

Diplomarbeit

**Auswirkungen von physischer Aktivität auf die Lebensqualität
bei Kindern und Jugendlichen mit Typ 1 Diabetes – Methoden
zur Messung und Ergebnisse einer Interventionsstudie**

eingereicht von

Mashal Mohammad Hamidi

zur Erlangung des akademischen Grades

Doktor der gesamten Heilkunde

(Dr. med. univ.)

an der

Medizinischen Universität Graz

ausgeführt am

Universitätsklinik für Innere Medizin

Klinische Abteilung für Endokrinologie und Diabetologie

unter der Anleitung von

Priv.-Doz. Dr.med.univ. Dr.scient.med. Felix Aberer

Priv.-Doz. Mag. Dr.rer.nat. Franziska Matzer

Graz, am 11.06.2025

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst habe, andere als die angegebenen Quellen nicht verwendet habe und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Des Weiteren erkläre ich hiermit, dass, sofern bei der Erstellung dieser Arbeit Künstliche Intelligenz (KI) Werkzeuge zur Generierung und/oder Korrektur bestimmter Textpassagen verwendet wurden, dieser Einsatz unter Einhaltung ethischer Grundsätze, akademischer Integrität und den Vorgaben meiner Universität erfolgte, sowie in Folge dies transparent gemacht und in angemessener Weise gekennzeichnet wurde.

Graz, am 11.06.2025

Mashal Mohammad Hamidi eh.

Danksagung

An erster Stelle möchte ich mich herzlich bei meinem Betreuer Herrn Priv.-Doz. Dr.med.univ. Dr.scient.med. Felix Aberer bedanken – für die geduldige, verständnisvolle und stets zuvorkommende Betreuung sowie dafür, dass er mir dieses Thema zur Verfügung gestellt hat.

Ebenso danke ich dem gesamten Team der ChildFit1 Studie für die Möglichkeit, an der Studie mitwirken und dabei viel lernen zu dürfen.

Mein besonderer Dank gilt auch meinen Freunden und allen anderen, die mich während des Studiums begleitet haben – mit denen ich nicht nur Herausforderungen gemeistert, sondern auch viele schöne Erinnerungen abseits des Studienalltags gesammelt habe.

Zu guter Letzt danke ich meiner Familie, die immer an mich geglaubt hat, insbesondere in stressigen Phasen und mich stets aufs Neue motiviert hat.

Zusammenfassung

Hintergrund:

In aktuellen Leitlinien gilt physische Aktivität als wichtiger Bestandteil der Therapie bei DM. Neben positiven Auswirkungen auf metabolische Parameter und Gewicht, beeinflusst sie auch das generelle Wohlbefinden, die Lebensqualität und weitere psychosoziale Faktoren positiv. Sie bringt aber bei Menschen mit DM sportbezogene Herausforderungen wie Hypoglykämie, erhöhtes Verletzungsrisiko oder auch individuelle Stigmata mit sich mit. Die Überprüfung der Lebensqualität im Rahmen von Sportinterventionen rückt immer mehr im Fokus klinischer Studien. In bisherigen Sportinterventionsstudien wurde die Lebensqualität meist nur als sekundärer Endpunkt erhoben. In der Vergangenheit wurden mehrere Studien zu Sportintervention bei DM1 am Universitätsklinikum Graz durchgeführt, wobei psychische Parameter bislang kaum systematisch erfasst wurden. Im Rahmen der ChildFit1 Studie wurde nun erstmals bei Jugendlichen mit DM1 die Lebensqualität mit standardisierten Fragebögen (DMQ, PANAS und IPAQ) untersucht.

Ziel:

Untersucht wurden:

- die Auswirkung einer vierwöchigen Sportintervention auf die Lebensqualität von Kindern und Jugendlichen mit DM1.
- die Eignung der in der Studie verwendeten Fragebögen (DMQ, PANAS und IPAQ) und ob sie eine suffiziente Erhebungsmethode darstellen.
- Mögliche Ansätze zur validen Messung der Lebensqualität im sportinterventionellen Kontext – sowohl im wissenschaftlichen und im alltäglichen Setting.

Methoden:

Im Rahmen der ChildFit1 Studie, einer multizentrischer, prospektiver, randomisiert kontrollierter Studie (RCT), wurde primär die Auswirkung eines vierwöchigen Leichtathletiktrainings auf die Blutzuckereinstellung bei Kindern und Jugendlichen untersucht. Die Auswirkung auf die Lebensqualität wurde als Sekundärpunkt mittels standardisierter Fragebögen (DMQ, PANAS und IPAQ) erhoben – beim Screening (T1), vor der Sportintervention (T2) und nach der Sportintervention (T3). Über den

gesamten Studienzeitraum wurden beide Gruppen intensiv-medizinisch betreut. Die EX-Gruppe absolvierte während der vierwöchigen Interventionsphase ein 60-minütiges Leichtathletiktraining dreimal pro Woche.

Ergebnisse:

Die für diese Arbeit berücksichtigte Studienpopulation umfasste 16 Teilnehmer*innen (mittleres Alter 14.3 ± 1.3 Jahre). Beide Gruppen setzten sich aus jeweils 8 Personen zusammen (IT: 3 männlich, 5 weiblich; EX: 6 männlich, 2 weiblich).

Im Gruppenvergleich zeigten sich über den gesamten Studienzeitraum keine statistisch signifikanten Unterschiede, jedoch postinterventionell mittelgroße Effektstärken beim DMQ-Score ($r = -0.39$) und beim IPAQ-Aktivitätsniveau ($r = -0.42$).

Auch intragruppal blieben signifikante Veränderungen aus, dennoch traten in einzelnen Hauptvariablen mittelgroße bis große Effektstärken auf. In der IT-Gruppe zeigten sich zwischen T2 und T3 große Effektstärken beim positiven ($r = -0.51$) und negativen Affekt ($r = -0.74$) sowie eine mittelgroße beim Aktivitätsniveau ($r = -0.30$), jedoch nicht beim DMQ-Score. In der EX-Gruppe wurden mittelgroße Effektstärken beim positiven Affekt ($r = -0.43$) und beim Aktivitätsniveau ($r = -0.30$) beobachtet.

Die Korrelationsanalyse ergab zwei signifikante Zusammenhänge: zwischen Aktivitätsniveau und positivem Affekt sowie zwischen DMQ-Score und negativem Affekt; weitere Variablenpaare zeigten ebenfalls mittelgroße bis große Effektstärken.

Diskussion:

Die Ergebnisse dieser explorativen Studie zeigen erste Hinweise darauf, dass ein vierwöchiges Leichtathletiktraining die Lebensqualität von Jugendlichen mit DM1 positiv beeinflussen kann. Trotz fehlender statistischer Signifikanz deuten Effektstärken auf ein mögliches Interaktionsmodell hin, das in zukünftigen Studien mit größerer Stichprobe und längerer Interventionsphase gezielt geprüft werden sollte. Die verwendeten Fragebögen waren suffizient, sollten jedoch zukünftig durch validierte Instrumente und objektive Daten ergänzt werden, um ein umfassenderes Bild der Lebensqualität zu erhalten.

Abstract

Background:

Current guidelines consider physical activity to be an important part of diabetes treatment. In addition to positive effects on metabolic parameters and weight, it also has a positive influence on general well-being, quality of life and other psychosocial factors. However, it also presents sports-related challenges for people with DM, such as hypoglycaemia, increased risk of injury and individual stigma. Assessing quality of life in the context of sports interventions is becoming an increasingly important focus of clinical studies. In previous sports intervention studies, quality of life was usually only assessed as a secondary endpoint. In the past, several studies on sports intervention in DM1 have been conducted at the Universitätsklinikum Graz, but psychological parameters have hardly been systematically recorded. As part of the ChildFit1 study, the quality of life of adolescents with DM1 was examined for the first time using standardised questionnaires (DMQ, PANAS and IPAQ).

Objective:

The following were examined:

- the effect of a four-week sports intervention on the quality of life of children and adolescents with DM1.
- the suitability of the questionnaires used in the study (DMQ, PANAS and IPAQ) and whether they represent a sufficient survey method.
- Possible approaches for valid measurement of quality of life in the context of sports intervention – both in scientific and everyday settings.

Methods:

As part of the ChildFit1 study, a multicentre, prospective, randomised controlled trial (RCT), the primary aim was to investigate the effect of a four-week track and field training programme on blood sugar control in children and adolescents. The effect on quality of life was assessed as a secondary endpoint using standardised questionnaires (DMQ, PANAS and IPAQ) – at screening (T1), before the sports intervention (T2) and after the sports intervention (T3). Both groups received intensive medical care throughout the study period. The EX group completed a 60-

minute track and field training session three times a week during the four-week intervention phase.

Results:

The study population included in this study comprised 16 participants (mean age $14,3 \pm 1.3$ years). Both groups consisted of 8 people each (IT: 3 male, 5 female; EX: 6 male, 2 female).

No statistically significant differences were found between the groups over the entire study period, but medium effect sizes were observed post-intervention in the DMQ score ($r = -0.39$) and IPAQ activity level ($r = -0.42$).

There were also no significant changes within the groups, but medium to large effect sizes were observed in individual main variables.

In the IT group, large effect sizes were observed between T2 and T3 for positive ($r = -0.51$) and negative affect ($r = -0.74$) and a medium effect size for activity level ($r = -0.30$), but not for the DMQ score. In the EX group, medium effect sizes were observed for positive affect ($r = -0.43$) and activity level ($r = -0.30$).

The correlation analysis revealed two significant correlations: between activity level and positive affect, and between DMQ score and negative affect; other variable pairs also showed medium to large effect sizes.

Discussion:

The results of this exploratory study provide initial evidence that four weeks of track and field training can have a positive impact on the quality of life of adolescents with DM1. Despite the lack of statistical significance, effect sizes suggest a possible interaction model that should be specifically tested in future studies with a larger sample size and a longer intervention phase. The questionnaires used were sufficient, but should be supplemented in future by validated instruments and objective data in order to obtain a more comprehensive picture of quality of life.

Inhaltsverzeichnis

Danksagung	2
Zusammenfassung	3
Abstract	5
1 Einleitung	13
1.1 Typ 1 Diabetes mellitus	14
1.1.1 Definition	14
1.1.2 Ätiologie und Risikofaktoren	14
1.1.3 Insulinwirkung	15
1.1.4 Klinik und Symptomatik	15
1.1.5 Diagnostik	16
1.1.6 Komplikationen	19
1.1.7 Therapie	20
1.1.8 Hürden und Herausforderungen	22
1.2 Quality of life	23
1.3 Forschungsfrage und Ziele	24
2 Material und Methoden	25
2.1 Studienpopulation	26
2.1.1 Einschlusskriterien	26
2.1.2 Ausschlusskriterien	27
2.2 Studiendesign	29
2.3 DMQ-Fragebogen	30
2.4 PANAS-Fragebogen	31
2.5 IPAQ-Fragebogen	31
2.6 Statistische Analysen und Überlegungen	32
3 Ergebnisse	33
3.1 Stichprobenbeschreibung	33

3.2	Überprüfung der Messverlässlichkeit	33
3.3	Baseline-Charakteristik	34
3.4	Gruppenvergleiche.....	39
3.4.1	Präinterventionelle Visite (T2).....	40
3.4.2	Postinterventionelle Visite (T3)	44
3.5	Zeitlicher Verlauf	49
3.5.1	Gruppe IT.....	50
3.5.2	Gruppe EX	54
3.6	Korrelationsanalysen.....	59
3.7	Zusammenfassung der Ergebnisse.....	60
4	Diskussion und Vergleich.....	61
5	Schlussfolgerung	65
6	Persönlicher Erfahrungsbericht.....	66
7	Literaturverzeichnis.....	67
8	Anhang	70

Abkürzungen

Abkürzung	Erklärung
DM	Diabetes mellitus
DM1	Typ 1 Diabetes mellitus
z.B.	zum Beispiel
SD	Standardabweichung
bzw.	beziehungsweise
T1	1. Messzeitpunkt (Screening)
T2	2. Messzeitpunkt (Präintervention)
T3	3. Messzeitpunkt (Postintervention)
DMQ	Diabetes Management Questionnaire
PANAS	Positive and Negative Affect Schedule
PA	Positiver Affekt
NA	Negativer Affekt
IPAQ	International Physical Activity Questionnaire
MW	Mittelwert
EX-Gruppe	Interventionsgruppe
IT-Gruppe	Kontrollgruppe
HbA1c	Glykiertes Hämoglobin
oGTT	Oraler Glukosetoleranztest
QoL	Quality of life

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Studienverlauf von der ChildFit1 Studie (32)	30
Abbildung 2: Gruppenvergleich positiver Affekte zum Studienbeginn (T1).....	35
Abbildung 3: Gruppenvergleich negativer Affekte zum Studienbeginn (T1)	36
Abbildung 4: Gruppenvergleich des DMQ-Scores zum Studienbeginn (T1).....	37
Abbildung 5: Gruppenvergleich des IPAQ-Aktivitätsniveaus zum Studienbeginn (T1)	38
Abbildung 6: Gruppenvergleich der IPAQ-Sitzzeit zum Studienbeginn (T1).....	39
Abbildung 7: Gruppenvergleich positiver Affekte vor der Intervention (T2)	40
Abbildung 8: Gruppenvergleich negativer Affekte vor der Intervention (T2)	41
Abbildung 9: Gruppenvergleich des DMQ-Scores vor der Intervention (T2)	42
Abbildung 10: Gruppenvergleich des IPAQ-Aktivitätsniveaus vor der Intervention (T2).....	43
Abbildung 11: Gruppenvergleich der IPAQ-Sitzzeit vor der Intervention (T2)	44
Abbildung 12: Gruppenvergleich positiver Affekte nach der Intervention (T3).....	45
Abbildung 13: Gruppenvergleich negativer Affekte nach der Intervention (T3)	46
Abbildung 14: Gruppenvergleich des DMQ-Scores nach der Intervention (T3)....	47
Abbildung 15: Gruppenvergleich des IPAQ-Aktivitätsniveaus nach der Intervention (T3).....	48
Abbildung 16: Gruppenvergleich der IPAQ-Sitzzeit nach der Intervention (T3)....	49
Abbildung 17: Intragruppaler Zeitvergleich des positiven Affekts (IT-Gruppe)	50
Abbildung 18: Intragruppaler Zeitvergleich des negativen Affekts (IT-Gruppe)	51
Abbildung 19: Intragruppaler Zeitvergleich des DMQ-Scores (IT-Gruppe).....	52
Abbildung 20: Intragruppaler Zeitvergleich des IPAQ-Aktivitätsniveaus (IT-Gruppe)	53
Abbildung 21: Intragruppaler Zeitvergleich der IPAQ-Sitzzeit (IT-Gruppe).....	54
Abbildung 22: Intragruppaler Zeitvergleich des positiven Affekts (EX-Gruppe)....	55
Abbildung 23: Intragruppaler Zeitvergleich des negativen Affekts (EX-Gruppe) ..	56
Abbildung 24: Intragruppaler Zeitvergleich des DMQ-Scores (EX-Gruppe)	57
Abbildung 25: Intragruppaler Zeitvergleich des IPAQ-Aktivitätsniveaus (EX-Gruppe)	58
Abbildung 26: Intragruppaler Zeitvergleich der IPAQ-Sitzzeit (EX-Gruppe)	59
Abbildung 27: Hypothetisches Interaktionsmodell	62

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Klassifikation der Glukosestoffwechselstörung gemäß S3-Leitlinie (3)	17
Tabelle 2: 5-Jahres-Risiko für die Manifestation eines Typ-1-Diabetes in Abhängigkeit von der Anzahl positiver Autoantikörper	18
Tabelle 3: Stichprobenbeschreibung Anmerkung: Es zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen hinsichtlich Alter oder Geschlecht (alle $p > 0,05$, Mann-Whitney-U- bzw. Fisher-Test). Lediglich in der Gruppe EX lag keine Normalverteilung vor ($p < 0,05$, Shapiro-Wilk-Test).	33
Tabelle 4: Cronbachs-Alpha der positiven Affekte zu den Zeitpunkten T1–T3.....	34
Tabelle 5: Cronbachs-Alpha der negativen Affekte zu den Zeitpunkten T1–T3 ...	34
Tabelle 6: Cronbachs-Alpha der DMQ-Items zu den Zeitpunkten T1–T3.....	34
Tabelle 7: Gruppenvergleich der Hauptvariablen zum Studienbeginn (T1)	34
Tabelle 8: Gruppenvergleich der Hauptvariablen vor der Intervention (T2).....	40
Tabelle 9: Gruppenvergleich der Hauptvariablen nach der Intervention (T3).....	44
Tabelle 10: Intragruppaler Zeitvergleich des positiven Affekts (IT-Gruppe).....	50
Tabelle 11: Intragruppaler Zeitvergleich des negativen Affekts (IT-Gruppe)	51
Tabelle 12: Intragruppaler Zeitvergleich des DMQ-Scores (IT-Gruppe)	52
Tabelle 13: Intragruppaler Zeitvergleich des IPAQ-Aktivitätsniveaus (IT-Gruppe)	52
Tabelle 14: Intragruppaler Zeitvergleich der IPAQ-Sitzzeit (IT-Gruppe).....	53
Tabelle 15: Intragruppaler Zeitvergleich des positiven Affekts (EX-Gruppe).....	54
Tabelle 16: Intragruppaler Zeitvergleich des negativen Affekts (EX-Gruppe).....	55
Tabelle 17: Intragruppaler Zeitvergleich des DMQ-Scores (EX-Gruppe)	56
Tabelle 18: Intragruppaler Zeitvergleich des IPAQ-Aktivitätsniveaus (EX-Gruppe)	57
Tabelle 19: Intragruppaler Zeitvergleich der IPAQ-Sitzzeit (EX-Gruppe)	58
Tabelle 20: Korrelationsanalyse relevanter Hauptvariablen (T3).....	59

1 Einleitung

Viele Menschen haben ein falsches Bild von Typ 1 Diabetes mellitus: Sie glauben, es reiche aus, sich die notwendige Insulinmenge zu injizieren, um die Erkrankung weitgehend unter Kontrolle zu haben. Dass Typ 1 Diabetes Mellitus jedoch mit vielen Hürden und Herausforderungen kommt, ist nur wenigen bewusst. Selbst kompetente Erwachsene mit Typ 1 Diabetes mellitus haben im Alltag ihre Schwierigkeiten (1). Umso mehr lässt sich erahnen, welchen Belastungen Kinder und Jugendliche mit dieser chronischen Erkrankung ausgesetzt sind. Es wird angenommen, dass weltweit etwa 8,4 Millionen Menschen (Stand 2021) mit Typ 1 Diabetes mellitus leben, davon sind 1,5 Millionen unter 20 Jahre alt (2). Die chronische Erkrankung greift stark in den Alltag ein. Als betroffene Person muss man kontinuierlich mitdenken. Neben der Ernährung beeinflussen auch körperliche Aktivität, Stress und andere Faktoren den Blutzuckerspiegel. Man muss selbstständig regelmäßige Blutzuckerkontrollen durchführen, Kohlenhydratmengen berechnen und die notwendige Insulinmenge applizieren. Die Angst bei sportlicher Aktivität in die Hypoglykämie zu rutschen stellt eine große Barriere dar. Es wird ein hohes Maß an Aufmerksamkeit und Fingerspitzengefühl gefordert, auch von jungen Patient*innen. Selbst das Tragen von einer Insulinpumpe bringt zusätzliche Herausforderungen mit sich.

Diese Arbeit befasst sich mit den Auswirkungen von sportlicher und körperlicher Aktivität auf die Lebensqualität bei Kindern und Jugendlichen mit Typ 1 Diabetes mellitus. Zunächst wird diese chronische Erkrankung in ihrer Gesamtheit und den aktuellen therapeutischen Empfehlungen vorgestellt. Im Anschluss werden die lebensqualitätseinschränkenden Hürden und Probleme, insbesondere im Zusammenhang mit Bewegung und Sport, dargestellt. Daraufhin werden die ChildFit1 Studie und die verwendeten Fragebögen (PANAS, DMQ und IPAQ) vorgestellt. Zum Schluss werden die Ergebnisse der Studie interpretiert, präsentiert und mit aktueller Literatur verglichen.

1.1 Typ 1 Diabetes mellitus

1.1.1 Definition

Typ 1 Diabetes mellitus (DM1) ist eine chronische Stoffwechselerkrankung. Der eigene Körper ist nicht mehr in der Lage, das lebensnotwendige Hormon der Bauchspeicheldrüse, das sogenannte Insulin, in ausreichender Menge selbst zu produzieren. Folglich kommt es zum absoluten Insulinmangel und Entgleisung des Glukosestoffwechsels. Ursache ist eine autoimmune Zerstörung der insulinproduzierenden Beta-Zellen des Pankreas. Die Zerstörung der Beta-Zellen verläuft von Person zu Person sehr unterschiedlich, bei manchen schnell, vor allem bei Säuglingen und Kindern und bei manchen langsamer, hauptsächlich Erwachsene. Charakteristisch für diese Erkrankung ist ein 3-phasiger Verlauf.

- Phase 1: multiple (≥ 2) diabetesspezifische Autoantikörper, normale Blutzuckerwerte, keine klinische Symptomatik
- Phase 2: multiple (≥ 2) diabetesspezifische Autoantikörper, erhöhte Blutzuckerwerte (Dysglykämie), keine klinische Symptomatik
- Phase 3: multiple diabetesspezifische Autoantikörper, erhöhte Blutzuckerwerte (Hyperglykämie), klinische Symptomatik

(3, 4).

1.1.2 Ätiologie und Risikofaktoren

Die genauen ätiopathogenetischen Mechanismen sind derzeit noch nicht vollständig geklärt. Gesichert ist jedoch, dass die autoimmune Zerstörung der Beta-Zellen durch T-Zellen vermittelt wird (5). Eine starke Assoziation besteht mit bestimmter HLA-Gene, insbesondere HLA - DR und HLA – DQ vor, da Betroffene dieser Merkmale ein erhöhtes Risiko haben, mindestens 2 diabetesspezifische Autoantikörper zu bilden (6). Personen mit positiver erstgradiger Familienanamnese weisen ein deutlich höheres Risiko auf, an DM1 zu erkranken, als Personen mit negativer Familienanamnese. Zudem zeigen sich Assoziationen mit anderen Autoimmunerkrankungen wie Zöliakie und Hashimoto-Thyreoiditis (3). Neben genetischen Faktoren spielen auch exogene Faktoren eine Rolle. So stehen virale Infektionen, etwa durch Röteln- oder Mumpsviren, im Verdacht die Krankheitsentstehung zu begünstigen. Bei Röteln besteht interessanterweise nur im Falle einer pränatalen Infektion ein erhöhtes Risiko. Bei postnataler

Rötelninfektionen scheint es kein erhöhtes Risiko zu geben (5). Eine Beteiligung des Darmmikrobioms an der Krankheitsentstehung wird aktuell diskutiert (7).

1.1.3 Insulinwirkung

Das in den Langerhans-Inseln der Bauchspeicheldrüse produzierte Hormon Insulin besitzt eine anabole Wirkung und greift in mehrere Stoffwechselprozesse ein - dem Kohlenhydrat-, dem Fett- und dem Proteinstoffwechsel.

Über den Einbau von GLUT 4, einem Glukosetransporter, in den Skelettmuskel- und Fettzellen wird die zelluläre Glukoseaufnahme erhöht. Die Glukoseverwertung wird gesteigert, indem die Glykolyse und Glykogensynthese im Muskel- und Fettgewebe stimuliert und die Glykogenolyse und Gluconeogenese in der Leber gehemmt werden.

