

Inhalt

1 Digitale Mathematikwerkzeuge und instrumentale Genese	7
1.1 Lehren und Lernen von Mathematik mit digitalen Medien unter aktuellen Herausforderungen	8
1.2 Begriffsklärung Digitale Mathematikwerkzeuge	10
1.2.1 Computeralgebra-Systeme als spezielle digitale Mathematikwerkzeuge	13
1.2.2 Digitale Mathematikwerkzeuge in den Basisdokumenten zum Mathematikunterricht	14
1.2.3 Leitthesen für die Forschung zu digitalen Mathematikwerkzeugen	19
1.3 Instrumentale Genese	23
1.3.1 Artefakt und Instrument	24
1.3.2 Instrumentation	30
1.3.3 Instrumentalisation	32
1.3.4 Epistemische und pragmatische Mediation	34
1.4 Zielstellungen	36

Inhalt

2 Bedingungsfaktoren Schülerzentrierung und Akzeptanz im Mathematikunterricht mit verbindlichem Einsatz von Computeralgebra-Systemen.....	41
2.1 Motivation von Bedingungsfaktoren im Mathematikunterricht mit verbindlichem Einsatz von Computeralgebra-Systemen.....	42
2.2 Bedingungsfaktor Schülerzentrierung: Grad an Offenheit.....	45
2.2.1 Schülerzentrierung	45
2.2.2 Offener Unterricht.....	47
2.2.3 Schülerzentrierung und Offenheit im Mathematikunterricht .	52
2.2.4 Ein Konzept des offenen Unterrichts	55
2.2.5 Aktueller Forschungsstand zur Schülerzentrierung beim Einsatz digitaler Mathematikwerkzeuge	61
2.3 Forschungsfragen zu den Bedingungsfaktoren Schülerzentrierung und Akzeptanz im Mathematikunterricht mit verbindlichem Einsatz von Computeralgebra-Systemen	70
2.4 Methodik der Studie zu den Bedingungsfaktoren Schülerzentrierung und Akzeptanz im Mathematikunterricht mit verbindlichem Einsatz von Computeralgebra-Systemen.....	73
2.4.1 Design und Stichprobe	74
2.4.2 Erhebungsinstrumente der Lernenden und Lehrenden.....	77
2.4.3 Datenauswertung und -analyse.....	80
2.5 Ergebnisse der Studie zu den Bedingungsfaktoren Schülerzentrierung und Akzeptanz im Mathematikunterricht mit verbindlichem Einsatz von Computeralgebra-Systemen.....	87

2.5.1 Perspektive der Lernenden	87
2.5.2 Perspektive der Lehrenden	92
2.6 Diskussion der Studie zu den Bedingungsfaktoren Schülerzentrierung und Akzeptanz im Mathematikunterricht mit verbindlichem Einsatz von Computeralgebra-Systemen	96
3 Digitale Mathematikwerkzeuge beim forschend-entdeckenden Lernen mit mathematischen Experimenten	105
3.1 Motivation der Arbeit mit digitalen Mathematikwerkzeugen an mathematischen Experimenten	106
3.1.1 Schülerforschungszentrums Jena.....	108
3.1.2 Sammlung mathematischer Experimente: Schülerforscherguide	110
3.1.3 Mathematische Ergänzungen der Schülerforscherguide- Experimente.....	112
3.2 Forschend-entdeckendes Lernen und mathematische Experimente	118
3.2.1 Entdeckendes Lernen.....	118
3.2.2 Forschendes Lernen.....	121
3.2.3 Self und guided discovery learning	125
3.2.4 Entdeckendes Lernen und Problemlösen.....	128
3.2.5 Begrifflichkeit Experiment	130
3.3 Forschungsfrage zu Stadien der instrumentalen Genese bei der Arbeit an mathematischen Experimenten	134

Inhalt

3.4 Methodik der Studie zu Stadien der instrumentalen Genese bei der Arbeit an mathematischen Experimenten.....	137
3.4.1 Methode des lauten Denkens	138
3.4.2 Studiendesign	140
3.4.3 Beschreibung der Stichprobe	143
3.4.4 Versuchsdurchführung	144
3.4.5 Datenaufbereitung und -auswertung	147
3.5 Ergebnisse der Studie zu Stadien der instrumentalen Genese bei der Arbeit an mathematischen Experimenten.....	152
3.6 Diskussion der Studie zu Stadien der instrumentalen Genese bei der Arbeit an mathematischen Experimenten.....	159
3.6.1 Diskussion der Methodik	159
3.6.2 Diskussion der Ergebnisse	161
3.6.3 Ein gestuftes Modell der instrumentalen Genese	164
4 Digitale Mathematikwerkzeuge als Mittler im bilingualen Mathematikunterricht.....	168
4.1 Motivation der Verknüpfung der instrumentalen Genese mit dem 4C Framework	169
4.2 Bilingualer Mathematikunterricht und Content and Language Integrated Learning	170
4.3 Forschungsfragen zur Verknüpfung der instrumentalen Genese mit dem 4C Framework	173

4.4 Rahmenbedingungen der Studie zur Verknüpfung der instrumentalen Genese mit dem 4C Framework	176
4.4.1 US-amerikanisch- und deutschsprachiger Mathematikunterricht	176
4.4.2 MIT Science and Technology Initiative Global Teaching Lab Germany und German International School Boston	179
4.4.3 Schulspezifisches Integratives Medienkonzept der German International School Boston	181
4.5 Methodik der Studie zur Verknüpfung der instrumentalen Genese mit dem 4C Framework	186
4.5.1 Erste Studienphase: Qualitative Erhebung	187
4.5.2 Zweite Studienphase: Quantitative Erhebung	191
4.6 Ergebnisse der Studie zur Verknüpfung der instrumentalen Genese mit dem 4C Framework	194
4.7 Diskussion der Studie zur Verknüpfung der instrumentalen Genese mit dem 4C Framework	205
5 Institutionelle, individuelle und sprachlich-kulturelle Bezüge der instrumentalen Genese	215
5.1 Institutioneller Bezug: Bedingungsfaktoren Schülerzentrierung und Akzeptanz im Mathematikunterricht mit verbindlichem Einsatz von Computeralgebra-Systemen	216
5.2 Individueller Bezug: Digitale Mathematikwerkzeuge beim forschend-entdeckenden Lernen mit mathematischen Experimenten	225

Inhalt

5.3 Sprachlich-kultureller Bezug: Digitale Mathematikwerkzeuge als
Mittler im bilingualen Mathematikunterricht232

Literatur239

Anhang.....273