
Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1 | Einleitung | 1 |
| 2 | Lehren und Lernen als Zusammenspiel von Instruktion und Konstruktion | 7 |
| 2.1 | Lernen und Lehren durch Instruktion | 8 |
| 2.2 | Konstruktivistische Sicht auf Lehren und Lernen | 15 |
| 2.3 | Kombination von Instruktion und Konstruktion | 20 |
| 3 | Die Flipped-Classroom-Methode | 25 |
| 3.1 | Ursprünge und frühe Konzeptionen aus dem Hochschulkontext | 26 |
| 3.2 | Arbeitsdefinition für den Mathematikunterricht | 29 |
| 3.3 | Flipped Classroom als Kombination von Konstruktion und Instruktion | 40 |
| 4 | Gestaltung geflippten Mathematikunterrichts | 45 |
| 4.1 | Vorbereitung der Lernenden und Lehrenden auf den Flipped Classroom | 46 |
| 4.2 | Gestaltung der Hausaufgabenphase | 51 |
| 4.2.1 | Auswahl eines geeigneten Videoinhalts | 51 |
| 4.2.2 | Gestaltung des Lernvideos | 65 |
| 4.2.3 | Begleitaufgaben und Übungen zum Video | 87 |
| 4.3 | Gestaltung der Präsenzphase | 91 |

| | | |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 4.3.1 | Verständniskontrolle der Inhalte der Hausaufgabenphase und Anpassung der Präsenzphase | 91 |
| 4.3.2 | Schülerinnen- und schülerzentrierte Übungsphasen | 100 |
| 4.3.3 | Differenzierung und individuelle Unterstützung | 111 |
| 4.3.4 | Kollaboratives Arbeiten | 120 |
| 4.4 | Zusammenfassung der Gestaltungsprinzipien geflippten Mathematikunterrichts | 123 |
| 5 | Forschungsstand zu Effekten der Flipped-Classroom-Methode auf den Lernerfolg | 129 |
| 5.1 | Interesse am Lernerfolg aus theoretischer Sicht | 130 |
| 5.2 | Zusammenfassende Forschung zum Lernerfolg im Flipped Classroom durch Reviews und Metastudien | 132 |
| 5.3 | Empirische Studien zum Lernerfolg im Flipped Classroom im Kontext schulischen Mathematikunterrichts | 135 |
| 6 | Forschungsinteresse und Fragestellungen | 149 |
| 7 | Die geflippte Unterrichtssequenz zur Satzgruppe des Pythagoras | 155 |
| 7.1 | Das Themengebiet der Satzgruppe des Pythagoras im Mathematikunterricht | 156 |
| 7.1.1 | Die Satzgruppe in den Bildungsstandards und im sächsischen Lehrplan | 156 |
| 7.1.2 | Die Sätze der Satzgruppe | 159 |
| 7.1.3 | Beweise zu den Sätzen der Satzgruppe | 169 |
| 7.1.4 | Beispiele für Anwendungsaufgaben | 181 |
| 7.1.5 | Das Pythagoras-Verstehensmodell nach Drollinger-Vetter und das Anspruchsniveau von Lerninhalten innerhalb der Unterrichtssequenz | 188 |
| 7.1.6 | Eignung der Satzgruppe als Themengebiet für die Studie | 198 |
| 7.1.7 | Fachliche Lernziele der Unterrichtssequenz | 199 |
| 7.2 | Gestaltung der geflippten Unterrichtssequenz zur Satzgruppe des Pythagoras | 201 |
| 7.2.1 | Aufbau und Inhalte der Unterrichtssequenz | 201 |
| 7.2.1.1 | Doppelstunde I | 206 |
| 7.2.1.2 | Doppelstunde II | 206 |