In Fett- und Leberzellen werden die Fettspeicher aufgefüllt. Dabei werden die Fettsäuresynthese und Lipogenese gesteigert, während der Fettsäureabbau und die Lipolyse gehemmt werden. Auch die Aufnahme von Triglyceriden aus dem Blut in die Muskel- und Fettzellen wird erhöht. Zudem fördert Insulin in Muskel-, Fett- und Lebergewebe die Proteinsynthese und hemmt den Proteinabbau. Gleichzeitig wird die Aufnahme von bestimmten Aminosäuren in das Gewebe erhöht. In den arteriellen Blutgefäßen kann das Insulin eine Vasodilatation auslösen, indem es in der glatten Gefäßmuskulatur die NO-Synthase aktiviert. Dies produziert Stickstoffmonoxid, einen potenten Vasodilatator. Auf diesem Weg verbessert Insulin die Muskelperfusion und erleichtert dadurch die Glukoseaufnahme in den Muskelzellen.

Darüber hinaus bewirkt Insulin einen intrazellulären Kaliumshift, durch Stimulierung der Na^+/K^+ ATPase, und senkt dadurch den Kaliumspiegel. Der wachstumsstimulierende Effekt von Insulin wird vermutlich entweder über IGF1-Rezeptoren oder über Hybridrezeptoren vermittelt (8-10).

1.1.4 Klinik und Symptomatik

Zur klinischen Symptomatik des DM1 zählen Hyperglykämie, Polyurie, Polydipsie, Gewichtsabnahme, Müdigkeit und allgemeiner Leistungsabfall. Im Falle einer vollständigen metabolischen Entgleisung kann es zu einer diabetischen Ketoazidose (DKA) kommen, welche eine akute Komplikation darstellt. Die Manifestation dieser Symptome tritt erst in der 3. Phase der Erkrankung auf.

Aufgrund des absoluten Insulinmangels ist der Körper nicht mehr in der Lage den Glukosehaushalt zu regulieren, was zu einer ausgeprägten Hyperglykämie, dem Leitsymptom, führt. Die Abwesenheit von Insulin verursacht zudem eine intrazelluläre Hypoglykämie. Um den notwendigen Energiebedarf zu decken, schaltet der Körper auf die Lipolyse und Glukoneogenese um.

Die verstärkte Lipolyse führt über die Beta-Oxidation zur Bildung von Ketonkörpern, die sich im Organismus akkumulieren. Parallel dazu fördert die gesteigerte Glukoneogenese die Hyperglykämie zusätzlich. Bei Überschreiten der renalen Glukoseschwelle, ab 150-180 mg/dl, wird die überschüssige Glukose über den Harn in Form von Glukosurie bzw. Polyurie ausgeschieden. Die Glukosurie führt zur osmotischen Diurese. Dies wiederum führt zu einem erheblichen Flüssigkeits- und Elektrolytverlust sowie zur Dehydratation. Die metabolische Azidose wird einerseits durch die Anhäufung von Ketonkörpern und andererseits durch eine vermehrte Laktatbildung begünstigt. Letztere entsteht infolge der volumenmangelbedingten Gewebsminderperfusion. Die diabetische Ketoazidose stellt einen medizinischen Notfall dar und erfordert eine rasche therapeutische Intervention (3, 6, 11).

1.1.5 Diagnostik

Die Diagnostik des Diabetes mellitus (DM) basiert in der Regel auf der klinischen Symptomatik und den dazugehörigen laborchemischen Parametern. Polyurie, Polydipsie, Gewichtsverlust, Leistungsminderung und eine Familienanamnese können hinweisend sein. Zu den relevanten Diagnosekriterien, unabhängig von Diabetesform, zählen folgende Laborwerte:

- der Nüchternblutzucker ≥ 126 mg/dL
- der Plasmaglukosewert 2h nach Einnahme von max. 75g Glukose (oGTT) ≥ 200 mg/dL
- der HbA1c – Wert $\geq 6,5\%$
- der Gelegenheitsblutzucker ≥ 200 mg/dL und entsprechender Symptomatik

Für die Diagnosestellung eines DM genügt das Vorliegen eines der festgelegten Kriterien. Bei Kindern und Jugendlichen erfolgt der orale Glukosetoleranztest (oGTT) mit einer Dosis von 1,75g Glukose/kg Körpergewicht bis zu einer maximalen Dosis von 75g (3, 4).

	Normal	Dysglykämie Prädiabetes	Hyperglykämie Diabetes Mellitus
Nüchternplasmaglukose	< 100 mg/dL (< 5,6 mmol/L)	100 - 125 mg/dL (5,6 - 6,9 mmol/L)	≥ 126 mg/dL (> 7mmol/L)
2h Plasmaglukose (oGTT)	< 140 mg/dL (< 7,8 mmol/L)	140 - 199 mg/dL (7,8 - 11 mmol/L)	≥ 200 mg/dL (≥ 11,1mmol/L)
HbA1c	< 5,7% (< 39 mmol/mol)	> 5,7 – 6,4% (39- 47 mmol/mol)	≥ 6,5% (> 48 mmol/mol)
Gelegenheitsblutzucker			≥ 200 mg/dL (≥ 11,1mmol/L) & Symptomatik

Tabelle 1: Klassifikation der Glukosestoffwechselstörung gemäß S3-Leitlinie (3)

Der HbA1c-Wert erlaubt Rückschlüsse auf die glykämische Kontrolle der letzten 120 Tage, entsprechend der durchschnittlichen Lebensdauer von Erythrozyten. Hierbei sollten etwaige Hämoglobinopathien wie hämolytische Anämie oder Thalassämien berücksichtigt werden, da sie die Aussagekraft dieses Parameters beeinträchtigen können. In solchen Fällen sollte der HbA1c-Wert nicht mehr zur Diagnosesicherung herangezogen werden (3).

Bei Verdacht auf DM1 sollten zur Diagnosesicherung die diabetesspezifischen Autoantikörper bestimmt werden. Der Nachweis von mindestens einem Autoantikörper in Kombination mit einer entsprechenden Klinik reicht aus, um die Diagnose stellen zu können (3).

Bei Personen ohne manifeste Erkrankung, im Grunde in den ersten beiden Phasen, kann zu Beginn nur eine Autoimmunität vorliegen. Für die betroffene Person hat die Anzahl der nachgewiesenen Autoantikörper eine prognostische Relevanz. Bei Kindern mit nur einem diabetesspezifischen Autoantikörper, entwickelten etwa 15% der Kinder innerhalb von 10 Jahren einen klinisch manifesten DM1. Während bei Kindern mit mehreren (≥ 2) diabetesspezifischen Autoantikörpern, selbst bei negativer Familienanamnese, das Risiko deutlich höher liegt. Davon erkrankt der Großteil innerhalb von 20 Jahren und nahezu 100% entwickeln schlussendlich einen klinischen Typ 1 Diabetes Mellitus. Entscheidend für die Krankheitsprogression ist unter anderem das Alter beim Erstdiagnose. Entwickelt sich diese innerhalb der ersten beiden Lebensjahre, dann verläuft die Progression zum manifesten Diabetes Mellitus (Phase 3) häufiger und schneller als bei Kindern, bei denen sich die Autoimmunität erst später, zwischen

dem 5. und 8. Lebensjahr ausbildet. In der Literatur wird das 5 Jahres-Manifestationsrisiko in 3 Gruppen unterteilt (5):

	Niedriges Risiko	Moderates Risiko	Hohes Risiko
Autoantikörperanzahl	1	2	≥ 2
Positiver prädiktiver Wert (PPV)	2-6%	21-40%	59-80%

Tabelle 2: 5-Jahres-Risiko für die Manifestation eines Typ-1-Diabetes in Abhängigkeit von der Anzahl positiver Autoantikörper

Bei bestehendem Verdacht kann die Progression von Phase 1 zu Phase 2 bzw. 3 – also dem klinisch manifesten DM1 - durch Verwendung kontinuierlicher Glukosemesssysteme (CGM) rechtzeitig erkannt werden. Dadurch lässt sich ein akuter DKA-Notfall verhindern und eine adäquate Diabetes Therapie rasch einleiten (3).

Die Bestimmung folgender diabetesspezifischen Autoantikörper stellt eine diagnostische Hilfe dar:

- Inselzellantikörper (ICA),
- Insulinautoantikörper (IAA),
- Autoantikörper gegen Glutamat-Decarboxylase der Beta-Zelle (GAD65A),
- Autoantikörper gegen Tyrosinphosphatase (IA-2) und IA-2β,
- Autoantikörper gegen den Zink Transporter 8 der Beta-Zelle (ZnT8)

In diesem Zusammenhang ist es wichtig zu erwähnen, dass bei einem positiven diabetesspezifischen Autoantikörpertest weiterführende Tests auf assoziierte Autoimmunerkrankung wie Schilddrüsenerkrankungen oder Zöliakie zur Früherkennung empfohlen sind. Personen mit DM1 weisen eine höhere Prävalenz für jene assoziierten Autoimmunerkrankungen als Personen ohne DM1. Dabei ist zu beachten, dass assoziierte Autoimmunerkrankungen auch asymptomatisch, also ohne offensichtliche Klinik auftreten können (3).

Die Bestimmung des C-Peptid-Wertes, einem Spaltprodukt der Insulinvorstufe, stellt eine zusätzliche diagnostische Maßnahme dar. Sie dient der Unterscheidung zwischen Typ 1 und Typ 2 Diabetes mellitus, vor allem wenn der diabetesspezifische Autoantikörpertest negativ ausfällt. Dieser Wert spiegelt die

Funktion der Beta-Zellen wider. Laut dem ADA-Flowchart spricht ein C-Peptid-Wert unter 200 pmol/L für das Vorliegen eines Typ 1 Diabetes Mellitus (3, 4).

Der Zweck einer frühzeitigen und präzisen Diagnose besteht darin, die Erkrankung möglichst früh, bereits vor klinischer Manifestation zu entdecken. Dadurch können einerseits akute Komplikationen wie die DKA, verhindert werden und andererseits kann eine phasengerechte und richtig dosierte Therapie eingeleitet werden, um langfristig diabetische Spätkomplikationen zu vermeiden. Die fortschreitende Zerstörung der Beta-Zellen kann derzeit nicht vollständig verhindert werden. Im Raum stehen aber einige potenzielle medikamentöse Ansätze (z.B. Immuntherapien, Stammzellen) diesen destruktiven Prozess zu verlangsamen und somit den Erhalt der Beta-Zellen über einen längeren Zeitraum zu ermöglichen (3, 12, 13).

1.1.6 Komplikationen

Eine akute Komplikation des DM1 ist die diabetische Ketoazidose (DKA). In den meisten Fällen ist sie die Erstmanifestation des DM1, ausgelöst durch eine ausgeprägte Hyperglykämie infolge des absoluten Insulinmangels. Durch die Akkumulierung von Ketonkörpern im Blut kommt es zur metabolischen Azidose. Gleichzeitig entgleisen die Elektrolyte und es kommt schlussendlich zum Bewusstseinsverlust. Klinisch präsentieren sich Betroffene häufig mit einer Kussmaul-Atmung, einem Aceton-Geruch in der Atemluft und Vigilanzstörungen. Die DKA stellt einen medizinischen Notfall dar und erfordert eine rasche therapeutische Intervention. Die Therapie umfasst vier zentrale Komponenten.

Die Volumentherapie zur Kreislaufstabilisierung, die Insulintherapie für die Hyperglykämie, die Kaliumsubstitution - da eine Insulingabe zu einem Kaliumshift nach intrazellulär führen kann und ein kontinuierliches Monitoring des Patienten. Bei Bedarf ist auch eine gezielte Substitution der Elektrolyte erforderlich. Es ist wichtig, dass die Korrektur des Volumens, der Azidose und des Blutzuckerspiegels schrittweise und kontrolliert erfolgt, da eine zu rasche Normalisierung das Risiko für ein Hirnödem erhöhen kann. Bei schweren Azidosen kann eine vorsichtige Gabe von Bikarbonat in Erwägung gezogen werden (3, 5, 14).

Zu den Spätkomplikationen des DM zählen insbesondere mikro- und makrovaskulären Folgeerkrankungen. Zu den mikrovaskulären Komplikationen

gehören die diabetische Retinopathie und die diabetische Nephropathie, die letztendlich zur Erblindung bzw. Niereninsuffizienz führen können. Die koronare Herzkrankheit (KHK), zerebrovaskuläre Erkrankungen wie der Insult (Schlaganfall) und auch die periphere arterielle Verschlusskrankheit (pAVK) zählen zu den makrovaskulären Komplikationen. Weiterhin können periphere und autonome Neuropathien auftreten, die im Rahmen des diabetischen Fußes bzw. Fußsyndroms zu einer Amputation führen können. Die diabetische Osteopathie äußert sich durch ein erhöhtes Risiko einer Osteoporose und einem einhergehendem Frakturrisiko (5, 13).

1.1.7 Therapie

Grundsätzlich ist das Therapieziel den Blutzucker und den HbA1c-Wert möglichst im normalen Bereich zu halten und dabei keine Hypoglykämie zu provozieren. Dadurch soll langfristig das Risiko für Spätkomplikationen minimiert werden.

Die Therapie umfasst eine lebenslange Insulintherapie, die Ernährungsanpassung, die Schulung des Kindes und der Eltern bzw. Betreuer, die Glukoseselbstkontrolle und die psychosoziale Betreuung. Bei Kindern und Jugendlichen steht die intensivierete Insulintherapie im Vordergrund: Das Basis-Bolus-Konzept setzt sich aus einer Basaldosis (50% des Tagesbedarfs) sowie mahlzeitabhängigen Einzeldosen zusammen. Hierfür sind mehrmalige Blutzuckermessungen täglich notwendig. Als Basisinsulintherapie kommen mittellang wirksame Insuline (z.B. NPH-Insulin) oder langwirksame Insuline (z.B. Insulin Glargin, Detemir, Degludec) in Frage. Kurzwirksame Insuline bzw. Analoga (Insulin Aspart und Lispro) werden als Einzeldosen bedarfsorientiert appliziert.

Die Initialdosis liegt zwischen 0,4 und 1,2 Einheiten/kg/Tag – abhängig von Alter, Pubertätsstadium und Ketoazidose (DKA). Die genaue Dosierung wird empirisch vom diabetischen Fachpersonal unter regelmäßigen Blutzuckermessungen bestimmt. Während der Honeymoon-Phase kann der exogene Insulinbedarf aufgrund vorhandener Restfunktion der Beta-Zellen geringer ausfallen. Der Einsatz von adjuvanter Therapie mit Metformin, SGLT2-Hemmern und anderen Medikamenten wird bei Kindern und Jugendlichen in den aktuellen Leitlinien nicht empfohlen (3, 5).

Als moderne Ergänzung zur intensivierten Insulintherapie haben sich digitale Insulinpens etabliert. Im Vergleich zu den herkömmlichen Pens haben sie den Vorteil einer besseren Dokumentation, sie unterstützen beim Berechnen der Bolusdosis und sie helfen bei der Beurteilung der Therapieadhärenz. In einer pädiatrischen Studie führte die Verwendung von digitalen Insulinpens sogar zur Reduktion von Hypoglykämien und der Zeit unterhalb des Zielbereiches (Time below range – TBR) (15). Im pädiatrischen Setting sollte im Rahmen der intensivierten Insulintherapie der digitale Insulinpen angeboten werden.

Die Insulinpumpe ist eine weitere Therapiemöglichkeit. In einigen Studien wurden zu Beginn eine verbesserte Lebensqualität (Quality of Life - QoL) beobachtet. Auch der HbA1c-Wert zeigte eine leichte Verbesserung. Weiters wurde von weniger schweren Hypoglykämien und weniger diabetischen Ketoazidosen (DKA) berichtet. Die Insulinpumpe sollte nach der Diagnosestellung bei Kindern und Jugendlichen so früh wie möglich angeboten werden (3).

Die Verwendung der kontinuierlicher Glukosemesssysteme (CGM) stellt eine weitere Therapieergänzung dar. CGM hat das Management von DM1 bei Kindern und Jugendlichen deutlich verbessert. Die Anwendung von CGM konnte das Risiko von schweren Hypoglykämien und Ketoazidosen (DKA) im Vergleich zu Blutzuckerselbstkontrollen signifikant reduzieren (16).

Körperliche Aktivität bzw. Sport ist ein wichtiger Bestandteil der Therapie. Sport wirkt sich nicht nur positiv auf den Körper aus, sondern fördert auch die mentale Gesundheit und das psychische Wohlbefinden. Die Entstehung psychischer Erkrankungen wie Depressionen oder Angststörungen kann durch regelmäßige Bewegung reduziert bzw. verhindert werden. Körperliche Aktivität steigert nachweislich das Wohlbefinden sowie das Selbstwertgefühl. Die zugrunde liegenden Mechanismen des anxiolytischen Effekts wurden in mehreren Studien beschrieben. Aktuelle Leitlinien empfehlen täglich mindestens 60 Minuten moderate bis hin intensive Aktivitäten. Die Auswahl reicht von Spazieren bis hin zu Laufen und Seilspringen. Ergänzend dazu sollte auf ein Kraft- und Beweglichkeitstraining nicht vergessen werden. Eine gezielte Schulung von Kindern und Eltern ist entscheidend, um körperliche Aktivität sicher und effektiv in den Alltag zu integrieren. Sie müssen über ein richtiges Verhalten und möglichen Gefahren wie

z.B. der Hypoglykämie aufgeklärt werden. Ein individuelles Therapiekonzept und eine Beratung sind entscheidend für eine hohe Therapieadhärenz (12, 17).

1.1.8 Hürden und Herausforderungen

DM1 ist mit zahlreichen Herausforderungen und Hürden verbunden, die sowohl die Betroffenen selbst als auch ihr Umfeld betreffen. Die Angst, in ihrer unterschiedlichen Ausprägung, spielt dabei eine zentrale Rolle. Die Angst vor Hypoglykämien (fear of hypoglycemia – FOH) gilt als eine der größten Barrieren im alltäglichen Diabetesmanagement. Sie kann die Therapieadhärenz negativ beeinflussen und in der Folge zu einer Verschlechterung der metabolischen Kontrolle führen. Betroffene streben aus Angst vor Unterzuckerung häufig höhere Blutzuckerwerte an oder sie meiden Situationen, die potenziell eine Hypoglykämie auslösen könnten, wie etwa körperliche Aktivität oder Sport (18, 19). Ein niedriger Fitnesszustand kann zusätzlich ein häufiger Hemmfaktor für die Teilnahme an sportlicher Aktivität sein (20).

Die Hauptursache für diese Angst ist die Unwissenheit. Viele wissen nicht, wie sie in bestimmten Situationen reagieren sollen. Auch die Sorge vor möglichen Spätkomplikationen stellt ein weiteres Hindernis dar (21).

Das tägliche Selbstmanagement des DM ist für alle Beteiligten herausfordernd. Es erfordert ständiges Mitdenken, Planen sowie das Berechnen von Kohlenhydraten und Insulindosen. Hinzu kommt, dass Angst vor Nadeln oder Spritzen bei manchen Betroffenen das Diabetesmanagement zusätzlich erschwert und die Adhärenz mindern kann (5).

Die Angst vor Komplikationen besorgt die Angehörigen, worauf sie dann auf die Betroffenen mehr Druck ausüben sich strikt an die Therapie zu halten. Diese gutgemeinte Geste der Angehörigen stellt leider eine zusätzliche, mentale Belastung und einen psychischen Druck dar. Folglich leiden die Betroffenen an einem Diabetes-Distress (22, 23).

Die Verwendung diabetesspezifischer Geräte wie z.B. Insulinpumpen oder kontinuierlicher Glukosemesssysteme (CGMs) haben ihre Vorteile im Diabetesmanagement. Sie bringen jedoch, wenn auch selten, Infektion als Komplikation mit sich mit und verursachen bei den Betroffenen als Folge, eine Angst vor Infektionen. Zudem fühlen sich ein nicht unerheblicher Teil der Betroffenen

durch die Sichtbarkeit von allfälligen Devices (wie Insulinpumpen oder Sensoren) stigmatisiert (24).

1.2 Quality of life

Wie eine Untersuchung von 2021 ergab, hat die Lebensqualität bzw. „Quality of Life“ (QoL) keine einheitliche Definition. Auch dessen Domänen bzw. Dimensionen werden verschieden eingeteilt, abhängig vom verwendeten Messinstrument bzw. Fragebogen. Selbst unzählige Studien, dessen Ziel die Messung der Lebensqualität war, präsentierten nur ihre Ergebnisse - jedoch stellten die wenigsten eine Definition der Lebensqualität zur Verfügung. Weiters wird in einigen Studien von einer gesundheitsbezogenen Lebensqualität („health-related quality of life“ – HRQOL) gesprochen. Man kann davon ausgehen, dass zwischen zwei verschiedene Formen der Lebensqualität unterschieden wird, die gesundheitsbezogene und normale bzw. allgemeine Lebensqualität (25).

Orientiert man sich nach der WHO-Definition, dann wird die allgemeine Lebensqualität als die individuelle Wahrnehmung der eigenen Stellung im Leben im Kontext der jeweiligen Kultur und Wertesystems beschrieben, in Bezug auf die persönlichen Ziele, Erwartungen, Standards und Sorgen (26). Das von der WHO entwickelte Messinstrument zur Erhebung der Lebensqualität „WHOQOL-BREF“ deckt vier Domänen ab, die Domäne der physischen Gesundheit, die Domäne der psychologischen Gesundheit, die Domäne der sozialen Beziehungen und die Domäne der Umwelt. Mit der Umweltdomäne werden die Lebensumstände der Patient*innen näher betrachtet (27).

Weitere gängige standardisierte Fragebögen sind z.B. der SF-36, der EQ-5D-5L, der DQoL sowie der PedsQL, welcher speziell für den pädiatrischen Gebrauch gedacht ist.

Der „Short-Form 36“ (SF-36) Fragebogen bestehend aus 36 Fragen deckt 8 verschiedene Dimensionen ab. Damit kombiniert er zusammenfassend die physischen und psychischen Aspekte. Oft wird er in Kombination mit krankheitsspezifischen Messinstrumenten verwendet (28).

Der „EQ-5D-5L“ Fragebogen bewertet die Lebensqualität von Personen unabhängig ihrer Erkrankung und deckt 5 verschiedene Dimensionen ab, nämlich

die Mobilität, die Selbstversorgung, die alltäglichen Tätigkeiten, Schmerzen / Beschwerden und Angst bzw. Niedergeschlagenheit (29).

Der „Diabetes Quality of life“ (DQoL) Fragebogen ist explizit für Diabetespatient*innen gedacht. In seiner überarbeiteten Version setzt er sich aus 13 Items zusammen und deckt drei Dimensionen - die Zufriedenheit, die Auswirkung und die Sorgen- ab (30).

Der „Pediatric Quality of Life Inventory“ (PedsQL) Fragebogen ist ein multidimensionales Instrument zur Erfassung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität (HRQoL) von gesunden, als auch akut bzw. chronisch kranken Kindern und Jugendlichen im Alter von 2 bis 18 Jahren. Er setzt sich aus 23 Items zusammen und deckt vier Dimensionen ab (physisch, emotional, sozial und schulisch). Er ist altersgerecht gestaffelt und es gibt zwei Varianten, die Kinderselbstauskunft und die Elternauskunft (31).

1.3 Forschungsfrage und Ziele

Diese Diplomarbeit setzt sich mit dem Einfluss körperlicher Aktivität auf die Lebensqualität von Kindern und Jugendlichen mit DM1 auseinander und soll folgende Fragestellungen behandeln:

- Wie wirkt sich ein 4-wöchiges Leichtathletik- Training bei Jugendlichen mit Typ 1 Diabetes auf die Lebensqualität aus und sind die für die Studie verwendeten Fragebögen eine suffiziente Erhebungsmethode?
- Wie kann man Lebensqualität in Bezug auf Sportinterventionen im Rahmen wissenschaftlicher Studien messen?
- Wie kann man Lebensqualität in Bezug auf Sportinterventionen im täglichen und wissenschaftlichen Setting bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen mit Typ 1 Diabetes messen

2 Material und Methoden

Bei der ChildFit1 Studie handelt es sich um eine multizentrische, prospektive, randomisierte kontrollierte Studie (RCT). Die adoleszenten Teilnehmer*innen mit DM1 wurden nach dem Zufallsprinzip in zwei Gruppen eingeteilt, einer Interventionsgruppe (EX) und einer Kontrollgruppe (IT). Beide Gruppen wurden intensiv-therapeutisch betreut, inklusive einer telemedizinischen Betreuung. Die Interventionsgruppe führte jedoch während der vierwöchigen Interventionsphase zusätzlich ein strukturiertes Leichtathletiktraining, bestehend aus drei Trainingseinheiten pro Woche, durch.

