

# Inhaltsverzeichnis

<b>Zusammenfassung der Dissertation</b>	<b>XXI</b>
<b>Summary of the Dissertation</b>	<b>XXIII</b>
<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
Die Mathematiklehre als Spannungsfeld in der Ingenieurausbildung	1
Der Kontext dieser Dissertation: Das MatheMasch-Projekt . . . . .	3
Die Ziele dieser Arbeit . . . . .	4
Der Aufbau der Arbeit . . . . .	4
<b>1 Die Relevanz der deutschen Ingenieurausbildung und das Abbruchproblem</b>	<b>5</b>
1.1 Zahlen und Fakten zum Studium in Deutschland . . . . .	6
1.1.1 Allgemeine Zählungen . . . . .	6
1.1.2 Anteile der Ingenieurwissenschaften . . . . .	7
1.1.3 Studiendauer . . . . .	8
1.1.4 Frauen in den Ingenieurwissenschaften . . . . .	9
1.2 Bedeutung der Ingenieure für Deutschland . . . . .	10
1.2.1 Einflüsse auf die Wirtschaft . . . . .	11
1.2.2 Absolventenzahlen und Fachkräftemangel . . . . .	13
1.3 Gründe und Zahlen zum Studienabbruch . . . . .	15
1.3.1 Allgemeines zu den Studienabbruchquoten . . . . .	15
1.3.2 Studienabbruch bei Ingenieuren . . . . .	18
1.4 Hochschulprojekte . . . . .	23
1.4.1 Klassische Maßnahmen . . . . .	23
1.4.2 Ausgewählte Projekte . . . . .	24
1.5 Studieren in Paderborn . . . . .	32
1.5.1 Allgemeine Daten . . . . .	32
1.5.2 Der Studiengang Maschinenbau . . . . .	32
<b>2 Mathematisches Modellieren in der mathematikdidaktischen Diskussion</b>	<b>39</b>
2.1 Einführung . . . . .	39

2.2	Definition von Modell, Modellieren und Modellierungsaufgaben	41
2.3	Modellierungskreisläufe und Modellierungskompetenzen . . .	43
2.3.1	Klassifizierung von Modellierungskreisläufen . . . . .	43
2.3.2	Modellierungskompetenzen . . . . .	52
2.4	Modellierungsperspektiven nach Greefrath et al. . . . .	53
2.4.1	Realistisches oder angewandtes Modellieren . . . . .	54
2.4.2	Kontextuelles Modellieren . . . . .	54
2.4.3	Pädagogisches Modellieren . . . . .	55
2.4.4	Sozio-kritisches Modellieren . . . . .	55
2.4.5	Epistemologisches oder theoretisches Modellieren . . .	55
2.4.6	Kognitives Modellieren . . . . .	56
2.4.7	Affektive Ansätze zum Modellieren nach Borromeo Ferri	56
2.5	Ziele des Modellierens . . . . .	57
2.5.1	Stoffbezogene Ziele . . . . .	57
2.5.2	Pädagogische Ziele . . . . .	57
2.5.3	Psychologische Ziele . . . . .	58
2.5.4	Wissenschaftsorientierte Ziele . . . . .	59
2.5.5	Weitere Ziele des Modellierens . . . . .	59
2.6	Kategorien von Anwendungsaufgaben nach Greefrath et al. .	60
2.6.1	Klassische Sachaufgabentypen . . . . .	60
2.6.2	Authentizität, Relevanz und Bezüge zum Modellie- rungsprozess . . . . .	63
2.6.3	Weitere Analysekatgorien für Modellierungsaufgaben	64
2.6.4	Aufgabenklassifizierung realitätsnaher Aufgaben nach Maaß . . . . .	66
2.7	Argumente für und gegen die Lehre des mathematischen Modellierens . . . . .	71
<b>3</b>	<b>Das Konzept zur Entwicklung anwendungsorientierter Aufgaben</b>	<b>75</b>
3.1	Ziele und Gründe der Konzept-Entwicklung . . . . .	76
3.1.1	Unsere Ziele in Anlehnung an die Übersicht nach Kaiser	76
3.1.2	Ingenieurmathematik im hochschuldidaktischen Kontext	78
3.2	Das Konzept zur Aufgabenentwicklung: Innovation durch neue Aufgaben ohne sonstige Eingriffe . . . . .	81
3.2.1	Die Problemlage . . . . .	82
3.2.2	Die Konzeptidee für Anwendungsaufgaben in der Ma- thematik für Maschinenbauer . . . . .	87
3.3	Das Konzept im Klassifizierungsschema nach Maaß . . . . .	96
3.3.1	Ziele und Zielgruppen des Konzepts . . . . .	96
3.3.2	Das Konzept im Klassifizierungsschema . . . . .	98

