



ulm university

universität
uulm

Fakultät für Ingenieurwissenschaften, Informatik und Psychologie
Institut für Datenbanken und Informationssysteme
Direktor: Prof. Dr. Manfred Reichert

Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades Dr. rer. nat.
der Fakultät für Ingenieurwissenschaften, Informatik und Psychologie
der Universität Ulm

Ein Rahmenwerk zur mobilen Unterstützung therapeutischer Interventionen

vorgelegt von

Marc Schickler

aus Ulm

2018

Amtierender Dekan

Prof. Dr.-Ing. Maurits Ortmanns

Gutachter

Prof. Dr. Manfred Reichert
Prof. Dr. Thomas Probst

Tag der Promotion

26.11.2018



für meinen Opa Rolf...



Vorwort

Die vorliegende Arbeit entstand während meiner Tätigkeit als Doktorand am Institut für Datenbanken und Informationssysteme der Universität Ulm. Die adressierten Problemstellungen wurden im Rahmen des Forschungsprojekts *MobileTx* (*Mobile Therapy Execution*) identifiziert und bearbeitet. Die Arbeit war darüber hinaus durch praktische Anforderungen und Fragestellungen aus verschiedenen Teilprojekten mit externen Partnern geprägt. Als Resultat ist ein innovatives Rahmenwerk für die flexible und mobile Unterstützung therapeutischer Interventionen entstanden. An dieser Stelle möchte ich mich bei allen Personen bedanken, die mich während dieser spannenden Zeit begleitet haben und ohne deren Unterstützung diese Arbeit in der vorliegenden Form nicht möglich gewesen wäre.

Mein herzlicher Dank gilt zunächst Herrn Prof. Dr. Manfred Reichert für die enge Betreuung dieser Arbeit, seiner freundschaftlichen Unterstützung und seinem Einsatz als Doktorvater.

Ich danke ebenfalls Herrn Prof. Dr. Thomas Probst für die Übernahme des Koreferats sowie seinen kreativen und innovativen Ideen für diese Arbeit. Darüber hinaus möchte ich Herrn Dr. Winfried Schlee für seine Hilfestellungen danken.

Ein ganz besonderer Dank gilt Herrn Dr. Rüdiger Pryss für seine unermüdliche Unterstützung, unsere Freundschaft und seine grenzenlose Hilfsbereitschaft während meiner gesamten Promotionszeit.

Weitere Freundschaften entstanden in dieser Zeit zu Dr. Johannes Schobel, Michael Zimoch, Michael Stach, Tim Mohring und Kevin Andrews.

Ich möchte mich auch von ganzem Herzen bei meiner Frau Caro bedanken, die mir während der gesamten Promotionszeit den Rücken freigehalten, mich motiviert und unterstützt hat. Gleicher Dank gilt meiner Mutter, meinem Vater und meiner Schwester Tanja, ohne deren Rückhalt all dies nicht möglich gewesen wäre. Darüber hinaus möchte ich mich bei meiner Schwägerin Nadine für das Korrekturlesen dieser Arbeit bedanken.

Zu guter Letzt möchte ich mich bei meinen Freunden Tobias Wieder, Tobias Ebner, Michael Knoblauch, Sven Gastrock, Kevin Kaiser, Marcel Angerer und Marc Schneidewind für die Unterstützung und die motivierenden Worte in den letzten Jahren bedanken.



Kurzfassung

Immer mehr Menschen leiden in der heutigen Zeit unter psychischen Erkrankungen, wie Depressionen oder Posttraumatischen Belastungsstörungen, die mithilfe therapeutischer Interventionen im Rahmen einer Psychotherapie behandelt werden können. Die hierbei zur Anwendung kommenden Interventionen hängen jeweils grundsätzlich von den zu Beginn der Therapie definierten Therapiezielen ab, und erstrecken sich teilweise über mehrere Sitzungen hinweg. Viele Interventionen nutzen therapeutische Hausaufgaben, um die Zeit zwischen den Therapiesitzungen effizient zu gestalten bzw. eine bestmögliche Wirksamkeit der Intervention zu erzielen. Hierbei spielt die korrekte Durchführung der Hausaufgabe eine große Rolle, d.h. diese sollte einerseits im definierten Kontext (z.B. Zeit, Ort oder maximale Herzfrequenz) erfolgen und andererseits entsprechend den Vorgaben des Therapeuten ausgeführt werden. Darüber hinaus ist eine wahrheitsgetreue und lückenlose Rückmeldung (sog. Feedback) von Seiten des Patienten über den Verlauf der Hausaufgabe essentiell, damit der Therapeut wichtige Erkenntnisse hinsichtlich der Wirksamkeit der Hausaufgabe bzw. therapeutischen Intervention erhält. Aufgrund fehlender technischer Lösungen ist es Therapeuten heute weder möglich, die Korrektheit der durchgeführten Hausaufgabe zu überprüfen noch das direkte Feedback während oder im Anschluss an die Hausaufgabe zu erfahren. Aber auch auf Seiten des Patienten fehlt eine maßgeschneiderte technische Unterstützung, um eine kontinuierliche und angemessene Hausaufgabendurchführung gewinnbringend zu gewährleisten.

Die vorliegende Arbeit adressiert die erwähnten Aspekte und Anforderungen seitens der Therapeuten und Patienten durch Einführung eines umfassenden Rahmenwerks zur mobilen Unterstützung therapeutischer Interventionen. Die hierbei erarbeiteten Konzepte erlauben einerseits eine robuste und flexible Ausführung therapeutischer Interventionen auf einem mobilen Endgerät des Patienten, andererseits ermöglichen sie deren flexible Modellierung und Konfiguration durch den Therapeuten. Als weiteren Beitrag dieser Arbeit wurden Konzepte entwickelt, die durch den Einsatz von End-User Development Techniken den Therapeuten in die Lage versetzen, das technische Management therapeutischer Interventionen ohne Einbeziehung eines IT-Experten durchzuführen. Mithilfe eines umfangreichen Prototyps wurde das Rahmenwerk schließlich validiert und in mehreren praktischen Projekten getestet. Letztere haben gezeigt, dass das vorgestellte Rahmenwerk einen erheblichen Beitrag in der aktuellen Gesundheitsforschung leisten kann.



Inhaltsverzeichnis

I	Problemstellung und Anforderungsanalyse	3
1	Einleitung	5
1.1	Hintergrund	6
1.2	Beitrag der Arbeit	8
1.3	Forschungsmethodik	11
1.4	Aufbau	11
2	Anforderungsanalyse	15
2.1	Szenarien	15
2.1.1	Psychotherapie	17
2.1.2	Physiotherapie	31
2.1.3	Instrumentalunterricht	44
2.2	Generalisierung	56
2.3	Projekte	58
2.3.1	TrackYourTinnitus	59
2.3.2	Tinnitus Hearing Ability	63
2.4	Anforderungsanalyse	66
2.4.1	Aktivitäten und Übungen	67
2.4.2	Ausführungskontext	69
2.4.3	Patientenfeedback	71
2.4.4	Benachrichtigung	72
2.5	Zusammenfassung	73
3	Stand der Technik	75
3.1	Aktuelle Forschung	75
3.2	Existierende Technologien	80
3.2.1	minddistrict	81
3.2.2	TelePsy	83
3.3	Fazit	84
II	Grundlagen	85
4	Therapeutische Interventionen und Hausaufgaben	87
4.1	Allgemeiner Empfehlungsprozess therapeutischer Hausaufgaben	88
4.1.1	Gemeinsame Entwicklung und Formulierung	89
4.1.2	Spezifische Vergabe	90
4.1.3	Annahme und Auseinandersetzung	90
4.1.4	Selbstständige Ausführung	90
4.1.5	Befragung des Patienten	91
4.1.6	Erzählung der Erfahrungen	91

5	Prozessumgebung	93
5.1	Prozessmodell	94
5.2	Prozesselemente für azyklische Graphen	95
5.3	Prozesselemente für zyklische Graphen	104
5.4	Teilprozess	105
III Technische Lösung		107
6	Das Projekt <i>MobileTx</i>	109
7	Entwickelte Metamodelle	113
7.1	Metamodell für therapeutische Interventionen	113
7.2	Prozess-Metamodell für therapeutische Interventionen	115
7.2.1	Therapeutische Intervention	117
7.2.2	Therapeutische Hausaufgabe	118
7.2.3	Mobile Benachrichtigung	119
7.2.4	Ausführungskontext	120
7.2.5	Übung	124
7.2.6	(Einfache) Patientenaktivität	125
7.2.7	Komplexe Patientenaktivität	127
7.2.8	Sensorische Messung	128
7.2.9	Patientenfeedback	130
7.2.10	Multimediale Inhalte	132
8	Mehrstufiger Ebenenbasierter Mobiler Prozess	135
8.1	Hausaufgaben-Ebene	135
8.2	Übungs-Ebene	136
8.2.1	Patientenaktivitäten-Ebene	137
8.2.2	Sensorische Messungen-Ebene	137
8.3	Teilprozess-Ebene	137
9	Modellierung therapeutischer Interventionen	139
9.1	Allgemeine Definition der technischen Interventionsoperationen	139
9.1.1	INSERT-Operation	140
9.1.2	DELETE-Operation	142
9.1.3	MOVE-Operation	143
9.1.4	MODIFY-Operation	144
9.2	Erweiterte Definition der Interventionsoperationen in den Modellierungsebenen	145
9.2.1	Hausaufgaben-Ebene	145
9.2.2	Übungs-Ebene	157
9.2.3	Teilprozess-Ebene	167
9.3	Grafische Modellierungssprache	183
10	Konfiguration und Ausführung therapeutischer Interventionen	187
10.1	Konfiguration mittels (Complex) Executable Components	187
10.1.1	Notification Executable Component	189

10.1.2 Patient Executable Component	190
10.1.3 Measurement Executable Component	191
10.1.4 Feedback Executable Component	192
10.1.5 Complex Executable Component	193
10.2 Ausführung therapeutischer Interventionen	194
IV Validation	197
11 Prototypische Implementierung	199
11.1 Albatros Server	200
11.1.1 Datenstruktur	201
11.2 Albatros Konfigurator	204
11.2.1 Modellierung in der Übungs-Ebene	205
11.2.2 Detailkonfiguration in der Teilprozess-Ebene	207
11.2.3 Darstellung des mobilen Prozesses in BPMN 2.0	208
11.3 Albatros Therapie Management Anwendung	209
11.3.1 Behandlungsmodul – Verwaltung einer Therapie bzw. Intervention	210
11.3.2 Kontextmodul – Verwaltung der Ausführungskontexte	211
11.3.3 Aktivitätenmodul – Verwaltung der Patientenaktivitäten	212
11.3.4 Medienmodul – Verwaltung der multimedialen Inhalte	214
11.4 Albatros Smartphone Anwendung	215
11.4.1 Android Anwendung	217
11.4.2 iOS Anwendung	218
11.4.3 Hybrid Anwendung	219
11.4.4 Mobile Process Engine	221
11.4.5 Mobile Sensor Framework	223
11.4.6 Kontexterfassung	226
11.5 Albatros Smartwatch Anwendung	229
11.5.1 Eingabe des Patientenfeedbacks	230
12 Studie	237
12.1 Beschreibungsphase	240
12.2 Modellierungsphase	249
12.3 Analyse und Auswertung der Ergebnisse	254
12.3.1 Material und Methoden	254
12.3.2 Deskriptive Statistik	255
12.3.3 Explorative Statistik	259
V Fazit	261
13 Zusammenfassung und Ausblick	263
Anhang	265

Teil I

Problemstellung und Anforderungsanalyse

1

Einleitung

Bereits 2001 veröffentlichte die World Health Organization (WHO) einen Bericht, der darauf hinweist, dass jeder *vierte* Mensch weltweit im Laufe seines Lebens an mindestens einer *psychischen Erkrankung* leidet. Zum damaligen Zeitpunkt waren bereits 450 Millionen Menschen betroffen [O⁺01]. Neben Angststörungen gehört vor allem die *Depression* mit rund 268 Millionen weltweit Betroffenen zu den am meisten verbreiteten seelischen Störungen, wodurch diese entscheidend zum *Global Burden of Disease (GBD)*¹ beiträgt. Den wirtschaftlichen Schaden beziffert die *Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD)* auf rund 1,3 Billionen US-Dollar [who03] jährlich. Allein für Deutschland werden die jährlichen Kosten auf bis zu 22 Milliarden Euro geschätzt [all11].

Für die Behandlung einer Depression, ebenso wie für andere psychische Störungen, stehen heutzutage je nach Ausprägung und Schweregrad verschiedene störungsspezifische Therapieformen zur Verfügung, wie beispielsweise die Interpersonelle Therapie (IPT) [Kle03] und die Kognitive Verhaltenstherapie (KVT) [HST08]. Diese erlauben eine zielorientierte Behandlung einer Erkrankung im Rahmen einer zeitlich begrenzten Psychotherapie unter Anwendung unterschiedlicher wissenschaftlich anerkannter Methoden und Verfahren. Letztere unterscheiden sich je nach Therapieform sowie adressierter Störung. Ein weiteres Differenzierungsmerkmal ist, ob die Verfahren ausschließlich während einer Therapiesitzung angewendet werden oder auch darüber hinaus, etwa zwischen den Sitzungen in Form von Aufgaben und Übungen im Rahmen einer sog. *therapeutischen Hausaufgabe*. Gerade in der KVT, welche eine der verbreitetsten und am umfangreichsten untersuchten Therapieformen ist, gelten therapeutische Hausaufgaben als *wesentlicher Wirkfaktor* [BH02], um verhaltensbezogene Veränderungen beim Patienten zu erzielen und zu manifestieren. Die geplanten und auszuführenden therapeutischen Aktivitäten werden innerhalb einer Therapiesitzung vom Therapeuten gemeinsam mit dem Patienten individuell geplant, jeweils unter Berücksichtigung von dessen spezifischen Therapiezielen.

Therapeutische Hausaufgaben spielen nicht nur in der KVT oder allgemein in der Psychotherapie eine wichtige Rolle, sondern auch in Therapien anderer Disziplinen, etwa der *Physiotherapie*. Auch hier ist das Anwenden erlernter Techniken und Übungen in der Zeit zwischen den Therapiesitzungen ein elementarer Therapiebestandteil, um effizient eine Linderung der physischen Beschwerden zu erzielen [LSS⁺02].

Ein grundlegender Aspekt für einen erfolgreichen und wirksamen Einsatz therapeutischer Hausaufgaben ist deren korrekte und wie vom Therapeuten intendierte Ausführung durch den Patienten, d.h. Letzterer sollte die getroffenen Vereinbarungen der Hausaufgabe *einhalten* [MMR⁺10, KWZ⁺16]. Deren Nichteinhaltung gehört zu den am häufigsten genannten Gründen

¹Quantifizierung von Krankheiten und Risiken mit dem Ziel Prognosen für eine weltweite Verbesserung der Gesundheitszustände zu erstellen.

für das Abbrechen bzw. Scheitern einer KVT [HF04]. Die Ursachen für diese teils fehlende *Therapie- und Hausaufgabentreue*, die sog. *Hausaufgaben-Adhärenz* (engl. *Compliance*) seitens des Patienten, sind vielschichtig und auch bereits bekannt, jedoch stellt deren grundsätzliche Lösung sowohl die praktizierenden Therapeuten als auch die Forschung vor große Herausforderungen.

Mithilfe *mobiler Endgeräte*, wie beispielsweise Smartphones, Tablets oder Wearables, lassen sich diese Herausforderungen adressieren. So ermöglicht der Einsatz einer hausaufgaben-spezifischen mobilen Anwendung, einer sog. *mHealth*-Anwendung² [BTA⁺18, PRJ⁺18], einerseits das bisher noch fehlende *Monitoring*³ des Patienten während der Hausaufgaben-ausführung, um dadurch Rückschlüsse auf mögliche Gründe der Nichteinhaltung zu erhalten; andererseits ist bei Bedarf eine *Anpassung* der Hausaufgabe durch den Therapeuten auch außerhalb der Therapiesitzung möglich. Darüber hinaus erlauben es mobile Endgeräte weitere *wertvolle Informationen* zu sammeln, etwa Sensor- oder Kontextdaten, die zur Erhaltung oder gar *Steigerung der Wirksamkeit* einer therapeutischen Intervention beitragen können. Hierfür ist ein umfangreiches generisches Konzept vonnöten, das die nahtlose Integration mobiler Endgeräte, unabhängig von der gewählten Therapieform, ermöglicht. Die Entwicklung eines solchen Rahmenwerks, welches sowohl den Therapeuten bei der Erstellung, Konfiguration und Verwaltung mobiler therapeutischer Hausaufgaben als auch den Patienten während der Hausaufgaben-ausführung unterstützt, stellt das primäre Ziel der vorliegenden Arbeit dar.

1.1 Hintergrund

Wie erwähnt sind die Ursachen einer fehlenden Hausaufgaben-Adhärenz vielschichtig und erfordern daher eine differenzierte Betrachtung, um die angestrebte flexible und mobile Unterstützung therapeutischer Interventionen adäquat zu adressieren. Mithilfe eines exemplarischen Therapieszenarios, das in der gewählten abstrakten Form für verschiedene Therapieformen infrage kommt, werden grundlegende Aspekte und Missstände diskutiert, die durch den Einsatz mobiler Endgeräte verbessert bzw. aufgelöst werden können.

Abbildung 1.1 zeigt eine vereinfachte Darstellung eines exemplarischen Therapieszenarios. Dieses beginnt in der Regel mit einem Unfall, einer Krankheit oder allgemein mit auftretenden Beschwerden bei einer Person (vgl. Abbildung 1.1 ①). Da durch das reine Zuwarten keine Linderung der Beschwerden auftritt, wendet sich die betroffene Person an einen Fachexperten, etwa einen Therapeuten oder Arzt, der innerhalb der ersten Therapiesitzung meist mit einer Anamnese und Diagnose beginnt (vgl. Abbildung 1.1 ②). Darauf aufbauend wendet der Therapeut im Rahmen einer therapeutischen Intervention verschiedene wirksame Methoden und Techniken an, um eine Verbesserung des Gesundheitszustands herbeizuführen (vgl. Abbildung 1.1 ③). Noch während der Therapiesitzung erarbeitet und erläutert der Therapeut verschiedene Übungen, Aktivitäten und Aufgaben, die der Patient im Rahmen einer therapeutischen Hausaufgabe in der Zeit bis zur nächsten Therapiesitzung ggf. mehrmals durchführen soll (vgl. Abbildung 1.1 ④).

²Mobile Health (kurz: mHealth) ist ein Teilbereich des Electronic Health (eHealth), der sich mit tragbaren elektronischen Geräten, wie Smartphones oder Tablets, beschäftigt.

³Überwachung und Erfassung von Vorgängen

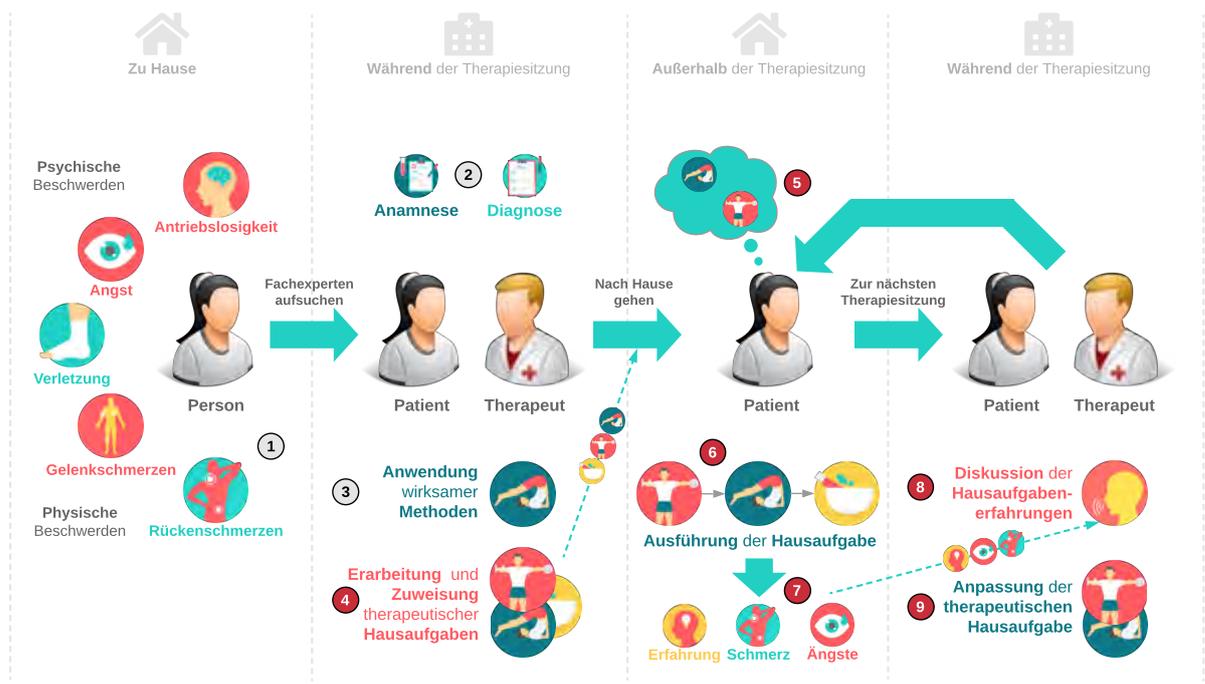


Abbildung 1.1: Exemplarisches Therapieszenario *ohne* IT-Unterstützung

Deren Ausführung beginnt meist damit, dass sich der Patient zunächst einmal an seine Hausaufgabe erinnern muss und anschließend an deren einzelne Übungen und Anweisungen, wie diese vom Therapeuten vorgegeben worden sind (vgl. Abbildung 1.1 (5)). Im Anschluss beginnt der Patient mit der Durchführung der Übungen (vgl. Abbildung 1.1 (6)), wobei er währenddessen oder im Anschluss daran verschiedene Eindrücke, Erfahrungen und Erkenntnisse sammelt (vgl. Abbildung 1.1 (7)). Beispielsweise kann es vorkommen, dass er eine Übung aufgrund von Schmerzen oder Ängsten nicht durchführt oder die Bewältigung einer Aufgabe zu schwierig ist (vgl. Abbildung 1.1 (7)). Diese für den Therapeuten bzw. die Gestaltung der Intervention äußerst wichtigen Informationen berichtet der Patient in der nächsten Therapiesitzung (vgl. Abbildung 1.1 (8)) in Form eines sog. *Patientenfeedbacks*. Basierend auf diesem Feedback erfolgt die Anwendung weiterer Behandlungstechniken und ggf. eine Anpassung der therapeutischen Hausaufgabe, die dann bis zur nächsten Therapiesitzung durchgeführt werden soll (vgl. Abbildung 1.1 (9)).

Anhand des in Abbildung 1.1 gezeigten *idealen* Szenarios lassen sich verschiedene Aspekte und Eigenschaften identifizieren, die einerseits ursächlich für eine inkorrekte Ausführung der therapeutischen Hausaufgabe sein können und andererseits Ansatzpunkte für eine sinnvolle Unterstützung durch mobile Endgeräten darstellen. Diese Aspekte (d.h. die hier rot markierten) werden im Folgenden erläutert:

- **Komplexe und missverständliche Hausaufgabenbeschreibung (4):** Für die korrekte Ausführung einer therapeutischen Hausaufgabe ist oftmals eine Vielzahl an Informationen, d.h. Anweisungen (“Beginnen Sie mit. . . Dann. . .”) oder Rahmenbedingungen (“nur in einer ruhigen Umgebung”) notwendig, die den Patienten überfordern können oder schlichtweg nicht nachvollziehbar für ihn sind. Des Weiteren kann eine unverständliche

Fachterminologie des Therapeuten zu Schwierigkeiten bei der späteren Hausaufgabenabführung führen.

- **Zeitintensive Erklärungen ④:** Die Erläuterung und das Üben der teils komplexen therapeutischen Hausaufgaben innerhalb der Therapiesitzung nimmt verhältnismäßig viel Zeit in Anspruch, die dann für die Anwendung anderer Behandlungstechniken fehlt.
- **Erinnern an die therapeutische Hausaufgabe ⑤:** Ein elementarer Aspekt bei der Hausaufgabendurchführung besteht darin, dass sich der Patient zunächst an den vom Therapeuten spezifizierten Ausführungszeitpunkt erinnern muss, d.h. wann genau die Hausaufgabe durchzuführen ist. Darüber hinaus muss er zudem alle Details für eine korrekte Ausführung der Hausaufgabe kennen. Dies stellt für viele Patienten ein sehr großes Problem dar, sodass die Hausaufgabe im Alltag oftmals vergessen wird.
- **Inkorrekte Ausführung der Übungen ⑥:** Aufgrund missverständlicher Informationen und Anweisungen bzw. vergessener Details der Hausaufgabe, kann es zu einer falschen und sich ggf. negativ auswirkenden Ausführung der Übungen kommen, sodass die Wirksamkeit der therapeutischen Hausaufgabe nachteilig beeinflusst wird.
- **Unzureichendes und unvollständiges Patientenfeedback ⑦ ⑧:** Ein äußerst wichtiges Instrument eines Therapeuten für die Einschätzung der Wirksamkeit einer Intervention sind die Erfahrungen, Eindrücke und Informationen des Patienten, die er außerhalb der Therapiesitzung, d.h. insbesondere bei der Ausführung seiner therapeutischen Hausaufgaben sammelt. Einige Patienten vergessen aufgrund der zeitlichen Distanz zwischen Hausaufgabenabführung und nächster Therapiesitzung oftmals wichtige Details und Erfahrungen. Dies wiederum führt zu einem unvollständigen und somit unzureichenden Patientenfeedback, das eine fehlerhafte Einschätzung des Therapeuten nach sich ziehen kann.
- **Eingeschränkte Anpassungsmöglichkeiten einer Hausaufgabe ⑨:** Neben einer falschen Anpassung einer therapeutischen Hausaufgabe aufgrund eines unvollständigen Patientenfeedbacks besteht ein weiterer Missstand darin, dass der Therapeut ausschließlich innerhalb einer Therapiesitzung entsprechende Anpassungen (z.B. Änderung der Übung, Anzahl der Wiederholungen) vornehmen kann. Falls Schwierigkeiten bei der Ausführung gleich zu Beginn des Zeitraums zwischen zwei Sitzungen auftreten, können diese erst zu einem späteren Zeitpunkt ausgeräumt werden.

1.2 Beitrag der Arbeit

In der vorliegenden Arbeit wird für therapeutische Interventionen untersucht, inwiefern diese und insbesondere die darin enthaltenen therapeutischen Hausaufgaben mit heutiger mobiler Technologie, d.h. Smartphones, Tablets oder Wearables, unterstützt werden können, um die Wirksamkeit einer Intervention zu steigern und somit das Therapieergebnis zu verbessern. Hierbei sollen Patienten von der Funktionsvielfalt heutiger mobiler Endgeräte profitieren, indem eine interaktive Unterstützung der Hausaufgabenabführung realisiert wird. Darüber hinaus sollen Therapeuten einerseits von einer flexiblen Konfigurierbarkeit der Hausaufgaben, auch außerhalb von Therapiesitzungen, profitieren, andererseits sollen sie neue Erkenntnisse und Möglichkeiten durch ein umfangreiches und unmittelbares Patientenfeedback erhalten. Das hierfür benötigte Rahmenwerk, welches die verschiedenen Aspekte (vgl. Abschnitt 1.1) einer Therapie erfasst und

diese anschließend innerhalb eines umfangreichen Konzepts adressiert, stellt den Gesamtbeitrag dieser Arbeit dar.

Um die einzelnen Teilbeiträge zu illustrieren, wird das bereits diskutierte Therapieszenario (vgl. Abbildung 1.1) dahingehend erweitert, dass relevante Aspekte des Rahmenwerks hinzugefügt werden. Entlang des Therapieszenarios werden wiederum die einzelnen Teilbeiträge im Folgenden erläutert.

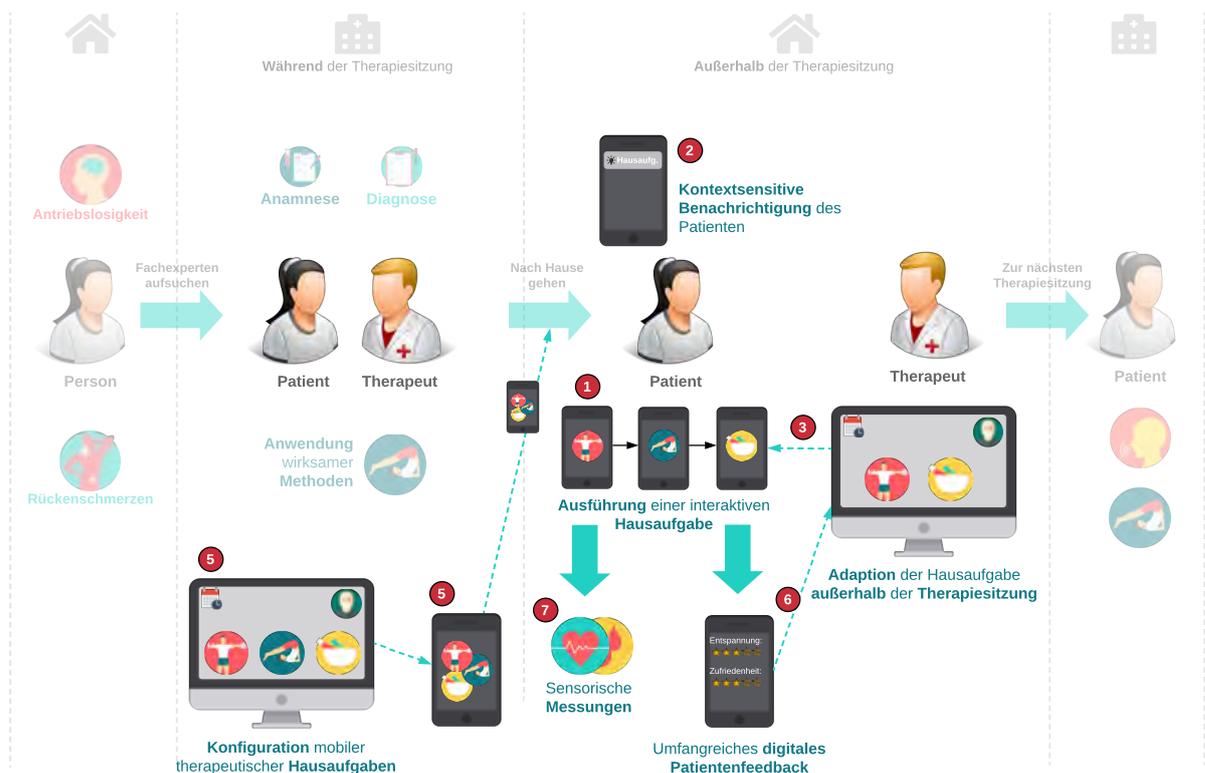


Abbildung 1.2: Exemplarisches Therapieszenario mit IT-Unterstützung

Unterstützung des Patienten durch interaktive therapeutische Hausaufgaben auf mobilen Endgeräten Der erste Beitrag der Arbeit betrifft die korrekte Ausführung interaktiver therapeutischer Hausaufgaben auf dem mobilen Endgerät des Patienten, z.B. unterstützt durch ein Video. Hierzu müssen verschiedene Fragestellungen adressiert werden. *Erstens* ist es notwendig, alle Ausprägungen therapeutischer Hausaufgaben zu erfassen und zu unterstützen, d.h. deren Aufbau, Inhalte und welche unterschiedlichen Anforderungen an diese gestellt werden, geeignet abzubilden. Dadurch wird die in der Literatur geforderte Unterstützung des Patienten durch verständliche und umfangreiche Inhalte adressiert (vgl. Abbildung 1.2 ①). *Zweitens* wird ein Ansatz entwickelt, welcher einerseits den Patienten an die Ausführung mittels einer Benachrichtigung erinnert und andererseits hierfür dessen Kontext (z.B. Zeit und Ort) mit in Betracht zieht, sodass eine kontextsensitive Ausführung ermöglicht wird (vgl. Abbildung 1.2 ②). Gerade die Benachrichtigung des Patienten ist ein in vielen wissenschaftlichen Arbeiten diskutierter Aspekt, um eine angemessene Hausaufgaben-Adhärenz zu erzielen

[MMR⁺10, CNB05]. *Drittens* wird ein Konzept entwickelt, das es erlaubt, therapeutische Hausaufgaben seitens des Fachexperten außerhalb der Therapiesitzung zu verändern, diese auf das mobile Endgerät des Patienten zu übertragen und sie dann zwecks Ausführung zu starten. Hierdurch lässt sich die Effizienz einer Intervention erhöhen, indem notwendige Änderungen an der Hausaufgabe bereits vor der nächsten Therapiesitzung erfolgen können (vgl. Abbildung 1.2 ③). *Viertens* muss bei der Ausführung der Hausaufgabe auf dem mobilen Endgerät dafür gesorgt werden, dass diese, wie vom Fachexperten intendiert (z.B. hinsichtlich Reihenfolge oder Dauer einzelner Aufgaben), korrekt erfolgt.

Flexible und geführte Konfiguration therapeutischer Hausaufgaben durch den Fachexperten Der zweite Beitrag der Arbeit betrifft die adäquate Unterstützung des Fachexperten bei der Konfiguration und Verwaltung interaktiver therapeutischer Hausaufgaben. Auch wenn in der Literatur empfohlen wird, gerade in der ersten Phase einer Therapie einfache Hausaufgaben mit geringer Dauer zu verwenden, erhöht sich deren Komplexität in den weiteren Therapiephasen. So kann etwa die Anzahl durchzuführender Aktivitäten steigen oder deren Ausführung ist an bestimmte Voraussetzungen geknüpft. Um nun einerseits eine effiziente Konfiguration einfacher Hausaufgaben zu ermöglichen, andererseits aber bei komplexen Hausaufgaben den Fachexperten anzuleiten, immer mit dem Ziel eine korrekte, d.h. vom Fachexperten intendierte, Hausaufgabe zu erstellen, werden vom entwickelten Rahmenwerk verschiedene Modellierungs- und Konfigurationsebenen unterstützt, in denen jeweils nur begrenzte Konfigurationsfunktionen zur Verfügung stehen (vgl. Abbildung 1.2 ④). Wichtig ist jedoch, dass die Konfigurationsvielfalt nicht eingeschränkt wird, d.h. weiterhin jegliche Art an therapeutischer Hausaufgabe möglich ist. Schließlich wird der Ansatz durch eine spezifische und leicht verständliche grafische Modellierungssprache unterstützt, welche die Modellierungs- und Konfigurationsebenen angemessen berücksichtigt. Die konfigurierte Hausaufgabe wird anschließend auf das mobile Endgerät übertragen und ausgeführt (vgl. Abbildung 1.2 ⑤).

Bereitstellung eines umfangreichen und unmittelbaren Patientenfeedbacks Der dritte Beitrag adressiert die adäquate Berücksichtigung eines umfangreichen und unmittelbaren Patientenfeedbacks, um das heute oftmals vage und teils unvollständige retrospektive Feedback zu verbessern (vgl. Abbildung 1.2 ⑥). Umfangreich bedeutet dabei, dass dem Fachexperten neben den Antworten zu einem Feedbackfragebogen ausführliche Ausführungsdaten zur Verfügung gestellt werden, d.h. protokollierte Informationen, wie Kontext, Zeitpunkt und Dauer der Ausführung. Darüber hinaus werden bisher noch nicht verfügbare Informationen (z.B. Vitalparameter) mittels sensorischer Messungen erfasst, die dann dem Patientenfeedback hinzugefügt werden. Weiters erfolgt die Einholung des Patientenfeedbacks unmittelbar im Anschluss an die Durchführung der Hausaufgabe, d.h. der Patient wird nach Durchführung der letzten spezifizierten Aktivität aufgefordert, das Patientenfeedback abzugeben. Dieses wird im Anschluss unmittelbar, unter der Voraussetzung einer vorhandenen Netzwerk- bzw. Internetverbindung, an den Fachexperten übertragen. Dies führt dann ggf. zu notwendigen Anpassungen an der Hausaufgabe.

Kontinuierliche Erfassung erweiterter und komplexer Patientendaten Der vierte Beitrag befasst sich mit der Erfassung erweiterter Informationen im Kontext der Hausaufgabenabführung, um diese dem Fachexperten zur Verfügung zu stellen, aber auch um auf dem

mobilen Endgerät spezifische Funktionen zu nutzen bzw. Aktionen auszulösen. Dies bedeutet *erstens*, dass ein umfangreiches Konzept für die Erfassung sensorischer Messwerte bereitgestellt wird, welches die verschiedenen internen und externen Sensoren heutiger mobiler Endgeräte verwendet (vgl. Abbildung 1.2 (7)). Das Konzept ist hierfür äußerst flexibel und hochgradig konfigurierbar, um möglichst viele Sensoren zu berücksichtigen. *Zweitens* werden sensorische Messungen in Kombination mit plattformspezifischen Diensten dazu verwendet, den aktuellen Kontext zu bestimmen. Dieser wird anschließend zur Bestimmung des Ausführungszeitpunkts und der damit verbundenen Benachrichtigung des Patienten genutzt, ebenso wie zur Überwachung der Hausaufgabenabführung. Durch Letztere soll im Nachhinein nachvollzogen werden können (z.B. von einem Therapeuten), in welchem Kontext die Durchführung der Hausaufgabe jeweils erfolgte.

1.3 Forschungsmethodik

Im Rahmen der aktuellen Forschung zu *Informationssystemen* kommen vor allem die drei folgenden *Forschungsmethoden* zum Einsatz: *Design Science*, *Natural Science* [MS95] und *Behavioral Science* [HMPR08]. Da sich der *Design Science*-Ansatz an bereits existierenden Technologien orientiert [HMPR08], welche für diese Arbeit in Form der verwendeten Prozess-Management-Technologie gegeben ist, wurde dieser Ansatz gewählt und als methodischer Rahmen der vorliegenden Arbeit zugrunde gelegt. Aus diesem Grund wird an dieser Stelle auf eine ausführliche Diskussion der beiden anderen Forschungsmethoden verzichtet (vgl. [Wie14]). Für eine korrekte Untersuchung des *Design Science*-Ansatzes sind mehrere Aspekte zu berücksichtigen, die in Form der sieben, in Tabelle 1.1 dargestellten, Leitlinien zusammengefasst sind und im Zuge der vorliegenden Arbeit ihre Anwendung finden. Tabelle 1.1 zeigt neben den einzelnen Leitlinien zudem deren konkrete Umsetzung.

1.4 Aufbau

Die vorliegende Arbeit besteht aus insgesamt *fünf* verschiedenen Teilen, deren Aufbau in Abbildung 1.3 zusammengefasst ist. Teil I umfasst neben der Einleitung in das bearbeitete Themengebiet sowie der Beschreibung des adressierten Problems, eine ausführliche Anforderungsanalyse und eine Diskussion des Stands der Technik. Im Teil II werden die für die Arbeit elementaren Grundlagen hinsichtlich therapeutischer Interventionen und Hausaufgaben beschrieben sowie weitere Grundlagen hinsichtlich der zum Einsatz kommenden Prozess-Management-Technologie eingeführt. Teil III stellt das entwickelte Rahmenwerk zur flexiblen und mobilen Unterstützung therapeutischer Interventionen vor, bevor sich Teil IV mit dessen Evaluation beschäftigt. Im abschließenden Teil V wird die vorliegende Arbeit zusammengefasst sowie ein Ausblick auf mögliche Anknüpfungspunkte und weitere Forschungsarbeiten gegeben.



Abbildung 1.3: Aufbau der Arbeit

Leitlinie	Umsetzung
L1 Design des Artefakts	Grundlegende Anforderungen für die flexible und mobile Unterstützung therapeutischer Interventionen werden hergeleitet und erörtert sowie daraus das Rahmenwerk entwickelt. Letzteres stellt das <i>Artefakt</i> des <i>Design Science</i> -Ansatzes dar, das u.a. die in Abschnitt 1.2 genannten Beiträge umsetzt.
L2 Problemrelevanz	Die <i>Problemrelevanz</i> wird durch mehrere Fallstudien sowie durch die Analyse und Diskussion verwandter Arbeiten nachgewiesen.
L3 Design Bewertung	Die verschiedenen Fallstudien werden in mehreren Zyklen durchgeführt, um das Artefakt iterativ zu entwickeln und zu verfeinern.
L4 Forschungsbeitrag	Durch eine intensive Betrachtung des Stands der Technik wird der innovative <i>Forschungsbeitrag</i> des Artefakts untermauert.
L5 Forschungsschlüssigkeit	Die <i>Forschungsschlüssigkeit</i> ergibt sich einerseits aus der Anwendbarkeit des Artefakts, andererseits aus den angewandten Methoden für dessen Design. Durch eine umfangreiche prototypische Realisierung sowie der praktischen Anwendung des Artefakts, wird eine solide Anwendbarkeit nachgewiesen.
L6 Design als Suchprozess	Entsprechend dem <i>Design Science</i> -Ansatz sollen bei der Suche eines adäquaten Designs für das Artefakt die in der Umgebung geltenden Regeln beachtet und berücksichtigt werden. Dieses Vorgehen wird in der vorliegenden Arbeit durch die explizite Berücksichtigung aktueller Prozess-Management-Technologie, mit welcher die prozessorientierten therapeutischen Interventionen zum Einsatz kommen, umgesetzt.
L7 Kommunikation des Forschungsbeitrags	Das Artefakt soll einerseits Fachexperten der unterschiedlichen Domänen und andererseits Nutzern bzw. Endanwendern bekannt gemacht werden. Das Artefakt wird auf mehreren wissenschaftlichen Konferenzen diskutiert und durch verschiedene Publikationen den Fachexperten vorgestellt. Mit Letzteren erfolgt darüber hinaus eine Diskussion anhand praktischer Demos. Bei der praktischen Anwendung des Artefakts interagiert dieses hingegen mit dem Endanwender, um dessen Anwendbarkeit zu ermitteln.

Tabelle 1.1: Leitlinien des *Design Science*-Ansatzes und deren Umsetzung

2

Anforderungsanalyse

Die flexible und mobile Unterstützung therapeutischer Interventionen, insbesondere die Assistenz von Patienten bei der Durchführung therapeutischer Hausaufgaben, stellt aus mehreren Gründen eine komplexe Aufgabe dar. Neben technischen Herausforderungen, wie beispielsweise der kontinuierlichen Erfassung von Vitalparametern oder der kontextsensitiven Benachrichtigung des Patienten über eine bevorstehende Hausaufgabe, müssen therapierelevante Aspekte präzise analysiert und berücksichtigt werden. Beispielhaft seien hier der Ablauf und Aufbau einer Intervention genannt oder Eigenschaften, welche deren intendierte Wirksamkeit beeinflussen. Insbesondere sollte geprüft und erörtert werden, welche Funktionen ein adäquates Konzept unterstützen sollte und welche Randbedingungen es dabei zu berücksichtigen gilt. Trotz der Tatsache, dass ein möglichst generisches Konzept entwickelt werden soll, d.h. im besten Fall eines, welches nicht nur therapeutische Interventionen unterstützt, sondern darüber hinaus weitere Szenarien, die im Kontext der Hausaufgabenzuteilung und -durchführung stattfinden, gilt es die Grenzen des zu entwickelnden Ansatzes genau zu analysieren.

Aufgrund dieser Aspekte wurden im Rahmen einer umfangreichen Analyse die einzelnen Anforderungen an das Rahmenwerk erhoben. Hierzu wurden domänenübergreifend mehrere Fallstudien durchgeführt (vgl. Abschnitt 2.1), die sowohl wichtige Erkenntnisse aus dem Therapiealltag als auch spezifische Eigenschaften therapeutischer Interventionen identifizierten, insbesondere im Hinblick auf die therapie- und interventionsspezifische Prozedur der Hausaufgabenutzung, d.h. deren Verwaltung, Zuteilung und Durchführung. Basierend auf den hieraus gewonnenen Erkenntnissen wird eine *generalisierte Prozedur* abgeleitet (vgl. Abschnitt 2.2), anhand derer weitere Anforderungen für ein generisches Konzept definiert wurden. Weitere Erkenntnisse, vor allem hinsichtlich der technischen Anforderungen, konnten durch aktive Mitarbeit an universitätsübergreifenden Projekten, in denen die Unterstützung therapeutischer Interventionen durch Informationssysteme konzipiert wurden, gewonnen werden (vgl. Abschnitt 2.3).

Die während der Anforderungsanalyse erhobenen funktionalen und nicht-funktionalen Anforderungen an das entwickelte Rahmenwerk werden in Abschnitt 2.4 ausführlich diskutiert.

2.1 Szenarien

Dieser Abschnitt erläutert verschiedene Szenarien und Fallstudien, auf deren Basis die für die Anforderungsdefinition notwendigen domänenspezifischen und domänenübergreifenden Abläufe analysiert wurden. Bei der Auswahl der Szenarien wurden folgende Aspekte berücksichtigt:

- In jedem Szenario existieren mindestens zwei unterschiedliche Akteure. Einer von ihnen ist dafür verantwortlich mithilfe seines Wissens und Könnens gewisse Fähigkeiten bei

einem zweiten Akteur zu entwickeln oder aber, wie im Fall einer Therapie, bei diesem eine Linderung oder gar Heilung von Beschwerden zu erzielen.

- Bei der Wahl der Szenarien wurde bedacht, dass diese wiederkehrende, aber sich trotzdem unterscheidende Abläufe besitzen, die zum Erreichen des jeweiligen Ziels durchlaufen werden müssen. Dazu werden in allen Szenarien unterschiedliche Aktivitäten aller involvierter Akteure in einer bestimmten Reihenfolge und ggf. mit spezifischen Abhängigkeiten und logischen Verknüpfungen (z.B. wenn-dann) durchgeführt.
- Alle Szenarien arbeiten explizit mit Hausaufgaben, d.h. zur Erreichung eines bestimmten Therapie- bzw. Lernziels müssen spezifische Aktivitäten durchgeführt werden.
- Um das Ziel einer IT-seitigen mobilen Unterstützung therapeutischer Hausaufgaben effizient zu adressieren, wurde bereits vor Auswahl der Szenarien darauf geachtet, dass diese ein gewisses Potential zur Integration mobiler Endgeräte aufweisen. Damit ist gemeint, dass bereits vorab, unterstützt durch bestehende Forschungsarbeiten (vgl. Kapitel 3) in Erfahrung gebracht wurde, dass einerseits sensorische Messungen (z.B. Herzfrequenz) benötigt werden und andererseits die Notwendigkeit besteht, Hausaufgaben während ihrer Ausführung von einem Therapeuten, Lehrer oder Betreuer ändern zu können.
- Alle Szenarien sind auf ein korrektes, d.h. vollständiges und ehrliches, Feedback des Patienten angewiesen, um wirksam zu sein und mithilfe des bereitgestellten Feedbacks neue Erkenntnisse zu erlangen, auf die wiederum später zurückgegriffen werden kann.
- In allen Szenarien korreliert der Erfolg der angewandten Methoden stark mit der korrekten und kontinuierlichen Durchführung der zugeordneten Hausaufgaben. Dies bedeutet, dass ein inkorrektes Ausführen der Hausaufgaben einen negativen Einfluss auf den zu erwartenden Fortschritt bzw. Erfolg innerhalb des betrachteten Szenarios hat.

Bei der Durchführung der drei Fallstudien bzw. der Untersuchung der verschiedenen Szenarien wurde konsequent nach der in Abbildung 2.1 dargestellten Methodik vorgegangen. Anhand der Erkenntnisse, die in jeder Phase gewonnen werden konnten, war es später möglich funktionale und nicht-funktionale Anforderungen (vgl. Abschnitt 2.4) abzuleiten.