Das primäre Ziel der Studie war die Untersuchung, wie zusätzliches Sporttraining sich auf die Blutzuckereinstellung auswirkt. Die Ergebnisse der ChildFit1 Hauptstudie zeigen, dass die Kombination aus Leichtathletiktraining und intensivierter Diabetesbetreuung bei Jugendlichen mit DM1 zu einer signifikanten Verbesserung der Glukosekontrolle führen kann (32).

In der Interventionsgruppe (EX-Gruppe) stieg der Anteil der Zeit im Zielbereich (Time in Range, TIR: 70–180 mg/dL) signifikant von 69 % ± 13 % (T2) auf 72 % ± 11 % (T3; $p = 0,049$). In der Kontrollgruppe (IT-Gruppe) war hingegen kein signifikanter Anstieg erkennbar (von 59 % ± 22 % auf 62 % ± 16 %; $p = 0,399$).

Die Zeit im Bereich milder Hypoglykämie (Time Below Range, TBR1: 54–69 mg/dL) lag in beiden Gruppen unter 4 %. In der EX-Gruppe blieb dieser Wert stabil (T2: 2,0 % ± 1,7 %; T3: 1,9 % ± 1,1 %; $p = 0,999$), während in der IT-Gruppe ein signifikanter Rückgang beobachtet wurde (T2: 3,1 % ± 1,9 %; T3: 2,0 % ± 0,8 %; $p = 0,017$).

Auch beim HbA1c-Wert zeigte sich in der EX-Gruppe eine signifikante Verbesserung von 7,0 % ± 0,5 % (T2) auf 6,8 % ± 0,4 % (T3; $p = 0,042$). In der IT-Gruppe blieb der HbA1c-Wert unverändert (T2: 7,4 % ± 1,2 %; T3: 7,3 % ± 1,1 %; $p = 0,400$).

Die Glukosevariabilität war in der EX-Gruppe ebenfalls signifikant reduziert: von 55 mg/dL ± 11 mg/dL (T2) auf 51 mg/dL ± 10 mg/dL (T3; $p = 0,011$). In der IT-Gruppe zeigte sich kein signifikanter Unterschied (T2: 70 mg/dL ± 24 mg/dL; T3: 63 mg/dL ± 18 mg/dL; $p = 0,186$).

Zusätzlich konnte in der EX-Gruppe postinterventionell eine signifikante Zunahme der fettfreien Körpermasse beobachtet werden. In der IT-Gruppe blieben signifikante anthropometrische Veränderungen aus (32).

Die Auswirkung auf die Lebensqualität stellt die Sekundäranalyse der Studie dar. Hierzu wurden standardisierte Erhebungsmethoden verwendet (DMQ-, PANAS- und IPAQ-Fragebogen): beim Screening (T1), bei der Visite vor der Intervention (T2) und bei der Visite nach der Intervention (T3), welche somit auch die Grundlage dieser Diplomarbeit bilden.

2.1 Studienpopulation

An der Medizinischen Universität Graz und der Universität Bayreuth wurden Teilnehmer*innen entsprechend den Ein- und Ausschlusskriterien in die Studie aufgenommen. Die Rekrutierung erfolgte über lokale Ärzt*innen, Arztpraxen und Krankenhäuser, sowie über Schulen und Sportvereine und durch Anzeigen in lokalen Zeitungen und sozialen Medien.

Die Teilnehmer*innen wurden in zwei Gruppen eingeteilt.

- Gruppe (IT): n= 10 Personen mit DM1 unter einer intensivierten Behandlungstherapie.
- Gruppe (EX): n= 8 Personen mit DM1 unter einer intensivierten Behandlungstherapie und zusätzliches Leichtathletiktraining.

2.1.1 Einschlusskriterien

- Einverständniserklärung der teilnehmenden Person und der Eltern bzw. der gesetzlichen Vertretung.
- Bestehende Diagnose des DM1 seit mindestens 1 Jahr.
- Bestehende Insulintherapie mittels Insulinpen (täglich multiple Injektionen) oder kontinuierliche subkutane Insulinpumpe. Pumpen mit Automatikmodus mussten für die gesamte Studiendauer auf den manuellen Modus umgestellt werden.
- Männliche oder weibliche Personen im Alter von 10-17 Jahren.
- HbA1c < 12% beim Screening
- Body Mass Index (BMI) zwischen der 10. und 90. Perzentile der jeweiligen Geschlechts- und Altersgruppe.

2.1.2 Ausschlusskriterien

- Die Teilnahme in anderen Studien.
- Regelmäßiger Vereinssport (> 1x Woche) der eine zusätzliche körperliche Belastung während der Studie darstellen würde (Schulsport ist ausgenommen).
- Die Verwendung von Insulinpumpen mit hybrid/closed loop Technologie oder die Unwilligkeit die Pumpe im manuellen Modus für die Studie zu betreiben.
- Hypoglykämische Wahrnehmungsstörung via Gold-Score.
- Frühere klinisch relevanten Hypoglykämien oder eine diabetische Ketoazidose (DKA), bei der Hilfe von Dritten notwendig war, in den vergangenen 6 Monaten.
- Kinder und Jugendliche/Adoleszente mit fehlender Einverständniserklärung der Eltern oder gesetzlicher Vertretung.
- Bekannte oder vermutete Überempfindlichkeit gegenüber Testprodukten oder verwandten Produkten.
- Personen, die an einer lebensbedrohlichen Erkrankung leiden oder eine Vorgeschichte haben (z.B. Krebs, der nicht komplett remissionsfähig ist, mit Ausnahme von Basalzellkarzinom oder Plattenepithelkarzinom) oder an klinisch schweren Erkrankungen leiden, die nach Einschätzung des Prüfarztes, die Studienergebnisse direkt beeinflussen. Das schließt Personen mit DM1 oder Personen mit Medikamenteneinnahme, die den Stoffwechsel beeinflussen (z.B. Statine) oder das Herz-Kreislauf-System (z.B. Asthmaspray) solange die Therapie stabil ist und sie nicht während der gesamten Studie angepasst werden muss, nicht aus. Weiters werden Personen mit Zöliakie (oder ähnlichen Erkrankungen oder Allergien), solange die Erkrankung stabil ist und die Person keine zusätzliche spezifische Medikation (z.B. Kortison) braucht und sie in der Lage ist ihre spezifische (z.B. glutenfreie) Diät einzuhalten, nicht ausgeschlossen.
- Kinder, die nicht selbstständig ihren Blutzuckerspiegel regulieren können (nach Einschätzung des Prüfarztes) und deren Eltern nicht anwesend sein können, um sie während den körperlichen Übungen zu unterstützen.
- Personen mit einer Herzfrequenz < 50 Schläge/min beim Screening (nach einer 5-minütigen Ruhepause in liegender Position).

- Der systolische oder diastolische Blutdruck beim Screening (nach einer 5-minütigen Ruhepause in liegender Position) liegt in der 95. Perzentile oder höher in der jeweiligen Geschlechts-, Alters- und Körpergrößengruppe von Kindern in Deutschland (Hypertonieschwelle; ausgenommen Weißkittelhypertonie; folglich, wenn eine wiederholte Messung bei der zweiten Screening-Visite Werte innerhalb dieses Bereiches anzeigt, dann kann die Person in die Studie aufgenommen werden. Dieses Ausschlusskriterium gilt auch bei Personen, die blutdrucksenkende Medikamente einnehmen.
- Signifikant abnormales EKG beim Screening, nach Einschätzung des Prüfarztes.
- Jegliche chronische (metabolische-) Störung oder schwere Erkrankung (außer DM1), die nach Einschätzung des Prüfarztes die Sicherheit der teilnehmenden Person oder die Einhaltung des Protokolls gefährden könnte.
- In der Vorgeschichte mehrere und/ oder schwere Allergien gegen Medikamente oder Nahrungsmittel. Oder eine Vorgeschichte schwerer anaphylaktischer Reaktionen.
- Personen mit geistiger Behinderung oder Sprachbarrieren, die ein angemessenes Verständnis oder eine Mitarbeit verhindern, oder die nach Ansicht ihres Hausarztes oder des Prüfarztes die kognitiven oder sprachlichen Anforderungen der Studie nicht erfüllen können.
- Potenziell nicht-compliance oder unkooperative Personen nach Einschätzung des Prüfarztes.
- Jeder Zustand, der nach Einschätzung des Prüfarztes, die Teilnahme an der Studie oder die Auswertung der Ergebnisse beeinträchtigen würde.
- Frauen im gebärfähigen Alter, die schwanger sind, stillen oder eine Schwangerschaft planen oder keine adäquaten Verhütungsmethoden anwenden (geeignete Verhütungsmethoden umfassen Sterilisation, hormonelle Intrauterinpressare, orale Kontrazeption, sexuelle Abstinenz oder vasktomierten Partner).

2.2 Studiendesign

Die ChildFit1 Studie erstreckte sich über einen Zeitraum von insgesamt zehn Wochen. In der ersten Woche wurden die Studienteilnehmer*innen im Rahmen des Screenings gemäß den festgelegten Ein- und Ausschlusskriterien rekrutiert. Nach der vierwöchigen Kontrollphase fand die erste Kontrollvisite statt. Hier wurden die Teilnehmer*innen per Randomisierung der jeweiligen Gruppe (IT oder EX) zugeteilt. Während der gesamten Studiendauer wurden beide Gruppen intensiv medizinisch vom Studienarzt PD Dr. Dr. Aberer von der Medizinischen Universität Graz betreut. Nur die EX-Gruppe absolvierte zusätzlich während der vierwöchigen Interventionsphase drei Trainingseinheiten pro Woche. Dieses 60-minütige Kinderleichtathletiktraining setzte sich aus Aufwärmen, Dehnen, Koordinationsübungen, Laufen, Springen und Werfen zusammen. Alle Teilnehmer*innen trugen während der Trainingseinheit eine Pulsuhr. Vor jeder Trainingseinheit wurde der Blutzucker kontrolliert. Die Teilnahme am Training war nur bei einem Blutzuckerspiegel zwischen 126 mg/dL und 270 mg/dL erlaubt.

Im Falle eines Wertes von unter 126 mg/dL, erfolgte eine dokumentierte Korrektur mit Fruchtsaft oder Traubenzucker. Lag danach der Wert im gewünschten Zielbereich, dann war eine Teilnahme am Training möglich. Bei Blutzuckerwerten über dem Zielbereich wurde zusätzlich eine Ketonkörperbestimmung im Blut durchgeführt. Bei einer Ketonkörperkonzentration über 1,5mmol/L wurde die betroffene Person vom Training ausgeschlossen. Ansonsten wurde der Blutzucker bei Bedarf mittels Bolusinsulin angepasst. Nach dem Training durfte der Blutzuckerwert 70 mg/dL nicht unterschreiten. Die Teilnehmer*innen wurden im Vorfeld über potenzielle Hypoglykämien aufgeklärt und darauf aufmerksam gemacht. Eine Mindestanwesenheit von 9/12 Trainingseinheiten war erforderlich, um für die Studie berücksichtigt zu werden. Abgeschlossen wurde die Interventionsphase mit der Abschlussvisite. Die Studienteilnehmer*innen wurden gebeten zu den drei Zeitpunkten, beim Screening (T1), bei der Kontrollvisite (T2) und bei der Abschlussvisite (T3) die Fragebögen (DMQ, PANAS und IPAQ) auszufüllen.

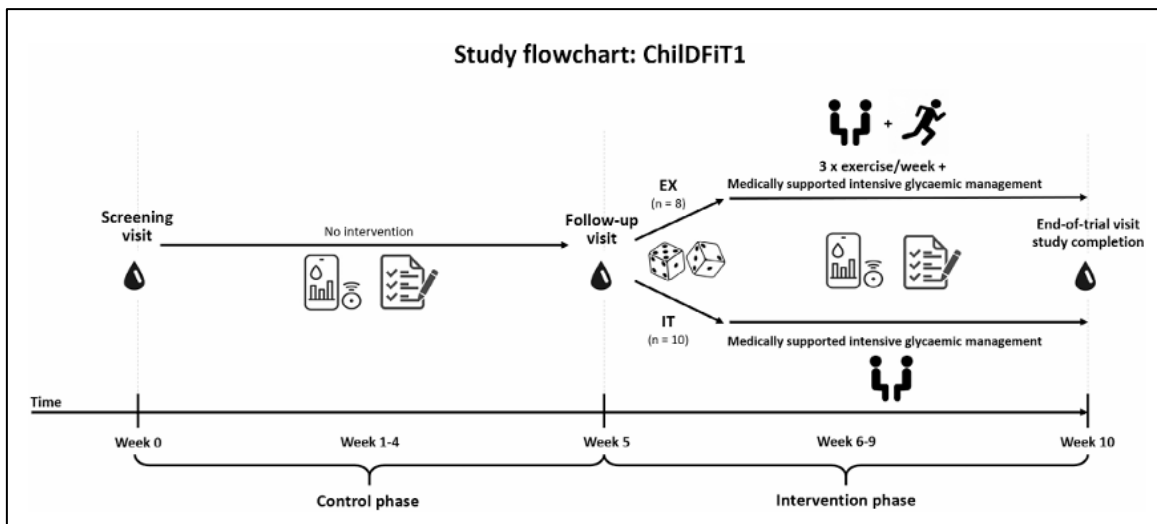


Abbildung 1: Studienverlauf von der ChildFit1 Studie (32)

2.3 DMQ-Fragebogen

Der „Diabetes Management Questionnaire“ (DMQ) ist ein standardisiertes Instrument zur Erfassung der Adhärenz bei Kindern und Jugendlichen im Alter von 8-18 Jahren. Insgesamt umfasst er 20 Items, die fünf Bereiche abdecken (33):

1. die körperliche Aktivität
2. die Ernährung
3. Hypoglykämien
4. Hyperglykämien
5. Blutzuckerkontrollen

Die Beantwortung der einzelnen Items erfolgt auf einer Likert-Skala von 0-4 entsprechend den Antwortoptionen „fast nie“, „manchmal“, „die Hälfte der Zeit“, „meistens“ und „fast immer“. Die einzige Ausnahme stellt Item Nr. 17 dar, welches zusätzlich „nicht zutreffend“ als Antwortoption enthält. Zur Berechnung des DMQ-Scores wird zunächst die Summe aller Items gebildet (DMQ-Summe) und danach auf 100% hochskaliert. Zuvor müssen jedoch bei den Items Nr. 8, 9, 10, 14, 18 und 20 der „inverse-Score“ gebildet werden, bevor sie summiert werden.

Mittels folgender Formel erfolgt die Hochskalierung auf 100 Prozent:

$$DMQ\text{-Score} = DMQ\text{-Summe} \times (25 / [Anzahl\ der\ beantworteten\ Items, idR.\ 20])$$

In den von uns verwendeten deutschen Version des DMQ-Fragebogens war die Skalierung bei der Antwortauswahl irrtümlich von 1-5 anstelle der vorgesehenen Skala 0-4 falsch angegeben. Dieser Fehler wurde jedoch im Zuge der Datenverarbeitung manuell korrigiert und die Daten dementsprechend ausgewertet.

2.4 PANAS-Fragebogen

Der PANAS-Fragebogen (Positive and Negative Affect Schedule) ist ein Instrument zur Erfassung des Affekts bzw. des psychischen Wohlbefindens. Er besteht aus 20 Adjektiven, die in zehn positive (PA) und zehn negative Affekte (NA) eingeteilt. Die einzelnen Items sind in zufälliger Reihenfolge aufgelistet und jedes Item kann mit 1-5 entsprechend den Antwortoptionen „gar nicht“, „ein bisschen“, „einigermaßen“, „erheblich“ und „äußerst“ beantwortet werden. Dabei geben die Befragten an, inwieweit das jeweilige Adjektiv ihren aktuellen Gemütszustand beschreibt. Zur Auswertung können entweder Summenscores (zwischen 10 und 50) oder Mittelwerte (zwischen 1 und 5) für jede der beiden Affektskalen berechnet werden (34).

- Items des positiven Affekts: aktiv, interessiert, freudig erregt, stark, angeregt, stolz, begeistert, wach, entschlossen, aufmerksam
- Items des negativen Affekts: bekümmert, verärgert, schuldig, erschrocken, feindselig, gereizt, beschämt, nervös, durcheinander, ängstlich

2.5 IPAQ-Fragebogen

Der IPAQ-Fragebogen (International Physical Activity Questionnaire) dient der Erfassung des Ausmaßes der körperlichen Aktivität (35). Er umfasst insgesamt sieben Items, die sich auf unterschiedliche Aktivitätsintensitäten beziehen: jeweils zwei Fragen erfassen intensive und moderate Aktivität, zwei weitere beziehen sich auf leichte Aktivität in Form von Gehen und eine Frage erhebt die durchschnittliche Sitzzeit pro Tag. Anhand der ersten sechs Fragen kann man das Aktivitätsniveau in MET-Minuten/Woche berechnen. Sie wird mit folgender Formel berechnet:

- $\text{MET} = (\text{Intensive Trainingsminuten pro Woche} \times 0,8) + (\text{moderate Trainingsminuten pro Woche} \times 0,4) + (\text{Leichte Trainingsminuten pro Woche} \times 0,3)$

2.6 Statistische Analysen und Überlegungen

Die erhobenen Daten wurden mit Hilfe von Microsoft Excel 365 und IBM SPSS Statistics Version 29 verarbeitet, analysiert, ausgewertet und grafisch dargestellt.

Für vergleichende Analysen sind zumindest zwei Messzeitpunkte erforderlich. Daher wurden im Rahmen dieser Diplomarbeit nur Teilnehmer*innen berücksichtigt, die diese Anforderung auch erfüllten. Infolgedessen reduzierte sich die gesamte Stichprobengröße von initial 18 auf 16 Teilnehmer*innen (jeweils 8 pro Gruppe). Um den Datenverlust für weitere Analysen möglichst gering zu halten, wurde mit paarweisem Fallausschluss gearbeitet, da sonst bei den Analysen teils eine Gruppengröße von 4 Teilnehmer*innen zustande gekommen wäre. Aufgrund der kleinen Stichprobe wurde auf parametrische Tests verzichtet. Einerseits weil sie hierfür nicht robust genug sind und andererseits, um eine einheitliche Arbeitsweise zu gewährleisten. Die Normalverteilung mittels Shapiro-Wilk wurde getestet. Da eine Varianzhomogenität für nicht-parametrische Tests konsequenzlos ist, wurde auf den Levene-Test verzichtet. Für die Gruppenvergleiche kam der Mann-Whitney-U-Test zur Anwendung. Für Analysen zeitlicher Veränderungen innerhalb einer Gruppe wurde auf den Friedman-Test verzichtet, da dieser nur mit vollständigen Fällen arbeitet. Stattdessen wurde der Wilcoxon-Test mittels Holm-Korrektur verwendet. Für die Korrelationsanalysen wurde nach Spearman getestet. Zur Überprüfung der internen Konsistenz der einzelnen Items der Fragebögen (DMQ und PANAS) wurde der Cronbachs-Alpha bestimmt.

3 Ergebnisse

In diesem Kapitel werden die gewonnenen Ergebnisse präsentiert. Zunächst wird mittels deskriptiver Statistik die Gesamtstichprobe beschrieben. Anschließend wird die Verlässlichkeit der einzelnen Items der Fragebögen dargestellt, gefolgt von der Vorstellung der Baseline-Charakteristik. Dann werden die Gruppen hinsichtlich den Hauptvariablen miteinander verglichen. Hierfür werden zur Veranschaulichung Boxplots verwendet. Danach werden die Hauptvariablen in ihrem zeitlichen Verlauf pro Gruppe beschrieben. Dies wird mittels eines Liniendiagramm grafisch unterstützt. Abgeschlossen wird dieses Kapitel mit der Darstellung den Resultaten der Korrelationsanalyse und einer Zusammenfassung der gesamten Ergebnisse.

3.1 Stichprobenbeschreibung

Stichprobenbeschreibung				
Variable	Gesamt (N=16)	IT (n=8)	EX (n=8)	p-Wert
Alter (Jahren)	14,3 (SD±1,3)	14,4 (SD±1,6)	14,1 (SD±1)	0,645 (exakt)
Geschlecht n (%)				0,315 (2-seitig) - Fisher
männlich	9 (56,3%)	3 (37,5%)	6 (75%)	
weiblich	7 (43,8 %)	5 (62,5 %)	2 (25%)	

Tabelle 3: Stichprobenbeschreibung

Anmerkung: Es zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen hinsichtlich Alter oder Geschlecht (alle $p > 0,05$, Mann-Whitney-U- bzw. Fisher-Test). Lediglich in der Gruppe EX lag keine Normalverteilung vor ($p < 0,05$, Shapiro-Wilk-Test).

3.2 Überprüfung der Messverlässlichkeit

Um die interne Konsistenz der Fragebögen (PANAS und DMQ) zu bestimmen, wurde Cronbachs-Alpha für die einzelnen Items berechnet. Die Items des PANAS-Fragebogens wurden entsprechend ihrer Gliederung in positive (PA) und negative (NA) Affekte eingeteilt. Aus den folgenden Tabellen kann man entnehmen, dass die interne Konsistenz über alle Messzeitpunkten hinweg akzeptabel ($\alpha > 0,7$) bis gut bzw. hoch ($\alpha > 0,8$) einzustufen ist.

Cronbachs-ALPHA: 10x Items_PANAS_PA		
Zeit	α -Wert	gültige Fälle
T1	0,756	13
T2	0,753	12
T3	0,796	15

Tabelle 4: Cronbachs-Alpha der positiven Affekte zu den Zeitpunkten T1–T3

Cronbachs-ALPHA: 10x Items_PANAS_NA		
Zeit	α -Wert	gültige Fälle
T1	0,809	15
T2	0,878	12
T3	0,895	15

Tabelle 5: Cronbachs-Alpha der negativen Affekte zu den Zeitpunkten T1–T3

Cronbachs-ALPHA: 20x Items_DMQ		
Zeit	α -Wert	gültige Fälle
T1	0,743	9
T2	0,844	5
T3	0,826	11

Tabelle 6: Cronbachs-Alpha der DMQ-Items zu den Zeitpunkten T1–T3

Es ist wichtig anzumerken, dass die Anzahl der gültigen Fälle beim DMQ-Fragebogen durch das Item 17 beeinflusst wurde. Es war das einzige Item, das mit „nicht zutreffend“ beantwortet werden konnte. In der Datenverarbeitung wurde in solch einem Fall diese Antwortmöglichkeit im SPSS als fehlender Wert gewertet, wodurch die entsprechenden Fälle automatisch von der Analyse ausgeschlossen wurden. Eine andere Vorgehensweise hätte die Berechnung des Inverse-Scores beeinträchtigt.

3.3 Baseline-Charakteristik

Variable	Baseline-Charakteristik (T1)						
	Gesamt (N=15)	IT (n=8)	EX (n = 7)	Z-Wert	U-Wert	p-Wert	$r = z/\sqrt{N}$
PANAS_PA	15	3,62 (SD±0,67)	3,4 (SD±0,46)	-0,930	20	0,397	-0,24
PANAS_NA	15	2,35 (SD±0,63)	1,83 (SD±0,25)	-1,805	12,5	0,072	-0,47
DMQ-Score (%)	15	71,8 (SD± 8,4)	83,8 (SD± 11,6)	-1,853	12	0,072	-0,48
IPAQ MET-Min/Woche	15	3148 (SD±2445)	2770 (SD± 2045)	-0,231	26	0,867	-0,06
IPAQ Sitzzeit	14	454 (SD± 291), n=7	450 (SD±200)	-0,581	20	0,620	-0,16

Tabelle 7: Gruppenvergleich der Hauptvariablen zum Studienbeginn (T1)

Die Analyse der Baseline-Charakteristik (T1) diente der Überprüfung möglicher Unterschiede zwischen den beiden Gruppen zu Beginn der Studie. In den Hauptvariablen zeigten sich keine signifikanten Unterschiede. Lediglich beim negativen Affekt des Panas-Scores (PANAS_NA) gab es eine Tendenz zugunsten der IT – Gruppe ($U=12,5$ und $p=0,072$, Mann-Whitney-U) und beim DMQ-Score eine Tendenz zugunsten der EX-Gruppe ($U=12$ und $p=0,072$, Mann-Whitney-U-Test).

