

1 Einleitung: Digitale Schmerzerfassung und personalisierte Medizin	1
1.1 Zusammenfassung der Arbeit	5
1.2 Einführung in das Thema	7
1.2.1 Personalisierte Gesundheitsversorgung und Medizin	7
1.2.2 Digital-ökonomische Implikationen in der Gesundheitsversorgung	9
1.2.3 Zur Bedeutung von nutzer*innenzentrierten Gesundheitsanwendungen	11
1.2.4 Zusammenfassung: Thematische Einbettung der Arbeit	13
1.3 Zielstellungen, Forschungsfragen und Vorgehen	13
1.3.1 Zielstellungen und Forschungsfragen	13
1.3.2 Aufbau der Arbeit	16
2 Forschungsstand zum Design digitaler Schmerzerfassung	19
2.1 Schmerzerfassung: Klinischer Hintergrund	19
2.1.1 Entstehung und Ursachen von Schmerz	19
2.1.2 Schmerzmodelle	20
2.1.3 Schmerzchronifizierung	22
2.1.4 Objektivierung von Schmerzen	23
2.1.5 Therapieansätze zur Behandlung von Schmerzen	24
2.1.5.1 Prinzipien der Schmerztherapie und WHO Stufenplan	24

2.1.5.2	Multimodale interdisziplinäre Schmerztherapie	25
2.1.6	Klinische Verfahren zur selbstberichteten Schmerzerfassung	26
2.1.6.1	Schmerzerfassung mittels unidimensionaler Gesichter und Symbole	27
2.1.6.2	Schmerzerfassung mittels unidimensionaler Skalen	28
2.1.6.3	Schmerzerfassung mittels Fragebögen und multifaktorielle Erfassung	30
2.1.7	Zusammenfassung: Eine mechanistische Perspektive auf Schmerzen	39
2.2	Schmerzerfassung: Digitale Praxis	40
2.2.1	Schmerzerfassung in Gesundheitsanwendungen	43
2.2.1.1	Eingabeelemente grafischer Nutzer*inneninterfaces zur Schmerzerfassung	45
2.2.1.2	Wie Schmerzerfassung in digitalen Gesundheitsanwendungen erfolgt	49
2.2.2	Referenzprojekte – kreativ-persönlicher Schmerzausdruck	50
2.3	Schmerzerfassung als gestalterische Praxis	53
2.3.1	Entwicklungsverfahren, Prozesse und Werkzeuge zur Gestaltung	54
2.3.1.1	Der Ansatz des Human-Centered und User-Centered Designs	55
2.3.1.2	Die Ansätze des partizipativen Designs und des Co-Designs	56
2.3.1.3	Praxisbasierte Designforschung	57
2.3.1.4	Evaluation hinsichtlich der Gebrauchstauglichkeit (Usability)	58
2.3.1.5	Evaluation der Nutzungserfahrung (User Experience und Patient Experience)	59
2.3.1.6	Evaluation der Akzeptanz (Acceptability)	59
2.3.1.7	Evaluation durch kombinierte Ansätze	60
2.3.1.8	Zur Dominanz schematischer und mechanistischer Entwicklungsverfahren	60

2.3.2	Formfaktoren und Entwurfswerkzeuge der digitalen Schmerzerfassung	61
2.3.2.1	Die Dominanz der Plattform-Anbieter: Google (Alphabet) und Apple	62
2.3.2.2	Die Formfaktoren Smartphone und Tablet	63
2.3.2.3	Typen von Gesundheitsanwendungen	65
2.3.2.4	Entwurfswerkzeuge für Designer*innen von Gesundheitsanwendungen	67
2.3.3	Der Einfluss von Plattformen, Formfaktoren und Entwurfswerkzeugen	68
2.4	Zusammenfassung des Forschungsstands	68
3	Methodologie und Methoden	71
3.1	Methodologische Verortungen	72
3.2	Vorgehen und Methoden	76
3.2.1	Entwurfsansätze und Vorgehen	76
3.2.1.1	Limitationen der Methode	78
3.2.2	Verwendete Methoden	78
3.2.2.1	Recherchemethoden	78
3.2.2.2	Entwurfsmethoden	79
3.2.2.3	Testmethoden	80
3.2.2.4	Auswertungsmethoden	82
3.2.3	Gewählte Strategien und Taktiken des Forschungsprozesses	82
3.3	Zusammenfassung	84
4	Praxisbasierte Entwicklung eines Schmerzerfassungssystems	87
4.1	Studie I: Konzeptstudie	87
4.1.1	Durchführung semistrukturierter Interviews und Analyse eines online Selbsthilfeforum	88
4.1.1.1	Interviews mit Betroffenen: Herausforderungen der Schmerzbeschreibung	89
4.1.1.2	Interviews mit Behandler*innen: Die therapeutische Dimension der Schmerzerfassung	91
4.1.1.3	Schmerzbeschreibungen in einem Onlineforum für Schmerzpatient*innen	93