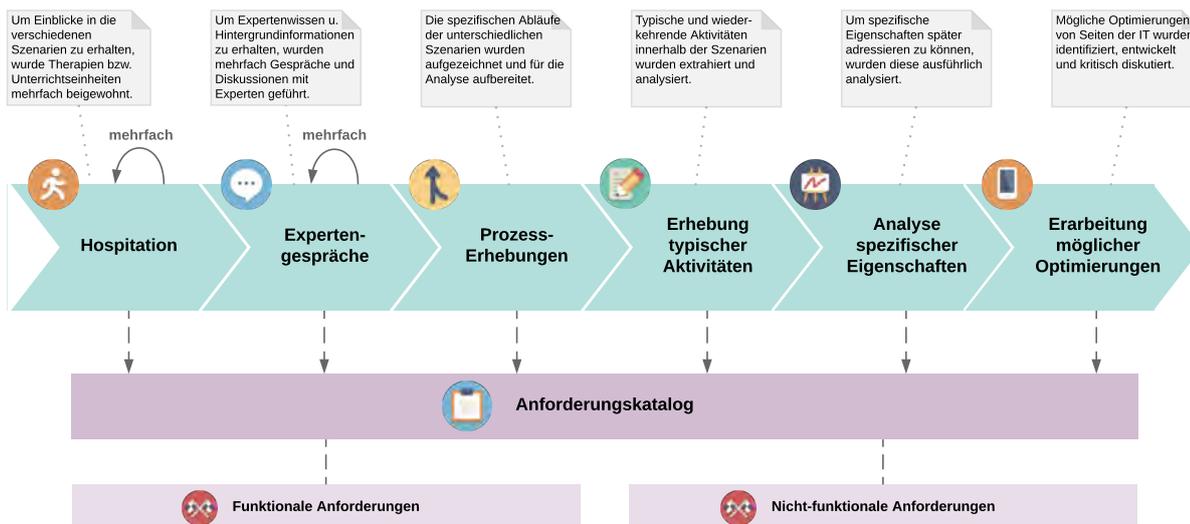


Abbildung 2.1: Ablauf der Fallstudien und Anforderungsanalyse

2.1.1 Psychotherapie

Die *Psychotherapie* umfasst die konsequente und methodische Behandlung unterschiedlicher psychischer oder seelischer Störungen, d.h. krankhaften Beeinträchtigungen der Wahrnehmung, des Denkens, Fühlens oder Verhaltens, unter Verwendung wirksamer Verfahren, Methoden und Konzepte. Eine oftmals verwendete methodenübergreifende Definition der Psychotherapie liefert [Str13]:

“Die *Psychotherapie* ist ein bewusster und geplanter interaktionaler Prozess zur Beeinflussung von Verhaltensstörungen und Leidenszuständen, die in einem Konsens (möglichst zwischen Patient, Therapeut und Bezugsgruppe) für behandlungsbedürftig gehalten werden, mit psychologischen Mitteln (durch Kommunikation) meist verbal, aber auch averbal, in Richtung auf ein definiertes, nach Möglichkeit gemeinsam erarbeitetes Ziel (Symptomminimalisierung und/oder Strukturänderung der Persönlichkeit) mittels lehrbarer Techniken auf der Basis einer Theorie des normalen und pathologischen Verhaltens. In der Regel ist dazu eine tragfähige emotionale Bindung notwendig.”

In Deutschland leiden aktuell rund 27,8% der Erwachsenen an unterschiedlichen psychischen Störungen bzw. Erkrankungen. Dies entspricht ca. 17,8 Millionen der betroffenen Menschen [JHS⁺14]. Davon nehmen jährlich gerade einmal 18,9% (ca. 3,4 Millionen) Kontakt zu spezialisierten Leistungsanbietern auf. Gemäß einer Studie zur Versorgungsforschung hinsichtlich der spezifischen Rolle der *Ärztlichen Psychotherapie* [HSRS⁺11] verteilen sich Letztere auf acht unterschiedliche Berufsgruppen (vgl. Abbildung 2.2a). Die innerhalb dieser Berufsgruppen angesiedelten Fachärzte und Psychologen besitzen die Zulassung zur Heilkunde (Approbation) und üben eine Psychotherapie im Sinne des Psychotherapeutengesetzes aus, d.h. die Diagnose und Behandlung psychischer Störungen mittels wissenschaftlich anerkannter Verfahren und Methoden der Psychotherapie [98]. Hierdurch findet eine klare und deutliche Abgrenzung zu Psychologen (auch Diplom-Psychologen) statt, deren Fokus auf der wissenschaftlichen Forschung im Rahmen der Psychologie liegt.

Die durch Fachärzte und Psychotherapeuten behandelnden Erkrankungen, die sog. *psychischen oder seelischen Störungen*, sind weltweit mit die am weitesten verbreiteten Krankheitsbilder. Zu diesen Störungen gehört beispielsweise die *Depression*, die den *Affektiven Störungen* zugeordnet ist. Letztere kennzeichnet sich zum Beispiel dadurch, dass Personen sich einerseits in negativen Gedankenschleifen verlieren oder andererseits von einem gehemmten Antrieb oder gedrückter Stimmung berichten. Darüber hinaus sind lt. World Health Organization (WHO) weltweit, neben den Depressionen mit ihren rund 300 Millionen Betroffenen, die Demenz mit ca. 47,5 Millionen und die Schizophrenie mit ca. 21 Millionen am weitesten verbreitet [Wel17]. Nach einem Bericht der Deutschen Gesellschaft für Psychiatrie, Psychosomatik und Nervenheilkunde (DGPPN) gehören in Deutschland vor allem *Angststörungen*, welche sich durch exzessive und übertriebene Angstreaktionen der Personen ohne tatsächliche Bedrohung äußern, und die schon erwähnten *Affektiven Störungen*, die sich durch klinisch bedeutsame Veränderungen der Stimmungslage kennzeichnen, zu den häufigsten psychischen Erkrankungen (vgl. Abbildung 2.2b) [dgp18].

Um die eben erwähnten psychischen Störungen wirksam und effizient durch Fachärzte und Psychotherapeuten zu behandeln, werden im Rahmen verschiedener Psychotherapieverfahren methodisch definierte *Interventionen* angewendet, die einen systematischen und verändernden

Einfluss auf die Störung nehmen sowie Bewältigungsfähigkeiten des Patienten aufbauen und fördern [Bun17b]. Als Intervention wird innerhalb der Medizin jede aktive Form der Behandlung verstanden, die sich von einem reinen Ab- bzw. Zuwarten unterscheidet. Neben den in diesem Abschnitt erwähnten psychotherapeutischen Interventionen werden dabei auch chirurgische oder medikamentöse Interventionen angewendet, um einen Krankheitsprozess positiv zu beeinflussen.



(a) Verteilung von Psychotherapeuten in verschiedene Berufsgruppen

(b) Häufigste psychische Störungen und Erkrankungen in Deutschland

Abbildung 2.2: Psychotherapeutische Berufsgruppen und häufigste psychische Störungen [dgp18]

In Deutschland sind aktuell drei verschiedene Richtlinienverfahren für die Psychotherapie etabliert, deren Kosten durch die ansässigen Krankenkassen erstattet bzw. gedeckt werden. Diese unterscheiden sich hauptsächlich dadurch, *wie* das Auftreten psychischer Erkrankungen und Störungen erklärt und *mit welchen* Methoden und Interventionen die psychischen Störungen behandelt werden.

Alle drei beschriebenen Psychotherapieverfahren (vgl. Tabelle 2.1) sehen durchschnittlich zwei, meistens 50 Minuten andauernde, Therapiesitzungen vor, in denen die psychotherapeutischen Maßnahmen bzw. Interventionen angewendet bzw. trainiert werden. In vielen Fällen reichen diese Therapiesitzungszeiten aber nicht aus, um die gewünschte therapeutische Wirksamkeit einer Maßnahme zu erreichen. Daher ist es notwendig, verschiedene Aktivitäten, die im Rahmen einer Intervention notwendig sind, vom Patienten außerhalb der Therapiesitzung in Form *therapeutischer Hausaufgaben* durchführen zu lassen. Eine sehr häufig verwendete Definition von therapeutischen Hausaufgaben lautet wie folgt [BK89]:

“*Therapeutische Hausaufgaben* sind Aufgaben, die der Klient außerhalb des Therapiezimmers zwischen den Therapiesitzungen durchführt, um das in der Therapie Gelernte einzuüben und zu vertiefen, auf seinen konkreten Lebensbereich zu übertragen oder Beobachtungsmaterial für die nächste Therapiesitzung zu sammeln.”

Die therapeutischen Hausaufgaben bzw. die darin vorgesehenen Aktivitäten und Aufgaben werden dem Patienten während der Therapiesitzung vom Psychotherapeuten erläutert und ggf. ausreichend geübt. Beispielsweise könnte eine Hausaufgabe im Rahmen einer *Kognitiven Verhaltenstherapie (KVT)* vorsehen, *Pro- und Kontraargumente für eine Entscheidung zu notieren und zu gewichten*.

Name	Therapiedauer	Beschreibung
(Kognitive) Verhaltenstherapie	25-80 Sitzungen, jeweils 1-2 pro Woche	Die Verhaltenstherapie basiert auf verschiedenen Lernprozessen. Dabei wird davon ausgegangen, dass adäquate Denk- und Verhaltensweisen erlernt werden können, um störungsbedingtes Verhalten "zu verlernen" [Vet07]. Hierzu werden dem Patienten entsprechende Techniken "antrainiert", um aktuelle, aber auch zukünftige Probleme zu verstehen bzw. beheben zu können.
Analytische Psychotherapie und Psychoanalyse	160-300 Sitzungen, jeweils 2-3 pro Woche	Im Gegensatz zur Verhaltenstherapie ist die Psychoanalyse eine <i>aufdeckende</i> Therapie, mit dem Ziel das eigene Denken und die Gefühle zu verstehen, um dadurch innere Konflikte aufzulösen. Dabei werden bedeutende Konflikte besprochen und erneut durchlebt. Es gibt hier kein ausformuliertes Ziel, der Therapeut agiert eher passiv.
Tiefenpsychologisch fundierte Psychotherapie	25-100 Sitzungen, jeweils 1-2 pro Woche	Bei der tiefenpsychologisch fundierten Psychotherapie soll ein verdrängter "zentraler Konflikt" identifiziert und die daraus resultierenden Schwierigkeiten bewältigt werden. Im Gegensatz zur Psychoanalyse bespricht der Therapeut konkrete Therapieziele und agiert dabei deutlich aktiver während der Sitzung. Darüber hinaus steht die gegenwärtige Situation des Patienten mehr im Vordergrund.

Tabelle 2.1: Die drei Richtlinienverfahren der Psychotherapie

Bei der Vergabe der Hausaufgaben an den Patienten ist von Seiten des Therapeuten hilfreich, sich an folgenden Punkten zu orientieren [FHL09], um einerseits eine "offizielle" und somit für den Patienten bindende Vereinbarung einzugehen und andererseits Missverständnisse zu vermeiden:

- *Was* soll getan werden?
- *Wann* soll es geschehen?
- *Wo* soll es geschehen?
- *Wie* lange soll(en) die Übung(en) dauern?
- *Wie* häufig sollte(n) die Übung(en) ausgeführt werden?

Um den Verlauf einer psychotherapeutischen Behandlung zu erläutern und dabei sowohl die Verwendung als auch den Nutzen therapeutischer Hausaufgaben zu verdeutlichen, wird in den folgenden Abschnitten exemplarisch und vereinfacht eine Kognitive Verhaltenstherapie (KVT) bei depressiven Störungen diskutiert. Hierbei wird angenommen, dass ein Patient verschiedene Symptome der Störung, etwa Konzentrations- und Schlafprobleme oder ein vermindertes Selbstwertgefühl und Selbstvertrauen, aufweist.

2.1.1.1 Involvierte Personen und Akteure

In dem in diesem Abschnitt beschriebenen Szenario einer KVT bei Depressionen sind typischerweise folgende zwei Akteure beteiligt:

- **Psychotherapeut:** Der *Psychotherapeut* ist im Rahmen der KVT, aber auch in jedem anderen Psychotherapieverfahren, dafür verantwortlich, die innerhalb der Therapie vorgesehenen therapeutischen Interventionen und Maßnahmen mit dem Patienten durchzuführen sowie deren Wirksamkeit über die gesamte Dauer der Psychotherapie zu überwachen. In der nachfolgend erläuterten KVT kümmert sich der Therapeut beispielsweise um eine ausreichende Verhaltens- und Problemanalyse sowie die Anwendung verschiedener notwendiger Maßnahmen und Strategien. Wie erläutert, ist ein Psychotherapeut ein Mediziner oder Psychologe mit entsprechend abgeschlossener Psychotherapieausbildung, die ihn ermächtigt, psychische Störungen und Erkrankungen im Kontext einer Psychotherapie zu behandeln.
- **Patient:** Der *Patient* begibt sich aufgrund einer oder mehrerer gleichzeitig auftretender psychischer Störungen in die Obhut eines Psychotherapeuten, um diese konsequent und zielorientiert zu heilen oder zu lindern. Beispielsweise unterziehen sich Patienten mit Angststörungen einer Psychotherapie, um die auftretenden Ängste abzulegen oder die anhaltenden Symptome, wie z.B. Herzklopfen, Schwindel oder Atembeschwerden, zu reduzieren.
- **Weitere Personen:** Abhängig von der diagnostizierten psychischen Störung und den für die Behandlung gewählten therapeutischen Strategien, sind neben dem Therapeuten und Patienten u. U. *weitere Personen* aus dem Patientenumfeld involviert. Beispielsweise erfordern verschiedene Strategien und Maßnahmen die aktive Auseinandersetzung und ggf. auch Konfrontation mit Familienmitgliedern oder Freunden, um damit verbundene Probleme und Ängste des Patienten zu lösen bzw. zu überwinden.

2.1.1.2 Ablauf

Um die Vorgehensweise und den Ablauf einer KVT bei Depressionen zu verdeutlichen, wird auf deren einzelne Aktivitäten, Maßnahmen und Phasen genauer eingegangen. Der Ablauf und Aufbau der Therapie wird in Abbildung 2.3 vereinfacht dargestellt. Hierbei dienen Auskünfte verschiedener Psychotherapeuten und Patienten als Grundlage, um einerseits die Art der Methoden und Strategien und andererseits deren Reihenfolge und Dauer innerhalb der KVT zu bestimmen. Darüber hinaus zeigt Abbildung 2.3, an welchen Orten die jeweiligen Aktivitäten durchgeführt werden sowie unter Verwendung welcher Hilfsmittel und Materialien.

Während der *ersten* Sitzung, die meist in einer psychotherapeutischen Praxis stattfindet, wird zunächst im Rahmen der psychologischen Diagnostik ein ausführliches Screening durchgeführt. Hierfür kommen standardisierte Fragebögen, sog. valide Instrumente zum Einsatz [Gun07], um die exakte psychische Störung zu identifizieren. Im Fall des hier diskutierten Szenarios sind dies, neben dem *Gesundheitsfragebogen für Patienten (PHQ-D)* (vgl. Abbildung 2.4a), dessen Depressionsmodul *PHQ-9* (vgl. Abbildung 2.4b).

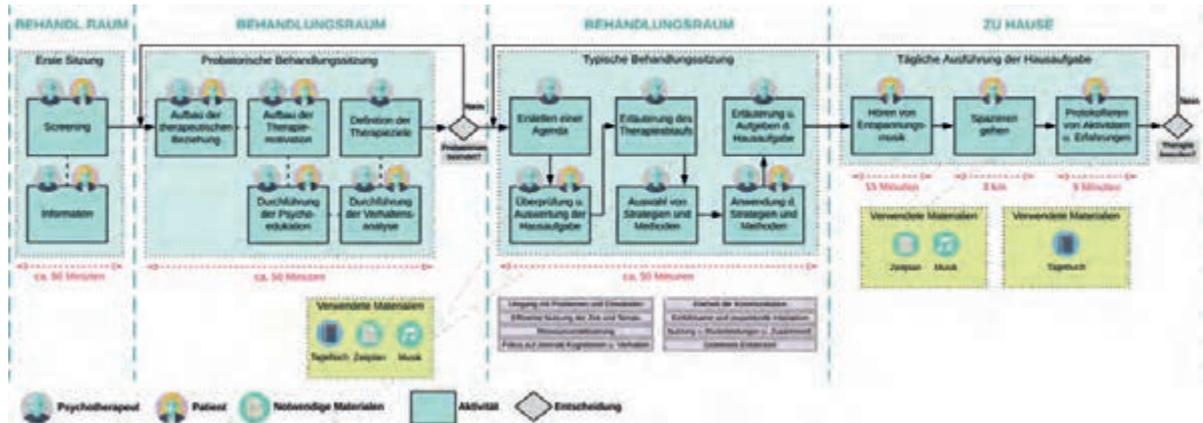


Abbildung 2.3: Ablauf der Kognitiven Verhaltenstherapie (KVT)

Im Anschluss an das Screening und der Diagnose einer *Major Depression*¹, erläutert der Psychotherapeut dem Patienten ausführlich die diagnostizierte psychische Störung. Des Weiteren gibt er ihm Informationen über mögliche Strategien und Maßnahmen, um die Erkrankung wirksam und effizient zu behandeln. In diesem Szenario bedeutet dies, dass ihm der Aufbau und Ablauf einer kognitiven Verhaltenstherapie erklärt wird.

Nachdem sich der Patient für die Durchführung einer kognitiven Verhaltenstherapie entschieden hat, folgt die sog. *Probatorik* (lateinisch: probare = (aus)probieren), d.h. jene anfängliche Sitzungen, die noch vor dem eigentlichen Beginn der Psychotherapie erfolgen. Diese haben beispielsweise das Ziel, vorab herauszufinden, ob eine harmonische und vertrauenswürdige *therapeutische Beziehung* zwischen Psychotherapeut und Patient vorliegt bzw. aufgebaut werden kann, um ggf. die Therapie abubrechen oder einen anderen Psychotherapeuten aufzusuchen [Ber16]. Darüber hinaus versucht der Psychotherapeut den Patienten zu motivieren, die Therapie und die damit einhergehenden Strategien und Aufgaben konsequent durchzuführen, um die ebenfalls in der Probatorik zu *definierenden Therapieziele* bestmöglich und schnellstmöglich zu erreichen. Bei der Behandlung einer Depression können die Ziele wie *Schuldgefühle abbauen*, *Lob annehmen* oder *Perfektionismus abbauen* sein. Ein weiterer wichtiger Aspekt innerhalb der Probatorik ist die *Durchführung einer Psychoedukation*, d.h. die Vermittlung von wissenschaftlich fundiertem Wissen an den Patienten, um Missverständnisse oder falsche Eindrücke bzw. Einschätzungen hinsichtlich der Erkrankung, auszuräumen. Ebenso soll dadurch ein Optimismus beim Patienten geweckt werden, der die Therapiemotivation fördern und mögliche Belastungen (z.B. Angst, Scham, etc.) reduzieren soll [PWBK03]. Eine der wichtigsten Aktivitäten ist aber die eigentliche *Verhaltens- bzw. Problemanalyse*, die eines der Kernkonzepte der KVT darstellt [KS65]. Hierbei bestimmt der Psychotherapeut spezifische Merkmale, die ein vorliegendes Verhalten des Patienten erklären. Ferner erörtert er, welche Konsequenzen und Faktoren dieses besitzt. Hierbei dient meist das SORKC-Modell als Grundlage für die horizontale bzw. situative Verhaltensanalyse [Kan77].

Unter der Voraussetzung, dass die meist fünf bis acht von den Krankenkassen erstattungsfähigen probatorischen Sitzungen positiv verliefen, d.h. im engeren Sinne, dass alle Bedingungen für eine erfolgsversprechende Psychotherapie erfüllt sind, beginnt im Anschluss die eigentliche Thera-

¹Schwere Form der Depression mit Symptomen wie Schlaflosigkeit oder deutlichem Gewichtsverlust.

pie. Dabei wird zu Beginn jeder Therapiesitzung eine *Agenda* erarbeitet, in welcher der weitere Therapieverlauf beschrieben und spezifiziert wird. Anschließend bespricht der Psychotherapeut mit dem Patienten die Ergebnisse bzw. dessen Erfahrungen nach der Durchführung der in der vorherigen Sitzung festgelegten therapeutischen Hausaufgaben. Hierbei wertet der Psychotherapeut das vom Patienten zur Verfügung gestellte Feedback aus, das in mündlicher und, bei Verwendung beispielsweise eines Tagebuchs, in schriftlicher Form vorliegen kann. Darauf basierend passt der Therapeut dann u. U. die Therapie bzw. die darin angewendeten Strategien und Methoden an und *erläutert* diese Anpassungen dann dem Patienten, um Missverständnissen vorzubeugen.

Gesundheitsfragebogen für Patienten (PHQ-D)

Dieser Fragebogen ist ein wichtiges Hilfsmittel, um Ihnen die bestmögliche Behandlung zukommen zu lassen. Ihre Antworten können Ihrem Arzt helfen, Ihre Beschwerden besser zu verstehen. Bitte beantworten Sie jede Frage so gut Sie können. Überspringen Sie Fragen bitte nur, wenn Sie dazu aufgefordert werden.

Name: _____ Alter: _____ Geschlecht: weiblich männlich Datum: _____

1. Wie stark fühlen Sie sich im Verlauf der letzten 4 Wochen durch die folgenden Beschwerden beeinträchtigt?

	Nicht beeinträchtigt	Wenig beeinträchtigt	Stark beeinträchtigt
a. Bauchschmerzen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b. Rückenschmerzen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c. Schmerzen in Armen, Beinen oder Gelenken (z.B. Hüften etc.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d. Menstruationsschmerzen oder andere Probleme mit der Menstruation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e. Schmerzen oder Probleme beim Geschlechtsverkehr	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f. Kopfschmerzen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
g. Schmerzen im Brustbereich	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
h. Schwindel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
i. Ohnmachtsanfälle	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
j. Herzklopfen oder Herzkreisläuf	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
k. Kurzatmigkeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
l. Verstopfung, nervöser Darm oder Durchfall	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
m. Übelkeit, Blähungen oder Verdauungsbeschwerden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2. Wie oft fühlen Sie sich im Verlauf der letzten 2 Wochen durch die folgenden Beschwerden beeinträchtigt?

	Überhaupt nicht	An einzelnen Tagen	Au mehr als der Hälfte der Tage	Beinahe jeden Tag
a. Wenig Interesse oder Freude an Ihren Tätigkeiten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b. Niedergeschlagenheit, Schwermut oder Hoffungslosigkeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c. Schwingelasten ein- oder durchzuschlafen oder vermehrter Schlaf	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d. Müdigkeit oder Gefühl, keine Energie zu haben	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e. Verminderter Appetit oder übermäßiges Bedürfnis zu essen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f. Schlechte Meinung von sich selbst, Gefühl, ein Versager zu sein oder die Familie enttäuscht zu haben	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
g. Schwierigkeiten, sich auf etwas zu konzentrieren, z.B. beim Zeitunglesen oder Fernsehen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
h. Waren Ihre Bewegungen oder Ihre Sprache so verlangsamt, dass es auch anderen auffallen würde? Oder waren Sie im Gegenteil „zappelig“ oder ruhlos und hatten dadurch einen stärkeren Bewegungsdrang als sonst?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
i. Gedanken, dass Sie lieber tot wären oder sich Leid zufügen möchten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Gesundheitsfragebogen für Patienten (PHQ-9)

Wie oft fühlen Sie sich im Verlauf der letzten 2 Wochen durch die folgenden Beschwerden beeinträchtigt?

	Überhaupt nicht	An einzelnen Tagen	Au mehr als der Hälfte der Tage	Beinahe jeden Tag
Wenig Interesse oder Freude an Ihren Tätigkeiten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Niedergeschlagenheit, Schwermut oder Hoffungslosigkeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Schwingelasten ein- oder durchzuschlafen oder vermehrter Schlaf	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Müdigkeit oder Gefühl, keine Energie zu haben	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Verminderter Appetit oder übermäßiges Bedürfnis zu essen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Schlechte Meinung von sich selbst, Gefühl, ein Versager zu sein oder die Familie enttäuscht zu haben	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Schwierigkeiten, sich auf etwas zu konzentrieren, z.B. beim Zeitunglesen oder Fernsehen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Waren Ihre Bewegungen oder Ihre Sprache so verlangsamt, dass es auch anderen auffallen würde? Oder waren Sie im Gegenteil „zappelig“ oder ruhlos und hatten dadurch einen stärkeren Bewegungsdrang als sonst?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gedanken, dass Sie lieber tot wären oder sich Leid zufügen möchten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Gesamtwert _____ = Addition _____ + _____ + _____ + _____ + _____
der Spaltensummen

Wenn eines oder mehrere dieser Probleme bei Ihnen vorliegen, geben Sie bitte an, wie sehr diese Probleme es Ihnen erschwert haben, Ihre Arbeit zu erledigen, Ihren Haushalt zu regeln oder mit anderen Menschen zurecht zu kommen:

Überhaupt nicht erschwert	Etwas erschwert	Relativ stark erschwert	Sehr stark erschwert
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

(a) PHQ-D - Fragebogen für Patienten [phq18b]

(b) PHQ-9 - Depressionsmodul [phq18a]

Abbildung 2.4: Valide Screening-Instrumente der Psychotherapie

Eine wirksame psychotherapeutische Strategie bei der Behandlung depressiver Störungen im Rahmen einer KVT liegt vor, wenn zunächst am Aufbau positiver Aktivitäten für den Patienten gearbeitet wird [HST08]. Dazu erhält der Patient eine Liste möglicher positiver Aktivitäten (vgl. Abbildung 2.5). Hieraus kann er die Aktivitäten auswählen, welche für ihn positiv sein könnten bzw. welche er früher als positiv erlebt hat. Gemeinsam mit dem Psychotherapeuten wird dann ein Plan erstellt, welcher die vom Patienten gewählten Aktivitäten im Rahmen einer therapeutischen Hausaufgabe beinhaltet. Hierbei wird darauf geachtet, dass die Aktivitäten vom Patienten realistisch umsetzbar sind. Dabei werden, wie in Abschnitt 2.1.1 diskutiert, neben den *Zeitpunkten*, der *Häufigkeit* und der *Dauer* auch die *Lokalität* (d.h. der Ort, an dem eine Aktivität ausgeführt werden soll) klar definiert. Unter Umständen werden im An-

schluss verschiedene Aktivitäten vorab besprochen und *angewendet* bzw. geübt, um so eine korrekte und somit wirksame Durchführung dieser zu gewährleisten. Dies kann beispielsweise der korrekte Umgang mit einem sog. Stimmungstagebuch oder -kalender beinhalten. Auf dabei auftretende Probleme oder Ängste aufgrund eines zu hohen Schwierigkeitsgrades kann somit bereits während der Therapiesitzung reagiert werden.

In der Zeit zwischen den Therapiesitzungen versucht der Patient die ihm zugeordneten therapeutischen Hausaufgaben und die darin spezifizierten Aktivitäten und Aufgaben bestmöglich und wie vom Psychotherapeuten intendiert durchzuführen. Im hier diskutierten Szenario bedeutet dies, dass der Patient täglich zunächst das für ihn als positiv wahrgenommene *Hören einer Entspannungsmusik*, unter Zuhilfenahme der ihm zur Verfügung gestellten Musik, für 15 Minuten durchführt, um anschließend einen *Spaziergang* zu absolvieren dessen Dauer in diesem Fall mit einer Distanz von ca. 8 km definiert ist. Als letzte Aktivität dieser täglich zu erfüllenden therapeutischen Hausaufgabe ist das lückenlose *Protokollieren der Erfahrungen* aus den Aktivitäten in einem *Tagebuch* vorgesehen. Dies erfüllt einerseits den Zweck, den Patienten aufgrund eines Fortschritts zu motivieren und andererseits dem Psychotherapeuten qualitatives Feedback bei der nächsten Therapiesitzung zur Verfügung zu stellen. Dies bedeutet, dass neben dem *retrospektiven Feedback*, d.h. dass ggf. auf lückenhafte Erinnerungen des Patienten beruht, auch detaillierte Informationen, die noch während der Durchführung der therapeutischen Hausaufgabe gesammelt wurden, dem Therapeuten zur Verfügung stehen. Auf Basis dieser Informationen können dann in der nächsten Therapiesitzung wirksamkeitsrelevante Änderungen und Anpassungen an den Strategien und Hausaufgaben vorgenommen werden.

Liste angenehmer Aktivitäten	
1. Einen Ausflug machen	36. Einen Vergnügungspark besuchen
2. Schöne Kleidung tragen	37. In ein Museum gehen
3. Mit Freunden essen	38. Zu einer Sportveranstaltung gehen
4. Sich schminken	39. In einen Verein gehen
5. Sich etwas kaufen	40. Auf den Friedhof gehen
6. Sich über Sport unterhalten	41. Den Geräuschen der Natur lauschen
7. Tennis spielen	42. Tagebuch schreiben
8. Jemandem besuchen	43. Ein Lied oder Gedicht schreiben
9. Jemandem helfen	44. Ein Instrument spielen
10. In ein Konzert gehen	45. Radio hören
11. Fahrrad fahren	46. Jemandem etwas anleihen
12. Tiere beobachten	47. Segeln oder Kanu fahren
13. Wälder anblättern	48. Skilisten
14. Tischfußball spielen	49. Besuch bekommen
15. Händ- oder Schrittmessungen machen	50. Jemandem eine Freude bereiten
16. Das Gebirg ablesen	51. Selbstgespräche führen

Abbildung 2.5: Auszug aus der Liste positiver Aktivitäten [Kir12]

2.1.1.3 Eigenschaften und Besonderheiten

Innerhalb des diskutierten Szenarios der kognitiven Verhaltenstherapie bei Depressionen, aber auch generell innerhalb der Psychotherapie, existieren unterschiedliche Eigenschaften und Besonderheiten im Hinblick auf die Nutzung und den Umgang mit therapeutischen Hausaufgaben. Diese wurden im Rahmen mehrerer Experteninterviews mit Psychotherapeuten sowie ausführlichen Gesprächen mit Patienten erörtert und anschließend analysiert.

- **Lokalität:** Die *Lokalität* ist im Kontext psychotherapeutischer Hausaufgaben der tatsächliche Ort, an dem die Hausaufgabe bzw. deren Aktivitäten vom Patienten durchgeführt werden. Die Lokalität trägt hierbei je nach durchzuführender Aktivität unterschiedlich zur Wirksamkeit der therapeutischen Hausaufgabe bei. Beispielsweise ist die Wirksamkeit der in Abschnitt 2.1.1.2 erläuterten Aktivität *Spazieren gehen* merklich geringer, wenn diese anstatt in einer ruhigen und entspannten Umgebung, etwa einem Wald oder Fluss, in einem umtriebigen oder gar beängstigenden Umfeld, wie z.B. einem Industriegebiet, ausgeführt wird. Dies hängt andererseits auch vom intendierten Ziel der Aktivität ab, denn

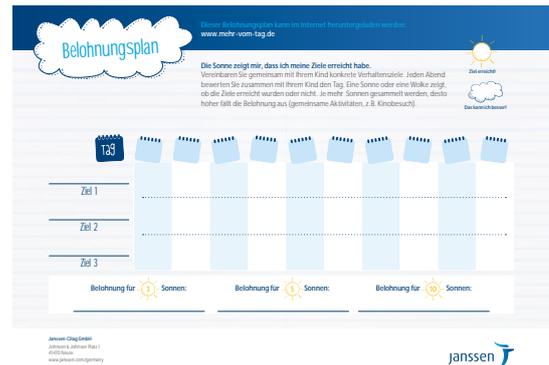
geht es wie im gerade erwähnten Beispiel nicht um Entspannung oder Stressreduktion, sondern um die simple Bewegung des Patienten, spielt die Lokalität nur eine untergeordnete Rolle. Nichtsdestotrotz ist die Lokalität eine wichtige und durchaus zu beachtende Eigenschaft von und für psychotherapeutische Hausaufgaben, sowohl für die Erhaltung der Wirksamkeit als auch für deren Steigerung.

- **Zeitpunkt der Durchführung:** Bei der Frage des optimalen Zeitpunkts der Durchführung einer psychotherapeutischen Hausaufgabe muss festgehalten werden, dass es, je nach verordneter Aktivität, einerseits fix definierte Zeitpunkte gibt, d.h. der Psychotherapeut gibt exakt vor, dass die Aktivität *täglich um 10 Uhr morgens* durchgeführt werden muss. Andererseits existieren Aktivitäten deren Durchführungszeitpunkte unabhängig von einer Uhrzeit oder einem Termin sind, sondern eher von Vorkommnissen, Emotionen oder Situationen bestimmt werden. Als Beispiel für solch eine Aktivität kann das *Hören von Entspannungsmusik* (vgl. Abbildung 2.3) herangezogen werden, welche immer dann durchgeführt werden soll, wenn beim Patienten negative Gedanken aufkommen oder sich übermäßiger Stress einstellt. Eine weitere Alternative bei der Definition eines optimalen Durchführungszeitpunkts ist jene, bei welchem der Psychotherapeut diese dem Patienten überlässt und ihm ausschließlich die Vorgabe erteilt, die Aktivität in einer bestimmten Häufigkeit durchzuführen, beispielsweise *mindestens einmal am Tag* (siehe dazu auch Punkt *Ausführungsfrequenz*).
- **Ausführungsfrequenz:** Die *Ausführungsfrequenz* bzw. Häufigkeit der Ausführung einer psychotherapeutischen Hausaufgabe und deren Übungen ist ebenfalls eine wichtige Eigenschaft, die bei der Spezifikation der Hausaufgabe beachtet werden muss. Diese ähnelt sehr stark dem bereits oben erwähnten Aspekt des *Zeitpunkts der Durchführung*, wobei hier der Fokus mehr auf der Anzahl der Wiederholungen einer Aktivität innerhalb einer Hausaufgabe liegt. Dies bedeutet, dass auch hier, je nach Art der Aktivität es hinsichtlich deren Wirksamkeit vorteilhaft sein kann, diese mehrmals hintereinander durchzuführen. Andererseits kann eine zu hoch oder zu niedrig gewählte Ausführungsfrequenz negative Auswirkungen auf die Wirksamkeit haben, weil der Patient dadurch überfordert sein könnte und die Aktivität dann nur ungenügend durchführt oder diese abbricht.
- **Schwierigkeitsgrad & Intensität:** Die vom Psychotherapeuten verordneten therapeutischen Hausaufgaben können je nach Art, aber auch vor allem abhängig vom individuellen Patienten und dessen psychischer Störung, einen unterschiedlichen *Schwierigkeitsgrad* aufweisen. Dies bedeutet, dass ein und dieselbe Aktivität der eine Patient als *nicht umsetzbar* empfindet, für einen anderen Patienten hingegen diese ohne Schwierigkeiten bewältigbar ist. Beispielsweise kann im Fall der Angststörung *Agoraphobie* [Wes72], d.h. der Angst vor bestimmten Orten oder Situationen, die Größe der Menschenmenge, ab welcher ein Patient eine Angst oder ein Unbehagen verspürt, sehr unterschiedlich sein.
- **Hilfsmittel:** Bestimmte Aktivitäten und Übungen im Rahmen psychotherapeutischer Hausaufgaben erfordern die Verwendung bzw. Nutzung von *Hilfsmitteln* (z.B. Tagebuch oder Musik). Diese gilt es bei der Erläuterung bzw. Vergabe der Hausaufgabe klar zu definieren und, falls notwendig, dem Patienten zur Verfügung zu stellen. Darüber hinaus muss in den meisten Fällen die korrekte Nutzung, wie beispielsweise im Fall eines täglich zu verwendenden Stimmungstagebuchs (vgl. Abbildung 2.6a) oder eines Belohnungsplans (vgl. Abbildung 2.6b), vom Psychotherapeuten exakt erklärt werden. Andernfalls kann eine korrekte Durchführung der Aktivitäten nicht gewährleistet werden, wodurch ihre

intendierte Wirksamkeit negativ beeinträchtigt wird. Wird das Stimmungstagebuch nur unvollständig oder aufgrund von Scham gar mit unwahren Angaben ausgefüllt, kann dies dazu führen, dass der Psychotherapeut falsche Schlussfolgerungen zieht und als Konsequenz wiederum falsche, d.h. für den Erfolg der Psychotherapie sich negativ auswirkende, Änderungen an der Therapie bzw. deren Strategien vornimmt. Die notwendigen Erklärungen der Hilfsmittel können mitunter sehr umfangreich und dadurch zeitaufwändig sein, was einerseits die eigentliche Therapie- bzw. Behandlungszeit verkürzt und andererseits dazu führen kann, dass der Patient aufgrund der Komplexität und Informationsflut unwissentlich Fehler bei der Verwendung macht.

		Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag	Samstag	Sonntag	Montag
Schlaf	sehr gut							
	gut							
	mittel							
	schlecht							
Stimmung	sehr gut							
	gut							
	mittel							
	schlecht							
Angst	sehr gut (keine Angst)							
	gut							
	mittel							
	schlecht							
Aktivität	sehr schlecht (starke Kräfte)							
	schlecht							
	gut							
	sehr gut (keine Kräfte)							
Nervosität	sehr gut (keine Nervosität)							
	gut							
	mittel							
	schlecht							
Persönliche Anmerkungen	sehr schlecht (keine Kräfte)							
	schlecht							
	gut							
	sehr gut (keine Nervosität)							

(a) Beispiel eines Stimmungstagebuchs [sti18b]



(b) Beispiel eines Belohnungsplans für ADHS-Patienten [bel18]

Abbildung 2.6: Hilfsmittel für die Durchführung von psychotherapeutischen Hausaufgaben

- Überwachung & Feedback:** Um sicherzustellen, dass der Patient die vom Therapeuten verordneten therapeutischen Hausaufgaben korrekt, d.h. wie intendiert, zwischen den Therapiesitzungen durchführt, bedarf es entsprechender Lösungen. So bieten das Protokollieren der Aktivitäten in einem Stimmungstagebuch oder andere Formen der Mitschrift dem Therapeuten die Möglichkeit, einerseits die korrekte Ausführung der Aktivitäten und andererseits die Ergebnisse bzw. Erfahrungen zu prüfen und zu analysieren. Hieraus lassen sich wiederum Rückschlüsse ableiten oder bei Bedarf auch Anpassungen an der Therapie vornehmen. Beides kann in der gängigen Praxis aber nur nachgelagert, d.h. in der darauffolgenden Therapiesitzung, erfolgen, wodurch ggf. unnötig Therapie- bzw. Behandlungszeit “verschwendet” wird. Darüber hinaus hat der Therapeut keinerlei Eingriffs- bzw. Anpassungsmöglichkeiten, um noch während oder zumindest vor dem nächsten Zeitpunkt der Durchführung der Hausaufgabe diese zu verändern, sodass die von ihm intendierte Wirksamkeit garantiert werden kann. Beispielsweise ist es in bestimmten Fällen sinnvoll, die tägliche Durchführung einer bestimmten Aktivität bis zur nächsten Therapiesitzung auszusetzen, falls diese beim Patienten jeweils zu einer negativen Stimmungslage führt. Mit der nicht vorhandenen Möglichkeit des Monitorings von Hausaufgaben geht die Tatsache einher, dass jegliche Form von Feedback vom Patienten an den Therapeuten retrospektiv ist, d.h. rückblickend basierend auf seinen Erinnerungen. Lückenhaften Erinnerungen oder gar unwahre Angaben des Patienten können dann dazu führen, dass der Therapeut unnötige Anpassungen an den Strategien und Methoden vornimmt, welche u. U. wiederum negative Auswirkungen auf deren Wirksamkeit mit sich bringen.

2.1.1.4 Optimierungsmöglichkeiten durch den Einsatz mobiler Endgeräte

Wie bereits diskutiert, besitzt der Psychotherapeut im Rahmen der von ihm durchgeführten Psychotherapie nur wenige, wenn nicht sogar keine Möglichkeiten, um zwischen Therapiesitzungen, d.h. während der Durchführung einer therapeutischen Hausaufgabe, diese zu überwachen und ggf. einzelne Aktivitäten anzupassen.

Mithilfe mobiler Endgeräte, wie z.B. Smartphones, wäre es hingegen möglich, Lösungen bereitzustellen, welche diese Funktionen bieten. So wäre es beispielsweise mittels einer geeigneten mobilen Anwendung und der Verwendung der im Gerät verbauten Sensoren möglich, zu überprüfen, ob der Patient die ihm zugeordnete Aufgabe des täglichen Spazierengehens tatsächlich durchgeführt hat oder nicht. Darüber hinaus bieten adäquate und spezifische mobile Anwendungen auch für den Patienten hilfreiche und für den Behandlungsverlauf sich positiv auswirkende Möglichkeiten. Beispielsweise könnte sich der Patient an therapeutische Hausaufgaben erinnern lassen oder diese mittels multimedialer Elemente, wie z.B. Videos, effizienter und genauer durchführen.

Die Tatsache, dass diese vor allem von Therapeuten gewünschten Funktionen noch nicht in ihrem vollen Umfang vorhanden sind, bedeutet aber nicht, dass adäquate mobile Anwendungen für Nutzer mit psychischen Störungen gänzlich fehlen. Für verschiedene spezifische Erkrankungen, wie z.B. Depressionen oder Angststörungen, existieren durchaus qualitativ hochwertige, d.h. hinsichtlich Funktionsumfang, Design und Usability, mobile Anwendungen. Im Folgenden werden drei frei erhältliche, mobile Anwendungen im Kontext psychischer Störungen diskutiert. Diese bieten, neben dem Protokollieren von Stimmungszuständen, zusätzlich verschiedene Übungen und Aktivitäten als eine Art von Hausaufgabe an.

- **Arya Companion:** Die mobile Anwendung *Arya Companion*² der Arya mHealth UG fokussiert auf die Unterstützung von an Depressionen leidenden Patienten im Alltag. Einerseits sollen Emotionen, Gefühle und Gedanken über den Tag hinweg protokolliert werden, um verschiedene Verhaltensmuster zu erkennen und zu verstehen. Hierzu steht ein digitales Stimmungstagebuch (vgl. Abbildung 2.7a) zur Verfügung, das mit sog. Stimmungsprotokollen gefüllt werden kann. Andererseits nutzt *Arya Companion* die bereits erwähnte psychotherapeutische Strategie der *positiven Aktivitäten*. Hierfür stellt die mobile Anwendung ca. 150 verschiedene Aktivitäten zur Verfügung, aus welchen sich der Patient sein eigenes Portfolio zusammenstellen kann, je nach Präferenz und Stimmung. Beispielsweise wird die Aktivität *Spazieren gehen* angeboten, für deren Durchführung sich der Patient spezifische Erinnerungen anlegen kann, die dann zum definierten Zeitpunkt vom mobilen Endgerät angezeigt werden. Nach Beendigung jeder Aktivität wird vom Patienten Feedback in Form eines Stimmungsprotokolls eingeholt, sodass die Auswirkungen hinsichtlich seiner Stimmung nach Durchführung der Aktivität ermittelt werden können. Die mobile Anwendung *Arya Companion* nutzt in ihrer aktuellen Version weder interne noch externe Sensoren der mobilen Endgeräte, wie beispielsweise den eingebauten GPS Sensor oder den Herzfrequenzsensor eines Fitnessarmbands, um die Stimmungsprotokolle bzw. Aktivitäten mit Vitalparametern anzureichern. Auch eine Übertragung der gesammelten Informationen an den behandelnden Therapeuten findet nicht statt, sodass dieser erst nachgelagert, d.h. in der nächsten Therapiesitzung, die Stimmungsprotokolle manuell analysieren kann, um daraus Rückschlüsse auf die angewendete Therapie zu schließen.

²<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.arya>

- **Moodpath: Depression & Burnout Test:** *Moodpath*³ ist eine mobile Anwendung der Aurora Health GmbH deren übergeordnetes Ziel es ist, Depressionen frühzeitig zu erkennen, ohne dass dazu ein Fachexperte aufgesucht werden muss. Dazu werden in einem ersten Schritt über einen Zeitraum von zwei Wochen die Gedanken, Gefühle und Emotionen des Nutzers mittels eines täglich zu beantwortenden Fragebogens protokolliert. Dieser enthält Fragen nach den internationalen Diagnostik-Standards (ICD-10, DSM-V, AMDP-System). Nach diesem Zeitraum wird automatisiert, d.h. mithilfe eines Algorithmus, errechnet, ob eine Depression vorliegt und welchen Schweregrad diese besitzt. Dieses vom Anbieter als Arztbrief bezeichnete Ergebnis (vgl. Abbildung 2.7b) dient dann dazu, um mit einem Therapeuten das Erstgespräch zu führen, welches durch die bereits gesammelten Informationen und Ergebnisse deutlich effizienter vonstatten geht. Neben dem Screening einer möglichen Depression bietet *Moodpath* zusätzlich ungefähr 150 verschiedene Übungen und Aktivitäten, welche stimmungs- und situationsabhängig täglich dem Nutzer angeboten werden. Dies ist möglich, da auch *Moodpath* (vgl. Arya Companion) alle gesammelten Informationen in Form eines Stimmungstagebuchs speichert. Darüber hinaus ermöglicht die mobile Anwendung gemeinsam mit der vom Anbieter angebotenen Plattform *Aurora*⁴, diese Informationen und Daten mit behandelnden Ärzten und Therapeuten zu teilen. Dadurch können Spezialisten den Stimmungsverlauf des Nutzers bzw. Patienten uneingeschränkt verfolgen. Dies wiederum erlaubt eine deutlich zeit- und kosteneffizientere Therapie, weil die Daten nicht erst mit dem Patienten in der Therapie-sitzung besprochen werden müssen. Weiter ist der Therapeut in der Lage, verschiedene für den Patienten und dessen Therapie hilfreiche oder auch notwendige Funktionen freizuschalten. Ebenso wie die mobile Anwendung Arya Companion nutzt *Moodpath* in der aktuellen Version keine internen oder auch externen Sensoren, um die Durchführung von Aktivitäten zu überprüfen oder gesammelte Informationen mit Vitalparametern anzureichern.
- **Rootd - Panic Attack & Anxiety Relief:** Die leider nur in englischer Sprache erhältliche mobile Anwendung *Rootd*⁵ ist, wie die bereits erwähnten Anwendungen, für Android und iOS erhältlich. Die sehr spielerisch anmutende Anwendung fokussiert auf die Unterstützung von Nutzern bzw. Patienten mit Angst- und Panikstörungen, indem sie kontinuierlich deren Stimmung abfragt und im Falle einer Panikattacke mit hilfreichen Tipps und Übungseinheiten aufwartet. Dabei unterscheidet *Rootd* zwischen kurz- und langfristigen Übungseinheiten (vgl. Abbildung 2.7c), welche einerseits darauf abzielen, dass die Nutzer bzw. Patienten ihre Erkrankung besser verstehen und andererseits Strategien und Methoden erlernen, um die Krankheit zu heilen oder die Symptome zu lindern. Eine Besonderheit an *Rootd* ist, dass verschiedene Inhalte der Anwendung nur gegen Bezahlung einer Gebühr freigeschaltet werden können (mittels sog. In-App-Käufe⁶). *Rootd* ist im Gegensatz zu Arya und Moodpath nicht ausdrücklich für die Nutzung im Rahmen einer Psychotherapie vorgesehen, sondern das Ziel ist in erster Linie eine Form des Selbstmanagements sowie das Erlernen individueller und persönlicher Strategien im Umgang mit der psychischen Erkrankung. Dabei werden wiederum keine Vitalparameter erfasst und in Bezug mit den protokollierten Emotionen und Gefühlen gesetzt.

³<https://www.moodpath.de/de/>

⁴<https://www.aurora-health.de/>

⁵<http://www.rootd.io/>

⁶Neue Inhalte und Funktionen werden innerhalb der mobilen Anwendung gekauft und bezahlt.