| | | |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 7.2.1.3 | Geflippte Doppelstunde III | 209 |
| 7.2.1.4 | Geflippte Doppelstunde IV | 213 |
| 7.2.1.5 | Geflippte Doppelstunde V | 216 |
| 7.2.1.6 | Geflippte Doppelstunde VI | 221 |
| 7.2.1.7 | Doppelstunde VII | 223 |
| 7.2.1.8 | Geflippte Doppelstunden VIII/IX | 225 |
| 7.2.1.9 | Doppelstunde X | 228 |
| 7.2.1.10 | Zusammenfassung der fachbezogenen Gestaltungselemente geflippten Mathematikunterrichts in der Unterrichtssequenz | 229 |
| 7.2.2 | Umsetzung der fachunspezifischen Gestaltungsprinzipien für geflippten Mathematikunterricht | 231 |
| 7.2.2.1 | Vorbereitung der teilnehmenden Lehrkräfte und Schulkassen auf den Flipped Classroom | 231 |
| 7.2.2.2 | Umsetzung weiterer Gestaltungsprinzipien für die Hausaufgabenphase | 234 |
| 7.2.2.3 | Umsetzung weiterer Gestaltungsprinzipien für die Präsenzphase | 243 |
| 7.3 | Zusammenfassung der geflippten Unterrichtssequenz in Vorbetrachtung zur empirischen Untersuchung | 247 |
| 8 | Untersuchungsschwerpunkt A: Eignung der fachbezogenen Gestaltungselemente der geflippten Unterrichtssequenz | 249 |
| 8.1 | Forschungsmethode im Untersuchungsschwerpunkt A | 250 |
| 8.1.1 | Forschungsdesign und Stichprobe | 250 |
| 8.1.1.1 | Überblick über die Interviewstudie | 250 |
| 8.1.1.2 | Stichprobe der Interviewstudie | 251 |
| 8.1.1.3 | Organisation und Durchführung der Interviews | 254 |
| 8.1.1.4 | Tatsächliche Verläufe der geflippten Unterrichtssequenz und Auswirkungen auf die Interviewstudie | 255 |
| 8.1.2 | Interviewleitfäden als Untersuchungsinstrument | 258 |
| 8.1.3 | Interviewauswertung | 264 |

| | | |
|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 8.1.3.1 | Transkription der Interviews | 264 |
| 8.1.3.2 | Qualitative Inhaltsanalyse als Auswertungsmethode | 264 |
| 8.1.3.3 | Entwicklung des Kategoriensystems | 266 |
| 8.2 | Ergebnisse der Lehrkräfteinterviews | 276 |
| 8.2.1 | Aussagen der Lehrkräfte zur Art des Videoinhalts | 277 |
| 8.2.1.1 | Aussagen der Lehrkräfte zu Lösungsbeispielvideos | 277 |
| 8.2.1.2 | Aussagen der Lehrkräfte zu Einführungsvideos | 283 |
| 8.2.2 | Aussagen der Lehrkräfte zum Anspruchsniveau des Videoinhalts | 288 |
| 8.2.2.1 | Aussagen der Lehrkräfte zu Videos mit geringem Anspruchsniveau | 288 |
| 8.2.2.2 | Aussagen der Lehrkräfte zu Videos mit höherem Anspruchsniveau | 293 |
| 8.2.3 | Aussagen der Lehrkräfte zur Art des Übens in der Präsenz | 301 |
| 8.2.3.1 | Aussagen der Lehrkräfte zum erweiterten Einüben im eigenen Tempo | 301 |
| 8.2.3.2 | Aussagen der Lehrkräfte zum Bearbeiten eines Vertiefungsproblems mit anschließender Diskussion | 304 |
| 8.2.4 | Weitere Aussagen der Lehrkräfte | 310 |
| 8.3 | Ergebnisse der Schülerinnen- und Schülerinterviews | 312 |
| 8.3.1 | Schülerinnen- und Schüleraussagen zur Art des Videoinhalts | 313 |
| 8.3.1.1 | Aussagen der Lernenden zu Lösungsbeispielvideos | 313 |
| 8.3.1.2 | Aussagen der Lernenden zu Einführungsvideos | 316 |
| 8.3.2 | Schülerinnen- und Schüleraussagen zu Schwierigkeit des Videoinhalts | 318 |
| 8.3.2.1 | Aussagen der Lernenden zu Videos mit geringem Anspruchsniveau | 318 |
| 8.3.2.2 | Aussagen der Lernenden zu Videos mit höherem Anspruchsniveau | 319 |
| 8.3.3 | Schülerinnen- und Schüleraussagen zur Art des Übens in der Präsenz | 322 |