3.4	Stoffdidaktische Analyse zweier Konzept-Aufgaben . . . . .	101
3.4.1	Die Laserstrahl-Aufgabe . . . . .	101
3.4.2	Die Halfpipe-Aufgabe . . . . .	109
3.5	Anmerkungen zur konkreten Aufgabenkonstruktion . . . . .	119
3.5.1	Die Checkliste . . . . .	119
3.5.2	Hinweise zu den Musterlösungen . . . . .	122
3.5.3	Vorschläge zur Einsetzbarkeit der Aufgaben . . . . .	123
3.5.4	Bekanntheit als Nachteil? . . . . .	123
3.6	Vergleich mit zwei ähnlichen Konzepten . . . . .	124
3.6.1	Kontextorientierte Aufgaben aus Braunschweig . . . . .	125
3.6.2	Anwendungsaufgaben von Papula . . . . .	128
<b>4</b>	<b>Das Untersuchungskonzept der Intervention</b>	<b>133</b>
4.1	Zur Evaluation der Lehre an Hochschulen . . . . .	133
4.1.1	Quellen der Lehrevaluation an Hochschulen . . . . .	134
4.1.2	Klassifizierung nach Kromrey . . . . .	137
4.2	Auswahl des Forschungsansatzes zur Evaluation der Intervention	141
4.2.1	Evaluationsforschung . . . . .	141
4.2.2	Design-Based Research . . . . .	142
4.2.3	Einordnung unseres Projektes . . . . .	143
4.3	Überblick über die durchgeführten Studien . . . . .	144
4.3.1	Beteiligte Personen . . . . .	144
4.3.2	Ablauf der Studien und wichtige Begriffe . . . . .	144
4.3.3	Äußere Einflüsse auf die Studien . . . . .	151
4.3.4	Verwendete Tests und Programme . . . . .	152
4.4	Hypothesen, Forschungsfragen und Operationalisierung . . . . .	153
4.4.1	Die Forschungsfragen der Aufgabenevaluationsstudien	154
4.4.2	Die Forschungsfragen der Vergleichsstudien . . . . .	160
4.4.3	Zu den Eigenschaften der Stichproben bei den Vergleichsstudien . . . . .	175
<b>5</b>	<b>Die Aufgabenevaluationsstudien</b>	<b>189</b>
5.1	Aufbau und Instrumente . . . . .	189
5.1.1	Aufbau der Studie . . . . .	189
5.1.2	Die verwendeten Anwendungsaufgaben . . . . .	190
5.1.3	Forschungsfragen und Instrumente . . . . .	191
5.1.4	Änderungen an den Akzeptanzfragebögen zum WS14/15	201
5.2	Testgütekriterien . . . . .	202

5.3	Ergebnisse zu den Forschungsfragen AF1-4 (Akzeptanzbefragungen)	206
5.3.1	Die Laserstrahl-Aufgabe im WS13/14	207
5.3.2	Die Aufgabe zur Flugsicherheit im WS13/14	223
5.3.3	Die Federpendel-Aufgabe im WS13/14	237
5.3.4	Die Aufgabe über den freien Fall im WS13/14	254
5.3.5	Die Stahlbalken-Aufgabe im WS13/14	269
5.3.6	Kommentare der Studierenden zu den Aufgaben im WS13/14	283
5.3.7	Erkenntnisse aus den Scans der studentischen Bearbeitungen vom WS13/14	286
5.3.8	Ein Fazit zu den Akzeptanzbefragungen im WS13/14	289
5.3.9	Die Laserstrahl-Aufgabe im Vergleich: WS13/14 zu WS14/15	292
5.3.10	Die Pendeluhr-Aufgabe im Vergleich: WS13/14 zu WS14/15	294
5.3.11	Die Halfpipe-Aufgabe im WS14/15	296
5.3.12	Die Aufgabe „Brücke im Winter“ im SoSe15	298
5.3.13	Die „Heißer Stahl“-Aufgabe im SoSe15	300
5.3.14	Die Aufgabe zur „Bauteilbelastung“ im SoSe15	303
5.4	Ergebnisse zu den Forschungsfragen AF5-7 (Endbefragungen)	304
5.4.1	Einstellungen zu den Aufgaben insgesamt (AF5)	304
5.4.2	Erinnerung an die Anwendungsaufgaben und ihre mathematischen Schwerpunkte (AF6)	316
5.4.3	Bewertung der erlebten Verbindung von Mathematik- und Ingenieurfachveranstaltung (AF7)	323
<b>6</b>	<b>Zu den Eigenschaften der Stichproben bei den Vergleichsstudien</b>	<b>325</b>
6.1	Design und Stichprobe zur Vergleichsstudie im WS13/14	325
6.1.1	Die Zusammensetzung der Probanden im WS13/14	325
6.1.2	Studienmotivation, Lernmotivation und Einstellungen zu Anwendungsaufgaben im WS13/14	337
6.1.3	Mathematikspezifische Lernstrategien und Feststellungen zum Wesen der Mathematik im WS13/14	343
6.1.4	Zur Forschungsfrage: Die Unterschiede im Überblick	355
6.2	Design und Stichprobe zur Vergleichsstudie im WS14/15 und SoSe15	357
6.2.1	Die Zusammensetzung der Probanden	357
6.2.2	Studienmotivation, Lernmotivation und Einstellungen zu Anwendungsaufgaben ab WS14/15	361