4.1.1.4	Ergebnisse der Untersuchung: Schmerzbeschreibungen anhand Metaphern	93
4.1.2	Entwicklung von Entwurfskriterien	94
4.1.2.1	Entwicklungsvorgang des ikonographischen Umsetzungsmodus der Kriterien für eine visuell-haptische Schmerzerfassung	97
4.1.3	Umsetzung von Entwurfskriterien in eine Konzeptstudie	98
4.1.3.1	Untersuchungen zur grafisch-visuellen Schmerznotation	99
4.1.3.2	Semantisch-assoziative Studien zum Figur-Grund-Verhältnis	101
4.1.3.3	Assoziative Studien zur Schmerzform	104
4.1.3.4	Ausarbeitung einer Konzeptstudie zur parametrischen Schmerzerfassung	107
4.1.3.5	Erarbeitung eines Formenkatalogs	107
4.1.3.6	Systematisierung und Transformation von Schmerzformen	109
4.1.3.7	Entwicklung von Animationsparametern der Schmerzformen	113
4.1.3.8	Ergebnisse der Konzeptstudie	117
4.1.3.9	Evaluation der Konzeptstudie	120
4.1.3.10	Implikationen für die UI und UX	122
4.1.4	Diskussion der Konzeptstudie	123
4.2	Studie II: Grundlagenstudie	124
4.2.1	Entwicklung von Testgrafiken der Grundlagenstudie	125
4.2.1.1	Zu testende Hypothesen der Grundlagenstudie	125
4.2.1.2	Test und Versuchsaufbau der Grundlagenstudie	126
4.2.1.3	Testgerät ‚Smartphone Simulator‘ zum interaktiven Prototyping	127
4.2.1.4	Steuerungsskript der Grundlagenstudie	130
4.2.1.5	Testgrafiken der Grundlagenstudie	131
4.2.2	Durchführung der Grundlagenstudie	146
4.2.2.1	Teilnehmende: Patient*innen und Proband*innen der Grundlagenstudie	147

4.2.2.2	Eingesetzte Befragungsmethoden der Grundlagenstudie	150
4.2.2.3	Auswertung der Grundlagenstudie	150
4.2.3	Ergebnisse der Grundlagenstudie	151
4.2.3.1	Ergebnisse der quantitativen Erhebung	151
4.2.3.2	Ergebnisse des semistrukturierten Interviews und des ‚lauten Denkens‘	156
4.2.4	Diskussion der Grundlagenstudie	157
4.2.4.1	Zusammenfassung	157
4.2.4.2	Schlussfolgerungen aus der Grundlagenstudie	159
4.2.4.3	Ausblick	160
4.3	Studie III: Entwicklungsstudie	161
4.3.1	Vorgehen und Methoden zur Entwicklung	161
4.3.1.1	Untersuchungen zur fluiden Schmerzdarstellung und zu den Formentransformationen	161
4.3.1.2	Versuchsaufbau zu organischen Formen und zur Formentransformationen	162
4.3.1.3	Untersuchungen zur Verortung der Schmerzen	166
4.3.1.4	Körperdarstellung	168
4.3.1.5	Untersuchungen zu Parametern, grafischem Interface (UI) und Steuerung (UX)	169
4.3.2	UI/UX-Prototyp des Schmerzerfassungssystems	176
4.3.2.1	Diskussion des Prototyps	182
4.3.3	Zusammenfassung und Ausblick	185
4.3.3.1	Zusammenfassung	185
4.3.3.2	Ausblick	185
4.4	Studie IV: Demonstrationsstudie	187
4.4.1	Entwicklung des Demonstrators	187
4.4.1.1	Beschreibung des Demonstrators	190
4.4.2	Durchführung der Demonstrationsstudie	197
4.4.2.1	Rahmenbedingungen	197
4.4.2.2	Teilnehmende der Demonstrationsstudie	198
4.4.2.3	Teilnehmende: Patient*innen und Proband*innen	198

4.4.2.4	Durchführung der Demonstrationsstudie und eingesetzte Methoden	201
4.4.2.5	Teilnehmende: Expert*innen	201
4.4.2.6	Quantitative Sensory Testing	201
4.4.2.7	Befragungsmethoden für Patient*innen und Proband*innen	202
4.4.2.8	Evaluation durch Expert*innen aus dem Bereich Schmerztherapie	204
4.4.2.9	Auswertung	206
4.4.3	Ergebnisse der Demonstrationsstudie	208
4.4.3.1	Ergebnisse Patient*innen und Proband*innen	208
4.4.3.2	Einschätzung der Expert*innen aus dem Bereich Schmerztherapie	219
4.4.4	Diskussion und Ausblick	225
4.4.4.1	Zusammenfassung der Demonstrationsstudie	225
4.4.4.2	Diskussion und Schlussfolgerungen aus der Demonstrationsstudie	226
4.5	Der praxisbasierte Entwicklungsprozess	228
4.5.1	Diskussion	230
5	Fazit	235
5.1	Zusammenfassung	235
5.2	Konklusion	238
5.2.1	Zentrale praktische Ergebnisse der Arbeit	238
5.2.2	Zentrale theoretische Ergebnisse der Arbeit	239
5.2.3	Limitationen	242
5.2.4	Fazit	243
5.3	Ausblick	244
5.3.1	Technisch-funktionale Weiterentwicklung	245
5.3.2	Validierung des Ansatzes und klinische Nutzbarmachung	246
5.3.3	Optimierung für Einsatzszenarien	246
5.3.4	Ausblick für die Designtheorie	246
5.4	Schluss	247
Literaturverzeichnis	249	