| | | |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 8.3.3.1 | Aussagen der Lernenden zum erweiterten Einüben im eigenen Tempo | 322 |
| 8.3.3.2 | Aussagen der Lernenden zum Bearbeiten eines Vertiefungsproblems mit anschließender Diskussion | 326 |
| 8.3.4 | Weitere Aussagen der Schülerinnen und Schüler | 330 |
| 8.4 | Diskussion zum Untersuchungsschwerpunkt A | 333 |
| 8.4.1 | Forschungsfragen 1a und 2a: Art des Videoinhalts als fachbezogenes Gestaltungselement | 335 |
| 8.4.2 | Forschungsfragen 1b und 2b: Anspruchsniveau des Videoinhalts als fachbezogenes Gestaltungselement | 344 |
| 8.4.3 | Hauptkategorienunspezifische Überlegungen zu den Videoinhalten | 354 |
| 8.4.4 | Forschungsfragen 1c und 2c: Art des Übens in der Präsenzphase als fachbezogenes Gestaltungselement | 356 |
| 8.4.5 | Forschungsfragen 1d und 2d: Weitere Gestaltungselemente | 366 |
| 8.4.6 | Limitationen der Interviewstudie | 369 |
| 8.4.7 | Implikationen für Untersuchungsschwerpunkt B | 372 |
| 9 | Untersuchungsschwerpunkt B: Wirkung der geflippten Unterrichtssequenz auf den Lernerfolg | 377 |
| 9.1 | Ausdifferenzierung der Forschungsfrage | 378 |
| 9.2 | Forschungsmethode im Untersuchungsschwerpunkt B | 380 |
| 9.2.1 | Design der quantitativen Studie | 380 |
| 9.2.2 | Stichprobe der quantitativen Studie | 388 |
| 9.2.3 | Erhebungsinstrument für Lernerfolg und Leistungsniveau der Lernenden | 390 |
| 9.2.3.1 | Erhebung des Leistungsniveaus über die Mathematiknote | 390 |
| 9.2.3.2 | Erhebung des Lernerfolgs mittels Leistungstest | 391 |
| 9.2.4 | Vorbereitung der Datenauswertung | 398 |
| 9.2.4.1 | Datenaufbereitung und Kodierung der Leistungstests | 398 |
| 9.2.4.2 | Bildung der Skalen | 399 |
| 9.2.4.3 | Itemanalyse | 400 |
| 9.2.5 | Auswertungsverfahren der Mehrebenenanalyse | 404 |

| | | |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 9.2.5.1 | Notwendigkeit einer Mehrebenenanalyse | 404 |
| 9.2.5.2 | Hierarchische lineare Modelle mit zwei Ebenen | 406 |
| 9.2.5.3 | Modellgleichung und Schätzverfahren | 411 |
| 9.2.5.4 | Kodierung der kategorialen Variablen und Zentrierung der Prädiktoren | 414 |
| 9.2.5.5 | Hypothesentests im Mehrebenenmodell | 417 |
| 9.2.5.6 | Voraussetzungen des Mehrebenenmodells | 418 |
| 9.3 | Ergebnisse der quantitativen Studie | 419 |
| 9.3.1 | Lernerfolg bezüglich Routineverfahren im Umgang mit den Sätzen der Satzgruppe des Pythagoras | 419 |
| 9.3.1.1 | Beschreibung der Daten für Skala 1 | 419 |
| 9.3.1.2 | Prüfung der Voraussetzungen des Mehrebenenmodells für Skala 1 | 422 |
| 9.3.1.3 | Ergebnisse des Mehrebenenmodells für Skala 1 | 428 |
| 9.3.2 | Lernerfolg bezüglich inner- und außermathematischer Anwendungsfähigkeiten im Umgang mit der Satzgruppe (über Routineverfahren hinausgehend) | 431 |
| 9.3.2.1 | Beschreibung der Daten für Skala 2 | 431 |
| 9.3.2.2 | Prüfung der Voraussetzungen des Mehrebenenmodells für Skala 2 | 434 |
| 9.3.2.3 | Ergebnisse des Mehrebenenmodells für Skala 2 | 438 |
| 9.3.3 | Lernerfolg im Umgang mit Beweisen | 442 |
| 9.3.3.1 | Beschreibung der Daten für Skala 3 | 442 |
| 9.3.3.2 | Prüfung der Voraussetzungen des Mehrebenenmodells für Skala 3 | 444 |
| 9.3.3.3 | Ergebnisse des Mehrebenenmodells für Skala 3 | 448 |
| 9.4 | Zusammenfassende Diskussion | 451 |
| 9.4.1 | Diskussion zum Untersuchungsschwerpunkt B | 452 |
| 9.4.1.1 | Forschungsfrage 3a: Lernerfolg bezüglich Routineverfahren im Umgang mit den Sätzen der Satzgruppe des Pythagoras | 452 |

| | | |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 9.4.1.2 | Forschungsfrage 3b: Lernerfolg bezüglich inner- und außermathematischer Anwendungsfähigkeiten im Umgang mit der Satzgruppe (über Routineverfahren hinausgehend) | 457 |
| 9.4.1.3 | Forschungsfrage 3c: Lernerfolg im Umgang mit Beweisen | 461 |
| 9.4.1.4 | Limitationen der quantitativen Studie | 463 |
| 9.4.2 | Diskussion und Zusammenfassung der gesamten Mixed-Methods-Studie | 465 |
| 10 | Zusammenfassung und Ausblick | 475 |
| | Bibliographische Angaben | 485 |
| | Literaturverzeichnis | 487 |