

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Legitimierung	5
2.1	Inhaltliche Legitimierung	5
2.2	Wissenschaftliche Relevanz	8
3	Curriculare Innovation und Ziele der Arbeit	15
3.1	Curriculare Innovation	15
3.2	Ziele der Arbeit	20
4	Theorieteil	23
4.1	Fachwissenschaftliche Theorie	23
4.1.1	Das Konzept Self-assembly	23
4.1.2	Der Cheerios-Effekt	32
4.1.3	Einschlussverbindungen mit Cyclodextrinen	35
4.1.4	Mizellen und Vesikel	40
4.1.5	Hydrokolloid-Gele	45
4.1.5.1	Alginate-Gele	46
4.1.5.2	Gellan-Gele	51
4.1.6	Self-assembled Monolayer	56
4.2	Fachdidaktische Theorie	62
4.2.1	Experimente	62
4.2.2	Modelle	65
4.2.3	Schülerlabore	74
4.3	Technologie des 3D-Drucks	78
4.3.1	Arbeitsprozess im 3D-Druck	78
4.3.2	CAD-Software und .stl-Dateiformat	79
4.3.3	CAM-Software und .gcode-Dateiformat	80

4.3.4	Druckverfahren	81
4.3.5	Ultimaker 3 Extended	82
4.3.6	Filament	84
4.3.7	Gesundheitsrisiken	85
4.3.8	Argumente für den Einsatz des 3D-Drucks in Chemiedidaktik und Schule	86
4.3.9	3D-Druck in der Didaktik	87
5	Konzeption des Self-assembLABs	89
5.1	Lehrkonzept	89
5.1.1	Zielgruppe	89
5.1.2	Entwicklung einer Definition für Self-assembly	89
5.1.3	Entwicklung der Beschreibungen der Elemente eines Self-assembly-Prozesses	101
5.1.4	Setting des Self-assembLABs	106
5.2	Experimente für das Self-assembLAB	110
5.2.1	Anforderungen an Experimente	110
5.2.2	V1 - Reißzweckenflöße	113
5.2.3	Self-assembling Kugel	116
5.2.4	V2 - Emulsionen	119
5.2.5	V3 - Mizellen und Vesikel	122
5.2.6	V4 - Hydrokolloid-Gele	130
5.2.7	V5 - Self-assembled Monolayer	137
5.3	Modellbasierte Visualisierungen	147
5.3.1	Ein neuartiges Modellkonzept zu zwischenmolekularen Wechselwirkungen	149
5.3.1.1	Modellkonzept	149
5.3.1.2	Technische Umsetzung des Modellkonzepts	153
5.3.1.3	Zusammenspiel verschiedener Anschauungsmodelle	155
5.3.1.4	Modellkritik	156
5.3.2	Entwickelte Modelle	157
5.3.2.1	Modelle zu V2 - Emulsionen	157
5.3.2.2	Modelle zu V3 - Mizellen und Vesikel	161
5.3.2.3	Modelle zu V4 - Hydrokolloid-Gele	167
5.3.2.4	Modelle zu V5 - Self-assembled Monolayer	177