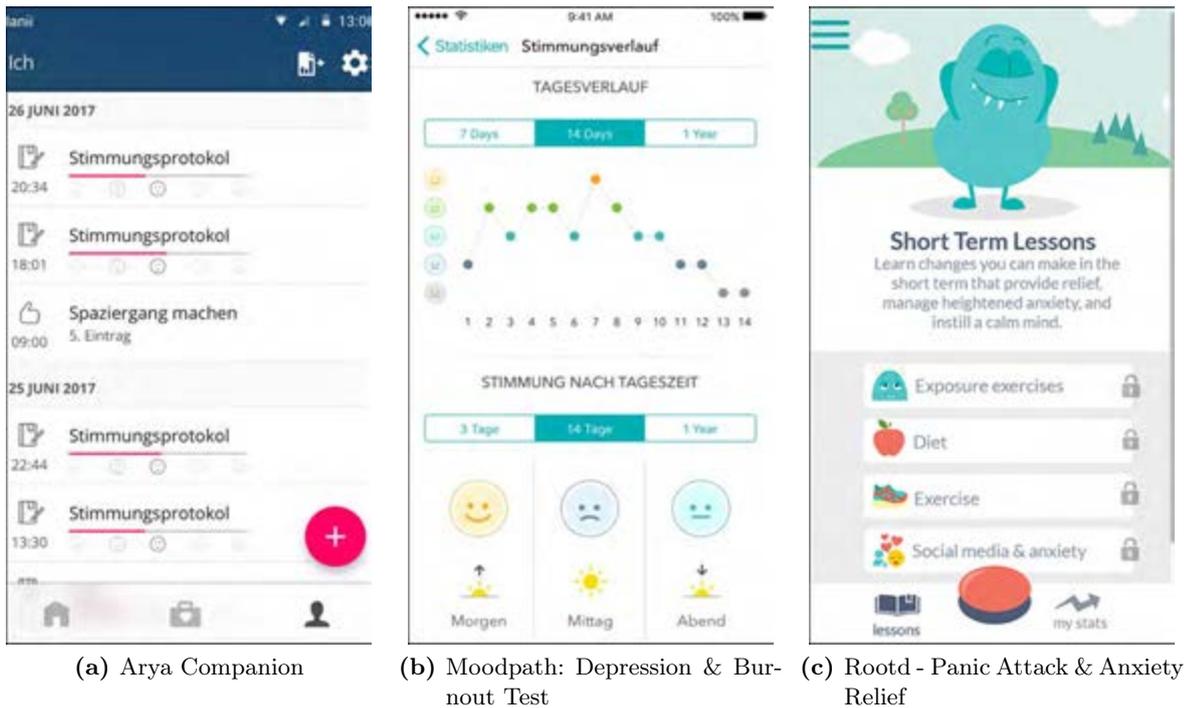


Abbildung 2.7: Screenshots von mobilen Anwendungen für die Physiotherapie

Die diskutierten mobilen Anwendungen zeigen, dass bereits Anwendungen zur Unterstützung einer Psychotherapie bzw. zum Selbstmanagement eines Nutzers mit einer psychischen Erkrankung am Markt existieren. Diese fokussieren aber auf einige wenige Aspekte, wie beispielsweise das Protokollieren von Emotionen bzw. Stimmung der Patienten. Weiterführende Funktionen und Konzepte, wie dies zum Beispiel die mobile Anwendung *Moodpath* zeigt, dass Informationen und Daten automatisch und ohne Zutun des Patienten an den Therapeuten übermittelt werden und dieser dann ggf. Anpassungen an seinen therapierelavanten Strategien und Methoden vornehmen kann, sind hingegen eher selten. Darüber hinaus sind sowohl die drei vorgestellten als auch andere in den Appstores erhältlichen Anwendungen sog. Insellösungen, d.h. ihr Fokus liegt meist auf genau einer psychischen Störung, wie z.B. die Depression bei *Moodpath*. Weiter gehören die Verwaltung, Zuweisung und Änderung von therapeutischen Hausaufgaben und das kontinuierliche Einholen des Patientenfeedbacks nicht zu den Kernfunktionen und -konzepten. Neben den bereits erwähnten Funktionen bieten mobile Endgeräte bzw. deren mobile Anwendungen weitaus mehr Möglichkeiten, um die Psychotherapie und vor allem die in deren Rahmen durchgeführten therapeutischen Hausaufgaben ganzheitlich zu unterstützen. Einige Aspekte davon werden im Folgenden genauer erläutert:

- **Digitale Hilfsmittel:** Wie erwähnt, werden in der Psychotherapie je nach angewandeter Strategie verschiedene Hilfsmittel (z.B. Stimmungstagebuch) genutzt. Auch wenn einige der diskutierten mobilen Anwendungen bereits eine digitale Repräsentation eines solchen Tagebuchs umsetzen, wird in vielen Fällen immer noch auf papierbasierte Dokumente zurückgegriffen (vgl. Abbildung 2.6a). Gleiches gilt für Erläuterungstexte oder -illustrationen, die für den Patienten bei der Durchführung der therapeutischen Hausauf-

gabe notwendig sind. Hier bieten moderne mobile Anwendungen weitaus größere Möglichkeiten, um komplexe Zusammenhänge (z.B. Atemübungen) darzustellen. So lassen sich Erklärungen in Form von Videos realisieren oder mittels interaktiver bzw. dynamischer Dokumente (z.B. PDF⁷-Dokumente) darstellen. Neben Texten beinhalten diese Dokumente zusätzliche Informationen als Video- oder Audiodaten. Mit diesen Mitteln wird der Patient dahingehend unterstützt, die therapeutische Hausaufgabe bzw. deren Aktivitäten und Übungen korrekt durchzuführen, was im Umkehrschluss eine optimale Wirksamkeit dieser garantiert. Im Hinblick auf das Protokollieren von Gemütszuständen, Emotionen oder Gefühlen bieten mobile Anwendungen ebenfalls deutliche Vorteile gegenüber der Papierversion. Zum einen können die Informationen mit spezifisch entwickelten Benutzeroberflächenelementen deutlich einfacher, intuitiver und übersichtlicher erfasst werden, zum anderen sind die erfassten Daten einheitlich, sodass keine Missverständnisse bei deren Interpretation möglich sind. Darüber hinaus sind die Informationen dahingehend geschützt, dass sie nicht verloren gehen oder manipuliert werden können.

- **Motivation & Gamification:** Ein wichtiger Aspekt, der gerade bei der Psychotherapie eine wichtige Rolle spielt, ist die Motivation des Patienten, die vom Therapeuten zugeordneten Hausaufgaben, wie von diesem intendiert, durchzuführen. Gerade bei der psychotherapeutischen Strategie, den Patienten positive Aktivitäten durchführen zu lassen, kann es zu Beginn dazu kommen, dass diese aufgrund eines zu hohen Schwierigkeitsgrades (vgl. Abschnitt 2.1.1.3) nicht oder nur unvollständig durchgeführt werden. Dies mindert die Wirksamkeit der Strategie und somit die Effizienz der gesamten Psychotherapie, weil der Therapeut erst bei der nächsten Therapiesitzung davon erfährt und darauf reagieren kann. Hier könnte eine entsprechende mobile Anwendung in Form eines zuvor konfigurierbaren Lobs, das dem Patienten angezeigt wird, motivierend eingreifen. Eine weitere Lösung wäre die Umsetzung erweiterter und deutlich komplexerer Motivationskonzepte, wie z.B. *Gamification*⁸ [DDKN11], eines aus Computerspielen bekannten Konzepts, bei welchem der Nutzer bzw. Patient *Punkte* oder sog. *Badges*⁹ (vgl. Abbildung 2.24) erhält, wenn er eine oder mehrere vorher definierte Aktivitäten erfolgreich absolviert hat. Beispielsweise könnte das mehrmalige und korrekte Durchführen einer beruhigenden Atemübung jeweils 5 Punkte geben, wobei der Patient nach Erreichen einer vom Therapeuten definierten Punktegrenze eine themen- bzw. kontextspezifische Auszeichnung erhält. Weitere Konzepte im Kontext von Gamification sind die Umsetzung von Levels oder Szenarien, welche die Langzeitmotivation des Patienten fördern sollen.
- **Planung & Erinnerung:** Um die Wirksamkeit einer Psychotherapie bzw. der dabei angewendeten Strategien, insbesondere im Rahmen der therapeutischen Hausaufgaben, sicherzustellen, ist es notwendig, dass der Patient die Hausaufgaben zu den korrekten Zeitpunkten und in den geforderten Häufigkeiten durchführt. Gerade hierfür bieten mobile Endgeräte ein großes Spektrum an Möglichkeiten, die zugeordneten Aktivitäten zu organisieren. So erinnern mobile Anwendungen, etwa die auf allen mobilen Endgeräten vorhandene Kalenderanwendung, ihre Nutzer über ein anstehendes Ereignis. Hierzu werden grafische, plattformspezifische Elemente (sog. Notifications) verwendet. Eine entsprechende für die Psychotherapie entwickelte mobile Anwendung kann entweder selbst dieses

⁷Portable Document Format

⁸Gamification ist die Übertragung von spieltypischen Elementen in spielfremde Zusammenhänge mit dem Ziel der Motivationssteigerung.

⁹deutsch "Abzeichen"

Konzept verwenden, d.h. anwendungsspezifische Erinnerungen dem Patienten anzeigen, oder aber die Durchführungszeitpunkte der Aktivitäten werden in die bereits vorhandene Kalenderanwendung eingetragen. Diese Variante hat den Vorteil, dass mögliche Terminkollisionen zwischen therapeutischen Aktivitäten und bereits vorhandenen Terminen erkannt bzw. vermieden werden können. Im Fall von kurzfristigen bzw. nicht vorhersehbaren Terminkollisionen lassen sich Verschiebungen zusätzlich deutlich einfacher bewerkstelligen als in einem papierbasierten Terminkalender. Darüber hinaus erlaubt eine solche digitale Hausaufgabenverwaltung dem Therapeuten nachzuvollziehen, ob der Patient die Aktivitäten zu den vereinbarten Zeitpunkten durchgeführt oder ob er diese verschoben hat. All diese Informationen können vom Psychotherapeuten dazu genutzt werden, um Rückschlüsse auf die Wirksamkeit der Psychotherapie zu erhalten.

- **Sensorik & Ad-hoc-Feedback:** Schon bei der Diskussion der drei ausgewählten mobilen Anwendungen, kam ein wichtiger und bisher noch meist unbeachteter Aspekt im Kontext von therapeutischen Hausaufgaben in der Psychotherapie zur Sprache, nämlich das Erfassen von Vitalparametern, etwa Herzfrequenz, Herzfrequenzvariabilität¹⁰ oder Hautleitfähigkeit (auch Elektrodermale Aktivität genannt), mit geeigneten Sensoren. Mit heutigen modernen mobilen Endgeräten, wie Smartphones, Smartwatches (vgl. Abbildung 2.8a) und Fitnessarmbändern, aber auch mit einfach zu verwendenden externen Sensoren, wie im Fall der Blutzuckermessung, lassen sich diese Vitalparameter kontinuierlich und für den Patienten sehr komfortabel während der Durchführung der Hausaufgabe oder im Anschluss, z.B. beim Ausfüllen eines Feedbackfragebogens, messen. Die hierbei gewonnenen Informationen ermöglichen es dem Therapeuten, Rückschlüsse auf die Wirksamkeit der gewählten Strategie zu ziehen, um diese ggf. anzupassen oder gar zu wechseln. So kann eine Kognitive Verhaltenstherapie (KVT) mit geeigneten Sensoren unterstützt werden, Emotionen und die Stimmung des Patienten nicht allein durch mehrmals täglich zu beantwortende Fragen zu erfassen, sondern mittels kontinuierlich gemessener Sensordaten in Kombination mit komplexen Algorithmen [QMSH12, LN04, HGSW04, SKC⁺10, MBY13]. Die hierzu notwendigen Sensoren sind beispielweise in einem Armband, wie jenem von *Sentio Solutions Inc.* (vgl. Abbildung 2.8b), vorzufinden. Das *Sentio Feel* Armband ist in der Lage die Herzfrequenzvariabilität mittels eines Photoplethysmographie (PPG) Sensors (vgl. grüne LEDs auf der Rückseite der Smartwatch in Abbildung 2.8a) zu bestimmen. Die Herzfrequenzvariabilität und die ebenfalls durch das Sentio Feel Armband messbare *Elektromodale Aktivität* sind notwendige Informationen, um Emotionen oder auch Stress des Patienten bestmöglich zu bestimmen [QGO⁺12, LYP⁺06, ZB06].

Mittels den durch die Sensoren gewonnenen Informationen kann ein sog. *Ad-hoc-Feedback* für den Patienten generiert werden. Dies bedeutet, dass mit geeigneten Sensoren die korrekte Durchführung, d.h. wie vom Therapeuten intendiert, der Hausaufgabe geprüft und im Anschluss oder auch noch während der Durchführung dem Patienten ein hilfreiches und motivierendes Feedback angezeigt werden kann. Beispielsweise ermöglicht der im mobilen Endgerät verbaute GPS-Sensor die zurückgelegte Distanz beim Spazieren gehen zu messen und dem Patienten in geeigneter Form, d.h. z.B. grafisch, anzuzeigen.

¹⁰Bezeichnet die Abweichung der momentanen Herzfrequenz von einer streng rhythmischen Folge



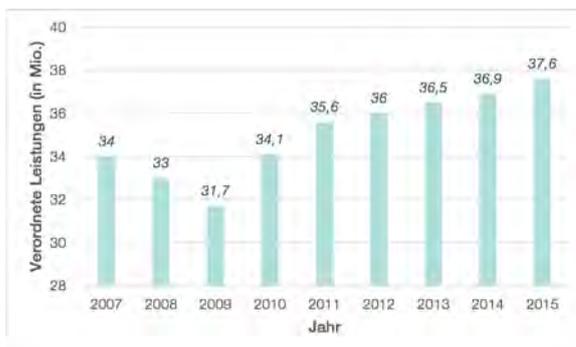
(a) ZeRound HR Premium Smartwatch mit PPG Sensor [zer18]

(b) Sentio Feel Armband mit verschiedenen Sensoren [sen18]

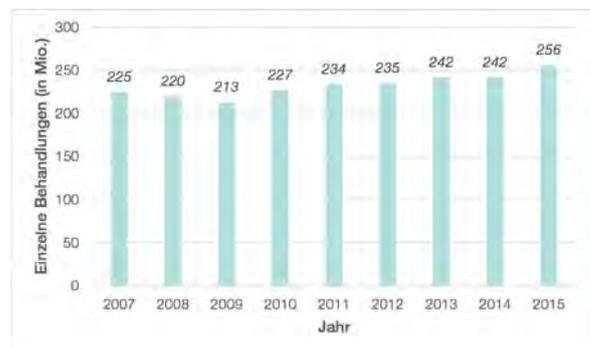
Abbildung 2.8: Smartwatch und Armband zur Messung von Vitalparametern

2.1.2 Physiotherapie

Die *Physiotherapie* ist eine wichtige Therapieform zur Behandlung unterschiedlicher Erkrankungen und Beschwerden, wie beispielsweise Funktions-, Bewegungs- bzw. Aktivitätseinschränkungen. Wie die Abbildungen 2.9a und 2.9b zeigen, ist sowohl die Anzahl der ärztlich verordneten Leistungen als auch die daraus resultierende Anzahl an einzelnen Behandlungen in den letzten Jahren in Deutschland kontinuierlich angestiegen. Neben der stationären und ambulanten Behandlung des Patienten in einem Krankenhaus bzw. in einer physiotherapeutischen Praxis, steht die Durchführung von therapeutischen Hausaufgaben im Fokus.



(a) Entwicklung der verordneten Leistungen



(b) Entwicklung der einzelnen Behandlungen

Abbildung 2.9: Physiotherapeutische Leistungen und Behandlungen (2007 bis 2015) [aok16]

Physiotherapie ist der Oberbegriff für alle aktiven und passiven Therapieformen (vgl. Ausbildungszielbeschreibung des MPhG). Dazu gehören beispielsweise die *Bewegungstherapie*, bei welcher Erkrankungen durch sowohl aktive, d.h. durch den Patienten durchgeführte, als auch passive, d.h. durch den Therapeuten durchgeführte, Bewegungen heilen oder vorgebeugt werden sollen. Eine weitere Therapieform im Rahmen der Physiotherapie ist die *Physikalische Therapie*,

bei welcher sich mit physikalischen Mitteln der Erkrankung angenommen wird. Beispielsweise umfasst die Physikalische Therapie die Behandlung mit *mechanischen Reizen* (Massage) oder mit *thermischen Reizen* (Kälte und Wärme). Als Ziele der Physiotherapie werden neben der *Linderung von Schmerz* die *Erhaltung und Verbesserung von Beweglichkeit, Koordination, Kraft und Ausdauer* genannt.

Wie bereits motiviert, werden auch bei der Physiotherapie therapeutische Hausaufgaben verwendet, um die Wirksamkeit der verordneten Maßnahmen zu erhöhen. Dies ist notwendig, da sowohl die Therapiedauer als auch -frequenz meistens nicht ausreichen, um das definierte Therapieziel zu erreichen. Aus diesem Grund werden dem Patienten während des Behandlungstermins verschiedene Maßnahmen, d.h. Übungen, erläutert, die sie zwischen Behandlungsterminen durchführen sollen. Hierbei sind der Ort, die Dauer und die Frequenz der Durchführung abhängig von der jeweiligen therapeutischen Hausaufgabe. Beispielsweise können Übungen der Dehngymnastik zu Hause durchgeführt werden, wohingegen Übungen zur Kräftigung der Muskulatur unter Zuhilfenahme von Fitnessgeräten meist nur in speziellen Einrichtungen (z.B. Fitnessstudio) möglich sind.

Um den Verlauf einer physiotherapeutischen Behandlung näher zu erläutern und den Einsatz therapeutischer Hausaufgaben in diesem Kontext zu verdeutlichen, werden in diesem Abschnitt exemplarisch und in vereinfachter Form die *Nachbehandlungsstrategien nach einer Rekonstruktion des vorderen Kreuzbandes* gezeigt [EH08]. Hierbei wird angenommen, dass bei einem Patienten, der eine Verletzung des vorderen Kreuzbandes (lat.: Ligamentum cruciatum anterius, LCA) aufweist, dieses mithilfe der Doppelbündeltechnik [Jär07] arthroscopisch rekonstruiert wurde. Um anschließend den Heilungsprozess zu unterstützen, begibt sich der Patient in eine speziell für diese Operationstechnik entwickelte physiotherapeutische Nachbehandlung. Diese umfasst die in Tabelle 2.2 dargestellten drei Phasen:

Phase	Zeitliche Zuordnung	Therapieziele
I	1. und 2. postoperative Woche	Reduktion der Schwellneigung Erhalt der Beweglichkeit Femurpatellargelenk Schmerzlinderung/-reduktion
II	3. bis 6. postoperative Woche	Normalisierung der Beweglichkeit Progressive Belastungssteigerung bis zur Erreichung der Vollbelastung Wiederherstellung koordinativer Fähigkeiten Stabilisation der physiologischen Becken-Bein-Achse
III	Ab 7. postoperativer Woche	Normalisierung der Alltagsmotorik Erreichen physiologischer Muskelbalance der gesamten Becken-Bein-Achse

Tabelle 2.2: Übersicht über die einzelnen Phasen der Physiotherapie und deren Therapieziele

2.1.2.1 Involvierte Personen und Akteure

In dem beschriebenen Szenario einer physiotherapeutischen Behandlung nach einem operativen Eingriff am vorderen Kreuzband, sind meist zwei Akteure beteiligt:

- **Physiotherapeut:** Der Physiotherapeut ist dafür verantwortlich, die ärztlich verordneten Maßnahmen entsprechend der im Heilmittelkatalog definierten Umfänge durchzuführen [hei17]. Hierbei entscheidet der Physiotherapeut selbstständig, welche Techniken und Übungen im Rahmen der Therapie zum Einsatz kommen. Des Weiteren kann es vorkommen, dass der Physiotherapeut während einer mehrwöchigen Therapie aufgrund personeller Engpässe oder Terminüberschneidungen wechselt. Im hier beschriebenen Szenario besteht die Aufgabe des Physiotherapeuten darin, die in den verschiedenen Phasen beschriebenen Therapieziele (vgl. Tabelle 2.2), wie z.B. die Schmerzlinderung oder Normalisierung der Beweglichkeit, gemeinsam mit dem Patienten zu erreichen.
- **Patient:** Der Patient unterzieht sich einer Physiotherapie aufgrund unterschiedlichster Erkrankungen oder physischer Beschwerden. Darüber hinaus nutzen Patienten die Physiotherapie, um präventiv gegen mögliche Erkrankungen vorzugehen [Ste13], beispielsweise zur Vorbeugung gegen auftretende Rückenschmerzen aufgrund der täglichen Arbeitsbelastungen. Im hier beschriebenen Szenario hingegen, unterzieht sich der Patient einer Physiotherapie, um nach erfolgter Rekonstruktion des vorderen Kreuzbandes, sein Knie ohne Einschränkungen wieder belasten zu können.

2.1.2.2 Ablauf

Um die Vorgehensweise und den Ablauf einer physiotherapeutischen Behandlung zu verdeutlichen, soll nun genauer auf die einzelnen Aktivitäten, Maßnahmen und Phasen eingegangen werden. Abbildung 2.10 stellt exemplarisch und vereinfacht, basierend auf Auskünften verschiedener Physiotherapeuten und Patienten, dar, welche Aktivitäten und Maßnahmen in welcher Reihenfolge im Rahmen einer *Nachbehandlung nach einer Rekonstruktion des vorderen Kreuzbandes* notwendig sind. Darüber hinaus zeigt Abbildung 2.10 an welchen Orten und unter Verwendung welcher Hilfsmittel und Materialien die einzelnen Aktivitäten durchgeführt werden.

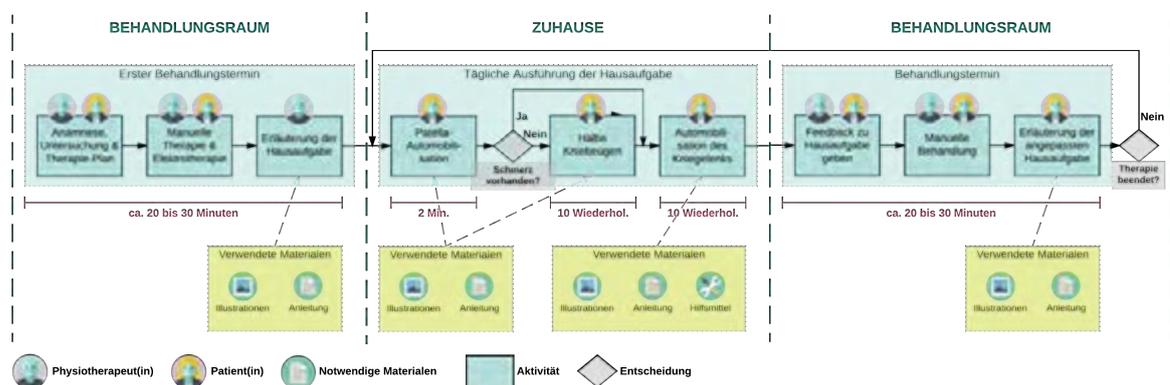


Abbildung 2.10: Ablauf der Physiotherapie

Während des *ersten* Behandlungstermins in einer physiotherapeutischen Praxis erstellt der behandelte Physiotherapeut zunächst eine Anamnese, indem er gemeinsam mit dem Patienten dessen Krankengeschichte bespricht. Hierbei ist es das Ziel, neben den eigentlich zu behandelnden Beschwerden, Vorerkrankungen oder weitere Einschränkungen zu erfahren, die es bei der Durchführung der therapeutischen Maßnahmen zu beachten gilt. Basierend auf der Anamnese werden anschließend verschiedene Untersuchungen durchgeführt, die gemeinsam mit der Diagnose des Arztes eine Therapiediagnose ergeben. Letztere dient dann als Basis für die Ausarbeitung der patientenspezifischen Therapieziele und der letztendlichen Therapie-Planung. Im Fall der Nachbehandlung nach Rekonstruktion des vorderen Kreuzbandes werden hier die einzelnen Maßnahmen für die verschiedenen Phasen (vgl. Tabelle 2.2) geplant.

Im nächsten Schritt werden die ersten passiven und aktiven physiotherapeutischen Maßnahmen durch den Physiotherapeuten durchgeführt. Beispielsweise wird eine manuelle Lymphdrainage oder eine Elektrostimulation des inneren Schenkelmuskels (lat. *Musculus vastus medialis*) durchgeführt [EH08]. Da verschiedene Maßnahmen täglich durchgeführt werden müssen, um den Heilungsprozess nicht zu unterbrechen, erläutert der Physiotherapeut dem Patienten einzelne Maßnahmen wie diese zu Hause bzw. außerhalb der Behandlungstermine in Form von therapeutischen Hausaufgaben durchgeführt werden sollen (vgl. Abbildung 2.11). Um sicher zu gehen, dass der Patient die Anweisungen adäquat nachvollziehen kann, werden ihm Illustrationen und weitere Hilfsmittel zur Verfügung gestellt.



Abbildung 2.11: Anleitung zur Patella-Automobilisation [EH08]

In der Zeit zwischen den Behandlungsterminen führt der Patient die ihm zugeordneten therapeutischen Hausaufgaben zuhause, entsprechend den Vorgaben des Physiotherapeuten, aus. Im hier gezeigten Szenario bedeutet dies, dass die tägliche durchzuführende Hausaufgabe zunächst aus einer *Patella-Automobilisation* besteht. Dabei greift der Patient auf die verfügbaren Illustrationen zurück, um die Maßnahme korrekt durchzuführen. Hat er im Anschluss an diese Maßnahme



Abbildung 2.12: Automobilisation des Kniegelenks unter Zuhilfenahme eines Skischuhs [EH08]

spürbare Schmerzen, überspringt er die darauffolgende Maßnahme *Halbe Kniebeugen*, welche zur Ansteuerung einer gelenksichernden Muskelentspannung dient, und macht mit der *Automobilisation des Kniegelenks* weiter (vgl. Abbildung 2.12). Diese Maßnahme ist unter Zuhilfenahme eines Skischuhs in Verbindung mit der Gravitation dazu gedacht, die Beweglichkeit zu verbessern und mögliche Schmerz- und Schwellungszustände zu verringern [EH08].

Beim nächsten Behandlungstermin gilt es zunächst für Physiotherapeuten sowohl ein allgemeines als auch ein hausaufgaben-spezifisches Feedback des Patienten einzuholen. Dies dient einerseits dazu, das allgemeine Befinden des Patienten zu erfahren und andererseits, um adäquate Anpassungen der therapeutischen Maßnahmen vorzunehmen. Damit ist gemeint, dass

im Fall von anhaltend auftretenden Schmerzen bei der Durchführung der therapeutischen Hausaufgabe, diese vom Physiotherapeuten angepasst werden muss. Dies kann beispielsweise durch Änderung der Dauer oder Intensität von Maßnahmen oder durch Weglassen einzelner Maßnahmen erfolgen. Nach Einholen des Feedbacks beginnt der Physiotherapeut wiederum verschiedene physiotherapeutische Maßnahmen durchzuführen. Am Ende des Behandlungstermins erläutert der Physiotherapeut dem Patienten abermals die durchzuführende therapeutische Hausaufgabe. Diese, ebenso wie die therapeutischen Maßnahmen während des Behandlungstermins, sind abhängig vom Feedback des Patienten.

2.1.2.3 Eigenschaften und Besonderheiten

Für das skizzierte Szenario, aber auch generell innerhalb der Physiotherapie, existieren unterschiedliche Eigenschaften und Besonderheiten im Hinblick auf die Nutzung und den Umgang mit therapeutischen Hausaufgaben. Diese wurden im Rahmen mehrerer Experteninterviews mit Therapeuten sowie ausführlichen Gesprächen mit Patienten erörtert und analysiert.

- **Lokalität:** Bei der Durchführung der Hausaufgabe und deren jeweiligen Übungen spielt der tatsächliche Ort, an welchem diese stattfinden, in vielen Fällen nur eine untergeordnete Rolle. Im obigen Szenario (vgl. Abschnitt 2.1.2.2) ist es z.B. hinsichtlich der Wirksamkeit der Übung *Automobilisation des Kniegelenks* unerheblich, ob diese zuhause oder an einem anderen Ort stattfindet. Diese Aussage kann aber nicht pauschal getätigt werden, da für einige Übungen im Kontext der Physiotherapie der Ausführungsort von großer Bedeutung ist. Beispielsweise werden zur Behandlung und Vorsorge von Arthrose neben Übungen für zuhause auch solche verwendet, die aufgrund des gleichmäßigen Widerstands und der höheren Temperatur im Wasser in einem Schwimmbad durchgeführt werden müssen (vgl. Abbildung 2.13a). Gleiches gilt für Übungen, die nur mithilfe eines spezifischen Fitness- oder Therapiegeräts ausgeführt werden können, das meist nur im Fitnessstudio oder einer Physiotherapiepraxis verfügbar sind.



(a) Übung im Rahmen der Wassergymnastik [aqu18] (b) Übung am Gravity Training System (GTS) [gra18]

Abbildung 2.13: Unterschiedliche Orte für die Durchführung der Hausaufgabe

- **Uhrzeit:** Die *Uhrzeit*, zu der eine Hausaufgabe durchgeführt werden soll, wird je nach Übung durch den Physiotherapeuten während des Behandlungstermins spezifiziert. Eine genaue Festlegung der Uhrzeit ist aber nicht immer notwendig, sodass der Patient die Möglichkeit besitzt, den Zeitpunkt der Durchführung selbst zu wählen und an seinen

Alltag anzupassen. Handelt es sich hingegen um Übungen, die beispielsweise der Mobilisation zu behandelnder Gelenke und Strukturen dienen, kann die Zeit eine äußerst wichtige Rolle bei der Wirksamkeit der Hausaufgabe spielen. Im beschriebenen Szenario der *Nachbehandlung nach einer Rekonstruktion des vorderen Kreuzbandes* ist die Übung *Patella Automobilisation* (vgl. Abbildung 2.11) mehrmals täglich auszuführen, wobei die erste Durchführung direkt nach dem Aufstehen erfolgen muss, um einerseits die Durchblutung und andererseits die Beweglichkeit der Patella nach der langen Ruhephase zu fördern. In solch einem Fall wird der Patient angehalten, sich an die vom Physiotherapeuten definierten Zeiten zu halten und sie, wenn möglich, nicht zu ändern.

- **Schwierigkeitsgrad & Intensität:** Der Schwierigkeitsgrad bzw. die Intensität der Hausaufgabe und deren Übungen hängt von verschiedenen Faktoren ab. Dazu gehören einerseits die Komplexität der jeweiligen Übungen, etwa ob zur korrekten Durchführung komplizierte technische oder koordinative Abläufe und Fähigkeiten vonnöten sind, und andererseits physikalische Faktoren, wie z.B. der Widerstand gegen welchen eine Übung durchgeführt werden soll oder aber auch die Durchführungsgeschwindigkeit. Für jede Übung werden hierbei die entsprechenden Faktoren vom Physiotherapeuten noch während des Behandlungstermins bei *Erläuterung der Hausaufgabe* festgelegt. Beispielsweise kann die Übung *Automobilisation des Kniegelenks* (vgl. Abbildung 2.12) für den Patienten dahingehend vereinfacht werden, indem sie anstatt mit einem Skischuh mit einem Alltagsschuh oder barfuß durchgeführt wird. Die Erhöhung des Schwierigkeitsgrads bzw. der Intensität durch den Patienten selbst ist meistens unerwünscht, da hierdurch die Wirksamkeit der Hausaufgabe gemindert wird und ggf. ein erhöhtes Verletzungsrisiko besteht. Ausgenommen davon sind dynamische Anpassungen, die auf im Vorfeld mit dem Physiotherapeuten besprochenen Kriterien basieren. Hierzu gehören beispielsweise der während der Übung empfundene Schmerz oder die Erschöpfung, die aufgrund der Übung eingetreten sind. Beide Kriterien werden in der Praxis oft angewendet, wobei keines von ihnen ohne Weiteres objektiv messbar ist und deshalb in der Form „Wenn der Schmerz zu groß ist, dann reduziere den Widerstand“ definiert werden.
- **Übungsfrequenz:** Die *Frequenz*, in welcher die Übungen und Hausaufgabe durchzuführen sind, wird ebenfalls vom Physiotherapeuten bei der Erläuterung der Hausaufgabe während des Behandlungstermins bestimmt. Diese Frequenz gibt an, wie oft eine Übung innerhalb der Hausaufgabe wiederholt werden soll, um eine optimale Wirksamkeit zu erzielen. Hierbei entscheidet der Physiotherapeut, ob er die genaue Anzahl an Wiederholungen mittels einer Zahl definiert, wie z.B. in der Übung *Halbe Kniebeugen* (vgl. Abbildung 2.10), oder ob die Anzahl undefiniert ist und von unterschiedlichen Faktoren und Kriterien abhängig gemacht wird. Diese Faktoren sind teilweise qualitativ messbar, wie im Fall der Herzfrequenz, die sowohl manuell mithilfe des Zeigefingers an einer Arterie bestimmt werden kann (vgl. Abbildung 2.14a), als auch mittels moderner Pulsuhren (vgl. Abbildung 2.14b).
- **Hilfsmittel:** Viele Übungen, die während einer Physiotherapie im Allgemeinen und im Rahmen von Hausaufgaben im Speziellen durchzuführen sind, erfolgen ohne Zuhilfenahme technischer Hilfsmittel, wenn man von der Verwendung einer komfortablen Übungsmatte absieht. Beispielsweise können die meisten Dehnübungen rein mittels des eigenen Körpergewichts ausgeführt werden. Neben Übungen, welche, wie erwähnt, ohne technische Hilfsmittel auskommen, existieren auch Übungen, deren Wirksamkeit unter Verwendung



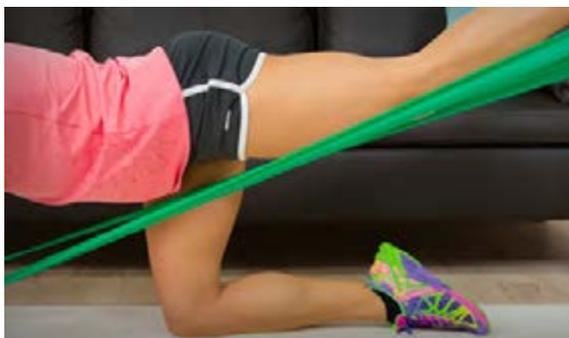
(a) Manuelle Herzfrequenzmessung [pul18a]



(b) Herzfrequenzmessung mittels Pulsuhr und Brustgurt [pul18b]

Abbildung 2.14: Qualitative Messung der Herzfrequenz

von Hilfsmitteln, wie z.B. Gewichten oder Übungsbändern (vgl. Abbildung 2.15a), gesteigert oder erst garantiert werden kann. Mittels solcher Utensilien lassen sich die Intensität und der Schwierigkeitsgrad steigern, sodass eine größere Kraft bzw. Anstrengung nötig ist, um die Übung korrekt auszuführen. Dies wirkt sich dann meist auch implizit auf eine veränderte Übungsfrequenz aus. Im Gegensatz zu den gerade erwähnten intensitätssteigernden Hilfsmitteln, werden aber auch Gegenstände benötigt, ohne die eine korrekte Ausführung der Übung erst gar nicht möglich ist. Beispielsweise werden für viele Stabilisationsübungen ein sog. Wackelbrett oder Balance-Kissen (vgl. Abbildung 2.15b) benötigt. Darüber hinaus erfordern die meisten Übungen detaillierte Erklärungen, um



(a) Kräftigung mit Übungsband [the18]



(b) Stabilisierungsübung mit Wackelbrett [wac18]

Abbildung 2.15: Technische Hilfsmittel für physiotherapeutische Übungen

diese adäquat durchzuführen und somit eine ausreichende Wirksamkeit zu gewährleisten. Die notwendigen Informationen werden meist vom Physiotherapeuten mündlich oder in Form von gedruckten Illustrationen an den Patienten vermittelt. Vermehrt kommen aber auch online verfügbare Videos zum Einsatz, welche den korrekten Übungsablauf interaktiv demonstrieren. Hierbei muss der Physiotherapeut ggf. auf die Webadresse des Videos verweisen. Verschiedene technische Hilfsmittel, wie z.B. ein Schrittzähler, werden zudem dazu verwendet, um die Durchführung der Übung zu überwachen, etwa indem die erfolg-

ten Wiederholungen oder Distanzen gemessen werden. Hierdurch erhält der Patient die Möglichkeit, auf Basis der ihm zur Verfügung stehenden Daten ggf. die Übung anzupassen und somit deren Effizienz zu erhöhen.

- **Überwachung & Feedback:** Eine Überwachung bzw. Kontrolle der Hausaufgabe während ihrer Ausführung durch den Patienten außerhalb des Behandlungsraums, ist aktuell nicht oder bestenfalls nur eingeschränkt möglich. Dies liegt hauptsächlich daran, dass die meisten technischen Hilfsmittel, wie z.B. das Übungsband, überhaupt keine Daten aufzeichnen. Wenn ein Hilfsmittel dies jedoch erlaubt, stehen die Daten dem Physiotherapeuten aber meist nicht zur Verfügung. Dadurch ist es Letzterem nicht möglich, noch während der Hausaufgabe auf die Übungen positiv einzuwirken, etwa um durch Anpassung der Übungsfrequenz oder der Intensität die Wirksamkeit zu erhöhen oder zumindest zu erhalten. Als mögliche Konsequenz der fehlenden Möglichkeit des Eingreifens, führt der Patient die Hausaufgabe aufgrund eines zu hohen Schwierigkeitsgrades nicht korrekt durch und dies kann erst beim nächsten Behandlungstermin korrigiert werden.

2.1.2.4 Optimierungsmöglichkeiten durch den Einsatz mobiler Endgeräte

Generell wird in der Physiotherapie, sowohl im Behandlungszimmer des Therapeuten als auch bei der Durchführung von Übungen im Rahmen der von ihm definierten Hausaufgabe nahezu vollständig auf die Unterstützung durch mobile Endgeräte verzichtet. Folglich wird der Patient weder daran erinnert, die Hausaufgabe wie geplant durchzuführen, noch werden notwendige Informationen gesammelt, die als Feedback an den Therapeuten übermittelt werden. Ein Grund für das Nichtvorhandensein solch einer Lösung ist sicherlich der erhöhte Realisierungsaufwand aufgrund der zu erwartenden Komplexität. So müssen viele verschiedene Übungen und unterschiedliche Sensoren, welche miteinander kombiniert werden müssen, abgebildet werden. Dies bedeutet aber keinesfalls, dass keinerlei mobile Anwendungen für spezifische Verletzungen oder Beschwerden existieren, welche den Patienten bei dessen Therapie unterstützen. Diese konzentrieren sich meist auf die Planung der Übungen, d.h. deren Übungsfrequenz und Intensität sowie deren korrekte Ausführung, indem sie Erklärungsvideos oder andere Illustrationen zur Verfügung stellen.

- **Physio Vital:** Die mobile Anwendung *Physio Vital*¹¹ (vgl. Abbildung 2.16a) der Novartis Pharma AG unterstützt sowohl Patienten, die sich zur Rehabilitation nach einer Verletzung, als auch Personen, die sich prophylaktisch mit physiotherapeutischen Übungen auseinandersetzen, bei deren korrekter Ausführung. Hierzu stehen 50 verschiedene Übungsvideos zur Verfügung, in welchen die Übungen ausführlich erläutert werden. Darüber hinaus bietet *Physio Vital* seinen Nutzern die Möglichkeit, gemeinsam mit ihrem Therapeuten einen individuellen Trainingsplan zu erstellen und zu verwalten. Neben verschiedenen Statistiken, die den Trainingsfortschritt widerspiegeln, beinhaltet die Anwendung unterschiedliche Motivationsstrategien, wie z.B. Belohnungen und Auszeichnungen. Leider besitzt *Physio Vital* weder Funktionen für das Aufzeichnen von Daten (z.B. Vitalparameter) noch für das zur Verfügung stellen eines Feedback.
- **MyPhysio App:** Im Gegensatz zur oben beschriebenen Anwendung *Physio Vital*, welche nicht zwingend durch einen Therapeuten verordnet werden muss, ist *MyPhysio App*¹²

¹¹https://play.google.com/store/apps/details?id=com.novartis.physio_vital

¹²<https://play.google.com/store/apps/details?id=au.com.myphysioapp>

(vgl. Abbildung 2.16b) eine mobile Anwendung, die nur in Verbindung mit einer physiotherapeutischen Praxis verwendet werden kann. Dies bedeutet, dass der Patient bzw. Nutzer individuell die für seine Therapie passenden Übungen zur Verfügung gestellt bekommt. Diese sind dann vom Therapeuten hinsichtlich der Übungsfrequenz und Intensität entsprechend konfiguriert. Darüber hinaus bietet *MyPhysio App* sowohl eine Erinnerungsfunktion als auch die Möglichkeit an, anwendungsintern mit dem Therapeuten mittels Textnachrichten zu kommunizieren. Auch bei *MyPhysio App* fehlt es an adäquaten Konzepten zur Aufzeichnung therapierelevanter Daten, wie z.B. Herzfrequenz oder Intensität, welche als Feedback an den Therapeuten übermittelt werden könnten.

- **Pocket Physio:** Die mobile Anwendung *Pocket Physio*¹³ (vgl. Abbildung 2.16c) stellt eine digitale und mobile Lösung für die Zeit *vor* und *nach* einer Hüft- oder Knieoperation dar. Hierbei liegt der Fokus auf prä- und postoperativen physiotherapeutischen Übungen, die den Patienten einerseits auf die Operation bestmöglich vorbereitet und ihn andererseits bei der schnellen Rehabilitation unterstützt. Zur Erläuterung der verschiedenen Übungen, wie z.B. Atem- oder Kräftigungsübungen, werden sowohl textuelle Beschreibung als auch Erklärungsvideos, welche durch eine Online-Plattform (z.B. Youtube) zur Verfügung gestellt werden, verwendet. Darüber hinaus bietet *Pocket Physio* eine Erinnerungsfunktion, mit welcher der Patient auf die rechtzeitige und wiederkehrende Durchführung der Hausaufgabe hingewiesen wird. Auf die Realisierung einer rudimentären Feedback-Funktion, welche relevante Informationen an den Therapeuten oder Arzt versendet, wurde bei *Pocket Physio* verzichtet.

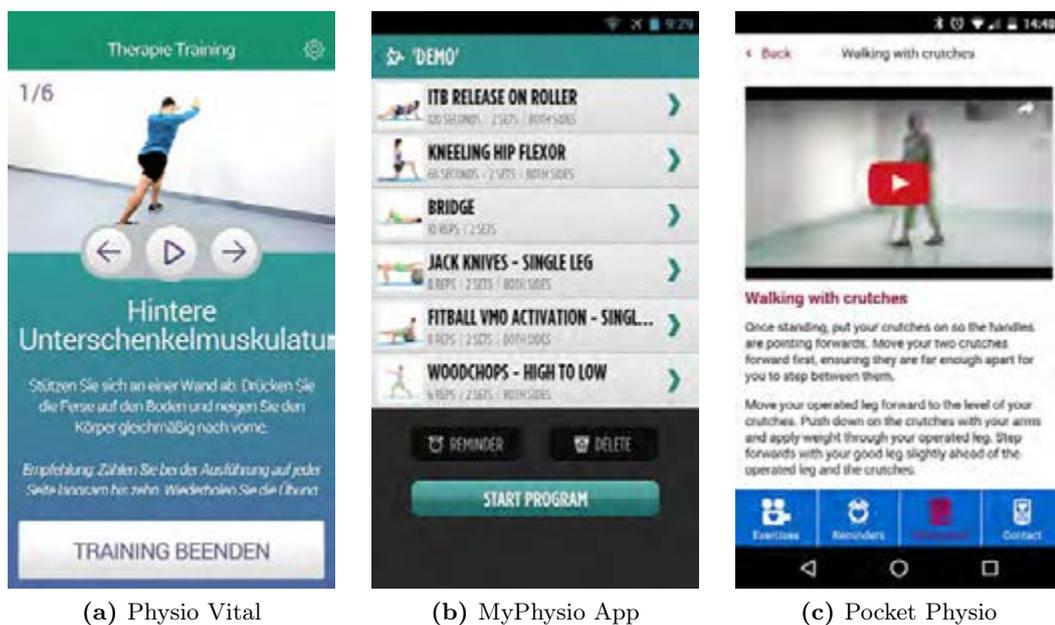


Abbildung 2.16: Screenshots von mobilen Anwendungen für die Physiotherapie

Die hier dargestellten Lösungen stellen einen kleinen Ausschnitt der aktuell verfügbaren mobilen Anwendungen im Kontext der Physiotherapie dar. Daneben existieren in den verschiedenen

¹³<https://play.google.com/store/apps/details?id=uk.careUK.pocketphysio>

Appstores noch einige weitere mobile Anwendungen, deren Fokus auf der Darstellung und zeitlichen Organisation von Übungen für einen spezifischen Bereich der Physiotherapie liegt. Trotz der Auswahl an verfügbaren mobilen Anwendungen beschränkt sich die Unterstützung des Patienten bei der Durchführung der Hausaufgaben immer noch weitestgehend auf deren mündliche Erläuterung und eine Demonstration durch den Therapeuten. Unter Umständen werden darüber hinaus noch papierbasierte Illustrationen zur Verfügung gestellt. Mit mobilen Endgeräten hingegen ist man in der Lage, die Physiotherapie und insbesondere deren Hausaufgaben ganzheitlich, flexibel und somit effizienter zu gestalten. Einige Aspekte, welche Vorteile und Möglichkeiten für eine ganzheitlich unterstützte Physiotherapie bieten, werden im Folgenden erläutert:

- **Digitale Hilfsmittel:** Heutzutage werden nahezu keinerlei *digitale Hilfsmittel*, wie z.B. Videos, Animationen oder annotierbare Dokumente, in der Physiotherapie bzw. deren Hausaufgaben eingesetzt. Papierbasierte Informationen, wie z.B. Illustrationen oder Beschreibungstexte, besitzen den Nachteil, dass sie nur einen begrenzten Informationsgehalt besitzen oder eben den Patienten bei zu vielen Informationen überfordern. Mobile Endgeräte bieten weit größere Möglichkeiten, Informationen verschiedener Komplexität darzustellen. Beispielsweise kann es für den Patienten einfacher sein, ein Video, das die Bewegungsabläufe einer Übung demonstriert, anzusehen als die Instruktionen in langen textuellen Beschreibungen durchzulesen. Die Videos können dabei entweder direkt auf dem mobilen Endgerät vorgehalten werden und somit auch ohne Internetverbindung verfügbar sein oder eben durch eine Online-Plattform bereitgestellt werden. Mithilfe digitaler Dokumente lassen sich darüber hinaus vom Therapeuten individuell erstellte Kommentare an Instruktionen oder Textstellen anheften, welche den Patienten bei der Bewältigung der Hausaufgabe unterstützen. *Digitale Hilfsmittel* helfen aber nicht nur bei der korrekten Ausführung der Übungen, sondern assistieren Patienten auch bei der Einhaltung der vom Therapeuten konfigurierten Parameter, wie Übungsfrequenz oder -dauer. Muss der Patient bisher die Anzahl der getätigten Liegestützen selbstständig mitzählen, bietet die mobile Anwendung *Runtastic Push-Ups*¹⁴ die komfortable Möglichkeit mithilfe des im mobilen Endgerät verbauten Näherungssensors den Fortschritt zu erfassen. Hierzu muss das mobile Endgerät nur auf Höhe der Nase unter dem Patienten platziert werden.
- **Sensorik und Ad-hoc-Feedback:** Wie erwähnt, wäre es im Kontext der Physiotherapie von Vorteil, wenn unterschiedliche therapierelevante Informationen, wie z.B. die Anzahl der durchgeführten Wiederholungen, aufgezeichnet und entweder noch während der Durchführung der Übung, d.h. in Echtzeit, oder im Anschluss daran analysiert werden könnten. Basierend auf solch einer Analyse kann dann ein sog. *Ad-hoc-Feedback* für den Patienten generiert werden, welches diesem beispielsweise Aufschluss über die korrekte Durchführung der Übung gibt. Um solch eine Funktion zu realisieren, können verschiedene Sensoren, die entweder im mobilen Endgerät oder in einem drahtlos verbundenen Wearable¹⁵ verbaut sind, genutzt werden. Beispielsweise kann mithilfe des GPS-Sensors die zurückgelegte Strecke erfasst werden (vgl. Abbildung 2.17c), wohingegen die aktuelle Herzfrequenz mittels der sog. *Pulsoxymetrie* am Handgelenk durch eine entsprechende Smart Watch gemessen wird [MDC06]. Basierend auf diesen Informationen ist dann der Patient in der Lage die Übung, in obigem Beispiel ein Ausdauerlauf, entsprechend den

¹⁴<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.runtastic.android.pushup.lite>

¹⁵Tragbares Computersystem, welches während der Anwendung am Körper des Benutzers befestigt ist

Intensitätsvorgaben des Therapeuten auszuführen. Für die Darstellung des Feedbacks stehen wiederum je nach Übung verschiedene Möglichkeiten zur Verfügung. Die naheliegendste Form ist die grafische Darstellung des Feedbacks auf dem Bildschirm des mobilen Endgeräts, aber auch andere Formen, etwa die Verwendung des Lautsprechers bzw. Kopfhörers oder Aktivierung des Vibrationsmotors, sind vorstellbar.

- **Planung und Erinnerung:** Um die Wirksamkeit einer Physiotherapie sicherzustellen, ist es von großer Bedeutung, dass Hausaufgaben nicht nur adäquat, d.h. genau wie vom Therapeuten vorgegeben, sondern auch regelmäßig durchgeführt werden. Dies reicht von eher unpräzisen zeitlichen Vorgaben, wie z.B. *mehrmals wöchentlich* oder *täglich*, bis hin zu sehr genauen Uhrzeiten bzw. Zeitpunkten, wie z.B. *direkt nach dem Aufstehen* oder *um 8 Uhr*. Neben diesen zeitlichen Abhängigkeiten können noch weitere Anforderungen an den Zeitpunkt der Durchführung gestellt werden, etwa dass sich der Patient an einem *bestimmten Ort* befinden muss. Solch eine Art der Hausaufgabenplanung lässt sich mit mobilen Endgeräten sehr gut bewerkstelligen, weil diese bereits die vom Patienten genutzte Kalender-Anwendungen besitzen und die definierten Hausaufgaben in diese eingetragen werden können. Des Weiteren ist es möglich, mittels *Notifications*, an eine bevorstehende Hausaufgabe zu erinnern, wobei diese Erinnerung von den jeweiligen zeitlichen oder ortsabhängigen Anforderungen abhängt. Die Benachrichtigungen können für die jeweilige Übung und individuell für jeden Patienten spezifisch konfiguriert werden. Darüber hinaus lassen sich mittels der Benachrichtigungsfunktion und anschließenden Nutzung der mobilen Anwendung überprüfen, ob die Hausaufgabe wie gewünscht zum richtigen Zeitpunkt durchgeführt wurde. Mittels dieser Informationen kann der Therapeut Rückschlüsse über die aktuelle Wirksamkeit der Therapie, in Abhängigkeit der zeitlich korrekten Durchführung der Hausaufgaben, ziehen.
- **Leistungsstand und Fortschritt:** Ein wichtiger persönlicher Indikator zur Erfassung der Wirksamkeit einer Physiotherapie und zur weiteren Motivation die Hausaufgaben regelmäßig durchzuführen, ist dem Patienten eine Form des *Fortschritts* zur Verfügung zu stellen. Auf welchen Parametern dieser *Fortschritt* basiert kann nicht generalisiert werden, da dieser an das spezifische Therapieziel angepasst werden muss. Beispielsweise ist es für den Patienten in obigem Szenario interessant und motivierend zu wissen, wie sich die Beweglichkeit seines Knies, d.h. wie weit dieses ohne Schmerz angewinkelt werden kann, über die Zeit der Physiotherapie und deren Hausaufgaben entwickelt hat. Auf der anderen Seite wünscht sich ein Patient, dessen Ziel es ist, seine allgemeine Ausdauer zu steigern und der dafür als Hausaufgabe das regelmäßige Laufen verordnet bekam, einen Fortschritt bei der zurückgelegten Strecke oder eine niedrigere Herzfrequenz bei gleicher Belastung zu erkennen. In beiden Fällen führt ein positiver Fortschritt dazu, dass der Patient die Wirksamkeit der Therapie und ihren Hausaufgaben erkennt und somit seine Motivation aufrechterhält, wenn nicht sogar steigert. Gleichzeitig verhilft die Anzeige eines stagnierenden Fortschritts, etwa wenn sich relevante Parameter (z.B. Herzfrequenz) in die falsche Richtung entwickeln, Fehler bzw. Ungenauigkeiten in der Ausführung der Hausaufgabe zu erkennen, die dann mit dem Physiotherapeuten besprochen werden müssen. Dieser ist dann in der Lage, die Hausaufgabe entsprechend anzupassen. Um solch einen Fortschritt zu Verfügung zu stellen sowie diesen komfortabel verwalten und darstellen zu können, bieten mobile Endgeräte zahlreiche Möglichkeiten. Zum einen kann der Fortschritt in fast jeder erdenklichen Art dargestellt werden, etwa mittels Diagrammen, Listen oder Auszeichnungen (vgl. *Gamification*). Zum anderen sind mobile Endgeräte in

der Lage, mittels der eingebauten Sensoren den Patienten bei der Aufzeichnung der für den Fortschritt relevanten Daten zu unterstützen. Beispielsweise kann die zurückgelegte Strecke und die Herzfrequenz automatisch und komfortabel vom mobilen Endgerät des Patienten aufgezeichnet werden, sodass sie nicht manuell und somit fehleranfällig protokolliert werden müssen.