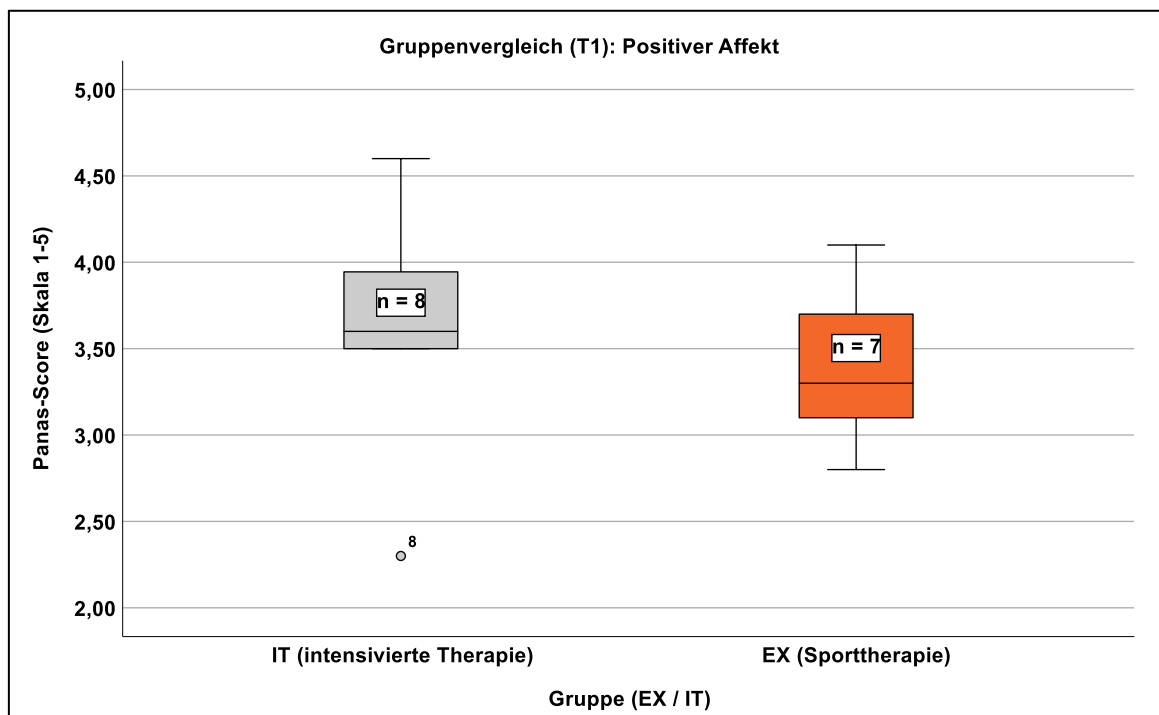


Abbildung 2: Gruppenvergleich positiver Affekte zum Studienbeginn (T1)

In diesem Boxplot werden die positiven Affekte (PANAS_PA) der beiden Gruppen gegenübergestellt. Die IT-Gruppe hat einen höheren Median (3,6) und schmalere Interquartilsabstand (IQA). Jedoch fällt die Spannweite mit dem Ausreißer (2,3) und dem Maximum (4,6) größer aus. Die EX-Gruppe hat einen niedrigeren Median (3,3) und eine etwas größeren IQA. Minimum liegt bei 2,8 und Maximum bei 4,1. Trotz dieser grafischen Unterschiede war der Gruppenunterschied statistisch nicht signifikant ($U=20$, $p=0,397$; Mann-Whitney-U-Test).

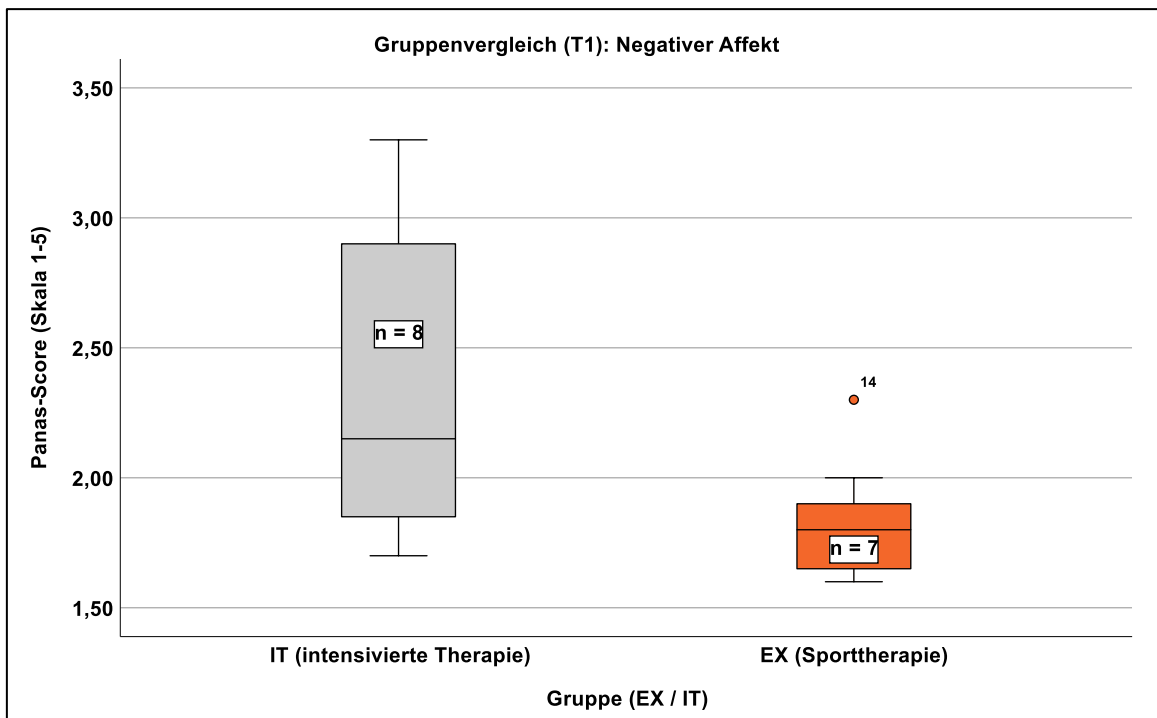


Abbildung 3: Gruppenvergleich negativer Affekte zum Studienbeginn (T1)

In diesem Boxplot werden die negativen Affekte (PANAS_NA) der beiden Gruppen gegenübergestellt. Die IT-Gruppe hat einen höheren Median (2,15). Sowohl der IQA als auch die Streuung (1,7 – 3,3) fallen wesentlich größer aus. Die EX-Gruppe hat einen niedrigeren Median (1,8) und einen sehr schmalen IQA. Auch mit dem Ausreißer (2,3) fällt hier die Streuung kleiner aus. Trotz dieser grafischen Unterschiede war der Gruppenunterschied statistisch nicht signifikant, jedoch ein mittlerer Effekt zugunsten der IT-Gruppe erkennbar (U=12,5, p=0,072, r=0,47; Mann-Whitney-U-Test).

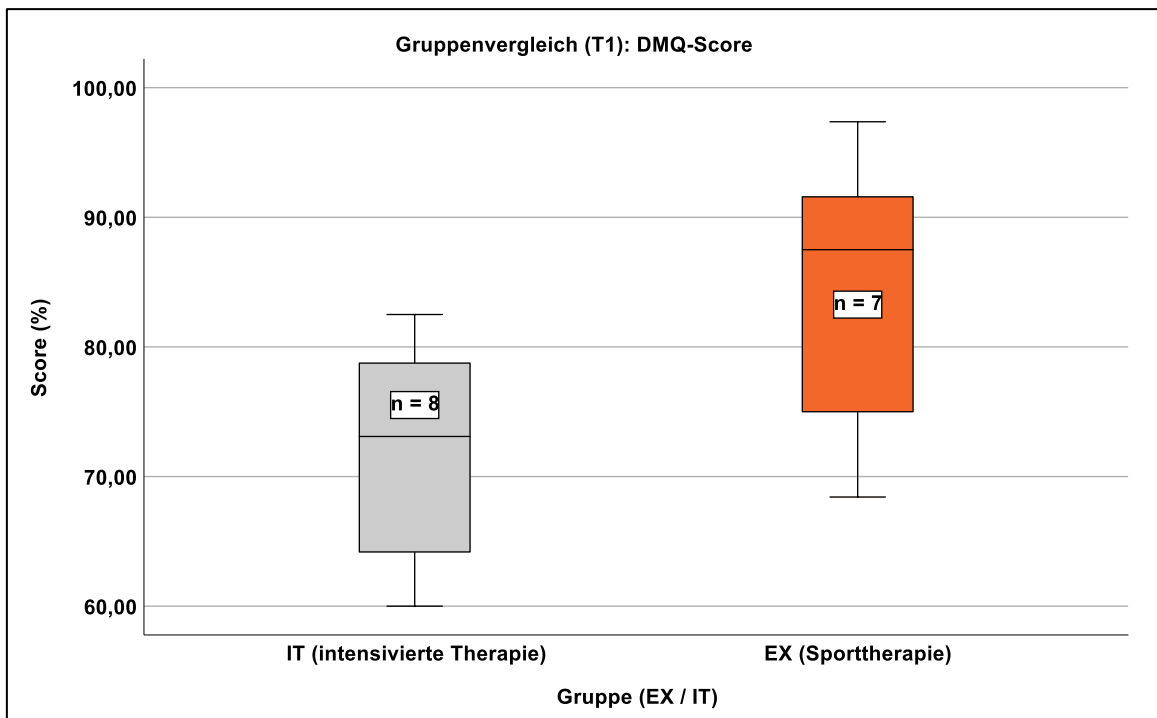


Abbildung 4: Gruppenvergleich des DMQ-Scores zum Studienbeginn (T1)

In diesem Boxplot wird DMQ-Score der beiden Gruppen gegenübergestellt. Die IT-Gruppe hat einen deutlich niedrigen Median (73). Der untere Whisker beginnt bei 60 und der obere Whisker geht bis 82,5. Die EX-Gruppe hat einen höheren Median (87,5) und einen etwas breiteren IQA eine größere Spannweite (68,4 – 97,4). Trotz dieser grafischen Unterschiede war der Gruppenunterschied statistisch nicht signifikant, jedoch ein mittlerer Effekt zugunsten der EX-Gruppe erkennbar ($U=12$, $p=0,072$, $r=0,48$; Mann-Whitney-U-Test).

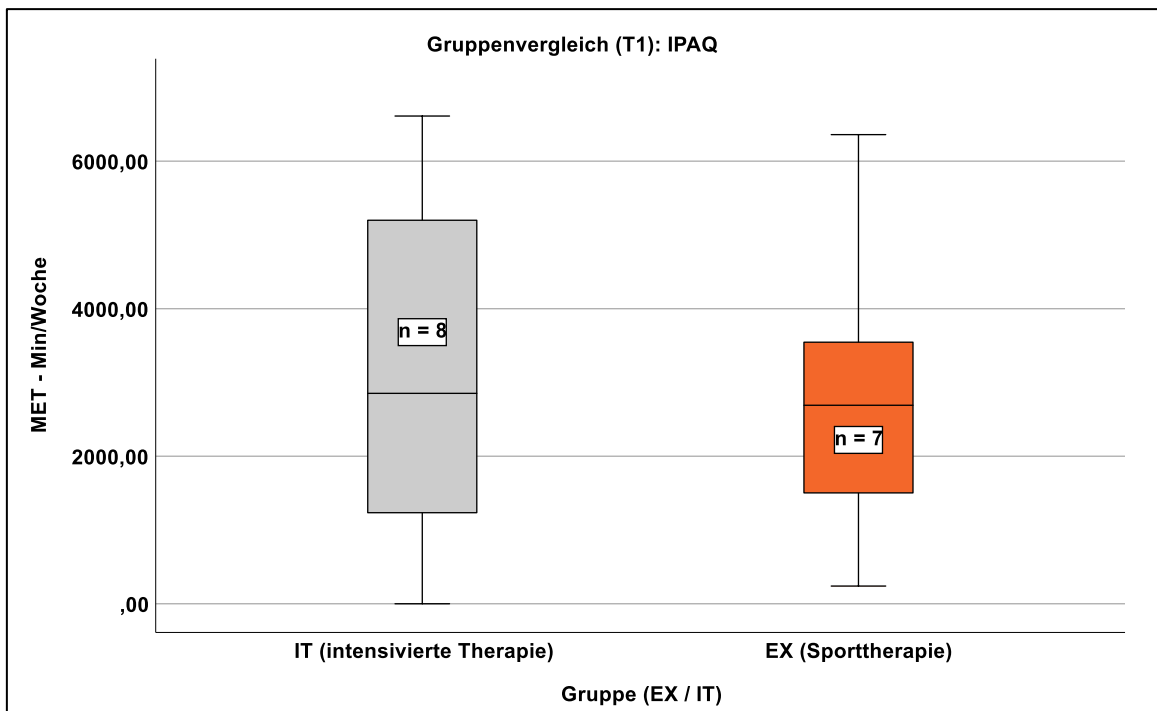


Abbildung 5: Gruppenvergleich des IPAQ-Aktivitätsniveaus zum Studienbeginn (T1)

In diesem Boxplot wird das Aktivitätsniveau gemäß IPAQ (MET-Minuten/Woche) der beiden Gruppen gegenübergestellt. Die IT-Gruppe hat einen grafisch marginal höheren Median (2852) und eine deutlich größere Streuung (0 – 6612). Auch der IQA fällt größer aus. Die EX-Gruppe hat einen niedrigeren Median (2691) und einen schmaleren IQA. Die Spannweite fällt etwas kleiner aus (24 – 6360). Trotz dieser grafischen Unterschiede war der Gruppenunterschied statistisch nicht signifikant ($U=26$, $p=0,867$; Mann-Whitney-U-Test).

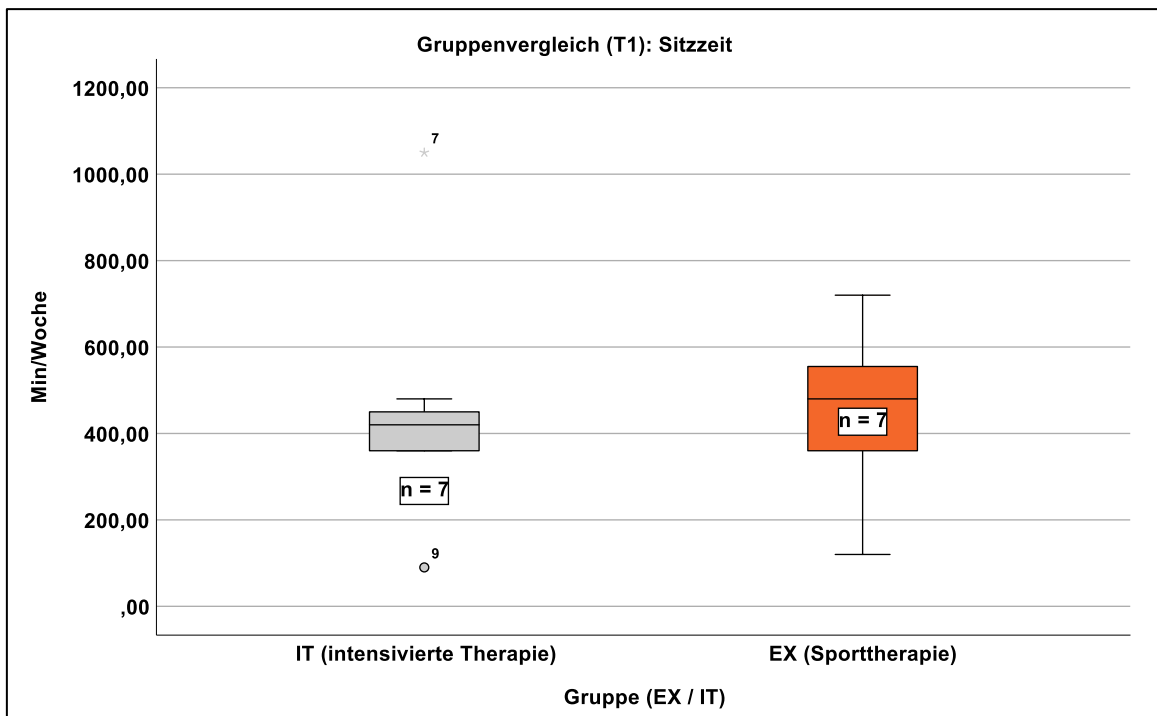


Abbildung 6: Gruppenvergleich der IPAQ-Sitzzeit zum Studienbeginn (T1)

In diesem Boxplot wird die Sitzzeit gemäß IPAQ (Minuten/Woche) der beiden Gruppen gegenübergestellt. Die IT-Gruppe hat einen grafisch etwas niedrigeren Median (420) und einen engeren IQA auf. Zudem ist ein Ausreißer (90) erkennbar. Die EX-Gruppe hat einen höheren Median (480) und breitere Streuung (120 – 720). Trotz dieser grafischen Unterschiede war der Gruppenunterschied statistisch nicht signifikant ($U=20$, $p=0,620$; Mann-Whitney-U-Test).

3.4 Gruppenvergleiche

Hier werden die Gruppen hinsichtlich ihrer Hauptvariablen einmal vor der Intervention und einmal nach der Intervention miteinander verglichen. Zuerst tabellarisch und dann grafisch mittels Boxplot.

3.4.1 Präinterventionelle Visite (T2)

Prä - Intervention (T2)							
Variable	Gesamt (N=12)	IT (n=6)	EX (n=6)	Z-Wert	U-Wert	p-Wert	r = z/√N
PANAS_PA	12	3,67 (SD±0,56)	3,53 (SD±0,56)	-0,321	16	0,818	-0,09
PANAS_NA	12	2,1 (SD±0,82)	1,67 (SD±0,39)	-0,806	13	0,485	-0,23
DMQ-Score (%)	12	76,7 (SD± 9,9)	82,5 (SD± 11)	-0,961	12	0,394	-0,28
IPAQ MET-Min/Woche	12	3067 (SD±1731)	5062 (SD±4051)	-0,480	15	0,699	-0,14
IPAQ Sitzzeit	10	420 (SD±56), n=5	540 (SD±216), n=5	-1,471	5,5	0,151	-0,47

Tabelle 8: Gruppenvergleich der Hauptvariablen vor der Intervention (T2)

Nach der vierwöchigen Kontrollphase gab es bei den Hauptvariablen keine statistisch signifikanten ($p > 0,05$; Mann-Whitney-U-Test) Unterschiede zwischen den beiden Gruppen.

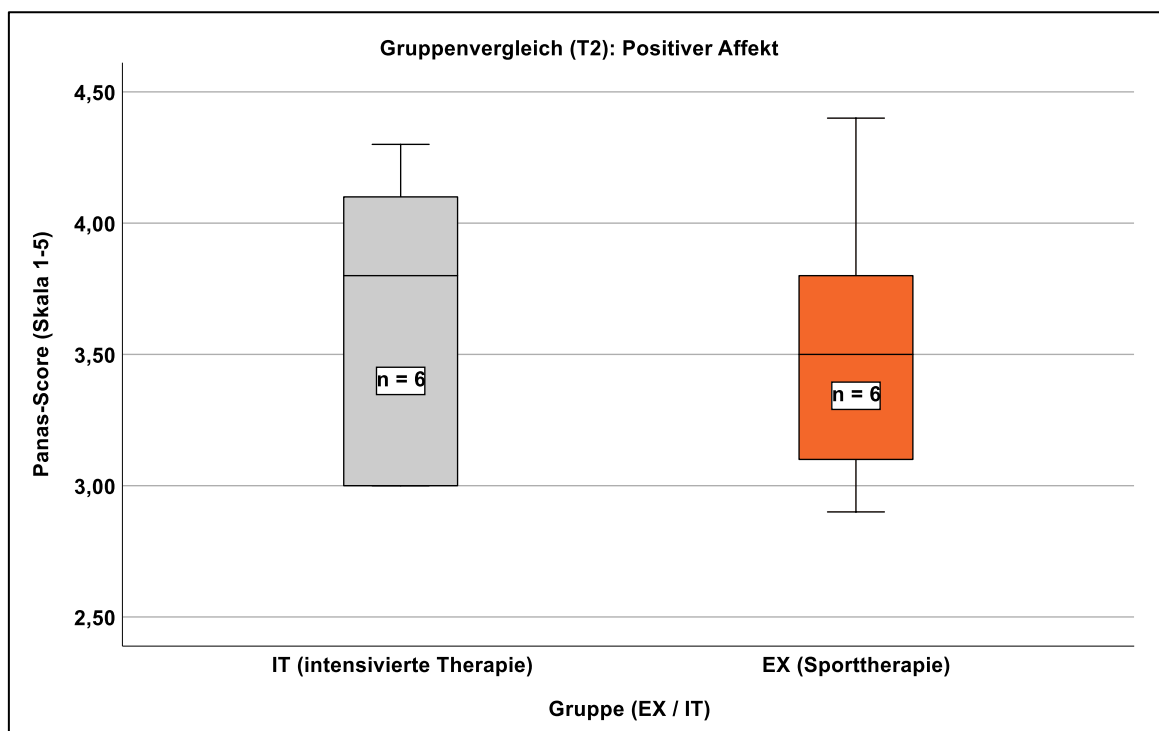


Abbildung 7: Gruppenvergleich positiver Affekte vor der Intervention (T2)

In diesem Boxplot werden die positiven Affekte (PANAS_PA) der beiden Gruppen gegenübergestellt. Die IT-Gruppe hat einen höheren Median (3,8) und deutlich breiteren Interquartilsabstand (IQA). Minimum liegt bei 3 und Maximum bei 4,3. Bei der EX-Gruppe fällt der Median (3,5) eher niedriger aus und der IQA ist auch wesentlich kleiner. Die Streubreite mit (2,9 - 4,4) fällt etwas größer aus. Trotz dieser

grafischen Unterschiede war der Gruppenunterschied statistisch nicht signifikant ($U=16$, $p=0,818$; Mann-Whitney-U-Test).

