und Naturwissenschaft (neben Mathematik). Die letzten drei Darstellungen beschreiben (in Summe) den Fall, dass Informatik als Zweifach vorhanden ist ($\text{Zweifach_f} \geq 4$). Hier lässt sich (bis auf einen Sonderfall) eine hohe Technologiekompetenz ablesen. (Zustimmung ≥ 3). Eine Varianzanalyse für den Zusammenhang zwischen dem Zweifach Informatik und der Technologiekompetenz liefert dafür den Nachweis ($p=0.0033$). Der ebenfalls vermutete Zusammenhang zwischen dem naturwissenschaftlichen Unterricht und der Technologiekompetenz konnte durch die vorhandenen Daten nicht bestätigt werden ($p=0.66$). Ein naturwissenschaftliches Fach neben Mathematik wird durch die Fälle $\text{Zweifach_f} = 2, 3$ und 6 (in Summe) dargestellt.

$\text{Zweifach_f}=1$ beinhaltet alle Lehrenden, die neben Mathematik weder Informatik noch eine Naturwissenschaft unterrichten. Hier ist im Vergleich zum Fach Informatik (letzte drei Diagramme aus Abbildung 11) eine geringere Einschätzung der Technologiekompetenz zu erkennen.

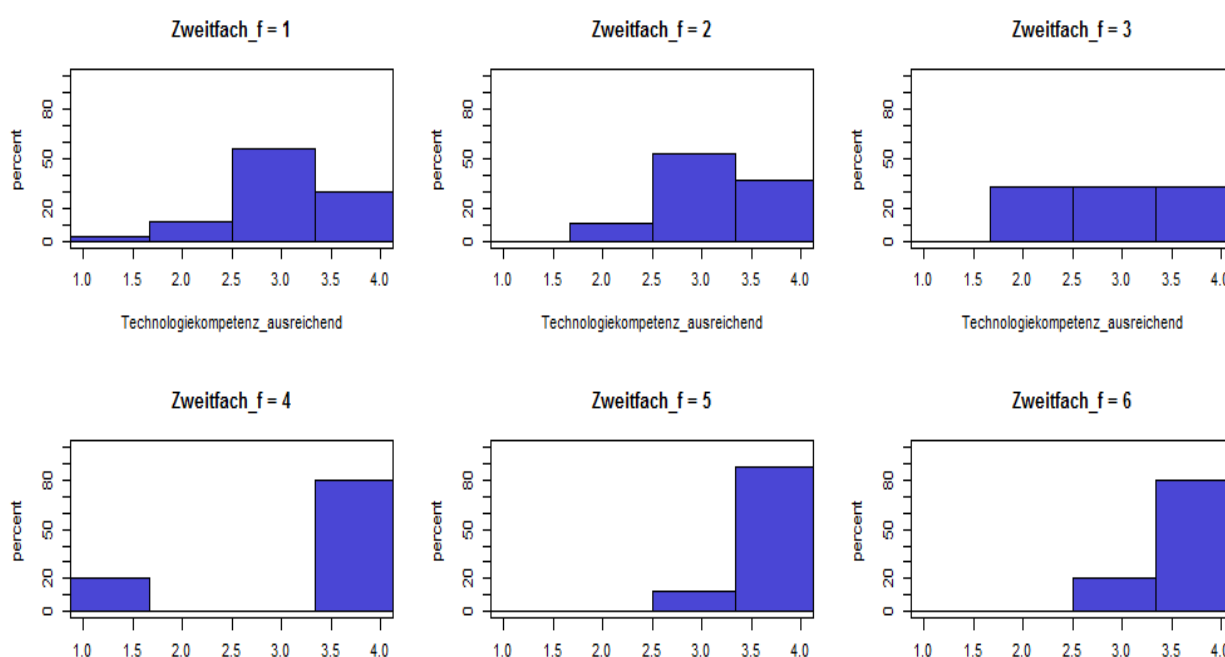


Abbildung 9: Technologiekompetenz vs. Zweifach.

4 Wünsche der Lehrenden zu den Lernpfaden

Die Lehrer/innen, die bereits Lernpfade verwendet hatten, hatten in einer offenen Fragestellung die Möglichkeit, Wünsche nach Ergänzungen beziehungsweise Verbesserungen des vorhandenen Angebotes bekannt zu geben. Von dieser Möglichkeit machten 11 Umfrageteilnehmer/innen (entspricht 32%) Gebrauch. Die nachfolgende Tabelle zeigt eine Zusammenfassung der gewünschten Lernpfadanpassungen.