- **Gamification:** Wie erwähnt, ist die Anzeige eines kontinuierlichen Fortschritts für die Erhaltung bzw. Steigerung der Motivation des Patienten essentiell. Neben der zeitlichen Darstellung der sich positiv entwickelnden Parameter mit stetig steigenden Verlaufskurven, kann das Konzept des *Gamification* verwendet werden. Dieses motiviert den Nutzer bzw. Patienten, mithilfe von Preisen und Auszeichnungen, die über die Zeit gesammelt werden können. Beispielsweise erhält ein Patient, der seine Hausaufgaben regelmäßig und adäquat durchführt, eine wöchentliche Auszeichnung und anschließend eine weitere für den Monat. Bei diesem Konzept wird ausgenutzt, dass Personen generell gerne Auszeichnungen und Preise sammeln und dadurch die Motivation hoch ist, weitere zu erhalten. Dieser Effekt kann noch durch den gegenseitigen Vergleich mit anderen Nutzern bzw. Patienten gesteigert werden. Hierzu ist eine Form der *Gemeinschaft* vonnöten (vgl. Abschnitt *Community*). Mobile Endgeräte bieten heute alle notwendigen Funktionen, um solch ein Konzept, bestehend aus der Vergabe von Preisen und Auszeichnungen, basierend auf vorher individuell konfigurierten Parametern zu realisieren. Einerseits weil sie die verschiedenen Artefakte (z.B. Preise, Auszeichnungen) komfortabel verwalten und visuell ansprechend darstellen können und andererseits weil aufgrund der Fülle an messbaren Parametern (z.B. Herzfrequenz, zurückgelegte Strecke) ausgefeilte und therapiespezifische Szenarien generiert werden können. Neben Auszeichnungen können noch weitere Elemente des *Gamification*, wie z.B. Missionen bzw. Levels, welche durch entsprechend zu erbringende Leistungen freigeschaltet werden müssen genutzt werden. Ein gutes Beispiel für die Verwendung von *Gamification* im Kontext von physischer Belastung oder Anstrengung sind die mobilen Anwendungen aus der Reihe *Runtastic*, bei welchen der Nutzer verschiedene Auszeichnungen nach Erfüllung verschiedener Ziele oder Aufgaben erhält (vgl. Abbildung 2.17a). Diese Auszeichnungen sind untereinander für andere Nutzer sichtbar, wodurch diese motiviert werden oder man selbst motiviert wird, das Ziel für dieselbe Auszeichnung zu erreichen.
- **Community:** Trotz der nachweislich positiven Effekte einfacher Elemente des *Gamification*, kann die Motivation der Patienten durch die Einrichtung einer Gemeinschaft (sog. *Community*) weiter gesteigert werden. Doch solch eine Gemeinschaft ist nicht nur aus motivationssteigernden Gründen von Vorteil, sie bietet den Patienten untereinander ebenfalls eine Kommunikationsplattform mittels derer Informationen, Erfahrungen und Tipps ausgetauscht werden können. Die ausgetauschten Informationen sind von unterschiedlicher Art. Denkbar sind textuelle Informationen, aber auch Bilder oder Videos von Übungen, mit welchen Patienten positive Erfahrungen gemacht haben. Mithilfe mobiler Endgeräte, die über eine nahezu unterbrechungsfreie Internetverbindung verfügen, lassen sich heutzutage lebendige, d.h. stetig mit neuen Inhalten gefüllte, Online-Gemeinschaften realisieren. Darüber hinaus können auch hier die von den mobilen Endgeräten gesammelten Daten verwendet werden, um beispielsweise den aktuellen Leistungsstand zu veröffentlichen und somit vergleichbar zu machen oder eben die gerade durchgeführte Übung (z.B. Ausdauerlauf) live für die anderen Patienten sichtbar und verfolgbar zu machen (vgl. Abbildung 2.17b).

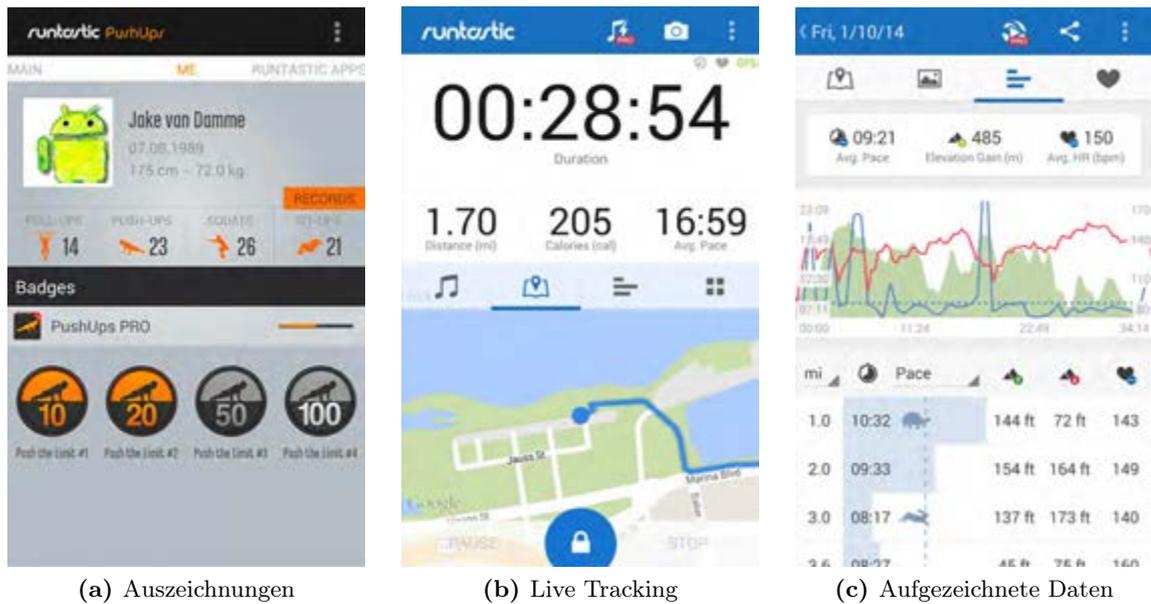


Abbildung 2.17: Funktionen der mobilen Anwendungsreihe *Runtastic*

- Feedback:** Um die Wirksamkeit einer Physiotherapie, aber auch vieler weiterer Therapien, zu gewährleisten, ist es von großer Bedeutung, dass der Therapeut konstruktives und vor allem korrektes sowie ehrliches *Feedback* vom Patienten erhält. Das notwendige *Feedback* reicht von Empfindungen des Patienten hinsichtlich einer möglichen Verbesserung oder Verschlechterung der Symptome bis hin zu konkreten Daten hinsichtlich der Durchführung der gestellten Hausaufgaben, wie z.B. die Häufigkeit der Ausführung, die Intensität der einzelnen Übungen oder der erzielte Fortschritt. Basierend auf diesen nachvollziehbaren und detaillierten Informationen ist es dem Therapeuten möglich, einerseits zu überprüfen, ob die Therapie wirkt oder ob er Anpassungen an der Hausaufgabe bzw. deren Übungen vornehmen muss. Darüber hinaus ist es möglich, subjektive Eindrücke des Patienten, wie z.B. die Einschätzung, dass keine positive Entwicklung erkennbar ist, zu überprüfen und zu hinterfragen. Gerade wenn es darum geht, Übungen sehr häufig, d.h. mehrmals am Tag und u.U. zu genauen Zeitpunkten, durchzuführen, neigen manche Patienten dazu, die regelmäßige Durchführung zu vernachlässigen. Gleichzeitig geben sie aber dem Therapeuten häufig das *Feedback*, dass sich keine Besserung einstellt und dieser dann aufgrund fehlender Informationen einen vermeintlich korrekten und wirksamen Therapieansatz verändert bzw. beendet. Mobile Endgeräte sind in der Lage, die Durchführung der Hausaufgaben zu verfolgen und hierbei relevante Daten zu erfassen. Dies können wiederum komplexe Daten (z.B. Vitalparameter), aber auch kontextsensitive Daten (z.B. Zeitpunkt und Ort der Durchführung) sein. Diese Daten können dann analysiert und unmittelbar an den Therapeuten übermittelt werden. Letzterer ist somit stetig über den aktuellen Status und Fortschritt der Hausaufgabe informiert. Das Feedback muss aber nicht zwingenderweise aus gemessenen Werten (z.B. Herzfrequenz oder zurückgelegter Strecke) bestehen, sondern kann auch subjektive Wahrnehmungen des Patienten beinhalten. Diese müssen dann manuell mittels eines Formulars eingetragen werden.

- **Ad-hoc-Änderungen:** Das vom Patienten zur Verfügung gestellte Feedback führt ggf. zu einer Anpassung der Hausaufgabe durch den Therapeuten. Diese erfolgt meistens gegen Ende des darauffolgenden Behandlungstermins unter Verwendung der gewohnten Methoden, wie z.B. mündliche Erläuterung durch den Therapeuten oder mittels Illustrationen. Nun ist es denkbar, dass ein Patient schon bei der ersten Durchführung der Hausaufgabe Schwierigkeiten aufgrund einer zu komplexen Übung oder auftretender Schmerzen hat. Der Patient hat dann mehrere Möglichkeiten, mit der Situation bis zum nächsten Behandlungstermin umzugehen. Entweder er führt die Hausaufgabe nicht mehr durch und es geht kostbare Therapiezeit verloren oder er passt die Hausaufgabe selbstständig ohne Fachkenntnis an und beeinträchtigt somit evtl. deren Wirksamkeit. Mit mobilen Endgeräten und speziellen mobilen Anwendungen, welche den Patienten bei der Hausaufgabe unterstützen, ist es nun denkbar, dass der Therapeut stetig über den aktuellen Fortschritt und u.U. auftretende Probleme in Kenntnis gesetzt wird. Er ist dann in der Lage, die Hausaufgabe entsprechend anzupassen, d.h. die Parameter, die zu den Schwierigkeiten oder Schmerzen führen, zu ändern und die neu konfigurierte Hausaufgabe an den Patienten, bzw. dessen mobiles Endgerät, zu übermitteln. Dadurch können einerseits die Wirksamkeit der Hausaufgabe garantiert und andererseits negative Effekte durch nicht fachgerechte Anpassungen durch den Patienten vermieden werden. Darüber hinaus wird die Bindung zwischen Patient und Therapeut gestärkt, da der Therapeut einen direkten Einfluss auf die Therapie auch außerhalb des Behandlungszimmers nehmen kann.

2.1.3 Instrumentalunterricht

Sowohl bei der Kognitive Verhaltenstherapie (KVT) (vgl. Abschnitt 2.1.1) als auch bei der Physiotherapie (vgl. Abschnitt 2.1.2) werden therapeutische Hausaufgaben dazu verwendet, um die therapeutische Wirksamkeit der verordneten Therapie durch wiederholtes Durchführen der Maßnahmen in der zur Verfügung stehenden Zeit zwischen den Behandlungsterminen zu erhöhen. Hausaufgaben werden aber nicht nur im Kontext von Therapien verwendet, sondern auch in Bildungseinrichtungen, wie beispielsweise Gymnasien oder Universitäten. Trotz verschiedener Studien [Gän08], in welcher der pädagogische Nutzen von Hausaufgaben in Frage gestellt wird und diese als eine Art *pädagogisches Ritual* bezeichnet werden, sind diese aus dem heutigen Schul- und Universitätsleben nicht wegzudenken. Hierbei wird ungeachtet des kontroversen Diskurses angenommen, dass Hausaufgaben zwei Kernfunktionen besitzen [HB10]:

1. **Didaktisch-methodische Funktion:** Diese Funktion der Hausaufgaben wird weiter unterteilt in eine *Mechanisierungsfunktion* (Einüben von neuem Lernstoff), eine *Übertragungs- und Kontrollfunktion* (Überprüfung des neu Gelernten), eine *Erweiterungsfunktion* (Ergänzung der Unterrichtsstunde, Vertiefung) und eine *Urkundungs- und Motivationsfunktion* (Unterrichtsvorbereitung).
2. **Erzieherische Funktion:** Diese Funktion adressiert hauptsächlich die Entwicklung von *Selbstständigkeit* und *persönlichkeitsstärkenden Haltungen*, etwa Arbeitsfreude, Fleiß und Selbstdisziplinierung. Dabei ist Selbstständigkeit nicht mit selbstbestimmten, d.h. autonomen, Lernen gleichzusetzen. Vielmehr steht das *selbstgeregelte Lernen*, bei dem Schüler erlernen Lernvorgänge zu organisieren, im Vordergrund.

Auch Musikschulen machen sich die didaktisch-methodische Funktion von Hausaufgaben bzw. deren Unterfunktionen, wie beispielsweise die Mechanisierungsfunktion, zunutze, um die im

Unterricht neu erlernten Techniken einzüben und zu vertiefen [Ans16]. Gerade das Üben, Verinnerlichen und Automatisieren von Vorgängen und Techniken, wie zum Beispiel von unterschiedlichen Gitarrengriffen, ist beim Erlernen eines Musikinstruments unabdingbar und äußerst wichtig [Suz94]. Professionelle Musiker haben beispielsweise bis zum vollendeten 20. Lebensjahr teilweise mehr als 10.000 Übungsstunden absolviert, wobei ein Großteil davon im Rahmen von Hausaufgaben erfolgt [Spi02].

Bei dem in diesem Abschnitt erläuterten *Instrumentalunterricht* werden Musikschülern jeglichen Alters das Spielen eines Musikinstruments gelehrt (vgl. Abbildungen 2.18a und 2.18b), wobei dieser Unterricht meist von Musikschulen angeboten wird, deren Verbreitung in Deutschland über die letzten Jahre konstant zugenommen hat (vgl. Abbildung 2.19a).



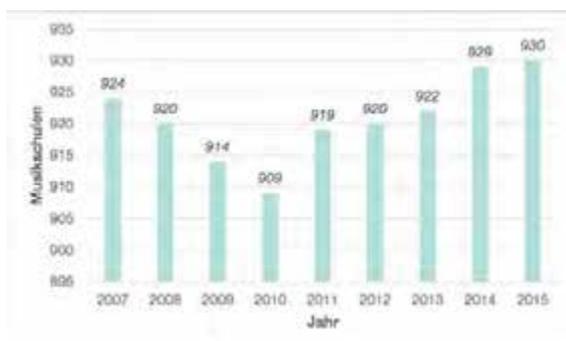
(a) Einzelunterricht für das Spielen eines Klaviers



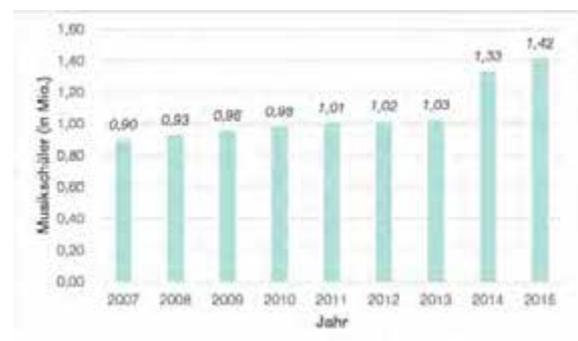
(b) Gruppenunterricht für das Spielen eines Cellos

Abbildung 2.18: Verschiedene Formen des Instrumentalunterrichts

Dieses stetig wachsende Angebot wird, wie in Abbildung 2.19b dargestellt, von immer mehr Musikschülern in Deutschland angenommen. Neben Musikschulen wird der Instrumentalunterricht aber auch von verschiedenen anderen Institutionen und Personen angeboten. Beispielsweise bieten Privatlehrer den Instrumentalunterricht ohne übergeordnete Musikschule an oder auch allgemeinbildende Schulen. Dabei können verschiedene Unterrichtsformen, wie z.B. der Einzelunterricht (vgl. Abbildung 2.18a) oder der Gruppenunterricht (vgl. Abbildung 2.18b), angewandt werden.



(a) Entwicklung der Musikschulen [mus18]



(b) Entwicklung der Musikschüler [Mus16]

Abbildung 2.19: Entwicklung der Musikschulen und Musikschüler zwischen 2007 und 2015

Um den Aufbau und den Verlauf eines Instrumentalunterrichts näher zu erläutern und zudem die Verwendung von Hausaufgaben im Rahmen dieses Unterrichts zu verdeutlichen, wird in diesem Abschnitt exemplarisch und vereinfacht das Erlernen der notwendigen Techniken zum Spielen einer Tuba gezeigt. Das hier beschriebene Szenario basiert auf verschiedenen Expertengesprächen, d.h. auf Aussagen und Informationen, welche bei Gesprächen sowohl mit Musiklehrern als auch Musikschülern und deren Eltern, gesammelt und analysiert wurden. Dabei folgt der hier beschriebene Instrumentalunterricht dem fachspezifischen Teil *Tuba* des Lehrplans für Musikschulen [Mus07].

Im Kontext dieses Szenarios wird angenommen, dass eine Musikschülerin im Alter zwischen 10 und 14 Jahren, welche bereits Angebote der elementaren Musikpädagogik (EMP) wahrgenommen und verstanden hat sowie die darin vermittelten Inhalte und Fertigkeiten, wie beispielsweise das Wahrnehmen und Erleben von Musik, anzuwenden weiß. Dies bedeutet, dass die Musikschülerin über ein grundlegendes Verständnis von Musik und Rhythmus verfügt, aber noch keinerlei Erfahrung im Spielen einer Tuba oder eines anderen Blechblasinstruments besitzt. Daher ist der hier beschriebene Instrumentalunterricht in die *Elementarstufe* des in Tabelle 2.3 gezeigten Lehrplans einzuordnen [Mus07]. Des Weiteren findet der Unterricht *wöchentlich* in den Räumen einer *Musikschule* statt und wird als *Einzelunterricht* durchgeführt.

Stufe	Ziele	Inhalte
Elementarstufe	Übertragung der Lerninhalte der elementaren Musikpädagogik	Entwicklung musikalischer Grundfertigkeiten
	Fokussierung auf allgemeine Zugänge und Inhalte	Erfassen und Ausführen einfacher Rhythmen
	Probieren, Singen, Nachmachen	Ausbildung einer grundlegenden Ansatz- und Atemtechnik
Unterstufe	Vermittlung der grundlegenden technischen Kenntnisse	Atmung & Haltung: Wecken eines Bewusstseins für den Luftfluss
	Erfassen der Literatur der Unterstufe (nach Gehör und Notentext)	Ansatztechnik: Bildung eines stabilen Ansatzes
	Technische, stilistische und musikalische Wiedergabe von Notentext	Rhythmische Schulung: Aufbauende rhythmische Übungen
Mittelstufe	Vertiefung und Festigung der in der Unterstufe erlernten Fertigkeiten	Atmung, Haltung, Ansatztechnik und Tonkultur
	Selbstständige Interpretation von musikalischen Zusammenhängen	Artikulation und Phrasierung: Umsetzen von musikalischen Phrasen
	Klassenübergreifendes Musizieren, Bildung fixer Ensembles	Ornamentik: Anwendung von Verzierungsarten
Oberstufe	Erfassen und Erarbeiten von verschiedenen Stilrichtungen	Stilrichtungen: Erarbeitung und Ausführung versch. Stilrichtungen
	Ausbau der Atemschulung mit ausdrucksvoller Klangwirkung	Ansatz: Tonraumerweiterung und Klangvolumen
	Heranführen der Schüler an ein selbstständiges Arbeiten	Artikulation und Phrasierung: Beherrschung aller Artikulationsarten

Tabelle 2.3: Auszug der Lernziele und Arbeitsinhalte aus dem Lehrplan für Musikschulen - Fachspezifischer Teil Tuba [Mus07]

2.1.3.1 Involvierte Personen und Akteure

In dem in diesem Abschnitt beschriebenen Szenario eines Tuba Instrumentalunterrichts sind die folgenden drei verschiedenen Akteure beteiligt:

- **Musikschüler:** Ein *Musikschüler* ist eine Person, die an einem von Musikschulen oder anderen Einrichtungen, wie beispielsweise einer Hochschule, angebotenen Musik- bzw. Instrumentalunterricht teilnimmt. Dabei ist der Großteil der Musikschüler zwischen 6 und 9 Jahren alt. Aber auch der Anteil an Erwachsenen bleibt laut einer Studie des Verbandes deutscher Musikschulen aus dem Jahr 2015 mit ungefähr 10% konstant [Mus16]. Im hier diskutierten Szenario handelt es sich um eine Musikschülerin im Alter zwischen 10 und 14 Jahren ohne Kenntnisse im Umgang mit einer Tuba.
- **Musik- bzw. Privatlehrer:** Der Begriff *Musiklehrer* wird meistens im Zusammenhang mit Personen verwendet, die entweder musikalisches Wissen und Können im schulischen Musikunterricht oder im außerschulischen Instrumentalunterricht, d.h. außerhalb von Bildungseinrichtungen, vermitteln. Dabei muss dringend zwischen dem Beruf des Musiklehrers und einem *Privatlehrer* unterschieden werden. Bei Letzteren handelt es sich meist um Berufsmusiker, die nur teilweise über eine pädagogische Ausbildung, etwa einen Abschluss in Instrumentalpädagogik, besitzen [Bus16]. Musiklehrer hingegen besitzen eine mindestens dreijährige Berufsausbildung an anerkannten Berufsfachschulen oder Musikakademien [Bun17a]. Bei dem Lehrer, der im hier beschriebenen Szenario den Instrumentalunterricht leitet, handelt es sich um einen Privatlehrer mit mehr als 40 Jahren Erfahrung als Musiker mit den Instrumenten Posaune, Bariton und Tuba.
- **Eltern:** Eine wichtige Rolle beim Instrumentalunterricht, vor allem bei Kindern, nehmen die *Eltern* bzw. einzelne *Elternteile* ein. Zum einen begleiten sie die Musikschüler zu Beginn der ersten Unterrichtseinheiten, zum anderen wirken sie motivierend auf die Musikschüler ein, sodass diese die wiederkehrenden Hausaufgaben gewissenhaft und pünktlich durchführen. Dabei geht es nicht darum, die Musikschüler während der Durchführung der Hausaufgabe explizit zu kontrollieren bzw. zu beaufsichtigen. Dies erwies sich, wie eine Untersuchung im Kontext von schulischen Hausaufgaben zeigt, als kontraproduktiv [TB⁺01].

2.1.3.2 Ablauf

Um die Vorgehensweise und den Ablauf eines Instrumentalunterrichts zu verdeutlichen, wird nun genauer auf die einzelnen Aktivitäten, Schritte und Phasen eingegangen. Abbildung 2.20 stellt exemplarisch und basierend auf Informationen aus Experteninterviews dar, welche Aktivitäten in welcher Reihenfolge im Rahmen eines Instrumentalunterrichts durchgeführt werden. Darüber hinaus zeigt Abbildung 2.20, an welchen Orten und unter Verwendung welcher Hilfsmittel und Materialien die einzelnen Aktivitäten durchgeführt werden.

Während der *ersten Unterrichtseinheit* im Unterrichtsraum einer Musikschule lernen sich Privatlehrer und Musikschülerin zunächst einmal kennen. In den ersten Minuten der Unterrichtseinheit ist auch ein Elternteil zugegen, um die junge Musikschülerin positiv zu unterstützen und mögliche Hemmungen und Berührungängste von Seiten der Musikschülerin schnellstmöglich abzulegen. Neben dem persönlichen Kennenlernen erfährt der Privatlehrer einerseits den

aktuellen Kenntnisstand der Musikschülerin, wie beispielsweise deren Wissensstand zu verschiedenen Ton- oder Taktarten, andererseits überprüft er bereits vorhandene Fertigkeiten, wie beispielsweise das Halten eines Rhythmus.

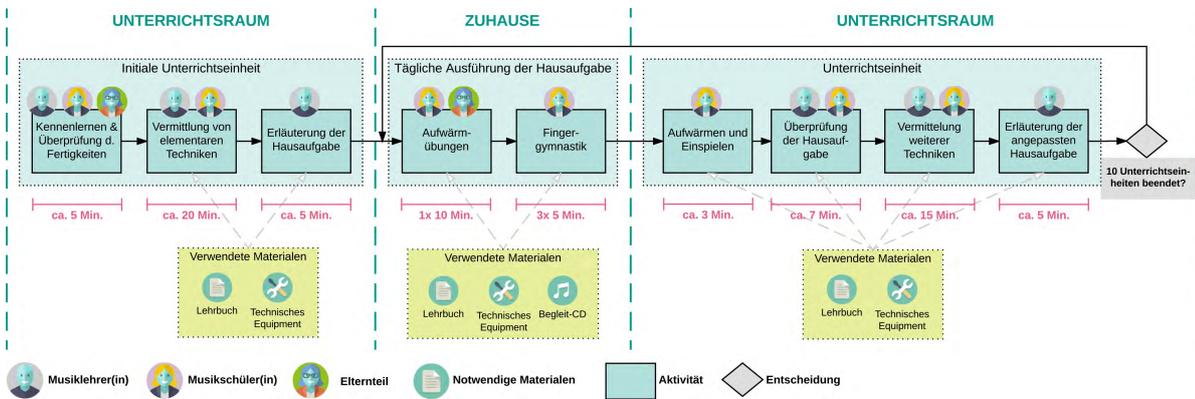
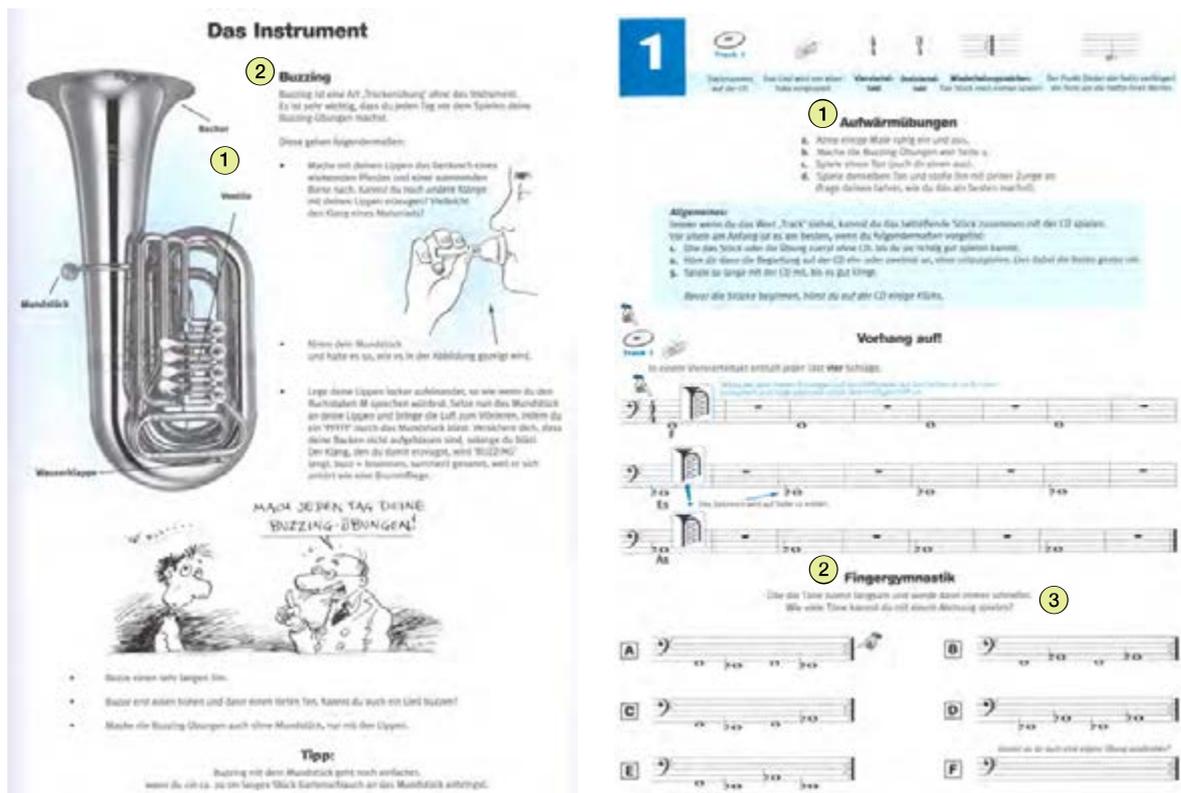


Abbildung 2.20: Ablauf des Instrumentalunterrichts

Im nächsten Schritt werden technische Informationen zur Tuba sowie erste elementare Techniken, etwa das Buzzer (engl. lautmalerisch für "Summen") [Bai76], erläutert. Die technischen Informationen sind notwendig, um der Musikschülerin ein grundlegendes Verständnis für die Funktionsweise einer Tuba und die korrekten Fachbegriffe (vgl. Abbildung 2.21a ①) zu vermitteln. Das Buzzer hingegen ist eine erste wichtige Übung, welche aber ohne das eigentliche Instrument stattfindet. Hierbei ist das Ziel, definierte Geräusche und Töne mit den Lippen und später in Kombination mit dem Mundstück der Tuba zu erzeugen (vgl. Abbildung 2.21a ②). Dazu kommt im weiteren Verlauf des Instrumentalunterrichts ein Begleit- bzw. Übungsbuch zum Einsatz, dessen Inhalt (z.B. Rhythmusübungen oder Griff-Tabellen) sowohl den Privatlehrer als auch die Musikschülerin im Unterricht unterstützen (vgl. Abbildung 2.21).

Im letzten Teil der ersten Unterrichtseinheit widmet sich der Privatlehrer der *Erläuterung der Hausaufgabe* und speziell den einzelnen Übungen, welche die Musikschülerin in der Zeit zwischen den Unterrichtseinheiten durchführen soll. Neben den Aufgaben und Zielen sowie der Reihenfolge der jeweiligen Übung, gibt der Privatlehrer die *Übungsfrequenz* innerhalb einer Hausaufgabe vor, d.h. er legt fest *wie oft* die Übung wiederholt werden soll. Ebenso gibt er eine *Übungsdauer* vor, d.h. er legt fest *wie lange* diese durchgeführt werden soll.

In der Zeit zwischen den Unterrichtseinheiten führt die Musikschülerin die Hausaufgabe und die darin enthaltenen Übungen täglich und in der vom Privatlehrer vorgegebenen Dauer und Häufigkeit durch. Im hier beschriebenen Szenario bedeutet dies beispielsweise, dass die *Aufwärmübung* (vgl. Abbildung 2.21b ①) genau ein Mal für jeweils 10 Minuten und vor der Übung *Fingergymnastik* (vgl. Abbildung 2.21b ②) erfolgen muss, welche 3 Mal für jeweils 5 Minuten wiederholt werden soll. Hierbei nutzt sie wie während der Unterrichtseinheit in den Unterrichtsräumen der Musikschule das Begleit- und Übungsbuch und zusätzlich die beiliegende Begleit-CD. Die darauf enthaltenen Inhalte dienen sowohl als Vorlage für die Übung (z.B. Abspielen eines entsprechenden Rhythmus) als auch als Kontrolle, mit welcher die Musikschülerin subjektiv überprüfen kann, ob sie die Übung korrekt durchgeführt hat. Neben der Begleit-CD kommen auch andere externe Hilfsmittel, etwa ein Metronom oder eine digitale Stimmhilfe, zum Einsatz. Wie Abbildung 2.21b ③ zeigt, kann die Übung *Fingergymnastik* außerdem hinsichtlich des Schwierigkeitsgrades angepasst werden.



(a) Illustration zu technischen Aspekten der Tuba und Buzzing [Kas07] (b) Aufwärmübungen und Fingergymnastik mit unterschiedlichem Schwierigkeitsgrad [Kas07]

Abbildung 2.21: Auszüge aus dem Übungsbuch *Schule für Tuba - Hören, lesen & spielen Teil 1*

Bei der nächsten Unterrichtseinheit, welche meist im Wochenrhythmus stattfindet, wärmt sich die Musikschülerin zunächst auf. Dazu führt sie beispielweise Atemübungen durch und spielt sich für den Unterricht ein. Nach diesen ca. 3 Minuten wird die Hausaufgabe überprüft, indem die Musikschülerin die einzelnen Übungen durchführt und der Privatlehrer diese auf deren Korrektheit hin überprüft. Dabei übt der Privatlehrer konstruktive Kritik, d.h. er zeigt Fehler oder Ungenauigkeiten auf und erläutert Möglichkeiten zur Verbesserung. Darüber hinaus ist es für den Privatlehrer äußerst wichtig zu erfahren, ob sich die Musikschülerin bei der Bewältigung der Hausaufgabe überfordert fühlte oder ob sie aus ihrer Sicht die Übungen mit wenig Mühe durchführen konnte. Daraus und aus der Information wie oft die Hausaufgabe durchgeführt wurde, lässt sich anschließend einschätzen, ob der vom Privatlehrer gewählte Schwierigkeitsgrad der einzelnen Übungen adäquat hinsichtlich der Kenntnisse und Fertigkeiten der Musikschülerin oder aber nicht angemessen war. Im Anschluss an diese ca. 7 Minuten andauernde Phase wird dazu übergegangen, weitere neue Techniken zu vermitteln bzw. zu erlernen. Hierbei wählt der Privatlehrer neue oder aber auch schon für die Musikschülerin bekannte Übungen, welche dann hinsichtlich des Schwierigkeitsgrades angepasst werden, sodass diese den Fertigkeiten der Musikschülerin genügen. Nachdem die neuen Techniken vermittelt wurden, erläutert der Privatlehrer der Musikschülerin die neue Hausaufgabe. Hierbei werden Übungen spezifiziert, deren Ziel es einerseits ist, die neu erlernten Techniken einzuüben, d.h. entsprechend der *Mechanisierungsfunktion* von Hausaufgaben, andererseits bereits vorhandene Fertigkeiten zu vertiefen,

d.h. entsprechend der *Erweiterungsfunktion* von Hausaufgaben. Hierbei werden wiederum jeweils die *Übungsdauer* und die *Übungsfrequenz* genau definiert.

2.1.3.3 Eigenschaften und Besonderheiten

Das Szenario des Instrumentalunterrichts beinhaltet verschiedene Eigenschaften und Besonderheiten hinsichtlich dem Umgang mit Hausaufgaben und im Speziellen deren Übungen. Diese wurden einerseits von den Musiklehrern während verschiedener Experteninterviews explizit erwähnt und andererseits durch Analysen im Anschluss an die Interviews extrahiert.

- **Lokalität:** Bei der Durchführung der Hausaufgabe bzw. deren Übungen besteht im Kontext des Instrumentalunterrichts keine signifikante Relevanz zwischen der *Lokalität*, d.h. dem Ort, an dem die Hausaufgabe durchgeführt wird, und deren Wirksamkeit. Dies bedeutet, dass der Musikschüler theoretisch für jede Hausaufgabe, aber auch für jede einzelne Übung, selbst entscheiden kann, an welchem Ort er diese erledigt. In der Praxis ist es allerdings so, dass die Lokalität nur selten verändert wird, da aufgrund des Formfaktors oder der Größe des Instruments eine örtliche Anpassung nur mit großem Aufwand möglich ist.
- **Uhrzeit:** Wie bei der Lokalität spielt die genaue *Uhrzeit*, wann die Hausaufgabe durchgeführt wird, eine untergeordnete Rolle beim Instrumentalunterricht. Dies wiederum bedeutet, dass der Musikschüler die Uhrzeit im Rahmen der gesetzlichen Bestimmungen, wie z.B. Ruhezeiten, selbst wählen kann. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die Konzentrations- und Leistungsfähigkeit nicht zu jeder Uhrzeit gleich sind und somit ein eingeschränkter Zusammenhang zwischen der Uhrzeit, der Durchführung und der Effizienz der Hausaufgabe besteht.
- **Schwierigkeitsgrad & Intensität:** Der *Schwierigkeitsgrad* der einzelnen Übungen im Kontext des Instrumentalunterrichts hängt von unterschiedlichen Faktoren ab. Beispielsweise kann die Anpassung des Tempos von Adagio¹⁶ zu Allegro¹⁷, in welchem eine Übung erfolgen soll, den Schwierigkeitsgrad deutlich erhöhen. Letzterer wird durch den Musik- oder Privatlehrer bei der genauen Definition der Hausaufgabe bzw. deren Übungen festgelegt. Die dynamische Anpassung des Schwierigkeitsgrads ist nur eingeschränkt möglich, da nahezu keine objektive Möglichkeit besteht, zu bestimmen, ob die Qualität der Durchführung oder allgemein die Kriterien erfüllt sind, um einen höheren bzw. niedrigeren Schwierigkeitsgrad zu erlauben bzw. notwendig zu machen. Daher ist eine oft verwendete Herangehensweise in der Praxis, dass auf die subjektive Wahrnehmung des Musikschülers zurückgegriffen wird und der Musiklehrer weniger präzise Kriterien definiert, wie z.B. „Wenn du dich sicher fühlst, dann. . .“ oder „Wenn das noch zu schnell ist, dann. . .“. Eine eigenständige Adjustierung des Schwierigkeitsgrads durch den Musikschüler ist möglich, führt aber unter Umständen zu einer unerwünschten Demotivation aufgrund von fehlenden positiven Resultaten, wie z.B. das erfolgreiche Nachspielen eines Liedes in Allegro.
- **Übungsfrequenz:** Die *Frequenz*, in welcher die gesamte Hausaufgabe, aber auch jede einzelne Übung, durchzuführen ist, wird ebenfalls vom Musiklehrer im Instrumentalunterricht spezifiziert. Dies kann einerseits bedeuten, dass er eine konkrete Anzahl an Wie-

¹⁶langsam, ruhig

¹⁷schnell, munter, fröhlich

derholungen vorgibt, andererseits, dass er diese von der subjektiven Wahrnehmung des Musikerschülers abhängig macht, indem er wiederum weniger präzise Kriterien formuliert, wie z.B. „Wiederhole die Übung solange bis du dich sicher fühlst“ oder „Übe diese Technik solange bis du keine Fehler mehr machst“. Dies bedeutet, dass die Adjustierung der Übungsfrequenz im Rahmen der Hausaufgabe einzig durch den Musikerschüler selbst stattfindet. Die Herausforderung ist einzuschätzen, ob die Kriterien für mehr oder weniger Wiederholungen erfüllt sind, da es nicht ohne Weiteres möglich ist, die hierfür notwendigen Informationen präzise zu bestimmen. Eine eigenständige Anpassung der Übungsfrequenz ohne Rücksicht auf definierte Kriterien ist ebenfalls möglich. Hierbei ist aber zu beachten, dass sich eine Verringerung der Anzahl an Wiederholungen meist negativ auf die Wirksamkeit der Hausaufgabe auswirkt, da dann die Mechanisierungsfunktion der Hausaufgabe nur eingeschränkt greift.

- **Übungsdauer:** Die Dauer der einzelnen Übungen und somit die Gesamtdauer der Hausaufgabe wird ebenfalls vom Musiklehrer während des Instrumentalunterrichts bestimmt. Hierbei ist es möglich, die Dauer mittels einer expliziten Zeitangabe zu definieren, wie es in der Abbildung 2.20 dargestellt wird, oder implizit durch eine entsprechende Angabe der Übungsfrequenz. Hierbei ist zu beachten, dass unter Umständen die Wirksamkeit einer Übung, deren Dauer mit einer expliziten Zeitangabe spezifiziert wurde, nicht identisch ist mit jener, die durch Angabe einer Wiederholrate definiert wurde. Dies liegt daran, dass bei der Wiederholung der Übung eine nicht näher spezifizierte Pause eingelegt und durch Regeneration die weitere Konzentrationsfähigkeit gesteigert wird [Mün16].
- **Hilfsmittel:** Neben dem eigentlichen Musikinstrument, welches für die Hausaufgabe verwendet wird, kommen meist auch andere Hilfsmittel zum Einsatz, um den Musikerschüler einerseits bei der Durchführung der Übungen zu unterstützen und andererseits die Wirksamkeit der Hausaufgabe zu erhöhen. Zur Unterstützung kommt beispielsweise ein Begleitbuch (vgl. Abbildungen 2.21a und 2.21b) oder eine Begleit-CD zum Einsatz. Diese enthalten nützliche Tipps und Ratschläge sowie die eigentlichen Beschreibungen der Übungen (vgl. Abbildung 2.21b ①). Darüber hinaus werden verschiedene technische Hilfsmittel verwendet, um die Übungen sowohl effizienter zu gestalten als auch deren Ausführung zu kontrollieren. Beispielsweise wird ein Metronom (vgl. Abbildung 2.22a) verwendet, um das Tempo vorzugeben, in welchem die Übung gespielt werden soll. Das digitale Stimmgerät (vgl. Abbildung 2.22b) hingegen kann sowohl zur Unterstützung als auch Kontrolle eingesetzt werden, indem beispielsweise ein Ton in einer bestimmten Frequenz vorgegeben ist und dieser vom Musikerschüler nachgespielt werden soll. Mittels eines solchen Hilfsmittels ist es dem Musikerschüler möglich, seine Leistung bzw. sein Können zu messen und gegebenenfalls durch Anpassung der Wiederholrate (vgl. Frequenz) oder des Schwierigkeitsgrads, die Effizienz seiner Hausaufgabe zu optimieren.
- **Überwachung & Feedback:** Eine Überwachung der Hausaufgabe durch den Musiklehrer oder ein kontinuierliches Bereitstellen von Feedback seitens des Musikerschülers ist aktuell nicht bzw. nur mit großem Aufwand möglich. Beispielsweise wäre es denkbar, dass die durchgeführte Übung aufgezeichnet wird (als Audio- oder Videodatei) und anschließend mit subjektiven Eindrücken (z.B. adäquater Schwierigkeitsgrad, Resultat entspricht den Erwartungen des Musiklehrers, etc.) an den Musiklehrer übermittelt wird. Solch ein Vorgehen wird aber aufgrund des hohen zeitlichen und technischen Aufwands in der Praxis nicht angewandt. Daraus resultiert, dass Anpassungen, welche versprechen die

Effizienz der Hausaufgabe zu erhöhen oder zumindest zu erhalten, erst in der nächsten Unterrichtseinheit erfolgen können. Dies führt wiederum dazu, dass die Zeit zwischen den Unterrichtseinheiten nicht optimal genutzt wird und sich dadurch unter Umständen die Gesamtzeit des Instrumentalunterrichts verlängert. Zudem kann eine fehlende Anpassung der Hausaufgabe, beispielsweise durch Anpassung eines zu hohen Schwierigkeitsgrads, zur Demotivation des Musikschülers führen.



(a) Mechanisches Metronom [met18]



(b) Digitales Metronom und Stimmgerät [sti18a]

Abbildung 2.22: Technische Hilfsmittel zur Durchführung der Hausaufgabe

2.1.3.4 Optimierungsmöglichkeiten durch den Einsatz mobiler Endgeräte

Im Szenario eines Instrumentalunterrichts, in dem eine Musikschülerin durch einen Privatlehrer das Spielen der Tuba erlernt, wird bisher nahezu vollständig auf die Unterstützung durch moderne mobile Endgeräte und somit auch durch mobile Anwendungen verzichtet. Ein ähnliches Bild zeichnet sich generell für den Unterricht anderer Instrumente ab, da auch hier auf die etablierten Lehrmethoden, wie beispielsweise die Verwendung eines Begleit- bzw. Übungsbuchs (vgl. Abbildung 2.21) oder das Überprüfen der Hausaufgabe zu Beginn der Unterrichtseinheit, zurückgegriffen wird. Dabei ist es keinesfalls so, dass keine mobilen Anwendungen für den Instrumentalunterricht existieren. Dies sind meist aber spezifische Anwendungen, deren Fokus nicht auf der Gesamtheit der Hausaufgabe und deren effizienten Durchführung liegt, sondern auf der Unterstützung beim Erlernen einer bestimmten Eigenschaft [Kre17]:

- **Tempo:** Zum Erlernen der verschiedenen Tempi, in welchen ein Stück gespielt werden kann, sowie zum Üben einen Takt adäquat zu halten, existieren mobile Anwendungen, wie z.B. *Pro Metronome*¹⁸ (vgl. Abbildung 2.23b) oder *Metronome: Tempo*¹⁹.
- **Intonation:** Eine Trainingshilfe zur korrekten Intonation für verschiedene Musikinstrumente, wie z.B. Blas- oder Zupfinstrumente, ist die mobile Anwendung *Intunator*²⁰ (vgl. Abbildung 2.23a). Diese analysiert den gespielten Ton mittels des im mobilen Endgerät eingebauten Mikrofons und gibt diesen korrekt intoniert auf dem Lautsprecher oder einem Kopfhörer wieder.
- **Notenlesen:** Eine elementare Eigenschaft beim Erlernen eines Musikinstruments ist neben dem eigentlichen Spielen von Tönen das korrekte Lesen von Noten. Auch hierzu finden

¹⁸<https://itunes.apple.com/de/app/pro-metronome-das-profi-metronom/id477960671?mt=8>

¹⁹<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.frozenape.tempo>

²⁰<https://itunes.apple.com/de/app/intunator/id994833079?mt=8>

sich in den Appstores verschiedene mobile Anwendungen, welche die Musikschrüler beim Erlernen untersttutzen. Hierzu gehrt beispielsweise *Mozart 2 Pro*²¹.

- **Gehrbildung:** Unter dem Begriff der *Gehrbildung* versteht man den Schulungsprozess des Gehrs, bei welchem dieses trainiert wird Intervalle, Tonhhen und Rhythmen bestimmen zu knnen. Hierfr werden verschiedene mobile Anwendungen zur Untersttutzung angeboten, wie beispielweise *Better Ears - Gehrbildung*²² (vgl. Abbildung 2.23c) oder *Ear Trainer*²³.

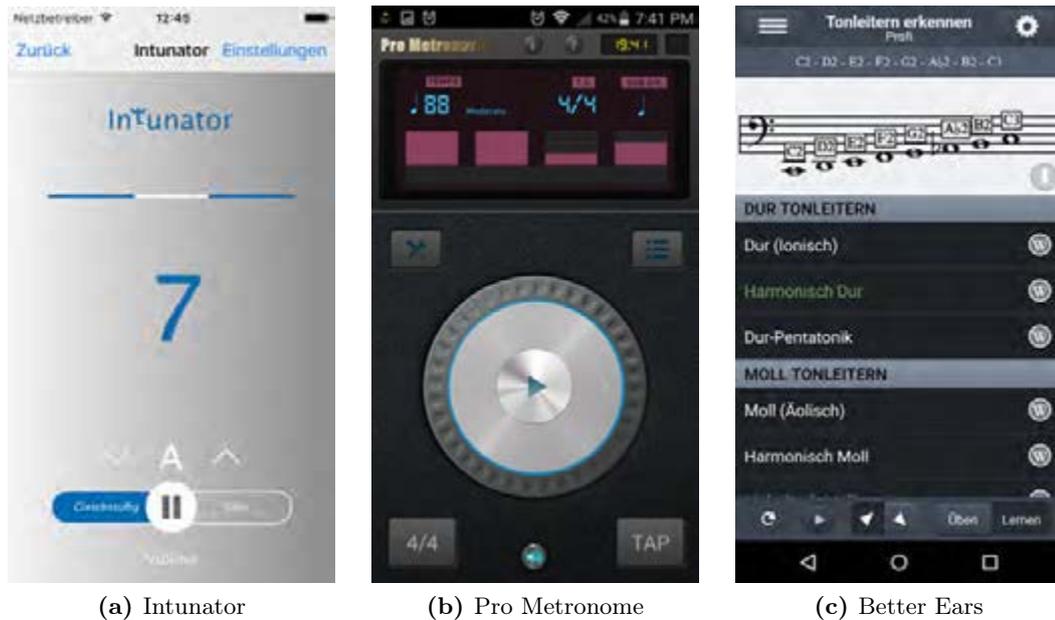


Abbildung 2.23: Screenshots von mobilen Anwendungen ffr den Instrumentalunterricht

Mobile Endgerate sind heutzutage in der Lage, nicht nur spezifische Eigenschaften zu untersttutzen, sondern sie ermoglichen zudem eine ganzheitliche Untersttutzung des Instrumentalunterrichts. Einige Aspekte einer solchen ganzheitlichen Untersttutzung und ihre Vorteile werden im Folgenden erlutert:

- **Digitale Hilfsmittel:** Wurden bisher meist analoge Hilfsmittel bei der Untersttutzung von Hausaufgaben verwendet, wie ein Ubungs- bzw. Begleitbuch (vgl. Abbildung 2.21) oder klassisches Metronom (vgl. Abbildung 2.22a), bieten moderne mobile Enderate weitaus komplexere Moglichkeiten der Informationsdarstellung und Interaktion. Diese sind in der Lage, digitale Dokumente, deren Inhalte vom Nutzer editiert bzw. annotiert werden knnen, wie z.B. PDF-Dokumente, anzuzeigen oder Videos mit Erklarungen und Hilfestellungen abzuspielen. Letztere knnen dabei lokal, d.h. auf dem mobilen Endgerat, gespeichert sein, oder von den bekannten Online-Plattformen (z.B. Youtube oder Vimeo) bezogen werden. Daruber hinaus bieten moderne mobile Endgerate die Moglich-

²¹<https://itunes.apple.com/de/app/mozart-2-pro/id1049822737?mt=8>

²²<https://play.google.com/store/apps/details?id=de.appsolute.betterearspremium>

²³<https://itunes.apple.com/de/app/ear-trainer/id358733250?mt=8>

keit, verschiedene Hilfsmittel, wie beispielweise ein Metronom oder ein Stimmgerät, zu kombinieren und zu integrieren, sodass diese komfortabel genutzt werden können.