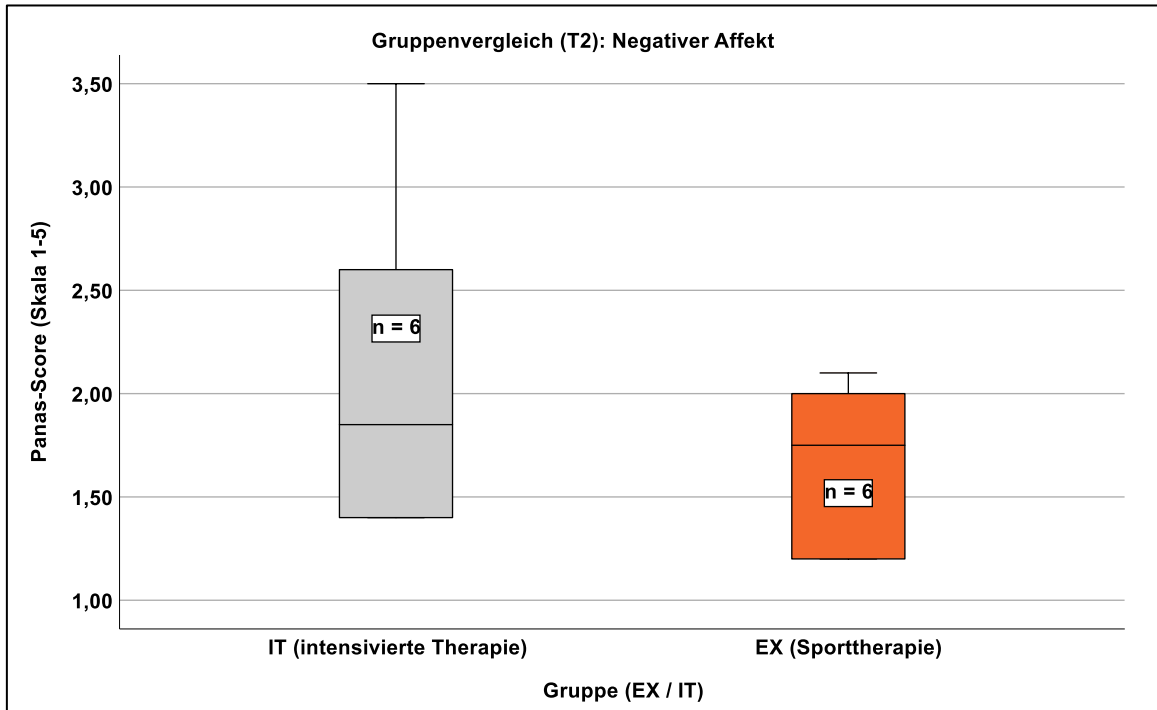


Abbildung 8: Gruppenvergleich negativer Affekte vor der Intervention (T2)

In diesem Boxplot werden die negativen Affekte (PANAS_NA) der beiden Gruppen gegenübergestellt. Die IT-Gruppe weist einen etwas höheren Median (1,85) und deutlich breiteren IQA auf. Mit der Streuung (1,4 – 3,5) verhält es sich gleich. Bei der EX-Gruppe fallen sowohl der Median (1,75), der IQA, als auch die Streuung (1,2 – 2,1) kleiner aus. Trotz dieser grafischen Unterschiede war der Gruppenunterschied statistisch nicht signifikant ($U=13$, $p=0,485$; Mann-Whitney-U-Test).

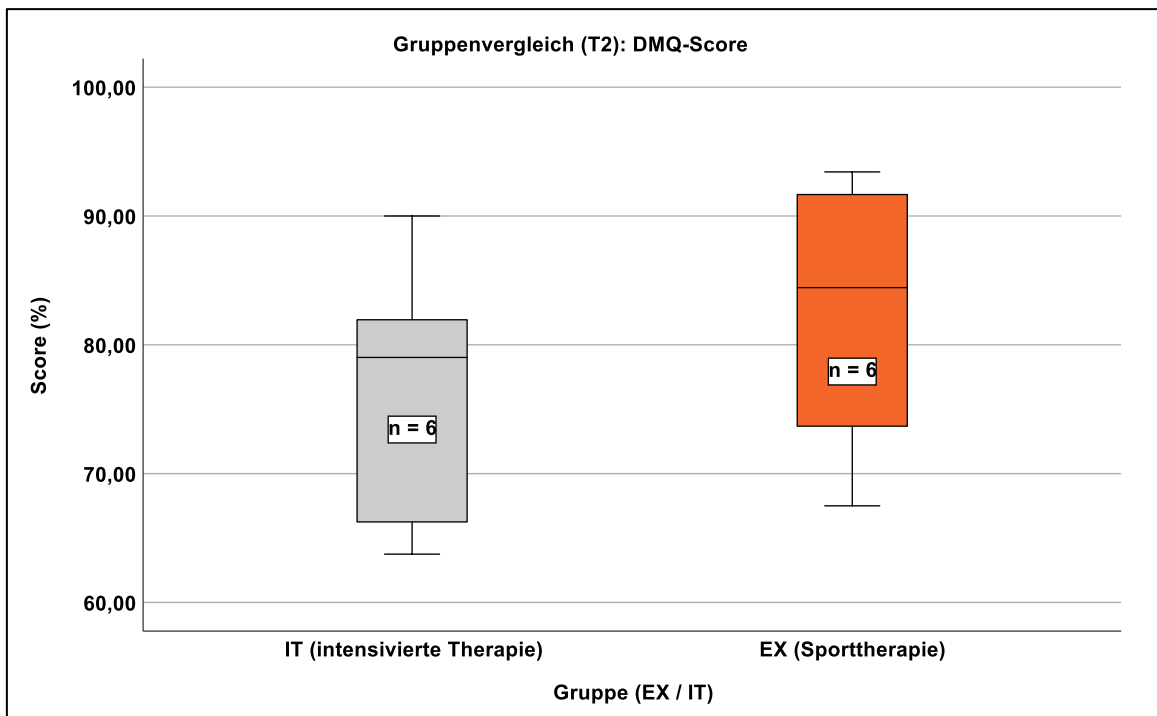


Abbildung 9: Gruppenvergleich des DMQ-Scores vor der Intervention (T2)

In diesem Boxplot wird der DMQ-Score der beiden Gruppen gegenübergestellt. Der Median (79) und der IQA fallen in der IT-Gruppe niedriger aus. Minimum liegt bei 63,8 und Maximum bei 90. Bei der EX-Gruppe ist der Median (84,4) etwas höher gelegen und der IQA leicht breiter. Die Streuung (67,5 – 93,4) ist vergleichbar, jedoch marginal kleiner. Trotz dieser grafischen Unterschiede war der Gruppenunterschied statistisch nicht signifikant ($U=12$, $p=0,394$; Mann-Whitney-U-Test).



Abbildung 10: Gruppenvergleich des IPAQ-Aktivitätsniveaus vor der Intervention (T2)

In diesem Boxplot wird das Aktivitätsniveau gemäß IPAQ (MET-Minuten/Woche) der beiden Gruppen gegenübergestellt. Die IT-Gruppe fällt in allen Dimensionen, inklusive IQA kleiner aus. Der Median liegt bei 2617 und die Spannweite reicht von 1412 – 5697. Die EX-Gruppe hat einen höheren Median (4326) und einen sehr breiten IQA. Auch die Spannweite (840 – 9918) fällt deutlich größer aus. Trotz dieser grafischen Unterschiede war der Gruppenunterschied statistisch nicht signifikant ($U=15$, $p=0,699$; Mann-Whitney-U-Test).

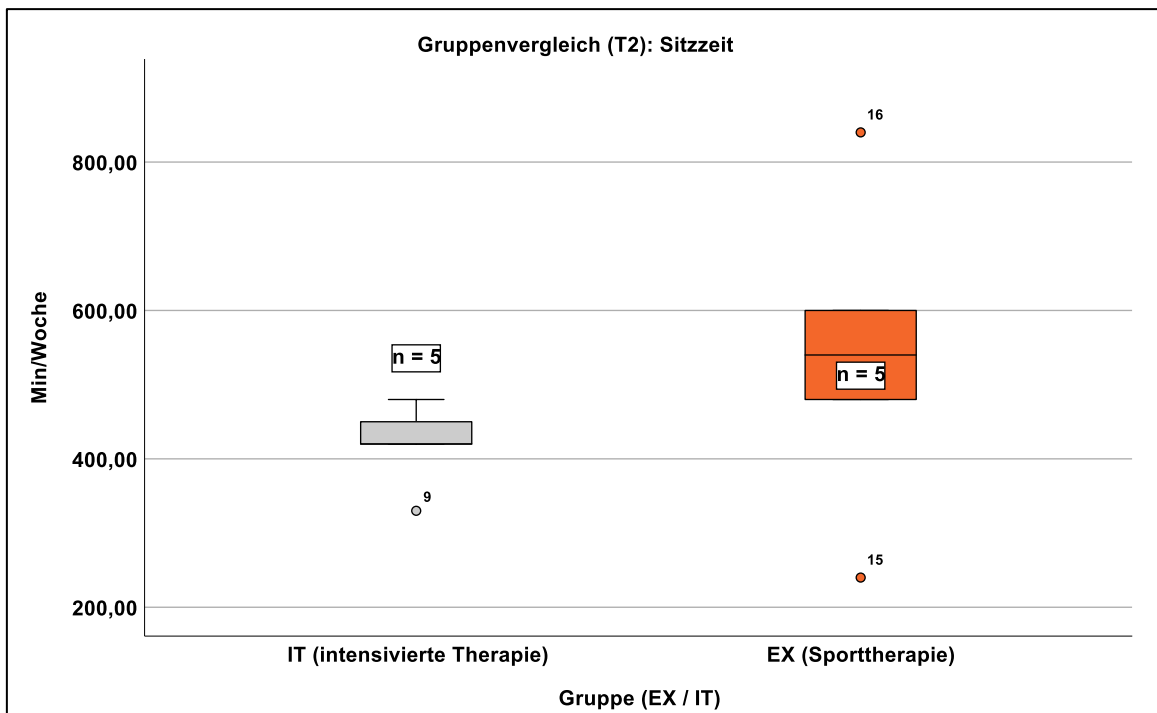


Abbildung 11: Gruppenvergleich der IPAQ-Sitzzeit vor der Intervention (T2)

In diesem Boxplot wird die Sitzzeit gemäß IPAQ (Minuten/Woche) der beiden Gruppen gegenübergestellt. Die IT-Gruppe hat einen deutlich niedrigeren Median (420) und einen engeren IQA auf. Die Spannweite (330 – 480) fällt deutlich geringer aus. Zudem ist ein Ausreißer erkennbar. Die EX-Gruppe zeigt hingegen einen höheren Median (540). Sowohl der IQA als auch die Spannweite (240 – 840) sind breiter. Außerdem sind Ausreißer sichtbar. Trotz dieser grafischen Unterschiede war der Gruppenunterschied statistisch nicht signifikant ($U=5,5$, $p=0,151$; Mann-Whitney-U-Test), jedoch deutete die Effektstärke ($r=-0,47$) auf einen mittleren Effekt zugunsten der EX-Gruppe hin.

3.4.2 Postinterventionelle Visite (T3)

Variable	Gesamt (N=16)	Post - Intervention (T3)		Z-Wert	U-Wert	p-Wert	r = z/√N
		IT (n=8)	EX (n=8)				
PANAS_PA	15	3,66 (SD±0,63)	3,79 (SD±0,55), n=7	-0,291	25,5	0,779	-0,08
PANAS_NA	15	2,1 (SD±0,97)	1,86 (SD±0,46), n=7	-0,058	27,5	0,955	-0,01
DMQ-Score (%)	16	73,4 (SD± 12,3)	83,1 (SD± 10,7)	-1,578	17	0,130	-0,39
IPAQ MET-Min/Woche	16	3577 (SD± 3386)	6412 (SD±5167)	-1,680	16	0,105	-0,42
IPAQ Sitzzeit	14	330 (SD±112), n=6	551 (SD±281)	-2,030	8,5	0,043	-0,54

Tabelle 9: Gruppenvergleich der Hauptvariablen nach der Intervention (T3)

Nach einer vierwöchigen Interventionsphase, bei der ausschließlich die EX-Gruppe zusätzliches Sporttraining ausübte, gab es zwischen den beiden Gruppen nur in einer Hauptvariable, bei der Sitzzeit einen statistisch signifikanten Gruppenunterschied mit einem großen Effekt zugunsten der EX-Gruppe ($U=8,5$, $p=0,043$; Mann-Whitney-U-Test und $r=-0,54$). Bei den Variablen DMQ-Score und IPAQ- Aktivitätsniveau gab es statistisch keine signifikanten Unterschiede, jedoch zeigten sich in beiden Variablen mittlere Effekte ($r=-0,39$ bzw. $r=-0,42$) zugunsten der EX-Gruppe.

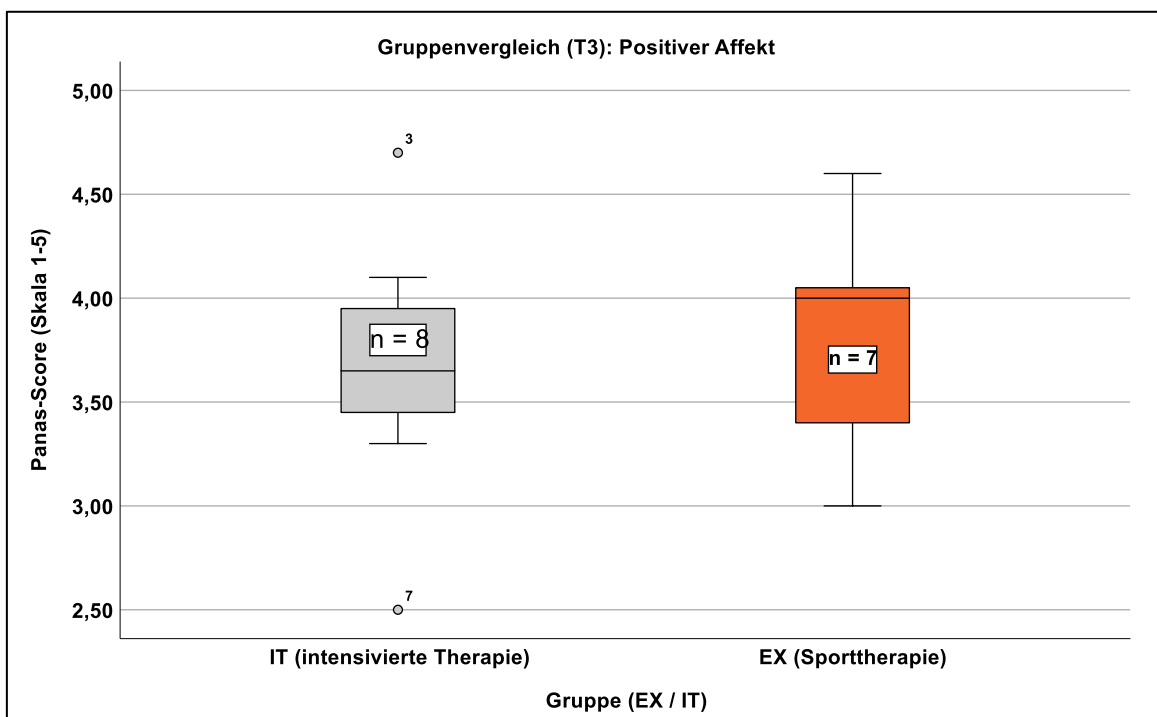


Abbildung 12: Gruppenvergleich positiver Affekte nach der Intervention (T3)

In diesem Boxplot werden die positiven Affekte (PANAS_PA) der beiden Gruppen gegenübergestellt. Mit 3,65 fällt in der IT-Gruppe der Median geringer aus. Die kleinere Spannweite reicht von 2,5 bis 4,7. Zudem sind zwei Ausreißer erkennbar. Bei der EX-Gruppe fällt der Median (4) höher aus. Der IQA und die Streuung (3 – 4,6) sind etwas breiter. Trotz dieser grafischen Unterschiede war der Gruppenunterschied statistisch nicht signifikant ($U=25,5$, $p=0,779$; Mann-Whitney-U-Test).

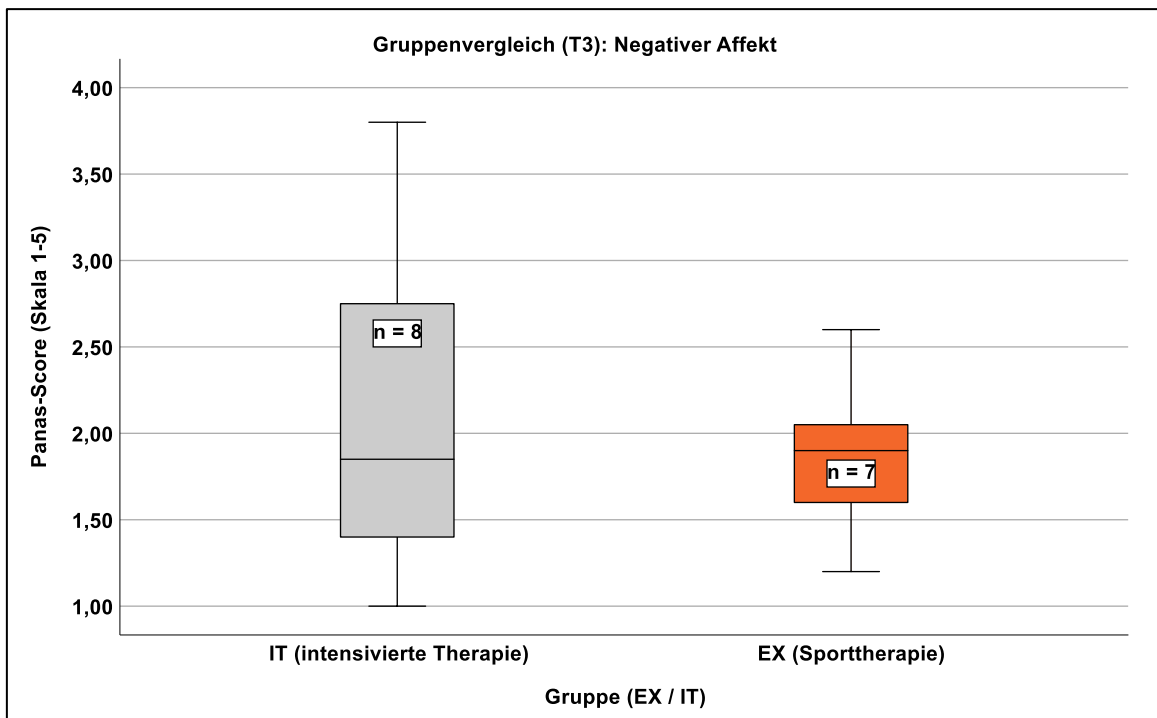


Abbildung 13: Gruppenvergleich negativer Affekte nach der Intervention (T3)

In diesem Boxplot werden die negativen Affekte (PANAS_NA) der beiden Gruppen gegenübergestellt. Die IT-Gruppe hat postinterventionell einen etwas niedrigeren Median (1,85), jedoch eine wesentlich breitere Streuung (1 – 3,8). Bei der EX-Gruppe fallen der Median (1,9) marginal höher aus und der IQA sehr schmal aus. Minimum liegt bei 1,2 und Maximum bei 2,6. Trotz dieser grafischen Unterschiede war der Gruppenunterschied statistisch nicht signifikant ($U=27,5$, $p=0,955$; Mann-Whitney-U-Test).

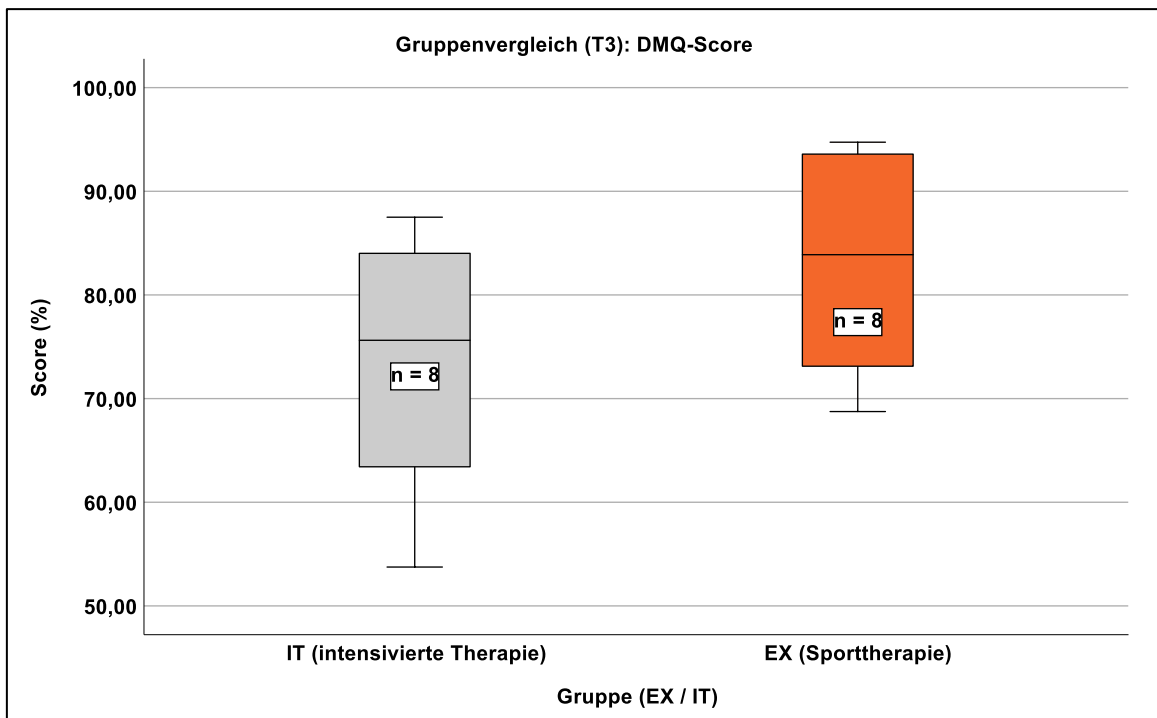


Abbildung 14: Gruppenvergleich des DMQ-Scores nach der Intervention (T3)

In diesem Boxplot wird der DMQ-Score der beiden Gruppen gegenübergestellt. Postinterventionelle liegt bei der IT-Gruppe der Median bei 75,6. Die Spannweite reicht von 53,8 bis 87,5. Bei der EX-Gruppe fällt der Median (83,9) merklich höher aus, während der IQA in beiden Gruppen grafisch ähnlich ausfällt. Jedoch ist die Spannweite (68,8 – 94,7) sichtbar kleiner. Trotz dieser grafischen Unterschiede war der Gruppenunterschied statistisch nicht signifikant ($U=17$, $p=0,130$; Mann-Whitney-U-Test), jedoch zeigte sich ein mittlerer Effekt zugunsten der EX-Gruppe ($r= -0,39$).

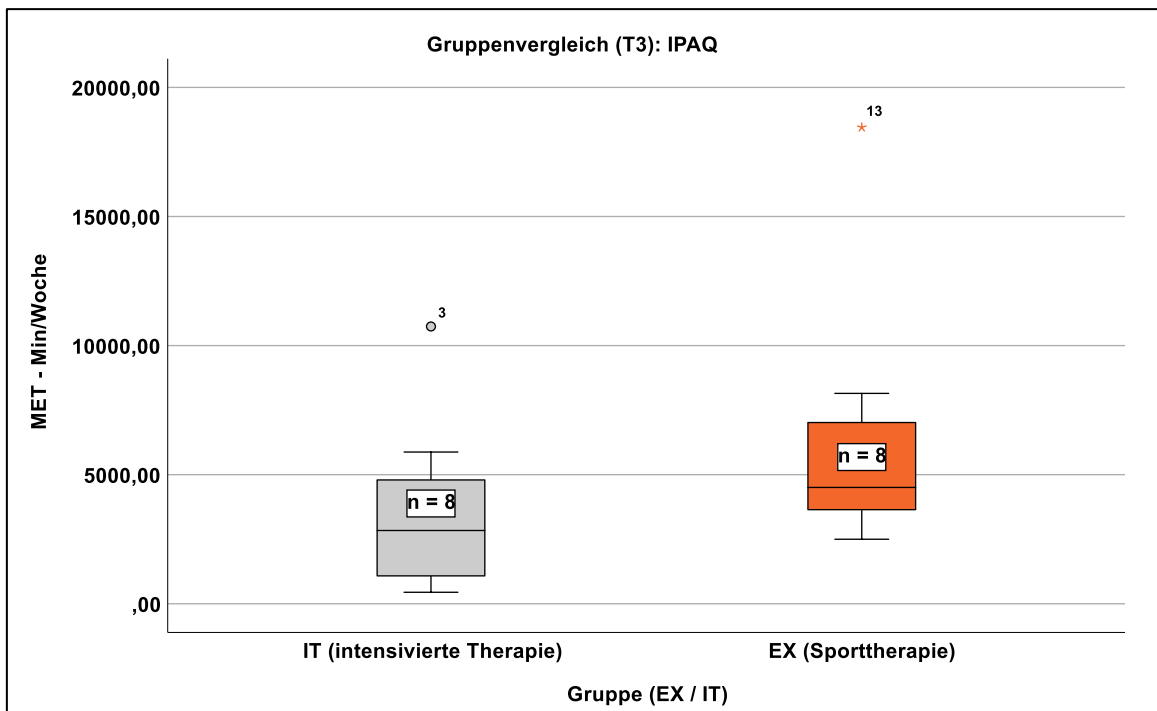


Abbildung 15: Gruppenvergleich des IPAQ-Aktivitätsniveaus nach der Intervention (T3)

In diesem Boxplot wird das Aktivitätsniveau gemäß IPAQ (MET-Minuten/Woche) der beiden Gruppen gegenübergestellt. Mit 2838 fällt der Median bei der IT-Gruppe niedriger aus. Spannweite reicht von 445 bis 10740 (Ausreißer). Bei der EX-Gruppe ist der Median (4506) etwas höher, während grafisch der IQA in beiden Gruppen ähnlich ausfällt, ist die Spannweite von 2499 bis 18453, dem Ausreißer reichend, doch größer. Trotz dieser grafischen Unterschiede war der Gruppenunterschied statistisch nicht signifikant ($U=16$, $p=0,105$; Mann-Whitney-U-Test), jedoch zeigte sich ein mittlerer Effekt zugunsten der EX-Gruppe ($r= -0,42$).