Wunsch	Anzahl
Lernpfade zu geometrischen Themen	3
Probleme mit nicht aktuellem Java beheben	2
Mehr qualitativ hochwertige Lernpfade zum selbständigen Erarbeiten von neuem Lehrstoff	1
Zusammenfassungen der Definitionen und Sätze zum Ausdrucken für die Schüler	1
Wahrscheinlichkeitsrechnung	1
kleinere abgeschlossene Einheiten	1
Tabellenkalkulation	1
AHS Oberstufe	1

Am häufigsten wurde der Wunsch nach weiteren Lernpfaden zu geometrischen Themengebieten geäußert. Auf Probleme der eingebundenen Applets aufgrund einer veralteten Java-Version wurde zweimal verwiesen. Dies zeigt, dass eine laufende Wartung des Angebotspools notwendig ist, um die Materialien an technologische Veränderungen anzupassen.

Die weiteren Wünsche betreffen einerseits die Gestaltung der Lernpfade allgemein (kleinere abgeschlossene Einheiten, Ausdrucksmöglichkeit für Zusammenfassungen, selbständiges Arbeiten der Lernenden), sowie die Bedarfsmeldung nach weiteren Themengebieten, die durch solche Umgebungen abgedeckt werden sollen.

5 Resümee

Die Untersuchung zeigt, dass die Fortbildungsinitiativen der letzten Jahre erfolgreich waren. Die Lehrenden fühlen sich für den Technikeinsatz überwiegend gut gerüstet. Beim Vergleich von Computeralgebrasystem, Dynamischer Geometrie und Tabellenkalkulation zeigt es sich, dass die Tabellenkalkulation am wenigsten eingesetzt wird, während die beiden anderen Produkte relativ gleich häufig verwendet werden. In der Kenntnis der Materialienpools liegt GeogebraTube als Materialiensammlung an der Spitze. Die Lernpfade aus den Medienevielfaltsprojekten sind etwa 60% und GeogebraBooks nur 44% der Umfrageteilnehmer/innen bekannt.

In der wissenschaftlichen Literatur wird den Lernpfaden im Umgang mit Heterogenität großes Potenzial vorhergesagt. Der damit verbundene Wechsel zum selbständigeren Arbeiten der Lernenden in diesen Lernumgebungen wird von den Lehrenden nur teilweise vollzogen. Die Daten zeigen, dass hier noch Zweifel an der Eignung der Materialien für diesen Einsatz vorliegen. In den Wünschen der Lehrer/innen werden auch noch Mängel der aktuellen Lernpfade zu Tage gefördert, die eine Anpassung der vorhandenen Materialien fordern. Allerdings sind keine einheitlichen Trends bei den Forderungen zu erkennen, da diese vom Erstellen weiterer qualitativ hochwertiger Kurse mit der Eignung zum selbständigeren Arbeiten bis zur Ablehnung ganzer Kurse und dem Wunsch nach kleineren Einheiten, die die Lehrenden selbst kombinieren können, reichen.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Hardwareverteilung in NÖ	37
Abbildung 2: Boxplot: Einsatz von CAS Systemen	39
Abbildung 3: Boxplot: Einsatz von Tabellenkalkulationen	39
Abbildung 4: Boxplot: Einsatz von DGS	40
Abbildung 5: Kennen von Kombinationen der 3 Angebote	41
Abbildung 6: Lernpfade wurden bereits eingesetzt	41
Abbildung 7: Eignen sich Lernpfade zum selbständigen Arbeiten?	42
Abbildung 8: Wie wurden Lernpfade eingesetzt?	42
Abbildung 9: Meine Technologiekompetenz ist völlig ausreichend	43
Abbildung 10: Technologiekompetenz vs. Einsatz von Lernpfaden	43
Abbildung 11: Technologiekompetenz vs. Zweitfach	44

Literatur

Bierbaumer, I. et al. (Nov. 2011). Medienvielfalt und Genderaspekte im Mathematikunterricht. Verfügbar unter http://rfdz.ph-noe.ac.at/fileadmin/Mathematik_Uploads/Medienvielfalt/Medienvielfalt3/MV_Bericht_Nov2011.pdf, zuletzt geprüft am 6.4.2016.

Geogebra. (2016). Verfügbar unter <http://www.Geogebra.org/about>, zuletzt geprüft am 9.2.2016.

Grogger, G. (1998). Evaluation zur Erprobung des TI 92 im Mathematikunterricht an allgemeinbildenden höheren Schulen (Bd. 40). Zentrum für Schulentwicklung Graz. Verfügbar unter <http://www.acdca.ac.at/projekt2/evaluat/evaluat2.htm>.

