

Inhaltsverzeichnis

Kurzdarstellung	5
Abstract	7
Danksagung	9
1 Einführung und Motivation	15
1.1 Problemstellung	16
1.2 Zielsetzung	19
1.3 Aufbau der Arbeit	19
2 Stand der Wissenschaft und Technik	23
2.1 Grundlagen des Assessments	24
2.1.1 Kompetenzorientierung und prozessorientiertes Leistungsverständnis	24
2.1.2 Phasen der Leistungsermittlung und -beurteilung	25
2.1.3 Der Begriff „Assessment“	26
2.1.4 Formen von Assessment	26
2.1.5 Aufgaben und Aufgabenformate	29
2.1.6 Verfahren und Methoden der Leistungsbeurteilung	30
2.1.7 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	31
2.2. Prozessorientierte didaktische Ansätze	33
2.2.1 Relevanz prozessorientierter didaktischer Ansätze	33
2.2.2 Soziokonstruktivismus und situiertes Lernen	34
2.2.3 Die kognitive Meisterlehre als Beispiel eines prozessorientierten didaktischen Modells	36
2.2.4 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	40
2.3 Formatives Assessment	44
2.3.1 Definition	44
2.3.2 Formatives Assessment als Prozess	45
2.3.3 Lernförderliches Feedback	48
2.3.4 Aktuelle Relevanz in der Bildungspraxis	53
2.3.5 Effektivität von formativem Assessment: Studien und kritische Beurteilung	54
2.3.6 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	55
2.4 Computergestütztes Assessment	59

2.4.1	Definition und Kategorisierung von computergestütztem Assessment	60
2.4.2	Ansätze für automatisches Assessment	62
2.4.3	Ansätze für semi-automatisches Assessment	68
2.4.4	Intelligente Tutorensysteme (ITS)	72
2.4.5	Kritische Beurteilung und Vergleich der Ansätze	79
2.4.6	Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	85
2.5	Learning Analytics	86
2.5.1	Definition und Positionierung im Forschungsumfeld	87
2.5.2	Gestaltungsrahmen für Learning-Analytics-Systeme	90
2.5.3	Aufzeichnung und Sammlung von Lerndaten	94
2.5.4	Analyseverfahren für Lerndaten	100
2.5.5	Visualisierung von Lerndaten	103
2.5.6	Der Learning-Analytics-Prozess	118
2.5.7	Learning-Analytics-Architekturen und -Plattformen	122
2.5.8	Ethische Betrachtungen	124
2.5.9	Kritische Beurteilung	127
2.5.10	Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	129
2.6	Zusammenfassung	133
3	Forschungsfragen	135
4	Methodik	139
4.1	Entwicklungsbasierter Forschungsansatz	139
4.2	Szenariobasiertes Design nach Rosson & Carroll (2002)	141
4.3	Forschungsmethodik der vorliegenden Arbeit	144
4.4	Planung der Forschungsarbeiten	146
4.5	Zusammenfassung	147
5	Problem- und Kontextanalyse	149
5.1	Problemszenarios	149
5.1.1	Vorgehensweise und Datenquellen	150
5.1.2	Szenario I: Mangelnde individuelle Betreuung der Studierenden	151
5.1.3	Szenario II: Hoher Korrekturaufwand für Übungsaufgaben	152
5.1.4	Szenario III: Unzureichendes Feedback an die Lehrenden	154
5.1.5	Ableitung der Anforderungen aus den Szenarios	156
5.2	Analyse der rechtlichen Rahmenbedingungen	157
5.2.1	Rechtliche Grundlagen (vor Einführung der DSGVO)	158
5.2.2	Hochschulspezifische Datenschutzerklärungen und Ordnungen	160
5.2.3	Anforderungen in Bezug auf den Datenschutz und die Datensicherheit	163

5.2.4	Rechtliche Änderungen durch die Einführung der DSGVO	165
5.3	Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	167
6	Konzeption	169
6.1	Vorläufige Design-Prinzipien	169
6.2	Einsatzszenarios	170
6.2.1	Aktivitätsszenario I: Semi-automatisches Assessment von Lösungswegen	171
6.2.2	Aktivitätsszenario II: Individuelle Lösungsprozesse analysieren	172
6.2.3	Aktivitätsszenario III: Interaktive Analyse von Lösungsprozessauswertungen	172
6.3	Architekturmodell	173
6.3.1	Systemarchitektur	173
6.3.2	Ebenen der automatischen Analyse	176
6.4	Zusammenfassung	177
7	Umsetzung und Verfeinerung des Konzepts	179
7.1	Iteration 1: Lernwerkzeug mit prozessorientiertem Assessment	180
7.1.1	Design	181
7.1.2	Prototypische Umsetzung: Das Lernwerkzeug ComIn-M	188
7.1.3	Evaluation: Didaktische Gestaltung und Usability des Lernwerkzeugs	208
7.2	Iteration 2: Aufzeichnung der Lösungsprozesse	233
7.2.1	Design	234
7.2.2	Prototypische Umsetzung: Die Learning-Analytics-Plattform SMALA	241
7.2.3	Evaluation: Semi-automatisches Assessment und Feedback	251
7.3	Iteration 3: Analyse und Visualisierungen der Lerndaten	310
7.3.1	Design	311
7.3.2	Prototypische Umsetzung: Interaktive Analyseansichten für ComIn-M	316
7.3.3	Evaluation: Interaktive Analyse der aufgezeichneten Lerndaten	323
7.4	Abschließende Formulierung der Design-Prinzipien	340
7.5	Zusammenfassung	344
8	Übertragbarkeit	345
8.1	Weitere Lernprogramme für die Mathematik	345
8.1.1	Squiggle-M – eine interaktive Experimentierumgebung im Bereich der Funktionen	346
8.1.2	Die geometrische Lernumgebung MoveIt!-M	348
8.1.3	Das Lernprogramm ColProof-M für elementargeometrische Beweise	349

8.1.4	Das Lernprogramm SetSails! für bidirektionale Umformungen in der Mengenalgebra	351
8.2.	Übertragung auf die Programmierung mit Ruby	352
8.2.1	Das Anwendungsgebiet: Ruby als Programmiersprache für Anfänger	353
8.2.2	Motivation für ein Lernprogramm zu Ruby mit semi-automatischem Assessment	353
8.2.3	Herausforderungen	354
8.2.4	Lösungsansatz	358
8.2.5	Prototypische Umsetzung eines Lernkurses zur Programmierung mit Ruby	361
8.2.6	Evaluation des Prototypen	364
8.3	Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	375
9	Forschungsergebnisse	377
10	Diskussion und Ausblick	391
11	Zusammenfassung	397
	Literaturverzeichnis	399
	Abbildungsverzeichnis	437
	Tabellenverzeichnis	441