6.2.3	Mathematikspezifische Lernstrategien und Feststellungen zum Wesen der Mathematik ab WS14/15 . . . . .	367
6.2.4	Die Probanden in der Endbefragung WS14/15 . . . . .	372
6.2.5	Die Probanden in der Endbefragung SoSe15 . . . . .	372
6.2.6	Fazit . . . . .	373
<b>7</b>	<b>Ergebnisse zu den Vergleichsstudien</b>	<b>375</b>
7.1	Unterschiede in der Relevanzeinschätzung der Mathematik . . . . .	375
7.1.1	Gruppenunterschiede hinsichtlich der globalen Relevanzeinschätzung der Mathematik (VR1) . . . . .	376
7.1.2	Zur Relevanz der einzelnen mathematischen Themen (VR2) . . . . .	389
7.2	Die Selbsteinschätzung bezüglich der Anwendbarkeit des Gelernten . . . . .	399
7.3	Auswirkungen auf die Motivation der Studierenden . . . . .	401
7.3.1	Die Motivationsentwicklung im Vergleich zwischen Experimental- und Kontrollgruppe (VM1) . . . . .	401
7.3.2	Die relative Bedeutung der Anwendungsaufgaben hinsichtlich der Motivationsentwicklung (VM2) . . . . .	407
7.4	Verzahnung Mathematik und Ingenieurfachveranstaltungen . . . . .	419
7.4.1	Bewertungen der erlebten Verzahnung . . . . .	419
7.4.2	Die Unterschiede im Verzahnungswunsch . . . . .	425
7.4.3	Zusammenfassung zur Verzahnungsthematik . . . . .	428
7.5	Das Bedürfnis nach Anwendungsaufgaben . . . . .	429
7.5.1	Die Bevorzugung des Aufgabentyps . . . . .	429
7.5.2	Der Studiengruppenzugehörigkeitswunsch . . . . .	433
7.5.3	Zusammenfassung zum Bedürfnis nach Anwendungsaufgaben . . . . .	436
7.6	Auswirkungen auf das Lernverhalten insgesamt . . . . .	437
7.6.1	Auswirkungen auf die Beschäftigungsintensität (VL1) . . . . .	437
7.6.2	Freude an der Bearbeitung der Übungsaufgaben (VL2) . . . . .	441
7.6.3	Zusammenfassung zu VL1 und VL2 . . . . .	442
7.7	Unterschiede in der Gesamtbewertung der Mathematik-Veranstaltung zwischen Experimental- und Kontrollgruppe . . . . .	443
7.7.1	Nützlichkeitsbewertungen im WS13/14 . . . . .	444
7.7.2	Nützlichkeitsbewertungen im WS14/15 . . . . .	446
7.7.3	Nützlichkeitsbewertungen im SoSe15 . . . . .	448
7.7.4	Formelanwendung ohne Verständnis . . . . .	449
7.7.5	Zusammenfassung zu den Unterschieden in der Gesamtbewertung . . . . .	450

7.8	Unterschiede in der Klausurleistung und den erlangten Bonuspunkten zwischen Experimental- und Kontrollgruppe . . .	451
7.8.1	Klausurergebnisse und Bonuspunkte im WS14/15 . . .	451
7.8.2	Klausurergebnisse und Bonuspunkte im SoSe15 . . . .	453
7.8.3	Zusammenfassung zur Klausurleistung . . . . .	455
<b>8</b>	<b>Zusammenfassung der Ergebnisse und Ausblick</b>	<b>457</b>
8.1	Abschließende Beantwortung der Forschungsfragen . . . . .	457
8.1.1	Die Aufgabenevaluation . . . . .	457
8.1.2	Zu den Eigenschaften der Stichproben bei den Vergleichsstudien . . . . .	465
8.1.3	Die Vergleichsstudien . . . . .	466
8.2	Konsequenzen aus den wissenschaftlichen Studien für die Mathematikausbildung der Ingenieure . . . . .	478
8.3	Ausblick . . . . .	481
<b>9</b>	<b>Anhang</b>	<b>485</b>
9.1	Anhang A: Die verwendeten Fragebögen . . . . .	485
9.2	Anhang B: Die Aufgabenstellungen der eingesetzten Anwendungsaufgaben . . . . .	536
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>555</b>

Anwendungsorientierte Aufgaben für  
Mathematikveranstaltungen der  
Ingenieurstudiengänge  
Konzeptgeleitete Entwicklung und Erprobung am  
Beispiel des Maschinenbaustudiengangs im ersten  
Studienjahr

Wolf, P.

2017, XXIV, 570 S. 159 Abb., Softcover

ISBN: 978-3-658-17771-3