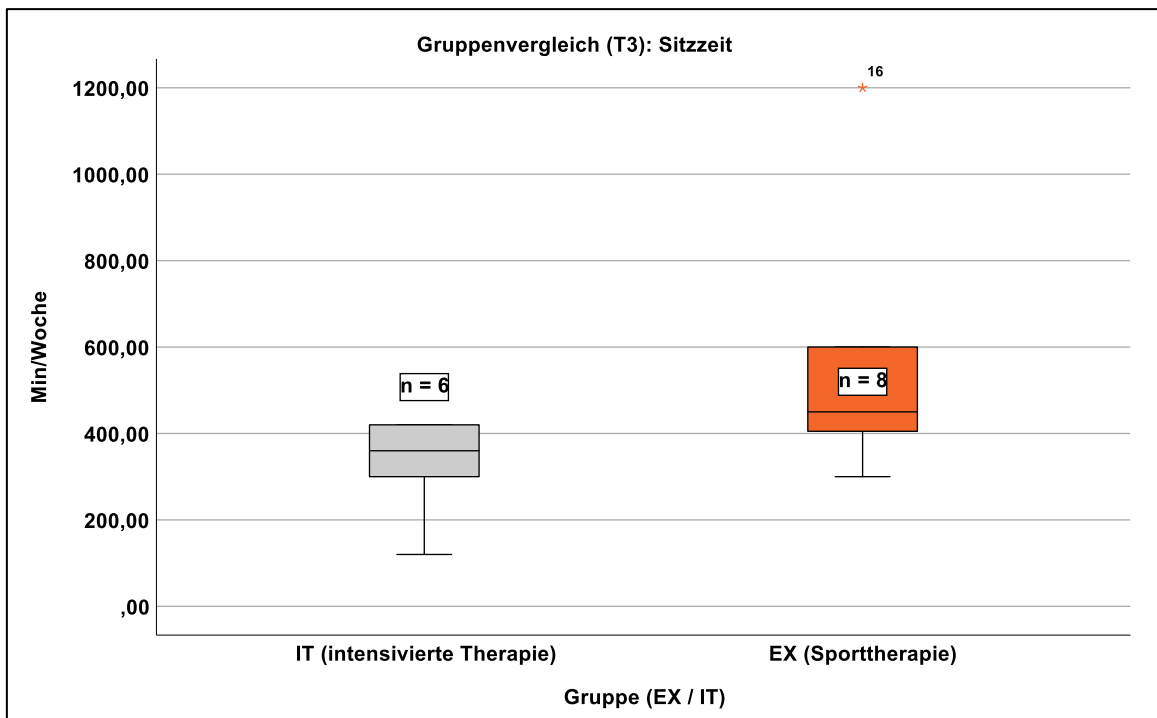


Abbildung 16: Gruppenvergleich der IPAQ-Sitzzeit nach der Intervention (T3)

In diesem Boxplot wird die Sitzzeit gemäß IPAQ (Minuten/Woche) der beiden Gruppen gegenübergestellt. Die IT-Gruppe hat einen niedrigeren Median (360) und einen engeren IQA. Minimum liegt bei 120 und Maximum bei 420. Die EX-Gruppe zeigt hingegen einen höheren Median (450) auf. Sowohl der IQA als auch die Spannweite (300 – 1200) sind deutlich breiter. Außerdem ist ein Ausreißer sichtbar. Diese grafischen Gruppenunterschiede waren statistisch signifikant ($U=8,5$, $p=0,043$; Mann-Whitney-U-Test), zudem deutete die Effektstärke ($r=-0,54$) auf einen großen Effekt zugunsten der EX-Gruppe hin.

3.5 Zeitlicher Verlauf

In diesem Kapitel werden die einzelnen Hauptvariablen intragruppal in ihrem zeitlichen Verlauf über alle drei Messzeitpunkte präsentiert – beim Screening (T1), vor der Intervention (T2) und nach der Intervention (T3). Die grafische Darstellung erfolgt mit einem Liniendiagramm, basierend auf den Mittelwerten. Die statistische Analyse mittels des Wilcoxon-Tests beruht auf Rängen. Folglich kann es zu leichten Diskrepanzen bzgl. der Richtung zwischen den Diagrammen und den Ergebnissen des Tests kommen. Weiters erfolgte beim Wilcoxon-Test die Korrektur des p-Wertes nach Holm.

3.5.1 Gruppe IT

IT-Gruppe: Positiver Affekt					
Vergleichspaar	Gültige Fälle =N	Z-Wert	Richtung / Rang	p-Wert (Holm)	$r = z/\sqrt{N}$
T1 vs T2	6	-0,42	-	0,674	-0,17
T1 vs T3	8	-0,704	↑	0,964	-0,25
T2 vs T3	6	-1,261	↑	0,621	-0,51

Tabelle 10: Intragruppaler Zeitvergleich des positiven Affekts (IT-Gruppe)

Der positive Affekt bei der IT-Gruppe hatte in seinem zeitlichen Verlauf statistisch keinen signifikanten Unterschied (alle $p > 0,05$). Es zeigte sich jedoch im Zeitraum T2-T3 ein großer Effekt ($r = -0,51$) zugunsten des postinterventionellen Wertes.

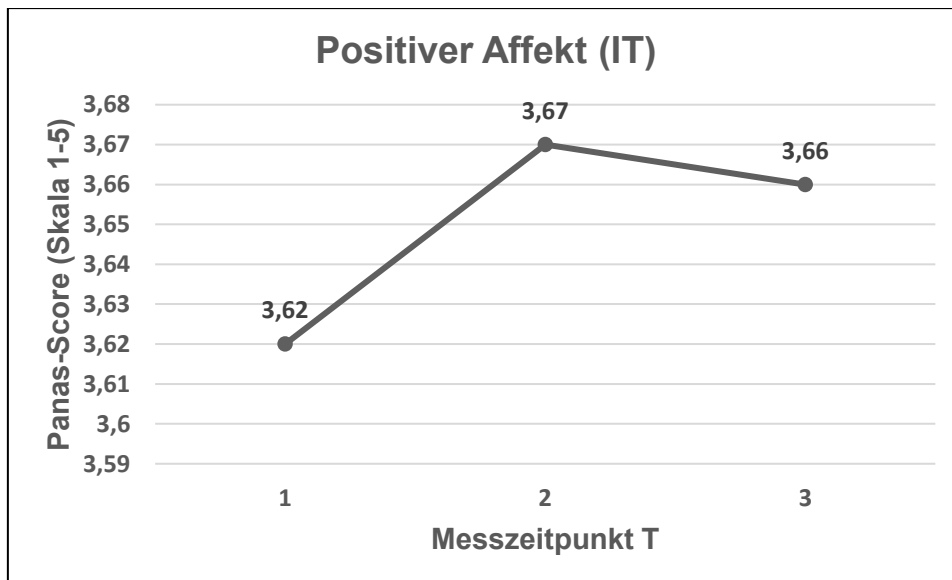


Abbildung 17: Intragruppaler Zeitvergleich des positiven Affekts (IT-Gruppe)

Grafisch erkennt man im gesamten Verlauf nur eine geringgradige Veränderung. Der Mittelwert stieg zunächst von T1 auf T2 leicht an und sank anschließend minimal auf T3.

IT-Gruppe: Negativer Affekt					
Vergleichspaar	Gültige Fälle =N	Z-Wert	Richtung / Rang	p-Wert (Holm)	r = z/ \sqrt{N}
T1 vs T2	6	-0,921	↓	0,357	-0,38
T1 vs T3	8	-1,185	↓	0,472	-0,42
T2 vs T3	6	-1,807	↓	0,213	-0,74

Tabelle 11: Intragruppaler Zeitvergleich des negativen Affekts (IT-Gruppe)

Auch der negative Affekt hatte bei der IT-Gruppe in seinem zeitlichen Verlauf statistisch keinen signifikanten Unterschied (alle $p > 0,05$). Es zeigte sich jedoch im Zeitraum T1-T3 ein mittlerer Effekt ($r = -0,42$) und T2-T3 ein großer Effekt ($r = -0,74$) zugunsten des postinterventionellen Wertes.

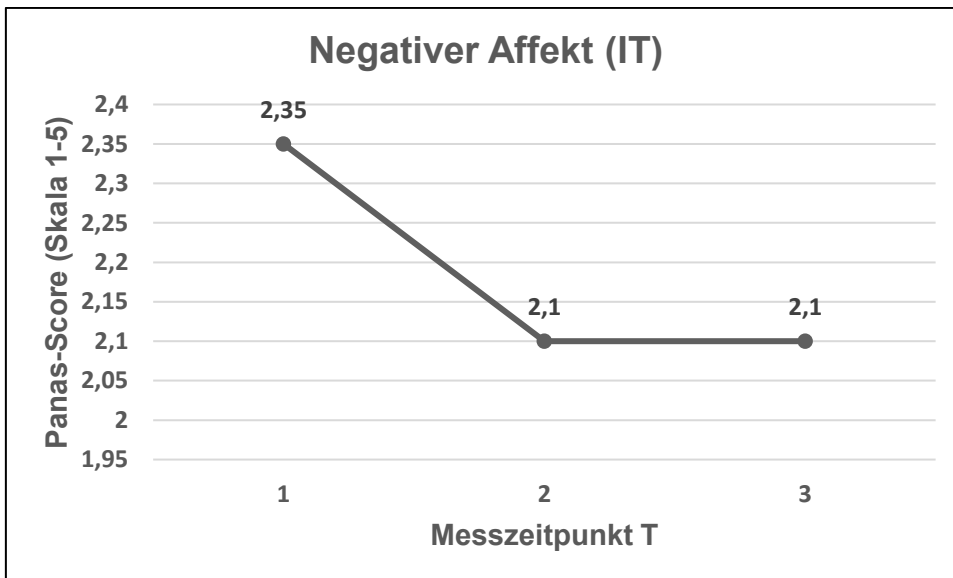


Abbildung 18: Intragruppaler Zeitvergleich des negativen Affekts (IT-Gruppe)

Grafisch erkennt man eine initiale Abnahme des Mittelwertes und zwischen T2 und T3 gab es keine erkennbaren Veränderungen.

IT-Gruppe: DMQ-Score					
Vergleichspaar	Gültige Fälle =N	Z-Wert	Richtung / Rang	p-Wert (Holm)	r = z/√N
T1 vs T2	6	-0,943	-	1	-0,38
T1 vs T3	8	-0,507	↑	1	-0,18
T2 vs T3	6	-0,314	↑	0,753	-0,13

Tabelle 12: Intragruppaler Zeitvergleich des DMQ-Scores (IT-Gruppe)

Der DMQ-Score zeigte im Verlauf keine statistischen Unterschiede auf (alle $p > 0,05$). Einzig von T1 auf T2 zeigte sich ein mittlerer Effekt ($r = -0,38$) zugunsten des prä-interventionellen Wertes.

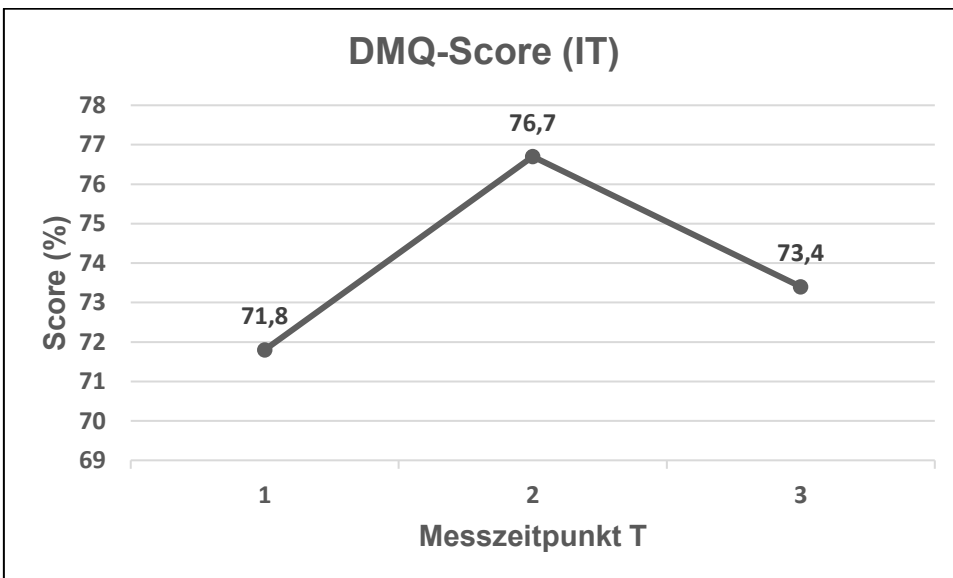


Abbildung 19: Intragruppaler Zeitvergleich des DMQ-Scores (IT-Gruppe)

Grafisch erkennt man einen initialen Anstieg des Mittelwertes von T1 auf T2, gefolgt von einem Abstieg auf T3.

IT-Gruppe: IPAQ Aktivitätsniveau					
Vergleichspaar	Gültige Fälle =N	Z-Wert	Richtung / Rang	p-Wert (Holm)	r = z/√N
T1 vs T2	6	-0,943	↓	1	-0,38
T1 vs T3	8	-0,28	↓	0,779	-0,10
T2 vs T3	6	-0,734	↑	0,926	-0,30

Tabelle 13: Intragruppaler Zeitvergleich des IPAQ-Aktivitätsniveaus (IT-Gruppe)

Im zeitlichen Verlauf gab es beim IPAQ-Aktivitätsniveau statistisch keinen signifikanten Unterschied. Lediglich von T1 auf T2 und von T2 auf T3 war ein mittlerer Effekt erkennbar ($r = -0,38$ bzw. $r = -0,30$).

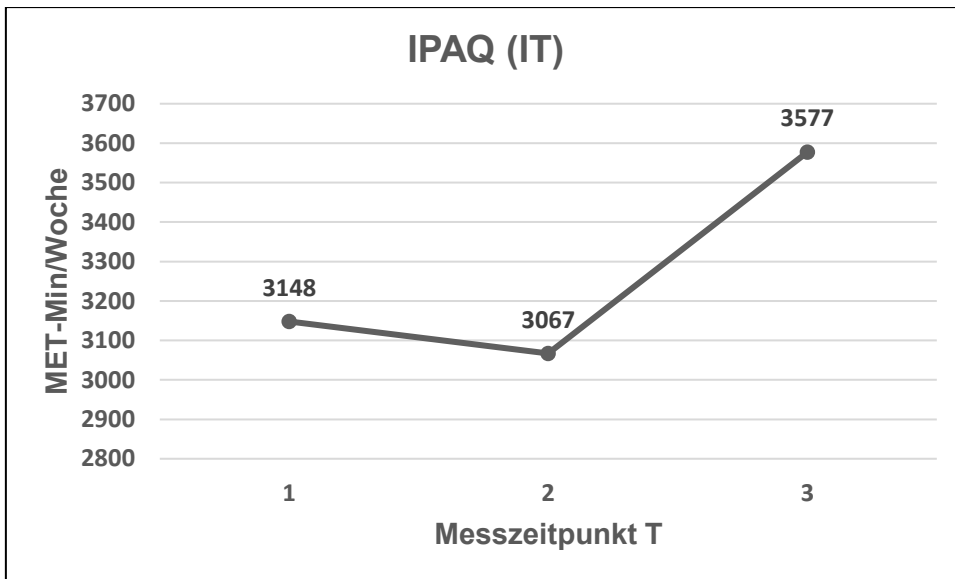


Abbildung 20: Intragruppaler Zeitvergleich des IPAQ-Aktivitätsniveaus (IT-Gruppe)

Im Liniendiagramm gab es initial von T1 auf T2 eine geringgradige Abnahme gefolgt von einem deutlichen Anstieg von T2 auf T3.

IT-Gruppe: Sitzzeit					
Vergleichspaar	Gültige Fälle = N	Z-Wert	Richtung / Rang	p-Wert (Holm)	$r = z/\sqrt{N}$
T1 vs T2	5	-1,461	↑	0,288	-0,65
T1 vs T3	6	-1,084	↓	0,279	-0,44
T2 vs T3	5	-1,826	↓	0,204	-0,82

Tabelle 14: Intragruppaler Zeitvergleich der IPAQ-Sitzzeit (IT-Gruppe)

Die Sitzzeit zeigte in ihrem Verlauf keine statistisch signifikanten Unterschiede. Jedoch traten im Zeitraum T1-T2 und T2-T3 große Effekte auf ($r = -0,65$ bzw. $r = -0,82$) und im Zeitraum T1-T3 wurde ein mittlerer Effekt ($r = -0,44$) beobachtet.

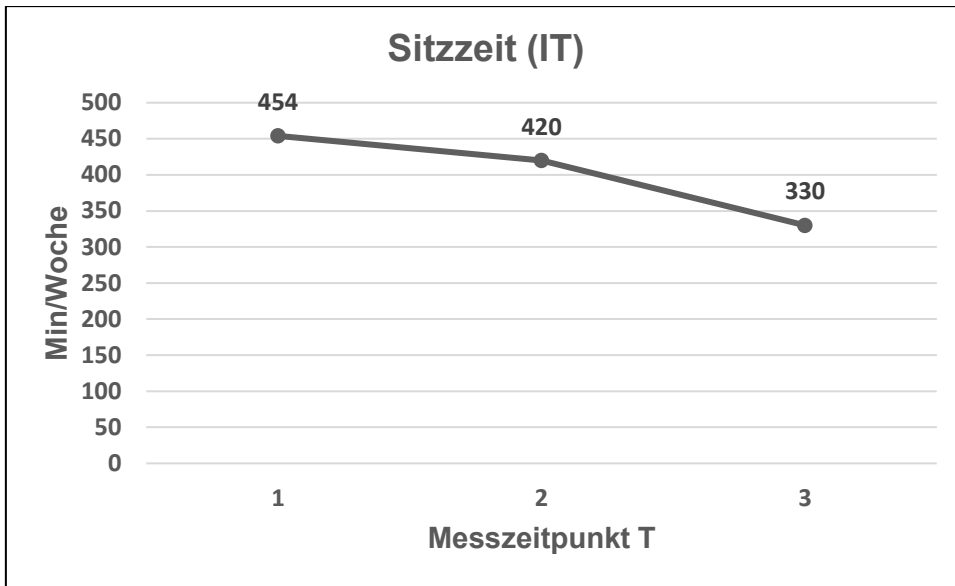


Abbildung 21: Intragruppaler Zeitvergleich der IPAQ-Sitzzeit (IT-Gruppe)

Im Liniengramm ist im gesamten Verlauf eine Abnahme der Mittelwerte sichtbar.

3.5.2 Gruppe EX

EX-Gruppe: Positiver Affekt					
Vergleichspaar	Gültige Fälle =N	Z-Wert	Richtung / Rang	p-Wert (Holm)	$r = z/\sqrt{N}$
T1 vs T2	5	-1,219	↑	0,446	-0,55
T1 vs T3	7	-1,572	↑	0,348	-0,59
T2 vs T3	5	-0,962	↑	0,336	-0,43

Tabelle 15: Intragruppaler Zeitvergleich des positiven Affekts (EX-Gruppe)

Bei der EX-Gruppe hatte der positive Affekt in seinem zeitlichen Verlauf statistisch keinen signifikanten Unterschied (alle $p > 0,05$). Es trat jedoch im Zeitraum T1-T2 und T1-T3 ein großer Effekt ($r = -0,55$ bzw. $r = -0,59$) auf und im Zeitraum T2-T3 konnte ein mittlerer Effekt ($r = -0,43$) beobachtet werden.

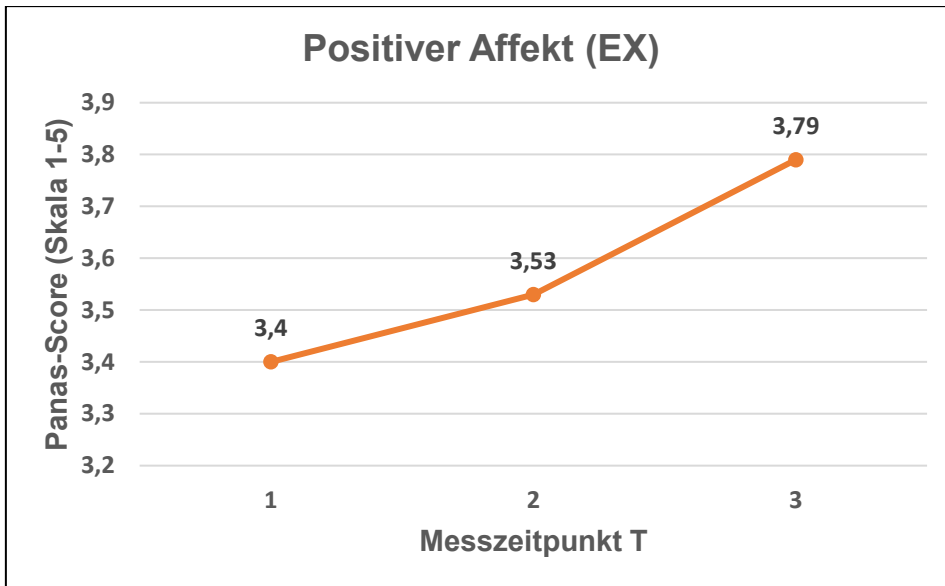


Abbildung 22: Intragruppaler Zeitvergleich des positiven Affekts (EX-Gruppe)

Im Liniengramm erkennt man im gesamten Beobachtungszeitraum einen durchgehenden Anstieg der Mittelwerte des positiven Affekts.

EX-Gruppe: Negativer Affekt					
Vergleichspaar	Gültige Fälle = N	Z-Wert	Richtung / Rang	p-Wert (Holm)	r = z/√N
T1 vs T2	5	-1,361	↓	0,522	-0,61
T1 vs T3	7	-0,105	↑	0,916	-0,04
T2 vs T3	5	-0,552	-	1	-0,25

Tabelle 16: Intragruppaler Zeitvergleich des negativen Affekts (EX-Gruppe)

Auch der negative Affekt zeigte bei der EX-Gruppe keine statistisch signifikanten Veränderungen auf (alle $p > 0,05$). Jedoch war im Zeitraum T1-T2 großer Effekt ($r = -0,61$) zu erkennen.