- **Sensorik und Ad-hoc-Feedback:** Mithilfe der in modernen mobilen Endgeräten eingebauten Sensoren, etwa dem Mikrofon, ist es möglich, die Hausaufgabe bzw. die aktuell durchzuführende Übung aufzuzeichnen und zu analysieren. Basierend auf den Ergebnissen der Analyse kann dann dem Musikschüler ein Ad-hoc-Feedback gegeben werden, ob er die Übung korrekt durchgeführt hat oder welche Änderungen notwendig sind, falls dies nicht der Fall war. Dieses Feedback kann hierbei im Anschluss an die Übung oder während der Durchführung in Echtzeit erfolgen. So kann ein Musikschüler nach Beendigung der Übung darüber informiert werden, dass das Tempo zu hoch war, oder aber noch während der Durchführung, um dieses entsprechend anzupassen. Dieses Ad-hoc-Feedback kann dem Musikschüler relativ einfach durch Anzeige der Information auf dem Display des mobilen Endgeräts dargestellt werden. Es ist auch denkbar, andere Aktoren des mobilen Endgeräts, etwa den Lautsprecher oder die Vibrationskomponente, zu verwenden. Letztere könnte bewirken, dass der Musikschüler nicht die Konzentration auf die Noten verliert.
- **Planung und Erinnerungen:** Eine große Herausforderung bei der effizienten Gestaltung eines Instrumentalunterrichts und der konsequenten Einhaltung und Durchführung der gestellten Hausaufgaben ist deren Planung, etwa die Festlegung zu welcher Uhrzeit oder an welchem Ort diese durchgeführt werden soll. Dieser Hausaufgabenplan kann dann in die bevorzugte Kalender-Anwendung des Musikschülers integriert werden. Ist solch eine Planung vorab durchgeführt worden, bieten mobile Endgeräte die Möglichkeit, den Nutzer, in diesem Fall den Musikschüler, mithilfe sog. *Notifications* an die anstehende Hausaufgabe zu erinnern. Dabei erhält der Musikschüler eine spezifische Nachricht, welche die geplante Uhrzeit und eine kurze Beschreibung der Hausaufgabe enthält. Neben dem Vorteil für den Musikschüler, an die Hausaufgabe erinnert zu werden, besteht die Möglichkeit, sein Verhalten hinsichtlich der konsequenten Durchführung der Hausaufgabe zu analysieren und diese Information dem Musiklehrer zur Verfügung zu stellen. Dies ermöglicht Letzterem, Rückschlüsse auf den aktuellen Ausbildungs- bzw. Leistungsstand des Musikschülers zu ziehen.
- **Fortschritt:** Ein wichtiger Aspekt bei der konsequenten und regelmäßigen Durchführung der Hausaufgaben im Rahmen des Instrumentalunterrichts ist die Motivation des Musikschülers, sich zu verbessern. Dazu ist es wichtig, dass er Einblick in seinen persönlichen Fortschritt über einen definierten Zeitraum erhält. Beispielsweise kann die Erfolgs- bzw. Fehlerrate bei der Durchführung einer bestimmten Übung aufgezeichnet und diese dem Musikschüler zur Verfügung gestellt werden. Bei einer erkennbar sinkenden Fehlerrate ist er u. U. weiterhin motiviert, diesen Wert zu minimieren. Neben dem Musikschüler, der von einem erkennbaren Fortschritt profitiert, ist diese Information auch für den Musiklehrer äußerst wichtig, da er darauf aufbauend die weiteren Hausaufgaben und Übungen bzw. deren Schwierigkeitsgrad ausrichten kann. Um dies zu ermöglichen, ist es notwendig, alle relevanten Daten (z.B. Audio-Samples) daraufhin zu prüfen, ob das Tempo innerhalb der Übung gehalten wurde oder Bewegungsdaten, um nachzuvollziehen, ob sich der Musikschüler ruckartig bewegt. All diese Informationen können mit modernen mobilen Endgeräten, bzw. den darin verbauten Sensoren erfasst und ausgewertet werden.
- **Gamification:** Neben der Anzeige eines individuellen Fortschritts eignen sich zudem wieder Konzepte des *Gamification* [DDKN11]. Hierbei werden verschiedene, aus Spielen

bekannte Ansätze und Methoden dazu verwendet, den Musikschüler zu motivieren, die ihm gestellten Hausaufgaben regelmäßig durchzuführen. Beispielsweise können für verschiedene Übungen unterschiedliche Level kreiert werden, wobei höhere Level erst nach Abschließen des vorherigen Levels erreicht werden können. Die Kriterien, welche für das erfolgreiche Abschließen eines Levels herangezogen werden, können dabei unterschiedlicher Natur sein, wie z.B. das fünfmalige korrekte Nachspielen einer Strophe. Ein weiteres Konzept ist die Vergabe von Preisen oder Abzeichen, welche der Musikschüler abhängig von den definierten Kriterien erhält. Diese *Badges* können allgemein gehalten werden, wie bei der Vergabe von Medaillen, oder themenspezifisch, etwa das Abzeichen *Flinker Finger* für gute Leistungen bei verschiedenen Tempo-Übungen. Auch für die Verwendung von Gamification ist es notwendig, relevante Daten mithilfe mobiler Endgeräte zu sammeln und diese auszuwerten, um zu prüfen, ob die für das Gamification relevanten Kriterien erfüllt wurden. Des Weiteren bieten mobile Endgeräte bzw. deren mobile Anwendungen die Möglichkeit, Levels, Preise und Auszeichnungen zu archivieren, sodass mit einem langanhaltenden Effekt zu rechnen ist.



Abbildung 2.24: Themen- bzw. Kontextabhängige grafische Auszeichnungen [bad18]

- **Feedback:** Nicht nur das bereits erwähnte *Ad-hoc-Feedback*, das der Musikschüler während oder im Anschluss an die Durchführung einer Übung erfährt, kann mithilfe mobiler Endgeräte realisiert und zur Verfügung gestellt werden. Ein weiteres wichtiges Feedback richtet sich an den Musiklehrer, welcher basierend auf den übermittelten Informationen den eigentlichen Instrumentalunterricht und vor allem die Hausaufgaben deutlich zielgerichteter und dadurch effizienter gestalten kann. Dieses Feedback erhält er nicht wie bisher entweder explizit in mündlicher Form oder implizit durch Überprüfung der Hausaufgabe beim nächsten Musikunterricht, sondern umgekehrt, d.h. noch während die Hausaufgabe durchgeführt wird oder im Anschluss. Hierbei ist das mobile Endgerät sowohl für das Erfassen aller relevanten Informationen als auch deren Aufbereitung und anschließende Übermittlung an der Musiklehrer verantwortlich. Solch eine Lösung ermöglicht dem Musiklehrer schnellstmöglich und effizient auf einen beispielsweise zu hohen Schwierigkeitsgrad einer Übung zu reagieren, diesen entsprechend anzupassen und die Anpassung an den Musikschüler zurück zu übermitteln. Darüber hinaus steigert solch eine Feedback-Funktion nicht nur die Effizienz der Hausaufgabe, sondern ggf. auch jene des Präsenz- bzw. Musikunterrichts, da eine zeitintensive Überprüfung der Hausaufgabe nicht mehr zwingend notwendig ist.
- **Community:** Ein weiterer, nicht zu vernachlässigender Aspekt bei der Verwendung mobiler Endgeräte im Instrumentalunterricht ist die Möglichkeit, eine *Community* zu erstellen bzw. anzubieten, in welcher sich Gleichgesinnte, d.h. im vorliegenden Fall Musikschüler, untereinander austauschen, motivieren und vergleichen können. Gerade das Vergleichen untereinander fördert die Motivation, da vermeintlich schlechter eingestufte Nutzer bzw.

Musikschüler angeregt werden, sich zu verbessern, wohingegen besser bewertete Nutzer ein Interesse daran haben, ihren Vorsprung zu behalten. Hierbei bietet sich eine Art Rangliste an, die ähnlich zu anderen Bereichen (z.B. Sport) den aktuellen Leistungsstand im Vergleich zu den anderen in der Community befindlichen Personen wiedergibt. Auch hier ist es notwendig, dass vergleichbare Attribute gefunden werden, etwa die Fehlerrate über bestimmte Übungen hinweg. Um diese Attribute und Informationen zur Verfügung zu stellen, können wiederum mobile Endgeräte mit den verschiedenen eingebauten Sensoren alle relevanten Daten sammeln, auswerten und der Community bereitstellen.

- **Ad-hoc-Anpassungen:** Wie erwähnt, ist ein wichtiger Aspekt in Bezug auf die effiziente Durchführung von Hausaufgaben, dass diese individuell an die Bedürfnisse des Einzelnen angepasst sind. Dies bedeutet umgekehrt, dass der Erfolg einer Hausaufgabe nicht garantiert ist, falls die jeweiligen Übungen, d.h. deren Komplexität oder deren Schwierigkeitsgrad, nicht an den aktuellen Leistungsstand des Schülers angepasst sind. Mit der bereits erläuterten Funktionsvielfalt mobiler Endgeräte bzw. deren mobilen Anwendungen, ist es möglich, dass der Musiklehrer basierend auf den vom Musikschüler zur Verfügung gestellten Daten (vgl. Abschnitt *Ad-hoc-Feedback*), jede einzelne Übung optimal und individuell noch während der Durchführung der Hausaufgabe anpassen kann. Dies muss nicht unbedingt bedeuten, dass diese noch während der aktuellen Durchführung angepasst werden, aber zumindest bis zur nächsten. Damit kann verhindert werden, dass eine unzureichende Übung mehrfach wiederholt wird und somit einerseits kostbare Zeit verschwendet wird und sich andererseits anstatt einer positiven Entwicklung eine negative einstellt. Beispielsweise ist es denkbar, dass der Musikschüler aufgrund eines zu hohen Schwierigkeitsgrades eine falsche Technik anwendet, um die Übung trotzdem zu meistern. Auf der einen Seite schmälert dies den Lernerfolg sichtbar, auf der anderen Seite kostet es oft sehr viel Zeit und Fleiß, eine falsch erlernte Technik durch eine korrekte zu ersetzen.

2.2 Generalisierung

Die drei verschiedenen in Abschnitt 2.1 erläuterten Szenarien weisen unterschiedlichste Eigenschaften und Anforderungen hinsichtlich der Verwendung therapeutischer Hausaufgaben auf, die mittels adäquater und spezifisch entwickelter mobiler Anwendungen unterstützt werden können. Eine solch vorherrschende domänenübergreifende Heterogenität an Eigenschaften stellt für eine technische Unterstützung durch mobile Endgeräte eine große Herausforderung dar, da eine generische Lösung, die sowohl die drei gezeigten als auch weitere sich davon unterscheidende Szenarien bzw. Therapien bestmöglich unterstützen soll (z.B. Ergotherapie oder spezifischer Unterricht im schulischen Umfeld) sehr herausfordernd ist.

Um solch eine generische Lösung zu realisieren bzw. ein adäquates Konzept hierfür zu entwickeln, gilt es zunächst, die dafür relevanten Abläufe, d.h. insbesondere jene, welche sich mit der Verwaltung, Zuteilung, Durchführung und Analyse von Hausaufgaben beschäftigen, zu generalisieren. Dies bedeutet, gleiche bzw. ähnliche Abläufe und Eigenschaften szenarienübergreifend zu identifizieren, dabei mögliche Herausforderungen für eine technische Lösung abzuleiten, um anschließend darauf basierend, die notwendigen funktionalen und nicht-funktionalen Anforderungen zu definieren.

Abbildung 2.25 zeigt dazu die identifizierte und aus den beiden therapeutischen Szenarien abgeleitete *generalisierte Prozedur der therapeutischen Hausaufgabenutzung*, d.h. deren Erläuterung, Zuteilung und Anpassung auf Seiten des Therapeuten sowie die Durchführung auf Seiten des Patienten. Im Folgenden werden die einzelnen Aktivitäten innerhalb dieser Prozedur kurz erläutert und diskutiert.

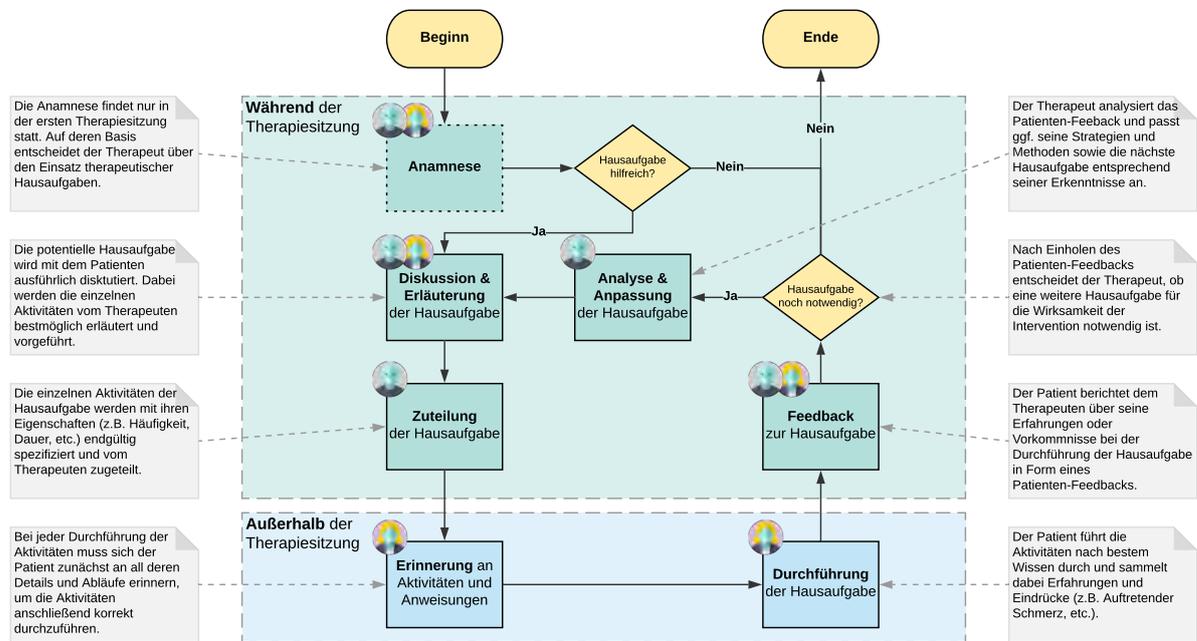


Abbildung 2.25: Generalisierte Prozedur der Hausaufgabenutzung im therapeutischen Umfeld

Zu Beginn jeder Therapie, d.h. in der ersten Therapiesitzung, wird durch den Therapeuten eine *Anamnese* erstellt, auf deren Grundlage dieser die ihm zur Verfügung stehenden therapeutischen Interventionen und Strategien wählt, mit deren Hilfe eine effiziente und wirksame Behandlung des Patienten möglich wird. Im Anschluss daran entscheidet er entweder explizit oder implizit, d.h. vorgegeben durch die gewählte Strategie, ob für eine wirksame Behandlung des Patienten therapeutische Hausaufgaben im Rahmen der Therapie eingesetzt werden sollen. Ist dies nicht der Fall, endet die in Abbildung 2.25 dargestellte Prozedur.

Sollen hingegen therapeutische Hausaufgaben konsequent und kontinuierlich eingesetzt werden, werden sie innerhalb einer Therapiesitzung dem Patienten ausführlich und dadurch teils sehr zeitaufwändig erläutert. Diese Erläuterung findet weitestgehend mündlich statt, wobei zum besseren Verständnis auch textuelle Beschreibungen und Illustrationen verwendet und dem Patienten zur Verfügung gestellt werden. Darüber hinaus wird jede Aktivität einer therapeutischen Hausaufgabe mit dem Patienten diskutiert, um mögliche Bedenken und Ängste zu berücksichtigen bzw. auszuräumen, wie beispielsweise Bedenken von Seiten des Patienten bei der Nutzung eines TENS²⁴-Geräts im Rahmen einer Elektrotherapie.

Die endgültige Zuteilung einer therapeutischen Hausaufgabe an den Patienten findet im Anschluss an deren Erläuterung und Diskussion statt. Hierbei werden noch einmal konkret die Eigenschaften der einzelnen Aktivitäten, etwa deren Durchführungsfrequenz und -dauer, spezifi-

²⁴Transkutane Elektrische Nerven-Stimulation

ziert. Hierbei wird die therapeutische Hausaufgabe in den Tages- und Wochenplan des Patienten bestmöglich integriert, um eine kontinuierliche Durchführung und somit die vom Therapeuten intendierte Wirksamkeit der Intervention zu ermöglichen.

Die eigentliche Durchführung der therapeutischen Hausaufgaben, bzw. den darin definierten Aktivitäten in der Zeit zwischen den Therapiesitzungen, gliedert sich generell in zwei grundsätzliche Aktivitäten. Zunächst einmal muss sich der Patient an die Durchführung der Hausaufgabe erinnern, d.h. er darf die Hausaufgabe nicht vergessen. Zusätzlich ist es notwendig, dass er sich an die Anweisungen für eine korrekte Durchführung der Aktivitäten genau erinnert. Anschließend führt er die Aktivitäten bestmöglich und u.U. unter Einbeziehung verschiedener Hilfsmittel (z.B. TENS-Gerät, Theraband) durch. Hierbei sammelt er verschiedene Erfahrungen hinsichtlich mehrerer Aspekte, etwa den Schwierigkeitsgrad sowie auftretende Ängste oder Schmerzen.

Zurück in der Therapiesitzung folgt szenarienübergreifend immer die Besprechung des Feedbacks, wofür die während der Hausaufgabe gesammelten Erfahrungen dem Therapeuten zur Verfügung gestellt werden. Dies erfolgt indem der Therapeut konkrete Aspekte der therapeutischen Hausaufgabe erfragt, etwa in Form von "Hatten Sie Schmerzen während der Übung?" oder "Denken Sie, dass Sie die Hausaufgabe korrekt durchgeführt haben?". Darüber hinaus entscheidet der Therapeut auf Grundlage des erhaltenen Feedbacks, ob weitere therapeutische Hausaufgaben im Rahmen der Therapie notwendig sind.

Falls therapeutische Hausaufgaben für einen positiven Behandlungsverlauf weiterhin vonnöten sind, werden sie aufgrund des vom Patienten erhaltenen Feedbacks analysiert und ggf. angepasst, etwa indem festgelegt wird, dass verschiedene Aktivitäten entfallen können oder spezifische Parameter einer Aktivität aufgrund eines zu hohen Schwierigkeitsgrades oder aufgetretener Schmerzen angepasst werden. Die für eine wirksame therapeutische Intervention notwendigen Anpassungen werden anschließend wiederum zwischen dem Therapeuten und dem Patienten ausgiebig besprochen und diskutiert.

2.3 Projekte

Neben den durchgeführten Fallstudien und der Untersuchung unterschiedlicher Forschungsarbeiten konnten weitere für die Anforderungsanalyse relevante und hilfreiche Erkenntnisse durch die Mitarbeit an verschiedenen universitätsübergreifenden Projekten erlangt werden [GPSR13, PGS⁺17, PSS⁺17, PGS⁺16, SPSR15, GSP⁺14, SSP⁺15, SRLP⁺13]. Tabelle 2.4 zeigt eine Übersicht an Projekten, die gemeinsam haben, dass in den verschiedenen Szenarien therapeutische Interventionen durch mobile Technologie, d.h. durch moderne mobile Endgeräte und Konzepte [SRP⁺15], unterstützt werden. Genauer bedeutet dies, dass für jedes Szenario therapie- und interventionsspezifische mobile Konzepte entwickelt wurden, welche anschließend in lauffähige mobile Anwendungen überführt wurden.

Um einen Überblick über die verschiedenen Erkenntnisse zu geben, welche durch die obigen Projekte gewonnen werden konnten, werden exemplarisch die Projekte *TrackYourTinnitus* [SPP⁺16, PPL⁺17, PRS⁺18, PPS⁺18, PPS⁺17, PSLR17, PPLS16, RLBS⁺16, PRLS15] (vgl. Abschnitt 2.3.1) und *Tinnitus Hearing Ability* [SPR⁺16b] (vgl. Abschnitt 2.3.2) in den folgenden beiden Abschnitten erläutert und diskutiert.

Nr.	Projekt	Länder	#UI	#PF
1	TrackYourTinnitus		12	1.500
2	Tinnitus Hearing Ability		10	120
3	Risk Factors During Pregnancy		12	410
4	PTSD in War Regions	 	6	560
5	Accidents of Children		6	80
6	Psychosomatic in-patients clinics		23	25
Summe Σ			59	2.870

#UI = Anzahl an unterstützten therapeutischen Interventionen
 #PF = Anzahl an Patientenfällen

Tabelle 2.4: Übersicht realisierter Projekte zur mobilen Unterstützung therapeutischer Interventionen

2.3.1 TrackYourTinnitus

Im Jahr 2014 startete das europaweite Forschungsprojekt TINNET²⁵, welches sich mit der systematischen Erforschung des weit verbreiteten Krankheitsbildes *Tinnitus* beschäftigt. Als *Tinnitus* wird dabei ein dauerhaft wahrgenommenes Phantomgeräusch (z.B. Pfeifen oder Rauschen) ohne externe Geräuschquelle bezeichnet, an welchem in den westlichen Gesellschaften ca. 5-15% der erwachsenen Bevölkerung leiden [HR04], wobei etwa 1% davon über erhebliche Belastungen und Einschnitte in die Lebensqualität klagt [HCH⁺12]. Neben der Erforschung möglicher Ursachen des *Tinnitus*, wie beispielsweise ein erlittenes Knalltrauma oder eine abnormale Aktivität des somatosensorischen Systems aufgrund von Beschwerden in der Halswirbelsäule, ist ein weiteres Ziel von TINNET, Erkenntnisse über die vom Patienten im Tagesverlauf wahrgenommenen Schwankungen seines Tinnitus zu gewinnen. Diese Schwankungen können beispielsweise durch maskierende Umgebungsgeräusche, die aktuelle Tätigkeit oder durch stressig empfundene Ereignisse bedingt sein.

Um diese intraindividuellen Schwankungen in der Tinnituswahrnehmung an mehreren Zeitpunkten während der täglichen Routine zu erfassen, wurde die mobile Anwendung *TrackYourTinnitus* (vgl. Abbildungen 2.26a, 2.26b und 2.26c) konzipiert und realisiert. Mit ihrer Hilfe ist es möglich, mehrmals täglich vom Nutzer bzw. Betroffenen den wahrgenommenen Tinnitus zu messen. Hierzu wird dem Nutzer ein kurzer Fragebogen präsentiert (vgl. Abbildung 2.26b), bei welchem er beispielsweise die Tinnitusstärke mittels einer numerischen Rating-Skala bestimmen muss. Ein weiteres Novum ist die simultane Messung des Schallpegels der Hintergrundgeräusche mithilfe des im mobilen Endgerät verbauten Mikrofons während der Beantwortung des Fragebogens, wodurch ein Testen der Hypothese ermöglicht wird, nach der die intraindividuellen Schwankungen über eine Maskierung des Tinnitus durch den Umgebungsschall erklärbar werden.

²⁵www.tinnet.tinnitusresearch.net

Im Folgenden werden wichtige Eigenschaften, Anforderungen und Funktionen der mobilen Anwendung *TrackYourTinnitus* erläutert, insbesondere wenn sie für die flexible und mobile Unterstützung therapeutischer Interventionen von Interesse sind.

- **Benachrichtigungen:** Um den wahrgenommenen Tinnitus des Nutzers über den Tagesverlauf mittels des Fragebogens zu erfassen, muss dieser mehrmals täglich ausgefüllt werden. Da solch eine Tätigkeit vom Nutzer vergessen werden kann, sollte *TrackYourTinnitus* die von mobilen Endgeräten zur Verfügung gestellten Benachrichtigungsfunktion verwenden. Der wichtigste Vorteil ist sicherlich, dass die Benachrichtigungen auch dann erfolgen, wenn der Nutzer nicht aktiv mit seinem mobilen Endgerät interagiert, etwa wenn dieses in der Hosentasche getragen wird. Dadurch soll sichergestellt werden, dass die für eine aussagekräftige Analyse der Daten notwendige Erfassungsfrequenz zumindest von Seiten der mobilen Anwendung berücksichtigt wird.
- **Intuitives Bedienkonzept:** Ein grundlegendes Prinzip von *TrackYourTinnitus* ist, dass die mobile Anwendung mehrmals genutzt werden muss, um die Daten zu erfassen. Aus diesem Grund ist es wichtig, den Nutzer bzw. Patienten nicht mit komplexen oder unverständlichen Benutzeroberflächen und -interaktionen zu irritieren. Dies bedeutet aus technischer Sicht, dass die Benutzeroberflächen den für die jeweilige mobile Plattform zugrundeliegenden Design-Empfehlungen, wie *Material Design* bei Android, entsprechen sollen. Nichtsdestotrotz sollte *TrackYourTinnitus* ein dem Krankheitsbild entsprechendes Aussehen und Bedienkonzept besitzen, welches für den Nutzer leicht verständlich und eindeutig ist, um ungewollte Fehleingaben zu vermeiden.
- **Unterstützung verschiedener mobiler Plattformen:** Um eine Vielzahl an betroffenen Tinnituspatienten mit *TrackYourTinnitus* zu erreichen, d.h. diesen die mobile Anwendung zur Verfügung zu stellen, sollte sichergestellt werden, dass möglichst viele, aber zumindest die beiden am meisten verbreiteten Plattform *iOS* und *Android* [PRS⁺18], unterstützt werden.
- **Präzise Messungen des Schallpegels:** Neben der Erfassung relevanter Informationen mittels des auszufüllenden Fragebogens, wie z.B. Stärke des wahrgenommenen Tinnitus, sollte *TrackYourTinnitus* zusätzlich den Schallpegel der Hintergrundgeräusche mittels des eingebauten Mikrofons messen. Hierbei sollte darauf geachtet werden, dass die Messungen mit maximaler Präzision über alle mobilen Plattformen und Gerätehersteller hinweg erfolgt, um vergleichbare und somit für die spätere Auswertung der Daten notwendige sensorische Messergebnisse zu ermöglichen.

Auf Grundlage dieser Eigenschaften und Anforderungen wurde ein aufwändiges Anwendungskonzept für die mobile Anwendung *TrackYourTinnitus* entwickelt und anschließend realisiert (vgl. Abbildung 2.27). Neben der Entwicklung eines Konzepts für die mobile Anwendung war es zusätzlich notwendig, eine Serverkomponente zu entwickeln, die einerseits die gesammelten Informationen der Patienten bzw. Nutzer entgegennimmt und andererseits den Spezialisten und Experten der verschiedenen Fachrichtungen, etwa Psychotherapeuten oder HNO-Ärzten, Zugang zu diesen Daten erlaubt. Um diesen Zugang und letztendlich die Auswertung der Daten auch Personen ohne ausgeprägte IT-Affinität zu ermöglichen, wurde eine moderne und einfach zu bedienende Webanwendung entwickelt und realisiert, welche zudem Nutzern der mobilen Anwendung *TrackYourTinnitus* zugänglich ist, um einfache administrative Tätigkeiten, wie beispielsweise das Ändern des Passworts oder der Emailadresse, durchzuführen.

Ein äußerst wichtiger und bereits erwähnter Aspekt bei der Entwicklung von *TrackYourTinnitus* war der korrekte Umgang mit der von der Fachseite geforderten Benachrichtigungsfunktion der mobilen Plattformen. Dies bedeutet, dass sichergestellt werden musste, dass der Patient bzw. Nutzer entsprechend dem initial definierten Intervall von 10 Benachrichtigungen im Zeitraum zwischen 8.00 Uhr und 22.00 Uhr erinnert wird, den Fragebogen auszufüllen. Darüber hinaus wurde darauf geachtet, dass die von Apple und Google erlassenen Richtlinien hinsichtlich der Benachrichtigung von Nutzern eingehalten werden. Diese Richtlinien besagen beispielsweise, dass Nutzer explizit die Erlaubnis erteilen muss, benachrichtigt zu werden und zudem die Möglichkeit besitzen muss, diese Entscheidung rückgängig zu machen bzw. entsprechende Einstellungen zu ändern. Hierfür wurde innerhalb *TrackYourTinnitus* ein aufwändiges und für den Nutzer konfigurierbares Benachrichtigungskonzept entwickelt, welches es ihm erlaubt, nahezu jede einzelne Benachrichtigung detailliert zu konfigurieren, aber das trotzdem sicherstellt, dass eine ausreichende, d.h. für eine aussagekräftige Auswertung der Daten erforderliche Anzahl an Benachrichtigungen, erfolgt.

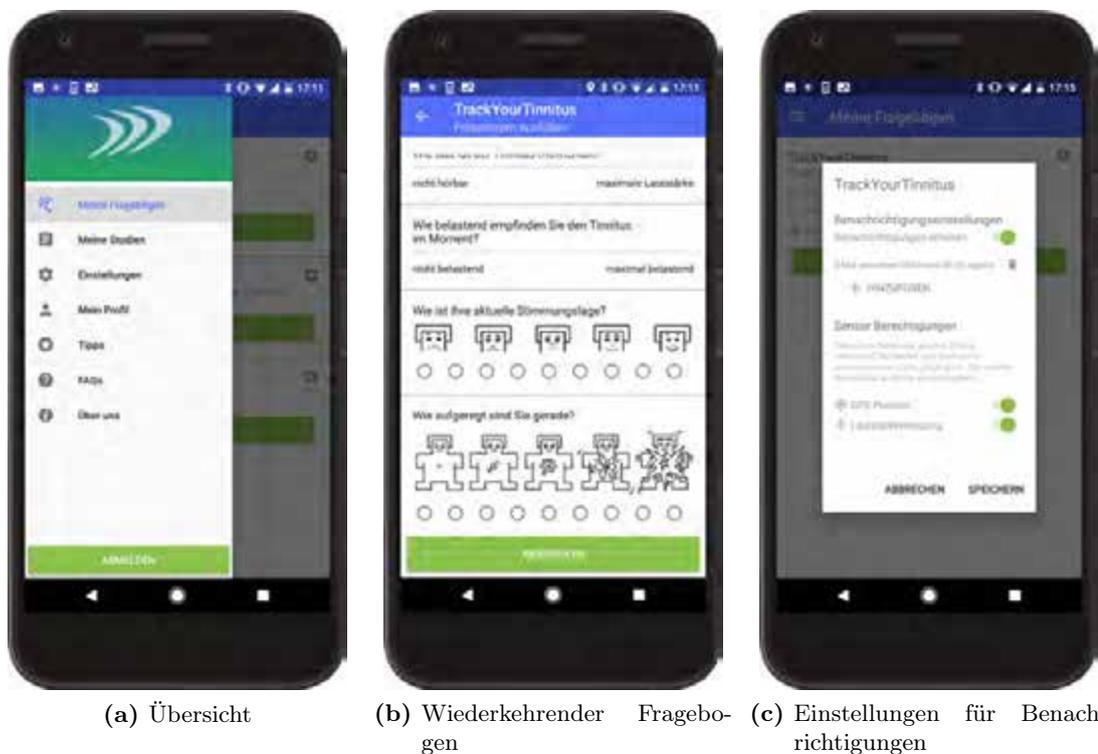


Abbildung 2.26: Verschiedene Ansichten der mobilen Anwendung *TrackYourTinnitus*

Trotz der Tatsache, dass das Gesamtkonzept eine Serverkomponente vorsieht, werden die verschiedenen notwendigen Fragebögen nur teilweise dynamisch zwischen dieser und dem mobilen Endgerät ausgetauscht bzw. übertragen. Dies ist damit begründet, dass der wiederkehrende Fragebogen nur selten geändert werden muss. Dabei stellt die lokale Verwaltung sicher, dass auch im Fall einer fehlenden Internetverbindung, der wiederkehrende und mehrmals täglich auszufüllende Fragebogen ausgefüllt werden kann. Für das Vorhalten der einzelnen Fragen wurde

ein effizientes und wiederverwendbares *JSON Schema*²⁶ entwickelt, auf dessen Basis die einzelnen Fragen bzw. deren Parameter, wie beispielsweise der eigentliche Fragetext sowie der Antworttyp (z.B. Multiple-Choice oder Freitext), im JSON-Format gespeichert sind. Mithilfe einer dedizierten Darstellungskomponente rendert *TrackYourTinnitus* jede einzelne Frage zu komfortabel zu bedienenden Benutzeroberflächenelementen, wobei diese abhängig vom jeweils definierten Antworttyp der Frage sind.

Für die Messung des Schallpegels während des Ausfüllens des wiederkehrenden Fragebogens, werden die von den mobilen Plattformen zur Verfügung gestellten Programmierschnittstellen verwendet. Diese abstrahieren sowohl den Zugriff auf das im mobilen Endgerät integrierte Mikrophon als auch die Verwendung des gemessenen Schallpegels dahingehend, dass dies unabhängig vom Hersteller des mobilen Endgeräts sowie des Mikrofons komfortabel und mit geringem Aufwand möglich ist. Bei der Android Version von *TrackYourTinnitus* wird beispielsweise mittels der Komponente *MediaRecorder* eine Momentaufnahme des Schallpegels erstellt, genau dann wenn der Nutzer die eingegebenen Daten speichert. Der gemessene Schallpegel wird dann dem aktuellen Datensatz hinzugefügt.

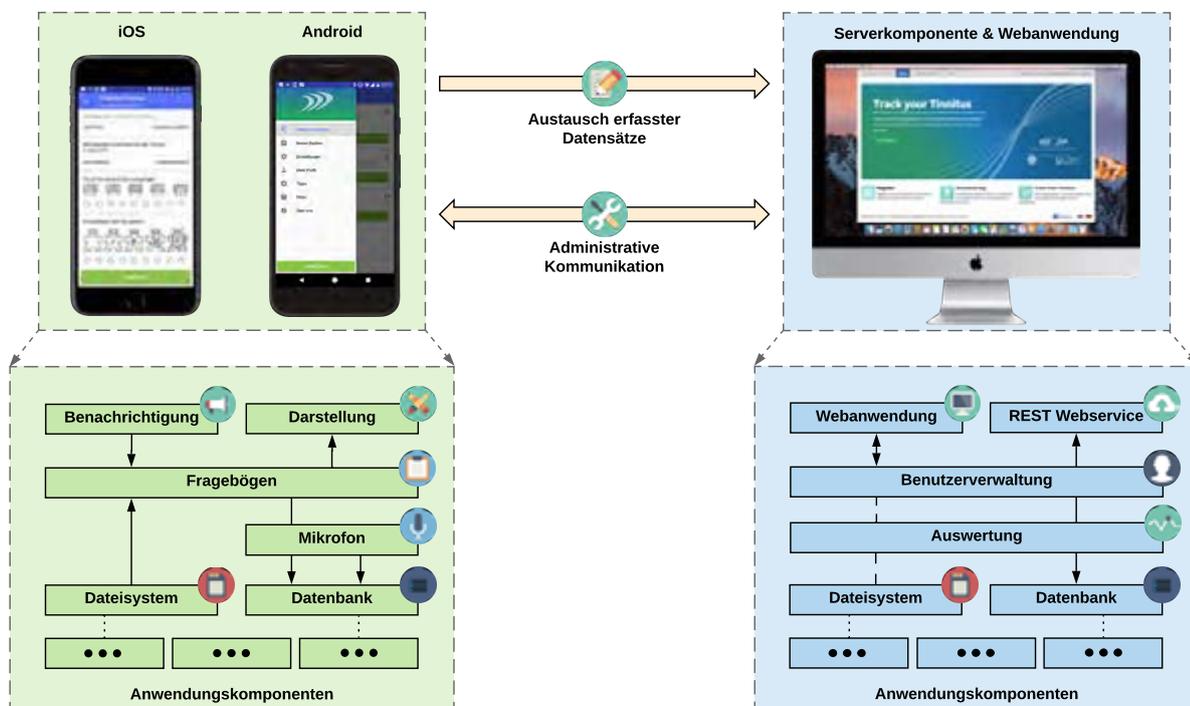


Abbildung 2.27: Gesamtarchitektur von *TrackYourTinnitus*

Folgende Erkenntnisse konnten durch die Konzeption und Realisierung von *TrackYourTinnitus* für die flexible und mobile Unterstützung therapeutischer Interventionen gewonnen werden.

- **Plattformspezifisches Design und Bedienkonzept:** Um Nutzern der verschiedenen mobilen Plattformen eine gewohnte und intuitive Bedienung der mobilen Anwendung zu gewährleisten, war es unumgänglich, für jede Plattform bzw. deren mobiler *TrackYourTinnitus* Anwendung, ein spezifisches Design zu realisieren. Dieser in einem ersten

²⁶ *JSON Schema* ist ein Standard zur Beschreibung von JSON-Dokumenten, der insbesondere die Validierung letzterer erlaubt [jso18].

Augenblick als Mehraufwand wirkende Aspekt zahlt sich dahingehend aus, dass Nutzer schneller und zielgerichteter in der jeweiligen Anwendung navigieren können und dadurch deutlich weniger Fehler produzieren.

- **Intelligente Verwendung von Benachrichtigungen:** Gerade im gezeigten Fall von *TrackYourTinnitus*, bei dem Nutzer mehrmals täglich benachrichtigt werden, muss darauf geachtet werden, dass die Benachrichtigungen nicht als unangenehm empfunden werden und diese deshalb deaktiviert werden. Darüber hinaus ist es hilfreich, die verfügbaren Möglichkeiten hinsichtlich der Konfiguration der Benachrichtigungen bestmöglich auszuschöpfen. Beispielsweise bietet es sich an, verschiedene Benachrichtigungstöne und -texte zu verwenden, um nicht Gefahr zu laufen, dass der Nutzer die Benachrichtigung ignoriert.
- **Bedachte Nutzung der Sensorik:** Mithilfe der mobilen Anwendung *TrackYourTinnitus* konnte festgestellt werden, dass trotz der bereits erwähnten einfach zu verwenden Programmierschnittstellen für die Verwendung der Sensoren, darauf geachtet werden muss, dass dies keine Garantie für vergleichbare und korrekte Messergebnisse ist. Gerade am Beispiel der Messung des Schallpegels mittels des eingebauten Mikrofons fällt auf, dass die gemessenen Werte teils stark voneinander abweichen. Dies ist teilweise mit der Bauform des mobilen Endgeräts, d.h. wie und an welcher Stelle das Mikrofon eingebaut ist, begründet oder aber schlichtweg aufgrund der unterschiedlichen Hersteller, deren Mikrofone sich hinsichtlich Qualität und Sensitivität unterscheiden [KS15]. Um diesem Umstand Sorge zu tragen, sind weitere, teils aufwändige, Kalibrationsprozesse notwendig, die im Rahmen von *TrackYourTinnitus* bisher nicht berücksichtigt wurden.

2.3.2 Tinnitus Hearing Ability

Im Rahmen der Forschung zur mobilen Unterstützung von an Tinnitus leidenden Personen wurde neben *TrackYourTinnitus* (vgl. Abschnitt 2.3.1) eine weitere mobile Anwendung konzipiert und realisiert. Deren Ziel ist es, mögliche Einschränkungen hinsichtlich der akustischen Lokalisation, d.h. Schwierigkeiten bei der *Erkennung der Richtung und Entfernung einer Schallquelle*, bei Tinnitus-Patienten zu identifizieren sowie ggf. Betroffene mittels therapeutischer Interventionen darin zu unterstützen, diese Fähigkeit zu trainieren und zu verbessern. Die akustische Lokalisation ist eine für Menschen äußerst wichtige Fähigkeit, deren mögliche Einschränkung neben der Minderung der Lebensqualität zusätzlich ernsthafte und teils gefährliche Situationen hervorrufen kann, etwa bei der Überquerung einer Straße, wenn es notwendig ist, die Richtung und Entfernung herannahender Fahrzeuge bestimmen zu können.

Um die ebenfalls *Richtungs- und Entfernungshören* genannte akustische Lokalisation explizit im Kontext von Tinnitus genauer zu erforschen, wurde eine mobile Anwendung realisiert. Dabei konnten wichtige Erkenntnisse gewonnen werden, die unmittelbar in die Anforderungsanalyse bzw. in das Konzept einer mobilen Unterstützung therapeutischer Interventionen einfließen.

Im Folgenden werden einige wichtige Eigenschaften, Anforderungen und Funktionen der mobilen Anwendung vorgestellt, sofern sie für die generelle Unterstützung therapeutischer Interventionen mit mobilen Endgeräten von Interesse sind.

- **Serious Game:** Da das Ziel der mobilen Anwendung neben der Identifikation von Einschränkungen der akustischen Lokalisation ein adäquates Training dieser Fähigkeit war,

sollte dieses in ein Spielkonzept integriert werden, das dem Nutzer einerseits Spaß bereitet und ihn andererseits über einen längeren Zeitraum fordert und motiviert.

- **Explizite Nutzung der Sensorik:** Aufgrund der in mobilen Endgeräten zur Verfügung stehenden Sensoren, sollten zur komfortablen Bestimmung der akustischen Lokalisation, die hierfür geeigneten Sensoren explizit und mit hoher Präzision einzeln oder gemeinsam (vgl. Multi-Sensor Data Fusion) genutzt werden. Dies trifft insbesondere für eine präzise Erkennung der Ausrichtung bzw. Lage des mobilen Endgeräts zu.
- **Kontinuierliche Protokollierung:** Um aussagekräftige Daten zu erhalten, welche anschließend dazu verwendet werden können, um entweder automatisiert, d.h. mithilfe komplexer Algorithmen, oder manuell, d.h. durch einen Experten, bestimmen zu können, ob der Nutzer Einschränkungen bei der akustischen Lokalisation besitzt, sollten alle relevanten Daten in kurzen Zeitabständen lokal auf dem mobilen Endgerät gespeichert werden.
- **Unterstützung verschiedener mobiler Plattformen:** Trotz der aktuell vorherrschenden Marktmacht des von Google entwickelten mobilen Betriebssystems *Android* sollte die Anwendung auf weiteren verfügbaren Plattformen lauffähig sein, wobei insbesondere zusätzlich *iOS* von Apple und *Windows Phone* von Microsoft adressiert werden sollten. Zudem sollte eine plattformunabhängige Lösung mittels adäquater moderner Bibliotheken und Hilfsmittel (z.B. Phonegap, Ionic) realisiert werden.

Basierend auf den zuvor definierten Anforderungen und Eigenschaften, welche die Bestimmung sowie das Training der akustischen Lokalisation mittels eines mobilen Endgeräts ermöglichen, wurde das mobile Anwendungskonzept *SODA*²⁷ entwickelt und für die mobilen Plattformen *iOS* [Era17], *Android* [Blo15] und *Windows Phone* [Wei15] realisiert. Grundlage für dieses Konzept ist die mobile Anwendung *Audio Defence: Zombie Arena*, bei welcher der Nutzer einzig unter Zuhilfenahme der akustischen Lokalisation mehrere Objekte (hier: Monster) im Raum identifizieren und sich dagegen wehren muss. Dabei hört er das Objekt mittels eines Stereokopfhörers in seiner Umgebung (z.B. von rechts hinten), um sich anschließend mit dem mobilen Endgerät in dessen Richtung zu drehen, bis er dieses direkt vor ihm wähnt. Während dieser Zeit ist auf dem Bildschirm der mobilen Endgeräts nichts zu sehen, außer einer Schaltfläche, mit der eine Aktion gegen das Objekt ausgeführt werden kann.



Abbildung 2.28: Spielkonzept von *SODA*

SODA nutzt nun dieses grundlegende Konzept, bestehend aus einer im Raum sich befindenden Geräuschquelle zu der sich der Nutzer mit seinem mobilen Endgerät drehen muss, um anschließend eine Aktion durchzuführen. Als Indikatoren für eine mögliche eingeschränkte akustische Lokalisation können die gemessenen Parameter *Winkelabweichung* und *Dauer bis zur Aktion*

²⁷Sound Origin Direction Application

verwendet werden, welche anschließend automatisch oder manuell zur Analyse genutzt werden. Da *SODA* nicht nur von Erwachsenen genutzt werden sollte, wurde anstatt einer Kampfszenarie, wie in *Audio Defence: Zombie Arena*, die Szenerie gewählt, in welcher der Nutzer versuchen muss, Aufnahmen von in der Umgebung sich befindenden Tieren zu machen, wobei er dabei kein visuelles Feedback seiner Kamera erhält. Sobald er das Tiergeräusch vor sich wähnt, löst er die Kamera mit einer Touch-Geste auf dem Bildschirm aus. Anschließend erhält er sowohl ein grafisches Feedback in Form eines Panoramabildausschnitts mit ggf. dem fotografierten Tier als auch die tatsächliche Winkelabweichung in Textform (vgl. Abbildung 2.28).

Wie Abbildung 2.29 zeigt, ermöglicht *SODA* die Verwaltung unterschiedlicher Szenarien, welche jeweils aus mehreren Objekten und einem 360° Panoramabild bestehen [Kna17]. Die Objekte können dabei detailliert hinsichtlich der Abspieldauer des Geräuschs oder dessen Entfernung zum Nutzer konfiguriert werden. Für die Generierung des realistischen, räumlichen Audio-Szenarios wurde zunächst ein zweidimensionales Kreiskoordinatensystem definiert, wobei 0° "direkt vor dem Nutzer" bedeutet und 90° "rechts neben ihm". Darüber hinaus wurde unter Verwendung und Ausnutzung einer sog. Head-Related Transfer Function (kurz HRTF) [GM95] und mithilfe der von den mobilen Plattformen zur Verfügung gestellten *Audio Engines* der notwendige Raumklang der Objekte generiert. Für eine präzise Lage- und Richtungsbestimmung des mobilen Endgeräts werden die verschiedenen sensorischen Daten des *Beschleunigungssensors*, des *Gyroskops* und des *Kompass* miteinander aggregiert. Je nach mobiler Plattform wird dies durch eine entsprechende und einfach zu verwendende Programmierschnittstelle ermöglicht, wie z.B. bei Windows Phone, oder aber es müssen aufwändige manuelle Berechnungen durchgeführt werden, um die gewünschte Präzision zu erreichen.

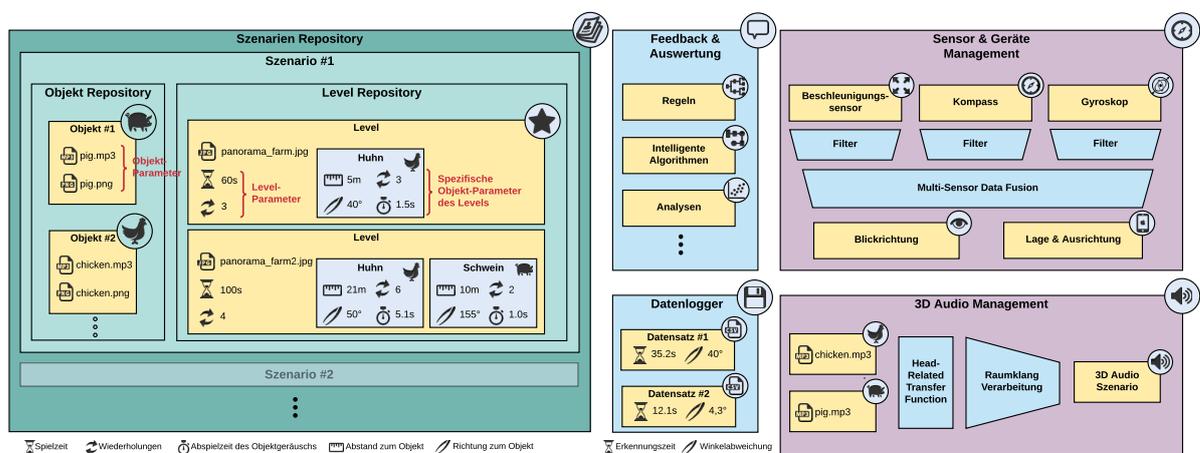


Abbildung 2.29: Gesamtarchitektur von *SODA*

Folgende Erkenntnisse konnten durch die Konzeption und Realisierung von *SODA* für die flexible und mobile Unterstützung von therapeutischen Interventionen gesammelt werden.