5.4 Konzeption des Arbeitsmaterials	185
5.5 Lehrplanbezug	189
5.5.1 Verknüpfung mit den bundesweiten Bildungsstandards	189
5.5.2 Verknüpfung mit dem Kernlehrplan des Landes Nordrhein-Westfalen	196
6 Forschungsmethodik	201
6.1 Qualitative Inhaltsanalyse	201
6.2 Analysesoftware MAXQDA	204
6.3 Intercoderübereinstimmung	205
6.4 Paraphrasierung	207
6.5 Interviews	207
6.6 Beobachtungen	208
6.7 Triangulation	208
7 Erprobungen	209
7.1 Vorerprobung	209
7.1.1 Beschreibung der Vorerprobung	209
7.1.2 Erhebung zur Vorerprobung	211
7.2 Haupterprobung	212
7.2.1 Proband:innen	212
7.2.2 Ziele und Forschungsfragen der Haupterprobung	214
7.2.3 Grundsätzlicher Ablauf und Erhebungsinstrumente der Haupterprobung	216
7.2.4 Darlegung der Durchläufe	220
7.2.4.1 Zeitlicher Verlauf einzelner Phasen	220
7.2.4.2 Paraphrasierung der Durchläufe	223
7.2.5 Untersuchung der Modellkompetenz	230
7.2.5.1 Modellkompetenztest	231
7.2.5.2 Modellkompetenzspezifische Betrachtung der Vorträge	238
7.2.5.3 Fazit zur Modellkompetenz	241
7.2.6 Untersuchung zum Verständnis zu Self-assembly	242
7.2.6.1 Test auf Vorwissen	243
7.2.6.2 Wissenstest	248
7.2.6.3 Fachwissensspezifische Betrachtung des Materials	253

7.2.6.4	Fazit zum Verständnis zu Self-assembly	255
7.2.7	Erhebung des Feedbacks der Proband:innen	257
7.2.8	Erhebung zur Optimierung	259
7.2.8.1	Kategorien zur Optimierung	260
7.2.8.2	Intercoderübereinstimmung der Kategorien zur Optimierung	265
7.2.8.3	Ergebnisse aus den Videos	271
7.2.8.4	Ergebnisse aus dem Arbeitsmaterial	273
7.3	Fazit aus den Erprobungen	275
8	Optimierung des Self-assemblyLABs	277
8.1	Optimierungen im Bereich des Experimentierens	278
8.1.1	Optimierungen zu „Uneindeutigen Versuchsbeschreibungen“ im Bereich des Experimentierens	278
8.1.2	Optimierungen zu „Konzeptionellen Problemen“ im Bereich des Experimentierens	281
8.1.3	Optimierungen zu „Falschem Lesen“ im Bereich des Experimentierens	283
8.1.4	Optimierungen zu „Fehlendem Vorwissen“ im Bereich des Experimentierens	285
8.1.5	Optimierungen zu „Sonstigem“ im Bereich des Experimentierens .	286
8.2	Optimierungen im Bereich des Lernmaterials	288
8.2.1	Optimierungen zu „Uneindeutigem Lernmaterial“ im Bereich des Lernmaterials	288
8.2.2	Optimierungen zu „Fachlichen Problemen“ im Bereich des Lernmaterials	290
8.2.3	Optimierungen zu „Falschem Lesen“ im Bereich des Lernmaterials	292
8.2.4	Optimierungen zu „Konzeptionellen Problemen“ im Bereich des Lernmaterials	294
8.2.5	Optimierungen zu „Fehlendem Vorwissen“ im Bereich des Lernmaterials	295
8.2.6	Optimierungen zu „Sonstigem“ im Bereich des Lernmaterials . . .	295
8.3	Optimierungen im Bereich der Modelle	296
8.3.1	Optimierungen zu „Schwierigkeiten im Umgang“ im Bereich der Modelle	296

8.3.2 Optimierungen zu „Unintendiertem Umgang“ im Bereich der Modelle	297
8.3.3 Optimierungen zu „Defekten Modellen“ im Bereich der Modelle . .	298
8.4 Fazit zur Optimierung des Self-assembLABs	299
8.5 Verschiedene Betriebsmodi des Self-assembLABs	299
9 Zusammenfassung und Ausblick	303
Verzeichnisse	306
A Anhang	343
A.1 Daten zur Legitimierung	343
A.2 Tabellarische Darstellung der Ziele und Forschungsfragen	351
A.3 Geförderte Kompetenzerwartungen	352
A.4 Weitere Materialien zur Konzeption des Self-assembLABs	354
A.5 Weitere Materialien zur Vorerprobung	411
A.6 Gesammelte Arbeitsmaterialien	416
A.7 Weitere Materialien zur Haupterprobung	417
A.8 Weitere Materialien zur Optimierung	450