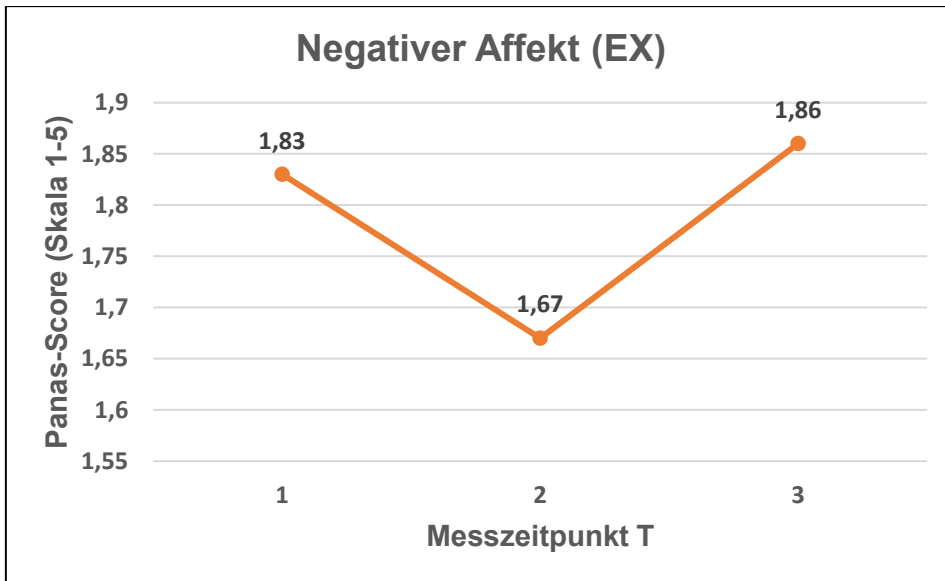


Abbildung 23: Intragruppaler Zeitvergleich des negativen Affekts (EX-Gruppe)

Grafisch sieht zum Zeitpunkt T2 hin eine initiale Abnahme gefolgt von einer Zunahme zum Zeitpunkt T3.

EX-Gruppe: DMQ-Score					
Vergleichspaar	Gültige Fälle =N	Z-Wert	Richtung / Rang	p-Wert (Holm)	r = z/√N
T1 vs T2	5	-0,135	↓	0,893	-0,06
T1 vs T3	7	-0,338	↑	1	-0,13
T2 vs T3	6	-0,314	↑	1	-0,13

Tabelle 17: Intragruppaler Zeitvergleich des DMQ-Scores (EX-Gruppe)

Der DMQ-Score zeigte in der EX-Gruppe im gesamten Beobachtungszeitraum statistisch keinen signifikanten Unterschied. Es traten lediglich sehr kleine Effekte ($r < 0,2$) auf.

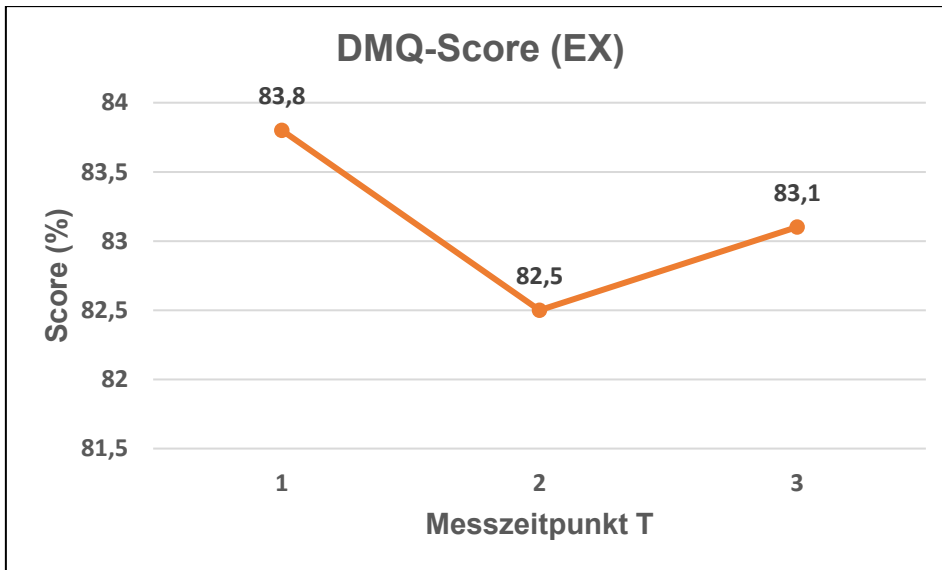


Abbildung 24: Intragruppaler Zeitvergleich des DMQ-Scores (EX-Gruppe)

Das Liniendiagramm zeigt anfänglich einen minimalen Rückgang des Mittelwertes von T1 zu T2 hin, gefolgt von einem minimalen Anstieg bis T3.

EX-Gruppe: IPAQ Aktivitätsniveau					
Vergleichspaar	Gültige Fälle = N	Z-Wert	Richtung / Rang	p-Wert (Holm)	$r = z/\sqrt{N}$
T1 vs T2	5	-0,135	↑	0,893	-0,06
T1 vs T3	7	-2,366	↑	0,054	-0,89
T2 vs T3	6	-0,734	↑	0,926	-0,30

Tabelle 18: Intragruppaler Zeitvergleich des IPAQ-Aktivitätsniveaus (EX-Gruppe)

Im zeitlichen Verlauf gab es beim IPAQ-Aktivitätsniveau statistisch keine signifikanten Veränderungen (alle $p > 0,05$). Es zeigte sich jedoch im Zeitraum T1-T3 ein Trend mit großer Effektstärke ($p = 0,054$ und $r = -0,89$) und im Zeitraum T2-T3 ein mittlerer Effekt ($r = -0,30$).

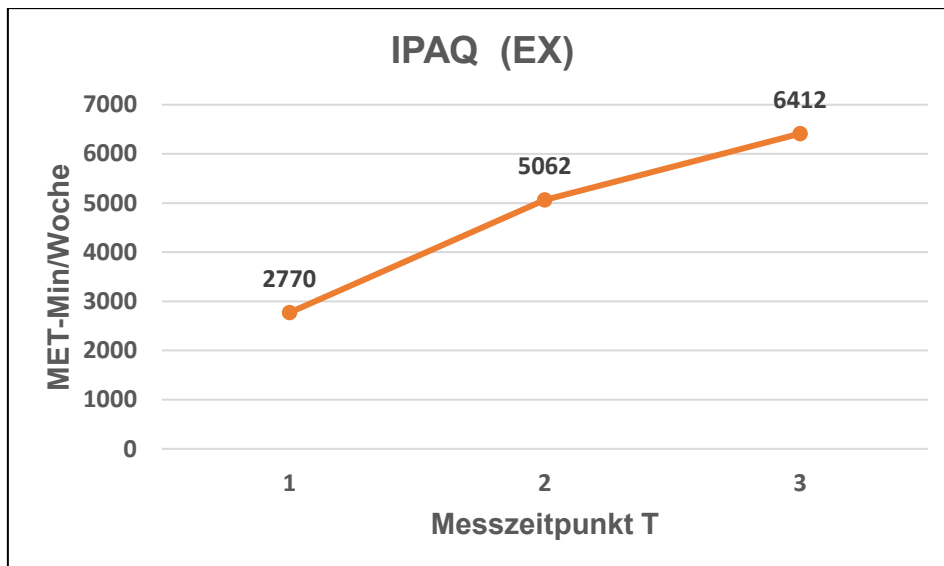


Abbildung 25: Intragruppaler Zeitvergleich des IPAQ-Aktivitätsniveaus (EX-Gruppe)

Im Liniendiagramm ist eine konstante Progression der körperlichen Aktivität im gesamten Beobachtungszeitraum zu erkennen.

EX-Gruppe: Sitzzeit					
Vergleichspaar	Gültige Fälle =N	Z-Wert	Richtung / Rang	p-Wert (Holm)	$r = z/\sqrt{N}$
T1 vs T2	4	-1,134	↑	0,771	-0,57
T1 vs T3	7	-0,42	↓	1	-0,16
T2 vs T3	5	0	-	1	0,00

Tabelle 19: Intragruppaler Zeitvergleich der IPAQ-Sitzzeit (EX-Gruppe)

Die Sitzzeit der EX-Gruppe zeigte in ihrem gesamten Verlauf keine statistisch signifikanten Unterschiede. Es trat jedoch im Zeitraum T1-T2 ein großer Effekt ($r = -0,57$) auf.

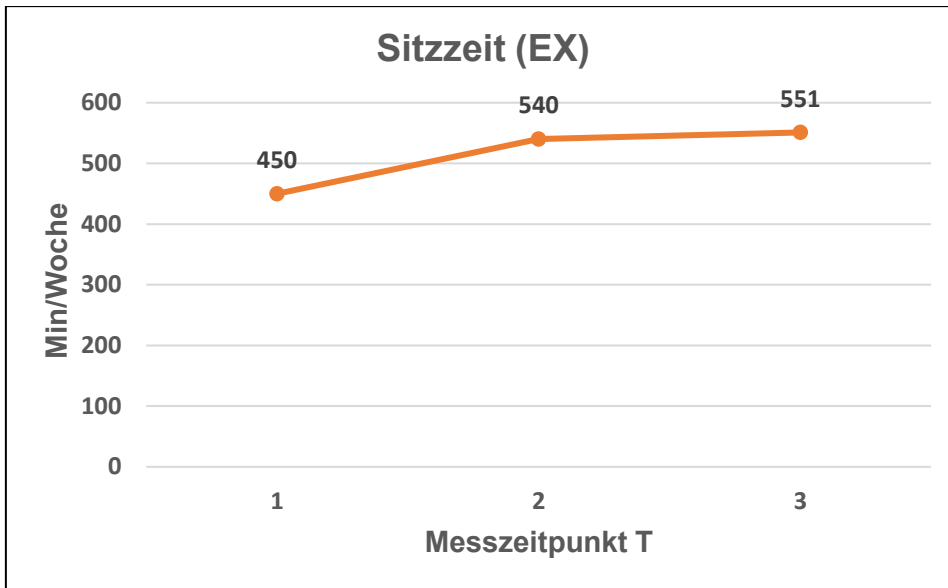


Abbildung 26: Intragruppaler Zeitvergleich der IPAQ-Sitzzeit (EX-Gruppe)

Das Liniendiagramm zeigt eine stetige Zunahme der Sitzzeit, wobei dies im Zeitraum T1-T2 deutlicher ausfiel als zwischen T2-T3.

3.6 Korrelationsanalysen

In diesem Kapitel wird die Wechselwirkung der entscheidenden Hauptvariablen besprochen. Dazu zählen die positiven und negativen Affekte (PANAS_PA und NA), der DMQ-Score und das IPAQ-Aktivitätsniveau. Da es in der Hinsicht zwischen den Gruppen postinterventionell (T3) keine signifikante Unterscheidung gab, wurden sie zusammengelegt und für die Analyse als Ganzes betrachtet. Da die Gesamtstichprobe klein ausfiel, wurde die Korrelation nach Spearman berechnet.

Korrelatipnsanalyse T3			
Korrelationspaar	Gültige Fälle = N	ρ (Spearman)	p-Wert
IPAQ und DMQ-Score	16	0,412	0,112
IPAQ und PANAS_PA	15	0,537	0,039
IPAQ und PANAS_NA	15	-0,301	0,276
PANAS_PA und DMQ-Score	15	0,388	0,153
PANAS_NA und DMQ-Score	15	-0,542	0,037

Tabelle 20: Korrelationsanalyse relevanter Hauptvariablen (T3)

Das IPAQ-Aktivitätsniveau und der positive Affekt zeigten eine große Korrelation mit statistischer Signifikanz ($\rho = 0,537$; $p < 0,05$). Mit dem negativen Affekt und dem

DMQ-Score korrelierte das IPAQ-Aktivitätsniveau nur im mittelgradigen Bereich ($\rho = 0,412$ bzw. $\rho = -0,301$), dies war jedoch statistisch nicht signifikant ($p > 0,05$). Der negative Affekt zeigte mit dem DMQ-Score eine große Korrelation mit statistischer Signifikanz ($\rho = -0,542$; $p < 0,05$). Mit dem positiven Affekt zeigte der DMQ-Score eine statistisch nicht signifikante, mittelstarke Korrelation ($\rho = 0,388$; $p > 0,05$).

3.7 Zusammenfassung der Ergebnisse

Im Gruppenvergleich konnten über den gesamten Studienzeitraum statistisch keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden. Es ließen sich jedoch post-interventionell mittelgroße Effektstärken beim DMQ-Score ($r = -0,39$; $p = 0,13$) und IPAQ-Aktivitätsniveau ($r = -0,42$; $p = 0,105$) beobachten.

Auch im intragruppalen Vergleich konnte über den gesamten Zeitraum statistisch keine signifikanten Veränderungen festgestellt werden. Dennoch zeigten sich bei einzelnen Hauptvariablen mittelgroße bis große Effektstärken.

Zwischen den relevanten Messzeitpunkten T2 (prä-interventionell) und T3 (post-interventionell) ließen sich in der IT-Gruppe beim positiven und negativen Affekt jeweils eine große Effektstärke ($r = -0,51$ bzw. $r = -0,74$) und beim IPAQ-Aktivitätsniveau eine mittelgroße Effektstärke ($r = -0,30$) hinsichtlich der intragruppalen Veränderung erkennen. Diese Erkenntnis blieb beim DMQ-Score aus.

In der EX-Gruppe ließ sich im selben Messzeitraum beim positiven Affekt ($r = -0,43$) und beim IPAQ-Aktivitätsniveau ($r = -0,30$) jeweils eine mittelgroße Effektstärke feststellen. Beim negativen Affekt und beim DMQ-Score blieb in der Hinsicht jegliche Erkenntnis aus.

Die Korrelationsanalyse ergab Hinweise auf potenzielle Zusammenhänge zwischen den relevanten Hauptvariablen. Zwei Korrelationspaare (IPAQ-Aktivitätsniveau mit dem positiven Affekt und der DMQ-Score mit dem negativen Affekt) zeigten statistisch signifikante Korrelationen und bei den restlichen Paaren zeigten sich mittelgroße bis große Effektstärken.

4 Diskussion und Vergleich

Ziel dieser Arbeit war es den Einfluss körperlicher Aktivität auf die Lebensqualität von Kindern und Jugendlichen mit DM1 zu untersuchen und die folgenden Forschungsfragen zu beantworten:

1) Wie wirkt sich ein 4-wöchiges Leichtathletik- Training bei Jugendlichen mit Typ 1 Diabetes auf die Lebensqualität aus und sind die für die Studie verwendeten Fragebögen eine suffiziente Erhebungsmethode?

Die Ergebnisse unserer Studie zeigten keine signifikanten Gruppenunterschiede auf. Die beobachteten mittelgroßen Effektstärken beim DMQ-Score und IPAQ-Aktivitätsniveau könnten auf eine mögliche positive Auswirkung der Sportintervention hindeuten. Besonders auffällig war der intragruppale Verlauf in der IT-Gruppe. Hier zeigten sich beim positiven Affekt und negativen Affekt große Effektstärken. Dies lässt sich möglicherweise als eine affektive Reaktion auf den Studienverlauf oder auch auf die telemedizinische Betreuung interpretieren. In der EX-Gruppe zeigten sich mittelgroße Effektstärken beim positiven Affekt und beim IPAQ-Aktivitätsniveau. Dies könnte man potenziell als eine mögliche Verbesserung des Affekts bzw. des psychischen Wohlbefindens interpretieren, bedingt durch die körperliche Aktivität.

Die stabilen DMQ-Werte in der EX-Gruppe sprechen möglicherweise dafür, dass entweder die Interventionsdauer zu kurz war, um messbare Veränderungen zu induzieren, oder dass bereits zu Beginn ein hohes Maß an Adhärenz vorlag, wodurch der Verbesserungsspielraum begrenzt war. Auch in einer vergleichbaren Studie zeigte eine 10-tätige Sportintervention bei Kindern und Jugendlichen mit DM1 keine signifikanten Effekte auf die Lebensqualität – was die Notwendigkeit einer längeren Interventionsphase unterstreicht (36).

Basierend auf unseren Korrelationsanalysen und Effektstärken lässt sich ein hypothetisches Interaktionsmodell darstellen, das potenzielle Zusammenhänge zwischen körperlicher Aktivität (IPAQ), affektivem Erleben (positive und negative Affekte) und Adhärenz (DMQ-Score) in Bezug auf die Lebensqualität (QoL) veranschaulicht (siehe Abbildung 27).

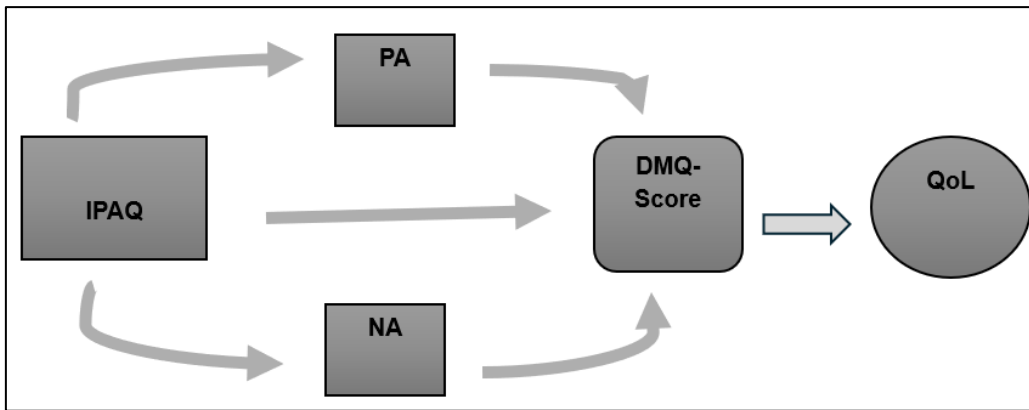


Abbildung 27: Hypothetisches Interaktionsmodell

Demnach kann körperliche Aktivität die Adhärenz sowohl direkt als auch indirekt über positive und negative Affekte beeinflussen. Insbesondere positive Affekte wirken förderlich auf gesundheitsförderliche Verhaltensweisen, indem sie motivierend und aktivierend wirken. Eine Zunahme positiver Affekte könnte sich somit die Bereitschaft zur aktiven Umsetzung der Therapieempfehlungen stärken. Negative Affekte hingegen haben eine eher hemmende Wirkung, da sie mit Angst, Verunsicherung und Überforderung einhergehen können – Faktoren, die eine konsequente Therapiefollowung erschweren können (37).

Eine Reduktion negativer Affekte sowie eine gleichzeitige Förderung positiver Affekte durch regelmäßige körperliche Bewegung könnte somit insgesamt zu einer Verbesserung der Adhärenz beitragen. Da eine mangelnde Adhärenz bei chronischen Erkrankungen mit einer reduzierten Lebensqualität assoziiert ist, lässt sich schlussfolgern, dass eine gute Adhärenz zur Verbesserung der Lebensqualität beitragen kann (38).

In der Literatur wurden sowohl direkte als auch indirekte positive Effekte körperlicher Aktivität auf die Lebensqualität von Menschen mit DM1 beschrieben. Bei Kindern mit multiplen Autoantikörpern wurde durch regelmäßige körperliche Aktivität eine Reduktion des Progressionsrisikos für DM1 um etwa 8 % festgestellt (39). Auch ein vermindertes Risiko für das Auftreten diabetischer Spätkomplikationen, wie der Retinopathie, wurde mit einem höheren körperlichen Aktivitätsniveau assoziiert (40). Darüber hinaus wird intensiver körperlicher Aktivität eine erhöhte Resilienz zugeschrieben, welche als ein schützender Faktor für die psychische Gesundheit und somit auch für die Lebensqualität gilt (41).

Ein weiterer zentraler Aspekt ist der nachgewiesene Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und einem verbesserten HbA1c-Wert – einem etablierten Marker für das glykämische Management. Eine Studie zeigte, dass insbesondere bei einem Aktivitätsniveau von mindestens 30 Minuten an drei oder mehr Tagen pro Woche positive Effekte auf die diabetesbezogene Lebensqualität (D-HRQOL) zu beobachten waren (42). Dies steht auch mit dem Ergebnis unserer Studie teilweise im Einklang – in der EX-Gruppe verbesserte sich der HbA1c-Wert signifikant, jedoch konnte bei der Lebensqualität keine signifikante Veränderung erfasst werden (32).

Die für diese Studie verwendeten Fragebögen (DMQ, PANAS und IPAQ) stellen sich als eine suffiziente Erhebungsmethode für die Lebensqualität dar. Der Lebensqualität wird generell eine multidimensionale Eigenschaft zugeschrieben und mit den verwendeten Fragebögen werden einige dieser Dimensionen abgedeckt. Der PANAS-Fragebogen beschäftigt sich mit dem Affekt und deckt die psychische Gesundheit ab. Mit dem IPAQ-Fragebogen wird die physische Aktivität nach einem Standard quantifiziert. Der DMQ-Fragebogen misst die Adhärenz im Diabetesmanagement und spielt eine entscheidende Rolle in Bezug auf die Lebensqualität.

In dieser Kombination lassen sich somit Rückschlüsse auf die Lebensqualität ziehen, jedoch nur in einem suffizienten Maße. Die Einschätzung der Lebensqualität erfolgt hier nur indirekt und nicht direkt.

Hierfür wäre es besser diese Kombination mit einem weiteren Fragebogen, der explizit für die Erhebung der Lebensqualität bestimmt ist, zu ergänzen. Im pädiatrischen Setting wäre der PedsQL eine angebrachte Ergänzung.

2) Wie kann man Lebensqualität in Bezug auf Sportinterventionen im Rahmen wissenschaftlicher Studien messen?

Zur Messung der Lebensqualität sollten primär standardisierte und validierte Fragebögen eingesetzt werden, die für diesen Zweck entwickelt wurden. Je nach Zielgruppe und Kontext bieten sich hierfür unter anderem der SF-36 (für Erwachsene), der WHQOL-BREF oder der PedsQL (für Kinder und Jugendliche und mit einer Version mit Elternauskunft) an.

Je nach Studienschwerpunkt kann es sinnvoll sein, zusätzliche Instrumente zur Ergänzung spezifischer Teilaspekte heranzuziehen, etwa den PANAS zur Erfassung des affektiven Zustands.

Um eine statische Power gewährleisten zu können, ist eine angemessene Stichprobengröße essenziell. Ebenso sollte die Interventionsdauer nicht zu kurz gewählt werden, da dies unter Umständen die Ergebnisse verzerren könnte.

Neben subjektiven Fragebögen sollten auch objektive Parameter erhoben werden, um den Grad der körperlichen Aktivität sowie physiologische Reaktionen zu erfassen. Hierzu zählen etwa die Herzfrequenz, die maximale Sauerstoffaufnahme (VO₂max), Blutzuckerwerte oder das Ausmaß der körperlichen Aktivität (z.B. mittels einer Sportuhr). Ergänzend dazu kann der IPAQ-Fragebogen eingesetzt werden, um das Aktivitätsverhalten zu erfassen.

Aus methodischer Sicht sollte idealerweise ein randomisiert-kontrolliertes Studiendesign (RCT) gewählt werden. Dies erlaubt den Vergleich zwischen der Interventionsgruppe und der Kontrollgruppe unter weitgehender Kontrolle von möglichen Störfaktoren und ist ein Goldstandard für die Untersuchung kausaler Effekte von Interventionen (43).

3) Wie kann man Lebensqualität in Bezug auf Sportinterventionen im täglichen und wissenschaftlichen Setting bei Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen mit Typ 1 Diabetes messen

Die allgemeine methodische Vorgehensweise im wissenschaftlichen Setting (Studiendesign, objektive Messungen, etc.) ist gleich und wurde mit der 2. Forschungsfrage teilweise beantwortet.

Auch bei Kindern und Jugendlichen mit DM1 sollte ein standardisierter Fragebogen wie der PedsQL angewendet werden, idealerweise in beide Versionen – einer Selbstauskunft durch das Kind und einer Einschätzung durch die Eltern. Da die subjektive Selbstauskunft hinsichtlich der körperlichen Aktivität bei Kindern und Jugendlichen häufig mit einer Fehleinschätzung einhergeht, ist eine kontinuierliche objektive Erfassung der körperlichen Aktivität mit z.B. einer Sportuhr anzuraten (44).

Für Erwachsene ist der DQOL-Fragebogen ein etabliertes Instrument zur Erhebung der Lebensqualität im Zusammenhang mit DM.

Im täglichen Setting kann auf die vorhandenen Kurzversionen der Fragebögen zurückgegriffen werden - für Erwachsene den SF-12 Fragebogen und für Kinder und Jugendliche den PedsQL-Short Form. Die Möglichkeit diese Fragebögen online von zu Hause oder über das Handy auszufüllen, kann die Anwendung in der Praxis deutlich erleichtern.