- **Nachvollziehbare und präzise Ergebnisse:** Für den Nutzer ist äußerst wichtig, dass die Ergebnisse, d.h. hier die Winkelabweichungen und Dauer beim Auslösen der Aktion, präzise und nachvollziehbar sind, um ihn bei der dauerhaften Verwendung der mobilen Anwendung nicht zu irritieren und zu frustrieren. Folglich muss ein großes Augenmerk vor allem auf die korrekte Bestimmung der relevanten Sensorinformationen gelegt werden,

um die Abweichungen zu minimieren. Darüber hinaus sind reproduzierbare und korrekte Ergebnisse essentiell für die Einschätzung möglicher Beeinträchtigungen des Nutzers.

- **Native Anwendungen:** Um die gewünschte Präzision bei der Berechnung der relevanten Informationen zu erzielen, etwa bezogen auf die Ausrichtung des mobilen Endgeräts, müssen unterschiedlichste Sensoren verwendet und deren sensorische Daten miteinander aggregiert und verknüpft werden. Hierzu stehen auf den gängigen mobilen Plattformen teilweise integrierte Bibliotheken zur Verfügung, die sich hinsichtlich *Komplexität der Nutzung* und *Qualität der Ergebnisse* deutlich unterscheiden. Könnte man bei *Windows Phone* eine einfache Verwendung der Schnittstelle feststellen, waren die Ergebnisse bei der Berechnung der Ausrichtung leider nicht überzeugend. Bei der Realisierung von *SODA* im Rahmen einer plattformübergreifenden HTML5-Anwendung konnte wiederum festgestellt werden, dass der Umgang mit den unterschiedlichen Sensoren der verschiedenen Plattformen deutlich eingeschränkt ist. Als Fazit kann gezogen werden, dass mobile Anwendungen mit hohen Anforderungen bzgl. der Verwendung von Sensoren und der dabei geforderten Präzision, wenn möglich als native Anwendungen, realisiert werden.
- **Motivation des Nutzers:** Ein essentieller Aspekt, der im Rahmen von *SODA* festgestellt wurde, ist die konsequente Anwendung motivierender Konzepte. Nur dann lässt sich eine dauerhafte Nutzung der Anwendung erzielen. Dies wurde bei *SODA* durch die Realisierung eines Spielkonzepts erreicht, das dem Nutzer durch die verschiedenen, unterschiedlich schwierigen Szenarien Abwechslung bietet und ihn motiviert, das Training über einen längeren Zeitraum fortzuführen. Des Weiteren beinhaltet *SODA* weiterführende Motivationsstrategien, insbesondere *Gamification* mittels Auszeichnungen und Punkten.
- **Effiziente Protokollierung:** Neben der endgültigen Winkelabweichung und Dauer für die Detektion eines Objekts wurden im Abstand von 100ms weitere Daten protokolliert und lokal gespeichert. Dies umfasste u.a. die *aktuelle Ausrichtung* des mobilen Endgeräts, den *Zeitstempel* sowie die *Herzfrequenz*. Das kontinuierliche Protokollieren dieser Informationen erlaubte es, neben einer möglichen Einschränkung der akustischen Lokalisation des Nutzers, weitere Erkenntnisse zu erlangen, etwa wie sich seine Herzfrequenz mit der Zeit erhöht, was wiederum als ein Indiz für aufkommenden Stress betrachtet wurde.

2.4 Anforderungsanalyse

Basierend auf den Erkenntnissen aus den durchgeführten Fallstudien (vgl. Abschnitt 2.1), der Studie zum aktuellen Stand der Technik (vgl. Kapitel 3) sowie den bereits realisierten mobilen Anwendungen im Kontext therapeutischer Interventionen (vgl. Abschnitt 2.3), ist es nun möglich, eine umfangreiche Anforderungsanalyse durchzuführen, welche die funktionalen und nicht-funktionalen Anforderungen für eine mobile Unterstützung therapeutischer Interventionen definiert. Diese adressieren die unterschiedlichen Aspekte und Eigenschaften der in Abschnitt 2.2 abgeleiteten generalisierten Prozedur zur Nutzung therapeutischer Hausaufgaben.

Um eine strukturierte Anforderungsanalyse zu gewährleisten, ist diese in vier Kategorien unterteilt. Letztere stellen die elementaren und separat zu berücksichtigenden Kernaspekte einer mobilen Unterstützung therapeutischer Hausaufgaben dar. Einerseits besteht eine Hausaufgabe aus einzelnen *Übungen* und *Aktivitäten*, deren *Ausführungskontext* berücksichtigt werden muss. Andererseits sind *Benachrichtigungen* sowie das *Patientenfeedback* explizit zu unterstützen.

2.4.1 Aktivitäten und Übungen

In diesem Abschnitt werden die für die Konfiguration, Verwaltung und Durchführung der Aktivitäten bzw. Übungen relevanten funktionalen (kurz: FA) und nicht-funktionalen (kurz: NFA) Anforderungen definiert und erläutert, welche für eine flexible und mobile Unterstützung berücksichtigt werden müssen. Tabelle 2.5 zeigt eine Übersicht der verschiedenen Anforderungen, welche anschließend jeweils kurz beschrieben werden.

ID	Titel	Beschreibung
Kategorie 1: Konfiguration		
FA 1.1	Eigenschaften	Spezifikation relevanter Parameter
FA 1.2	Hilfsmittel	Verwendung digitaler und interaktiver Hilfsmittel
FA 1.3	Instruktionen	Nutzung textueller und multimedialer Anleitungen
NFA 1.4	Benutzbarkeit	Intuitive Konfiguration mit angemessenem Lernaufwand
NFA 1.5	Änderbarkeit	Flexible Änderungen ohne Anpassung des Systems
Kategorie 2: Ausführung		
FA 2.1	Reihenfolge	Flexible Definition der Ausführungsreihenfolge
FA 2.2	Verknüpfungen	Verwendung logischer Verknüpfungen zwischen Aktivitäten
NFA 2.3	Zuverlässigkeit	Korrekte, d.h. wie vom Therapeuten intendierte, Ausführung
Kategorie 3: Protokollierung & Messung		
FA 3.1	Nutzeraktionen	Protokollierung nutzerspezifischer Aktionen
FA 3.2	Messungen	Kontinuierliche Speicherung relevanter Sensordaten
NFA 3.3	Kontinuität	Zuverlässige Protokollierung und Messung
Kategorie 4: Versionierung		
FA 4.1	Eindeutigkeit	Verwendung eindeutiger Versionen
Kategorie 5: Wiederverwendbarkeit		
NFA 5.1	Mehrfachnutzung	Nutzung von Aktivitäten in verschiedenen Szenarien

FA = Funktionale Anforderung, NFA = Nicht-funktionale Anforderung

Tabelle 2.5: Anforderungen an Aktivitäten bzw. Übungen

FA 1.1 (Eigenschaften - Spezifikation relevanter, generischer Parameter) Jede Aktivität bzw. Übung verfügt über spezifische Eigenschaften, etwa Ausführungsdauer oder -häufigkeit, die mittels geeigneter Parameter für den Therapeuten konfigurierbar sein müssen. Da diese Parameter abhängig von der Art der zu konfigurierenden Aktivität sind, müssen dabei generische Parametertypen berücksichtigt werden.

FA 1.2 (Hilfsmittel - Verwendung digitaler und interaktiver Hilfsmittel) Für jede Aktivität bzw. Übung soll es möglich sein, digitale Hilfsmittel zu spezifizieren, welche der Pa-

tient während der Durchführung der Aktivität oder im Anschluss daran verwenden kann. Dies kann beispielsweise ein interaktives Stimmungstagebuch sein.

FA 1.3 (Instruktionen - Nutzung textueller und multimedialer Anleitungen) Um eine korrekte Ausführung der Aktivitäten zu garantieren, sollen hierfür relevante Instruktionen mithilfe textueller oder multimedialer Inhalte berücksichtigt werden. Dies bedeutet, dass neben Beschreibungstexten auch Erklärungsvideos eingebunden werden sollen.

NFA 1.4 (Benutzbarkeit - Intuitive Konfiguration mit angemessenem Lernaufwand) Die Konfiguration von Aktivitäten und Übungen soll für den Therapeuten komfortabel und intuitiv möglich sein, um eine maximale Effizienz zu erzielen. Darüber hinaus soll sichergestellt sein, dass für das Erlernen der Konfiguration ein angemessener Aufwand vonnöten ist.

NFA 1.5 (Änderbarkeit - Flexible Änderungen ohne Anpassung des Systems) Anpassungen an der Konfiguration und daraus resultierende Änderungen an der Ausführung und Darstellung einer Übung sollen ohne weitere Implementierungsaufwände möglich sein. Insbesondere sollen diese dynamisch, d.h. während der Ausführung auf dem mobilen Endgerät, jederzeit möglich sein.

FA 2.1 (Reihenfolge - Flexible Definition der Ausführungsreihenfolge) Die Ausführungsreihenfolge der Aktivitäten bzw. Übungen müssen vom Therapeuten frei konfigurierbar sein, d.h. dieser soll bestimmen können, welche Aktivität nach Beendigung der vorherigen ausgeführt werden soll. Weiter soll es für den Patienten möglich sein, die Ausführungsreihenfolge flexibel und dynamisch zu verändern. Die vorgenommenen Änderungen sollen zudem protokolliert werden (vgl. FA 3.1).

FA 2.2 (Verknüpfungen - Verwendung logischer Verknüpfungen zwischen Aktivitäten) Neben der Definition einer expliziten Ausführungsreihenfolge (vgl. FA 2.1), sollen logische Verknüpfungen zwischen den Aktivitäten berücksichtigt werden. Beispielsweise kann es notwendig sein, dass eine Aktivität nur dann ausgeführt werden darf, *wenn* während oder im Anschluss an die Durchführung der vorherigen kein Schmerz aufgetreten ist (*Wenn-Dann-Verknüpfung*).

NFA 2.3 (Zuverlässigkeit - Korrekte und wie intendierte Ausführung) Aktivitäten und Übungen sollen stets korrekt, d.h. einerseits wie vom Therapeuten intendiert, ausgeführt werden und andererseits ohne dabei in einen undefinierten Systemzustand überzugehen. Auftretende Ausnahmen und Fehler gilt es adäquat zu berücksichtigen und entsprechend darauf zu reagieren.

FA 3.1 (Nutzeraktionen - Protokollierung nutzerspezifischer Aktionen) Jegliche Art der Nutzer- bzw. Patienteninteraktion "mit" der therapeutischen Hausaufgabe bzw. deren Aktivitäten soll protokolliert werden, um diese später mit zu berücksichtigen. Dies bedeutet

beispielsweise, dass das manuelle Verschieben des Durchführungszeitpunkts aufgrund einer Terminkollision genauso protokolliert werden soll wie das vorzeitige Abbrechen einer Aktivität.

FA 3.2 (Messungen - Kontinuierliche Speicherung relevanter Sensordaten) Um die Vorteile mobiler Endgeräte und deren interner und externer Sensoren bestmöglich zu nutzen und gesammelte Daten in die Auswertung der therapeutischen Hausaufgabe miteinzubeziehen, sollen sensorische Informationen kontinuierlich und sicher gespeichert werden.

NFA 3.3 (Kontinuität - Zuverlässige Protokollierung und Messung) Es soll sichergestellt werden, dass sowohl die Protokollierung ausfahrungsrelevanter Daten als auch sensorische Messungen kontinuierlich und zuverlässig erfolgen, um Informationslücken und daraus resultierende Fehleinschätzungen des Therapeuten zu vermeiden.

FA 4.1 (Eindeutigkeit - Verwendung eindeutiger Versionen) Da sich im Laufe einer Therapie aufgrund eines möglichen Patientenfeedbacks eine Aktivität hinsichtlich ihrer Eigenschaften ändern kann und diese Änderung nachvollziehbar sein muss, sollen Aktivitäten eindeutig versioniert werden können.

NFA 5.1 (Mehrfachnutzung - Nutzung von Aktivitäten in verschiedenen Szenarien) Einmal konfigurierte Aktivitäten sollen komfortabel innerhalb eines Szenarios oder einer Therapie wiederverwendet werden können, um eine effiziente Konfiguration und Verwaltung der Aktivitäten zu ermöglichen.

2.4.2 Ausführungskontext

Um therapeutische Hausaufgaben und deren Aktivitäten innerhalb eines vom Therapeuten definierten Kontexts auszuführen, müssen verschiedene Parameter definiert werden, deren Werte mithilfe geeigneter Sensoren und Dienste bestimmt werden können. Die hierfür notwendigen funktionalen und nicht-funktionalen Anforderungen werden in diesem Abschnitt definiert. Tabelle 2.6 zeigt eine Übersicht der Anforderungen, welche anschließend wiederum beschrieben werden.

FA 1.1 (Kontextparameter - Nutzung unterschiedlicher Kontextparameter) Um den Ausführungskontext einer therapeutischen Hausaufgabe und deren Aktivitäten zu definieren, soll ein konfigurierbares und wiederverwendbares Schema mit unterschiedlichen Kontextparametern, wie beispielsweise der Ort oder etwa die Umgebungslautstärke, verwendet werden.

FA 1.2 (Verknüpfung - Logische Verknüpfung der Kontextparameter) Da sich der Ausführungskontext nicht aus nur einem einzigen Kontextparameter ableiten lässt, sollen unterschiedliche Parameter logisch miteinander verknüpft werden können. Dies bedeutet beispielsweise, dass eine Aktivität genau dann ausgeführt werden soll, wenn sich der Patient bzw. Nutzer an einem bestimmten Ort befindet und gerade eine leise Geräuschkulisse herrscht.

ID	Titel	Beschreibung
Kategorie 1: Schema		
FA 1.1	Kontextparameter	Nutzung unterschiedlicher Kontextparameter
FA 1.2	Verknüpfung	Logische Verknüpfung der Kontextparameter
NFA 1.3	Robustheit	Spezifikation akzeptabler Toleranzen bei Parameterwerten
Kategorie 2: Datenquellen		
FA 2.1	Automatismus	Explizite oder automatische Definition der Quelle
FA 2.2	Lokalität	Lokale oder entfernte Datenquelle
FA 2.3	Sensorik	Explizite Nutzung vorhandener Sensoren
Kategorie 3: Versionierung		
FA 3.1	Eindeutigkeit	Verwendung eindeutiger Versionen
Kategorie 4: Wiederverwendbarkeit		
FA 4.1	Mehrfachnutzung	Nutzung von Kontextschemata in verschiedenen Szenarien

FA = Funktionale Anforderung, NFA = Nicht-funktionale Anforderung

Tabelle 2.6: Anforderungen an den Ausführungskontext

NFA 1.3 (Robustheit - Spezifikation akzeptabler Abweichungen bei Parameterwerten) Für die unterschiedlichen Kontextparameter sollen mögliche Abweichungen definiert werden können, um je nach Datenqualität der kontextrelevanten Sensoren oder Dienste, die intendierte Ausführung der Aktivität zu ermöglichen. Beispielsweise bietet es sich aufgrund der teils ungenauen Messung des GPS-Sensors an, für den Kontextparameter *Ort* zusätzlich eine Toleranz in Form eines Radius zu spezifizieren.

FA 2.1 (Quelle - Explizite oder automatische Definition der Datenquelle) Es soll möglich sein, die Datenquelle für die Bestimmung eines Kontextparameterwertes explizit zu definieren oder aber diese automatisch während der Laufzeit, d.h. dynamisch, wählen zu lassen. Damit ist gemeint, dass der Therapeut explizit den Herzfrequenzsensor eines Fitnessarmbands als Datenquelle definieren kann oder das System selbstständig einen zur Verfügung stehenden Sensor wählt.

FA 2.2 (Lokalität - Lokale oder entfernte Datenquelle) Es soll möglich sein, lokale Datenquellen, etwa integrierte Sensoren der mobilen Endgeräte, oder aber externe Sensoren in Form von verfügbaren Webservices einzubinden (z.B. Webservice eines Wetterdienstes).

FA 2.3 (Sensorik - Explizite Nutzung vorhandener Sensoren) Für die korrekte Bestimmung des aktuellen Kontexts des Nutzers bzw. Patienten sollen, wenn möglich, alle aktuell zur Verfügung stehenden Sensoren mobiler Endgeräte genutzt sowie deren sensorische Daten aggregiert werden.

FA 3.1 (Eindeutigkeit - Verwendung eindeutiger Versionen) Da sich im Laufe einer Therapie der Kontext, in welchem eine Aktivität ausgeführt werden soll, ändern kann und dies für den Therapeuten bei der Auswertung der therapeutischen Hausaufgabe nachvollziehbar sein muss, sollen die konfigurierten Kontextschemata eindeutig versioniert werden.

FA 4.1 (Mehrfachnutzung - Nutzung von Kontextschemata in verschiedenen Szenarien) Um Redundanzen bei der Konfiguration von Kontextschemata zu vermeiden und dadurch deren fehlertolerante und effiziente Konfiguration zu ermöglichen, sollen Kontextschemata sowohl szenarien- als auch therapieübergreifend genutzt werden können.

2.4.3 Patientenfeedback

Ein wichtiger Aspekt im Rahmen einer Therapie ist das kontinuierliche, ehrliche und nachvollziehbare Feedback vom Patienten an den Therapeuten. Aus diesem Grund ist das Patientenfeedback ein Kernaspekt der mobilen Unterstützung therapeutischer Interventionen, sodass abermals verschiedene funktionale und nicht-funktionale Anforderungen anfallen. Tabelle 2.7 gibt eine Übersicht der hierbei zu berücksichtigenden Anforderungen.

ID	Titel	Beschreibung
Kategorie 1: Schema		
FA 1.1	Parameter	Nutzung von Feedbackparametern unterschiedlichen Typs
FA 1.2	Abhängigkeiten	Spezifikation von Abhängigkeiten zwischen Parametern
Kategorie 2: Multimedia		
FA 2.1	Audio & Video	Aufnahme und Nutzung von Audio- und Videodaten
FA 2.2	Dokumente	Nutzung interaktiver Dokumente
Kategorie 3: Daten		
FA 3.1	Übermittlung	Übermittlung während der Ausführung gesammelter Daten
FA 3.2	Messungen	Sensorische Messungen während des Feedbacks
Kategorie 4: Versionierung		
FA 4.1	Eindeutigkeit	Verwendung eindeutiger Versionen
Kategorie 5: Wiederverwendbarkeit		
NFA 5.1	Mehrfachnutzung	Nutzung von Feedbackschemata in verschiedenen Szenarien

FA = Funktionale Anforderung, NFA = Nicht-funktionale Anforderung

Tabelle 2.7: Anforderungen an das Patientenfeedback

FA 1.1 (Parameter - Nutzung von Feedbackparametern unterschiedlichen Typs) Da, je nach therapeutischer Hausaufgabe und Aktivität, ein spezifisches Patientenfeedback notwendig ist, das Informationen unterschiedlichen Typs liefert, soll ein konfigurierbares und wiederverwendbares Feedbackschema verwendet werden.

FA 1.2 (Abhängigkeiten - Spezifikation von Abhängigkeiten zwischen Parametern)

Es soll möglich sein, Abhängigkeiten zwischen den Feedbackparametern zu definieren, etwa in Form von *Wenn-Dann*-Beziehungen. Dies soll erlauben, dass eine spezifische Information nur in Abhängigkeit einer zuvor gegebenen eingeholt wird. Beispiel: *Wenn* ein Schmerz aufgetreten ist, *dann* soll dessen Stärke mit einer Numerischen Rating-Skala bestimmt werden.

FA 2.1 (Audio & Video - Aufnahme und Nutzung von Audio- und Videodaten)

Um dem Therapeuten aussagekräftige Informationen zukommen zu lassen, soll es möglich sein, neben der Eingabe textueller oder numerischer Informationen, etwa durch Nutzung einer Numerischen Rating-Skala, zusätzlich Video- und Tonaufnahmen zu erstellen und dem Patienten zur Verfügung zu stellen.

FA 2.2 (Dokumente - Nutzung interaktiver Dokumente)

Neben multimedialen Inhalten (vgl. FA 2.1) sollen zusätzlich interaktive Dokumente, für die beispielsweise Annotationen oder Kommentare hinzugefügt werden können genutzt und dem Therapeuten zur Verfügung gestellt werden.

FA 3.1 (Übermittlung - Übermittlung während der Ausführung gesammelter Daten)

Das Patientenfeedback soll zusätzlich zu den oben genannten Daten (vgl. FA 1.1, 2.1 und 2.2) die während der Durchführung der einzelnen Aktivitäten gesammelten Informationen an den Therapeuten übermitteln, etwa wann eine Aktivität begonnen und beendet oder an welchem Ort sie durchgeführt wurde.

FA 3.2 (Messungen - Sensorische Messungen während des Feedbacks)

Ein wichtiger und fortschrittlicher Aspekt ist die explizite Übermittlung und Nutzung von sensorisch gemessenen Daten, welche während der Durchführung der Aktivität, aber auch während des Einholens des Patientenfeedbacks, gesammelt werden sollen. Dies können beispielsweise die Herzfrequenz, der Standort oder der Hautleitwiderstand sein.

FA 4.1 (Eindeutigkeit - Verwendung eindeutiger Versionen)

Um Änderungen am Feedbackschema, die während eines Therapieverlaufs durch den Therapeuten u.U. vorgenommen werden, nachvollziehbar zu machen, sollen für die konfigurierten Schemata eindeutige Versionen verwendet werden.

NFA 5.1 (Mehrfachnutzung - Nutzung von Feedbackschemata in verschiedenen Szenarien)

Um Redundanzen bei der Konfiguration von Feedbackschemata zu vermeiden und dadurch deren komfortable und effiziente Konfiguration sowie Verwaltung zu ermöglichen, sollen diese szenarien- bzw. therapieübergreifend genutzt werden können.

2.4.4 Benachrichtigung

In allen bereits vorgestellten Fallstudien bzw. Szenarien (vgl. Abschnitt 2.1) wurde darauf hingewiesen, dass die Wirksamkeit therapeutischer Hausaufgaben vor allem von deren konti-

niertlicher Durchführung abhängt. Da Hausaufgaben gerne vergessen werden und somit die Wirksamkeit negativ beeinträchtigt werden kann, soll der Patient mittels geräte- und hausaufgabenpezifischer Benachrichtigungen an die Durchführung erinnert werden. Auch hierfür wurden verschiedene funktionale und nicht-funktionale Anforderungen abgeleitet, die in Tabelle 2.8 zusammengefasst sind und entsprechend berücksichtigt werden müssen.

ID	Titel	Beschreibung
Kategorie 1: Schema		
FA 1.1	Parameter	Nutzung verschiedener Benachrichtigungsparameter
FA 1.2	Beschreibung	Definition aktivitätenspezifischer Beschreibungstexte
FA 1.3	Multimedia	Spezifikation von Inhalten abhängig von der Aktivität
Kategorie 2: Wiederverwendbarkeit		
NFA 2.1	Mehrfachnutzung	Nutzung von Benachrichtigungsschemata in versch. Szenarien

FA = Funktionale Anforderung, NFA = Nicht-funktionale Anforderung

Tabelle 2.8: Anforderungen an die Benachrichtigung

FA 1.1 (Parameter - Nutzung verschiedener Benachrichtigungsparameter) Wie bereits beim Patientenfeedback (vgl. Abschnitt 2.4.3) oder Ausführungskontext (vgl. Abschnitt 2.4.2) spezifiziert, soll eine Benachrichtigung mittels eines wiederverwendbaren Schemas, bestehend aus konfigurierbaren Parametern, bestehen.

FA 1.2 (Beschreibung - Definition hausaufgabenpezifischer Beschreibungstexte) Da die Benachrichtigungskonzepte aktueller mobiler Plattformen für jede Benachrichtigung eine textuelle Information vorsehen, soll diese Funktion dazu genutzt werden, um spezifische für die Hausaufgabe relevante und für den Patienten motivierende Inhalte zu präsentieren.

NFA 1.3 (Multimedia - Spezifikation spezifischer Multimediainhalte) Ähnlich wie bei der funktionalen Anforderung FA 1.2, sollen multimediale Inhalte, wie Video und Audio, entsprechend der bevorstehenden Hausaufgabe eingesetzt werden. Beispielsweise erlaubt die mobile Plattform Android eine Audiodatei zu hinterlegen, die dann bei der Anzeige der Benachrichtigung abgespielt wird.

2.5 Zusammenfassung

Dieses Kapitel hat essentielle funktionale und nicht-funktionale Anforderungen abgeleitet, die durch eine generische Lösung für die mobile Unterstützung therapeutischer Interventionen adressiert werden müssen. Hierzu wurden neben einer Literaturrecherche mehrere Fallstudien durchgeführt, wodurch bisher von anderen Lösungen noch nicht berücksichtigte Aspekte und Anforderungen extrahiert werden konnten.

3

Stand der Technik

Bereits die in Abschnitt 2.1 vorgestellten und diskutierten Fallstudien zeigen auf, dass für die Unterstützung therapeutischer Interventionen durch die Integration mobiler Technologie unterschiedliche Aspekte aus verschiedenen Perspektiven berücksichtigt werden müssen. Hierzu gehört einerseits die Diskussion aktueller Forschungsarbeiten und -projekte, welche relevant für die vorliegende Arbeit sind (vgl. Abschnitt 3.1). Andererseits ist es unabdingbar, bereits existierende Technologien zu betrachten und zu diskutieren (vgl. Abschnitt 3.2)

3.1 Aktuelle Forschung

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde eine Vielzahl verwandter Arbeiten untersucht. Dies umfasst einerseits den Schwerpunkt der Psychotherapie aber auch weitere Therapieformen, wie beispielsweise die Physiotherapie.

Die Recherche erfolgte mithilfe von *Google Scholar* sowie *PubMed* unter Verwendung der in diesem Kontext am häufigsten vorkommenden Begriffe und Begriffskombinationen, wie beispielsweise *Therapeutic Intervention* oder *Homework Compliance*. Darüber hinaus wurden Arbeiten sowohl mit einem direkten Bezug zu mobiler Technologie, d.h. durch Kombination mit *Mobile Application* oder *Mobile Technology*, als auch ohne einen solchen Bezug, untersucht.

Verwandte Arbeiten aus der Psychologie Bereits in der Einleitung wurde auf die elementare Bedeutung des Einsatzes therapeutischer Hausaufgaben im Rahmen einer Kognitiven Verhaltenstherapie (KVT) hingewiesen, da diese maßgeblich zu einem positiven Therapieverlauf beitragen. Diese Tatsache wurde bereits von Beck, der als Pionier der KVT angesehen wird, in seinem Buch *Cognitive Therapy of Depression* hervorgehoben [Bec79]. Auch fast 40 Jahre später hat sich daran nichts geändert, denn auch die aktuelle Forschung hält an der Bedeutung therapeutischer Hausaufgaben fest. Dies zeigen sowohl Arbeiten, die sich wie Beck mit der Behandlung von Depressionen beschäftigen [GS02, Mar12, TC06], aber auch Untersuchungen, deren Fokus auf anderen psychischen Störungen liegt. In [CNB05] etwa wird gezeigt, dass Patienten mit Kokainsucht signifikant weniger Kokain zu sich genommen haben, wenn ihnen therapeutische Hausaufgaben zugeordnet wurden.

Die reine Zuteilung einer therapeutischen Hausaufgabe reicht bei weitem nicht aus, um einen Therapieerfolg zu erzielen. Ein ebenfalls wesentlicher Aspekt hierbei spielt die sog. *Hausaufgabenadhärenz*, d.h. die Einhaltung und Fertigstellung sowie die korrekte Ausführung der Hausaufgabe. Hierbei beschäftigen sich einige Arbeiten einerseits mit dem Zusammenhang zwischen *Hausaufgabenadhärenz* und einem möglichen *Therapieerfolg* und andererseits mit Einflussfak-

toren und Ansätzen, um die *Hausaufgabenadhärenz* zu steigern bzw. zu erhalten. So zeigt [MMR⁺10] in einer Meta-Analyse von 23 durchgeführten Studien mit 2183 Patienten, dass eine kontinuierliche und wie vom Therapeuten intendierte Ausführung der Hausaufgaben zu besseren Behandlungsergebnissen führt. Zu einem ähnlichen Ergebnis kommt [CNB05], hier konnten deutlich umfangreichere und bessere Bewältigungsstrategien bei Suchtpatienten beobachtet werden.

Für die vorliegende Arbeit spielen vor allem Erkenntnisse für die Steigerung bzw. den Erhalt der *Hausaufgabenadhärenz* eine wichtige Rolle, da hier seitens der Informatik und mittels moderner Technologien ein Fortschritt erzielt werden kann. In [Tom02] werden Richtlinien und Handlungsempfehlungen beschrieben, welche wichtige Anhaltspunkte und Anforderungen für das zu entwickelnde Konzept darstellen. So wird beispielsweise darauf hingewiesen, dass die Hausaufgabe erfüllbar bzw. machbar sein muss und die Fähigkeiten des Patienten miteinbezogen werden müssen. Weiter sollen klare und im besten Fall schriftliche Anweisungen erfolgen. In [DW99] wurde darüber hinaus ein heuristisches Modell zum besseren Verständnis der Eigenschaften der *Hausaufgabenadhärenz* entwickelt. Dabei werden Eigenschaften der Hausaufgabe, des Patienten, aber auch des Therapeuten separat betrachtet und untersucht. Die Autoren stimmen dabei mit [Tom02] überein, dass einerseits die Komplexität und der Schwierigkeitsgrad der Hausaufgabe den Fähigkeiten des Patienten entsprechen müssen [CPPD94], andererseits wird empfohlen, den Patienten mithilfe schriftlicher Erinnerungen zur Durchführung der therapeutischen Hausaufgabe zu motivieren.

Tabelle 3.1 fasst die verwandten Arbeiten im Kontext der Kognitiven Verhaltenstherapie und allgemein der Psychotherapie nochmals zusammen.

Kategorie	Beschreibung	Arbeiten
Genereller Einsatz therapeutischer Hausaufgaben	Es existieren wissenschaftliche Arbeiten, welche sich mit dem generellen Einsatz therapeutischer Hausaufgaben beschäftigen.	[KAB ⁺ 10] [HF04] [KLD05] [Bec79] [GS02] [TC06] [DMB02] [CNB05] [GSD06] [KDR00] [FM08]
Hausaufgabenadhärenz	Verschiedene Arbeiten fokussieren auf den Erhalt bzw. die Steigerung der <i>Hausaufgabenadhärenz</i> .	[GLNG06] [Lea02] [LDCC13] [EC95] [RMN05] [WDM07] [FZS11] [Tom02] [KL ⁺ 07] [JS13] [WRE ⁺ 13] [LH96] [CPPD94] [CTC88]
Therapieergebnisse und -erfolg	Weitere Arbeiten untersuchen hingegen die Effekte und Auswirkungen einer gegebenen <i>Hausaufgabenadhärenz</i> auf den Therapieerfolg.	[WS14] [RMN05] [NKK ⁺ 08] [TC06] [CT03] [LDCC13] [LH96] [CNHLL ⁺ 13] [CNB05] [MMR ⁺ 10]

Tabelle 3.1: Kategorisierte Forschungsarbeiten im Kontext therapeutischer Hausaufgaben in der Psychotherapie

Für die vorliegende Arbeit spielen aber vor allem die wissenschaftlichen Arbeiten und Forschungsprojekte eine elementare Rolle, in denen die explizite Unterstützung therapeutischer Hausaufgaben mittels Informationssystemen untersucht werden. Aus diesen Arbeiten ließen sich wichtige Erkenntnisse und somit auch Anforderungen für das zu entwickelnde innovative Konzept extrahieren.

Tabelle 3.2 zeigt eine Übersicht der untersuchten und berücksichtigten Arbeiten. Diese lassen sich hinsichtlich der verwendeten Technologien in die drei Kategorien *computerunterstützte*, *internetbasierte* und *mobil unterstützte* Konzepte unterteilen.

In [PN06] wird auf die positiven Effekte einer zunächst technologieunabhängigen Unterstützung bei der Therapie von Angstpatienten mittels Computern hingewiesen. Dieses Ergebnis wird in [SO01] untermauert, da auch nach der Anwendung computerunterstützter Interventionen im Kontext von Autismus oder des Asperger Syndroms signifikant weniger Fehler durch die Patienten auftraten. Gleiches wird ebenfalls in [BZEZ⁺13] berichtet, wobei hier kollaborative Technologien im Rahmen des Schulalltags verwendet wurden.

Kategorie	Beschreibung	Arbeiten
Computerunterstützte Interventionen	Es existieren Arbeiten, welche sich mit der generellen IT-Unterstützung therapeutischer Interventionen und Hausaufgaben beschäftigen.	[PN06] [KSF ⁺ 14] [BZEZ ⁺ 13] [SO01]
Online- bzw. Internet- Interventionen	Weitere Arbeiten und Forschungsprojekte fokussieren gezielt auf internetbasierte Interventionen, welche mittels eines Webbrowsers zugänglich sind.	[SB08] [LBM13] [MSS ⁺ 12] [KM10] [DZT ⁺ 13] [MDC ⁺ 12] [KFE ⁺ 11] [GCM06] [LMK ⁺ 08] [GTM10] [RTGF ⁺ 09] [NFT ⁺ 03] [KMA ⁺ 10]
Mobile Interventionen	Arbeiten aus diesem Jahrzehnt beschäftigen sich hingegen vermehrt mit der Integration mobiler Technologie und deren Effekte auf therapeutische Interventionen und Hausaufgaben.	[RABS16] [MDW ⁺ 15] [BC08] [Pro13] [HPW ⁺ 11] [CCT13] [RHR ⁺ 13] [WAVD ⁺ 14] [NCT99] [KFE ⁺ 13] [MLPT ⁺ 11] [RGP ⁺ 13] [MEK ⁺ 12] [MKL ⁺ 10] [VLM ⁺ 12] [JLK14] [BMK ⁺ 14] [AJACGB ⁺ 14] [GBZL ⁺ 11] [FJHB14] [MKS ⁺ 10] [BR17] [MMSS ⁺ 15] [TK17]

Tabelle 3.2: Kategorisierte Forschungsarbeiten im Kontext IT-unterstützter therapeutischer Hausaufgaben in der Psychotherapie

In der Kategorie der *internetbasierten Interventionen*, in welcher bereits für diese Arbeit relevante Erkenntnisse identifiziert werden konnten, zeigt das Forschungsprojekt *SPARX* einen

interessanten Ansatz zur Behandlung von Depressionen [MSS⁺12] auf. Hierbei werden mittels eines *Serious Games*¹ Strategien zur Bewältigung negativer Gedanken und Gefühlen vermittelt. Eine Studie mit 187 Teilnehmern konnte nachweisen, dass mit solch einer Form der Internet-Intervention positive Veränderungen bei der Schwere der Depression zu beobachten waren. [LMK⁺08] beschäftigt sich hingegen mit der Entwicklung der Online-Intervention *Down Your Drink*² für die Behandlung von Alkoholsucht. Hierbei werden Strategien sowohl für den Aufbau einer wirksamen Intervention gegeben als auch Handlungs- und Designempfehlungen für deren Realisierung als Webseite. Eine wichtige Erkenntnis ist die klare Strukturierung der Informationen sowie die Realisierung eines digitalen Tagebuchs.

Dass der Einsatz mobiler Endgeräte und Technologien für therapeutische Interventionen vermehrt in den Fokus der Forschung rückt, zeigt nicht nur die Anzahl und Aktualität der untersuchten Arbeiten, sondern auch die Tatsache, dass einzelne Ergebnisse in den praktischen Einsatz überführt wurden, d.h. es stehen teils umfangreiche mobile Softwarelösungen für den Patienten zur Verfügung. [BR17] zeigt weiter, dass durch kontinuierliche Verwendung der mobilen Anwendung *MoodPrism*³ die Schwere einer Depression gesenkt und gleichzeitig das seelische Wohlbefinden der Betroffenen gesteigert werden konnte. Die mobile Anwendung unterstützt hierbei durch ein digitales Stimmungstagebuch sowie einem täglichen Feedback an den Patienten. [MMSS⁺15] beschreibt ähnliche Ergebnisse nach der vierwöchigen Verwendung der mobilen Anwendung *MedLink* im Rahmen einer kontrollierten Studie. Darüber hinaus zeigt [MMSS⁺15], dass ein flexibles Benachrichtigungskonzept von Vorteil ist, d.h. dass der Nutzer selbst über die Art der Erinnerung an eine Aufgabe entscheiden kann (z.B. SMS oder Smartphone-Notification). Generell werden Erinnerungen und Benachrichtigungen als äußerst wichtiges Konzept bewertet, um eine adäquate *Hausaufgabenadhärenz* zu erzielen. [RHR⁺13] zeigt ein mobiles Anwendungskonzept für die Behandlung einer Posttraumatischen Belastungsstörung (PTBS) mittels Anwendung der *Prolonged Exposure Therapy (PE)*. Der sog. *PE Coach* unterstützt den Patienten zwischen den Therapiesitzungen, indem zu absolvierende Aufgaben geplant werden, zudem werden Symptome protokolliert und Audioaufnahmen der Therapiesitzung aufgenommen. Dies zeigt, dass nicht nur die reine Darstellung von Informationen (z.B. Anweisungen zu einer Aufgabe) von großer Bedeutung ist, sondern dass zudem sensorische Anforderungen an die mobilen Anwendungen gestellt werden.

[TK17] beschäftigt sich detailliert und umfangreich mit der mobilen Unterstützung therapeutischer Hausaufgaben und definiert dazu die folgenden *sechs* elementaren Funktionen und Anforderungen an eine mobile Anwendung, um mit dieser die Hausaufgabenadhärenz zu maximieren:

1. **Mit Therapie übereinstimmen:** Die mobile Anwendung soll ausschließlich interventionsrelevanten Inhalt besitzen, der mit der Therapie übereinstimmt. Dies bedeutet insbesondere, dass die unterschiedlichen in der KVT genutzten Hausaufgabentypen, wie beispielsweise *Psychoedukation* oder *Selbstbewertung*, unterstützt werden müssen. Darüber hinaus muss die mobile Anwendung in der Lage sein, je nach Therapiefortschritt, andere Hausaufgabentypen zu nutzen.

¹Computerspiele deren primäres Ziel nicht die Unterhaltung sondern das Vermitteln von Information und Wissen ist.

²www.downyourdrink.org.uk

³www.moodprismapp.com

2. **Lernen fördern:** Die therapeutischen Hausaufgaben sollen einfach sein, nicht zu lange dauern und mit ausführlichen Anweisungen angereichert sein. Weiter ist es empfehlenswert, dass die mobile Anwendung die Komplexität und den Schwierigkeitsgrad an den Therapiefortschritt des Patienten anpasst, wozu dieser kontinuierlich erfasst werden muss.
3. **Therapie unterstützen:** Die mobile Anwendung soll den Therapeuten bei seiner Aufgabe unterstützen, den Patienten anzuleiten und ihm Feedback zur Verfügung zu stellen. Darüber hinaus soll die mobile Anwendung sicherstellen, dass die Hausaufgabe verständlich ist sowie dass sie bewertet und kommentiert werden kann.
4. **Verbindungen aufbauen:** Es muss darauf geachtet werden, dass trotz der Möglichkeiten heutiger mobiler Endgeräte der Patient nicht daran gehindert wird, tiefgehende Verbindungen einzugehen. Vor allem im Hinblick auf die äußerst wichtige Beziehung zwischen Therapeut und Patient dürfen keine negativen Einflüsse erfolgen. Um Verbindungen verstärkt aufzubauen, sollen beispielsweise moderierte Foren oder Communities in die Anwendung integriert werden.
5. **Ausführung unterstreichen:** Es ist äußerst wichtig, dass Patienten der positive Therapieverlauf und dessen Fortschritt sichtbar gemacht werden, etwa mit Verlaufsgrafiken. Darüber hinaus gilt das Credo, dass die Ausführung vor dem Ergebnis kommt, d.h. der Patient soll ermutigt werden, die Hausaufgabe zumindest auszuführen bzw. fertigzustellen. Hierzu sollen beispielsweise automatisch motivierende Nachrichten verschickt werden.
6. **Zielgruppe beachten:** Die mobile Anwendung soll die Charakteristika der Nutzergruppe berücksichtigen und adressieren, d.h. kulturelle sowie geschlechts- und ausbildungsspezifische Eigenschaften der Nutzer müssen beachtet werden.

Tabelle 3.3 gleicht obige Anforderungen und Funktionen mit jenen des in dieser Arbeit entwickelten Konzepts *MobileTx* ab. Dabei wird bewertet, in welchem Umfang *MobileTx* den Empfehlungen von [TK17] folgt.

	①	②	③	④	⑤	⑥
MobileTx						
	Vollständig	Weitestgehend	Eingeschränkt	Keine		

Tabelle 3.3: Berücksichtigung der von [TK17] empfohlenen Funktionen durch *MobileTx*

Die Auswahl der hier untersuchten Arbeiten zeigt eine hohe Relevanz mobiler Endgeräte und Anwendungen im Kontext therapeutischer Interventionen und Hausaufgaben, jedoch fokussiert nahezu jede Arbeit auf eine spezifische Therapieform bzw. eine explizite Behandlungsmethode. Es konnte kein generischer Ansatz identifiziert werden, welcher grundlegende Elemente (z.B. Benachrichtigung, Darstellung von Anweisungen, etc.) aller Szenarien berücksichtigt und hierfür ein umfangreiches Konzept zur Verfügung stellt. Nur wenn eine solche generische Lösung bereitgestellt wird, werden sich mobile Anwendungen in diesem Kontext dauerhaft etablieren.

Verwandte Arbeiten aus weiteren Therapieformen und Szenarien Die Unterstützung von therapeutischen Interventionen mittels mobilen Endgeräten stellt auch im Kontext anderer Therapieformen, etwa der Physiotherapie, einen Forschungsschwerpunkt dar. So zeigt

[PPB⁺12], dass die Integration und Verwendung mobiler Technologie zur Rehabilitationsunterstützung großes Potential besitzt. Auch [DPF⁺15] kommt zu dem Ergebnis, dass durch den Einsatz von *mHealth* Anwendungen im Rahmen einer physiotherapeutischen Intervention deren Effizienz gesteigert werden kann.

Aber auch zu therapiefremden Szenarien, bei denen Hausaufgaben eine Rolle spielen, finden sich Forschungsarbeiten, die sich mit der Integration mobiler Endgeräte beschäftigen. In [BBSL15] wird der einjährige Einsatz der mobilen Anwendung *SamEx* untersucht, welche Schüler bei der Bewältigung der Hausaufgaben unterstützt. Hierzu werden neben Erinnerungen an die Hausaufgabe ein *Gamification*-Konzept genutzt, um die Schüler zu motivieren. [BBSL15] kommt zu dem Ergebnis, dass der kollaborative Einsatz mobiler Technologie positive Auswirkungen auf Ergebnisse der Schüler hat. Auch [TL04] kommt zu solch einem positiven Ergebnis. [RGW08] wiederum beschäftigt sich mit den Effekten mobiler Anwendungen auf die extrinsische Motivation⁴ sowie den vorhandenen Leistungsdruck und die Lernleistung von Schülern. Dabei konnte eine gesteigerte Motivation ohne gleichzeitigen Anstieg des Drucks gemessen werden, wenn Schüler mobile Anwendungen innerhalb und außerhalb des Schulunterrichts verwendet haben.

Auch für weitere Therapieformen und Szenarien wird an vielversprechenden Lösungen gearbeitet, jedoch zeigt sich auch hier, dass meist Lösungen für spezifische Beschwerden oder Lernspekte adressiert werden, ohne dazu ein allgemeineres, d.h. generisches, Konzept zu entwickeln. Probleme dieser projektbezogenen Lösungen sind daher die hohen Entwicklungs- und Wartungskosten sowie die fehlende Unterstützung bei der Konfiguration der Anwendungsinhalte. Ebenso wenig erlauben diese Lösungen die in Kapitel 2.4 geforderte Flexibilität und Dynamik bei der Durchführung der Hausaufgaben.

3.2 Existierende Technologien

Es existieren bereits einige Softwarelösungen und Technologien, die Patienten während einer therapeutischen Intervention im Rahmen einer Psycho- oder Physiotherapie unterstützen. Die Unterstützung kann hierbei einerseits bedeuten, dass dem Patienten digitale Tagebücher, etwa Stimmungs- oder Angsttagebücher, zur Verfügung gestellt werden und andererseits, dass dem Patienten Aufgaben und Übungen präsentiert werden, die in bestimmten zeitlichen Abständen durchzuführen sind. Die Präsentation der Hilfsmittel und Informationen erfolgt entweder rein browserbasiert oder mittels einer spezifischen mobilen Anwendung.

Ein wichtiges Kriterium zur Unterscheidung der einzelnen Lösungen ist, ob diese einen Fachexperten, wie beispielsweise einen Arzt, einen approbierten Therapeuten oder einen Coach, mit in das Anwendungsszenario involvieren. Dies bedeutet, dass der Fachexperte einerseits Patienteninformationen, die durch die Verwendung der Softwarelösung gesammelt werden, erhält und auswerten kann. Andererseits kann er aktiv auf die Inhalte, Aufgaben und Übungen, die dem Patienten zur Verfügung gestellt werden, zugreifen und diese konfigurieren.

Abbildung 3.1 zeigt am Beispiel der psychischen Erkrankung *Depression* einen Auszug an existierenden Lösungen, deren Einsatz sowohl *begleitet* erfolgt, d.h. mit Involvierung eines Fachexperten, als auch *unbegleitet*, d.h. zur reinen Selbstdiagnose bzw. -therapie. Hierbei gilt es zu

⁴Durch äußere Reize hervorgerufene Form der Motivation, wie zum Beispiel monetäre Belohnung

beachten, dass bei der Verwendung einer *begleiteten* Lösung, die Unterstützung durch einen Arzt bzw. approbierten Therapeuten von jener eines Coaches zu unterscheiden ist.

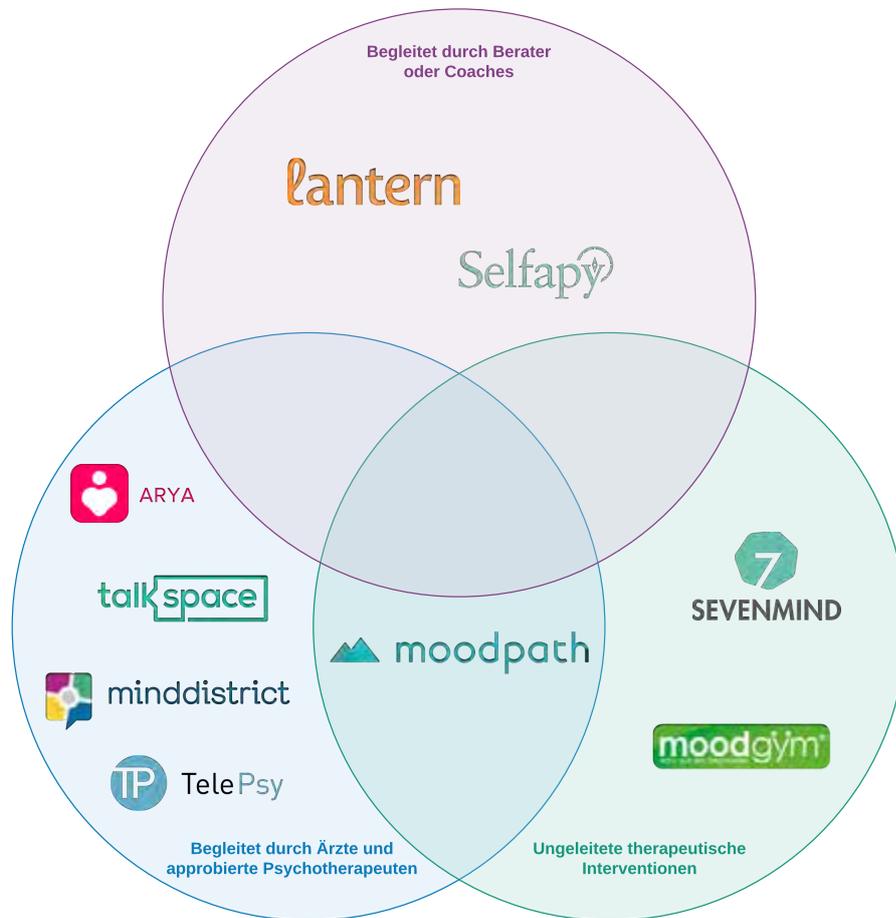


Abbildung 3.1: Technologien für die Behandlung von Depressionen (angelehnt an [fra16])

Das in dieser Arbeit entwickelte Rahmenwerk fokussiert vor allem auf die mobile Unterstützung therapeutischer Interventionen, welche *begleitet* im Rahmen einer entsprechenden Therapie angewandt werden. Gerade dann spielt das Patientenfeedback eine elementare Rolle und führt dazu, dass patientenspezifische therapeutische Hausaufgaben während der Intervention vom Experten angepasst werden.