Medienvielfalt im Mathematikunterricht 2009, Rechenschaftsbericht. (2009). Verfügbar unter http://rfdz.ph-noe.ac.at/fileadmin/Mathematik_Uploads/Medienvielfalt/Rechenschaftsbericht09/07_Summary.pdf, zuletzt geprüft am 4.1.2016.

Medienvielfalt im Mathematikunterricht. Kurzbericht. (2006). Verfügbar unter http://www.austromath.at/medienvielfalt/content/mv_Summary06.pdf, zuletzt geprüft am 4.1.2016.

Medienvielfalt und Genderaspekte im Mathematikunterricht. Let's do it! Phase 2. Zwischenbericht. (2011). Verfügbar unter http://rfdz.ph-noe.ac.at/fileadmin/Mathematik_Uploads/Medienvielfalt/Medienvielfalt3/MV_Bericht_Nov2011.pdf.

Roth, J. (2015). Lernpfade – Definition, Gestaltungskriterien und Unterrichtseinsatz. In J. Roth, H. Wiesner & E. Süß-Stepancik (Hrsg.), *Medienvielfalt im Mathematikunterricht: Lernpfade als Weg zum Ziel* (S. 3–26). Springer Spektrum Wiesbaden.

Schmidt, R., Süß-Stepancik, E., Wiesner, H., & Roth, J. (2015). Konstruktiver Umgang mit Heterogenität – Der Beitrag von Lernpfaden. In J. Roth, H. Wiesner, & E. Süß-Stepancik (Hrsg.), *Medienvielfalt im Mathematikunterricht: Lernpfade als Weg zum Ziel* (S. 117–135). Springer Spektrum Wiesbaden.

Siller, H.-S. (2013, März). Die standardisierte schriftliche Reifeprüfung in Mathematik. Verfügbar unter https://www.bifie.at/system/files/dl/srdp_ma_konzept_2013-03-11.pdf, zuletzt geprüft am 1.5.2015.

Wiesner, H., & Wiesner-Steiner, A. (2015). Einschätzungen zu Lernpfaden – Eine empirische Exploration. In J. Roth, H. Wiesner, & E. Süß-Stepancik (Hrsg.), *Medienvielfalt im Mathematikunterricht: Lernpfade als Weg zum Ziel* (S. 27–45). Springer Spektrum Wiesbaden.

Wild, E., & Möller, J. (Hrsg.). (2009). *Pädagogische Psychologie*. Springer Heidelberg.

6 Anhang (Umfrage)

Technologieeinsatz im Mathematikunterricht

Im Rahmen dieser Erhebung werden die Erfahrungen mit Lernpfaden bzw. multimedialen Lernelementen im Rahmen des Mathematikunterrichts in der Sekundarstufe erhoben.

Danke, dass Sie sich die Zeit nehmen, uns ihre Erfahrungen mit Lernpfaden im Mathematikunterricht mitzuteilen. Diese Umfrage soll zur Weiterentwicklung der bereits bestehenden Angebote beitragen und eventuell aufzeigen, wo noch Schwächen, bzw. Mängel im aktuellen Angebot gesehen werden.

Diese Umfrage enthält 16 Fragen.

Basisfragen

Allgemeine Fragen zu Beginn des Fragebogens

Ich unterrichte Mathematik in der (bezogen auf die letzten 4 Jahre)

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

1. Unterstufe (Sek. 1)
2. Oberstufe (Sek. 2)
3. Beides (Sek.1 + Sek.2)

Neben Mathematik unterrichte ich

Bitte wählen Sie alle zutreffenden Antworten aus:

- Informatik
- Naturwissenschaft (Ph, Ch, Bio, GWK)
- andere Fächer

In welchem Umfang wird die entsprechende Software im Mathematikunterricht eingesetzt? (Schätzwerte für Jahresmittel)

In wieviel Prozent aller Unterrichtsstunden verwenden Sie .. (CAS, TabKalk, DGS)

(Hinweis: Sie müssen jeden Schieberegler einmal bewegen und dann eventuell auf 0 stellen!) *

Bitte geben Sie Ihre Antwort(en) hier ein:

Welche Hardware setzen Sie im Mathematikunterricht ein?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Notebooks
- Tablets
- Grafischer Taschenrechner (Z.B: TI Nspire)
- gemischte Umgebung

Kennen Sie Angebote von Lernpfaden?

z.B: Medienvielfaltsprojekt: <http://rfdz.ph-noe.ac.at/material/lernpfade.html>

<http://wikis.zum.de/zum/Mathematik-digital>

<http://wikis.zum.de/dmuw/Lernpfade>

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
- Nein

Kennen Sie GeogebraTube (<https://tube.Geogebra.org/?lang=de>) als Sammlung von Unterrichtsmaterialien?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
- Nein

Kennen Sie GeogebraBooks als weiteres Beispiel für Lernpfade?