Als diabetesspezifisches Instrument könnte man ergänzend den HFS oder PAID-Fragebogen anwenden. Der „Hypoglycemia-Fear-Scale“ (HFS) misst bei erwachsenen Personen die Angst vor der Hypoglykämie und deren Ausmaß (19). Der PAID-Fragebogen erfasst die emotionale Belastung im Zusammenhang mit dem Diabetesmanagement (45). Für den PAID-Fragebogen existiert eine validierte Kurzform für den klinischen Alltag als auch eine altersangepasste Version für Kinder und Jugendliche (46).

5 Schlussfolgerung

Insgesamt deuten die Ergebnisse dieser explorativen Studie darauf hin, dass ein vierwöchiges Leichtathletiktraining bei Jugendlichen mit DM1 potenzielle Auswirkungen auf die Lebensqualität hat. Auch wenn die statistische Signifikanz ausblieb, weisen die beobachteten Effektstärken auf ein mögliches Interaktionsmodell hin, das in zukünftigen Studien mit größerer Stichprobe und längerer Interventionsphase gezielt geprüft werden sollte.

Die verwendeten Fragebögen (DMQ, PANAS und IPAQ) stellen eine suffiziente Erhebungsmethode dar, welche man jedoch mit ergänzenden Fragebögen optimieren könnte. Will man jedoch die Lebensqualität erfassen, dann sollte man dementsprechend validierte Fragebögen verwenden. Insgesamt sollte die Auswahl der Instrumente stets auf die Zielgruppe, den Interventionskontext und den praktischen Nutzen abgestimmt werden. Eine Kombination aus subjektiven Selbstauskünften, elterliche Einschätzung (bei Kindern) und objektive Aktivitätsdaten bietet ein umfassendes Bild der Lebensqualität im Kontext von Sportinterventionen bei Menschen mit Typ 1 Diabetes Mellitus.

6 Persönlicher Erfahrungsbericht

Im Rahmen des SFM (Spezielles Forschungsmodul) durfte ich an der ChildFit1 Studie in Graz mitarbeiten. Mein Aufgabenbereich während der Visiten war vielfältig: Ich erfasste wichtige Parameter wie Körpergröße und Gewicht, legte EKG-Kanäle an und führte Bioimpedanzmessungen zur der Körperzusammensetzung durch. Darüber hinaus unterstützte ich bei den Sparteinheiten unter anderem bei den Kapillarblutabnahmen, Blutzuckermessungen und der entsprechenden Dokumentation.

Zu Beginn der Studie wirkten einige Jugendliche noch schüchtern, zurückhaltend und teils unsicher bei den zunächst ungewohnten sportlichen Aufgabenstellungen. Doch mit jedem weiteren Treffen fiel mir auf, wie mit der Zeit manche von ihnen zunehmend an Selbstbewusstsein und Mut gewannen. Ich konnte einen Ehrgeiz gepaart mit Freude und Enthusiasmus erkennen.

Mir war schon immer klar, dass das Leben mit Diabetes mellitus mit Herausforderungen verbunden ist. Jedoch war mir das tatsächliche Ausmaß wie er den Alltag, insbesondere die körperliche Aktivität und den Sport, beeinflusst und mit welchem Aufwand dies verbunden ist, erst durch die direkte Arbeit mit den Betroffenen bewusst. Das Leben damit erfordert ein besonders sensibles Bewusstsein und ist mit etwas Geduld und einer „Starthilfe“ in Form von einer Unterstützung durch Freunde und Familie, einer ausführlichen Aufklärung (!!!) als Basis einer guten Vorbereitung ist, gut zu meistern.

7 Literaturverzeichnis

1. Greening L, Stoppelbein L, Reeves CB. A Model for Promoting Adolescents' Adherence to Treatment for Type 1 Diabetes Mellitus. *Children's Health Care*. 2006;35(3):247-67.
2. Gregory GA, Robinson TIG, Linklater SE, Wang F, Colagiuri S, de Beaufort C, et al. Global incidence, prevalence, and mortality of type 1 diabetes in 2021 with projection to 2040: a modelling study. *The Lancet Diabetes & Endocrinology*. 2022;10(10):741-60.
3. (DDG) DDGeV. S3-Leitlinie Diagnostik, Therapie und Verlaufskontrolle des Diabetes mellitus im Kindes- und Jugendalter 2023: Deutsche Diabetes Gesellschaft e.V. (DDG); 2023 [4:[Registernummer 057 - 16]. Available from: <https://register.awmf.org/de/leitlinien/detail/057-016>.
4. Committee ADAPP. 2. Diagnosis and Classification of Diabetes: Standards of Care in Diabetes—2024. *Diabetes Care*. 2023;47(Supplement_1):S20-S42.
5. Kliegman RM SGJ. *Nelson Textbook of Pediatrics*. 21 ed. Philadelphia: Elsevier; 2019 3019-3052.e4.
6. Katsarou A, Gudbjörnsdottir S, Rawshani A, Dabelea D, Bonifacio E, Anderson BJ, et al. Type 1 diabetes mellitus. *Nat Rev Dis Primers*. 2017;3:17016.
7. Daniel C SM. Ursachen und Entstehung von Typ-1-Diabetes München: diabinform.de; [Available from: <https://www.diabinform.de/leben/typ-1-diabetes/grundlagen/ursachen-und-entstehung.html>].
8. Dimitriadis G, Mitrou P, Lambadiari V, Maratou E, Raptis SA. Insulin effects in muscle and adipose tissue. *Diabetes Research and Clinical Practice*. 2011;93:S52-S9.
9. GmbH A. Pankreashormone [Available from: <https://next.amboss.com/de/article/kp0mpS?q=diabetes+mellitus#Z62ccc2a2bfb62f4310885890ec95d94b>].
10. Norton L, Shannon C, Gastaldelli A, DeFronzo RA. Insulin: The master regulator of glucose metabolism. *Metabolism*. 2022;129:155142.
11. Braun J M-WD. *Basislehrbuch Innere Medizin*. 6. Auflage ed. München: Urban & Fischer Verlag/Elsevier GmbH; 2018 736.
12. Minasian V, Nazari M. The association between type 1 diabetes and exercise/physical activity and prolongation of the honeymoon phase in patients. *Life Sciences*. 2023;332:122114.
13. (DDG) DDGeV. S3-Leitlinie Therapie des Typ-1-Diabetes: Deutsche Diabetes Gesellschaft e.V. (DDG); 2023 [5.1:[Registernummer 057 - 13]. Available from: <https://register.awmf.org/de/leitlinien/detail/057-013>].
14. GmbH A. Diabetische Ketoazidose im Kindes- und Jugendalter - AMBOSS-SOP [Available from: <https://next.amboss.com/de/article/hw0ciR#Zc7ecad82a670be30e756d59f0c367837>].
15. Adolfsson P, Björnsson V, Hartvig NV, Kaas A, Møller JB, Ogionwo Lange E. Improved Glycemic Control Observed in Children with Type 1 Diabetes Following the Introduction of Smart Insulin Pens: A Real-World Study. *Diabetes Ther*. 2022;13(1):43-56.
16. Karges B, Tittel SR, Bey A, Freiberg C, Klinkert C, Kordonouri O, et al. Continuous glucose monitoring versus blood glucose monitoring for risk of severe hypoglycaemia and diabetic ketoacidosis in children, adolescents, and young adults

with type 1 diabetes: a population-based study. *Lancet Diabetes Endocrinol.* 2023;11(5):314-23.

17. Committee ADAPP. 14. Children and Adolescents: Standards of Care in Diabetes—2024. *Diabetes Care.* 2023;47(Supplement_1):S258-S81.

18. Coolen M, Aalders J, Broadley M, Aanstoot H-J, Hartman E, Hendrieckx C, et al. Hypoglycaemia and diabetes-specific quality of life in adolescents with type 1 diabetes. *Diabetic Medicine.* 2021;38(8):e14565.

19. Holt RIG, DeVries JH, Hess-Fischl A, Hirsch IB, Kirkman MS, Klupa T, et al. Correction to: The management of type 1 diabetes in adults. A consensus report by the American Diabetes Association (ADA) and the European Association for the Study of Diabetes (EASD). *Diabetologia.* 2022;65(1):255-.

20. Bishop FK, Addala A, Corbin KD, Muntis FR, Pratley RE, Riddell MC, et al. An Overview of Diet and Physical Activity for Healthy Weight in Adolescents and Young Adults with Type 1 Diabetes: Lessons Learned from the ACT1ON Consortium. *Nutrients.* 2023;15(11).

21. Barnard K, Thomas S, Royle P, Noyes K, Waugh N. Fear of hypoglycaemia in parents of young children with type 1 diabetes: a systematic review. *BMC Pediatr.* 2010;10:50.

22. Johnson N, Melton S. Partner Perspectives on Life with a Person with Type 1 Diabetes. *PLAID: People Living with And Inspired by Diabetes.* 2015;1:32-9.

23. Whittemore R, Jaser S, Chao A, Jang M, Grey M. Psychological experience of parents of children with type 1 diabetes: a systematic mixed-studies review. *Diabetes Educ.* 2012;38(4):562-79.

24. Patel B, Priefer R. Infections associated with diabetic-care devices. *Diabetes Metab Syndr.* 2021;15(2):519-24.

25. Costa DSJ, Mercieca-Bebber R, Rutherford C, Tait MA, King MT. How is quality of life defined and assessed in published research? *Qual Life Res.* 2021;30(8):2109-21.

26. Organization WH. WHOQOL: Measuring Quality of Life Geneva: World Health Organization; [Available from: <https://www.who.int/toolkits/whoqol>].

27. medical h. WHOQOL-BREF: heartbeat medical; 2021 [Available from: <https://heartbeat-med.com/de/resources/whoqol-bref/>].

28. medical h. Short Form 36 (SF-36): heartbeat medical; 2021 [Available from: <https://heartbeat-med.com/de/resources/short-form-36-sf-36/>].

29. medical h. EQ-5D-5L Fragebogen: heartbeat medical; 2021 [Available from: <https://heartbeat-med.com/de/resources/eq-5d-5l/>].

30. Bujang MA, Adnan TH, Mohd Hatta NKB, Ismail M, Lim CJ. A Revised Version of Diabetes Quality of Life Instrument Maintaining Domains for Satisfaction, Impact, and Worry. *J Diabetes Res.* 2018;2018:5804687.

31. JW V. About the Model – Pediatric Quality of Life Inventory (PedsQL™): PedsQL.org; [Available from: https://www.pedsqol.org/about_pedsqol.html].

32. Zimmer RT, Birnbaumer P, Sternad C, Zunner BEM, Schierbauer J, Fritsch M, et al. Impact of a 4-week intensive track and field training intervention on glycaemia in adolescents with type 1 diabetes: The ChildFit1 study. *Diabetes Obes Metab.* 2024;26(2):631-41.

33. Mehta SN, Nansel TR, Volkening LK, Butler DA, Haynie DL, Laffel LMB. Validation of a contemporary adherence measure for children with Type 1 diabetes: the Diabetes Management Questionnaire. *Diabetic Medicine.* 2015;32(9):1232-8.

34. Breyer B, Bluemke M. Deutsche Version der Positive and Negative Affect Schedule PANAS (GESIS Panel)2016.

35. Craig CL, Marshall AL, Sjöström M, Bauman AE, Booth ML, Ainsworth BE, et al. International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. *Med Sci Sports Exerc.* 2003;35(8):1381-95.
36. Skoufa L, Makri E, Barkoukis V, Papagianni M, Triantafyllou P, Kouidi E. Effects of a Diabetes Sports Summer Camp on the Levels of Physical Activity and Dimensions of Health-Related Quality of Life in Young Patients with Diabetes Mellitus Type 1: A Randomized Controlled Trial. *Children (Basel).* 2023;10(3).
37. Van Cappellen P, Rice EL, Catalano LI, Fredrickson BL. Positive affective processes underlie positive health behaviour change. *Psychol Health.* 2018;33(1):77-97.
38. Burnier M. The role of adherence in patients with chronic diseases. *European Journal of Internal Medicine.* 2024;119:1-5.
39. Liu X, Johnson SB, Lynch KF, Cordan K, Pate R, Butterworth MD, et al. Physical Activity and the Development of Islet Autoimmunity and Type 1 Diabetes in 5- to 15-Year-Old Children Followed in the TEDDY Study. *Diabetes Care.* 2023;46(7):1409-16.
40. Yan X, Han X, Wu C, Shang X, Zhang L, He M. Effect of physical activity on reducing the risk of diabetic retinopathy progression: 10-year prospective findings from the 45 and Up Study. *PLoS One.* 2021;16(1):e0239214.
41. Lukács A, Mayer K, Sasvári P, Barkai L. Health-related quality of life of adolescents with type 1 diabetes in the context of resilience. *Pediatr Diabetes.* 2018;19(8):1481-6.
42. Anderson BJ, Laffel LM, Domenger C, Danne T, Phillip M, Mazza C, et al. Factors Associated With Diabetes-Specific Health-Related Quality of Life in Youth With Type 1 Diabetes: The Global TEENs Study. *Diabetes Care.* 2017;40(8):1002-9.
43. Hariton E, Locascio JJ. Randomised controlled trials - the gold standard for effectiveness research: Study design: randomised controlled trials. *Bjog.* 2018;125(13):1716.
44. Sundberg F. Unawareness of low physical activity in people with type 1 diabetes. *J Diabetes Complications.* 2018;32(11):1025-6.
45. (NDSS) NDSS. PAID Scale – Problem Areas in Diabetes [Available from: <https://www.ndss.com.au/health-professionals/supporting-emotional-health/mental-health-questionnaires/paid-scale/>].
46. Thiel A. Belastete Kinder leichter identifizieren Verlagssitz (Eschborn, DE): Medical Tribune Verlagsgesellschaft mbH; 2023 [Available from: <https://www.medical-tribune.de/medizin-und-forschung/artikel/belastete-kinder-leichter-identifizieren>].

8 Anhang

DIABETES MANAGEMENT QUESTIONNAIRE (DMQ)

Das Diabetesmanagement umfasst viele verschiedene Dinge. Manche dieser Maßnahmen werden in der Familie häufiger durchgeführt als andere. Die folgenden Fragen beziehen sich darauf, wie du und deine Eltern/Erziehungsberechtigten im letzten Monat mit deinem Diabetes umgegangen sind. Wähle für jede Frage die Antwort aus, die am besten beschreibt, wie oft dieser Punkt im VERGANGENEN MONAT vorkam.

Denke an Deine KÖRPERLICHE AKTIVITÄT (Sport, aktives Spiel, usw.) während des VERGANGENEN MONATS.

<u>Wie häufig hast Du oder Deine Eltern/Erziehungsberechtigten...</u>	Fast nie	Manch- mal	Die Hälfte der Zeit	Meistens	Fast immer
1. Deine Ernährung oder Dein Insulin vor längerer körperlicher Betätigung?	①	②	③	④	⑤
2. Deinen Blutzucker vor körperlicher Aktivität überprüft?	①	②	③	④	⑤
3. Deinen Blutzucker innerhalb der nächsten 2-3 Stunden nach physischer Aktivität geprüft?	①	②	③	④	⑤

Denke an Deine MAHLZEITEN und SNACKS im VERGANGENEN MONAT.

<u>Wie häufig hast Du oder Deine Eltern/Erziehungsberechtigten...</u>	Fast nie	Manch- mal	Die Hälfte der Zeit	Meistens	Fast immer
4. Anhand des Blutzuckerspiegels die Insulinmenge für deine Mahlzeit bestimmt?	①	②	③	④	⑤
5. Anhand der Kohlenhydratmenge die Insulinmenge für deine Mahlzeit bestimmt?	①	②	③	④	⑤
6. Lebensmittel-Etiketten verwendet, um die Kohlenhydrate zu zählen?	①	②	③	④	⑤
7. Lebensmittel gemessen/gewogen, um die Kohlenhydrate zu zählen, wenn du Zuhause gegessen hast?	①	②	③	④	⑤
8. Die gesamte Insulindosis nach dem Essen gegeben?	①	②	③	④	⑤
9. Mahlzeiten gegessen, ohne die Menge der Kohlenhydrate zu kennen?	①	②	③	④	⑤
10. Mahlzeiten gegessen, ohne deinen Blutzucker zu messen?	①	②	③	④	⑤
11. Deinen Blutzucker innerhalb von 2 Stunden nach einer Mahlzeit überprüft?	①	②	③	④	⑤

Denke an NIEDRIGE BLUTZUCKERWERTE im VERGANGENEN MONAT.

<u>Wie häufig hast Du oder Deine Eltern/Erziehungsberechtigten...</u>	Fast nie	Manch- mal	Die Hälfte der Zeit	Meistens	Fast immer
12. Deinen Blutzucker überprüft, <u>bevor</u> ihr eine Unterzuckerung behandelt habt?	①	②	③	④	⑤
13. Deinen Blutzucker überprüft, <u>nachdem</u> ihr eine Unterzuckerung behandelt habt?	①	②	③	④	⑤
14. Niedrigen Blutzucker mit mehr Kohlenhydraten als nötig behandelt?	①	②	③	④	⑤

(continued on next page)

Denke an **HOHE BLUTZUCKERWERTE** im **VERGANGENEN MONAT**.

<u>Wie häufig hast Du oder deine Eltern/Erziehungsberechtigten...</u>	Fast nie	Manch- mal	Die Hälfte der Zeit	Meistens	Fast immer
15. Sofort eine Insulindosis verabreicht auf Basis eines Korrektur- / Sensitivitätsfaktors oder einer Blutzuckerskala?	①	②	③	④	⑤
16. Deinen Blutzucker erneut kontrolliert, nachdem Du vor ca. 2 Stunden Insulin bei hohem Blutzucker gegeben hattest?	①	②	③	④	⑤
17. Deine Ketone geprüft, wenn Du 2 Blutzuckerwerte nacheinander über 250-300 mg/dL hattest?	①	②	③	④	⑤
<input type="checkbox"/> <i>Nicht zutreffend</i>					

Denke an **INSULIN** und die **KONTROLLE DEINES BLUTZUCKERS** im **VERGANGENEN MONAT**.

<u>Wie häufig hast Du oder deine Eltern/Erziehungsberechtigten...</u>	Fast nie	Manch- mal	Die Hälfte der Zeit	Meistens	Fast immer
18. Länger als 8 Stunden Deinen Blutzucker nicht kontrolliert (außer über Nacht)?	①	②	③	④	⑤
19. Deinen Blutzucker vor dem Schlafengehen kontrolliert?	①	②	③	④	⑤
20. Eine Insulindosis verpasst oder vergessen?	①	②	③	④	⑤

Deutsche Version der Positive and Negative Affect Schedule (PANAS)

Dieser Fragebogen enthält eine Reihe von Wörtern, die unterschiedliche Gefühle und Empfindungen beschreiben. Lesen Sie jedes Wort und tragen Sie dann in die Skala neben jedem Wort die Intensität ein. Sie haben die Möglichkeit, zwischen fünf Abstufungen zu wählen. Geben Sie bitte an, wie Sie sich in [Zeitspanne von Interesse] gefühlt haben.

	gar nicht	ein bisschen	einigermaßen	erheblich	äußerst
aktiv	1	2	3	4	5
bekümmert	1	2	3	4	5
interessiert	1	2	3	4	5
freudig erregt	1	2	3	4	5
verärgert	1	2	3	4	5
stark	1	2	3	4	5
schuldig	1	2	3	4	5
erschrocken	1	2	3	4	5
feindselig	1	2	3	4	5
angeregt	1	2	3	4	5
stolz	1	2	3	4	5
gereizt	1	2	3	4	5
begeistert	1	2	3	4	5
beschämt	1	2	3	4	5
wach	1	2	3	4	5
nervös	1	2	3	4	5
entschlossen	1	2	3	4	5
aufmerksam	1	2	3	4	5
durcheinander	1	2	3	4	5
ängstlich	1	2	3	4	5

INTERNATIONAL PHYSICAL ACTIVITY QUESTIONNAIRE

SHORT LAST 7 DAYS SELF-ADMINISTERED FORMAT- German Version

Wir sind daran interessiert herauszufinden, welche Arten von körperlichen Aktivitäten Menschen in ihrem alltäglichen Leben vollziehen. Die Befragung bezieht sich auf die Zeit die Sie während der **letzten 7 Tage** in körperlicher Aktivität verbracht haben. Bitte beantworten Sie alle Fragen (auch wenn Sie sich selbst nicht als aktive Person ansehen). Bitte berücksichtigen Sie die Aktivitäten im Rahmen Ihrer Arbeit, in Haus und Garten, um von einem Ort zum anderen zu kommen und in Ihrer Freizeit für Erholung, Leibesübungen und Sport.

Denken Sie an all Ihre **anstrengenden** und **moderaten** Aktivitäten in den **vergangenen 7 Tagen**. **Anstrengende** Aktivitäten bezeichnen Aktivitäten, die starke körperliche Anstrengungen erfordern und bei denen Sie deutlich stärker atmen als normal. **Moderate** Aktivitäten bezeichnen Aktivitäten mit moderater körperlicher Anstrengung bei denen Sie ein wenig stärker atmen als normal.

1. Denken sie nur an die körperlichen Aktivitäten die Sie für *mindestens 10 Minuten* ohne Unterbrechung verrichtet haben. An wie vielen der **vergangenen 7 Tage** haben Sie **anstrengende** körperliche Aktivitäten wie Aerobic, Laufen, schnelles Fahrradfahren oder schnelles Schwimmen verrichtet?

_____ **Tage pro Woche** **Keine anstrengende Aktivität (↪ Frage 3)**

2. Wie viel Zeit haben Sie für gewöhnlich an *einem* dieser Tage mit **anstrengender** körperlicher Aktivität verbracht?

_____ **Stunden pro Tag** _____ **Minuten pro Tag**

Ich weiß nicht/ bin nicht sicher

3. Denken Sie erneut nur an die körperlichen Aktivitäten die Sie für *mindestens 10 Minuten* ohne Unterbrechung verrichtet haben. An wie vielen der **vergangenen 7 Tage** haben sie **moderate** körperliche Aktivitäten, wie das Tragen leichter Lasten, Fahrradfahren bei gewöhnlicher Geschwindigkeit oder Schwimmen bei gewöhnlicher Geschwindigkeit verrichtet? Hierzu zählt nicht zu Fuß gehen.

_____ **Tage pro Woche** **Keine moderate Aktivität (↪ Frage 5)**

4. Wie viel Zeit haben Sie für gewöhnlich an *einem* dieser Tage mit **moderater** körperlicher Aktivität verbracht?

_____ **Stunden pro Tag** _____ **Minuten pro Tag**

Ich weiß nicht/ bin nicht sicher

5. An wie vielen der **vergangenen 7 Tage** sind Sie *mindestens 10 Minuten* ohne Unterbrechung **zu Fuß** gegangen? Dieses beinhaltet Gehstrecken daheim oder in der Arbeit, gehen um von einem Ort zu einem anderen zu gelangen, sowie alles andere Gehen zur Erholung, Bewegung oder Freizeit.

_____ **Tage pro Woche** **Keine entsprechenden Wege zu Fuß (→ Frage 7)**

6. Wie viel Zeit haben Sie für gewöhnlich an *einem* dieser Tage mit **Gehen** verbracht?

_____ **Stunden pro Tag** _____ **Minuten pro Tag**

Ich weiß nicht/ bin nicht sicher

7. Wie viel Zeit haben Sie in den **vergangenen 7 Tagen** an **einem Wochentag** mit **Sitzen** verbracht? Dies kann Zeit beinhalten wie Sitzen am Schreibtisch, Besuchen von Freunden, vor dem Fernseher sitzen oder liegen und auch sitzen in einem öffentlichen Verkehrsmittel.

_____ **Stunden pro Tag** _____ **Minuten pro Tag**

Ich weiß nicht/ bin nicht sicher

Das ist das Ende der Befragung, danke für Ihre Teilnahme.