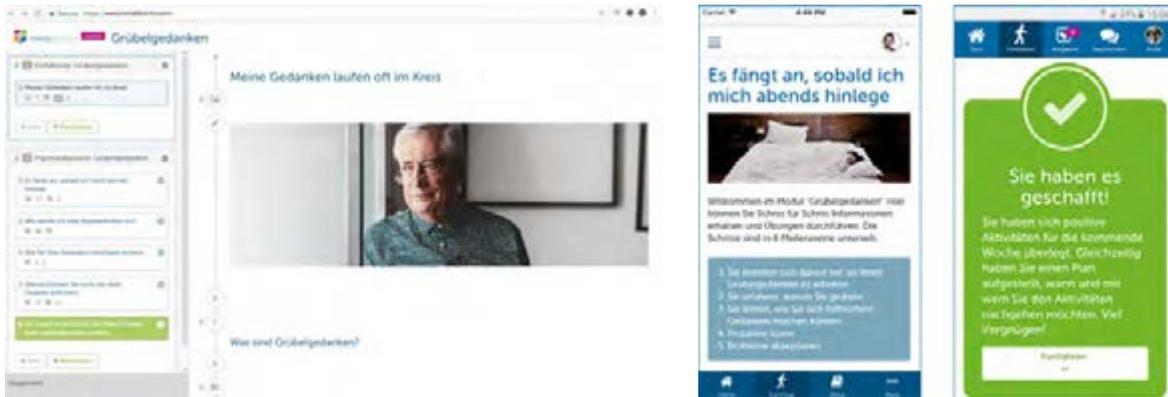
Aus diesem Grund werden in den folgenden Abschnitten zwei *begleitete Lösungen* näher betrachtet. Hieraus sollen wichtige Erkenntnisse für das zu entwickelnde generische Konzept gewonnen und darauf basierend entsprechende Anforderungen abgeleitet werden.

3.2.1 minddistrict

*Minddistrict*⁵ ist eine *E-Mental-Health*-Plattform, die im Jahr 2008 gegründet wurde und inzwischen mehr als 200.000 Nutzer verzeichnet [min18b]. Das selbsterklärte Ziel dieser Plattform ist es, technische Unterstützung bei der Besserung, Prävention und Nachsorge von psychischen

⁵<https://www.minddistrict.com/>

Beschwerden und Erkrankungen bereitzustellen. Diese Unterstützung erfolgt für den Patienten durch therapeutische Hausaufgaben, die von *minddistrict* als *Online-Interventionen* bezeichnet werden. Letztere umfassen verschiedene Inhalte, Aufgabe und Übungen unterschiedlichen Typs, die von einem Therapeuten mithilfe eines speziellen Content-Management-Systems erstellt werden können (vgl. Abbildung 3.2a). Diese Interventionen werden dem Patienten entweder browserbasiert⁶ oder innerhalb der in Abbildung 3.2b dargestellten mobilen Anwendung zur Verfügung gestellt.



(a) Content-Management-System zur Erstellung einer Online-Intervention [min18b] (b) Ansichten einer Online-Intervention in der mobilen Anwendung [min18b]

Abbildung 3.2: Therapeuten- und Patientenansichten von *minddistrict* [min18b]

Zu den Elementen, die innerhalb einer Online-Intervention von *minddistrict* genutzt werden können [min18a], gehören u.a. folgende:

- **Textuelle Beschreibung:** Zur Darstellung spezifischer textueller Informationen oder Übungsanweisungen können vorformatierte Textelemente der Intervention hinzugefügt werden.
- **Multimediale Inhalte:** Bilder, Videos oder Audios können mittels spezifischer Elemente in die Intervention eingefügt werden, etwa um Übungen mittels eines Videos detailliert zu erläutern.
- **Fragebögen:** Um Informationen vom Patienten zu erhalten, die einerseits für das Patientenfeedback genutzt und andererseits dem Patienten selbst zu Verfügung gestellt werden können, erlaubt *minddistrict* verschiedene Fragetypen einzubinden, wie beispielsweise Multiple-Choice oder Freitext.

Die einzelnen Elemente der Online-Intervention werden nach deren Zuweisung vom Patienten mittels der mobilen Anwendung oder mittels eines Browsers sukzessive durchgeführt und durchgearbeitet. Mithilfe von sog. *Triggern* erlaubt *minddistrict* die Festlegung bedingter Verzweigungen innerhalb der Intervention, d.h. das nächste Element wird hier basierend auf den vorher vom Patienten gegebenen Antworten gewählt.

⁶Die Nutzung der Anwendung erfolgt online mittels eines Webbrowsers, ohne dass eine spezifische Anwendung installiert sein muss.

Stand heute ist es mit *minddistrict* nicht möglich, sensorische Messungen während der Ausführung einer Online-Intervention durchzuführen, sodass für die Wirksamkeit einer Intervention wichtige Informationen, etwa verschiedene Vitalparameter, nicht erfasst werden können.

Die verschiedenen Ausführungszeitpunkte einer Online-Intervention werden vom Therapeuten konfiguriert. Diese können als *täglich* oder *wöchentlich* spezifiziert sein oder aber durch Angabe eines expliziten Zeitpunkts (z.B. am Dienstag um 10 Uhr) fixiert werden. Es ist hingegen nicht möglich die Ausführungszeitpunkte anhand eines erweiterten Ausführungskontexts zu definieren, dass etwa eine Intervention nur an einem bestimmten Ort erfolgen soll.

Die Online-Intervention wird dem Patienten mithilfe von Benachrichtigungen und Erinnerungen angekündigt, die in Form von Emails oder mittels sog. *Notifications* auf dem mobilen Endgerät [min18c] erfolgen.

Neben der Konfiguration eigener Online-Interventionen werden sog. *Module* angeboten, die bereits vorgefertigte und vorkonfigurierte Interventionen für unterschiedliche psychische Erkrankungen und Therapieformen (z.B. Kognitive Verhaltenstherapie oder Schematherapie) beinhalten. Diese können einem Patienten einfach zugeordnet werden [min18c].

3.2.2 TelePsy

Die Plattform *TelePsy*⁷ ist eine weitere *E-Mental-Health*-Plattform, die 2010 von Experten unterschiedlicher Disziplinen in den Niederlanden etabliert wurde [tel18c]. Im Gegensatz zu *minddistrict* verfügt diese Plattform über keine mobile Anwendung, sondern der Patient hat die therapeutischen Interventionen ausschließlich mittels eines Webbrowsers durchzuführen. *TelePsy* bietet dem Therapeuten umfangreiche Funktionen, um sowohl Patienten als auch therapeutische Interventionen sowie deren Bestandteile komfortabel zu verwalten.

Neben verschiedenen Screening-Tests, wie beispielsweise der im Kontext der Depression oft genutzte PHQ-9, bietet diese Lösung verschiedene Inhalte (z.B. Videos, etc.) zur Psychoedukation an, d.h. zur Vermittlung wissenschaftlich fundierter Informationen für Betroffene über deren psychische Erkrankung.

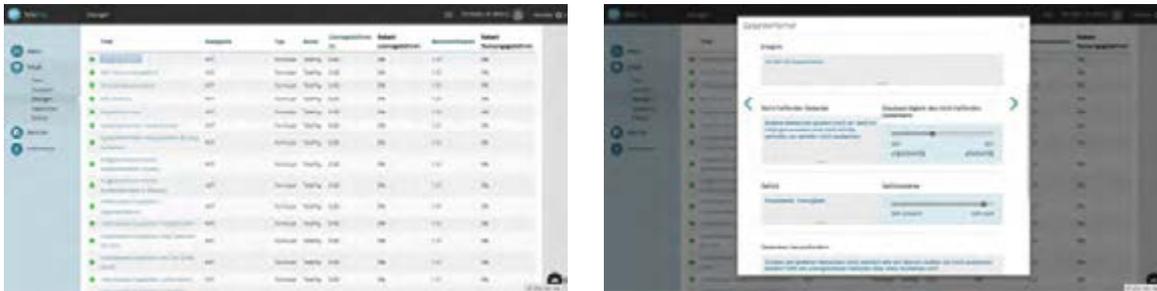
Hinsichtlich der Verwaltung und Zuordnung von Aufgaben, Übungen und Hilfsmitteln bietet *TelePsy* eine umfangreiche Auswahl an vorkonfigurierten Übungen für verschiedene Therapieformen, wie der *Kognitiven Verhaltenstherapie* oder der *Akzeptanz- und Commitmenttherapie* (vgl. Abbildung 3.3a). Diese sind aber nicht konfigurierbar, d.h. es können weder Fragen noch multimediale Inhalte dieser Übungen von einem Therapeuten patientenspezifisch angepasst werden.

Die Übungen innerhalb von *TelePsy* bestehen meist aus HTML5-Formularen, die vom Patienten ausgefüllt werden müssen (vgl. Abbildung 3.3b). Darüber hinaus stehen weitere Übungstypen zur Verfügung (z.B. Meditationsübungen), welche aus multimedialen Inhalten (z.B. Videos, Audioaufnahmen) bestehen.

TelePsy erlaubt dem Therapeuten weder die Festlegung spezifischer Ausführungszeitpunkte noch einer exakten Reihenfolge für die Übungen. Nach ihrer Zuordnung stehen die Übungen dem Patienten unmittelbar zu Verfügung, er kann sie beliebig nacheinander durchführen. Darüber hinaus muss eine wiederholte Durchführung der Übung manuell durch den Therapeuten

⁷<https://www.telepsy.de/>

angeordnet werden, d.h. wenn der Patient die Übung absolviert hat, ist diese für ihn nicht mehr verfügbar, bis der Therapeut diese erneut zuordnet.



(a) Ausschnitt der Ansicht aller verfügbarer Übungen [tel18a] (b) Aufbau der Übung "Gedankenformel" [tel18a]

Abbildung 3.3: Verwaltungsdialoge von *TelePsy* [tel18a]

Sensorische Messungen zur Erfassung von Vitalparametern oder kontextuellen Informationen sind zum aktuellen Zeitpunkt nicht möglich, sodass für die Wirksamkeit einer Intervention u.U. wichtige Informationen nicht zur Verfügung stehen.

Die Benachrichtigung des Patienten erfolgt wie bei *minddistrict* mittels einer vordefinierten Email, die dem Patienten mitteilt, dass ihm eine neue Übung zugeordnet wurde. Wann er diese jedoch ausführt, bleibt ihm überlassen. Nach Beendigung der Übung wird der Therapeut entsprechend informiert und ihm die Formularinhalte bereitgestellt.

Mithilfe sog. *Module* bietet *TelePsy* vorgefertigte Interventionen bestehend aus psychoedukativen Inhalten, verschiedenen Übungen und Videos. Diese können selbstständig und weitestgehend unabhängig vom Therapeuten genutzt werden [tel18b].

3.3 Fazit

Sowohl die umfangreiche Untersuchung bereits vorhandener und verwandter Forschungsarbeiten als auch die detaillierte Betrachtung kommerzieller Technologien zeigen, dass das in dieser Arbeit zu entwickelnde Konzept einer flexiblen und mobilen Unterstützung *therapieunabhängiger* Interventionen und die dabei zu berücksichtigenden Herausforderungen von bisher noch keiner Forschungsarbeit adressiert wurden. Weder von Seiten der Psychologie noch seitens der Informatik existieren generische Konzepte und Lösungen, welche die Konfiguration individueller therapeutischer Hausaufgaben erlauben sowie deren korrekte Ausführung auf dem mobilen Endgerät garantieren.

Teil V

Fazit

13

Zusammenfassung und Ausblick

Das Ziel der vorliegenden Arbeit war es, therapeutische Interventionen und insbesondere die darin zum Einsatz kommenden therapeutischen Hausaufgaben mithilfe mobiler Technologie zu unterstützen, um deren Wirksamkeit zu verstärken und somit den Therapieerfolg positiv zu beeinflussen. Hierzu war es notwendig, die Unterstützung aus zwei Perspektiven zu betrachten. Einerseits musste aus Sicht des Patienten herausgefunden werden, welche technischen Aspekte diesem gezielt bei der korrekten Durchführung der Hausaufgabe helfen und eine akzeptable Hausaufgaben-Adhärenz wahren. Andererseits musste aus Sicht des Therapeuten festgestellt werden, wie sie therapeutische Interventionen erstellen, konfigurieren und verwalten können.

Um dieses Ziel zu erreichen, mussten teils komplexe Anforderungen unterschiedlicher Fachbereiche berücksichtigt werden. Da weder die Literatur der Psychologie noch der Informatik generelle, d.h. therapie- und szenarienunabhängige Anforderungen in ausreichend betrachten, wurden verschiedene Fallstudien durchgeführt, deren spezifische Empfehlungs- und Nutzungsprozeduren für Hausaufgaben generalisiert wurden, um daraus allgemeine Anforderungen für das entwickelte Konzept abzuleiten. Weitere Erkenntnisse und Anforderungen konnten durch die Realisierung prototypischer mobiler Anwendungen im Kontext therapeutischer Interventionen gewonnen werden. Dadurch entstand ein umfangreicher Anforderungskatalog, der für eine adäquate mobile Unterstützung therapeutischer Interventionen adressiert werden muss.

Abbildung 13.1 fasst die technischen Kernbeiträge der vorliegenden Arbeit grafisch entlang des *Prozesslebenszyklus* zusammen. Der *erste Lösungsbeitrag* dieser Arbeit ist, neben der Ableitung eines umfangreichen Anforderungskatalogs, die Entwicklung eines realistischen und anspruchsvollen Prozess-Metamodells, das es erlaubt, therapeutische Hausaufgaben unterschiedlicher Art durch ein Prozessmodell zu beschreiben, das dann auf einem mobilen Endgerät ausgeführt werden kann. Der *zweite Lösungsbeitrag* ermöglicht die geführte Modellierung und Konfiguration einer therapeutischen Intervention. Hierzu wurde zunächst ein mobiler Prozess konzipiert, der spezifische Modellierungs- und Konfigurationsebenen definiert. Diese ermöglichen, zusammen mit den ebenfalls entwickelten ebenenspezifischen Interventionsoperationen, eine geführte Modellierung des mobilen Prozesses unter Wahrung der im Prozess-Metamodell definierten hierarchischen Struktur einer therapeutischen Intervention. Für eine effiziente und komfortable Modellierung durch einen Fachexperten, unter Anwendung und Berücksichtigung der im mobilen Prozess definierten Ebenen sowie deren Interventionsoperationen, wurde eine grafische Modellierungssprache entwickelt, deren Anwendbarkeit durch eine umfangreiche Studie evaluiert wurde. Der *dritte Lösungsbeitrag* adressiert die korrekte Ausführung einer therapeutischen Intervention auf dem mobilen Endgerät, einerseits durch deren Transformation in ein ausführbares Prozessmodell, andererseits durch Bereitstellung von (Complex) Executable Components. Der Prozess wird dabei durch eine auf dem mobilen Endgerät installierte mobile Ausführungsentwine verwaltet und gesteuert, welche die vorkonfigurierten (Complex) Executable Components

instantiiert und startet. Gemeinsam mit der mobilen Ausführungseingine ermöglichen (Complex) Executable Components ein umfangreiches Monitoring der therapeutischen Intervention einerseits durch Protokollierung ausführungsspezifischer Informationen, andererseits durch die Integration und Nutzung interner und externer Sensoren des mobilen Endgeräts.

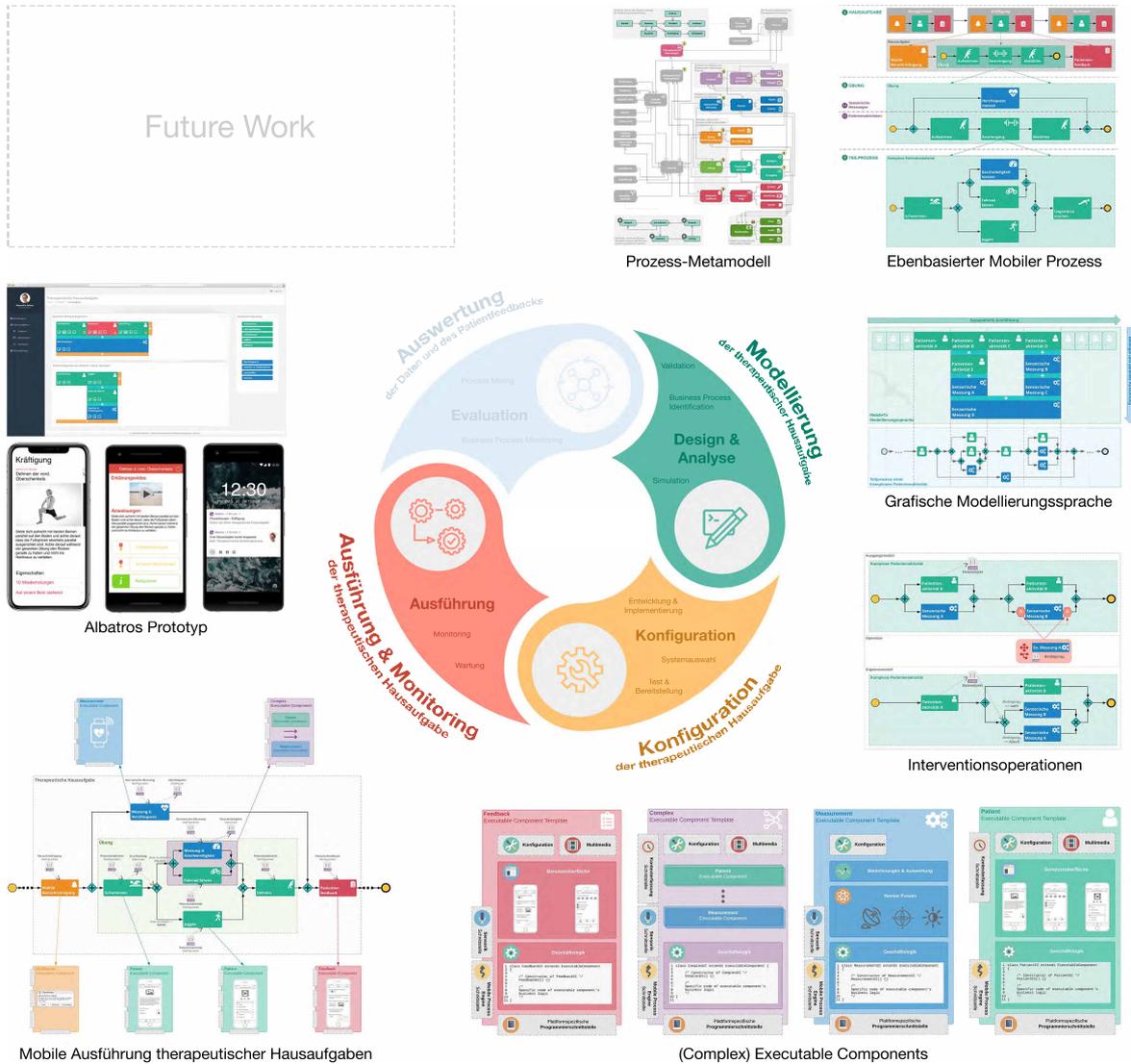


Abbildung 13.1: Zusammenfassung der Kernbeiträge dieser Arbeit

Abbildung 13.1 zeigt zudem, dass das Rahmenwerk die *Evaluationsphase* des Prozesslebenszyklus nicht berücksichtigt, da der Fokus der vorliegenden Arbeit gezielt auf der Entwicklung geeigneter Konzepte für die Modellierung, Konfiguration und Ausführung einer therapeutischen Intervention liegt. Soll hingegen eine automatisierte und effiziente Auswertung der während der Ausführung einer prozessorientierten Hausaufgabe gesammelten Informationen erfolgen, können heutige Process- und Data-Mining Algorithmen einbezogen werden. Mithilfe von Process Mining, wie in [LRW11, LRW10, LRW09b, LRW09a, LRW09c] gezeigt, lässt sich der tatsächliche Ablauf einer vom Patienten durchgeführten therapeutischen Hausaufgabe rekonstruieren und analysieren. Bricht ein Patient die Hausaufgabe oder auch eine einzelne Patientenaktivität

ab oder hält er sich nicht an die vorgegebene Ausführungsdauer, so kann diese durch die Analyse des Ausführungsprotokolls mittels Process-Mining identifiziert und somit vom Therapeuten im Sinne einer bestmöglichen Wirksamkeit der Intervention entsprechend berücksichtigt werden.

Auf Basis aller gesammelten Daten, inklusive deren des Patientenfeedbacks und der sensorischen Messungen, lassen sich mithilfe entsprechender Data Mining [Obe04, KT⁺11] Ansätze neue Muster innerhalb der Hausaufgabenabführung identifizieren, d.h. Regelmäßigkeiten, Wiederholungen, Ähnlichkeiten oder Gesetzmäßigkeiten. Angewandt auf die Daten eines Patienten lassen sich so beispielsweise Zusammenhänge zwischen den im Patientenfeedback berichteten Ängsten und dem Aufenthaltsort (bestimmt durch eine sensorische Messung), an welchem die Hausaufgabe durchgeführt wurde, erkennen. Dies könnte zudem durch Auswertung weiterer Vitalparameter, etwa einer erhöhten Herzfrequenz, untermauert werden. Diese Form der Auswertung erlaubt es aber nicht nur, patientenspezifische Erkenntnisse zu gewinnen, sondern darüber hinaus, ebenso therapiespezifisches Wissen zu generieren. Dies bedeutet, dass mittels adäquater statistischer Verfahren des Data Mining interventionsspezifische Daten patientenübergreifend analysiert und dadurch ein allgemeiner Erkenntnisgewinn erzielt werden kann.

Der von *MobileTx* berücksichtigte Ausführungskontext wird mittels verschiedener endogener und exogener Kontextparameter beschrieben. Sie erlauben es, die in den Fallstudien beschriebenen und von den Experten gewünschten Szenarien bestmöglich abzubilden. Für den Einsatz von *MobileTx* in weiteren Therapien bzw. in therapiefremden Szenarien, in denen andere spezifische Kontextinformationen existieren, ist es notwendig, den Ausführungskontext bzw. dessen Schema entsprechend zu erweitern, um allen Anforderungen gerecht zu werden.

Die angemessene Benutzbarkeit der im Rahmen dieser Arbeit entwickelten Modellierungssprache wurde mithilfe der Studie bereits gezeigt, jedoch konnte bei zunehmend komplexeren therapeutischen Hausaufgaben festgestellt werden, dass vermehrt Fehler bei der Modellierung auftraten. Diesen Umstand gilt es zu untersuchen, um die Modellierungssprache dahingehend zu optimieren, dass auch komplexe Hausaufgaben effizient und korrekt erstellt werden können.

Gerade im Kontext medizinischer Anwendungen, in denen patientenbezogene Daten erfasst, gespeichert und analysiert werden, gilt es die geltenden gesetzlichen Regularien zu berücksichtigen, sodass die Integration adäquater Compliance-Konzepte, wie in [Ly13, LRMGD09, CRRC11] betrachtet, in Erwägung gezogen werden sollte.

Die Fallstudien haben gezeigt, dass zeitliche Aspekte (z.B. Ausführungsdauer) teils von großer Bedeutung sind. Um die existierenden Herausforderungen, vor allem bei der Ausführung komplexer und langlaufender Patientenaktivitäten, zu beherrschen, müssen erweiterte Konzepte, wie in [LPCR15, LWR14, LR14a, LR14b, LPCR13] vorgestellt, berücksichtigt werden.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde ein neues und umfangreiches Konzept geschaffen, das durch den konsequenten Einsatz moderner mobiler Endgeräte, therapeutische Interventionen und Hausaufgaben unterschiedlicher Fachbereiche dahingehend unterstützt, dass die intendierte Wirksamkeit therapeutischer Interventionen erhalten oder gar verbessert werden kann.

Darüber hinaus leistet *MobileTx* auch Beiträge für das Gesundheitswesen im Allgemeinen. Erstens kann *MobileTx* als ein Beitrag im Rahmen der fortschreitenden Digitalisierung in der Medizin angesehen werden. Zweitens hilft es ggf. Patienten, Wartezeiten auf eine Antwort vom Therapeuten zu reduzieren. Drittens können mit Konzepten wie *MobileTx* Kosten im Gesundheitswesen eingespart werden. Schließlich erlaubt *MobileTx* Wissenschaftlern, neuartige Studien durchzuführen und dadurch neue Erkenntnisse zu gewinnen.

Literaturverzeichnis

- [Aal98] AALST, W.M.P. van d.: The application of Petri nets to workflow management. In: *Journal of Circuits, Systems, and Computers* 8 (1998), Nr. 01, S. 21–66
- [AJACGB⁺14] ALVAREZ-JIMENEZ, M. ; ALCAZAR-CORCOLES, M. ; GONZALEZ-BLANCH, C. ; BENDALL, S. ; MCGORRY, P. ; GLEESON, J.: Online, social media and mobile technologies for psychosis treatment: a systematic review on novel user-led interventions. In: *Schizophrenia Research* 156 (2014), Nr. 1, S. 96–106
- [all11] *Depression: Wie die Krankheit unsere Seele belastet.* https://www.allianz.com/v_1339452000000/media/press/document/other/allianz_report_depression.pdf, 2011. – [Online; Abgerufen am 27. Juli 2018]
- [Ans16] ANSELM, E.: *Lehren und Lernen im Instrumentalunterricht: Ein pädagogisches Handbuch für die Praxis.* Schott Music, 2016
- [aok16] AOK Heilmittelbericht 2016: Ergotherapie, Sprachtherapie, Physiotherapie, Podologie. (2016)
- [aqu18] *Aqua jogging: correr en el agua.* <https://running.es/consejos/aqua-jogging-correr-en-el-agua>, 2018. – [Online; Abgerufen am 01. Oktober 2018]
- [ASR17] ANDREWS, K. ; STEINAU, S. ; REICHERT, M.: Enabling Fine-grained Access Control in Flexible Distributed Object-aware Process Management Systems. In: *21st IEEE Int'l Enterprise Distributed Object Computing Conf*, 2017
- [ATH05] AALST, W.M.P. van d. ; TER HOFSTEDÉ, A.: YAWL: yet another workflow language. In: *Information Systems* 30 (2005), Nr. 4, S. 245–275
- [bad18] *Flat Gamification Icons by Ahkam.* <https://www.freeiconspng.com/img/508>, 2018. – [Online; Abgerufen am 01. Oktober 2018]
- [Bai76] BAINES, A.: *Brass instruments: their history and development.* Courier Corporation, 1976
- [BBSL15] BOTICKI, I. ; BAKSA, J. ; SEOW, P. ; LOOI, C.: Usage of a mobile social learning platform with virtual badges in a primary school. In: *Computers & Education* 86 (2015), S. 120–136
- [BC08] BOSCHEN, M. ; CASEY, L.: The use of mobile telephones as adjuncts to cognitive behavioral psychotherapy. In: *Professional Psychology: Research and Practice* 39 (2008), Nr. 5, S. 546
- [Bec79] BECK, A.: *Cognitive therapy of depression.* Guilford press, 1979
- [bel18] *Belohnungsplan.* https://www.mehr-vom-tag.de/fileadmin/user_upload/PDF/Belohnungsplan_ADHS.pdf, 2018. – [Online; Abgerufen am 01. Oktober 2018]
- [Ber16] BERGER, M.: Versorgung psychisch Erkrankter: endlich Bewegung bei den Finanzierungssystemen. In: *InFo Neurologie & Psychiatrie* 18 (2016), Nr. 9, S. 3–3. – ISSN 2195–5166

- [BH02] BLAGYS, M. ; HILSENROTH, M.: Distinctive activities of cognitive-behavioral therapy: A review of the comparative psychotherapy process literature. In: *Clinical Psychology Review* 22 (2002), Nr. 5, S. 671–706
- [BK89] BORGART, E.-J. ; KEMMLER, L.: Hausaufgaben in der Psychotherapie. In: *Psychologische Rundschau* 40 (1989), Nr. 1, S. 10–17
- [Blo15] BLOME, J.: Implementation and evaluation of a mobile Android application for auditory stimulation of chronic tinnitus patients. In: *Master Thesis, Ulm University* (2015)
- [BMK⁺14] BURNER, E. ; MENCHINE, M. ; KUBICEK, K. ; ROBLES, M. ; ARORA, S.: Perceptions of successful cues to action and opportunities to augment behavioral triggers in diabetes self-management: qualitative analysis of a mobile intervention for low-income Latinos with diabetes. In: *Journal of Medical Internet Research* 16 (2014), Nr. 1
- [BMM05] BARESI, L. ; MAURINO, A. ; MODAFFERI, S.: Workflow partitioning in mobile information systems. In: *Mobile Information Systems*. Springer, 2005, S. 93–106
- [boo18] *Twitter Bootstrap*. <http://getbootstrap.com/>, 2018. – [Online; Abgerufen am 01. Oktober 2018]
- [BR17] BAKKER, D. ; RICKARD, N.: Engagement in mobile phone app for self-monitoring of emotional wellbeing predicts changes in mental health: MoodPrism. In: *Journal of Affective Disorders* 227 (2017), S. 432–442
- [BTA⁺18] BEIERLE, F. ; TRAN, V. ; ALLEMAND, M. ; NEFF, P. ; SCHLEE, W. ; PROBST, T. ; PRYSS, R. ; ZIMMERMANN, J.: Context Data Categories and Privacy Model for Mobile Data Collection Apps. In: *The 15th Int'l Conf on Mobile Systems and Pervasive Computing*, 2018
- [Bun17a] BUNDESAGENTUR FÜR ARBEIT: *Steckbrief: Musiklehrer:in*. <https://berufenet.arbeitsagentur.de/berufenet/faces/index?path=null/kurzbeschreibung&dkz=9471&such=Musiklehrer>. Version: 2017
- [Bun17b] BUNDESAUSSCHUSS, Gemeinsamer: *Richtlinie des Gemeinsamen Bundesausschusses über die Durchführung der Psychotherapie*. https://www.g-ba.de/downloads/62-492-713/PT-RL_2013-04-18.pdf. Version: 2017
- [Bus16] BUSCH, B.: *Grundwissen Instrumentalpädagogik: Ein Wegweiser für Studium und Beruf*. Breitkopf & Härtel, 2016
- [BZEZ⁺13] BAUMINGER-ZVIELY, N. ; EDEN, S. ; ZANCANARO, M. ; WEISS, P. ; GAL, E.: Increasing social engagement in children with high-functioning autism spectrum disorder using collaborative technologies in the school environment. In: *Autism* 17 (2013), Nr. 3, S. 317–339
- [CCT13] CARDI, V. ; CLARKE, A. ; TREASURE, J.: The use of guided self-help incorporating a mobile component in people with eating disorders: A pilot study. In: *European Eating Disorders Review* 21 (2013), Nr. 4, S. 315–322

- [CNB05] CARROLL, K. ; NICH, C. ; BALL, S.: Practice makes progress? Homework assignments and outcome in treatment of cocaine dependence. In: *Journal of Consulting and Clinical Psychology* 73 (2005), Nr. 4, S. 749
- [CNHLL⁺13] CAMMIN-NOWAK, S. ; HELBIG-LANG, S. ; LANG, T. ; GLOSTER, A. ; FEHM, L. ; GERLACH, A. ; STRÖHLE, A. ; DECKERT, J. ; KIRCHER, T. ; HAMM, A. u. a.: Specificity of homework compliance effects on treatment outcome in CBT: evidence from a controlled trial on panic disorder and agoraphobia. In: *Journal of Clinical Psychology* 69 (2013), Nr. 6, S. 616–629
- [CPPD94] CONOLEY, C. ; PADULA, M. ; PAYTON, D. ; DANIELS, J.: Predictors of client implementation of counselor recommendations: Match with problem, difficulty level, and building on client strengths. In: *Journal of Counseling Psychology* 41 (1994), Nr. 1, S. 3
- [CRRC11] CABANILLAS, C. ; RESINAS, M. ; RUIZ-CORTÉS, A.: Exploring features of a full-coverage integrated solution for business process compliance. In: *Int'l Conf on Advanced Information Systems Engineering* Springer, 2011, S. 218–227
- [CT03] COON, D. ; THOMPSON, L.: The relationship between homework compliance and treatment outcomes among older adult outpatients with mild-to-moderate depression. In: *The American Journal of Geriatric Psychiatry* 11 (2003), Nr. 1, S. 53–61
- [CTC88] COX, D. ; TISDELLE, D. ; CULBERT, J.: Increasing adherence to behavioral homework assignments. In: *Journal of Behavioral Medicine* 11 (1988), Nr. 5, S. 519–522
- [DDKN11] DETERDING, S. ; DIXON, D. ; KHALED, R. ; NACKE, L.: From Game Design Elements to Gamefulness: Defining "Gamification". In: *Proc of the 15th Int'l Academic MindTrek Conf: Envisioning Future Media Environments*. New York, NY, USA : ACM, 2011 (MindTrek '11), S. 9–15
- [dgp18] DGPPN - Zahlen und Fakten der Psychiatrie und Psychotherapie. https://www.dgppn.de/_Resources/Persistent/328e6e8b7b11297a3c719fb27e01ec9abad629aa/Factsheet_Psychiatrie.pdf, 2018. – [Online; Abgerufen am 15. Mai 2018]
- [DM08] DECKER, G. ; MENDLING, J.: Instantiation semantics for process models. In: *Int'l Conf on Business Process Management* Springer, 2008, S. 164–179
- [DMB02] DUNN, Hazel ; MORRISON, Anthony P. ; BENTALL, Richard P.: Patients' experiences of homework tasks in cognitive behavioural therapy for psychosis: a qualitative analysis. In: *Clinical Psychology & Psychotherapy* 9 (2002), Nr. 5, S. 361–369
- [DPF⁺15] DICIANNO, B. ; PARMANTO, B. ; FAIRMAN, A. ; CRYTZER, T. ; YU, D. ; PRAMANA, G. ; COUGHENOUR, D. ; PETRAZZI, A.: Perspectives on the evolution of mobile (mHealth) technologies and application to rehabilitation. In: *Physical Therapy* 95 (2015), Nr. 3, S. 397–405

- [DRRM⁺09] DADAM, P. ; REICHERT, M. ; RINDERLE-MA, S. ; LANZ, A. ; PRYSS, R. ; PREDESCHLY, M. ; KOLB, J. ; LY, T. ; JURISCH, M. ; KREHER, U. ; GOESER, K.: From ADEPT to AristaFlow BPM Suite: A Research Vision has become Reality. In: *Proc Business Process Management Workshops, 1st Int'l Workshop on Empirical Research in Business Process Management*, Springer, September 2009 (LNBIP 43), S. 529–531
- [DW99] DETWEILER, J. ; WHISMAN, M.: The role of homework assignments in cognitive therapy for depression: Potential methods for enhancing adherence. In: *Clinical Psychology: Science and Practice* 6 (1999), Nr. 3, S. 267–282
- [DZT⁺13] DEAR, B. ; ZOU, J. ; TITOV, N. ; LORIAN, C. ; JOHNSTON, L. ; SPENCE, J. ; ANDERSON, T. ; SACHDEV, P. ; BRODATY, H. ; KNIGHT, R.: Internet-delivered cognitive behavioural therapy for depression: a feasibility open trial for older adults. In: *Australian & New Zealand Journal of Psychiatry* 47 (2013), Nr. 2, S. 169–176
- [EC95] EDELMAN, R. ; CHAMBLESS, D.: Adherence during sessions and homework in cognitive-behavioral group treatment of social phobia. In: *Behaviour Research and Therapy* 33 (1995), Nr. 5, S. 573–577
- [EH08] EICHHORN, J. ; HOFFMANN, H.: Nachbehandlungsstrategien nach Rekonstrukti des vorderen Kreuzbandes. In: *Stiftung zur Förderung der Athroskopie* 21 (2008)
- [Era17] ERATH, M.: Konzeption und Realisierung einer mobilen Anwendung zur Untersuchung der menschlichen Lokalisationsfähigkeit. In: *Master Thesis, Ulm University* (2017)
- [Esh02] ESHUIS, H.: Semantics and verification of UML activity diagrams for workflow modelling. In: *University of Twente, PhD Thesis* (2002)
- [FHL09] FEHM, L. ; HELBIG-LANG, S.: Hausaufgaben in der Psychotherapie. In: *Psychotherapeut* 54 (2009), Nr. 5, S. 377–392
- [FJHB14] FURBER, G. ; JONES, G. ; HEALEY, D. ; BIDARGADDI, N.: A comparison between phone-based psychotherapy with and without text messaging support in between sessions for crisis patients. In: *Journal of Medical Internet Research* 16 (2014), Nr. 10
- [FM08] FEHM, L. ; MROSE, J.: Patients' perspective on homework assignments in cognitive-behavioural therapy. In: *Clinical Psychology & Psychotherapy: An Int'l Journal of Theory & Practice* 15 (2008), Nr. 5, S. 320–328
- [FP97] FRANK, U. ; PRASSE, N.: Ein Bezugsrahmen zur Beurteilung objektorientierter Modellierungssprachen - veranschaulicht am Beispiel von OML und UML. In: *Arbeitsberichte des Instituts für Wirtschaftsinformatik* (1997), Nr. 6
- [fra16] *Digital mental health: Wie digitale Angebote die Versorgung psychischer Erkrankungen verbessern.* <https://healthcare-startups.de>, 2016. – [Online; Abgerufen am 22. Juli 2018]
- [fre18] *FreeStyle Libre - Flash Glukose Messsystem.* <https://www.freestylelibre.de/libre/>, 2018. – [Online; Abgerufen am 01. Oktober 2018]

- [FWS82] FISCH, R. ; WEAKLAND, J. ; SEGAL, L.: *The tactics of change: Doing therapy briefly*. Jossey-Bass, 1982
- [FZS11] FUNK, A. ; ZVOLENSKY, M. ; SCHMIDT, N.: Homework compliance in a brief cognitive-behavioural and pharmacological intervention for smoking. In: *Journal of Smoking Cessation* 6 (2011), Nr. 2, S. 99–111
- [Gän08] GÄNGLER, H.: Hausaufgaben sind überflüssig! In: *Informationsdienst Wissenschaft* (2008)
- [gar18] *Garmin Forerunner 920XT HRM*. <https://www.on-the-trail.de/garmin-forerunner-920xt>, 2018. – [Online; Abgerufen am 01. Oktober 2018]
- [GBZL⁺11] GRANHOLM, E. ; BEN-ZEEV, D. ; LINK, P. ; BRADSHAW, K. ; HOLDEN, J.: Mobile Assessment and Treatment for Schizophrenia (MATS): a pilot trial of an interactive text-messaging intervention for medication adherence, socialization, and auditory hallucinations. In: *Schizophrenia bulletin* 38 (2011), Nr. 3, S. 414–425
- [GCM06] GRUNWALD, T. ; CORSBIE-MASSAY, C.: Guidelines for cognitively efficient multimedia learning tools: educational strategies, cognitive load, and interface design. In: *Academic Medicine* 81 (2006), Nr. 3, S. 213–223
- [GLNG06] GAYNOR, S. ; LAWRENCE, S. ; NELSON-GRAY, R.: Measuring homework compliance in cognitive-behavioral therapy for adolescent depression: Review, preliminary findings, and implications for theory and practice. In: *Behavior modification* 30 (2006), Nr. 5, S. 647–672
- [GM95] GARDNER, W. ; MARTIN, K.: HRTF measurements of a KEMAR. In: *The Journal of the Acoustical Society of America* 97 (1995), Nr. 6, S. 3907–3908
- [GPSR13] GEIGER, P. ; PRYSS, R. ; SCHICKLER, M. ; REICHERT, M.: Engineering an Advanced Location-Based Augmented Reality Engine for Smart Mobile Devices / Ulm University. Ulm : Ulm University, October 2013 (UIB-2013-09). – Technical Report
- [gra18] *Gravity Training System (GTS) Training*. <http://www.prophysio-schlierbach.de/leistungsspektrum/krankengymnastik-am-geraet/>, 2018. – [Online; Abgerufen am 01. Oktober 2018]
- [GS02] GARLAND, A. ; SCOTT, J.: Using homework in therapy for depression. In: *Journal of Clinical Psychology* 58 (2002), Nr. 5, S. 489–498
- [GSD06] GONZALEZ, V. ; SCHMITZ, J. ; DELAUNE, K.: The role of homework in cognitive-behavioral therapy for cocaine dependence. In: *Journal of Consulting and Clinical Psychology* 74 (2006), Nr. 3, S. 633
- [GSP⁺14] GEIGER, P. ; SCHICKLER, M. ; PRYSS, R. ; SCHOBEL, J. ; REICHERT, M.: Location-based Mobile Augmented Reality Applications: Challenges, Examples, Lessons Learned. In: *10th Int'l Conf on Web Information Systems and Technologies, Special Session on Business Apps*, 2014, S. 383–394

- [GTM10] GOW, R. ; TRACE, S. ; MAZZEO, S.: Preventing weight gain in first year college students: an online intervention to prevent the “freshman fifteen”. In: *Eating Behaviors* 11 (2010), Nr. 1, S. 33–39
- [Gun07] GUNDLACH, Horst: What is a Psychological Instrument? In: ASH, Mitchell G. (Hrsg.) ; STURM, Thomas (Hrsg.): *Psychology’s Territories*. Mahwah, New Jersey : Lawrence Erlbaum Associates, 2007, Kapitel 9, S. 195–224
- [Hal10] HALLERBACH, A.: Management von Prozessvarianten. In: *Ulm University, PhD Thesis* (2010)
- [HB10] HAAG, L. ; BROSIG, K.: Hausaufgaben: Ihre Stellung in der heutigen Schule. In: *Schulverwaltung Bayern* (2010)
- [HBR10] HALLERBACH, A. ; BAUER, T. ; REICHERT, M.: Configuration and Management of Process Variants. In: ROSEMANN, M. (Hrsg.) ; BROCKE, J. von (Hrsg.): *Int’l Handbook on Business Process Management*. Berlin Heidelberg : Springer, August 2010, S. 237–255
- [HCH⁺12] HEBERT, S. ; CANLON, B. ; HASSON, D. ; HANSON, L. ; WESTERLUND, H. ; THEORELL, T.: Tinnitus severity is reduced with reduction of depressive mood—a prospective population study in Sweden. In: *PloS One* 7 (2012), Nr. 5, S. e37733
- [hei17] *Heilmittelkatalog Physikalische Therapie 2017: Auf Basis der geltenden Heilmittelrichtlinie*. Urban & Fischer Verlag-Elsevier GmbH, 2017
- [HF04] HELBIG, S. ; FEHM, L.: Problems with homework in CBT: Rare exception or rather frequent? In: *Behavioural and Cognitive Psychotherapy* 32 (2004), Nr. 3, S. 291–301
- [HGSW04] HAAG, A. ; GORONZY, S. ; SCHAICH, P. ; WILLIAMS, J.: Emotion recognition using bio-sensors: First steps towards an automatic system. In: *Tutorial and research workshop on affective dialogue systems* Springer, 2004, S. 36–48
- [HMPR08] HEVNER, A. ; MARCH, S. ; PARK, J. ; RAM, S.: Design science in information systems research. In: *Management Information Systems Quarterly* 28 (2008), Nr. 1, S. 6
- [HN09] HOGREBE, F. ; NÜTTGENS, M.: Rahmenkonzept zur Messung und Bewertung der Gebrauchstauglichkeit von Modellierungssprachen: Literaturlauswertung und Untersuchungsrahmen für Usability-Eyetracking-Studien. In: *Gebrauchstauglichkeit semiformaler Modellierungssprachen* 47 (2009)
- [HPW⁺11] HARRISON, V. ; PROUDFOOT, J. ; WEE, P. ; PARKER, G. ; PAVLOVIC, D. H. ; MANICAVASAGAR, V.: Mobile mental health: review of the emerging field and proof of concept study. In: *Journal of Mental Health* 20 (2011), Nr. 6, S. 509–524
- [HR04] HOFFMAN, H. ; REED, G.: Epidemiology of tinnitus. In: *Tinnitus: Theory and management* (2004), S. 16–41

- [HSRS⁺11] HERPERTZ, S. ; SCHAFF, C. ; ROTH-SACKENHEIM, C. ; FALKAI, P. ; HENNINGSSEN, P. ; HOLTSMANN, M. ; BERGMANN, F. ; LANGKAFEL, M.: *Studie zur Versorgungsforschung: Spezifische Rolle der Ärztlichen Psychotherapie*. http://www.bundesaerztekammer.de/fileadmin/user_upload/downloads/aerztliche-psychotherapie-herpertz.pdf. Version:2011
- [HST08] HAUTZINGER, M. ; STARK, W. ; TREIBER, R.: *Kognitive Verhaltenstherapie bei Depressionen*. 2008
- [ihe18] *Vernetztes Blutzuckermessgerät iHealth Gluco (BG5)*. <https://ihealthlabs.eu/de/51-online-blutdruckmessgerat-ihealth-sense.html>, 2018. – [Online; Abgerufen am 01. Oktober 2018]
- [Jär07] JÄRVELÄ, T.: Double-bundle versus single-bundle anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective, randomized clinical study. In: *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* 150 (2007), Nr. 5, S. 500–507
- [JHS⁺14] JACOBI, F. ; HÖFLER, M. ; STREHLE, J. ; MACK, S. ; GERSCHLER, A. ; SCHOLL, L. ; BUSCH, M. ; MASKE, U. ; HAPKE, U. ; GAEBEL, W. and o.: Psychische störungen in der allgemeinbevölkerung. In: *Der Nervenarzt* 85 (2014), Nr. 1, S. 77–87
- [JLK14] JONES, K. ; LEKHAK, N. ; KAEWLUANG, N.: Using mobile phones and short message service to deliver self-management interventions for chronic conditions: A meta-review. In: *Worldviews on Evidence-Based Nursing* 11 (2014), Nr. 2, S. 81–88
- [JS13] JUNGBLUTH, Nathaniel J. ; SHIRK, Stephen R.: Promoting homework adherence in cognitive-behavioral therapy for adolescent depression. In: *Journal of Clinical Child & Adolescent Psychology* 42 (2013), Nr. 4, S. 545–553
- [jso18] *JSON Schema: Ob und wieso sich der Einsatz lohnt*. <https://jaxenter.de/json-schema-koegel-jax-65714>, 2018. – [Online; Abgerufen am 01. Oktober 2018]
- [KAB⁺10] KAZANTZIS, N. ; ARNTZ, A. ; BORKOVEC, T. ; HOLMES, E. ; WADE, T.: Unresolved issues regarding homework assignments in cognitive and behavioural therapies: an expert panel discussion at AACBT. In: *Behaviour Change* 27 (2010), Nr. 3, S. 119–129
- [Kal10] KALB, M.: Unterstützung von Periodizität in Informationssystemen. In: *Ulm University, PhD Thesis* (2010)
- [Kan77] KANFER, L. F. and G. F. and Grimm: Behavioral analysis: Selecting target behaviors in the interview. In: *Behavior Modification* 1 (1977), Nr. 1, S. 7–28
- [Kas07] KASTELEIN, J.: *Schule für Tuba: Hören, Lesen & Spielen 1*. De Haske Publications, 2007
- [KDR00] KAZANTZIS, N. ; DEANE, F. ; RONAN, K.: Homework assignments in cognitive and behavioral therapy: A meta-analysis. In: *Clinical Psychology: Science and Practice* 7 (2000), Nr. 2, S. 189–202

- [KFE⁺11] KRISTJÁNSDÓTTIR, Ó. ; FORS, E. ; EIDE, E. ; FINSET, A. ; DULMEN, S. van ; WIGERS, S. ; EIDE, H.: Written online situational feedback via mobile phone to support self-management of chronic widespread pain: a usability study of a Web-based intervention. In: *BMC Musculoskeletal Disorders* 12 (2011), Nr. 1, S. 51
- [KFE⁺13] KRISTJÁNSDÓTTIR, Ó. ; FORS, E. ; EIDE, E. ; FINSET, A. ; STENSRUD, T. ; DULMEN, S. van ; WIGERS, S. ; EIDE, H.: A smartphone-based intervention with diaries and therapist-feedback to reduce catastrophizing and increase functioning in women with chronic widespread pain: randomized controlled trial. In: *Journal of Medical Internet Research* 15 (2013), Nr. 1
- [Kir12] KIRCHER, T.: *Kompendium der Psychotherapie: Für Ärzte und Psychologen*. Springer-Verlag, 2012
- [KL⁺07] KAZANTZIS, N. ; L'ABATE, L. u. a.: *Handbook of homework assignments in psychotherapy*. Springer, 2007
- [KLD05] KAZANTZIS, N. ; LAMPROPOULOS, G. ; DEANE, F.: A national survey of practicing psychologists' use and attitudes toward homework in psychotherapy. In: *Journal of Consulting and Clinical Psychology* 73 (2005), Nr. 4, S. 742
- [Kle03] KLERMAN, G.: *Interpersonelle Psychotherapie bei Depressionen und anderen psychischen Störungen*. Schattauer Verlag, 2003
- [KM10] KNAEVELSRUD, C. ; MAERCKER, A.: Long-term effects of an internet-based treatment for posttraumatic stress. In: *Cognitive Behaviour Therapy* 39 (2010), Nr. 1, S. 72–77
- [KMA⁺10] KLEIN, B. ; MITCHELL, J. ; ABBOTT, J. ; SHANDLEY, K. ; AUSTIN, D. ; GILSON, K. ; KIROPOULOS, L. ; CANNARD, G. ; REDMAN, T.: A therapist-assisted cognitive behavior therapy internet intervention for posttraumatic stress disorder: pre-, post-and 3-month follow-up results from an open trial. In: *Journal of Anxiety Disorders* 24 (2010), Nr. 6, S. 635–644
- [Kna17] KNABEL, V.: Konzeption eines generischen Datenmodells für iOS im Kontext akustischer Lokalisation. In: *Bachelor Thesis, Ulm University* (2017)
- [koo18] *Bluetooth Wrist Blood Pressure Monitor*. <https://www.koogeek.com/p-ksbp1-1.html>, 2018. – [Online; Abgerufen am 01. Oktober 2018]
- [KR13] KOLB, J. ; REICHERT, M.: A Flexible Approach for Abstracting and Personalizing Large Business Process Models. In: *Applied Computing Review* 13 (2013), Nr. 1, S. 6–17
- [Kre14] KREHER, U.: Konzepte, Architektur und Implementierung adaptiver Prozessmanagementsysteme. In: *Ulm University, PhD Thesis* (2014)
- [Kre17] KREBS, M.: Musikapps: Neues Lernmedium für den Instrumental- und Vokalunterricht. In: *VDM Musikschulkongress*, 2017
- [KS65] KANFER, F. ; SASLOW, G.: Behavioral analysis: An alternative to diagnostic classification. In: *Archives of general Psychiatry* 12 (1965), Nr. 6, S. 529–538