(siehe: <http://community.Geogebra.org/de/2013/11/GeogebraBooks-fuer-5-und-6-schulstufe/>)

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
- Nein

Haben Sie Lernpfade bereits im Unterricht eingesetzt?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
- Nein

*Fragen: Bedingung: Lernpfade wurden schon eingesetzt
 Diese Fragengruppe wird angeboten, wenn schon Erfahrungen mit
 Lernpfaden gemacht wurden.*

In welcher Form setzen Sie die Lernpfade ein?

Bitte wählen Sie alle zutreffenden Antworten aus:

- in diesen Phasen arbeiten die SchülerInnen überwiegend selbständig mit der Lernumgebung
- der Unterricht wechselt zwischen allgemeinen Instruktionsphasen und Phasen selbständigen Lernens im Lernpfad
- es werden nur einzelne Teile (Lernelemente) des Lernpfades im Unterricht verwendet
- der Lernpfad dient zur (selbständigen) Wiederholung
- der Lernpfad wird in Hausübungen verwendet
- Sonstiges:

Wie würden Sie die Eignung von Lernpfaden für das selbständige Erarbeiten von Themen durch SchülerInnen beschreiben?

Bitte geben Sie Ihre Antwort(en) hier ein:

- Auf einer Skala von 0-100 (Prozent)

In welchem Bereich würden Sie sich noch Ergänzungen/Erweiterungen der Lernpfade wünschen?

Bitte geben Sie Ihre Antwort hier ein:

Mit dem Einsatz von Lernpfaden oder Geogebra-Applets lernen die Schülerinnen und Schüler auch die grundlegende Funktionsweise von Geogebra kennen.

Bitte wählen Sie alle zutreffenden Antworten aus:

- Stimme völlig zu
- Stimme eher zu
- Stimme weniger zu
- Stimme nicht zu

Allgemeine Fragen am Ende

Allgemeine Fragen am Ende des Fragebogens

Zum Schluss noch ein paar Fragen zu Ihrer Person:

Geschlecht?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- weiblich
- männlich

Sie sind in folgender Altersgruppe:

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- unter 30 Jahre
- 30 bis 39 Jahre
- 40 bis 49 Jahre
- 50 bis 59 Jahre
- über 60 Jahre

Meine Technologiekompetenz ist für die neuen Anforderungen des Mathematikunterrichts völlig ausreichend.

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Stimme völlig zu
- Stimme eher zu
- Stimme weniger zu
- Stimme nicht zu

¹ Derive: eine Mathematik-Software, die von Soft Warehouse als Nachfolger von muMATH entwickelt und später von Texas Instruments übernommen wurde. Das Produkt wurde nach der Version 6.1 (2007) nicht mehr weiterentwickelt und durch TI-Nspire ersetzt.

² Das berufsbildende höhere Schulwesen in Österreich besteht aus den Schulformen HAK (Handelsakademie), HTL (Höhere Technische Lehranstalt) und HUM (Humanberufliche Schulen).

³ MathCAD: kommerzielles Computeralgebrasystem. (Siehe: <http://de.ptc.com/product/mathcad>).

⁴ Mathematica: kommerzielles Softwarepaket mit Computeralgebreteil, Numerik-Software, Visualisierungstool und einer Programmiersprache. (Siehe: <https://www.wolfram.com/mathematica/>).

⁵ ACDCA: Austrian Center for Didactics of Computer Algebra.

⁶ GeoGebra: Kunstwort aus Geometrie und Algebra. Wurde als Diplomarbeit von Markus Hohenwarter entwickelt und stellt heute eine dynamische Mathematik-Software dar. (Siehe: <http://www.geogebra.org>).

⁷ Lernpfad: Unter einem Lernpfad versteht der Autor eine internetbasierende Lernumgebung mit Sequenzen von abgestimmten Arbeitsaufträgen in Form von Pfaden durch interaktive Materialien (Roth, 2015, S. 8).

⁸ Siehe: <http://www.mathematik-digital.de>.

⁹ BYOD: Bring Your Own Device.

¹⁰ Limesurvey: Siehe: <https://www.limesurvey.org/>.