- [KS15] KARDOUS, C. ; SHAW, P.: Do sound meter apps measure noise levels accurately? In: *Sound and Vibration* 49 (2015), Nr. 7, S. 10–13
- [KSF⁺14] KILUK, B. ; SERAFINI, K. ; FRANKFORTER, T. ; NICH, C. ; CARROLL, K.: Only connect: the working alliance in computer-based cognitive behavioral therapy. In: *Behaviour Research and Therapy* 63 (2014), S. 139–146
- [KT⁺11] KOH, H. ; TAN, G. u. a.: Data mining applications in healthcare. In: *Journal of Healthcare Information Management* 19 (2011), Nr. 2, S. 65
- [KWZ⁺16] KAZANTZIS, N. ; WHITTINGTON, C. ; ZELENCICH, L. ; KYRIOS, M. ; NORTON, P. ; HOFMANN, S.: Quantity and quality of homework compliance: a meta-analysis of relations with outcome in cognitive behavior therapy. In: *Behavior Therapy* 47 (2016), Nr. 5, S. 755–772
- [LBM13] LIND, C. ; BOSCHEN, M. ; MORRISSEY, S.: Technological advances in psychotherapy: implications for the assessment and treatment of obsessive compulsive disorder. In: *Journal of Anxiety Disorders* 27 (2013), Nr. 1, S. 47–55
- [LDCC13] LEBEAU, R. ; DAVIES, C. ; CULVER, N. ; CRASKE, M.: Homework compliance counts in cognitive-behavioral therapy. In: *Cognitive Behaviour Therapy* 42 (2013), Nr. 3, S. 171–179
- [Lea02] LEAHY, R.: Improving homework compliance in the treatment of generalized anxiety disorder. In: *Journal of Clinical Psychology* 58 (2002), Nr. 5, S. 499–511
- [LH96] LEUNG, A. ; HEIMBERG, RR: Homework compliance, perceptions of control, and outcome of cognitive-behavioral treatment of social phobia. In: *Behaviour Research and Therapy* 34 (1996), Nr. 5-6, S. 423–432
- [LMK⁺08] LINKE, S. ; MCCAMBRIDGE, J. ; KHADJESARI, Z. ; WALLACE, P. ; MURRAY, E.: Development of a psychologically enhanced interactive online intervention for hazardous drinking. In: *Alcohol & Alcoholism* 43 (2008), Nr. 6, S. 669–674
- [LN04] LISETTI, C. ; NASOZ, F.: Using noninvasive wearable computers to recognize human emotions from physiological signals. In: *EURASIP journal on applied signal processing* 2004 (2004), S. 1672–1687
- [Lob15] LOBE, C.: *Bewertung der Eignung von Modellierungssprachen zur ebenenübergreifenden Prozessdarstellung im Managementhandbuch*. 2015
- [LPCR13] LANZ, A. ; POSENATO, R. ; COMBI, C. ; REICHERT, M.: Controllability of Time-Aware Processes at Run Time. In: *21st Int'l Conf on Cooperative Information Systems*, Springer, September 2013 (LNCS 8185), S. 39–56
- [LPCR15] LANZ, A. ; POSENATO, R. ; COMBI, C. ; REICHERT, M.: Simple Temporal Networks with Partially Shrinkable Uncertainty. In: *Int'l Conf on Agents and Artificial Intelligence 2*, 2015, S. 370–381
- [LR00] LEYMANN, F. ; ROLLER, D.: *Production workflow: concepts and techniques*. Prentice Hall PTR Upper Saddle River, 2000

- [LR14a] LANZ, A. ; REICHERT, M.: Dealing with Changes of Time-Aware Processes. In: *12th Int'l Conf on Business Process Management*, Springer, September 2014 (LNCS 8659), S. 217–233
- [LR14b] LANZ, A. ; REICHERT, M.: Enabling Time-Aware Process Support with the ATAPIS Toolset. In: *BPM Demo Sessions 2014*, CEUR-WS.org, September 2014 (CEUR Workshop Proceedings 1295), S. 41–45
- [LRMGD09] LY, T. ; RINDERLE-MA, S. ; GÖSER, K. ; DADAM, P.: On Enabling Integrated Process Compliance with Semantic Constraints in Process Management Systems. In: *Information Systems Frontiers* (2009), S. 1–25
- [LRW09a] LI, C. ; REICHERT, M. ; WOMBACHER, A.: Discovering Reference Models by Mining Process Variants Using a Heuristic Approach. In: *7th Int'l Conf on Business Process Management*, Springer, 2009 (LNCS 5701), S. 344–362
- [LRW09b] LI, C. ; REICHERT, M. ; WOMBACHER, A.: Mining Based on Learning from Process Change Logs. In: *4th Int'l Workshop on Business Process Intelligence*, Springer, 2009 (LNBIP 17), S. 121–133
- [LRW09c] LI, C. ; REICHERT, M. ; WOMBACHER, A.: What are the Problem Makers: Ranking Activities According to their Relevance for Process Changes. In: *7th Int'l Conf on Web Services*, IEEE Computer Society Press, 2009, S. 51–58
- [LRW10] LI, C. ; REICHERT, M. ; WOMBACHER, A.: The MinAdept Clustering Approach for Discovering Reference Process Models out of Process Variants. In: *Int'l Journal of Cooperative Information Systems* 19 (2010), Nr. 3 & 4, S. 159–203
- [LRW11] LI, C. ; REICHERT, M. ; WOMBACHER, A.: Mining Business Process Variants: Challenges, Scenarios, Algorithms. In: *Data & Knowledge Engineering* 70 (2011), Nr. 5, S. 409–434
- [LRW16] LANZ, A. ; REICHERT, M. ; WEBER, B.: Process time patterns: A formal foundation. In: *Information Systems* 57 (2016), April, S. 38–68
- [LSS+02] LEE, B. ; SCHARFF, L. ; SETHNA, N. ; MCCARTHY, C. ; SCOTT-SUTHERLAND, J. ; SHEA, A. ; SULLIVAN, P. ; MEIER, P. ; ZURAKOWSKI, D. ; MASEK, B. u. a.: Physical therapy and cognitive-behavioral treatment for complex regional pain syndromes. In: *The Journal of Pediatrics* 141 (2002), Nr. 1, S. 135–140
- [LWR14] LANZ, A. ; WEBER, B. ; REICHERT, M.: Time patterns for process-aware information systems. In: *Requirements Engineering* 19 (2014), May, Nr. 2, S. 113–141
- [Ly13] LY, T.: *SeaFlows - A Compliance Checking Framework for Supporting the Process Lifecycle*. May 2013
- [LYP+06] LEE, C. ; YOO, S. ; PARK, Y. ; KIM, N. ; JEONG, K. ; LEE, B.: Using neural network to recognize human emotions from heart rate variability and skin resistance. In: *Engineering in Medicine and Biology Society, 2005. IEEE-EMBS 2005. 27th Annual Int'l Conf of the IEEE*, 2006, S. 5523–5525
- [Mar12] MARCH, J.: Does Homework Matter in Cognitive Behavioral Therapy for Adolescent Depression? In: *Journal of Cognitive Psychotherapy* 26 (2012), Nr. 4, S. 390

- [98] BUNDESMINISTERIUM FÜR JUSTIZ UND VERBRAUCHERSCHUTZ: *Gesetz über die Berufe des Psychologischen Psychotherapeuten und des Kinder- und Jugendlichenpsychotherapeuten*. <https://www.gesetze-im-internet.de/psychthg/BJNR131110998.html>. Version: 1998
- [MBY13] MARTINEZ, H. ; BENGIO, Y. ; YANNAKAKIS, G.: Learning deep physiological models of affect. In: *IEEE Computational Intelligence Magazine* 8 (2013), Nr. 2, S. 20–33
- [MDC06] MENDELSON, Y. ; DUCKWORTH, R. J. ; COMTOIS, G.: A Wearable Reflectance Pulse Oximeter for Remote Physiological Monitoring. In: *2006 Int'l Conf of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, 2006. – ISSN 1557–170X, S. 912–915
- [MDC⁺12] MIDDLEMASS, J. ; DAVY, Z. ; CAVANAGH, K. ; LINEHAN, C. ; MORGAN, K. ; LAWSON, S. ; SIRIWARDENA, N.: Integrating online communities and social networks with computerised treatment for insomnia: a qualitative study. In: *Br J Gen Pract* 62 (2012), Nr. 605, S. e840–e850
- [MDW⁺15] MILWARD, J. ; DAY, E. ; WADSWORTH, E. ; STRANG, J. ; LYNSEY, M.: Mobile phone ownership, usage and readiness to use by patients in drug treatment. In: *Drug and Alcohol Dependence* 146 (2015), S. 111–115
- [mei17] *MeinFitness.net*. <https://www.meinefitness.net>, 2017. – [Online; Abgerufen am 14. Mai 2018]
- [MEK⁺12] MARASINGHE, R. ; EDIRIPPULIGE, S. ; KAVANAGH, D. ; SMITH, A. ; JIFFRY, M.: Effect of mobile phone-based psychotherapy in suicide prevention: a randomized controlled trial in Sri Lanka. In: *Journal of Telemedicine and Telecare* 18 (2012), Nr. 3, S. 151–155
- [met18] *Classic Cantabile Metronom M02 mit Glocke Braun*. <https://www.kirstein.de/Zubehoer-Metronome/Classic-Cantabile-Metronom-M02-mit-Glocke-Braun.html>, 2018. – [Online; Abgerufen am 01. Oktober 2018]
- [min18a] *Entwickeln Sie Ihre eigene Online-Intervention – schnell und einfach mit dem Minddistrict CMS*. <https://www.minddistrict.com/de-de/cms>, 2018. – [Online; Abgerufen am 23. Juli 2018]
- [min18b] *Minddistrict - Was ist Minddistrict?* <https://www.minddistrict.com/de-de/uber-minddistrict>, 2018. – [Online; Abgerufen am 23. Juli 2018]
- [min18c] *Was können Sie in der Minddistrict Plattform alles machen? Alle Funktionen in einer Übersicht*. <https://www.minddistrict.com/de-de/e-health-plattform/funktionen>, 2018. – [Online; Abgerufen am 23. Juli 2018]
- [MKL⁺10] MORRIS, M. ; KATHAWALA, Q. ; LEEN, T. ; GORENSTEIN, E. ; GUILAK, F. ; LABHARD, M. ; DELEEUW, W.: Mobile therapy: case study evaluations of a cell phone application for emotional self-awareness. In: *Journal of Medical Internet Research* 12 (2010), Nr. 2

- [MKS⁺10] MATTILA, E. ; KORHONEN, I. ; SALMINEN, J. ; AHTINEN, A. ; KOSKINEN, E. ; SÄRELÄ, A. ; PÄRKKÄ, J. ; LAPPALAINEN, R.: Empowering citizens for well-being and chronic disease management with wellness diary. In: *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine* 14 (2010), Nr. 2, S. 456–463
- [MLPT⁺11] MCGRATH, P. ; LINGLEY-POTTIE, P. ; THURSTON, C. ; MACLEAN, C. ; CUNNINGHAM, C. ; WASCHBUSCH, D. ; WATTERS, C. ; STEWART, S. ; BAGNELL, A. ; SANTOR, D. u. a.: Telephone-based mental health interventions for child disruptive behavior or anxiety disorders: randomized trials and overall analysis. In: *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry* 50 (2011), Nr. 11, S. 1162–1172
- [MMR⁺10] MAUSBACH, B. ; MOORE, R. ; ROESCH, S. ; CARDENAS, V. ; PATTERSON, T.: The relationship between homework compliance and therapy outcomes: An updated meta-analysis. In: *Cognitive Therapy and Research* 34 (2010), Nr. 5, S. 429–438
- [MMSS⁺15] MOHR, D. ; MONTAGUE, E. ; STILES-SHIELDS, C. ; KAISER, S. ; BRENNER, C. ; CARTY-FICKES, E. ; PALAC, H. ; DUFFECY, J.: MedLink: a mobile intervention to address failure points in the treatment of depression in general medicine. In: *Proc of the 9th Int'l Conf on Pervasive Computing Technologies for Healthcare*, 2015, S. 100–107
- [MR08] MUEHLEN, M. zur ; RECKER, J.: How much language is enough? theoretical and practical use of the business process modeling notation. CAiSE. In: *Lecture Notes in Computer Science* 5074 (2008), Nr. 465-479, S. 270
- [MS95] MARCH, S. ; SMITH, G.: Design and natural science research on information technology. In: *Decision Support Systems* 15 (1995), Nr. 4, S. 251–266
- [MS12] MILETTE, G. ; STROUD, A.: *Professional Android sensor programming*. John Wiley & Sons, 2012
- [MSS⁺12] MERRY, S. ; STASIAK, K. ; SHEPHERD, M. ; FRAMPTON, C. ; FLEMING, T. ; LUCASSEN, M.: The effectiveness of SPARX, a computerised self help intervention for adolescents seeking help for depression: randomised controlled non-inferiority trial. In: *BMJ* 344 (2012)
- [Mün16] MÜNCHHAUSEN, M. von: *Konzentration: Wie wir lernen, wieder ganz bei der Sache zu sein*. GABAL Verlag GmbH, 2016
- [Mus07] MUSIKSCHULWERKE: Lehrplan für Musikschulen: Fachspezifischer Teil Tuba. In: *Konferenz der österreichischen Musikschulwerke* (2007)
- [Mus16] MUSIKSCHULEN, Verband deutscher: *VdM Jahresbericht 2016 - Themenschwerpunkte und statistische Daten*. VdM Verlag, 2016
- [mus18] *Mitgliedschulen im VdM seit 1952 bis heute*. <https://www.musikschulen.de/musikschulen/fakten/vdm-musikschulen/index.html>, 2018. – [Online; Abgerufen am 01. Oktober 2018]

- [NCT99] NEWMAN, M. ; CONSOLI, A. ; TAYLOR, B.: A palmtop computer program for the treatment of generalized anxiety disorder. In: *Behavior Modification* 23 (1999), Nr. 4, S. 597–619
- [New15] NEWMAN, S.: *Building microservices: designing fine-grained systems*. O'Reilly Media, Inc., 2015
- [NFT⁺03] NAPOLITANO, M. ; FOTHERINGHAM, M. ; TATE, D. ; SCIAMANNA, C. ; LESLIE, E. ; OWEN, N. ; BAUMAN, A. ; MARCUS, B.: Evaluation of an internet-based physical activity intervention: a preliminary investigation. In: *Annals of Behavioral Medicine* 25 (2003), Nr. 2, S. 92–99
- [NKK⁺08] NEIMEYER, R. ; KAZANTZIS, N. ; KASSLER, D. ; BAKER, K. ; FLETCHER, R.: Group cognitive behavioural therapy for depression outcomes predicted by willingness to engage in homework, compliance with homework, and cognitive restructuring skill acquisition. In: *Cognitive Behaviour Therapy* 37 (2008), Nr. 4, S. 199–215
- [O⁺01] ORGANIZATION, World H. u. a.: Mental disorders affect one in four people. In: *World Health Report* (2001)
- [Obe04] OBENSHAIN, M.: Application of Data Mining Techniques to Healthcare Data. In: *Infection Control and Hospital Epidemiology* 25 (2004), Nr. 8, S. 690–695
- [omg09] *Unified Modeling Language (UML), Version 2.2*. <https://www.omg.org/spec/UML/2.2>, 2009. – [Online; Abgerufen am 23. Mai 2018]
- [omg11] *Business Process Model and Notation (BPMN), Version 2.0*. <http://www.omg.org/spec/BPMN/2.0>, 2011. – [Online; Abgerufen am 23. Mai 2018]
- [ort18] *Zentrum für Orthopädie und Rheumatologie*. <https://www.orthopaedie-zentrum.at>, 2018. – [Online; Abgerufen am 14. Mai 2018]
- [Par94] PARNAS, D.: Software aging. In: *Software Engineering, 1994. Proceedings. ICSE-16., 16th Int'l Conf on Software engineering IEEE*, 1994, S. 279–287
- [Pet81] PETERSON, J.: Petri net theory and the modeling of systems. (1981)
- [PGS⁺16] PRYSS, R. ; GEIGER, P. ; SCHICKLER, M. ; SCHOBEL, J. ; REICHERT, M.: Advanced Algorithms for Location-Based Smart Mobile Augmented Reality Applications. In: *Procedia Computer Science* 94 (2016), August, S. 97–104
- [PGS⁺17] PRYSS, R. ; GEIGER, P. ; SCHICKLER, M. ; SCHOBEL, J. ; REICHERT, M.: The AREA Framework for Location-Based Smart Mobile Augmented Reality Applications. In: *Int'l Journal of Ubiquitous Systems and Pervasive Networks* 9 (2017), July, Nr. 1, S. 13–21
- [phq18a] *Der Fragebogen PHQ-9*. <https://de.wikipedia.org/wiki/PHQ-9>, 2018. – [Online; Abgerufen am 01. Oktober 2018]
- [phq18b] *Der Fragebogen PHQ-D*. <https://de.wikipedia.org/wiki/PHQ-D>, 2018. – [Online; Abgerufen am 01. Oktober 2018]
- [PMLR15] PRYSS, R. ; MUNDBROD, N. ; LANGER, D. ; REICHERT, M.: Supporting medical ward rounds through mobile task and process management. In: *Information Systems and e-Business Management* 13 (2015), Nr. 1, S. 107–146

- [PMR13] PRYSS, R. ; MUSIOL, S. ; REICHERT, M.: Collaboration Support Through Mobile Processes and Entailment Constraints. In: *9th IEEE Int'l Conf on Collaborative Computing: Networking, Applications and Worksharing*, IEEE Computer Society Press, October 2013
- [PMR14] PRYSS, R. ; MUSIOL, S. ; REICHERT, M.: Integrating Mobile Tasks with Business Processes: A Self-Healing Approach. In: *Handbook of Research on Architectural Trends in Service-Driven Computing*. 2014, S. 103–135
- [PN06] PRZEWORSKI, A. ; NEWMAN, M.: Efficacy and utility of computer-assisted cognitive behavioural therapy for anxiety disorders. In: *Clinical Psychologist* 10 (2006), Nr. 2, S. 43–53
- [PPB+12] PATEL, S. ; PARK, H. ; BONATO, P. ; CHAN, L. ; RODGERS, M.: A review of wearable sensors and systems with application in rehabilitation. In: *Journal of neuroengineering and rehabilitation* 9 (2012), Nr. 1, S. 21
- [PPL+17] PROBST, T. ; PRYSS, R. ; LANGGUTH, B. ; RAUSCHECKER, J. ; SCHOBEL, J. ; REICHERT, M. ; SPILIOPOULOU, M. ; SCHLEE, W. ; ZIMMERMANN, J.: Does tinnitus depend on time-of-day? An ecological momentary assessment study with the TrackYourTinnitus application. In: *Frontiers in Aging Neuroscience* 9 (2017), S. 253–253
- [PPLS16] PROBST, T. ; PRYSS, R. ; LANGGUTH, B. ; SCHLEE, W.: Emotional states as mediators between tinnitus loudness and tinnitus distress in daily life: Results from the ?TrackYourTinnitus? application. In: *Scientific Reports* 6 (2016)
- [PPS+17] PRYSS, R. ; PROBST, T. ; SCHLEE, W. ; SCHOBEL, J. ; LANGGUTH, B. ; NEFF, P. ; SPILIOPOULOU, M. ; REICHERT, M.: Mobile Crowdsensing for the Juxtaposition of Realtime Assessments and Retrospective Reporting for Neuropsychiatric Symptoms. In: *30th IEEE Int'l Symposium on Computer-Based Medical Systems*, IEEE Computer Society Press, June 2017
- [PPS+18] PRYSS, R. ; PROBST, T. ; SCHLEE, W. ; SCHOBEL, J. ; LANGGUTH, B. ; NEFF, P. ; SPILIOPOULOU, M. ; REICHERT, M.: Prospective crowdsensing versus retrospective ratings of tinnitus variability and tinnitus - stress associations based on the TrackYourTinnitus mobile platform. In: *Int'l Journal of Data Science and Analytics* (2018)
- [PR16] PRYSS, R. ; REICHERT, M.: Robust Execution of Mobile Activities in Process-Aware Information Systems. In: *Int'l Journal of Information System Modeling and Design* 7 (2016), Nr. 4, S. 50–82
- [PR17] PRYSS, R. ; REICHERT, M.: Context-Based Prevention and Handling of Exceptions for Human-Centric Mobile Services. In: *6th IEEE Int'l Conf on AI & Mobile Services*, IEEE Computer Society Press, June 2017
- [PRBA15] PRYSS, R. ; REICHERT, M. ; BACHMEIER, A. ; ALBACH, J.: BPM to Go: Supporting Business Processes in a Mobile and Sensing World. In: *BPM Everywhere*, 2015, S. 167–182

- [PRJ⁺18] PRYSS, R. ; REICHERT, M. ; JOHN, D. ; FRANK, J. ; SCHLEE, W. ; PROBST, T.: A Personalized Sensor Support Tool for the Training of Mindful Walking. In: *IEEE 15th Int'l Conf on Wearable and Implantable Body Sensor Networks*, 2018, S. 114–117
- [PRLS15] PRYSS, R. ; REICHERT, M. ; LANGGUTH, B. ; SCHLEE, W.: Mobile Crowd Sensing Services for Tinnitus Assessment, Therapy and Research. In: *IEEE 4th Int'l Conf on Mobile Services*, IEEE Computer Society Press, June 2015, S. 352–359
- [Pro13] PROUDFOOT, J.: The future is in our hands: the role of mobile phones in the prevention and management of mental disorders. In: *Australian & New Zealand Journal of Psychiatry* 47 (2013), Nr. 2, S. 111–113
- [PRS⁺18] PRYSS, R. ; REICHERT, M. ; SCHLEE, W. ; SPILIOPOULOU, M. ; LANGGUTH, B. ; PROBST, T.: Differences between Android and iOS Users of the TrackYourTinnitus Mobile Crowdsensing mHealth Platform. In: *31th IEEE Int'l Symposium on Computer-Based Medical Systems*, IEEE Computer Society Press, June 2018, S. 411–416
- [PRSB16] PRYSS, R. ; REICHERT, M. ; SCHICKLER, M. ; BAUER, T.: Context-Based Assignment and Execution of Human-Centric Mobile Services. In: *5th IEEE Int'l Conf on Mobile Services*, IEEE Computer Society Press, 2016, S. 119–126
- [Pry15] PRYSS, R.: Robuste und kontextbezogene Ausführung mobiler Aktivitäten in Prozessumgebungen. In: *Ulm University, PhD Thesis* (2015), October
- [PSLR17] PRYSS, R. ; SCHLEE, W. ; LANGGUTH, B. ; REICHERT, M.: Mobile Crowdsensing Services for Tinnitus Assessment and Patient Feedback. In: *6th IEEE Int'l Conf on AI & Mobile Services*, IEEE Computer Society Press, June 2017
- [PSR18] PRYSS, R. ; SCHOBEL, J. ; REICHERT, M.: Requirements for a Flexible and Generic API Enabling Mobile Crowdsensing mHealth Applications. In: *4th Int'l Workshop on Requirements Engineering for Self-Adaptive, Collaborative, and Cyber Physical Systems, RE'18 Workshops*, 2018
- [PSS⁺17] PRYSS, R. ; SCHICKLER, M. ; SCHOBEL, J. ; WEILBACH, M. ; GEIGER, P. ; REICHERT, M.: Enabling Tracks in Location-Based Smart Mobile Augmented Reality Applications. In: *Procedia Computer Science* 110 (2017), S. 207–214
- [PTKR10] PRYSS, R. ; TIEDEKEN, J. ; KREHER, U. ; REICHERT, M.: Towards Flexible Process Support on Mobile Devices. In: *Proc CAiSE'10 Forum - Information Systems Evolution*, Springer, 2010 (LNBIP 72), S. 150–165
- [PTR10] PRYSS, R. ; TIEDEKEN, J. ; REICHERT, M.: Managing Processes on Mobile Devices: The MARPLE Approach. In: *CAiSE'10 Demos*, 2010
- [pul18a] *Puls messen - darauf kommt es an.* <https://www.visomat.de/puls-messen/>, 2018. – [Online; Abgerufen am 01. Oktober 2018]
- [pul18b] *Pulsuhr Test 2018: Die 20 besten Pulsuhren.* <https://www.preisvergleich.at/tag/pulsuhren.html>, 2018. – [Online; Abgerufen am 01. Oktober 2018]

- [PWBK03] PITSCHEL-WALZ, G. ; BÄUML, J. ; KISSLING, W.: Psychoedukation Depression. In: *Manual zur Leitung von Patienten-und angehörigengruppen*. München: Urban und Fischer (2003)
- [QGO⁺12] QUINTANA, D. ; GUASTELLA, A. ; OUTHRED, T. ; HICKIE, I. ; KEMP, A.: Heart rate variability is associated with emotion recognition: direct evidence for a relationship between the autonomic nervous system and social cognition. In: *Int'l Journal of Psychophysiology* 86 (2012), Nr. 2, S. 168–172
- [QMSH12] QUAZI, M. ; MUKHOPADHYAY, S. ; SURYADEVARA, N. ; HUANG, Y.: Towards the smart sensors based human emotion recognition. In: *Instrumentation and Measurement Technology Conf IEEE*, 2012, S. 2365–2370
- [RABS16] RICKARD, N. ; ARJMAND, H. ; BAKKER, D. ; SEABROOK, E.: Development of a mobile phone app to support self-monitoring of emotional well-being: a mental health digital innovation. In: *JMIR Mental Health* 3 (2016), Nr. 4
- [RD97] REICHERT, M. ; DADAM, P.: A Framework for Dynamic Changes in Workflow Management Systems. In: *Proc 8th Int'l Workshop on Database and Expert Systems Applications*, 1997, S. 42–48
- [RD09] REICHERT, M. ; DADAM, P.: Enabling adaptive process-aware information systems with ADEPT2. In: *Handbook of Research on Business Process Modeling* (2009), S. 173–203
- [RDRM⁺09] REICHERT, M. ; DADAM, P. ; RINDERLE-MA, S. ; LANZ, A. ; PRYSS, R. ; PREDESCHLY, M. ; KOLB, J. ; LY, T. ; JURISCH, M. ; KREHER, U. ; GOESER, K.: Enabling Poka-Yoke Workflows with the AristaFlow BPM Suite. In: *Proc BPM'09 Demonstration Track*, 2009 (CEUR Workshop Proceedings 489)
- [Rei00] REICHERT, M.: Dynamische Ablaufänderungen in Workflow-Management-Systemen. In: *Ulm University, PhD Thesis* (2000)
- [Rei18] REICHERT, M.: Enabling Flexible and Robust Business Process Automation for the Agile Enterprise. In: *The Essence of Software Engineering*. Springer, May 2018, S. 203–220
- [RGP⁺13] REPETTO, C. ; GAGGIOLI, A. ; PALLAVICINI, F. ; CIPRESSO, P. ; RASPELLI, S. ; RIVA, G.: Virtual reality and mobile phones in the treatment of generalized anxiety disorders: a phase-2 clinical trial. In: *Personal and Ubiquitous Computing* 17 (2013), Nr. 2, S. 253–260
- [RGW08] RAU, P. ; GAO, Q. ; WU, L.: Using mobile communication technology in high school education: Motivation, pressure, and learning performance. In: *Computers & Education* 50 (2008), Nr. 1, S. 1–22
- [RHR⁺13] REGER, G. ; HOFFMAN, J. ; RIGGS, D. ; ROTHBAUM, B. ; RUZEK, J. ; HOLLOWAY, K. ; KUHN, E.: The “PE coach” smartphone application: An innovative approach to improving implementation, fidelity, and homework adherence during prolonged exposure. In: *Psychological Services* 10 (2013), Nr. 3, S. 342

- [RLBS⁺16] RUF-LEUSCHNER, M. ; BRUNNEMANN, N. ; SCHAUER, M. ; PRYSS, R. ; BARNEWITZ, E. ; LIEBRECHT, M. ; REICHERT, M. ; ELBERT, T.: Die KINDEX-App - ein Instrument zur Erfassung und unmittelbaren Auswertung von psychosozialen Belastungen bei Schwangeren in der täglichen Praxis bei Gynäkologinnen, Hebammen und in Frauenkliniken. In: *Verhaltenstherapie* (2016), August
- [RMN05] REES, C. ; MCEVOY, P. ; NATHAN, P.: Relationship between homework completion and outcome in cognitive behaviour therapy. In: *Cognitive Behaviour Therapy* 34 (2005), Nr. 4, S. 242–247
- [RMRW08] RINDERLE-MA, S. ; REICHERT, M. ; WEBER, B.: On the Formal Semantics of Change Patterns in Process-aware Information Systems. In: *Proc 27th Int'l Conf on Conceptual Modeling*, Springer, October 2008 (LNCS 5231), S. 279–293
- [RTGF⁺09] RITTERBAND, L. ; THORNDIKE, F. ; GONDER-FREDERICK, L. ; MAGEE, J. ; BAILEY, E. ; SAYLOR, D. ; MORIN, C.: Efficacy of an Internet-based behavioral intervention for adults with insomnia. In: *Archives of General Psychiatry* 66 (2009), Nr. 7, S. 692–698
- [RTHAM06] RUSSELL, N. ; TER HOFSTEDÉ, A. ; AALST, W.M.P. van d. ; MULYAR, N.: Workflow control-flow patterns: A revised view. In: *BPM Center Report BPM-06-22*, *BPMcenter.org* (2006), S. 06–22
- [RTHEA05] RUSSELL, N. ; TER HOFSTEDÉ, A. ; EDMOND, D. ; AALST, W.M.P. van d.: Workflow data patterns: Identification, representation and tool support. In: *Int'l Conf on Conceptual Modeling* Springer, 2005, S. 353–368
- [run18] *Runtastic Libra: Die smarte Waage des Fitness-App Spezialisten.* <http://androidmag.de/technik/gadgets/runtastic-libra-die-smarte-waage-des-fitness-app-spezialisten/>, 2018. – [Online; Abgerufen am 01. Oktober 2018]
- [RW12] REICHERT, M. ; WEBER, B.: *Enabling flexibility in process-aware information systems: challenges, methods, technologies.* Springer Science & Business Media, 2012
- [RWR06] RINDERLE, S. ; WOMBACHER, A. ; REICHERT, M.: Evolution of Process Choreographies in DYCHOR. In: *Proc 14th Int'l Conf on Cooperative Information Systems*, Springer, November 2006 (LNCS 4275), S. 273–290
- [SA78] SHELTON, J. ; ACKERMAN, J.: *Verhaltens-Anweisungen: Hausaufgaben in Beratung und Psychotherapie.* Pfeiffer, 1978
- [SB08] SANTOR, D. ; BAGNELL, A.: Enhancing the effectiveness and sustainability of school-based mental health programs: maximizing program participation, knowledge uptake and ongoing evaluation using Internet-based resources. In: *Advances in School Mental Health Promotion* 1 (2008), Nr. 2, S. 17–28
- [Sch13] SCHEER, A.: *ARIS—Modellierungsmethoden, Metamodelle, Anwendungen.* Springer-Verlag, 2013
- [Sch18] SCHOBEL, J.: A Model-Driven Framework for Enabling Flexible and Robust Mobile Data Collection Applications. In: *Ulm University, PhD Thesis* (2018)

- [SCI98] SCHEEL, M. ; CONOLEY, C. ; IVEY, D.: Using client positions as a technique for increasing the acceptability of marriage therapy interventions. In: *American Journal of Family Therapy* 26 (1998), Nr. 3, S. 203–214
- [sen18] *World's First Emotion Sensor and Mental Health Advisor*. <https://www.myfeel.co/>, 2018. – [Online; Abgerufen am 01. Oktober 2018]
- [SHR04] SCHEEL, M. ; HANSON, W. ; RAZZHAVAİKINA, T.: The Process of Recommending Homework in Psychotherapy: A Review of Therapist Delivery Methods, Client Acceptability, and Factors That Affect Compliance. In: *Psychotherapy: Theory, Research, Practice, Training* 41 (2004), Nr. 1, S. 38
- [SKC⁺10] SUN, F. ; KUO, C. ; CHENG, H. ; BUTHPITIYA, S. ; COLLINS, P. ; GRISS, M.: Activity-aware mental stress detection using physiological sensors. In: *Int'l Conf on Mobile Computing, Applications, and Services* Springer, 2010, S. 282–301
- [SO01] SILVER, M. ; OAKES, P.: Evaluation of a new computer intervention to teach people with autism or Asperger syndrome to recognize and predict emotions in others. In: *Autism* 5 (2001), Nr. 3, S. 299–316
- [Spi02] SPITZER, M.: *Musik im Kopf: Hören, Musizieren, Verstehen und Erleben im neuronalen Netzwerk*. Schattauer GmbH, 2002
- [SPP⁺16] SCHLEE, W. ; PRYSS, R. ; PROBST, T. ; SCHOBEL, J. ; BACHMEIER, A. ; REICHERT, M. ; LANGGUTH, B.: Measuring the Moment-to-Moment Variability of Tinnitus: The TrackYourTinnitus Smart Phone App. In: *Frontiers in Aging Neuroscience* 8 (2016), December, S. 294–294
- [SPP⁺18] SCHOBEL, J. ; PRYSS, R. ; PROBST, T. ; SCHLEE, W. ; SCHICKLER, M. ; REICHERT, M.: Learnability of a Configurator Empowering End Users to Create Mobile Data Collection Instruments: Usability Study. In: *JMIR mHealth and uHealth* 6 (2018), June, Nr. 6, S. e148
- [SPR⁺16a] SCHICKLER, M. ; PRYSS, R. ; REICHERT, M. ; HEINZELMANN, M. ; SCHOBEL, J. ; LANGGUTH, B. ; PROBST, T. ; SCHLEE, W.: Using Wearables in the Context of Chronic Disorders - Results of a Pre-Study. In: *29th IEEE Int'l Symposium on Computer-Based Medical Systems*, 2016, S. 68–69
- [SPR⁺16b] SCHICKLER, M. ; PRYSS, R. ; REICHERT, M. ; SCHOBEL, J. ; LANGGUTH, B. ; SCHLEE, W.: Using Mobile Serious Games in the Context of Chronic Disorders - A Mobile Game Concept for the Treatment of Tinnitus. In: *29th IEEE Int'l Symposium on Computer-Based Medical Systems*, 2016, S. 343–348
- [SPS⁺16] SCHOBEL, J. ; PRYSS, R. ; SCHICKLER, M. ; RUF-LEUSCHNER, M. ; ELBERT, T. ; REICHERT, M.: End-User Programming of Mobile Services: Empowering Domain Experts to Implement Mobile Data Collection Applications. In: *5th IEEE Int'l Conf on Mobile Services*, IEEE Computer Society Press, May 2016, S. 1–8
- [SPS⁺17a] SCHICKLER, M. ; PRYSS, R. ; SCHOBEL, J. ; SCHLEE, W. ; PROBST, T. ; REICHERT, M.: Towards Flexible Remote Therapeutic Interventions. In: *30th IEEE Int'l Symposium on Computer-Based Medical Systems*, IEEE Computer Society Press, June 2017

- [SPS⁺17b] SCHICKLER, M. ; PRYSS, R. ; STACH, M. ; SCHOBEL, J. ; SCHLEE, W. ; PROBST, T. ; LANGGUTH, B. ; REICHERT, M.: An IT Platform Enabling Remote Therapeutic Interventions. In: *30th IEEE Int'l Symposium on Computer-Based Medical Systems*, IEEE Computer Society Press, June 2017
- [SPS⁺17c] SCHOBEL, J. ; PRYSS, R. ; SCHLEE, W. ; PROBST, T. ; GEBHARDT, D. ; SCHICKLER, M. ; REICHERT, M.: Development of Mobile Data Collection Applications by Domain Experts: Experimental Results from a Usability Study. In: *29th Int'l Conf on Advanced Information Systems Engineering*, Springer, June 2017 (LNCS 10253), S. 60–75
- [SPS⁺18] SCHICKLER, M. ; PRYSS, R. ; SCHLEE, W. ; PROBST, T. ; LANGGUTH, B. ; SCHOBEL, J. ; REICHERT, M.: Usability Study on Mobile Processes Enabling Remote Therapeutic Interventions. In: *31th IEEE Int'l Symposium on Computer-Based Medical Systems*, IEEE Computer Society Press, June 2018, S. 146–151
- [SPSR15] SCHICKLER, M. ; PRYSS, R. ; SCHOBEL, J. ; REICHERT, M.: An Engine Enabling Location-based Mobile Augmented Reality Applications. In: *10th Int'l Conf on Web Information Systems and Technologies*. Springer, 2015 (LNBIP 226), S. 363–378
- [SPSR16a] SCHOBEL, J. ; PRYSS, R. ; SCHICKLER, M. ; REICHERT, M.: A Configurator Component for End-User Defined Mobile Data Collection Processes. In: *Demo Track of the 14th Int'l Conf on Service Oriented Computing*, 2016
- [SPSR16b] SCHOBEL, J. ; PRYSS, R. ; SCHICKLER, M. ; REICHERT, M.: A Lightweight Process Engine for Enabling Advanced Mobile Applications. In: *24th Int'l Conf on Cooperative Information Systems*, Springer, October 2016 (LNCS 10033), S. 552–569
- [SPSR16c] SCHOBEL, J. ; PRYSS, R. ; SCHICKLER, M. ; REICHERT, M.: Towards Flexible Mobile Data Collection in Healthcare. In: *29th IEEE Int'l Symposium on Computer-Based Medical Systems*, 2016, S. 181–182
- [SPSR17a] SCHICKLER, M. ; PRYSS, R. ; SCHOBEL, J. ; REICHERT, M.: Supporting Remote Therapeutic Interventions with Mobile Processes. In: *6th IEEE Int'l Conf on AI & Mobile Services*, IEEE Computer Society Press, June 2017
- [SPSR17b] SCHOBEL, J. ; PRYSS, R. ; SCHICKLER, M. ; REICHERT, M.: Process-Driven Mobile Data Collection. In: *8th Int'l Workshop on Enterprise Modeling and Information Systems Architectures*, 2017
- [SPSR17c] SCHOBEL, J. ; PRYSS, R. ; SCHICKLER, M. ; REICHERT, M.: Towards Patterns for Defining and Changing Data Collection Instruments in Mobile Healthcare Scenarios. In: *30th IEEE Int'l Symposium on Computer-Based Medical Systems*, 2017
- [SPW⁺16] SCHOBEL, J. ; PRYSS, R. ; WIPP, W. ; SCHICKLER, M. ; REICHERT, M.: A Mobile Service Engine Enabling Complex Data Collection Applications. In: *14th Int'l Conf on Service Oriented Computing*, 2016 (LNCS 9936), S. 626–633

- [SRLP⁺13] SCHOBEL, J. ; RUF-LEUSCHNER, M. ; PRYSS, R. ; REICHERT, M. ; SCHICKLER, M. ; SCHAUER, M. ; WEIERSTALL, R. ; ISELE, D. ; NANDI, C. ; ELBERT, T.: A generic questionnaire framework supporting psychological studies with smartphone technologies. In: *XIII Congress of European Society of Traumatic Stress Studies*, 2013, S. 69–69
- [SRP⁺15] SCHICKLER, M. ; REICHERT, M. ; PRYSS, R. ; SCHOBEL, J. ; SCHLEE, W. ; LANGGUTH, B.: *Entwicklung mobiler Apps: Konzepte, Anwendungsbausteine und Werkzeuge im Business und E-Health*. Springer Vieweg, 2015 (eXamen.press)
- [SSP⁺13] SCHOBEL, J. ; SCHICKLER, M. ; PRYSS, R. ; NIENHAUS, H. ; REICHERT, M.: Using Vital Sensors in Mobile Healthcare Business Applications: Challenges, Examples, Lessons Learned. In: *9th Int'l Conf on Web Information Systems and Technologies, Special Session on Business Apps*, 2013, S. 509–518
- [SSP⁺14] SCHOBEL, J. ; SCHICKLER, M. ; PRYSS, R. ; MAIER, Fabian ; REICHERT, M.: Towards Process-Driven Mobile Data Collection Applications: Requirements, Challenges, Lessons Learned. In: *10th Int'l Conf on Web Information Systems and Technologies, Special Session on Business Apps*, 2014, S. 371–382
- [SSP⁺15] SCHOBEL, J. ; SCHICKLER, M. ; PRYSS, R. ; REICHERT, M. ; ELBERT, T.: A Domain-Specific Framework for Collecting Data in Trials with Smart Mobile Devices. In: *XIV Conf of European Society for Traumatic Stress Studies*, 2015
- [SSPR15a] SCHICKLER, M. ; SCHOBEL, J. ; PRYSS, R. ; REICHERT, M.: Mobile Crowd Sensing - A New way of collecting data from trauma samples? In: *XIV Conf of European Society for Traumatic Stress Studies*, 2015, S. 244
- [SSPR15b] SCHOBEL, J. ; SCHICKLER, M. ; PRYSS, R. ; REICHERT, M.: Process-Driven Data Collection with Smart Mobile Devices. In: *10th Int'l Conf on Web Information Systems and Technologies*. Springer, 2015 (LNBIP 226), S. 347–362
- [Ste13] STEINECKE, U.: Prävention in der Physiotherapie ist mehr als Rückenschule. In: *Highlights Magazin 2* (2013)
- [sti18a] *Rocktile MT-3 Clip Stimmgerät/Metronom.* <https://www.kirstein.de/Stimmgeraete-Gitarre-Bass/Rocktile-MT-3-Clip-Stimmgeraet-Metronom.html>, 2018. – [Online; Abgerufen am 01. Oktober 2018]
- [sti18b] *Stimmungstagebuch, Stimmungskalender.* <https://www.bipolaris.de/weitere-informationen-links/materialien-downloads/stimmungstagebuch/>, 2018. – [Online; Abgerufen am 01. Oktober 2018]
- [Str13] STROTZKA, H.: *Psychotherapie und Tiefenpsychologie: ein Kurzlehrbuch*. Springer-Verlag, 2013
- [Suz94] SUZUKI, S.: *Erziehung ist Liebe*. Gustav Bosse GmbH & Co. KG, 1994
- [tac18] *Tacx: Blue Motion.* <https://tacx.com/de/produkt/blue-motion/>, 2018. – [Online; Abgerufen am 01. Oktober 2018]

- [TB⁺01] TRAUTWEIN, O. U. K. U. Köller ; BAUMERT, J. u. a.: Lieber oft als viel: Hausaufgaben und die Entwicklung von Leistung und Interesse im Mathematik-Unterricht der 7. Jahrgangsstufe. In: *Zeitschrift für Pädagogik* 47 (2001), Nr. 5, S. 703–724
- [TC06] THASE, M. ; CALLAN, J.: The role of homework in cognitive behavior therapy of depression. In: *Journal of Psychotherapy Integration* 16 (2006), Nr. 2, S. 162
- [tel18a] *TelePsy*. <https://www.telepsy.de>, 2018. – [Online; Abgerufen am 23. Juli 2018]
- [tel18b] *TelePsy - Leistungen*. <https://www.telepsy.de/leistungen>, 2018. – [Online; Abgerufen am 23. Juli 2018]
- [tel18c] *TelePsy - Über uns*. <https://www.telepsy.de/ueberuns>, 2018. – [Online; Abgerufen am 23. Juli 2018]
- [the18] *Thera Band Übungen: Ganzkörper Training*. <http://blog.sportlaedchen.de/thera-und-bodyband/thera-band-uebungen-ganzkoerper-training/>, 2018. – [Online; Abgerufen am 01. Oktober 2018]
- [TK17] TANG, W. ; KREINDLER, D.: Supporting homework compliance in cognitive behavioural therapy: essential features of mobile apps. In: *JMIR Mental Health* 4 (2017), Nr. 2
- [TL04] TAN, T. ; LIU, T.: The mobile-based interactive learning environment (MOBILE) and a case study for assisting elementary school English learning. In: *IEEE Int'l Conf on Advanced Learning Technologies, 2004. Proceedings.*, 2004, S. 530–534
- [Tom02] TOMPKINS, M.: Guidelines for enhancing homework compliance. In: *Journal of Clinical Psychology* 58 (2002), Nr. 5, S. 565–576
- [usa18] *Zentrum für Orthopädie und Rheumatologie*. <https://www.usability.de/usability-user-experience.html>, 2018. – [Online; Abgerufen am 15. Mai 2018]
- [Vet07] VETTER, B.: *Psychiatrie: ein systematisches Lehrbuch; mit 34 Tabellen*. Schattauer Verlag, 2007
- [VLM⁺12] VOGEL, P. ; LAUNES, G. ; MOEN, E. ; SOLEM, S. ; HANSEN, B. ; HÅLAND, Å. ; HIMLE, J.: Videoconference-and cell phone-based cognitive-behavioral therapy of obsessive-compulsive disorder: a case series. In: *Journal of Anxiety Disorders* 26 (2012), Nr. 1, S. 158–164
- [wac18] *Stabilisationsübungen*. <https://www.tritime-magazin.de/2015/03/stabilisationsubungen-fur-fus-und-sprunggelenk/>, 2018. – [Online; Abgerufen am 01. Oktober 2018]
- [WAVD⁺14] WHITESIDE, S. ; ALE, C. ; VICKERS DOUGLAS, K. ; TIEDE, M. ; DAMMANN, J.: Case examples of enhancing pediatric OCD treatment with a smartphone application. In: *Clinical Case Studies* 13 (2014), Nr. 1, S. 80–94

- [WDM07] WESTRA, H. ; DOZOIS, D. ; MARCUS, M.: Expectancy, homework compliance, and initial change in cognitive-behavioral therapy for anxiety. In: *Journal of Consulting and Clinical Psychology* 75 (2007), Nr. 3, S. 363
- [Wei15] WEIDHAAS, M.: Implementation and evaluation of a mobile Windows-application for auditory stimulation of chronic tinnitus patients. In: *Bachelor Thesis, Ulm University* (2015)
- [Wel17] WELTGESUNDHEITSORGANISATION: *Mental disorders*. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs396/en/>. Version: 2017
- [Wes72] WESTPHAL, C.: Die Agoraphobie, eine neuropathische Erscheinung. In: *Archiv für Psychiatrie und Nervenkrankheiten* 3 (1872), Nr. 1, S. 138–161
- [Wes07] WESKE, M.: *Business Process Management–Concepts, Languages, Architectures*, Verlag. 2007
- [who03] *Investing in Mental Health*. http://www.who.int/mental_health/en/investing_in_mnh_final.pdf, 2003. – [Online; Abgerufen am 27. Juli 2018]
- [Wie14] WIERINGA, R.: *Design science methodology for information systems and software engineering*. Springer, 2014
- [WRE⁺13] WECK, F. ; RICHTBERG, S. ; ESCH, S. ; HÖFLING, V. ; STANGIER, U.: The relationship between therapist competence and homework compliance in maintenance cognitive therapy for recurrent depression: Secondary analysis of a randomized trial. In: *Behavior Therapy* 44 (2013), Nr. 1, S. 162–172
- [WRR07] WEBER, B. ; RINDERLE, S. ; REICHERT, M.: Change Patterns and Change Support Features in Process-Aware Information Systems. In: *Proc 11th Int'l Conf on Advanced Information Systems Engineering*, Springer, June 2007 (LNCS 4495), S. 574–588
- [WS14] WILLIAMS, C. ; SQUIRES, G.: The Session Bridging Worksheet: impact on outcomes, homework adherence and participants' experience. In: *the Cognitive Behaviour Therapist* 7 (2014)
- [ZB06] ZHAI, J. ; BARRETO, A.: Stress detection in computer users based on digital signal processing of noninvasive physiological variables. In: *Engineering in Medicine and Biology Society, 2006. EMBS'06. 28th Annual Int'l Conf of the IEEE IEEE*, 2006, S. 1355–1358
- [zer18] *Stilvolle Smartwatch mit rundem Farbtouchscreen, Herzfrequenzmesser, Mikrofon und Lautsprecher - ZeRound2HR Premium*. <https://www.mykronoz.com/de/de/zeround2-hr-premium.html>, 2018. – [Online; Abgerufen am 01. Oktober 2018]